

X1.21

PHÙNG VĂN LỰ - PHẠM DUY HỮU - PHAN KHẮC TRÍ



VẬT LIỆU XÂY DỰNG

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM



THƯ VIỆN
HUBT

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ



**THƯ VIỆN
HUBT**

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ

GS. TSKH. PHÙNG VĂN LỰ (chủ biên)
GS.TS. PHẠM DUY HỮU - TS. PHAN KHẮC TRÍ

VẬT LIỆU XÂY DỰNG

*Viết theo chương trình đã được
Hội đồng môn học ngành Xây dựng thông qua*

(Tái bản lần thứ mười chín)



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM



LỜI NÓI ĐẦU

Vật liệu xây dựng chiếm một vị trí đặc biệt quan trọng trong các công trình xây dựng. Chất lượng của vật liệu có ảnh hưởng lớn đến chất lượng và tuổi thọ công trình. Thông thường, chi phí về vật liệu xây dựng chiếm một tỉ lệ cao trong tổng giá thành công trình, 74 - 75% : đối với các công trình dân dụng, 70% : đối với các công trình giao thông, 50% : đối với các công trình thủy lợi. Muốn sử dụng vật liệu xây dựng đạt hiệu quả kinh tế và kĩ thuật cao cần hiểu biết về vật liệu xây dựng.

Giáo trình **VẬT LIỆU XÂY DỰNG** này, được biên soạn theo đề cương của chương trình cải cách do Hội đồng môn học ngành xây dựng thông qua, sẽ giới thiệu những vấn đề chung nhất, phân tích những cơ sở lí thuyết của mối tương quan giữa thành phần, cấu trúc và tính chất với các giải pháp công nghệ thích hợp để đạt được những chỉ tiêu tính chất yêu cầu của từng loại vật liệu xây dựng.

So với lần xuất bản đầu tiên (1993) và các lần tái bản sau đó, quán triệt phương châm "**CỐ BẢN - HIỆN ĐẠI - VIỆT NAM**", để phù hợp với những lí thuyết mới về vật liệu xây dựng và tiếp cận với nền khoa học và công nghệ tiên tiến của thế giới hiện nay, việc tái bản có sửa chữa bổ sung lần này được dựa vào một số tài liệu mới xuất bản trong thời gian gần đây và thực tiễn ở trong nước. Khác với lần xuất bản trước, bố cục cuốn sách được chia thành hai phần rõ rệt.

Phần một : Những cơ sở của vật liệu học xây dựng (gồm 2 chương).

Phần hai : Vật liệu và các sản phẩm xây dựng (gồm 14 chương).

Nội dung cuốn sách đã trình bày đầy đủ kiến thức về vật liệu xây dựng. Đây là giáo trình cho sinh viên các trường đại học khối công trình và các ngành có liên quan khác, đồng thời cũng là tài liệu tham khảo bổ ích cho các cán bộ kỹ thuật, kỹ sư xây dựng và những người quan tâm.

Tham gia biên soạn có: GS. TSKH. Phùng Văn Lữ (Lời nói đầu, chương 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15 và 16), TS. Phan Khắc Trí (Chương 3), GS. TS. Phạm Duy Hữu (Chương 6, 13 và 14).

Trong quá trình biên soạn lần đầu và lần tái bản này các tác giả đã được tập thể Bộ môn Vật liệu xây dựng trường Đại học Xây dựng đóng góp nhiều ý kiến về đề cương chi tiết cũng như nội dung. Giáo trình cũng đã được các nhà chuyên môn đóng góp những ý kiến quý báu. Các tác giả xin chân thành cảm ơn.

Dẫu sao giáo trình xuất bản lần này chắc vẫn không tránh khỏi những thiếu sót. Chúng tôi mong nhận được ý kiến phê bình của bạn đọc cho lần xuất bản sau được hoàn hảo hơn.

Hà Nội, ngày 12 - 2 - 2000

CÁC TÁC GIẢ

Phần một

NHỮNG CƠ SỞ CỦA VẬT LIỆU HỌC XÂY DỰNG

Chương 1

NHỮNG TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

1.1. Khái niệm chung về tính chất của vật liệu xây dựng

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 động của tải trọng bên ngoài, của 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 yêu cầu (tính biến dạng, cường độ, độ cứng...). Ngoài ra, vật liệu còn phải có đủ độ bền vững chống lại các tác dụng vật lý và hóa học của môi trường như tác dụng của không khí, hơi nước, nước và các hợp chất tan trong nước, của sự thay đổi nhiệt độ, độ ẩm và ánh sáng mặt trời, v.v... Trong một số trường hợp đối với vật liệu còn có những yêu cầu riêng về mặt 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, 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 lí 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 ăn mòn hóa học.

Để tránh được ảnh hưởng của những yếu tố khách quan trong quá trình thí nghiệm, các tính chất của vật liệu phải được xác định theo những điều kiện và phương pháp chuẩn. Khi đó tính chất được xác định là những tính chất tiêu chuẩn. Việc xác định các tính chất tiêu chuẩn của VLXD như xi măng, cát, đá, bê tông, kim loại, gỗ... phải tuân theo những quy định của nhà nước - TCVN. Ngoài hệ thống tiêu chuẩn nhà nước còn có các tiêu chuẩn cấp ngành, cấp bộ.

Các tiêu chuẩn có thể thay đổi tùy theo trình độ sản xuất và yêu cầu sử dụng vật liệu.

Hiện nay ở nước ta, đối với một số loại VLXD chưa có tiêu chuẩn và yêu cầu kĩ thuật Việt Nam, còn sử dụng các tiêu chuẩn của nước ngoài.

1.1.2. Sự phụ thuộc của tính chất vào cấu trúc và thành phần

Quan hệ giữa cấu trúc và tính chất

Nghiên cứu cấu trúc là để hiểu được tính chất và cuối cùng là quyết định một vấn đề thực tế quan trọng : sử dụng vật liệu ở đâu, như thế nào để có hiệu quả kinh tế - kĩ thuật tốt nhất.

Cấu trúc của vật liệu được biểu thị ở ba 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 rơn ghen...)

Cấu trúc vĩ mô. Bằng mắt thường người ta có thể phân biệt được 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, bê tông nhẹ cấu tạo đặc, vật liệu gốm và các loại khác. Những loại vật liệu này thường có cường độ, khả năng chống thấm, tính chống ăn mòn tốt hơn các vật liệu rỗng cùng loại nhưng nó nặng nề và các tính chất về âm và 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 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 các lỗ rỗng bé (vật liệu gốm dùng đủ 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 lại tốt hơn. Lượng lỗ rỗng, kích thước, hình dạng, đặc tính và sự phân bố của chúng có ảnh hưởng lớn đến tính chất của vật liệu.

Vật liệu có cấu tạo dạng sợi, như gỗ, các sản phẩm 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 ngang thớ. Vật liệu có cấu tạo dạng lớp cũng là vật liệu có tính dị hướng (tính chất khác nhau theo các phương khác nhau).

Vật liệu 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 một chất. Thí dụ oxit silic có thể tồn tại ở dạng tinh thể thạch anh hay dạng vô định hình (opan). Dạng tinh thể có độ bền và độ ổn định lớn hơn dạng vô định hình. Thí dụ SiO_2 tinh thể không tương tác với Ca(OH)_2 ở điều kiện thường, trong khi đó SiO_2 vô định hình thì lại có thể tương tác với Ca(OH)_2 ở ngay nhiệt độ thường.

Dạng vô định hình có thể chuyển sang dạng tinh thể bền hơn.

Một vấn đề có ý nghĩa thực tế lớn đối với vật liệu đá thiên nhiên và nhân tạo là hiện tượng đa hình - cùng một chất nhưng có thể tồn tại ở các dạng tinh thể khác nhau (dạng thù hình).

Đặc điểm của các chất có cấu tạo tinh thể là có nhiệt độ nóng chảy (ở áp suất không đổi) và có dạng hình học của tinh thể (ở mỗi dạng thù hình) nhất định.

Tính chất của đơn tinh thể (cường độ, tính dẫn nhiệt, dẫn điện, tốc độ hòa tan...) không giống nhau theo các phương khác nhau. Hiện tượng dị hướng đó là đặc điểm của cấu tạo bên trong của tinh thể. Trong xây dựng, người ta thường sử dụng những vật liệu đá đa tinh thể, có nghĩa là những vật liệu gồm những tinh thể khác nhau, sắp xếp không theo một trật tự nhất định. Những vật liệu như vậy được coi như là vật liệu có tính chất đẳng hướng.

Cấu tạo bên trong của các chất đặc trưng bằng cấu tạo nguyên tử, phân tử, hình dáng 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 mối liên kết giữa các phần 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, SiO_2), các ion (CaCO_3 , kim loại), phân tử (nước đá).

Liên kết cộng hóa trị được hình thành từ đôi điện tử dùng chung, hình thành 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, cacbuasilic, cacbit, nitrua). Nếu hai nguyên tử giống nhau thì cặp điện tử dùng chung thuộc cả hai nguyên tử. 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 (H_2O) ; 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 cả liên kết cộng hóa trị và liên kết ion. Bên trong ion phức tạp CO_3^{-2} là liên kết cộng hóa trị. Nhưng chính nó liên kết với Ca^{+2} bằng liên kết ion. Tính chất của những vật liệu này rất khác nhau. Canxit ($CaCO_3$) có cường độ khá cao, nhưng độ cứng lại thấp. Fenspat có cường độ và độ cứng khá cao.

Liên kết phân tử được hình thành chủ yếu trong những tinh thể của các chất có liên kết cộng hóa trị. Tinh thể của các chất này bao gồm những nguyên tử liên kết với nhau bằng lực liên kết tương đối yếu - lực Vandecvan. Dưới tác dụng của nhiệt độ, liên kết này rất dễ bị phá hủy. Vì vậy các chất có liên kết phân tử có nhiệt độ nóng chảy thấp (nước đá).

Liên kết silicat là liên kết phức tạp tạo ra những tính chất đặc biệt của VLXD. Thí dụ trong khoáng dạng sợi amiăng, những mạch silicat song song nhau gắn kết với nhau bằng những ion dương. Vì liên kết ion yếu hơn liên kết cộng hóa trị bên trong mạch, nên dưới tác dụng của lực cơ học amiăng dễ tách thành những sợi nhỏ. Trong các khoáng dạng tấm (mica, caolinit), các nhóm silicat liên kết với nhau yếu hơn theo những mặt phẳng nhất định.

Cấu trúc silicat phức tạp được tạo thành từ khối bốn mặt SiO_4 liên kết với nhau bằng những đỉnh chung (những nguyên tử oxi chung) tạo thành mạng lưới không gian ba chiều. Điều đó cho phép coi chúng như là các polime vô cơ.

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

Đối với vật liệu nhân tạo, dựa vào thành phần hóa học của nó, người ta có thể lựa chọn thành phần nguyên liệu sản xuất. Thành phần hóa học của vật liệu được xác định bằng cách phân tích hóa học (kết quả phân tích thường được biểu diễn dưới dạng các ôxit).

Các ôxit trong các vật liệu vô cơ liên kết với nhau tạo thành các muối kép - khoáng vật.

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

Biết được thành phần khoáng sẽ 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 bổ trợ cho nhau : phân tích nhiệt vi sai, phân tích phổ rơnghen, 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, nên ngoài pha rắn nó còn có cả pha khí (khí khô) và pha lỏng

(khí 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 cũng thay đổi. Thí dụ, nước chứa nhiều trong các lỗ rỗng của vật liệu sẽ có ảnh hưởng xấu đến tính chất nhiệt, âm và cường độ của vật liệu, làm cho vật liệu bị nở ra...

Ngoài vật liệu rắn, trong xây dựng còn loại vật liệu rất 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 phụ và ngoài cùng là lớp khuếch tán. Chúng được liên kết với nhau bằng các lực phân tử, lực điện, 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. Các thông số trạng thái và đặc trưng cấu trúc của VLXD

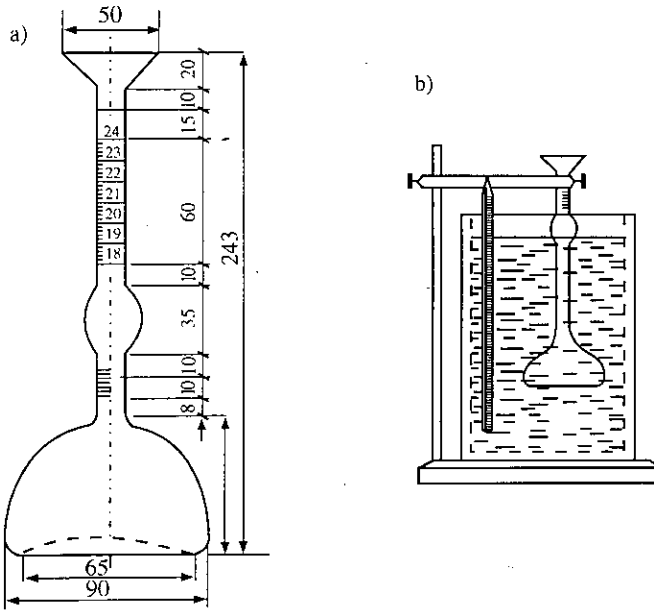
1.2.1. Khối lượng riêng

Khối lượng riêng ρ (g/cm^3 , T/m^3) là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái hoàn toàn đặc. Nếu khối lượng của vật liệu là m (g, kg, T), thể tích hoàn toàn đặc của vật liệu là V_a (cm^3 , l, m^3), thì :

$$\rho = \frac{m}{V_a}, \quad (\text{g/cm}^3, \text{kg/l}, \text{T/m}^3)$$

Tùy theo từng loại vật liệu mà có những phương pháp xác định khối lượng riêng khác nhau. Đối với vật liệu hoàn toàn đặc như kính, thép..., ρ được xác định bằng cách cân và đo mẫu thí nghiệm ; đối với những vật liệu rỗng thì phải nghiên cứu đến cỡ hạt <0,2 mm và những loại vật liệu rời có cỡ hạt bé (cát, xi măng...) thì ρ được xác định bằng phương pháp bình tỉ trọng (hình 1-1).





Hình 1-1. Bình tỉ trọng

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 phạm vi hẹp, đặc biệt những loại vật liệu cùng loại 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 tính chất và tính toán thành phần của một số loại VLXD.

1.2.2. Khối lượng thể tích

Khối lượng thể tích ρ_v (g/cm^3 , kg/m^3) là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên (kể cả lỗ rỗng). Nếu khối lượng của vật liệu là m và thể tích tự nhiên là V_0 thì :

$$\rho_v = \frac{m}{V_0}, \quad (g/cm^3, \quad kg/m^3, \quad T/m^3)$$

Bảng 1-1

Tên VLXD	ρ , g/cm ³	ρ_v , g/cm ³	r, %	Hệ số dẫn nhiệt, λ , kcal / m °Ch
Bê tông				
nặng	2,6	2,4	10	1,00
nhẹ	2,6	1,0	61,5	0,30
tô ong	2,6	0,5	81	0,17
Gạch :				
thường	2,65	1,8	32	0,69
rỗng ruột	2,65	1,3	51	0,47
Đá thiên nhiên :				
granit	2,7	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 nhận thấy, ρ_v của VLXD dao động trong khoảng rộng. Đối với vật liệu cùng loại có cấu tạo khác nhau thì ρ_v khác nhau. ρ_v còn phụ thuộc vào môi trường khô ẩm khác nhau. Vì vậy trong thực tế buộc phải xác định ρ_v tiêu chuẩn.

Việc xác định m được thực hiện bằng cách cân, còn V_0 thì tùy theo loại vật liệu mà dùng một trong ba cách sau : đối với vật liệu có kích thước hình học - dùng cách đo ; đối với vật liệu không có kích thước 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 1 chiều cao nhất định xuống 1 cái ca 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...

1.2.3. Độ rỗng

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_o thì :

$$r = \frac{V_r}{V_o}$$

trong đó : $V_r = V_o - V_a$ (V_a - thể tích hoàn toàn đặc của vật liệu).

$$\text{Do đó : } r = \frac{V_o - V_a}{V_o} = 1 - \frac{V_a}{V_o} = 1 - \frac{\rho_v}{\rho}$$

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. Vật liệu chứa nhiều lỗ rỗng kín thì cường độ cao, cách nhiệt tốt, nhưng vật liệu chứa nhiều lỗ rỗng hở thì hút ẩm tốt.

Việc xác định độ rỗng của vật liệu được thực hiện thông qua tính toán theo công thức và cũng có thể dùng phương pháp bão hòa héli lỏng.

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 : độ chịu lực, tính chống thấm, các tính chất có liên quan đến nhiệt, âm...

1.2.4. Độ mịn

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

Độ mịn của vật liệu quyết định khả năng tương tác của chúng với môi trường (khả năng hoạt động hóa học, khả năng phân tán trong môi trường), đồng thời ảnh hưởng nhiều đến

độ rỗng giữa các hạt. Vì vậy tùy từng loại vật liệu và mục đích sử dụng mà người ta tăng hay giảm độ mịn của chúng. Đối với vật liệu rời khi xác định độ mịn phải quan tâm đến từng nhóm hạt, hình dáng, tính chất bề mặt của hạt (góc thấm ướt, tính nhấp rám, khả năng hấp thụ và liên kết với vật liệu khác).

Độ mịn của vật liệu có thể được xác định bằng cách sàng (% lọt sàng), bằng tỉ diện tích bề mặt (cm^2/g) hay bằng khả năng lắng đọng v.v...

1.3. Những tính chất có liên quan đến môi trường nước

1.3.1. Liên kết giữa nước và vật liệu

Trong vật liệu luôn 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 VLXD được chia làm 3 loại : nước hóa học, nước hóa lí và nước cơ học.

Nước hóa học là nước tham gia vào trong thành phần vật liệu, có liên kết bền với vật liệu. Nước hóa học chỉ bị bay hơi ở nhiệt độ cao (trên 500°C). Khi nước hóa học mất đi thì tính chất của vật liệu bị thay đổi rất lớn. Thí dụ caolinit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) mất nước nó sẽ mất tính dẻo ; amiăng ($3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ở nhiệt độ trên 580°C bị mất nước hóa học và trở nên rất giòn, cường độ giảm rất nhiều.

Nước hóa lí (nước hấp phụ) có liên kết khá bền với vật liệu bằng lực hút phân tử Vandecvan hoặc bằng lực tĩnh điện bề mặt (nước màng). Trong cùng một loại nước hấp phụ thì tính chất của nó cũng thay đổi rất lớn. Lớp nước liên kết trực tiếp với vật liệu thì rất bền, thậm chí nó có khả năng chịu lực. Nhưng lực liên kết đó giảm nhanh theo chiều dày của màng nước. Nước hóa lí chỉ thay đổi dưới sự tác dụng của điều kiện môi trường (nhiệt độ, độ ẩm). Khi đó nó biến sang dạng hơi. Ở một mức độ nào đó, sự biến đổi này làm cho tính chất của vật liệu cũng thay đổi.

Nước cơ học (nước tự do hay nước mao quản) gần như không có liên kết với vật liệu. Nó xâm nhập vào vật liệu do tác dụng của lực mao dẫn (nước mao quản) hay lực trọng trường (nước tự do). Nước cơ học trong vật liệu có thể dễ dàng thay đổi ngay trong điều kiện thường. Thực tế cho thấy sự thay đổi nước cơ học không làm thay đổi tính chất của vật liệu.

1.3.2. Độ ẩm và độ hút ẩm

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 :

$$W = \frac{m_a - m_k}{m_k} 100\% \text{ hay } W = \frac{m_n}{m_k} 100\%$$

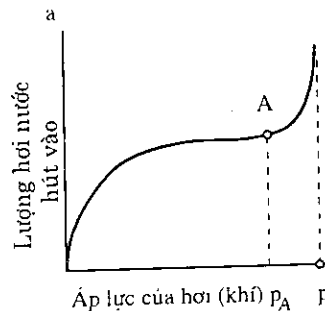
Trong không khí vật liệu có thể *hút hơi nước* của môi trường vào trong các lỗ rỗng và ngưng tụ thành pha lỏng. Đây là một quá trình có tính chất thuận nghịch. Trong cùng một điều kiện môi trường nếu vật liệu càng rỗng thì độ ẩm của nó càng cao. Đồng thời độ ẩm còn phụ thuộc vào bản chất của vật liệu và đặc tính của lỗ rỗng, 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 (hình 1-2).

Theo phương trình thực nghiệm của Freidlic lượng hơi nước hút vào là :

$$a = kp^{1/n},$$

trong đó : p - áp lực cân bằng của hơi nước ;

k và n - các hệ số thực nghiệm (không đổi đối với mỗi loại chất khí hấp phụ ở một nhiệt độ nhất định).



Hình 1-2. Biểu đồ hút nước (khi $p > p_A$ đường thẳng đứng do ngưng tụ mao quản)

Trong tọa độ logarit thì phương trình đó được biểu diễn như sau :

$$\lg a = \lg k + \frac{1}{n} \lg p$$

Biểu đồ có sự thay đổi đột ngột khi bão hòa hơi nước (điểm A), nó gần như song song với trục tung. Nếu tăng tiếp tục độ ẩm của vật liệu thì sẽ xuất hiện nước ngưng tụ mao quản. Do quá trình hấp phụ và ngưng tụ mao quản của hơi trong không khí mà độ ẩm của vật liệu rỗng sau khi để lâu dài trong không khí khá lớn - độ ẩm cân bằng. Thí dụ độ ẩm cân bằng của gỗ khô trong không khí là 12 - 18%, của vật liệu tường 5 - 7%. Độ ẩm của vật liệu tăng làm xấu đi tính chất nhiệt kĩ thuật, giảm cường độ và độ bền và làm tăng thể tích của nó. Vì vậy trong nhiều trường hợp người ta thường xác định tính chất của VLXD trong điều kiện độ ẩm nhất định.

Sự hút nước mao quản

Sự hút nước mao quản xảy ra khi một bộ phận kết cấu nằm trong nước. Nước ngầm có thể dâng lên theo các ống mao quản làm ướt phần dưới của tường nhà.

Độ hút nước mao quản được đặc trưng bằng chiều cao mực nước dâng lên trong vật liệu h và được xác định bằng công thức sau :

$$h = \frac{2\sigma \cos\theta}{(r \cdot \rho_n \cdot g)}$$

trong đó : σ - sức căng bề mặt ;
 θ - góc thấm ướt ;
 r - bán kính mao quản ;
 ρ_n - khối lượng riêng của nước ;
 g - gia tốc trọng trường.

Việc xác định h theo công thức trên là vấn đề khó vì hình dáng và tiết diện của mao quản luôn luôn thay đổi. Nên trong thực tế người ta hay dùng phương pháp



Thể tích nước V mà các mao quản vật liệu hút vào ở giai đoạn đầu sau thời gian t tuân theo quy luật parabol :

$$V^2 = kt$$

trong đó : k - hệ số hút nước.

Việc giảm độ hút nước (có nghĩa là giảm hệ số k) có thể thực hiện được bằng cách hoàn thiện cấu trúc của vật liệu.

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 $20^\circ \pm 5^\circ$. Trong điều kiện đó nước chỉ có thể chui vào những 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 - 60%, nhưng độ hút nước của nó chỉ đến 20 - 30% thể tích.

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

Độ hút nước theo khối lượng (H_p (%)) được xác định thông qua khối lượng của mẫu ướt m_u (sau khi hút nước) và khối lượng của mẫu khô m_k :

$$H_p = \frac{m_u - m_k}{m_k} 100\%$$

Độ hút nước theo thể tích H_v (%) được xác định thông qua thể tích nước mà vật liệu hút vào V_n và thể tích tự nhiên của mẫu vật liệu V_o :

$$H_v = \frac{V_n}{V_o} 100\% \text{ hay } H_v = \frac{m_u - m_k}{V_o \rho_n} 100\%$$

trong đó : ρ_n - khối lượng riêng của nước (thường là 1 g/cm^3)

Ta có :

$$\frac{H_v}{H_p} = \frac{\rho_v^{tc}}{\rho_n} \text{ hay } H_v = H_p \frac{\rho_v^{tc}}{\rho_n}$$

(ρ_v^{tc} - khối lượng thể tích tiêu chuẩn).

Độ hút nước theo khối lượng của vật liệu rỗng có thể lớn hơn độ rỗng, nhưng độ hút nước theo thể tích thì không thể vượt quá thể tích rỗng. Thí dụ độ hút nước theo khối lượng của đá granit là $0,02 \div 0,7\%$, của bê tông nặng $2 \div 4\%$, của gạch $8 \div 15\%$, của vật liệu cách nhiệt rỗng là 100% và có khi lớn hơn.

Độ bão hòa nước

Độ bão hòa nước là độ hút nước cực đại của vật liệu trong điều kiện cưỡng bức (bằng nhiệt độ hay áp lực).

Có hai phương pháp xác định độ bão hòa nước, đó là phương pháp nhiệt độ (đun mẫu vật liệu trong nước sôi 4 giờ, để nguội, rồi vớt mẫu ra) và phương pháp chân không (ngâm mẫu vật liệu trong một bình kín đựng nước hạ áp lực trong bình xuống 20mmHg cho đến khi không còn bọt khí thoát ra thì trả lại áp lực bình thường và giữ thêm 2 giờ nữa rồi vớt ra).

Độ bão hòa nước cũng được xác định theo khối lượng và theo thể tích.

Độ bão hòa nước của vật liệu được đánh giá bằng hệ số bão hòa C_{bh} thông qua độ hút nước thể tích bão hòa H_v^{bh} và độ rỗng r :

$$C_{bh} = \frac{H_v^{bh}}{r}$$

C_{bh} thay đổi từ 0 (tất cả lỗ rỗng trong vật liệu là kín) đến 1 (tất cả lỗ rỗng là hở).

Độ hút nước và đặc biệt độ bão hòa nước có ảnh hưởng xấu đến tính chất của VLXD : thể tích tăng lên, độ dẫn nhiệt tăng, cường độ giảm.

Để đặc trưng cho độ bền nước của vật liệu người ta dùng hệ số mềm K_m thông qua cường độ của mẫu bão hòa nước R_{bh} và cường độ của mẫu khô R_k :

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

K_m có thể thay đổi từ 0 (đất sét bị phân rã) đến 1 (kim loại). Những vật liệu có $K_m > 0,75$ là vật liệu chịu nước có thể dùng cho các công trình thủy công.

Tính thấm nước

Tính thấm nước là tính chất để cho nước thấm qua khi có độ chênh lệch áp lực. 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 bức tường 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 2 mặt là $p_1 - p_2 = 1m$ cột nước.

Đối với vật liệu chống thấm hệ số thấm yêu cầu phải nhỏ. Tính chống thấm của vật liệu được đặc trưng bằng mác chống thấm (kG/cm^2), biểu thị bằng áp lực ứng với lúc nước chưa thấm qua vật liệu

Tính thấm hơi và thấm khí

Sự thấm hơi và thấm khí qua lỗ rỗng và vết nứt của vật liệu xảy ra khi trên 2 mặt vật liệu xuất hiện độ chênh lệch áp lực hơi hoặc khí. Sự thấm hơi qua vật liệu tuân theo định luật Furie - Knutxen. Nếu sự chênh lệch áp lực không lớn có thể dùng công thức Đacxi - Furie. Khi đó lượng khí V_ρ (có mật độ ρ) thấm qua bức tường có diện tích S (m^2) và chiều dày a (m) trong thời gian t (giờ) với độ chênh lệch áp lực khí ở 2 bên là ΔP (kG/cm^2) sẽ là :

$$V_\rho = K_{tk} \frac{S \cdot t \cdot \Delta P}{a}$$

Từ đây có thể xác định hệ số thấm K_{tk} (g/mh, kG/cm^2)

$$K_{tk} = \frac{aV_p}{S \cdot t \cdot \Delta P}$$

Vật liệu làm tường bao che cho các công trình dân dụng không có điều hòa nhiệt độ cần có hệ số thấm hơi nhất định vì nó sẽ được thông gió một cách tự nhiên. Nhưng một số công trình cần phải tránh sự xâm nhập của hơi nước như nhà máy sợi, đặc biệt là các hầm chống hơi độc, thì lại yêu cầu K_{tk} càng nhỏ càng tốt. Do đó tùy thuộc vào tính chất của công trình, điều kiện môi trường mà lựa chọn vật liệu có hệ số thấm hơi và thấm khí sao cho đảm bảo được điều kiện vệ sinh công nghiệp và môi trường.

Biến dạng ẩm

Vật liệu rỗng hữu cơ hoặc vô cơ (gỗ, bê tông) khi độ ẩm thay đổi thì thể tích và kích thước của chúng cũng thay đổi : bị co khi sấy khô và trương nở khi hút nước. Hiện tượng co tạo ra do giảm chiều dày của lớp nước bao quanh các phần tử vật liệu, các phần tử đó có khuynh hướng xích lại gần nhau. Hiện tượng trương nở phát sinh là do các phần tử nước có cực khi xâm nhập vào khe hở giữa các phần tử hoặc các sợi vật liệu, sẽ đẩy các phần tử vật liệu thêm xa nhau ra, lớp vỏ hydrat càng dày thêm làm kích thước và thể tích vật liệu tăng lên.

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 xốp), sẽ có độ co lớn :

<i>Dạng vật liệu</i>	<i>Độ co, mm/m</i>
Gỗ (ngang thớ)	30 - 100
Bê tông xốp	1 - 3
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

Độ co phát sinh và tăng cường khi mất nước nằm trong lớp vỏ hydrat (nước hấp phụ) và trong những lỗ rỗng nhỏ. Còn việc bay hơi nước trong những lỗ rỗng lớn (nước tự do) không làm cho các phần tử vật liệu xích lại gần nhau nên thực tế không gây ra co.

1.4. Những tính chất có liên quan đến nhiệt

1.4.1. Tính dẫn nhiệt

Tính dẫn nhiệt của vật liệu là tính chất để cho nhiệt truyền qua từ mặt này sang mặt khác.

Khi chế độ truyền nhiệt ổn định và vật liệu có dạng tấm phẳng thì nhiệt lượng Q (kCal) truyền qua vật liệu được tính bằng công thức :

$$Q = \lambda \cdot \frac{F \Delta t \cdot \tau}{\delta}$$

Trong đó, hệ số dẫn nhiệt λ bằng nhiệt lượng Q truyền qua một tấm tường diện tích $F = 1\text{m}^2$ và dày $\delta = 1\text{m}$, trong thời gian $\tau = 1$ giờ, khi độ chênh lệch nhiệt độ 2 bên tấm tường $\Delta t = 1^\circ\text{C}$.

Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu phụ thuộc vào nhiều yếu tố : loại vật liệu, cấu trúc, độ rỗng và tính chất của lỗ rỗng. Độ dẫn nhiệt của không khí rất bé ($\lambda = 0,02$ kCal/m. $^\circ\text{C}$.h) so với độ dẫn nhiệt của vật rắn. Vì vậy vật liệu càng rỗng, dẫn nhiệt càng kém (cách nhiệt tốt), hay nói cách khác vật liệu càng nặng (ρ_v càng lớn) thì dẫn nhiệt càng tốt (công thức của V.P. Necraxov) :

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

Vật liệu ẩm (λ của nước = 0,5 kCal/m. $^\circ\text{C}$.h) thì dẫn nhiệt tốt. Khi nhiệt độ bình quân giữa 2 mặt tấm tường tăng thì độ dẫn nhiệt cũng lớn. Điều đó được thể hiện bằng công thức của Vлахôv :

$$\lambda_1 = \lambda_0(1 + 0,002t)$$

trong đó : λ_0 - hệ số dẫn nhiệt ở 0°C ;

λ_1 - hệ số dẫn nhiệt ở nhiệt độ bình quân t ;
nhiệt độ t thích hợp với công thức là
trong phạm vi dưới 100°C .

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

1.4.2. Nhiệt dung và nhiệt dung riêng

Nhiệt dung là nhiệt lượng Q (kCal) mà vật liệu thu vào khi nung nóng.

$$Q = Cm(t_2 - t_1), \text{ kCal}$$

trong đó : C - nhiệt dung riêng của vật liệu, kCal/kg. $^\circ\text{C}$;

m - khối lượng của vật liệu, kg ;

t_2 và t_1 - nhiệt độ của vật liệu sau và trước khi nung nóng, $^\circ\text{C}$.

Khi $m = 1\text{kg}$, $t_2 - t_1 = 1^\circ\text{C}$ thì $C = Q$. Vậy *nhiệt dung riêng* là nhiệt lượng cần để nung nóng 1kg vật liệu lên 1°C .

Nhiệt dung riêng của vật liệu vô cơ thường dao động từ 0,75 đến 0,92 kCal/kg. $^\circ\text{C}$, của vật liệu hữu cơ (gỗ) - 0,7kCal/kg. $^\circ\text{C}$. Nước có nhiệt dung riêng lớn nhất 1kCal/kg. $^\circ\text{C}$. Vì vậy, khi độ ẩm của vật liệu tăng thì nhiệt dung riêng của nó tăng lên :

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

trong đó : C , C_w và C_n - nhiệt dung riêng của vật liệu khô, vật liệu có độ ẩm là W và của nước.

Khi vật liệu hỗn hợp bao gồm nhiều vật liệu thành phần có nhiệt dung riêng là C_1, C_2, \dots, C_n và khối lượng tương ứng là m_1, m_2, \dots, m_n thì nhiệt dung riêng C của nó được tính theo công thức :

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

Chỉ tiêu nhiệt dung được dùng để tính toán nhiệt lượng khi gia công nhiệt VLXD và lựa chọn vật liệu trong các trạm nhiệt.

1.4.3. Tính chống cháy và tính chịu lửa

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 vật liệu dưới tác dụng của ngọn lửa hay nhiệt độ cao mà không bị cháy và không biến hình nhiều (như gạch ngói, bê tông, amiăng...). Trong nhóm này gồm cả những vật liệu có thể bị phân hủy hoặc biến hình lớn (thép) khi nhiệt độ lớn hơn 600°C . Những kết cấu như vậy cần phải được bảo vệ bằng những loại vật liệu bền chống cháy.

Vật liệu khó cháy là vật liệu bị cháy dưới tác dụng của ngọn lửa hay nhiệt độ cao. Nhưng khi ngừng tác nhân gây cháy (ngọn lửa, nhiệt độ cao) thì vật liệu cũng ngừng cháy (bê tông atfan, gỗ tẩm chất chống cháy, fibrôlít, ...).

Vật liệu dễ cháy là vật liệu có thể cháy bùng lên dưới tác dụng của ngọn lửa hay nhiệt độ cao. Tất cả những loại vật liệu hữu cơ đều nằm trong nhóm này. Chúng cần phải được bảo vệ bằng những vật liệu chống cháy.

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 người ta chia vật liệu ra làm 3 nhóm : vật liệu chịu lửa (chịu được nhiệt độ $\geq 1580^\circ\text{C}$), vật liệu khó chảy (chịu được nhiệt độ từ 1350 đến 1580°C) và vật liệu dễ chảy (chịu nhiệt độ thấp hơn 1350°C).

1.5. Tính chất cơ học

1.5.1. 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 của biến dạng người ta chia ra biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo. Biến dạng đàn hồi là phần biến dạng hoàn toàn mất đi khi loại bỏ nguyên nhân gây biến dạng (thường là tải trọng bên ngoài). Còn biến dạng dẻo (hay biến dạng dư) thì không mất đi khi loại bỏ nguyên nhân gây biến dạng.

Biến dạng đàn hồi thường xảy ra khi tải trọng tác dụng bé và ngắn hạn. Tính đàn hồi được đặc trưng bằng môđun đàn hồi E :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

trong đó : σ - ứng suất, kG/cm^2 ; ε - biến dạng tương đối.

Điều kiện của biến dạng đàn hồi : ngoại lực tác dụng lên vật liệu chưa vượt quá lực tương tác giữa các chất điểm của nó. Do đó công của ngoại lực sẽ sinh ra nội năng và khi bỏ ngoại lực nội năng lại sinh công đưa vật liệu trở về vị trí ban đầu.

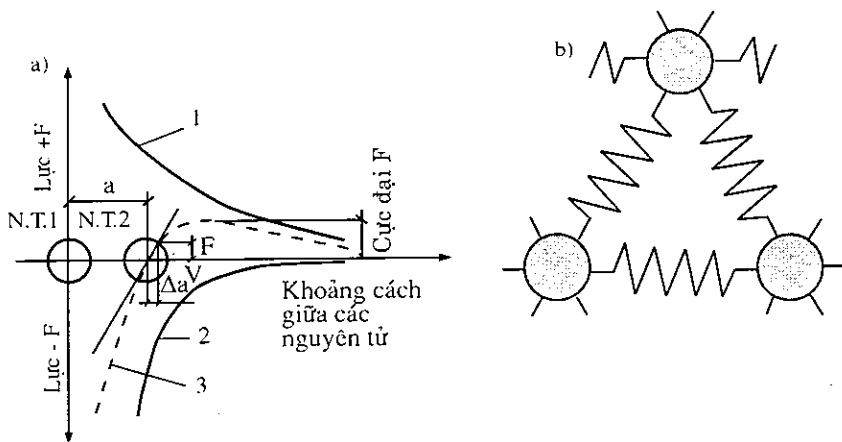
Khi lực tác dụng đủ lớn và lâu dài thì ngoài biến dạng đàn hồi còn xuất hiện biến dạng dẻo. Nguyên nhân là lực tác dụng đã vượt quá lực tương tác giữa các chất điểm, phá vỡ cấu trúc của vật liệu làm các chất điểm có chuyển dịch tương đối. Do đó biến dạng vẫn còn tồn tại khi loại bỏ ngoại lực.

Cấu trúc của vật liệu và biến dạng của nó có quan hệ chặt chẽ với nhau. Khi lực tác dụng lên vật liệu làm cho kích thước l của nó thay đổi một lượng Δl thì biến dạng tương đối của nó là :

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

Biến dạng xảy ra làm cho khoảng cách giữa các phân tử biến đổi.

Ở một vật rắn các phân tử đồng thời chịu tác dụng của lực hút và lực đẩy. Lực hút của các ion trái dấu và lực đẩy của vỏ electron (hình 1-3a). Lực tổng hợp F của chúng phụ thuộc vào khoảng cách giữa các nguyên tử (a) và có thể biểu diễn bằng mô hình lò xo (hình 1-3b).



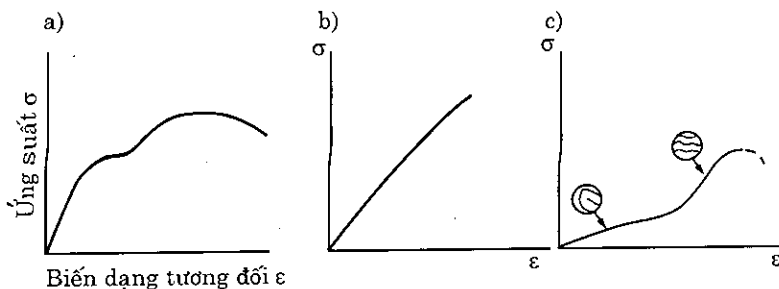
Hình 1.3. Sơ đồ lực tương tác giữa các nguyên tử.

a- sự phụ thuộc của lực tương tác vào khoảng cách giữa các nguyên tử.
b- mô hình lò xo.

1 - lực hút ; 2 - lực đẩy ; 3 - lực tổng hợp.

Khi vật liệu không chịu tác dụng của ngoại lực, khoảng cách giữa các nguyên tử không đổi (mặc dù nó luôn luôn dao động) và hợp lực F sẽ bằng không. Khi lực tác dụng làm tăng khoảng cách giữa các nguyên tử thì hợp lực sẽ là lực hút có xu hướng kéo gần các nguyên tử lại. Ngược lại nếu ngoại lực làm giảm khoảng cách giữa các nguyên tử (nén lò xo) thì hợp lực là lực đẩy.

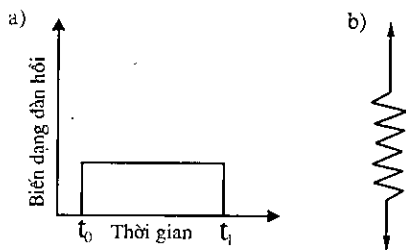
Dựa vào quan hệ giữa ứng suất và biến dạng người ta chia vật liệu ra loại dẻo, loại giòn, và loại đàn hồi (hình 1-4). Vật liệu dẻo là vật liệu trước khi phá hoại có hiện tượng biến hình dẻo rõ rệt (thép), còn vật liệu giòn trước khi phá hoại không có hiện tượng biến hình dẻo rõ rệt (bê tông).



Hình 1-4. Sơ đồ biến dạng.
a - thép ; b - bê tông ; c - chất đàn hồi.

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 giòn ; khi tăng lực từ từ hoặc nén ở nhiệt độ cao là vật liệu dẻo. Đất sét khi khô là vật liệu giòn, khi ẩm là vật liệu dẻo.

Để mô hình hóa vật liệu đàn hồi ta dùng lò xo. Biến dạng đàn hồi của vật liệu đàn hồi lý tưởng tuân theo định luật Húc (hình 1-5).



Hình 1-5. Mô hình vật rắn lý tưởng (theo định luật Húc).
a - biểu đồ biến dạng đàn hồi ; b - mô hình lò xo.

Vật liệu dẻo lý tưởng tuân theo định luật Niuton (như đối với chất lỏng lý tưởng) :

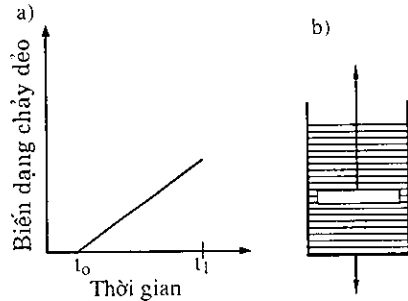
$$\varepsilon = \frac{\tau \cdot t}{\eta}$$

trong đó : τ - ứng suất trượt, kG/cm^2 ;

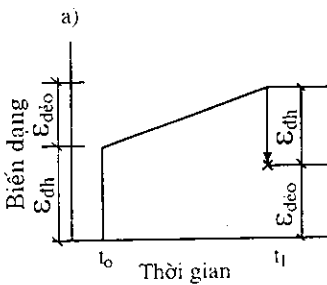
t - thời gian, gy ;

η - độ nhớt, $\text{kG/cm}^2 \cdot \text{gy}$.

Mô hình của chất lỏng lí tưởng được giới thiệu trên hình 1-6 ; còn đối với vật liệu có cả tính đàn hồi và tính dẻo thì được giới thiệu trên hình 1-7.



Hình 1-6. Mô hình chất lỏng lí tưởng.
a- biểu đồ biến dạng ; b- mô hình giảm chấn.



Hình 1-7. Tổ hợp tính đàn hồi và dẻo.

a - biểu đồ biến dạng ;
b - mô hình Macxoen

gây ra từ biến là do trong vật rắn có một bộ phận phi tinh thể có tính chất gần giống chất lỏng ; mặt khác bản thân mạng lưới tinh thể cũng có những khuyết tật.

Nếu giữ cho biến hình không đổi, dưới tác dụng của ngoại lực, ứng suất đàn hồi sẽ giảm dần theo thời gian, đó là hiện tượng chùng ứng suất. Nguyên nhân của hiện tượng này là một bộ phận vật liệu có biến hình đàn hồi dần dần chuyển sang biến hình dẻo, năng lượng đàn hồi chuyển thành nhiệt và mất đi.

Do đó biến dạng tổng cộng ε , ví dụ với bê tông atfan, tấm chất dẻo bao gồm 2 thành phần : đàn hồi ε_{dh} và dư ε_d

$$\varepsilon = \varepsilon_{dh} + \varepsilon_d$$

$$\text{hay } \varepsilon = \frac{\sigma}{E} + \frac{\sigma t}{\eta}$$

$$\varepsilon = \sigma \left(\frac{1}{E} + \frac{t}{\eta} \right)$$

Hiện tượng mà biến dạng tăng theo thời gian khi ngoại lực không đổi tác dụng lâu dài lên vật liệu rắn gọi là hiện tượng từ biến. Nguyên nhân

1.5.2. Cường độ

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.

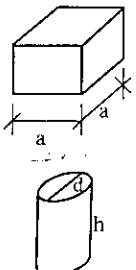
Kết cấu xây dựng chịu nhiều loại tải trọng khác nhau : kéo, nén, uốn, cắt, va chạm, v.v... Tương ứng với nó cũng có nhiều loại cường độ.

Cường độ của vật liệu phụ thuộc vào nhiều yếu tố : thành phần cấu trúc, phương pháp thí nghiệm, môi trường, hình dáng kích thước mẫu. Do đó, để so sánh khả năng chịu lực của vật liệu người ta thường tiến hành thí nghiệm trong những điều kiện tiêu chuẩn. Khi đó, dựa vào cường độ (ở đây khái niệm cường độ là cường độ giới hạn) người ta định ra mức của vật liệu xây dựng. Việc xác định mức của vật liệu giòn (bê tông, gạch) dựa chủ yếu vào cường độ chịu nén còn vật liệu dẻo (thép) - vào cường độ chịu kéo.

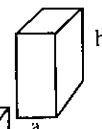
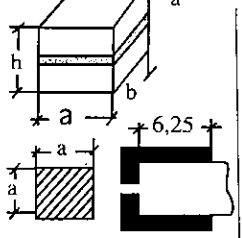
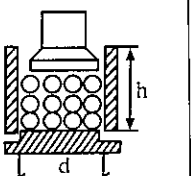
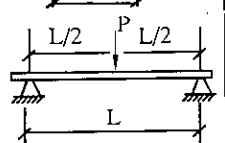
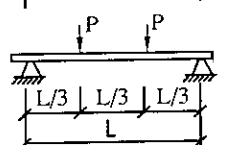
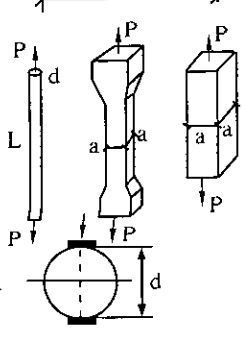
Có hai phương pháp xác định cường độ của vật liệu : phương pháp phá hoại và phương pháp không phá hoại.

Trong *phương pháp phá hoại* cường độ của vật liệu được xác định trên những mẫu tiêu chuẩn (bảng 1-2).

Bảng 1-2

Hình dạng mẫu	Công thức tính	Vật liệu	Kích thước mẫu chuẩn, cm
	<p><i>Cường độ nén</i></p> $R = \frac{P}{a^2}$ $R = \frac{4P}{\pi d^2}$	<p>Bê tông Vữa Đá thiên nhiên</p> <p>Bê tông Đá thiên nhiên</p>	<p>15 × 15 × 15 7,07 × 7,07 × 7,07 5 × 5 × 5</p> <p>d = 15 : h = 30 d = h = 5, 7, 10, 15</p>

Bảng 1-2 (tiếp theo)

	$R = \frac{P}{a^2}$	Bê tông Gỗ	$a = 10, 15, 20$ $h = 40, 60, 80$ $a = 2 ; h = 3$
	$R = \frac{P}{a \cdot b}$	Gạch	$a = 10,5 ; b = 10,3$ $h = 13$
	$D_a = \frac{m_1 - m_2}{m_1} 100$	Cốt liệu lớn cho bê tông	$d = h = 15$
	$R_u = \frac{3Pl}{2bh^2}$	Xi măng Gạch	$4 \times 4 \times 16$ $11 \times 6 \times 18$
	$R_u = \frac{2Pl}{bh^2}$	Bê tông Gỗ	$15 \times 15 \times 60$ $2 \times 2 \times 30$
	$R_k = \frac{4P}{\pi d^3}$ $R_k = \frac{P}{a^2}$ $R_k = \frac{2p}{\pi dl}$	Cường độ uốn Cường độ kéo	Bê tông Thép Bê tông
$5 \times 5 \times 50$ $10 \times 10 \times 80$ $d = 1$ $l = 5 ; l \geq 10d$ $d = 15$			

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).

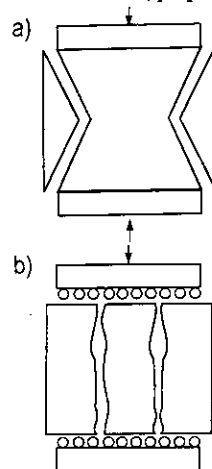
Hình dạng, kích thước, trạng thái bề mặt mẫu có ảnh hưởng lớn đến kết quả thí nghiệm. Chẳng hạn, mẫu hình lập phương kích thước nhỏ có cường độ nén lớn hơn cường độ mẫu có kích thước lớn. Cường độ mẫu lăng trụ nhỏ hơn mẫu hình lập phương cùng tiết diện ngang.

Lực ma sát phát sinh giữa bề mặt mẫu và mâm nén sẽ giữ phần mẫu tiếp xúc với mâm nén không cho nở ngang khi bị phá hoại (hình 1-8a). Còn khi giảm lực ma sát bằng cách bôi trơn mặt tiếp xúc của mẫu thì mẫu có thể nở ngang tự do (hình 1-8b). Kết quả cường độ của mẫu có khi giảm đi 50%.

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.

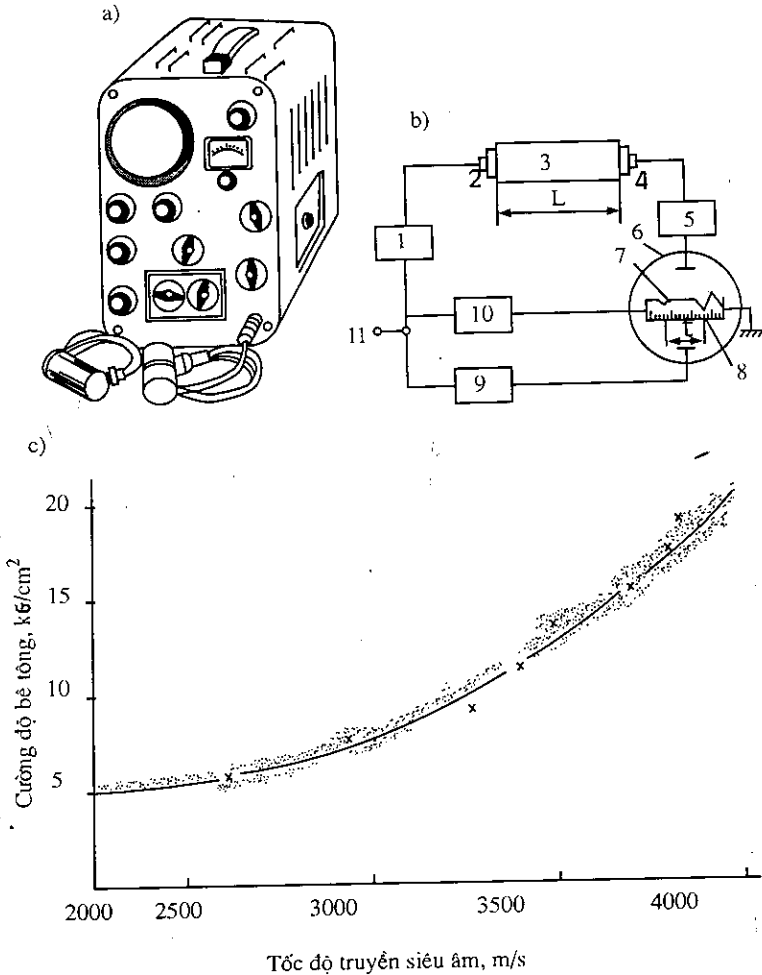
Phương pháp không phá hoại là phương pháp xác định cường độ vật liệu bằng phương pháp không phá hoại mẫu. Phương pháp này rất tiện lợi cho việc xác định cường độ của cấu kiện hoặc kết cấu trong công trình. Trong các phương pháp không phá hoại, phương pháp âm học được dùng rộng rãi nhất (hình 1-9 a, b). Cường độ của vật liệu gián tiếp được đánh giá qua tốc độ truyền sóng siêu âm qua nó (hình 1-9c). Đối với vật liệu hỗn hợp (bê tông) người ta hay dùng phương pháp siêu âm xung.

Nguyên lý làm việc của máy : Bộ phát xung (1) truyền xung động điện đến bộ phát siêu âm (2). Tại đây xung động điện biến thành sóng siêu âm truyền qua vật liệu (3) đến bộ phận



Hình 1-8. Sơ đồ phá hủy vật liệu giòn.

a - mẫu hình lập phương ;
b - mẫu hình lập phương có bôi trơn mặt mẫu.



Hình 1-9. Xác định cường độ bê tông bằng phương pháp siêu âm xung.

a - dụng cụ YKB - 1M ; b - sơ đồ dụng cụ ;

c - biểu đồ quan hệ giữa cường độ bê tông và tốc độ truyền siêu âm.

1 - bộ phát xung ; 2 - bộ phát siêu âm ; 3 - mẫu bê tông ; 4 - bộ phận biến dao động cơ thành dao động điện ; 5 - khuếch đại ; 6 - màn chỉ báo ;

7 - hình ảnh thu được ; 8 - mốc báo thời gian ; 9 - bộ chỉ báo thời gian ;

10 - bộ điện để mô tả quá trình truyền siêu âm trong bê tông ;

11 - công tắc điện ; t - thời gian truyền siêu âm.

biến dao động cơ thành dao động điện (4) và sóng siêu âm lại được biến thành xung động điện qua bộ khuếch đại (5) để đến màn chỉ báo (6).

Tốc độ truyền sóng siêu âm v (cm/gy) được xác định theo công thức :

$$v = \frac{S}{t - t_0}$$

trong đó : S - quãng đường, cm ; t - thời gian truyền sóng siêu âm (gy), t_0 - thời gian hiệu chỉnh (gy) phụ thuộc vào vị trí của thiết bị.

Dựa vào v ta có thể tìm được cường độ của vật liệu.

1.5.3. Độ cứng

Độ cứng là tính chất của vật liệu chống lại tác dụng đâm xuyên của vật liệu khác cứng hơn.

Độ cứng của vật liệu khoáng được đánh giá bằng bảng *thung Morh* (bảng 1.3), gồm có 10 khoáng vật mẫu được sắp xếp theo mức độ cứng tăng dần.

Bảng 1 - 3

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

Độ cứng của vật liệu sẽ tương ứng với độ cứng của khoáng vật nào đó mà khoáng 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 kim loại, gỗ, bê tông v.v... có thể được xác định theo *phương pháp Brinen* (hình 1-10). Độ cứng của vật liệu được xác định dựa vào lực ép P lên viên bi thép có đường kính D và vết lõm có đường kính d do viên bi để lại trên bề mặt vật liệu :

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

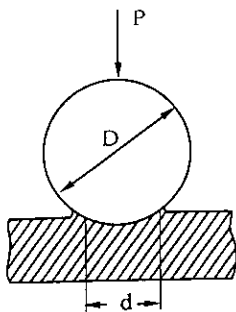
Lực P được xác định theo công thức :

$$P = KD^2$$

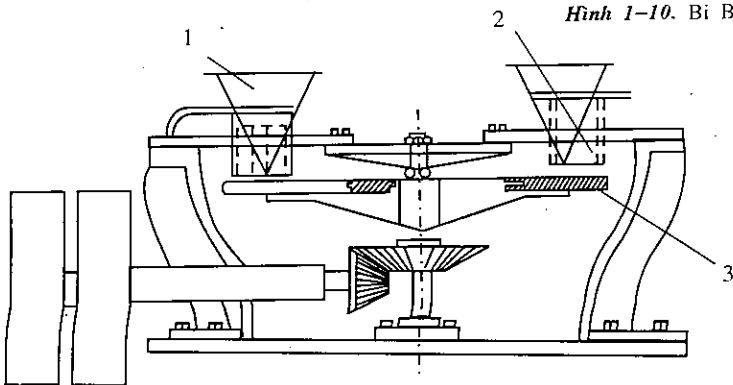
trong đó : K là hệ số, đối với kim loại đen K = 30, kim loại màu K = 10, kim loại mềm K = 3 ; đường kính D của viên bi có thể là 10 ; 5 ; 2,5 ; 1 mm.

1.5.4. Độ cọ mòn

Độ cọ mòn (Mn) 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 1-11) 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



Hình 1-10. Bi Brinen.



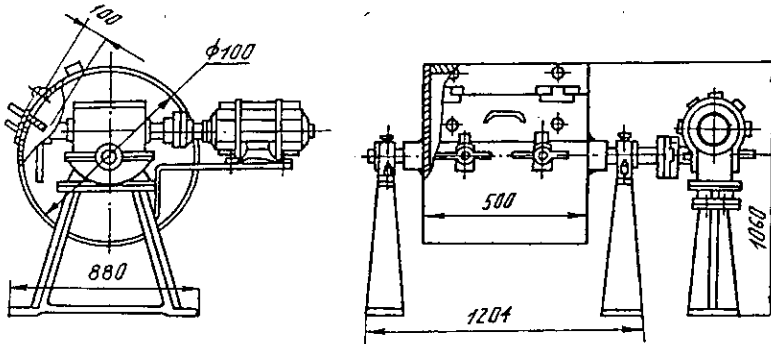
Hình 1-11. Độ cọ mòn.

1 - phễu cát thạch anh ; 2 - bộ phận để kẹp mẫu ; 3 - đĩa ngưng.

mòn là F thì :

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

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



Hình 1-12. Thiết bị để xác định độ hao mòn của vật liệu.

1.5.5. 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 Devan (hình 1-12). Nếu khối lượng của hỗn hợp vật liệu trước khi thí nghiệm là m_1 (5kg) và sau khi thí nghiệm (máy quay 10.000 vòng rồi sàng qua sàng 2 mm) là m_2 thì :

$$Q = \frac{m_1 - m_2}{m_1} 100\%$$

Dựa vào độ hao mòn vật liệu được phân ra các loại : chống hao mòn rất khô ($Q < 4\%$), khô ($Q = 4 - 6\%$), trung bình ($Q = 6 - 10\%$), yếu ($Q = 10 - 15\%$) và rất yếu ($Q > 15\%$).

1.5.6. Hệ số phẩm chất

Hệ số phẩm chất (K_{pc}) hay còn gọi là hệ số chất lượng kết cấu của vật liệu là một đại lượng đặc trưng bằng tỉ số giữa

cường độ tiêu chuẩn R_{1c} (kG/cm^2) và khối lượng thể tích tiêu chuẩn ρ_v^{lc} (không thứ nguyên, nhưng giá trị được tính bằng T/m^3).

K_{pc} là chỉ tiêu tính chất tương đối tổng quát. Vì đối với vật liệu bình thường khi cường độ cao thì ρ_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, có tính chất về âm và nhiệt tốt.

Vật liệu dùng làm kết cấu là vật liệu có cường độ cao trong khi khối lượng thể tích nhỏ.

Đối với 1 số loại vật liệu xây dựng có K_{pc} như sau :

$$\text{Chất dẻo thủy tinh} : \frac{4500}{2} \text{ kG/cm}^2 = 2250 \text{ kG/cm}^2$$

$$\text{Gỗ} : \frac{1000}{0,5} \text{ kG/cm}^2 = 2000 \text{ kG/cm}^2$$

$$\text{Thép cường độ cao} : \frac{10000}{7,85} \text{ kG/cm}^2 = 1274 \text{ kG/cm}^2$$

$$\text{Thép thường} : \frac{3900}{7,85} \text{ kG/cm}^2 = 497 \text{ kG/cm}^2$$

$$\text{Bê tông nhẹ kết cấu} : \frac{400}{1,8} \text{ kG/cm}^2 = 222 \text{ kG/cm}^2$$

$$\text{Bê tông nặng} : \frac{400}{2,4} \text{ kG/cm}^2 = 167 \text{ kG/cm}^2$$

$$\text{Bê tông nhẹ} : \frac{100}{0,8} \text{ kG/cm}^2 = 125 \text{ kG/cm}^2$$

$$\text{Gạch} : \frac{100}{1,8} = 56 \text{ kG/cm}^2$$

1.5.7. Tuổi thọ

Tuổi thọ là tính chất của vật liệu giữ được khả năng làm việc trong một thời gian nhất định. Đây là chỉ tiêu tính chất

tổng hợp của vật liệu. Thông thường trong quá trình sử dụng, tiếp xúc trực tiếp với môi trường thành phần và tính chất của vật liệu bị thay đổi (thường bị giảm theo thời gian). Đến một lúc nào đó công trình mất khả năng sử dụng (phải sửa chữa, thay thế hoặc làm lại). Tuổi thọ của vật liệu và của công trình có quan hệ chặt chẽ với nhau. Những công trình khó sửa chữa và khó thay thế thì tuổi thọ của vật liệu phải lớn hơn tuổi thọ của công trình.

Để xác định tuổi thọ của vật liệu người ta dùng phương pháp quan sát thực tế những biến đổi tính chất của nó (phương pháp này đòi hỏi quan trắc thời gian dài đến hàng chục năm) hoặc dùng phương pháp mô phỏng những yếu tố tác dụng lên vật liệu trong quá trình sử dụng với một cường độ mạnh lên nhiều lần để rút ngắn thời gian thí nghiệm (buồng khí hậu).

Dựa vào tuổi thọ người ta có thể lựa chọn vật liệu sao cho phù hợp với từng loại công trình.

Chương 2

NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ VẬT LIỆU COMPOSIT

2.1. Khái niệm chung

Vật liệu composit là một hệ thống đa pha (không đồng nhất) được chế tạo từ 2 cấu tử trở lên, sao cho đặc tính của từng cấu tử vẫn được giữ nguyên. Một cấu tử trong đó có tính chất liên tục trên toàn bộ khối vật liệu được gọi là cấu tử nền. Cấu tử khác phân bố gián đoạn trong khối vật liệu được gọi là cấu tử cốt (làm đặc).

Cấu tử nền có thể là hợp kim, ceramic, polime vô cơ và polime hữu cơ. Chúng thường có dạng hạt phân tán mịn hoặc dạng sợi (vô cơ, hữu cơ).

Trong composit các cấu tử có hiệu quả tổng hợp, tạo ra một chất lượng mới cho vật liệu, khác với tính chất của các cấu tử ban đầu. Trong composit kết cấu hiệu quả đó là hệ số phẩm chất (hệ số chất lượng kết cấu), cao, vượt thép đến 15 lần. Do việc giảm khối lượng (4 lần), năng suất tăng cao (2 ÷ 3 lần), thời gian sử dụng tăng (2 ÷ 3 lần), mà một tấn composit về lý thuyết có thể thay 15 ÷ 25 tấn thép (thực tế thay được 4 ÷ 5 tấn).

Những loại vật liệu xây dựng thuộc loại composit có thể kể đến là bê tông, bê tông cốt thép, bê tông cốt sợi, xi măng amiăng, tấm sợi gỗ, tấm dăm bào gỗ, tấm chất dẻo có cốt (sợi, hạt). Trong các loại cốt thì cốt sợi hay dùng hơn cả.

Việc xuất hiện thuật ngữ vật liệu composit có liên quan đến một hướng kỹ thuật hoàn toàn mới : đó là việc hình thành một loại công nghệ chế tạo ra những loại vật liệu cường độ

cao, chủ yếu trong các ngành chế tạo máy bay, vệ tinh và chế tạo máy. Thí dụ như việc chế tạo ra loại chất dẻo thủy tinh gồm có cấu tử nền là polime và cấu tử cốt là sợi thủy tinh. Vì vậy, việc chế tạo ra một loại vật liệu mới cho xây dựng trong tương lai có thể sẽ phải gắn với việc sử dụng lí thuyết và công nghệ của vật liệu composit.

2.2. Thành phần và cấu tạo của composit

Tính chất cơ học và các tính chất khác của composit được xác định bằng 3 thông số cơ bản : cường độ cao của cốt sợi, độ cứng của vật liệu nền và cường độ của mối liên kết trên bề mặt phân chia nền và sợi. Quan hệ của những thông số này đặc trưng cho toàn bộ các tính chất cơ học và cơ chế của sự phá hủy vật liệu. Khả năng làm việc của composit được đảm bảo bằng sự lựa chọn đúng các cấu tử và cả bằng công nghệ sản xuất thích hợp để sao cho giữ được các tính chất ban đầu của các cấu tử.

Sự đa dạng của vật liệu sợi và vật liệu nền cũng như sự đa dạng các sơ đồ phân bố cốt sợi, cho phép điều chỉnh một cách có định hướng cường độ, độ cứng, mức độ chịu nhiệt và các tính chất khác của vật liệu composit bằng cách lựa chọn thành phần, thay đổi tỉ lệ của các cấu tử....

Đối với vật liệu composit dạng sợi có một số cách phân loại sau : theo bản chất các cấu tử, theo dạng cốt liệu và sự sắp xếp nó trong vật liệu nền.

Theo bản chất của vật liệu nền có thể phân composit ra một số nhóm lớn sau :

- Với vật liệu nền polime (composit chất dẻo)
- Với vật liệu nền kim loại (composit kim loại)
- Với vật liệu nền gốm, vật liệu nền cacbon.

Theo bản chất của cốt sợi, composit được phân ra các loại sau, thí dụ : trên cơ sở vật liệu nền polime : chất dẻo sợi thủy tinh, chất dẻo sợi cacbon, chất dẻo sợi bore, chất dẻo sợi hữu cơ, ... Với các loại nền khác cũng có thể nêu ra các thí dụ tương tự.

Composit cũng còn được phân theo phương pháp tạo cốt : tạo các lớp sợi song song liên tục, tạo các lớp vải hỗn độn trong hệ không gian.

Tùy theo dạng cốt composit còn có thể phân thành 2 nhóm : composit cốt dạng hạt phân tán và dạng sợi. Chúng khác nhau về cấu tạo và về cơ chế tạo cường độ cao.

Composit cốt hạt phân tán là loại vật liệu mà trong nền có nó là những hạt phân tán một cách đều đặn, với hàm lượng tối ưu là $2 \div 4\%$. Hiệu quả của việc làm đặc chắc phụ thuộc vào kích thước và mật độ của hạt. Thí dụ, khi làm đặc bằng các hạt mịn, đường kính hạt từ 0,001 đến $0,1\mu\text{m}$ thì thể tích của nó có thể đạt đến 15%, còn đối với các hạt lớn hơn $1,0\mu\text{m}$ thì có thể lên đến 25% hoặc lớn hơn. Với hàm lượng hạt như trên thì composit có cường độ, độ cứng, độ ổn định nhiệt, độ cao, dẻo vẫn được giữ nguyên. Các loại hạt đá phấn, mica, cacbon, cát, đá, đều có tác dụng tốt với các loại nền bitum, cao su, polime nhân tạo.

Trong *composit cốt sợi*, các sợi cường độ cao tiếp nhận phần lớn ứng suất khi chịu tác dụng của ngoại lực và đảm bảo độ cứng, cường độ cho composit. Nét đặc biệt về cấu trúc của loại vật liệu này là sự phân bố sợi một cách đều đặn trong toàn bộ khối nền dẻo. Phần sợi có thể đạt đến 75% hoặc lớn hơn.

Cốt sợi cần phải đảm nhận toàn bộ những yêu cầu về sử dụng và yêu cầu về công nghệ cho composit.

Đối với *yêu cầu sử dụng* thì composit phải thỏa mãn về cường độ, độ cứng, độ đặc, tính ổn định trong khoảng nhiệt độ nhất định, độ ổn định hóa học v.v... Cường độ của composit tăng với sự tăng của modun đàn hồi, năng lượng bề mặt của các chất và giảm với sự tăng khoảng cách giữa các nguyên tử cạnh nhau (theo phương trình Orovan - Keli)

$$\sigma = \sqrt{E \cdot e/a}$$

trong đó : σ - cường độ lí thuyết của vật liệu ;

E - modun đàn hồi của vật liệu ;

e - năng lượng bề mặt của vật rắn trên 1cm^2 ;

a - khoảng cách giữa các nguyên tử (trung bình 2.10^{-8}cm).

Như vậy, vật liệu rắn muốn có cường độ cao thì cần phải có modun đàn hồi, năng lượng bề mặt lớn và số nguyên tử trong một đơn vị thể tích cao. Những nguyên tử beril, bore, cacbon, nitơ, hydrô, nhôm, silic đều thỏa mãn những yêu cầu đó. Những vật liệu bền nhất thường chứa một trong các nguyên tố này.

Để tạo thành composit cốt sợi thường người ta dùng sợi thủy tinh, sợi cacbon, sợi bore, sợi hữu cơ cường độ cao, sợi kim loại, cũng như các loại sợi và những tinh thể dạng sợi của cacbit, oxyt, nitrit và các chất khác. Các cấu tử làm cốt thường ở dạng sợi đơn, hoặc chỉ, dây, lưới, vải, băng hoặc xơ.

Đối với yêu cầu công nghệ, cốt sợi phải tạo ra khả năng cho quá trình chế tạo sản phẩm có năng suất cao. Một yêu cầu không kém phần quan trọng là sự làm việc đồng thời của sợi và nền, có nghĩa là đạt được mối liên kết bền giữa sợi và nền mà vẫn bảo tồn được tính chất cơ học ban đầu của các cấu tử.

Vật liệu nền : Nền đảm bảo sự toàn khối của composit, cố định hình dạng sản phẩm và sự phân bố tương hỗ của sợi, đồng thời phân bố đồng đều tải trọng trên toàn bộ thể tích vật liệu ngay cả khi tải trọng đạt đến trạng thái phá hoại. Vật liệu nền quyết định phương pháp chế tạo sản phẩm, các thông số của quá trình công nghệ, cũng như khả năng gia công các kết cấu của nhà và công trình.

Những yêu cầu đối với vật liệu nền cũng có 2 loại : yêu cầu sử dụng và yêu cầu công nghệ.

Những yêu cầu có liên quan đến các tính chất cơ học, các tính chất hóa - lí, đảm bảo cho khả năng làm việc của composit dưới tác dụng của các yếu tố sử dụng khác nhau là những yêu cầu sử dụng. Những yêu cầu công nghệ được xác định bằng các quá trình chế tạo composit, có nghĩa là quá trình nhào trộn cốt với nền và tạo hình sản phẩm cuối cùng. Mục đích của các quá trình công nghệ là đảm bảo sự phân bố đều đặn sợi trong

nên (không bị dính vào nhau) và giữ được tính chất ban đầu của sợi (chủ yếu là cường độ), đồng thời tạo ra được sự tác dụng tương hỗ trên bề mặt phân cách nền - sợi.

Bề mặt phân cách : Sự tác dụng tương hỗ nền và sợi xác định tính chất và khả năng làm việc của composit trong quá trình sử dụng. Ứng suất cục bộ trong composit thường đạt giá trị lớn nhất trên bề mặt phân cách nơi bắt đầu sự phá hủy vật liệu. Vì vậy bề mặt phân cách phải đảm bảo truyền tải trọng từ nền vào sợi một cách tốt nhất, liên kết nền và sợi phải đảm bảo không bị phá hoại do co ngót trong quá trình rắn chắc hoặc do nở vì nhiệt khác nhau.

2.3. Đánh giá chất lượng của composit

Trong *composit cốt hạt phân tán*, hạt chỉ bắt đầu thể hiện tác dụng lên chất nền khi nó hạn chế được biến dạng của nền bằng sự chèn lấp cơ học. Điều đó phụ thuộc vào quan hệ khoảng cách giữa các hạt với đường kính của chúng, cũng như vào đặc tính đàn hồi của nền và hạt.

Nếu gọi môđun đàn hồi của composit là E_c , thể tích nền là V_n được lên chặt bằng thể tích hạt V_h , theo "quy luật hỗn hợp" ta có quan hệ sau :

$$E_c = E_n \cdot V_n + E_h \cdot V_h \quad (2-1)$$

Phương trình này cho giá trị tương đối của môđun đàn hồi. Vì vậy, theo V.G. Mikulski, môđun đàn hồi của composit cốt hạt phân tán cần phải thỏa mãn quan hệ sau (đẳng thức của ứng suất trong các cấu tử) :

$$E_c = E_n \cdot E_h / V_n \cdot E_h + V_h \cdot E_n \quad (2-2)$$

Bất kỳ sự sai lệch dương nào đối với phương trình này đều biểu hiện sự lên chặt nền, có nghĩa là tác dụng lên chặt của hạt.

Trong *composit cốt sợi*, như đã giới thiệu ở trên, 2 cấu tử (nền và sợi) có tác dụng nâng cao cường độ kéo và uốn của composit. Nếu cho thể tích composit có sợi sắp xếp song song là 1 đơn vị, hàm lượng sợi là V_s và hàm lượng nền là V_n (tính bằng số thập phân) thì :

$$V_s + V_n = 1 ; V_n = 1 - V_s \quad (2-3)$$

Lực kéo đúng tâm P phân bố cho sợi là P_s , cho nền P_n

$$P = P_s + P_n \quad (2-4)$$

Khi chuyển về ứng suất thì ta nhận được sự phân bố ứng suất trong composit như sau :

$$\sigma_c = \sigma_s \cdot V_s + \sigma_n(1 - V_s) \quad (2-5)$$

Trong giới hạn đàn hồi, theo định luật Húc thì :

$$\sigma_c = \varepsilon_s \cdot E_s \cdot V_s + \varepsilon_n \cdot E_n(1 - V_s) \quad (2-6)$$

Composit làm việc như một vật thể đồng nhất, có nghĩa là không có sự trượt của sợi trong nền. Lúc đó biến dạng tương đối của composit ε_c , của sợi ε_s và của nền ε_n sẽ bằng nhau :

$$\varepsilon_c = \varepsilon_s = \varepsilon_n = \varepsilon \quad (2-7)$$

Khi tính đến điều kiện toàn khối của composit ta nhận được phương trình cường độ của composit cốt sợi R_c :

$$R_c = [E_s \cdot V_s + E_n(1 - V_s)] \varepsilon \quad (2-8)$$

Do đó, môđun đàn hồi của composit E_c trong trường hợp này được hình thành theo "quy luật hỗn hợp" :

$$E_c = E_s \cdot V_s + E_n(1 - V_s) \quad (2-9)$$

Đối với chất dẻo sợi thủy tinh, môđun đàn hồi của sợi thủy tinh $E_s = 60.000$ MPa và của nền $E_n = 2.000$ MPa có nghĩa là $E_s : E_n = 30 : 1$. Hàm lượng của sợi thủy tinh đạt đến 80 - 90%. Từ quan hệ :

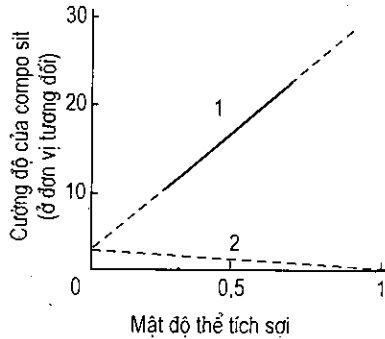
$$\frac{P_s}{P_n} = \frac{E_s}{E_n} \cdot \frac{V_s}{(1 - V_s)}$$

ta thấy rằng, lực mà sợi tiếp nhận tăng lên theo mức độ tăng của hàm lượng sợi và môđun đàn hồi của nó (hình 2-1), tương ứng

với nó là sự giảm tải trọng truyền cho nền (có cường độ nhỏ). Cường độ khi kéo và modul đàn hồi của sợi phụ thuộc vào chiều dày của nó (hình 2-2).

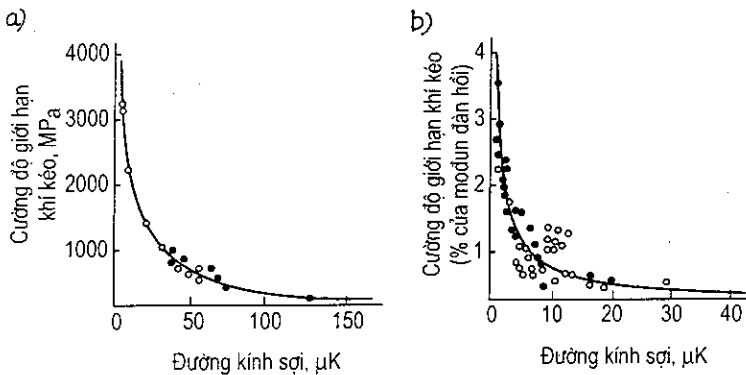
Sợi có cường độ cao, modul đàn hồi lớn với đường kính 3-7 μK . Chất dẻo thủy tinh với đường kính cốt sợi.

Như vậy, có modul đàn hồi 18.000 - 35.000 MPa (lớn hơn 10 - 20 lần modul đàn hồi của polime). Như vậy modul đàn hồi của composit polime kết cấu tương tự như bê tông xi măng.



Hình 2-1. Sự phụ thuộc của cường độ kéo của composit cốt sợi vào.

- 1 - mật độ thể tích của sợi ;
- 2 - phần cường độ nền tiếp nhận.



Hình 2-2. Sự phụ thuộc của cường độ kéo của sợi khoáng vào đường kính của nó.
a - sợi thủy tinh ; b - những đơn tinh thể silic và của oxyt kẽm.

Chất dẻo cốt sợi thủy tinh sắp xếp định hướng (kiểu SVAM) có cường độ khi kéo lớn (đến 1000 MPa) và nhẹ ($\rho_v = 1,8 - 2 \text{ g/cm}^2$).

Do có độ bền hóa học cao nên vật liệu này sử dụng rất có hiệu quả để chế tạo đường ống, thiết bị chứa, các kết cấu xây dựng.

Có những vật liệu mà modun đàn hồi của nó cao hơn. Cả sợi thủy tinh như sợi chế tạo từ bore, cacbit silic, cacbon, cũng như sợi chế tạo từ các tinh thể hoàn thiện của oxyt nhôm (safia), nitrit silic... Giá thành các loại sợi này còn cao. Chúng mới được dùng ở những lĩnh vực mà giá thành vật liệu được xếp ở hàng thứ hai, hi vọng giá thành loại vật liệu mới này giảm xuống và chúng sẽ được dùng trong lĩnh vực xây dựng.

Phần hai

VẬT LIỆU VÀ CÁC SẢN PHẨM XÂY DỰNG

Chương 3

VẬT LIỆU ĐÁ THIÊN NHIÊN

3.1. Khái niệm

Đá thiên nhiên có ở hầu 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. Đó đó tính chất của vật liệu đá thiên nhiên giống tính chất của đá gốc. Điều kiện hình thành, thành phần khoáng vật quyết định cấu trúc, tính chất cơ lí cũng như phạm vi ứng dụng của vật liệu đá thiên nhiên.

Căn cứ vào điều kiện hình thành và tình trạng địa chất có thể chia đá thiên nhiên làm 3 loại : đá mácma, đá trầm tích và đá biến chất.

3.2. Đá mácma

3.2.1. Đặc tính chung

Đá mácma là do 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 khối mácma nên cấu tạo và tính chất của chúng cũng khác nhau. Đá mácma 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 bên trên và nguội dần đi mà thành.

Nó có cấu trúc tinh thể lớn, đặc chắc, cường độ cao, ít hút nước. Đá xâm nhập chủ yếu sử dụng trong xây dựng là granit, diorit, gabrô, v.v...

Đá phun xuất được tạo ra từ mácma 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, đại bộ phận còn tồn tại ở dạng vô định hình. Mặt khác, các chất khí và hơi nước không kịp thoát ra, để lại nhiều lỗ rỗng, làm cho đá nhẹ, có loại nổi trên mặt nước.

Căn cứ vào hàm lượng oxyt silic đá mácma còn được chia ra các loại : mácma axit ($\text{Si}_2\text{O} > 65\%$), mácma trung tính ($\text{Si}_2\text{O} : 65 - 55\%$), mácma bazơ ($\text{SiO}_2 : 55 - 45\%$) và mácma siêu bazơ ($\text{SiO}_2 < 45\%$).

3.2.2. Các khoáng vật tạo đá mácma chủ yếu

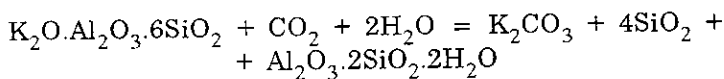
Các khoáng vật tạo đá mácma chủ yếu là thạch anh, fenspát, mica và khoáng vật mẫu xâm.

Các khoáng vật có các tính chất khác nhau, nên sự có mặt của chúng tạo ra cho đá có những tính chất xây dựng khác nhau (cường độ, độ bền vững, khả năng gia công, ...).

Thạch anh là SiO_2 ở dạng kết tinh, tinh thể hình lăng trụ 6 cạnh, ít khi trong suốt mà thường có màu trắng và trắng sữa, độ cứng 7, khối lượng riêng $2,65 \text{ g/cm}^3$ cường độ cao (khoảng 20.000 kG/cm^2), chống mài mòn tốt, ổn định đối với axit (trừ axit fluohidric và fôtforic). Ở nhiệt độ thường, thạch anh không tác dụng với vôi, nhưng ở trong môi trường hơi nước bão hòa và nhiệt độ $175 - 200^\circ\text{C}$ có thể sinh ra phản ứng silicat.

Fenspát có hai loại : cát khai thẳng góc-octocla ($\text{K}_2\text{O}.\text{Al}_2\text{O}_3.6\text{SiO}_2$ - fenspát kali), cát khai xiên góc - plagiocla ($\text{Na}_2\text{O}.\text{Al}_2\text{O}_3.6\text{SiO}_2$ - fenspát natri và $\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.2\text{SiO}_2$ - fenspát canxi).

Tính chất cơ bản của fenspát : màu biến đổi từ trắng, trắng xám, vàng đến hồng và đỏ ; khối lượng riêng - 2,55 - 2,76 g/cm³, độ cứng 6 - 6,5, cường độ 1200 - 1700 kG/cm². Khả năng chống phong hóa của fenspát kém, kém ổn định đối với nước và đặc biệt là nước có chứa CO₂ :



Al₂O₃.2SiO₂.2H₂O là caolinit - thành phần chủ yếu của đất sét.

Mica là những alumôsilicat ngậm nước rất phức tạp. Phổ biến nhất là hai loại biotit và muscovit. Biotit thường chứa oxyt manhê và oxyt sắt, công thức K(Mg, Fe)₃Si₃AlO₁₀.(OHF)₂, có màu nâu và đen (mica đen). Muscovit K₂O.Al₂O₃.6SiO₂.2H₂O thì trong suốt (mica trắng). Mica có độ cứng 2 - 3, khối lượng riêng 2,76 - 3,2 g/cm³. Ngoài hai loại trên còn gặp vecmiculit được tạo thành do sự oxy hóa và thủy hóa biotit. Khi nung ở 900 - 1000°C nước sẽ mất đi, thể tích vecmiculit tăng 18 - 25 lần.

Khoáng vật mẫu sẫm chủ yếu gồm có amfibôn, piroxen, olivin. Các khoáng vật này có màu sẫm (từ màu lục đến màu đen) cường độ cao, dai và bền, khó gia công.

3.2.3. Các loại đá mácma thường dùng trong xây dựng

Đá mácma xâm nhập

Granit (đá hoa cương) là loại đá axit có ở nhiều nơi, chủ yếu do thạch anh, fenspat và một ít mica, có khi còn tạo thành cả amfibôn và piroxen. Granit có màu tro nhạt, hồng nhạt hoặc vàng, phần lớn có kết tinh hạt lớn.

Granit rất đặc chắc, khối lượng thể tích 2600 - 2700 kg/m³, cường độ nén rất lớn (1200 - 2500 kG/cm²), độ hút nước nhỏ (dưới 1%), khả năng chống phong hóa rất cao, độ chịu lửa kém, có một số loại có màu sắc đẹp. Đá granit được sử dụng rộng rãi trong xây dựng (ốp mặt ngoài nhà và các công trình đặc biệt, nhà công cộng, làm nền móng cầu, cống, đập, v.v...).

Sienit là loại đá trung tính, thành phần khoáng vật chủ yếu là octocla, plagiocla axit, các khoáng vật màu xám (amfibôn, pyroxen, biotit), một ít mica, rất ít thạch anh. Sienit màu tro hồng có cấu trúc toàn tinh đều đặn, khối lượng riêng 2,7 - 2,9 g/cm³, khối lượng thể tích 2400 - 2800 kg/m³, cường độ chịu nén 1500 - 2000 kG/cm². Sienit được ứng dụng khá rộng rãi trong xây dựng.

Diorit là loại đá trung tính, thành phần chủ yếu là plagiocla trung tính (chiếm khoảng 3/4), hocblen, augit, biotit, amfibôn và một ít mica và pyroxen. Diorit thường có màu xám, xám lục có xen các vết xám và trắng; khối lượng thể tích 2900 - 3300 kg/m³, cường độ chịu nén 2000 - 3500 kG/cm². Diorit dai, chống va chạm tốt, chống phong hóa cao, dễ đánh bóng, nên được sử dụng để làm mặt đường, tấm ốp.

Gabrô là loại đá bazơ, thành phần gồm có plagiocla bazơ (khoảng 50%) và các khoáng vật màu xám như pyroxen, amfibôn và olivin. Gabrô có màu tro xám hoặc từ lục thẫm đến đen, đẹp, có thể mài nhẵn, khối lượng thể tích 2900 - 3300 kg/m³, cường độ chịu nén 2000 - 3500 kG/cm². Gabrô được sử dụng làm đá dăm, đá tấm để lát mặt đường và ốp trang trí các công trình kiến trúc.

Đá mácma phun xuất

Diaba có thành phần tương tự gabrô, là loại đá trung tính, có kết cấu hạt nhỏ, hạt vừa xen lẫn với kết cấu toàn tinh. Thành phần khoáng vật gồm có fenspat, pyroxen, (olivin), màu tro sẫm hoặc lục nhạt, cường độ nén 3000 - 4000 kG/cm². Đá diaba rất dai, khó mài mòn, được sử dụng chủ yếu làm đá rải đường và làm nguyên liệu đá dúc.

Bazan là loại đá bazơ, thành phần khoáng vật giống đá gabrô. Chúng có cấu trúc ban tinh hoặc cấu trúc poocfia. Đá bazan là loại đá nặng nhất trong các loại đá mácma, khối lượng thể tích 2900 - 3500 kg/cm³, cường độ nén 1000 - 5000 kG/cm² (có loại cường độ đến 8000 kG/cm²), rất cứng, giòn, khả năng chống phong hóa cao, rất khó gia công. Đá bazan là loại đá phổ biến nhất trong xây dựng, được sử dụng để lát đường làm cốt liệu bê tông, tấm ốp chống ẩm.

Andesit là loại đá trung tính. Thành phần của nó gồm plagiocla trung tính, các khoáng vật sẫm màu (amfibon, pyroxen) và mica ; có cấu tạo ẩn tinh và cấu tạo dạng pocfia ; có màu tro vàng, hồng, lục. Đá andesit có khả năng hút nước lớn, khối lượng thể tích $2200 \div 2700 \text{ kg/m}^3$, cường độ chịu nén $1200 \div 2400 \text{ kG/cm}^2$, chịu được axit nên được dùng để làm vật liệu chống axit, chế tạo tấm ốp hoặc đá dăm cho bê tông chống axit.

Ngoài các loại đá đặc chắc ở trên, trong đá mácma phun xuất còn có đá bột, tốp phun xuất, tro và tốp dung nham.

Tro núi lửa thường ở dạng bột giống nhau màu xám. Những hạt lớn gọi là cát núi lửa. Đá bột, là loại thủy tinh núi lửa, rất rỗng (độ rỗng đến 80%), được tạo thành khi dung nham nguội lạnh nhanh trong không khí. Đá bột có kích thước 5 - 30 mm, khối lượng thể tích trung bình 500 kg/m^3 , độ hút nước thấp vì các lỗ rỗng lớn và kín, hệ số truyền nhiệt nhỏ (0,12 - 0,2 kCal/m. $^{\circ}\text{C.h}$), cường độ chịu nén 20 - 30 kG/cm 2 . Cát núi lửa, đá bột được dùng làm cốt liệu cho bê tông nhẹ, còn bột thì làm vật liệu cách nhiệt và bột mài.

Tốp núi lửa là loại đá rỗng, được tạo thành do quá trình tự lên chặt tro núi lửa. Loại tốp núi lửa chặt nhất gọi là *torat*.

Tốp núi lửa, đá bột, cũng như tro núi lửa thường dùng làm phụ gia hoạt tính chịu nước cho chất kết dính vô cơ.

Tốp dung nham do tro và cát núi lửa rơi vào trong dung nham nóng chảy sinh ra. Nó là loại đá thủy tinh rỗng có màu hồng, tím... ; có khối lượng thể tích 750 - 1400 kg/m 3 , cường độ chịu nén 60 - 100 kG/cm 2 , hệ số dẫn nhiệt trung bình là 0,3 kCal/m. $^{\circ}\text{C.h}$. Trong xây dựng tốp dung nham được xẻ thành bloc để xây tường, sản xuất đá dăm cho bê tông nhẹ.

3.3. Đá trầm tích

3.3.1. Đặc điểm chung

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 kì địa chất chúng được gắn kết lại bằng các chất keo 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. Cường độ nén theo phương vuông góc với các lớp luôn luôn cao hơn cường độ nén theo phương song song với thớ.

Đá trầm tích không đặc chắc bằng đá mácma (do các chất keo kết thiên nhiên không chèn đầy giữa các hạt hoặc do bản thân các chất keo kết co lại. Vì thế cường độ của đá trầm tích thấp hơn, độ hút nước cao hơn. Một số loại đá trầm tích khi bị hút nước cường độ giảm đi rõ rệt, có khi bị tan rã trong nước.

Đá trầm tích rất phổ biến, dễ gia công nên được sử dụng khá rộng rãi. 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, thành phần khoáng vật rất phức tạp. Có loại hạt rời phân tán như cát sỏi, đất sét ; có loại các hạt rời bị gắn với nhau bằng chất gắn kết thiên nhiên như sa thạch, cuội kết.

Đá trầm tích hóa học được tạo thành do các chất hòa tan trong nước lắng đọng xuống, rồi gắn kết lại. Đặc điểm là hạt rất nhỏ, thành phần khoáng vật tương đối đơn giản và đều hơn đá trầm tích cơ học. Loại này phổ biến nhất là đolômit, manhezít, tốp đá vôi, thạch cao, anhydrit và muối mỏ.

Đá trầm tích hữu cơ được tạo thành do sự tích tụ xác vơ cơ của các loại động vật và thực vật sống trong nước biển, nước ngọt. Đó là những loại đá cacbonat và silic khác nhau như đá vôi, đá vôi vỏ sò, đá phấn, đá diatômit và trepen.

3.3.2. Các khoáng vật tạo đá chủ yếu

Nhóm oxít silic : Các khoáng phổ biến nhất của nhóm này là opan, chanxedon và thạch anh trầm tích.



Opan ($\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) là khoáng vô định hình, chứa 2 - 14% nước (đôi khi đến 34%). Khi nung nóng, một phần nước bị mất đi. Opan thường không màu hoặc màu trắng sữa, nhưng nếu lẫn tạp chất có thể có màu vàng, xanh hoặc đen, có khối lượng riêng $1,9 \div 2,5 \text{ g/cm}^3$, độ cứng $5 \div 6$, giòn.

Chanxedon (SiO_2) là họ hàng của thạch anh, cấu tạo ần tinh dạng sợi. Màu trắng, xám, vàng sáng, tro, xanh ; khối lượng riêng $2,6 \text{ g/cm}^3$, độ cứng 6.

Chanxedon được tạo thành từ sự tái kết tinh opan hoặc lắng đọng trực tiếp từ dung dịch cùng với opan và thạch anh.

Thạch anh trầm tích được lắng đọng trực tiếp từ dung dịch và cũng có thể do tái kết tinh từ opan và chanxedon. Trong các loại đá trầm tích tồn tại cả thạch anh mácma và thạch anh trầm tích.

Nhóm cacbonat : Các khoáng vật của nhóm cacbonat rất phổ biến trong các loại đá trầm tích. Quan trọng nhất là các khoáng vật canxit, đolômit và manhezit.

Canxit (CaCO_3) là khoáng không màu hoặc màu trắng, khi có lẫn tạp chất thì có màu xám vàng, hồng hoặc xanh ; khối lượng riêng $2,7 \text{ g/cm}^3$, độ cứng 3, cường độ trung bình ; dễ tan trong nước và tan mạnh trong nước có chứa CO_2 ; sủi bọt mạnh trong axit clohydric nồng độ 10%.

Đolômit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] là khoáng vật có màu hoặc trắng, khối lượng riêng $2,8 \text{ g/cm}^3$, độ cứng 3 - 4, cường độ lớn hơn canxit. Khi ở dạng bột và bị nung nóng cũng sủi bọt trong dung dịch axit clohydric nồng độ 10%.

Đolômit được dùng làm nguyên liệu để sản xuất chất kết dính manhezi và đolômi ; làm vật liệu chịu lửa đolômi, cũng như các loại đá xây, đá dăm cho bê tông.

Manhezit (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, có cường độ khá cao. Khi nung nóng thì tan được trong HCl. Manhezit nung ở nhiệt độ $1500 - 1650^\circ\text{C}$, sẽ cho loại vật liệu chịu nhiệt cao, còn khi nung ở nhiệt độ $750 - 800^\circ\text{C}$ sẽ cho MgO. Khi nhào trộn manhezit với dung dịch clorua hoặc sunfat axit manhê sẽ nhận được chất kết dính manhê.

Nhóm các khoáng sét : Các khoáng sét đóng vai trò rất quan trọng trong đá trầm tích, chúng là thành phần chính của đất sét và là tạp chất trong nhiều loại đá khác. Aluminosilicat ngậm nước là các khoáng vật của nhóm này. Các khoáng phổ biến nhất là kaolinit, montmorilônit và mica ngậm nước.

Caolinit - $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ hay $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, là khoáng màu trắng, đôi khi có màu xám hoặc màu xanh ; khối lượng riêng $2,6 \text{ g/cm}^3$, độ cứng 1. Caolinit được hình thành do kết quả phân hủy fenspat, mica và một số loại silicat khác. Caolinit là thành phần chủ yếu của cao lanh và các loại đất sét đa khoáng.

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

Môntmôrilônit là khoáng sét được tạo thành trong môi trường kiềm, tại các vùng biển hoặc trên các lớp đất đá bị phong hóa. Nó là thành phần chính của đất bentônit và đôi khi là chất xi măng gắn kết trong sa thạch. Các khoáng của nhóm môntmôrilônit thường thấy trong các loại đá trầm tích.

Các tạp chất sét làm cho độ bền nước của đá vôi và sa thạch giảm đi.

Nhóm sunfát : Phổ biến nhất trong nhóm này là thạch cao và anhydrit.

Thạch cao ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) là khoáng màu trắng hoặc không màu, đôi khi lẫn tạp chất thì có màu xanh, vàng hoặc đỏ ; tinh thể dạng bản, đôi khi dạng sợi, độ cứng 2, khối lượng riêng $2,3 \text{ g/cm}^3$, dễ hòa tan trong nước (độ hòa tan lớn hơn canxit 75 lần). Thạch cao được tạo thành do trầm tích hóa học, do thủy hóa anhydrit và do nước chứa H_2SO_4 tác dụng với đá vôi.

Anhydrit ($CaSO_4$) là loại khoáng trầm tích hóa học, kết tinh dạng tấm dày hoặc lăng trụ, màu trắng, đôi khi có màu xanh da trời ; độ cứng 3 - 3,5, khối lượng riêng 3 g/cm^3 . Anhydrit thường gặp trong các tầng đá hoặc các mảnh nhỏ cùng với thạch cao và muối mỏ. Khi tác dụng với nước ở áp lực thấp anhydrit chuyển thành thạch cao và tăng thể tích 30%.

3.3.3. Các loại đá trầm tích thường dùng trong xây dựng

Đá vôi : Thành phần khoáng vật chủ yếu của đá vôi là canxit, ít khi ở dạng tinh khiết, mà thường bị lẫn các tạp chất như silic, đất sét, bitum, ... Nên nó có màu sắc từ trắng đến màu tro, xanh nhạt, vàng và cả màu hồng xám, màu đen.

Đá vôi có độ cứng 3, khối lượng thể tích $1700 \div 2600 \text{kg/m}^3$, cường độ chịu nén $1700 \div 2600 \text{ kG/cm}^2$, độ hút nước $0,2 \div 0,5 \%$.

Đá vôi nhiều silic có cường độ cao hơn, nhưng giòn và cứng. Đá vôi đolômit có tính năng cơ học tốt hơn đá vôi thường. Đá vôi chứa nhiều sét (lớn hơn 3%) thì độ bền nước kém.

Đá vôi không rắn bằng đá granit, nhưng phổ biến hơn, khai thác và gia công dễ dàng hơn, nên được dùng rộng rãi hơn. Đá vôi thường được dùng làm cốt liệu cho bê tông, dùng rải mặt đường ô tô, đường xe lửa, và dùng trong các công trình thủy lợi nói chung, cũng như để chế tạo tấm ốp, tấm lát và các cấu kiện kiến trúc khác. Đá vôi là nguyên liệu để sản xuất vôi và xi măng.

Sa thạch phần lớn do cát thạch anh keo kết bằng chất keo kết thiên nhiên (đất sét, oxyt silic, oxyt sắt, cacbonat canxi) mà thành. Trong sa thạch có khi còn chứa fenspat, mica và các hạt khoáng vật khác.

Tùy loại keo kết mà sa thạch có các tên gọi tương ứng. Sự keo kết các hạt cát để tạo thành sa thạch (trừ sa thạch sét) cuội kết hay dăm kết xảy ra do quá trình kết tủa oxyt silic hydroxyt sắt và cacbonat canxi trong các lỗ rỗng giữa các hạt cát, sỏi, làm tăng độ chặt. Cường độ của sa thạch phụ thuộc vào chất lượng chất gắn kết (sa thạch silic có cường độ cao nhất, khoảng 3000 kG/cm^2).

Chất keo kết cũng quyết định màu sắc của sa thạch : sa thạch silic và sa thạch vôi có màu tro nhạt ; sa thạch sắt có màu hồng, vàng, nâu ; sa thạch sét có màu vàng sẫm.

Trong xây dựng thường dùng sa thạch silic để làm đá dăm cho bê tông và để rải mặt đường.

3.4. Đá biến chất

3.4.1. Đặc tính chung

Đá biến chất được hình thành từ sự biến tính của đá mácma, đá trầm tích, thậm chí cả từ đá biến chất trẻ, do sự tác động của áp lực, áp suất cao và các chất có hoạt tính hóa học.

Các chất có hoạt tính hóa học thường gặp nhất là nước và axit cacbonic thường xuyên có ở trong tất cả các loại đất đá. Tính chất của đá biến chất do tình trạng biến chất và thành phần của đá trước khi biến chất quyết định. Dưới sự tác động của các tác nhân biến chất, các thành phần của đá có thể tái kết tinh ở trạng thái rắn và sắp xếp lại. Tác dụng biến chất không những có thể cải biến cấu trúc của đá mà còn làm thay đổi thành phần khoáng vật của nó.

Trong quá trình biến chất do tác động của áp lực và sự tái kết tinh nên đá biến chất thường rắn chắc hơn đá trầm tích; nhưng đá biến chất từ đá mácma thì do cấu tạo dạng phiến mà tính chất cơ học của nó kém đá mácma. Đặc điểm nổi bật của phần lớn đá biến chất (trừ đá hoa và đá quáczit) là quá nửa khoáng vật của nó có cấu tạo dạng lớp song song nhau, dễ tách thành những phiến mỏng.

Các khoáng vật tạo đá biến chất chủ yếu là những khoáng vật nằm trong đá mácma, đá trầm tích và cũng có thể là các khoáng vật đặc biệt chỉ có ở trong các loại đá biến chất dưới sâu.

3.4.2. Các loại đá biến chất thường dùng trong xây dựng

Đá gơnai (đá phiến ma). Đá gơnai là do đá granit tái kết tinh và biến chất dưới tác dụng của áp lực cao. Đó là đá biến chất khu vực, tinh thể hạt thô, cấu tạo dạng phân lớp - trong đó những khoáng vật như thạch anh màu nhạt, fenspat và các khoáng vật màu sẫm, mica xếp lớp xen kẽ nhau trông rất đẹp. Do cấu tạo dạng phân lớp nên cường độ theo các phương khác nhau cũng khác nhau, dễ bị phong hóa và tách lớp. Đá gơnai dùng chủ yếu để làm tấm ốp lòng bờ kênh, lát vỉa hè.

Đá hoa là loại đá biến chất tiếp xúc hay khu vực, do tái kết tinh đá vôi và đá đolômit dưới tác dụng của nhiệt độ và áp suất cao mà thành. Đá hoa bao gồm những tinh thể lớn hay nhỏ của canxit, thỉnh thoảng có xen các hạt đolômit liên kết với nhau rất chặt tạo nên.

Đá hoa có nhiều màu sắc như trắng, vàng, hồng, đỏ, đen... xen lẫn những mảnh nhỏ và vân hoa. Cường độ chịu nén 1200 kG/cm^2 (đôi khi đến 3000 kG/cm^2), dễ gia công cơ học, dễ mài nhẵn và đánh bóng. Đá hoa được dùng làm đá tấm ốp trang trí mặt chính, làm bậc cầu thang, lát sàn nhà, làm cốt liệu cho bê tông, granitô.

Đá quáczit là do sa thạch tái kết tinh tạo thành. Đá màu trắng đỏ hay tím, chịu phong hóa tốt, cường độ chịu nén khá cao (4000 kG/cm^2), độ cứng lớn. Đá quáczit được sử dụng để xây trụ cầu, chế tạo tấm ốp, làm đá dăm, đá học cho cầu đường, làm nguyên liệu sản xuất vật liệu chịu lửa.

Diệp thạch sét có cấu tạo dạng phiến, tạo thành từ sự biến chất của đất sét dưới áp lực cao. Đá màu xám sẫm, ổn định đối với không khí, không bị nước phá hoại và dễ tách thành lớp mỏng. Diệp thạch sét dùng làm vật liệu lợp rất đẹp.

3.5. Phân loại và ứng dụng vật liệu đá thiên nhiên

Vật liệu đá thiên nhiên rất khác nhau về tính chất mặc dù là cùng một loại đá, khai thác cùng một nơi. Vì vậy trước khi sử dụng người ta thường tiến hành phân loại chúng.

Dựa vào cường độ nén người ta phân ra :

Đá nhẹ (khối lượng thể tích $< 1800 \text{ kg/m}^3$) được phân ra sáu loại : 5, 10, 15, 75, 100 và 150 kG/cm^2 .

Đá nặng (khối lượng thể tích $> 1800 \text{ kg/m}^3$) được phân ra bảy loại : 100, 150, 200, 400, 600, 800 và 1000 kG/cm^2 .

Đá nhẹ dùng để xây tường giữ nhiệt độ trong công trình kiến trúc.

Đá nặng dùng trong các công trình thủy công : móng, cống, đê, lớp phủ bờ đập, lát kè, v.v...

Dựa vào hệ số mềm : vật liệu đá thiên nhiên được phân ra bốn cấp : $< 0,6$; $0,6 \div 0,75$; $0,75 \div 0,90$ và $> 0,90$.

Dựa vào yêu cầu sử dụng và mức độ gia công vật liệu đá thiên nhiên được chia ra các loại sau :

Đá học nhận được bằng phương pháp nổ mìn, không qua gia công gọt đẽo. Viên đá phải đạt yêu cầu : chiều dày 10cm, dài 25cm, rộng \times 2 lần chiều dày ; mặt đá không được lồi lõm quá 3cm.

Đá học được dùng để xây móng, tường nhà, tường chắn, giếng của mạng lưới thoát nước, móng cầu, trụ cầu, nền đường ô tô và đường xe lửa, ngoài ra còn dùng cho bê tông đá học.

Đá dẽo thô là loại đá học được gia công thô để cho mặt ngoài, tương đối bằng phẳng (độ lồi lõm \times 10mm), vuông vắn ; cạnh dài nhỏ nhất là 15cm và không có góc nhỏ hơn 60° .

Đá dẽo vừa dùng để xây tường nhà (tường trong và tường ngoài) và tường ngăn. Chúng thường được sản xuất từ các loại đá vôi vỏ sò, đá vôi mềm, tup núi lửa và các loại đá nhẹ khác.

Đá dẽo kĩ là loại đá học được gia công tinh (kĩ) mặt ngoài. chiều dày và dài của đá nhỏ nhất là 15 và 30 cm, chiều rộng của lớp mặt phờ ra ngoài ít nhất phải gấp rưỡi chiều dày và không nhỏ hơn 25cm. Mặt đá phải bằng phẳng vuông vắn. Đá dẽo kĩ dùng để xây tường, vòm cuốn và một số bộ phận khác của công trình.

Đá "kiểu" được chọn lọc rất cẩn thận và phải là loại đá tốt, rất thuần chất, tuyệt đối không có nút nẻ, gân, hà, phong hóa. Đá phải có cấu trúc đồng nhất, có đủ các tính chất đảm bảo sau khi xẻ ra thành sản phẩm đạt yêu cầu thẩm mỹ cao.

Đá phiến được dùng để ốp trang trí, hoặc ốp cho các công trình đặc biệt khác.

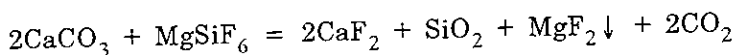
Đá dăm là loại đá vụn có cỡ hạt $0,5 \div 40$ cm, được dùng làm cốt liệu cho bê tông.

3.6. Biện pháp bảo vệ vật liệu đá thiên nhiên

Sự phá hoại vật liệu đá thiên nhiên có thể do nước (đặc biệt là nước có chứa CO_2 và các loại axit có tác dụng phá hoại) và thường xảy ra đối với các loại đá cacbonnat. Nếu trong đá có nhiều thành phần khoáng vật thì đá cũng có thể bị phá hoại nhanh hơn do sự giãn nở nhiệt không đều.

Các loại bụi bẩn 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.

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



Ngoài ra, người ta còn bôi dầu, nhựa thông, parafin và gudrông lên bề mặt vật liệu hoặc để ngăn ngừa sự phá hoại của H_2CO_3 người ta có thể tẩm đá bằng dầu gai nóng. Biện pháp cấu tạo bằng cách gia công thật nhẵn vật liệu đá để nước thoát đi nhanh cũng hay được lưu ý.

Chương 4

VẬT LIỆU GỐM XÂY DỰNG

4.1. Khái niệm và phân loại

Vật liệu gốm xây dựng là loại vật liệu đá nhân tạo nung, được sản xuất từ nguyên liệu chính là đất sét, bằng cách tạo hình và nung ở nhiệt độ cao.

Vật liệu gốm là loại vật liệu lâu đời nhất (khoảng 5000 năm).

Ngày nay để sản xuất loại vật liệu này bên cạnh đất sét người ta còn dùng các loại nguyên liệu khoáng khác – các oxýt tinh khiết. Loại vật liệu gốm mới (gốm – kim loại) khắc phục được những nhược điểm của vật liệu gốm cổ truyền.

Trong xây dựng hiện đại, vật liệu gốm được dùng trong nhiều chi tiết kết cấu của nhà từ khối xây, ốp trang trí mặt ngoài và bên trong nhà đến cốt liệu rỗng (keramzit) cho loại bê tông nhẹ tiên tiến. Các sản phẩm sứ vệ sinh và đồ dùng gia đình được dùng rộng rãi trong đời sống hàng ngày. Các sản phẩm gốm bền axit, bền nhiệt được dùng trong công nghiệp hóa học, luyện kim và các ngành công nghiệp khác.

Ưu điểm chủ yếu của vật liệu gốm là : 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 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 xây dựng, đặc biệt là với gạch xây và ngói lợp. Việc sản xuất vật liệu gốm thu hẹp diện tích nông nghiệp.

Sản phẩm gốm 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 xây hoặc bloc), vật liệu lợp (các loại ngói), vật liệu lát (tấm lát nền, lát đường, lát vỉa hè), vật liệu ốp (ốp trong nhà, ốp ngoài nhà, ốp cầu thang, ốp trang trí), sản phẩm kĩ thuật vệ sinh (chậu rửa, bồn tắm), sản phẩm cách nhiệt, cách âm (các loại gốm xốp), sản phẩm chịu lửa (gạch samốt, gạch cao alumin), sản phẩm chịu axit, sản phẩm ống nước (ống thoát nước, tiêu nước).

Theo cấu tạo vật liệu gốm được chia ra :

Gốm đặc, (độ hút nước theo khối lượng < 5%) : có loại không tráng men (gạch clanke, tấm lát nền), có loại tráng men (sứ vệ sinh, ống thoát nước).

Gốm rỗng (độ hút nước > 5%) : có loại không tráng men (gạch xây) và loại tráng men (các loại tấm ốp).

Theo phương pháp sản xuất phân ra :

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

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

4.2. Nguyên liệu sản xuất

Nguyên liệu chính để sản xuất sản phẩm gốm là đất sét. Ngoài ra, tùy theo yêu cầu của sản phẩm, tính chất của đất mà có thể dùng thêm các loại phụ gia phù hợp.

4.2.1. Đất sét

Đất sét là loại đá trầm tích đa khoáng, khi nhào trộn với nước nó trở thành hỗn hợp dẻo có thể tạo hình thành các sản phẩm khác nhau, sau khi gia công nhiệt nó biến thành trạng thái đá.

Thành phần chính của đất sét là khoáng dẻo hay khoáng sét. Khoáng dẻo là các alumosilicat ngậm nước ($n\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot p\text{H}_2\text{O}$). Chúng được tạo thành do fenspát bị phong hóa. Tùy theo điều kiện của môi trường (nhiệt độ, áp suất và pH) mà fenspát tạo thành các khoáng khác nhau.

Ví dụ trong môi trường axit yếu (pH = 6-7) tạo ra caolinit

$$6\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \underbrace{2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}_{\text{caolinit}} + 4\text{SiO}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3$$

Trong môi trường kiềm (pH = 7,3 - 10,3) tạo mômômôrilônít

$$6\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O} + n\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \underbrace{4\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}}_{\text{Mômômôrilônít}} + 2\text{SiO}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3$$

Khoáng caolinit có khả năng chịu lửa tốt. Khoáng mômômôrilônít có độ phân tán cao, khả năng hấp thụ và trương phồng lớn ; có độ dẻo, độ co khi sấy và nung cao. Vì vậy đất sét chứa nhiều khoáng mômômôrilônít thường dùng làm phụ gia cho đất sét kém dẻo, phụ gia chống thấm nước.

Đất sét chỉ chứa khoáng caolinit gọi là đất cao lạnh (màu trắng).

Đôi khi đất sét còn chứa khoáng dẻo haloisit ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). Khoáng này có tính chất trung bình giữa 2 loại khoáng trên.

Ngoài ra trong đất sét thường chứa các tạp chất vô cơ và hữu cơ. Các tạp chất vô cơ hay gặp ở dạng thạch anh (SiO_2), cacbonat (CaCO_3 , MgCO_3), các hợp chất sắt ($\text{Fe}(\text{OH})_3$, Fe_2O_3 , FeS_2). Tạp chất hữu cơ thì ở dạng than bùn hoặc bitum.

Đất sét gồm có nhiều hạt lớn như bụi ($d < 0,14\text{mm}$), mica và cát ($d = 0,14 \div 5\text{mm}$) làm cho đất kém dẻo, giảm co ; còn CaCO_3 , các hợp chất sắt, fenspát làm giảm nhiệt độ nóng chảy của đất sét ; CaO (tạo ra từ CaCO_3) khi thủy hóa sẽ nở ra, làm cho sản phẩm dễ bị nứt.

Đất sét có màu sắc rất khác nhau : từ màu trắng, nâu, xanh, xám đến màu đen. Màu sắc do các tạp chất vô cơ và hữu cơ quyết định.

4.2.2. Vật liệu gầy

Vật liệu gầy được pha trộn vào đất sét nhằm giảm độ dẻo, giảm độ co khi phơi sấy và nung. Vật liệu gầy thường dùng là samốt, đất sét mất nước, cát, tro nhiệt điện, xỉ hạt hóa.

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

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

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

Xỉ hạt hóa (với cỡ hạt đến 2mm) là phụ gia gây có hiệu quả cao.

Tro nhiệt điện vừa là phụ gia gây vừa là phụ gia cháy.

4.2.3. Phụ gia cháy và phụ gia tăng dẻo

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

Đất sét có độ dẻo cao, đất bentonit, cũng như các loại phụ gia hoạt động bề mặt khác đóng vai trò là *phụ gia tăng dẻo* cho đất sét.

4.2.4. Phụ gia hạ nhiệt độ nung

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

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

Nhóm thứ hai gồm những chất bản thân nó có nhiệt độ nóng chảy cao, nhưng trong quá trình nung có khả năng tác dụng với các thành phần phối liệu để tạo ra những chất có nhiệt độ nóng chảy thấp (canxit, dômômit, v.v...).

4.2.5. Men

Men là lớp thủy tinh mỏng (chiều dày 0,1 - 0,3mm) phủ lên bề mặt sản phẩm gốm, khi nung có khả năng bám dính tốt với sản phẩm.

Lớp men có tác dụng bảo vệ sản phẩm chống lại tác dụng của môi trường, tăng tính chống thấm và nhiều tính chất khác, đồng thời tăng mỹ quan cho vật liệu gốm.

Những thành phần nguyên liệu chính của men là cát thạch anh, cao lanh, fenspat, muối của kim loại kiềm và kiềm thổ, oxyt chì, axít boric, borac ($\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) ...

Men cho vật liệu gốm rất đa dạng : có thể là men màu và men không màu, có loại men trong, có loại đục, có loại bóng và loại không bóng, có loại dùng cho đồ sứ (men sứ), có loại dùng cho sản phẩm sành (men sành) và có loại men trang trí... Vì vậy việc chế tạo men là rất phức tạp.

4.3. Tính chất của đất sét

4.3.1. Tính dẻo

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

Những nguyên nhân chủ yếu tạo ra tính dẻo cho đất sét là bản thân đất sét có cấu tạo dạng lớp, có khả năng trao đổi ion và hấp phụ nước. Do có khả năng trao đổi ion nên khi gặp nước đất sét sẽ bị hydrat hóa tạo nên những lớp nước bao quanh các hạt sét (lớp nước hấp phụ đơn phân tử, đa phân tử, lớp nước khuếch tán và lớp nước tự do). Tính chất của các lớp nước này cũng khác nhau : càng ở xa hạt sét trường lực càng yếu. Lớp nước tự do ở ngoài cùng gần như không có liên kết gì với khoáng sét. Mạng nước này làm cho các hạt sét có thể dễ dàng trượt tương đối với nhau dưới tác dụng của ngoại lực nên đất sét có tính dẻo.

Tính dẻo của đất sét còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác : thành phần hạt, mức độ phân tán, loại khoáng dẻo và hàm lượng của nó, độ ẩm của đất, v.v...

Để xác định tính dẻo của đất sét người ta dùng nhiều phương pháp khác nhau.

Độ dẻo của đất sét được xác định bằng hệ số dẻo K :

$$K = P.a, \text{ kG.cm}$$

trong đó : P - lực tác dụng lên viên bi đất sét (đường kính 4-6cm, độ ẩm 17-30%), kG ; a - độ biến dạng của viên bi, cm. Đất sét dẻo có $K = 3-3,5 \text{ kG.cm}$.

Độ dẻo của đất sét còn được xác định dựa vào lượng nước yêu cầu (N_{yc}) dùng để nhào trộn, tạo ra cho đất sét có độ dẻo tiêu chuẩn và độ co trong không khí. Đất sét càng dẻo thì N_{yc} càng cao và độ co càng lớn. Dựa vào phương pháp này đất sét được chia ra làm 3 loại :

Đất sét dẻo cao : $N_{yc} > 28\%$, độ co : 10 - 15%.

Đất sét dẻo trung bình : $N_{yc} = 20-28\%$; độ co : 7-10%.

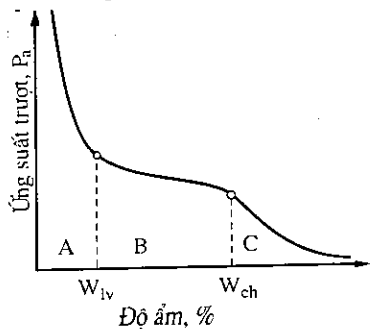
Đất sét kém dẻo : $N_{yc} < 20\%$; độ co : 5 - 7%.

Xác định độ dẻo của đất sét thông qua trị số dẻo D (%) :

$$D = W_{ch} - W_{lv}$$

trong đó : W_{ch} - độ ẩm ngăn cách giữa trạng thái dẻo và trạng thái chảy nhão, % ; W_{lv} - độ ẩm giới hạn giữa trạng thái giòn và trạng thái dẻo, % (hình 4-1).

Muốn tăng độ dẻo của đất sét có thể cho thêm đất sét dẻo cao (đất montmôrilônit), tăng cường gia công cơ học (đập, nghiền, trộn, ngâm ủ, lọc) hoặc có thể dùng phụ gia tăng dẻo (nước có chứa mật đường, thải phẩm công nghiệp giấy). Ngược lại, muốn giảm độ dẻo có thể cho thêm các chất trợ như bột đá, cát, samốt, mùn cưa, bột than, v.v...



Hình 4-1. Sự phụ thuộc của độ biến dạng vào độ ẩm của đất sét.

Vùng trạng thái :

A - giòn ; B - dẻo ; C - nhão.

4.3.2. Độ co thể tích dưới sự tác dụng của nhiệt

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

Độ co khi sấy là sự giảm kích thước của đất sét do sự mất nước trong các ống mao quản, làm giảm áp lực mao dẫn khiến các phần tử đất xích lại gần nhau. Kết quả đất sét bị co. Tùy thuộc vào từng loại đất sét, độ co khi sấy dao động trong khoảng từ 2-3% đến 10-12%. Mức độ co khi sấy phụ thuộc vào thành phần của đất sét : khoáng dẻo co nhiều hơn các tạp chất, khoáng montmorillonit co nhiều hơn caolinit. Ngoài ra, nó còn phụ thuộc vào thành phần hạt và độ ẩm của đất. Để giảm co khi sấy thông thường người ta trộn thêm phụ gia gây.

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

Độ co tổng cộng của đất sét là tổng độ co khi sấy và khi nung, thường dao động trong khoảng từ 5 đến 18%. Vì vậy cần phải tăng kích thước khuôn để nhận được sản phẩm gốm có kích thước yêu cầu. Hiện tượng co thường đi liền với hiện tượng nứt tách, cong, vênh.

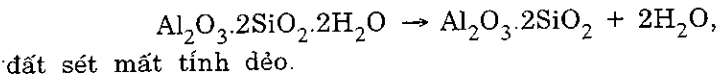
4.3.3. Sự biến đổi hóa lí khi nung

Đất sét là một hệ đa khoáng, khi gia công nhiệt xảy ra nhiều quá trình hóa lí phức tạp, những khoáng mới được tạo thành.

Từ nhiệt độ thường đến 130°C nước tự do trong đất sét bay hơi, đất sét bị co.

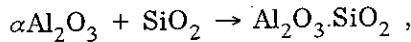
Từ nhiệt độ 200 đến 450°C, nước hấp phụ bay hơi, chất hữu cơ cháy, đất sét bị co đáng kể và có thể gây ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm ; Fe_2O_3 chuyển thành FeO tạo ra môi trường khử.

Ở nhiệt độ từ 500 đến 550°C nước hóa hợp mất, caolinit chuyển thành métacaolinit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) :

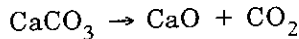


Khi nhiệt độ từ 550 đến 880°C métacaolinit phân hủy thành $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ và SiO_2 . Mạng lưới tinh thể của khoáng sét hoàn toàn bị phá hủy, cường độ sản phẩm giảm.

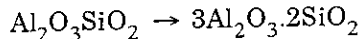
Trong khoảng nhiệt độ 920 - 980°C, $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ biến thành $\alpha\text{Al}_2\text{O}_3$, khoáng silimanit được tạo thành (tỏa nhiệt) :



khoáng cacbonat bị phân hủy :



Trong khoảng nhiệt độ 1000 ÷ 1200° chủ yếu là sự tạo khoáng silimanit và khoáng mulit bắt đầu được hình thành :



Quá trình kết khối xảy ra, thể tích bị co, khối lượng thể tích của sản phẩm tăng do xuất hiện pha lỏng. Nhiệt độ càng tăng sự chuyển hóa silimanit thành mulit càng mạnh và chuyển hoàn toàn thành mulit ở nhiệt độ 1370° ÷ 1420°C. Khoáng mulit làm cho sản phẩm có cường độ cao và bền nhiệt.

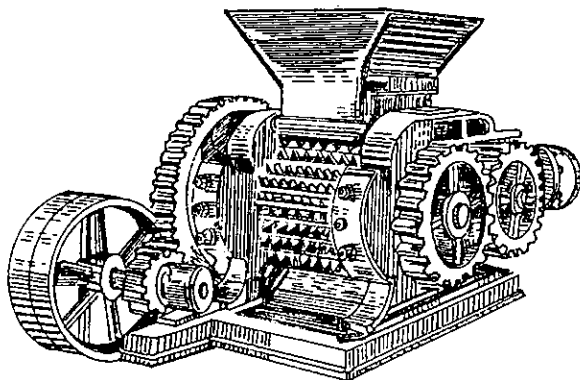
Trong quá trình nung sản phẩm gốm thường phải lưu ý đến khoảng kết khối của đất sét Δt - hiệu của nhiệt độ lúc kết thúc kết khối và lúc bắt đầu kết khối. Nhiệt độ kết khối là nhiệt độ bắt đầu xuất hiện tương lỏng, tăng khối lượng thể tích của hệ, tăng cường độ của sản phẩm. Nhiệt độ kết thúc kết khối là nhiệt độ cao nhất mà sản phẩm vẫn còn giữ được hình dạng. Nói chung đất sét có khoảng kết khối càng rộng thì càng dễ sử dụng trong sản xuất các sản phẩm gốm. Ở đất sét dễ chảy (để sản xuất gạch, keramzit) có khoảng kết khối 50 - 100°C, đất sét bền nhiệt - 400°C.

4.4. Công nghệ sản xuất gạch ngói

4.4.1. Công nghệ sản xuất gạch xây

Quá trình sản xuất gạch xây gồm 5 giai đoạn :

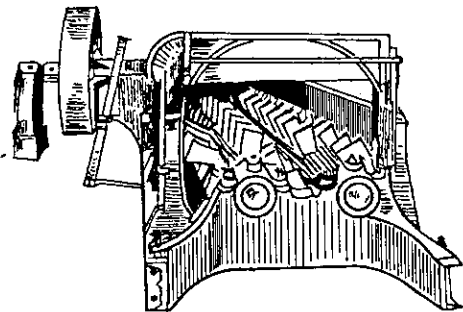
Khai thác
nguyên liệu thường thực hiện bằng máy đào hay bằng thủ công. Trước khi khai thác cần loại bỏ khoảng 30 ÷ 40cm đất trồng trọt ở bên trên để loại trừ cỏ rác, rễ cây, sỏi đá, v.v... Đất thường được khai thác gần nơi sản xuất để đỡ tốn công vận chuyển. Có thể vận chuyển bằng xe goòng hay ô tô tự đổ.



Hình 4-2. Máy nhai đất.

Đất chõ vế được ủ trong bể có mái lợp hoặc đánh đồng ngoài trời. Ủ đất là để cho độ ẩm của đất đồng đều, làm cho độ dẻo và độ co ngót đều nhau, quá trình tạo hình dễ dàng và chất lượng sản phẩm cao.

Chuẩn bị phối liệu đồng đều sẽ làm tăng tính dẻo, làm cho độ co ngót, màu sắc và các tính chất cơ lí khác của sản phẩm đồng đều, chất lượng sản phẩm tăng. Tùy theo phương pháp sản xuất gạch là khan hay dẻo mà người ta sử dụng những thiết bị khác nhau. Trong phương pháp dẻo đất được nhai trong máy nhai (hình 4-2) và sau đó trộn trong máy trộn (hình 4-3) với độ ẩm 18 ÷ 25% cho đến khi thành khối đồng nhất.

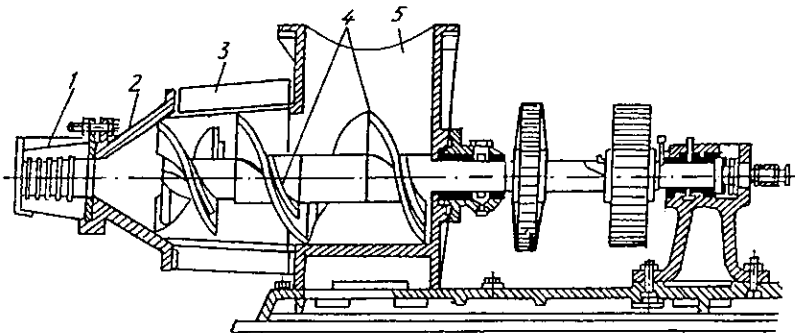


Hình 4-3. Máy trộn đất

Trong quá trình nhào luyện người ta thường tiến hành điều chỉnh độ dẻo cho thích hợp.

Tạo hình sản phẩm là nhằm tạo ra cho sản phẩm một hình dáng nhất định và cường độ ban đầu. Để tạo hình gạch thường dùng hai phương pháp : dẻo và bán khô.

Trong phương pháp tạo hình dẻo, đất sét với độ ẩm $18 \div 23\%$ được ép với áp lực 30kG/cm^2 trên máy ép Lento có áp lực và không có áp lực (hình 4-4).



Hình 4-4. Sơ đồ máy ép Lento.

1 - cửa ra ; 2 - đầu ép ; 3 - xilanh ép ; 4 - cánh vít xoắn ; 5 - phễu nạp liệu

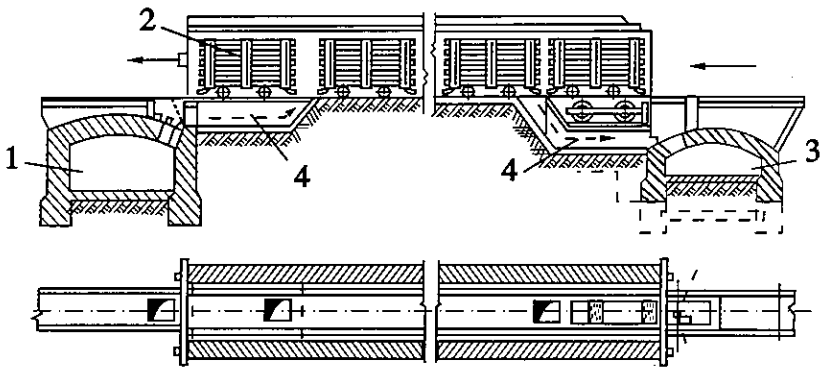
Nhờ có buồng hút chân không, không khí sẽ tách ra khỏi phối liệu, tăng độ chặt sít và cuối cùng tăng độ bền sấy và cường độ của sản phẩm.

Trong phương pháp bán khô, phối liệu với độ ẩm $8 \div 12\%$ được ép trên các máy ép ma sát, trục khuỷu hay thủy lực với lực ép $200 \div 300 \text{ kG/cm}^2$. Tạo hình bán khô cho sản phẩm có hình dáng kích thước chính xác, cường độ cao, đặc biệt cường độ gạch mộc cao hơn nhiều so với tạo hình dẻo, do đó có thể rút ngắn quá trình sấy và chu trình sản xuất nói chung.

Sấy gạch mộc nhằm mục đích hạ thấp từ từ độ ẩm của gạch đến giới hạn cần thiết và tạo cho gạch mộc có cường độ ban đầu để khi xếp vào thiết bị nung nó không bị biến dạng, tăng năng suất lò nung, giảm hao phí năng lượng. Quá trình sấy phụ thuộc vào nhiều yếu tố : tính chất nguyên liệu, phương

pháp gia công nguyên liệu, tạo hình sản phẩm và các thông số của thiết bị sấy (nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ của khí sấy). Để tăng cường quá trình sấy người ta thường trộn thêm phụ gia gây (tăng độ dẫn ẩm và giảm co ngót), làm ẩm phối liệu bằng hơi nước nóng (tăng quá trình khuếch tán) hoặc hút chân không phối liệu.

Phối liệu được sấy trong các lò sấy phòng hoặc lò sấy tunen (hình 4-5).



Hình 4-5. Sơ đồ lò sấy tunen.

- 1 - truyền chất tải nhiệt ; 2 - toa goòng chở gạch mộc ; 3 - thu chất tải nhiệt ;
- 4 - kênh trung tâm để chuyển chất tải nhiệt vào lò sấy ;
- ← sự chuyển động của toa goòng ;
- > sự chuyển động của khí.

Lò sấy phòng làm việc gián đoạn, phân bố nhiệt không đều, thời gian sấy dài (40 ÷ 72 giờ), khó cơ giới hóa và tự động hóa. Lò sấy tunen làm việc liên tục, năng suất cao, sấy đều, nhanh (15 ÷ 40 giờ), dễ cơ giới hóa.

Hiện nay, tại các xí nghiệp nhỏ người ta còn dùng phương pháp sấy tự nhiên. Phương pháp này đỡ tốn kém, nhưng năng suất thấp, phụ thuộc rất nhiều vào thời tiết, thời gian sấy dài.

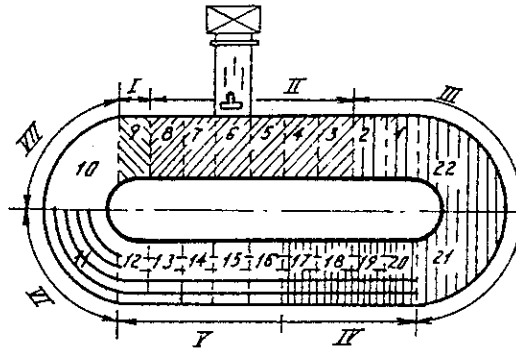
Nung gạch là công đoạn quan trọng nhất. Chất lượng của gạch chủ yếu được quyết định ở giai đoạn này. Các chỉ phí

trong giai đoạn nung chiếm đến $35 \div 40\%$, còn phế phẩm chiếm đến 10% sản phẩm.

Gạch được nung trong hai loại lò : lò gián đoạn và lò liên tục.

Trong lò gián đoạn gạch được nung từng mẻ. Loại lò này công suất bé, chất lượng sản phẩm thấp.

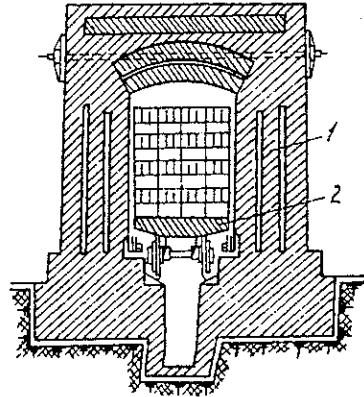
Trong lò liên tục gạch có chất lượng cao. Lò liên tục gồm có hai loại : lò Hópman (lò vòng) và lò tunen. Lò Hópman (hình 4-6)



Hình 4-6. Sơ đồ lò Hópman

- I - vùng vào lò ; II - vùng sấy ;
- III - vùng nung trước ; IV - vùng nung ;
- V - vùng làm nguội ; VI - vùng ra lò.

có hình bầu dục, có nhiều buồng ngăn (mỗi buồng có cửa riêng để ra, vào lò), có cửa thông nhau và có kênh dẫn khói ra ống khói chung. Nguyên tắc làm việc của lò là sản phẩm đứng yên, ngọn lửa di động. Lò có ưu điểm : không tốn thiết bị xếp sản phẩm, dễ điều chỉnh nhiệt độ. Nhưng lò có nhược điểm là khó cơ giới hóa (đặc biệt là khâu ra và vào lò), khó đều lửa. Lò tunen (hình 4-7) làm việc theo nguyên tắc



Hình 4-7. Mặt cắt ngang lò tunen.
1 - vỏ lò ; 2 - xe goòng chở gạch.

sản phẩm chuyển động còn nhiệt độ phân bố ổn định theo chiều dài lò.

Ưu điểm của lò là nung nhanh hơn lò Hópman, dễ dàng cơ giới hóa, có thể dùng nhiên liệu rắn hoặc lỏng. Nhưng tốn nhiều nhiên liệu hơn (nung cả toa goòng).

4.4.2. Công nghệ sản xuất ngói

Kỹ thuật sản xuất ngói cũng gần giống sản xuất gạch, nhưng do ngói có hình dáng phức tạp, mỏng, yêu cầu cao (không nứt mẻ, nứt vỡ, ít thấm ...) nên kỹ thuật sản xuất có một số điểm khác gạch. Ngói chỉ sản xuất theo phương pháp dẻo và yêu cầu kỹ thuật của các công đoạn đều cao hơn gạch.

Đất sét để sản xuất ngói là đất dẻo chảy, không được chứa các tạp chất cacbonat. Trong sản xuất ngói có thể dùng 15-25% phụ gia samốt.

Khi gia công phối liệu chỉ dùng phương pháp dẻo, gia công kỹ hơn, độ ẩm đồng đều hơn.

Ngói có hình dáng phức tạp, nên trước khi tạo hình phải tạo ra những viên galet trên máy ép Lento, rồi ủ để độ ẩm đồng đều. Sau đó mới tạo hình ngói từ những viên galet đã ủ.

Để tránh nứt nẻ cho sản phẩm, ngói được sấy theo chế độ sấy dự. Khi nung ngói người ta nâng nhiệt từ từ, nung lâu hơn và làm nguội chậm. Ngoài các thiết bị nung như gạch, ngói còn được nung trong các lò nằm, lò phòng và lò mupfen.

4.5. Các sản phẩm gốm xây dựng

4.5.1. Gạch đất sét

Gạch được sản xuất phổ biến nhất có kích thước $220 \times 105 \times 60\text{mm}$. Theo TCVN 1451-1986 gạch đất sét sản xuất theo phương pháp dẻo phải đạt những yêu cầu sau : ngoài hình phải vuông vắn ; sai lệch về kích thước không lớn quá : chiều dài $\pm 7\text{ mm}$, chiều rộng $\pm 5\text{ mm}$, chiều dày $\pm 3\text{ mm}$; không nứt mẻ, cong vênh. Độ cong ở mặt đáy không quá 4 mm , ở mặt bên không quá 5 mm . Trên mặt gạch không được quá

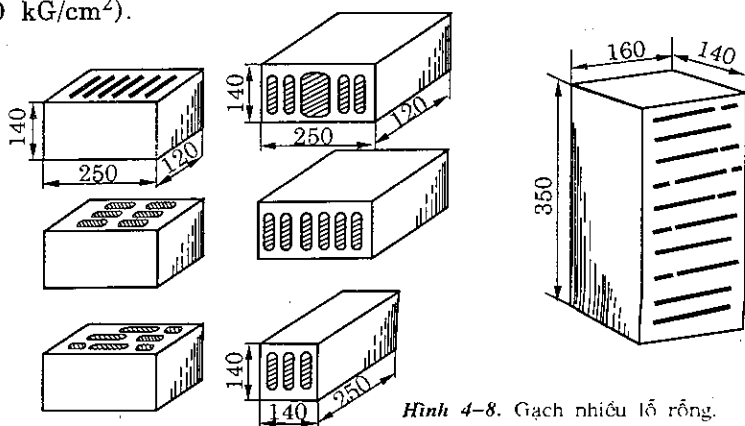
5 đường nứt, mỗi đường dài không quá 15 mm và sâu không quá 1mm ; bên cạnh không có quá 3 đường nứt, dài không quá 10 mm, sâu không quá 1 mm. Tiếng gõ phải trong thanh, không rè.

Các chỉ tiêu vật lí : khối lượng thể tích của gạch 1700 ÷ 1900 kg/m³, khối lượng riêng 2,5 ÷ 2,7 g/cm³, hệ số dẫn nhiệt $\lambda = 0,5 \div 0,8$ kCal/m.°C.h, độ hút nước 8 ÷ 25%. Các chỉ tiêu khác của gạch được giới thiệu ở bảng 4-1.

Bảng 4-1

Mức gạch	Cường độ nén, kG/cm ²		Cường độ uốn, kG/cm ²	
	trung bình của 5 mẫu	của mẫu bé nhất	trung bình của 5 mẫu	của mẫu bé nhất
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

Ngoài gạch đặc người ta còn sản xuất gạch xốp. Loại gạch này nhẹ (ρ_v khoảng 1200 kg/m³), dẫn nhiệt kém ($\lambda = 0,4$ kCal/m.°C.h), độ hút nước lớn ($H_p > 25\%$), cường độ thấp (50 kG/cm²).



Hình 4-8. Gạch nhiều lỗ rỗng.

Gạch nhiều lỗ rỗng (hình 4-8). Loại gạch này cũng có ρ_v nhỏ ($1300 \div 1400 \text{ kg/m}^3$) nhưng cường độ khá cao. Loại gạch này dùng để xây tường ngăn, nơi cần thông thoáng, lấy ánh sáng hoặc tạo những lỗ rỗng phù hợp để trang trí.

4.5.2. Ngói đất sét

Ngói lợp có 3 loại chính : 22 viên/m² (kích thước $340 \times 205 \text{ mm}$), 13 viên/m² ($420 \times 260 \text{ mm}$) và loại 16 viên/m² ($420 \times 205 \text{ mm}$). Theo *TCVN 1452 : 1995* ngói phải đạt những yêu cầu sau : sai lệch về chiều dài và chiều rộng không quá $\pm 2 \text{ mm}$. Bề mặt nhẵn không nứt tách, cong vênh ; màu sắc đều, âm thanh vang. Các chỉ tiêu vật lí : khối lượng thể tích $1800 \div 2000 \text{ kg/m}^3$, khối lượng riêng $2,5 \div 2,7 \text{ g/cm}^3$, độ hút nước theo khối lượng $< 10\%$, phải đạt yêu cầu về độ chống thấm nước (đổ đầy nước vào ống thủy tinh có đường kính 25 mm , cao 150 mm gắn trên vị trí mỏng nhất của viên ngói, trong 3 giờ nước không được thấm qua).

Về cơ học ngói phải chịu được lực tác dụng tập trung ít nhất là 70kg đặt vào giữa viên ngói với khoảng cách giữa 2 gối tựa là 330 mm .

Ngoài ngói thường người ta còn sản xuất ngói bờ loại có gờ (dài $360 \pm 2 \text{ mm}$) và không có gờ (dài $450 \pm 2 \text{ mm}$), ngói mũi hài.

4.5.3. Sản phẩm sành dạng đá

Sản phẩm sành dạng đá có cường độ cao, độ đặc lớn, cấu trúc hạt bé, chống mài mòn tốt, chịu được tác dụng của axit. Chúng được dùng rộng rãi trong xây dựng công nghiệp, hóa học, nông nghiệp và các công trình khác. Loại sản phẩm này gồm có clanke, tấm lát nền, ống nước và vật liệu bền axit.

Gạch clanke có nhiều loại : loại vuông ($50 \times 50 \times 10$, $100 \times 100 \times 10$ và $150 \times 150 \times 13 \text{ mm}$), loại chữ nhật ($100 \times 50 \times 10$; $150 \times 75 \times 13 \text{ mm}$), loại lục giác và bát giác. Gạch này có khối lượng thể tích lớn hơn gạch thường (1900 kg/m^3), cường độ chịu va đập và chống mài mòn lớn, hút nước thấp. Gạch có 3 loại :



Loại I : $R_n = 1000\text{kG/cm}^2$, $H_p = 2\%$

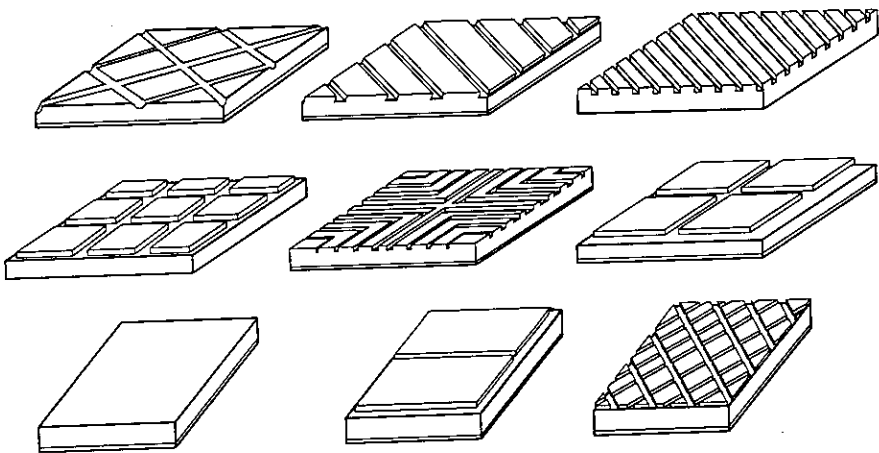
Loại II : $R_n = 600\text{kG/cm}^2$, $H_p = 4\%$

Loại III : $R_n = 400\text{kG/cm}^2$, $H_p = 6\%$.

Gạch clanke được dùng để lát đường, làm móng, cuốn vòm và tường chịu lực.

Tấm lát nền được sản xuất từ đất sét khó chảy và chịu lửa với các kích thước sau : $100 \times 100 \times 8$ mm, $150 \times 150 \times 13$ mm và $200 \times 200 \times 15$ mm (hình 4-9). Yêu cầu kỹ thuật của tấm lát nền : sai số về kích thước : dày ± 2 mm, dài và rộng ± 3 mm ; cong vênh không quá 1mm, độ hút nước không quá 5%, độ hao mòn không quá 91 g/cm^2 , cường độ uốn lớn hơn 100 kG/cm^2 , không nứt góc cạnh và nứt nẻ, màu sắc đều.

Tấm lát nền dùng chủ yếu lát nền nhà và các công trình dân dụng.



Hình 4 - 9. Tấm lát nền.

Vật liệu chịu axit phải thỏa mãn các yêu cầu : độ bền hóa học cao, cường độ cao, độ thấm khí bé. Chúng gồm có các loại :

Gạch chịu axit được dùng để xây các loại bể chứa, tháp, các thiết bị dẫn. Yêu cầu kĩ thuật của chúng : độ bền axit 92 ÷ 95%, độ hút nước theo khối lượng không lớn hơn 8 ÷ 12%, mác 150 ÷ 250.

Tấm chịu axit có độ bền axit 96 ÷ 98%, độ hút nước không lớn hơn 6 ÷ 9%, dùng để lát nền, ốp tường máng.

Ống dẫn bền axit có mác 300 ÷ 400 kG/cm², độ bền axit không nhỏ hơn 97 ÷ 98%, độ hút nước không lớn hơn 3 ÷ 5%, dùng để làm đường ống dẫn hóa chất dạng lỏng hoặc khí. Để làm tăng độ đặc, độ bền hóa, giảm độ thấm hơi, thấm khí ống dẫn còn có thể được tráng men.

Ống sành là sản phẩm sành dạng đá có đường kính 50 ÷ 125 mm (đôi khi tới 600 mm), dài 500 ÷ 1200 mm.

Ống sành phải thỏa mãn các yêu cầu kĩ thuật sau : thẳng, không cong vênh, miệng ống vuông góc với trục ống, tuyệt đối không có vết nứt và lỗ rỗng xuyên qua thành ống, mặt nhẵn không lồi lõm, cường độ cao, độ hút nước theo khối lượng nhỏ hơn 8%, độ bền axit lớn hơn 90%.

4.5.4. Vật liệu chịu lửa

Vật liệu chịu lửa là loại vật liệu chịu được tác dụng lâu dài của các tác nhân cơ học và hóa lí ở nhiệt độ cao. Do vậy, vật liệu chịu lửa phải thỏa mãn yêu cầu về độ chịu lửa, độ bền nhiệt, cường độ và độ ổn định thể tích ở nhiệt độ cao.

Vật liệu chịu lửa có rất nhiều loại và được sản xuất từ nhiều loại nguyên liệu khác nhau. Loại vật liệu chịu lửa từ đất sét phổ biến là sản phẩm samốt. Ưu điểm của sản phẩm samốt là dễ sản xuất, độ bền nhiệt cao, có thể sử dụng trong môi trường axit hay bazơ. Nó có nhược điểm là ở nhiệt độ cao thì cường độ thấp.

Vật liệu chịu lửa dùng để xây lò công nghiệp, ghi đốt, các công trình chịu nhiệt.

4.5.5. Keramzit

Keramzit gồm những hạt tròn hay bầu dục được sản xuất bằng cách nung phồng đất sét dễ chảy đồng nhất về thành phần và tính chất, có độ phân tán cao, có thành phần hóa học : Al_2O_3 : 15 ÷ 22% ; SiO_2 : 50 ÷ 60% , Fe_2O_3 : 6 ÷ 12 % ; $\text{MgO} + \text{CaO}$: 3 ÷ 6% ; R_2O : 1,5 ÷ 3% ; tạp chất hữu cơ : 1 ÷ 3%. Trong đó Fe_2O_3 quyết định độ nở phồng của keramzit, tạp chất hữu cơ và các loại muối tan cùng đóng vai trò quan trọng trong việc tạo rỗng.

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

Mác của keramzit xác định theo khối lượng thể tích được giới thiệu ở bảng 4 - 2.

Đặc điểm cơ bản của keramzit là lỗ rỗng kín. Mặc dù độ rỗng lớn ($\gamma_o = 150 - 1200 \text{ kg/m}^3$) 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.

Bảng 4-2

Mác	Cường độ nén, kg/cm^2		Độ hút nước, %
	loại A	loại B	
150	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

Chương 5

VẬT LIỆU KÍNH XÂY DỰNG

5.1. Thành phần hóa học và tính chất của thủy tinh

5.1.1. Khái niệm

Thủy tinh là một dung dịch rắn ở dạng vô định hình nhận được bằng cách làm quá nguội khối silicat nóng chảy. Để sản xuất thủy tinh người ta dùng cát thạch anh hạt nhỏ, tinh khiết, xôđa (Na_2CO_3), Na_2SO_4 , K_2CO_3 , đolômit, đá phấn và các loại phụ gia như B_2O_3 , MnO , SnO_2 , CaO .

Về thành phần hóa học thủy tinh xây dựng gồm 75 - 80% SiO_2 .

5.1.2. Tính chất của kính

Tính ổn định hóa học. Kính có độ bền hóa học cao. Độ bền hóa học phụ thuộc vào thành phần của kính. Các oxyt 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 2500kg/m^3 . Khi tăng hàm lượng oxyt chì thì khối lượng riêng có thể lên đến 6000 kg/m^3 .
Modun đàn hồi của kính dao động trong khoảng $48.000 \div 83000\text{ kG/cm}^2$ (đối với kính thạch anh $\div 71400\text{ kG/cm}^2$). Sự có mặt của các oxyt CaO và B_2O_3 (có thể đến 12%) làm modun đàn hồi tăng lên.

Kính có *cường độ nén* cao ($700 \div 1000 \text{ kG/cm}^2$), *cường độ kéo thấp* ($35 \div 85 \text{ kG/cm}^2$), *độ cứng* của kính silicat thường $5 \div 7$. Kính giòn (*cường độ uốn và đập* khoảng $0,2 \text{ kG/cm}^2$). Hệ số nở nhiệt của kính thấp : kính thạch anh $5,8 \cdot 10^{-7}/^\circ\text{C}^{-1}$, kính xây dựng thường $9 \cdot 10^{-6} \div 15 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$. *Độ dẫn nhiệt* của kính thường khi nhiệt độ nhỏ hơn 100°C là $0,34 \div 0,71 \text{ kCal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$. Kính thạch anh có độ dẫn nhiệt lớn nhất ($1,16 \text{ kCal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$). Kính chứa nhiều oxyt kiềm có độ dẫn nhiệt nhỏ.

Kính có khả năng *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 $800 \div 1000^\circ\text{C}$) có thể tạo hình, thổi, kéo thành tấm, ống, sợi.

5.2. Nguyên tắc chế tạo kính

Nguyên liệu chính 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°C .

Nhiệt độ $800 - 900^\circ\text{C}$ là nhiệt độ hình thành silicat. Vào cuối thời kì hình thành silicat nhiệt độ $1150 \div 1200^\circ\text{C}$ khối thủy tinh trở thành trong suốt nhưng vẫn còn chứa nhiều bọt khí, việc tách bọt khí kết thúc ở $1400 \div 1500^\circ\text{C}$. 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 phải hạ nhiệt độ xuống đến $200 \div 300^\circ\text{C}$. Độ dẻo của khối thủy tinh phụ thuộc vào thành phần hóa học của nó. Các oxyt SiO_2 , Al_2O_3 làm tăng độ dẻo, còn các oxyt Na_2O , 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.

5.3. Kính phẳng

Kính phẳng dùng để làm kính cửa sổ, cửa đi, mặt kính các quầy trưng bày, để hoàn thiện bên trong và 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 các chiều dày khác nhau : 2 ; 2,5 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 10 mm. Khi chiều dày của kính tăng, khả năng xuyên sáng của nó giảm.

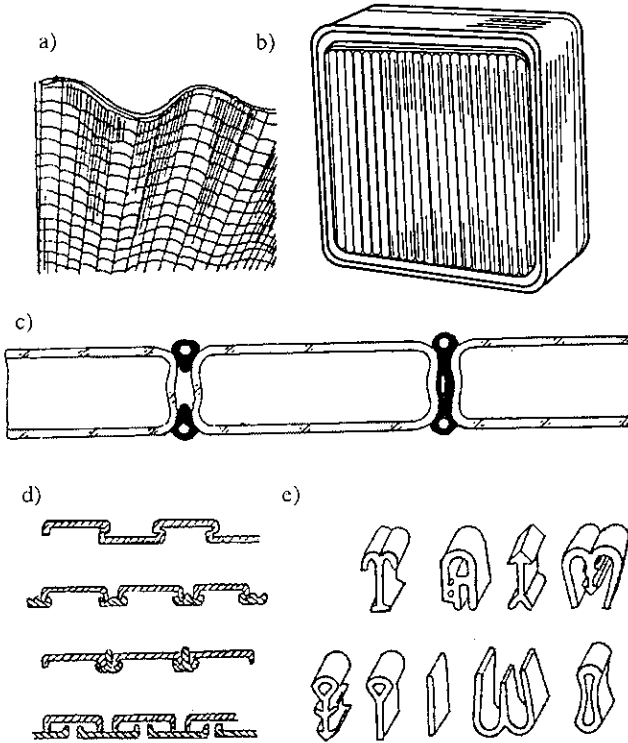
Kính dùng để bung quày trung bày được chế tạo bằng cách đánh bóng hoặc không đánh bóng với kích thước $3,4 \times 4,5$ m và chiều dày $5 \div 12$ mm. Trong xây dựng còn dùng cả kính cường độ cao như kính tôi và kính có cốt. Để chế tạo những loại kính có các tính chất đặc biệt trong quá trình sản xuất người ta có thể cho thêm các oxyt kim loại hoặc phủ trên mặt kính những màng kim loại, màng oxyt hoặc màng bột màu. Để lớp phủ đồng nhất, quá trình phủ 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 ($540 \div 650^{\circ}\text{C}$) 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 quày trưng bày, quày 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 crôm hoặc niken. Do bị ép chặt trong kính, 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 (hình 5-1a).

Kính hút nhiệt (giữ nhiệt) về thành phần khác với kính thường ở chỗ có chứa các oxyt sắt, coban và niken. Nhờ đó mà có màu xanh nhạt. Kính hút nhiệt giữ được $70 \div 75\%$ tia hồng ngoại ($2 \div 3$ 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 oxýt chì và oxýt liti, v.v... Hệ số nở vì nhiệt khoảng $2 \div 4 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, có nghĩa là nhỏ hơn kính thường đến $2 \div 3$ lần. 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.



Hình 5-1. Các dạng vật liệu và sản phẩm thủy tinh.

a - kính lượn sóng có cốt ; b - bloc thủy tinh ; c - tiết diện ngang sản phẩm dạng hộp ; d - tiết diện ngang sản phẩm chữ U ; e - chi tiết đệm bằng chất dẻo.

5.4. Các sản phẩm thủy tinh

Blóc thủy tinh rộng có khả năng tán xạ ánh sáng lớn. Những ô cửa sổ, vách ngăn chế tạo từ bloc thủy tinh có tính chất cách nhiệt và cách âm tốt. Bloc thủy tinh thường gồm hai nửa gắn lại với nhau, ở giữa rỗng. Dạng phổ biến nhất của

blóc thủy tinh là dạng có vân khía ở bên trong (hình 5-1b). Tính chất của blóc thủy tinh rỗng : độ xuyên sáng không nhỏ hơn 65%, độ tán xạ - 25% hệ số dẫn nhiệt 0,34 kCal/m.^oC.h.

Ngoài blóc thông thường người ta còn sản xuất các blóc màu, blóc hai ngăn (cách nhiệt) và blóc hướng ánh sáng.

Thủy tinh xếp lớp bao gồm hai hoặc ba tấm thủy tinh xen giữa là lớp đệm không khí bị bịt kín. Vì vậy kính lắp bằng sản phẩm này có 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 tối, 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 thực phẩm và công nghiệp hóa học. Nhược điểm chính của ống là giòn, chịu uốn và va đập kém ; và tính ổn định nhiệt không cao (khoảng 40^oC). Hiện nay người ta đã sản xuất được các loại ống bền nhiệt, với hệ số nở nhiệt thấp, từ thủy tinh borosilicat.

Chương 6

VẬT LIỆU KIM LOẠI

Kim loại đen dùng trong xây dựng là thép và gang. Kim loại màu thường dùng trong xây dựng là hợp kim nhôm.

Kim loại thường được sử dụng trong các công trình cầu, đường sắt, trạm phát điện, ... cũng như các công trình dân dụng, văn hóa thể thao. Chúng có ưu điểm là cường độ chịu lực cao, nhẹ hơn bê tông, nhưng lại dễ bị tác dụng ăn mòn của môi trường.

6.1. Phân loại

Vật liệu kim loại được chia làm hai loại : kim loại đen và kim loại màu.

Kim loại đen (thép và gang) là hỗn hợp sắt - carbon với một số nguyên tố khác như silic, mangan, photpho, lưu huỳnh, v.v... Việc chia ra thép và gang chủ yếu dựa vào hàm lượng C trong hợp kim. Gang có hàm lượng C $\geq 2\%$; trong gang thường C $\leq 6\%$. Thép là hợp kim sắt - carbon có hàm lượng C $< 2\%$. Theo hàm lượng carbon chia ra : thép carbon thấp ($\leq 0,25\%$), trung bình ($0,25 \div 0,6\%$) và cao ($0,6\% \div 2\%$).

Khi tăng lượng carbon, tính chất của thép cũng thay đổi : độ dẻo giảm, cường độ và độ giòn tăng. Trong các kết cấu xây dựng chịu tải trọng động thì nên dùng thép carbon thấp.

Để tăng cường các tính chất kĩ thuật của gang và thép có thể cho thêm những nguyên tố kim loại khác như mangan, crôm, niken, molipden, nhôm, đồng, ... Nếu tổng lượng các nguyên tố này $\leq 2,5\%$ thì gọi là thép hợp kim thấp, từ 2,5 đến 10% là thép hợp kim vừa, $> 10\%$ - thép hợp kim cao. Trong xây dựng chỉ dùng thép hợp kim thấp.

Thành phần các nguyên tố khác trong thép khoảng 1%.

Nhờ các nguyên tố cho thêm vào mà tính chống ăn mòn, tính đàn hồi và các tính chất kĩ thuật khác của thép và gang được tăng cường.

Kim loại màu được chia làm hai loại : nhẹ và nặng. Nhôm và magiê thuộc loại nhẹ. Loại nặng bao gồm : đồng, thiếc và hợp kim. Kim loại màu được dùng trong các công trình đặc biệt để chống ăn mòn do khí quyển.

6.2. Cấu trúc tinh thể của kim loại

Tất cả các kim loại và hầu hết các hợp kim của chúng khi ở trạng thái rắn đều là chất kết tinh (cấu trúc tinh thể). Chúng có nhiệt độ nóng chảy (hoặc đông cứng) nhất định, có nghĩa là có sự thay đổi rõ rệt từ trạng thái nguyên tử sắp xếp không trật tự (lỏng) sang trạng thái có trật tự (rắn, kết tinh). Mạng tinh thể là mô hình không gian của sự sắp xếp các chất điểm trong chất kết tinh.

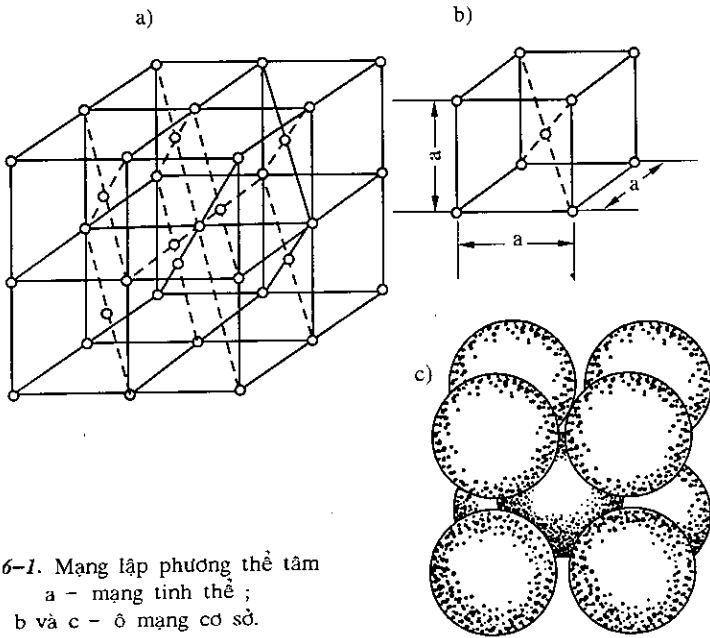
6.2.1. Các dạng mạng tinh thể thường gặp của kim loại

Trong các kim loại thường hay gặp ba dạng mạng tinh thể : lập phương thể tâm, lập phương diện tâm và lục giác xếp chặt. Trong thép nhiệt luyện, hay gặp mactenxit có kiểu mạng lập phương thể tâm.

Mạng lập phương thể tâm (hình 6-1) :

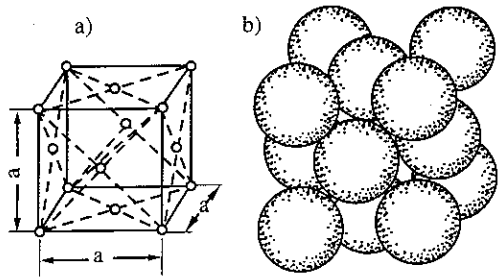
Các nguyên tử (ion) nằm ở các đỉnh và ở giữa (tâm) các khối hình lập phương. Hình 6-1a giới thiệu một phần của mạng tinh thể lập phương thể tâm, còn các hình 6-1b và 6-1c trình bày một ô mạng cơ sở của nó ; trong đó hình 6-1b vẽ một cách quy ước, còn hình 6-1c biểu diễn gần như thật. Trường hợp này các nguyên tử (như các quả cầu) ở các đỉnh của hình lập phương không tiếp xúc trực tiếp với nhau nhưng lại cùng tiếp xúc với nguyên tử nằm ở tâm khối ; hay nói khác đi là theo các cạnh và theo đường chéo các mặt của hình lập phương thì các nguyên tử nằm cách rời nhau, còn theo đường chéo của khối lập phương thì các nguyên tử nằm sát nhau.

Các kim loại Fe, Cr, W, Mo, ... có kiểu mạng này.



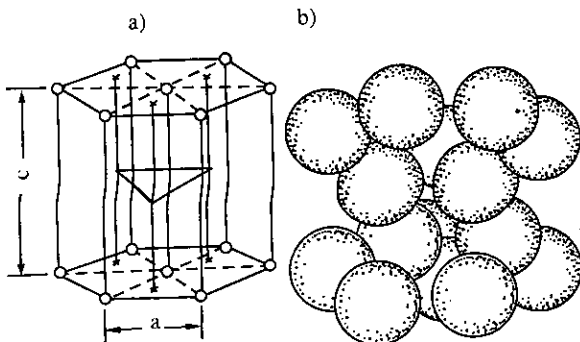
Hình 6-1. Mạng lập phương thể tâm
 a - mạng tinh thể ;
 b và c - ô mạng cơ sở.

Trong mạng lập phương diện tâm (hình 6-2), các nguyên tử (ion) nằm ở các đỉnh và giữa (tâm) các mặt của hình lập phương. Bốn nguyên tử ở trên bốn đỉnh của mặt thì không tiếp xúc với nhau nhưng lại cùng tiếp xúc với nguyên tử nằm ở giữa mặt. Mạng lập phương diện tâm đặc trưng cho cấu trúc của Fe, Cu, Ni, Al, Pb,...



Hình 6-2. Mạng lập phương diện tâm.
 a và b - ô mạng cơ sở.

Mạng lục giác xếp chặt : Hình 6-3 giới thiệu một ô mạng cơ sở lục giác xếp chặt, trong đó 12 nguyên tử nằm ở các đỉnh,



Hình 6-3. Mạng lục giác xếp chặt.
a và b - ô mạng cơ sở.

2 nguyên tử nằm ở giữa hai mặt đáy của hình lăng trụ lục giác và 3 nguyên tử nằm ở trung tâm ba khối lăng trụ tam giác cạnh nhau.

Các kim loại Be, Mg, Ti và Co có kiểu mạng lục giác xếp chặt.

6.2.2. Tính thù hình của kim loại

Nhiều kim loại có đặc tính là ở các nhiệt độ và áp suất khác nhau cùng một nguyên tố có thể tồn tại ở những kiểu mạng khác nhau. Tính chất này được gọi là tính thù hình ; những kiểu mạng tinh thể khác nhau của cùng một kim loại được gọi là các dạng thù hình.

Các dạng thù hình của cùng một nguyên tố được kí hiệu bằng các chữ cái Hi Lạp α , γ , β , δ , v.v... trong đó α thông thường là dạng tồn tại ở nhiệt độ thấp, còn β , γ , δ lần lượt ở các nhiệt độ cao hơn. Khi biến đổi dạng thù hình có thể sẽ gây ra các biến đổi quan trọng về thể tích và tính chất của kim loại.

6.2.3. Sự kết tinh của kim loại

Phần lớn các kim loại sản xuất ra được luyện bằng phương pháp nấu chảy, sau đó đem đúc để thành hình sản phẩm hay bán thành phẩm. Chất lượng của vật đúc phụ thuộc vào quá trình chuyển tiếp từ trạng thái lỏng sang trạng thái tinh thể (rắn), tức là quá trình kết tinh.

Quá trình kết tinh hình thành mạng tinh thể từ trạng thái lỏng là sự kết tinh lần thứ nhất ; phân biệt với sự chuyển mạng tinh thể ở trạng thái rắn (biến đổi thù hình) được gọi là sự kết tinh lần thứ hai. Mỗi kim loại tinh khiết khi kết tinh có sự đột biến từ trạng thái sắp xếp nguyên tử không trật tự sang có trật tự ở một nhiệt độ nhất định.

Quá trình kết tinh của kim loại là một quá trình rất phức tạp. Khi hạ nhiệt độ xuống thấp hơn nhiệt độ kết tinh lí thuyết (T_s) trong kim loại lỏng xuất hiện những phần tử rắn rất nhỏ có cấu trúc tinh thể, đó là các mầm kết tinh. Quá trình tiếp theo, các mầm phát triển và trở thành tinh thể.

Trong thực tế, quá trình kết tinh bắt đầu ứng với nhiệt độ kết tinh thực T_k . Sự khác nhau giữa nhiệt độ kết tinh lí thuyết và nhiệt độ kết tinh thực là $T = T_s - T_k$ được gọi là độ quá nguội. Tốc độ nguội càng lớn thì độ quá nguội càng lớn và dẫn đến làm giảm nhiệt độ kết tinh thực. Với tốc độ nguội chậm sự kết tinh xảy ra ở nhiệt độ không đổi (đoạn nằm ngang trên biểu đồ trạng thái). Ngoài ra, tốc độ nguội còn ảnh hưởng đến cấu trúc kim loại và độ đồng nhất của nó.

Độ quá nguội ảnh hưởng đến tốc độ kết tinh và cấu trúc của kim loại vì nó ảnh hưởng đến tốc độ tạo mầm và tốc độ phát triển kích thước của tinh thể. Khi độ quá nguội nhỏ, kim loại sẽ có cấu trúc hạt lớn (chất lượng của kim loại thấp). Khi độ quá nguội lớn thì tốc độ tạo mầm lớn, tốc độ phát triển mầm lớn, kim loại sẽ có cấu trúc hạt nhỏ (tính chất cơ học của kim loại tốt).

6.2.4. Cấu trúc tinh thể của vật đúc

Kim loại lỏng sau khi luyện xong được đem đúc thành thỏi hay thành sản phẩm. Cấu tạo tinh thể của vật đúc cũng như thỏi đúc có quan hệ mật thiết đến cơ tính cũng như tính gia công áp lực khi cán tiếp theo.

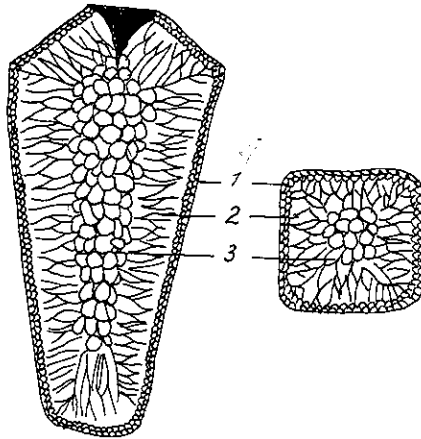
Hình dạng và độ lớn của hạt tinh thể tạo thành phụ thuộc vào độ quá nguội, tốc độ và phương tản nhiệt. Với các vật đúc và thỏi đúc khác nhau các điều kiện kể trên có thể rất khác nhau, do đó chúng có cấu trúc tinh thể không giống nhau.

Trong thỏi đúc, từ ngoài vào trong nói chung có ba khu vực kết tinh điển hình (hình 6-4).

Vùng 1 gồm các hạt tinh thể nhỏ không định hướng. Do kim loại lỏng ở lớp ngoài cùng bị nguội đột ngột, hơn nữa do tiếp xúc với thành khuôn nguội nên kết tinh với độ quá nguội lớn và hạt nhỏ.

Vùng 2 (trung gian) là vùng tinh thể hình trụ (gồm các hạt dài có trục vuông góc với thành khuôn). Vùng này kết tinh sau lớp vỏ ngoài.

Vùng 3 (trung tâm) là vùng tinh thể có cấu tạo hạt lớn, hình nhánh cây có hướng khác nhau.



Hình 6-4

Sơ đồ cấu trúc tinh thể của thỏi đúc.

6.3. Cấu tạo của hợp kim và biểu đồ trạng thái

6.3.1. Cấu tạo của hợp kim

Trong xây dựng ít sử dụng kim loại nguyên chất mà thường sử dụng hợp kim. Hợp kim có thể chứa hai hoặc nhiều nguyên tố kim loại khác nhau.

Tùy thuộc vào đặc tính tác dụng giữa các thành phần của hợp kim mà ta có hợp kim là hỗn hợp cơ học, dung dịch rắn hay hợp chất hóa học.

Hỗn hợp cơ học bao gồm từ hai thành phần trở lên, chúng không có khả năng tạo thành dung dịch rắn và cũng không có khả năng liên kết hóa học. Hỗn hợp chỉ có hai thành phần gọi là hệ thống hai pha. Thép là hợp kim phổ biến nhất, là hỗn hợp cơ học của hai pha : ferit (dung dịch rắn xen kẽ cacbon trong αFe) và xementit (Fe_3C). Thép với hàm lượng cacbon và

chế độ nhiệt luyện khác nhau sẽ tạo ra hỗn hợp cơ học của hai pha có số lượng, hình dạng và kích thước tinh thể của pha khác nhau, làm cho tính chất cơ học thay đổi trong một phạm vi rộng thích hợp cho những mục đích sử dụng khác nhau.

Dung dịch rắn là hợp kim trong đó một kim loại (chiếm phần cơ bản) là dung môi và một kim loại chiếm phần ít hơn - là kim loại hòa tan. Kim loại là dung môi vẫn giữ nguyên được cấu tạo mạng, còn kim loại hòa tan không giữ được cấu tạo mạng mà phân tán vào trong kim loại dung môi.

Tùy theo cách phân bố của kim loại hòa tan trong mạng tinh thể của kim loại dung môi mà ta có hai dạng dung dịch rắn thay thế và xen kẽ (hòa tan).

Trong dung dịch rắn thay thế, các nguyên tử hòa tan thay thế các nguyên tử dung môi tại các nút mạng. Trong dung dịch rắn hòa tan, nguyên tử hòa tan vào dung môi với một hàm lượng bất kì.

Hợp kim cũng có thể là hợp chất hóa học, cấu tạo từ một số nguyên tố, thí dụ từ hai nguyên tố A và B tạo nên công thức A_mB_n . Mạng tinh thể của A_mB_n khác với mạng tinh thể của A và B

6.3.2. Biểu đồ trạng thái của hợp kim

Biểu đồ trạng thái là biểu đồ biểu thị sự phụ thuộc của trạng thái pha (trạng thái tổ chức) vào thành phần hóa học của hợp kim và nhiệt độ kết tinh cân bằng. Biểu đồ trạng thái được xây dựng theo các số liệu thực nghiệm.

Từ biểu đồ trạng thái của hợp kim xác định được nhiệt độ chảy, nhiệt độ chuyển pha, chế độ nhiệt và công nghệ gia công hợp kim, dự đoán tính chất của hợp kim.

Khi làm nguội từ từ các kim loại nguyên chất (hệ có 1 nguyên tố) thì nhiệt độ cũng được giảm đều đều cho tới khi xuất hiện pha kết tinh. Quá trình kết tinh hoàn toàn xảy ra ở một nhiệt độ không đổi (đoạn nằm ngang trên đường nguội). Sau đó nhiệt độ tiếp tục giảm trên biểu đồ nhiệt độ - thời gian với một tốc độ khác. Hình 6-5 trình bày đường nguội của sắt nguyên chất.

Khi làm nguội từ từ hợp kim hai nguyên tố, đường nguội có hình dạng phức tạp hơn. Nếu thay đổi tỉ lệ của từng nguyên tố tạo nên hợp kim sẽ dẫn đến sự thay đổi nhiệt độ kết tinh của hợp kim. Biểu đồ trạng thái hai nguyên tố (cấu tạo) biểu thị quan hệ giữa nhiệt độ và thành phần hợp kim. Mỗi điểm nhiệt độ trên trục hoành sẽ có một hợp kim có thành phần xác định theo trục tung. Khoảng diện tích giữa hai trục, được các đường chia thành các vùng có trạng thái tổ chức giống nhau.

Theo các số liệu thực nghiệm xây dựng được biểu đồ trạng thái của hợp kim bằng cách chuyển các điểm đặc tính ở biểu đồ nhiệt độ - thời gian sang biểu đồ nhiệt độ - thành phần.

Hợp kim sắt - cacbon

Hợp kim sắt - cacbon (thép và gang) có hai cấu tử chính là sắt và cacbon.

Sắt là nguyên tố kim loại thuộc nhóm 6 của hệ thống tuần hoàn nguyên tố hóa học. Nó có khối lượng nguyên tử bằng 56, nhiệt độ nóng chảy 1539°C . Hợp chất hóa học của sắt và cacbon có công thức Fe_3C . Sắt nguyên chất (99,8 ÷ 99,9% Fe) có giới hạn bền kéo 2500 kG/cm^2 , giới hạn chảy 1200 kG/cm^2 , độ giãn dài tương đối là 50%.

Sắt có các dạng thù hình αFe , γFe , βFe , δFe , song chỉ αFe và γFe có ý nghĩa thực tế.

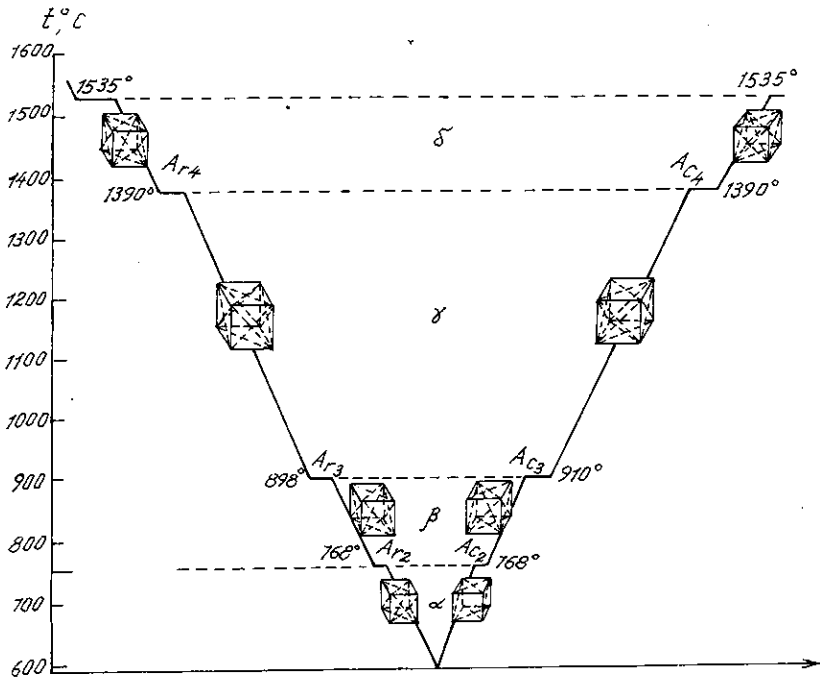
Sắt có hai kiểu mạng tinh thể : lập phương thể tâm và lập phương diện tâm.

Mạng tinh thể lập phương thể tâm tồn tại ở hai khoảng nhiệt độ : dưới 910°C là βFe ; dưới 768°C là αFe có từ tính.

Mạng lập phương diện tâm tồn tại ở khoảng $910 \div 1392^{\circ}\text{C}$ là γFe . Ở nhiệt độ 898°C thì γFe chuyển thành βFe , và ở nhiệt độ 768°C βFe chuyển thành αFe .

γFe có ý nghĩa thực tế rất lớn, nó hòa tan đến 2,14% cacbon ở nhiệt độ 1147°C tạo nên dung dịch rắn là austenit.

Khả năng hòa tan C trong αFe rất thấp (0,02% đến 0,006%C). Dung dịch rắn của αFe và cacbon là ferit.



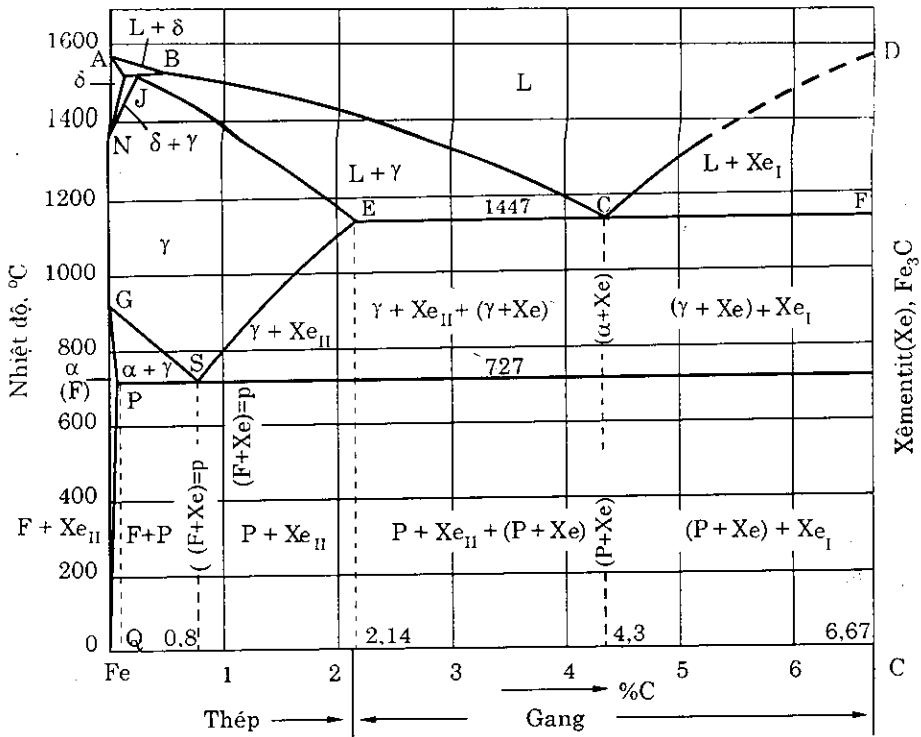
Hình 6-5. Đường nguội của sắt tinh khiết.

Sắt và carbon tạo nên hợp chất hóa học Fe_3C với 6,67% gọi là xementit. Xementit có cấu trúc tinh thể rất phức tạp, nhiệt độ nóng chảy ở khoảng $1500^{\circ}C$.

Ferit có tính dẻo và dai cao, cường độ không cao ($R_k = 2500 \text{ kG/cm}^2$, độ giãn dài tương đối 50%). Auxtenit có độ dẻo cao, giới hạn cường độ chịu kéo thấp (2200 kG/cm^2). Xementit có độ dẻo thấp, độ cứng cao ($HB = 100 \text{ kG/mm}^2$), giòn.

Biểu đồ trạng thái của hợp kim sắt - carbon

Trên biểu đồ hình 6-6 trình bày cấu tạo pha và cấu tạo của hợp kim với thành phần từ sắt nguyên chất đến xementit ($C = 6,67\%$). Trên trục hoành trình bày lượng C (%) và tỉ lệ xementit tương đương ($0 \div 100\%$), còn trục tung là nhiệt độ.



Hình 6-6. Giản đồ trạng thái sắt - cacbon (sắt xementit).

Điểm A, D trên biểu đồ biểu thị nhiệt độ nóng chảy của sắt nguyên chất (1539°C) và xementit (1500°C), đường ABCD - đường lỏng, ANJECF - đường đặc. Hợp kim lỏng (L) là dung dịch lỏng của C trong sắt tồn tại trên đường ABCD.

Khi nguội, hợp kim lỏng bắt đầu kết tinh và sau đó rắn chắc. Đó là quá trình thay đổi cấu trúc pha, tức các dạng thù hình của sắt, thay đổi độ hòa tan của cacbon và auxtenit và ferit.

Theo lượng cacbon trong hợp kim sắt - cacbon chia ra thép ($C = 0 \div 2,14\%$) và gang có lượng cacbon lớn hơn 2,14%.

Điểm E ($C=2,14\%$) là điểm giới hạn để phân biệt thép và gang.

Theo lượng cacbon chia ra ba loại thép :

- Thép trước cùng tinh có thành phần cacbon nhỏ hơn $0,8\%$ với tổ chức peclit (P) và ferit (F), hợp kim rất ít cacbon (C đến $0,02\%$, ứng với điểm P trên biểu đồ) - gọi là sắt kỹ thuật. Sự kết tinh của thép trước cùng tinh theo đường ABC và ANJE.

- Thép cùng tinh có thành phần cacbon $0,8\%$, tổ chức peclit (trên đường PSK, $t^{\circ} = 727^{\circ}\text{C}$).

- Thép sau cùng tinh có thành phần cacbon lớn hơn $0,8\%$ và đến $2,14\%$. Khi nhiệt độ lớn hơn đường SE trong thép chỉ có auxtenit (γ). Khi nhiệt độ nhỏ hơn đường SE (nhỏ hơn 727°C) thép sau cùng tinh có tổ chức peclit và xementit thứ hai (Xe_{II}).

Gang theo thành phần cacbon cũng chia ra 3 loại :

- Gang trắng trước cùng tinh có C nhỏ hơn $4,3\%$ (phân bố giữa đường BC và ED), tạo ra từ hai pha : lỏng và auxtenit ($L + \gamma$). Ở nhiệt độ cùng tinh 1147°C hợp kim lỏng kết tinh tạo ra lédêburit (Le). Gang trước cùng tinh ở giữa đường EC, PSK (727°C) có các tổ chức auxtenit, xementit thứ 2 (Xe_{II}) và lédêburit ($\gamma + Xe$). Dưới 727°C auxtenit chuyển thành peclit.

- Gang cùng tinh có thành phần $C = 4,3\%$ (điểm C) chỉ có một tổ chức là lédêburit ($\gamma + Xe$).

- Gang sau cùng tinh có thành phần cacbon lớn hơn $4,3\%$ với tổ chức lédêburit và xementit thứ nhất (Xe_I).

Như vậy các tổ chức của hợp kim sắt - cacbon như sau : xementit (Xe_I, Xe_{II}), ferit (F), auxtenit (γ) là các tổ chức một pha (đã trình bày ở phần trên). Tổ chức hai pha gồm : peclit (P) là hỗn hợp cơ học của ferit và xementit ($F + Xe$), có tính chất là trung gian kết hợp giữa ferit và xementit. Peclit có độ cứng, độ bền cao, độ dẻo thấp (giới hạn độ bền từ $8200 \div 13.300 \text{ kg/cm}^2$, độ giãn dài tương đối 11%).

Lédêburit là hỗn hợp cơ học của ferit và xementit. Lédêburit rất cứng và giòn.

6.4. Các tính chất cơ học của vật liệu kim loại

6.4.1. Biến dạng

Khi chịu tác dụng của tải trọng, kim loại có 3 giai đoạn *biến dạng* : *biến dạng đàn hồi, biến dạng dẻo và phá hủy*. Quan hệ giữa biến dạng (Δl) và tải trọng P được giới thiệu ở hình 6-7.

Biến dạng đàn hồi có quan hệ giữa Δl và P là bậc nhất (Biến dạng mất đi khi tải trọng ngừng tác dụng).

Biến dạng dẻo là biến dạng xảy ra khi tải trọng vượt quá tải trọng đàn hồi khi đó quan hệ giữa Δl và P không còn là bậc nhất nữa. Nguyên nhân gây ra biến dạng dẻo là sự trượt mạng tinh thể.

Giai đoạn phá hoại khi tải trọng đạt giá trị cực đại P_{\max} , vết nứt xuất hiện và mẫu bị phá hoại.

Biến dạng dẻo là đặc trưng quan trọng của kim loại, nó làm cho kim loại có khả năng gia công nhiệt để tạo ra những tính chất phù hợp với điều kiện sử dụng.

Đặc trưng cho biến dạng của kim loại là độ giãn dài tương đối và độ thắt tương đối.

Độ giãn dài tương đối δ là tỉ số phần trăm giữa độ giãn dài sau khi kéo Δl và độ dài ban đầu l_0 của mẫu và được xác định theo công thức

$$\delta = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%.$$

Độ thắt tương đối ψ 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 thắt (đứt).

6.4.2. Cường độ

Khi thí nghiệm kéo mẫu thử (hình 6-7) đặc trưng cường độ vật liệu kim loại là ba chỉ tiêu sau :



Giới hạn đàn hồi (σ_p) là ứng suất lớn nhất ứng với tải trọng P_p :

$$\sigma_p = \frac{P_p}{F_o}, \text{ kG/cm}^2 ;$$

Giới hạn chảy σ_c là ứng suất khi kim loại chảy (tải trọng không đổi nhưng chiều dài tiếp tục tăng) :

$$\sigma_c = \frac{P_c}{F_o}, \text{ kG/cm}^2 ;$$

Trong kĩ thuật, người ta dùng giới hạn chảy quy ước $\sigma_{0,2}$ đó là ứng suất ứng với trạng thái có biến dạng dư bằng 0,2% chiều dài ban đầu của mẫu.

Giới hạn bền σ_b (khi mẫu bị phá hoại) :

$$\sigma_b = \frac{P_{\max}}{F_o}, \text{ kG/cm}^2$$

6.4.3. Độ bền xung kích (va chạm)

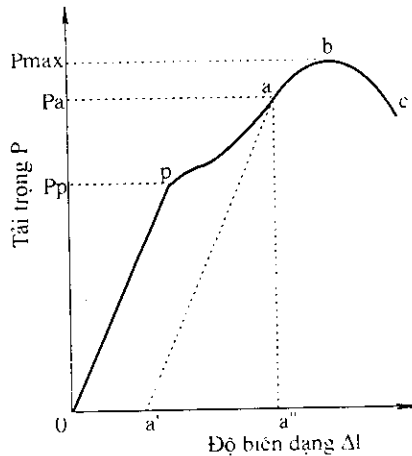
Độ bền xung kích là khả năng của thép chống lại tác dụng của tải trọng va chạm, được thí nghiệm trên mẫu có kích thước $1 \times 1 \text{ cm}$ và được kí hiệu là $a_K, \text{ kG/cm}^2$.

6.4.4. Độ cứng

Độ cứng của kim loại dùng trong xây dựng được xác định theo phương pháp Brinen. Giới hạn độ cứng của thép xây dựng từ 300 - 400.

6.5. Các loại thép xây dựng

Trong xây dựng chủ yếu sử dụng thép cacbon và thép hợp kim thấp.



Hình 6-7

Biểu đồ kéo của kim loại.

Bảng 6-1

Số hiệu thép		$\sigma_b, N/mm^2$	$\sigma_{0,2} N/mm^2$	$\delta, \%$	Số hiệu thép		$\sigma_b, N/mm^2$	$\sigma_{0,2} N/mm^2$	$\delta, \%$
					Nga	Việt Nam			
CT0	CT31	≥ 310	-	20	CT14	CT42	420-540	240	21
CT1	CT33	320-420	-	31	CT5	CT51	500-640	250	17
CT2	CT34	340-440	200	29	CT6	CT61	600	300	12
CT3	CT38	380-490	210	23					

Bảng 6 - 2

Số hiệu thép		C, %	Mn, %	Si trong thép, %			S%	P%
				sỏi	nửa lặng	lặng		
CT0	BCT31	0,23	-	-	-	-	0,06	0,07
CT1	BCT33	0,06-0,12	0,25-0,50	0,05-0,17	0,12-0,30	0,12-0,30	0,05	0,04
CT2	BCT34	0,09-0,15	0,25-0,50	0,05-0,17	0,12-0,30	0,12-0,30	0,05	0,04
CT3	BCT38	0,14-0,22	0,30-0,65	0,05-0,17	0,12-0,30	0,12-0,30	0,05	0,04
CT4	BCT42	0,18-0,27	0,40-0,70	0,05-0,17	0,12-0,30	0,12-0,30	0,05	0,04
CT5	BCT51	0,28-0,37	0,50-0,80	0,05-0,17	0,15-0,35	0,15-0,35	0,05	0,04
CT6	BCT61	0,38-0,49	0,50-0,80	0,05-0,17	0,15-0,35	0,15-0,35	0,05	0,04

6.5.1. Thép cacbon

1. Thành phần hóa học

Thành phần hóa học của thép cacbon gồm chủ yếu là Fe và C ; ngoài ra còn chứa một số nguyên tố khác nữa tùy theo điều kiện luyện thép : $Mn \leq 0,8\%$, $Si \leq 0,5\%$; P, S $\leq 0,05\%$; Cr, Ni, Cu, W, Mo, Ti - rất ít ($0,1 \div 0,2\%$).

Mn, Si là hai tạp chất có tác dụng nâng cao cơ tính của thép cacbon ; P, S là tạp chất giảm chất lượng thép, nâng cao tính giòn nguội trong thép, nhưng lại tạo tính dễ cắt gọt cho thép.

2. Phân loại thép cacbon

- Theo phương pháp luyện thép chia ra ba loại thép cacbon : *Thép lò Mactanh* (cổ điển) có chất lượng tốt, khử P, S khá tốt. *Thép lò thổi oxy* : cho sản lượng cao, song khử P, S kém. *Thép cacbon đặc biệt* được chế tạo trong các lò điện.

- Theo phương pháp khử oxy chia ra *thép sôi* (khử chưa hết FeO), *thép lặng* (khử hết FeO) và *thép nửa lặng*.

- Theo phạm vi sử dụng chia ra *thép cacbon xây dựng*, *thép cacbon kết cấu* (chi tiết máy) và *thép dụng cụ*.

3. Các loại thép cacbon.

Vật liệu thép cacbon thường ở dạng dũa qua cán nóng (tấm, thanh, dây, thép hình chữ U, I, thép góc...) chủ yếu để dùng trong xây dựng, không được gia công tiếp theo để tăng chất lượng. Thành phần lưu huỳnh và photpho khá cao (S < 0,06% ; P < 0,07%).

Tiêu chuẩn Việt Nam quy định kí hiệu thép cacbon thường, nhóm A bằng 2 chữ GT và sau đó là độ bền giới hạn (kG/cm^2).

Tiêu chuẩn Nga kí hiệu là CT và sau là chỉ số 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 (số nhóm tăng thì thành phần C tăng và cơ tính cũng tăng).

Thép cacbon thường chia ra ba loại A, B, C.

Loại A là thép cacbon thường chỉ quy định về cơ tính. Bảng 6-1 trình bày cơ tính của thép cacbon thường loại A của Việt Nam và Nga (TCVN 1765 - 75 và Tiêu chuẩn Nga 380 - 71).

Thép loại CT0 thường dùng làm các chi tiết như đinh tán, bulông thường. Trong xây dựng cầu và cốt thép cho BTCT dùng CT3, CT5. Loại CT3-CT6 có thể dùng trong cơ khí làm chi tiết máy.

Thép loại B là thép cacbon thường chỉ quy định về thành phần hóa học. Loại thép này được dùng trong các kết cấu khi chế tạo phải gia công nhiệt (rèn, hàn, nhiệt luyện).

Thành phần hóa học của thép B được giới thiệu ở bảng 6-2 (Tiêu chuẩn 380-71 Nga).

Thép loại C là thép cacbon thường được quy định cả về cơ tính lẫn thành phần. Loại thép này trong kí hiệu Việt Nam thêm chữ C, còn Nga thêm chữ B. Loại thép này có cơ tính như thép loại A và có thành phần hóa học như thép loại B cùng loại. Thép loại C thường dùng trong các kết cấu hàn và cốt thép cho bê tông cốt thép.

Thép cacbon chất lượng tốt (thép kết cấu). Thép loại này chứa ít tạp chất có hại hơn thép loại thường ($S < 0,04\%$; $P < 0,035\%$) và được quy định cả về cơ tính và thành phần hóa học. Kí hiệu có ghi số phần vạn cacbon trong thép (Nga kí hiệu từ 08-85 ; Việt Nam : C8 - C85). Thép loại này chỉ dùng để chế tạo chi tiết máy.

6.5.2. Thép hợp kim

1. Thành phần hóa học

Thép hợp kim là loại thép ngoài thành phần Fe, C, tạp chất do chế tạo, còn có các nguyên tố đặc biệt được đưa vào với một lượng nhất định, để thay đổi cấu trúc và tính chất của thép. Đó là các nguyên tố hợp kim : Cr, Ni, Mn, Si, W, V, Mo, Ti, Cu, B.

Giới hạn lượng chứa để từ đó phân chia ranh giới giữa khi là tạp chất và khi là thành phần hợp kim của các nguyên tố đó như sau :

Mn - 0,8 - 1,0% Si - 0,5 - 0,8% Cr - 0,2 - 0,8%
Ni - 0,2 - 0,6% W - 0,1 - 0,5% Mo - 0,05 - 0,2%
Ti \geq 0,1% ; Cu \geq 0,1% ; B \geq 0,002%.

Thép hợp kim có cơ tính cao hơn thép cacbon, chịu được nhiệt độ cao hơn và có những tính chất vật lí và hóa học đặc biệt như chống tác dụng ăn mòn của môi trường cao, ...

2. Các cách kí hiệu thép hợp kim

Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1659-75, thép hợp kim được kí hiệu bằng hệ thống kí hiệu hóa học và số (tỉ lệ % các nguyên tố trong hợp kim). Thí dụ thép 9 Mn2 có 0,09%C, 2%Mn.

Theo tiêu chuẩn Nga, thép hợp kim được kí hiệu theo hệ thống chữ đầu tiếng Nga của tên các nguyên tố hóa học và tỉ lệ phần trăm của chúng trong hợp kim. Ví dụ : Crôm - X ; Niken - H ; Vonfram - B ; Silic - C ; Nitơ - A ; Cöban - K ; v.v... Các con số chỉ phần vạn cho cacbon và phần trăm các nguyên tố khác (\geq 1%). Ví dụ : thép hợp kim 12Г2 có 0,12%C, 2%Mn. Loại thép chất lượng cao phía cuối kí hiệu có ghi chữ A.

Tiêu chuẩn Trung Quốc kí hiệu thép giống của Liên Xô cũ chỉ thay các chữ bằng kí hiệu hóa học.

Tiêu chuẩn Mỹ thì kí hiệu thép hợp kim theo SAE - Hội kĩ sư ôtô Mỹ - dùng hệ thống chữ số để kí hiệu. Hai số đầu ghi loại thép (ví dụ : 2 - niken ; 3 - crôm - niken ; 5 - thép crôm, ... 13 - thép mangan, 10 - thép cacbon,...) các số sau chỉ phần vạn cacbon trung bình.

Ví dụ : SAE 2320 là : thép niken (2), 3%Ni (3), và 0,20%C (20).

Thép hợp kim của Nhật kí hiệu theo JIS. Các loại thép đều bắt đầu từ chữ cái biểu thị loại thép (S - thép cán, M - thép hàn, B - thép nổi hơi). Đối với thép cacbon kết cấu kí hiệu : S - chữ số chỉ phần vạn cacbon, ví dụ : S100C là thép cacbon có 0,1%C. Đối với thép hợp kim kí hiệu như sau : S tiếp đến

chữ cái tiếng Anh chỉ tên nguyên tố hợp kim, rồi đến số thứ tự, ví dụ : SNC 3 - thép hợp kim niken - crôm số 3.

3. Thép hợp kim thấp dùng trong xây dựng

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.

Ngày nay kết cấu thép thường là kết cấu hàn. Vì vậy để sử dụng phù hợp với công nghệ cần dùng các loại thép hàn hợp kim cacbon thấp (lượng C \leq 0,22 đến 0,25%), có cường độ cao và dùng các phụ gia hợp kim rẻ tiền - silic và mangan.

Thép hợp kim thấp Nga có kí hiệu 17ГC ; 16ГAФ. Chúng chứa 0,01%N và 0,1%C, có độ dẻo cao ($\delta = 23-25\%$), độ bền va đập và cường độ cao ; giới hạn cường độ khi kéo là 5500-6000 và giới hạn chảy 3500-4500 kg/cm².

Trong kết cấu bê tông cốt thép có thể dùng thép hợp kim loại 35ГC, 18Г2C, 25Г2C.

Trong kết cấu BTCT ứng suất trước có thể dùng cốt thép cường độ cao, thép hợp kim trung bình, hợp kim cao và hợp kim thấp mác 45C, 80C, 35ГC, 20ХГ2C, 20Х2Г2Т. Các loại mác thép để làm cốt thép cho kết cấu bê tông cốt thép xem ở bảng 6-3 (Tiêu chuẩn Nga).

Bảng 6-3

Loại cốt thép	d, mm	Mác của thép	Loại thép
AI	6 - 40	CT3	Thép cacbon thường nhóm A, B
AI	10 - 40	BMCT5ΠC BKCT5ΠC	Thép cacbon thường nhóm B
	40 - 90	18Г2C	Thép cacbon thấp
AIII	6 - 40	25Г2C, 35ГC	Thép hợp kim cacbon, silic, mangan
AIV	10 - 32	20ХГ2Ц	Thép hợp kim cacbon, mangan, thiếc
	10 - 18	20ХГCT	Thép hợp kim cacbon, crôm, silic, mangan, titan
AV	10 - 18	23 X2Г2	Thép crôm, mangan, thiếc
ATK	6 - 9	65Г, 60C2	Thép hợp kim thấp, silic, mangan.

6.6. Gang

6.6.1. Thành phần hóa học của gang

Gang là hợp kim sắt - cacbon với lượng cacbon $\geq 2,14\%$. Hai nguyên tố khác thường có trong gang là mangan và silic, ngoài ra còn chứa cả photpho và lưu huỳnh.

6.6.2. Cấu trúc của gang

Theo cấu trúc vi mô gang chia ra 4 loại : trắng, xám, cầu và dẻo. Gang trắng có cấu trúc hỗn hợp ledeburit. Trong gang xám, cầu và dẻo cacbon phần lớn ở dạng tự do - grafit.

6.6.3. Gang xám

Gang xám là loại gang chủ yếu dùng trong xây dựng (gối cầu và các chi tiết cấu tạo khác). Gang xám gồm các grafit ở dạng tấm có dạng hình lục giác.

Giới hạn bền kéo của gang xám thấp, thường chỉ bằng $1/3 - 1/5$ giới hạn bền nén. So với thép giới hạn bền nén không thấp hơn nhiều, nhưng độ dẻo, độ đặc thì rất thấp.

Theo TCVN 1659 - 75 (gang xám kí hiệu là GX và hai số theo sau đó là giới hạn bền kéo và giới hạn bền uốn tính theo kG/mm^2) gang xám được phân ra 11 loại từ GX - 00 đến GX - 44 - 64. Trong xây dựng thường phải dùng những loại gang xám từ GX 32 - 52 trở lên.

6.6.4. Gang cầu

Gang cầu gồm những hạt grafit hình cầu, có độ bền cao và chống va đập tốt. Khi chịu lực, cấu trúc hình cầu làm cho gang cầu có độ bền kéo, nén cao ; có độ dẻo và dai nhất định. Theo tiêu chuẩn Việt Nam gang cầu có kí hiệu là GC với hai số tiếp theo đó là giới hạn bền kéo và độ giãn dài.

Gang cầu có 9 mác từ GC 38 - 17 đến GC 120 - 4.

6.7. Hợp kim nhôm

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 cường độ cao, nhẹ và chống lại tác dụng ăn mòn cao hơn so với thép. Hợp kim nhôm phổ biến nhất là đũa và silumin.

6.7.1. Đũa

Đũa là hợp kim của nhôm với đồng ($< 4\%$), crôm ($< 12\%$), manhê ($< 7\%$), mangan ($< 1\%$). Sau khi gia công nhiệt và cho hóa già tính chất cơ học của nó nằm trong giới hạn sau : giới hạn chảy $1700 \div 2800 \text{ kG/cm}^2$, độ bền kéo $1700 \div 4400 \text{ kG/cm}^2$, độ giãn dài tương đối $6 \div 24\%$, độ cứng Brinen $40 \div 100 \cdot \text{kG/mm}^2$.

6.7.2. Silumin

Silumin là hợp kim của nhôm với silic SiO_2 ($10 - 14\%$). Chúng có chất lượng cao, độ bền kéo đến 2000 kG/cm^2 , độ cứng Brinen $50 \div 70 \text{ kG/mm}^2$.

6.8. Sự ăn mòn kim loại

Ăn mòn kim loại là sự tác dụng hóa học của môi trường trên bề mặt kim loại. Có hai loại ăn mòn : ăn mòn hóa học và ăn mòn điện hóa.

6.8.1. Ăn mòn hóa học

Ăn mòn hóa học là sự phá hủy do tác dụng hóa học trực tiếp giữa kim loại và môi trường xung quanh, không có phát sinh dòng điện. Loại ăn mòn này chỉ xảy ra trong môi trường không điện li và ít gặp trong thực tế.

6.8.2. Ăn mòn điện hóa

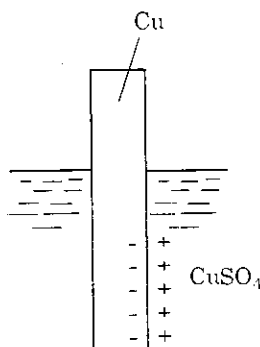
Ăn mòn điện hóa là loại ăn mòn rất phổ biến, xảy ra trong dung dịch điện li với đặc điểm là có phát sinh dòng điện. Kim loại bị gỉ, hỏng khi để ở trong các môi trường không khí, nước, axit, bazơ, dung dịch muối, đều do tác dụng của loại ăn mòn này.

Khi kim loại tiếp xúc với môi trường điện li, các ion của môi trường sẽ tác dụng với ion của kim loại.

Các ion kim loại bị chuyển vào dung dịch điện li và để lại trong kim loại những điện tử thừa. Kim loại trở nên tích điện âm, còn dung dịch điện li tích điện dương. Ở miền ranh giới giữa chúng tạo ra lớp điện tích kép, có điện thế nhất định gọi là thế điện cực. Hình 6 - 8 trình bày lớp điện tích kép đó khi nhúng thanh đồng vào dung dịch điện li CuSO_4 .

Khi nhúng hai thanh kim loại có thế điện cực khác nhau vào cùng một dung dịch điện li, rồi nối chúng bằng dây dẫn thì sẽ xuất hiện dòng điện ; trong đó kim loại có thế điện cực thấp hơn sẽ là anốt và sẽ bị hòa tan vào dung dịch. Ví dụ hai thanh Cu và Fe cùng bị nhúng vào dung dịch muối ăn thì chỉ có Fe bị ăn mòn.

Các vật liệu kim loại dùng trong công nghiệp rất không sạch và gồm nhiều pha. Những pha này có thế điện cực khác nhau ở trong cùng một môi trường điện li, do vậy rất dễ bị ăn mòn (hòa tan) điện hóa. Ví dụ thép cacbon luôn gồm có hai pha là ferit và xementit, trong đó ferit gần như là sắt nguyên chất và có thế điện cực là âm, còn xementit có thế điện cực là dương. Trong dung dịch điện li, giữa ferit và xementit sẽ phát sinh dòng điện, làm cho ferit (anốt) bị hòa tan. Trong một thanh thép có vô vàn các phần tử ferit và xementit, từng cặp giữa chúng sẽ tạo nên các bộ pin có kích thước rất nhỏ và gọi là pin tế vi và là nguyên nhân gây ra ăn mòn điện hóa thép cacbon.



Hình 6-8. Lớp điện tích kép khi nhúng thanh đồng vào dung dịch điện li CuSO_4 .

Nguyên nhân thép cacbon bị gỉ ở trong không khí cũng như vậy. Không khí luôn chứa hơi nước nên trên bề mặt kim loại luôn có màng nước rất mỏng. Khí CO_2 và các khí khác do công nghiệp thải ra như SO_2 , H_2S ... hòa tan trong màng nước đó tạo nên các dung dịch điện li.

6.8.3. Bảo vệ kim loại khỏi bị ăn mòn

Việc chống ăn mòn cho kim loại có thể thực hiện bằng ba phương pháp sau :

Sử dụng hợp kim đặc biệt.

Cách li kim loại với môi trường : bằng cách dùng các loại sơn chống rỉ để sơn phủ bề mặt kim loại. Trong một số trường hợp có thể dùng cả nhựa epoxy. Các lớp sơn phủ loại này có độ bền hóa học và bền nhiệt cao. Trong trường hợp đặc biệt có thể dùng lớp sơn phủ phi kim loại (men, thủy tinh, chất dẻo) hoặc lớp phủ kim loại (ma niken, crôm, kẽm, đồng).

Gia công nhiệt hóa bề mặt kim loại : Bằng phương pháp này người ta có thể bằng các lớp phủ phân tán qua gia công nhiệt hóa (lớp phủ crôm, lớp phủ hợp kim nhôm, v.v...) để tạo ra dung dịch rắn, hợp chất hóa học chống ăn mòn trên bề mặt kim loại. Các phương pháp oxy hóa hoặc photphat hóa bề mặt kim loại cũng cho những hiệu quả tốt, thí dụ : nung thép ở nhiệt độ $350 \div 450^{\circ}\text{C}$ trong 20 phút.

Trong những năm gần đây người ta đã dùng phương pháp mới để bảo vệ kim loại một cách có hiệu quả : phương pháp sử dụng "chất cản" - chất cho vào môi trường để tạo nên các màng chống ăn mòn trên bề mặt kim loại. Thí dụ, để bảo vệ kim loại trong một số trường hợp người ta có thể dùng dấu natri hoặc K_2CrO_2 , Na_2CO_3 làm chất cản hòa tan vào môi trường nước.

Phương pháp triệt tiêu dòng điện cũng là phương pháp rất có hiệu quả. Phương pháp này sử dụng dòng điện xoay chiều. Nguyên lý cơ bản của phương pháp là tạo ra vùng anot triệt tiêu ở dưới công trình bằng thép. Phổ biến theo kiểu này là những thiết bị tiêu điện trực tiếp được gắn vào phía dưới cấu kiện thép.

Phương pháp Protekto (thiết bị bảo vệ) là phương pháp bảo vệ katốt.

Katốt được chế tạo từ hợp kim trên cơ sở magiê, thiếc, nhôm. Các Protekto được gắn vào kết cấu thép và tạo ra sự tự bảo vệ điện hóa học cho kim loại rất có hiệu quả. Tuy nhiên, trước khi áp dụng các phương pháp điện cực nghiên cứu kỹ điều kiện môi trường.

Chương 7

CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ

7.1. Khái niệm chung

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

CKDVC được chia làm 3 loại : chất kết dính rắn trong không khí, trong nước và trong octocla.

Chất kết dính rắn trong không khí có khả năng rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong môi trường không khí. Theo thành phần hóa học nó được chia làm 4 nhóm : 1) vôi rắn trong không khí (thành phần chủ yếu là CaO) ; 2) chất kết dính manhê (thành phần chủ yếu là MgO) ; 3) chất kết dính thạch cao (thành phần chủ yếu là CaSO_4) và 4) thủy tinh lỏng - silicat natri hoặc kali ($\text{Na}_2\text{O.nSiO}_2$ hoặc $\text{K}_2\text{O.mSiO}_2$) ở dạng lỏng.

Chất kết dính rắn trong nước có khả năng rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài không những trong môi trường không khí mà cả trong nước.

Về thành phần hóa học chất kết dính rắn trong nước là một hệ thống phức tạp bao gồm chủ yếu các liên kết của 4 oxyt :

CaO - SiO₂ - Al₂O₃ - Fe₂O₃. Các liên kết đó hình thành ra 3 nhóm chất kết dính chủ yếu sau : 1) Xi măng silicat : khoáng chủ yếu là silicat canxi (đến 75%). Trong nhóm này gồm có xi măng poocăng và các chủng loại của nó (nhóm chất kết dính chủ yếu dùng trong xây dựng) ; 2) Xi măng alumin : aluminat canxi là các khoáng chủ yếu của nó. Xi măng aluminat và các chủng loại của nó đều nằm trong nhóm này ; 3) Vôi thủy và xi măng la mã.

Chất kết dính rắn trong octocla bao gồm những chất có khả năng rắn trong môi trường hơi nước bão hòa để hình thành ra "đá xi măng". Chất kết dính này có 2 thành phần chủ yếu là CaO - SiO₂. Ở điều kiện thường chỉ có CaO đóng vai trò kết dính, nhưng trong điều kiện octocla thì các khoáng mới có chất lượng cao được hình thành. Các chất kết dính thường gặp trong nhóm này là : chất kết dính vôi - silic, vôi - tro, vôi - xỉ, v.v..

Modun thủy lực. Các CKDVC thuộc hệ thống của các liên kết CaO - SiO₂ - Al₂O₃ - Fe₂O₃. Tính chất của chúng phụ thuộc vào modun thủy lực và nhiệt độ nung nguyên liệu. Modun thủy lực m đặc trưng bằng tỉ số giữa hàm lượng oxyt canxi và tổng các oxyt axit :

$$m = \frac{\%CaO}{\%SiO_2 + 5Al_2O_3 + \%Fe_2O_3}$$

Mỗi chất kết dính có modun thủy lực của mình. Vôi rắn trong không khí vì được chế tạo từ đá vôi với hàm lượng tạp chất sét không lớn nên có m lớn nhất (> 9) ; vôi thủy có m = 1,7 - 9, còn xi măng lamã m < 1,7. Xi măng poocăng được chế tạo từ hỗn hợp của 2 cấu tử (đá vôi và đất sét) được đặc trưng bằng m = 1,9 - 2,4. Cường độ của nó vượt xa cường độ của xi măng lamã. Điều đó giải thích rằng việc nung nguyên liệu thấp hơn nhiệt độ kết khối (gần 1000°C) chỉ tạo ra được các silicat và aluminat canxi kiềm thấp, có cường độ không cao.

Trong việc sản xuất xi măng poocăng, việc nung nguyên liệu được tiến hành cho đến khi một bộ phận chảy lỏng (khoảng 1450°C) và chỉ trong pha lỏng silicat tricanxi mới được hình thành - sản phẩm có chỉ tiêu cường độ và tính thủy lực lớn



7.2. Vôi rắn trong không khí

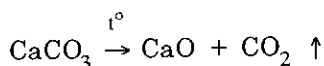
Vôi rắn trong không khí (gọi tắt là vôi) là CKDVC rắn trong không khí.

Vôi đã được sử dụng hàng ngàn năm trước công nguyên và ngày nay vẫn được sử dụng để chế tạo vật liệu địa phương. Nó có ưu điểm là sản xuất đơn giản, dễ sử dụng, giá thành hạ.

7.2.1. Nguyên liệu và quá trình sản xuất

Nguyên liệu để sản xuất vôi là các loại đá giàu khoáng canxit (CaCO_3) : đá phấn, đá vôi, đá vôi - đolômit, đá đolômit, với hàm lượng sét không lớn hơn 6%. Trong đó hay dùng nhất là đá vôi đặc chắc.

Thực chất của quá trình nung vôi là thực hiện phản ứng :



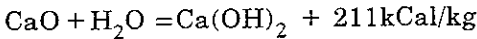
Sản phẩm của quá trình nung ngoài CaO (thành phần chủ yếu), còn có MgO hình thành do sự phân giải MgCO_3 .

Về nguyên tắc, quá trình sản xuất vôi là tạo ra điều kiện thuận lợi cho phản ứng phân giải trên. Đây là phản ứng thu nhiệt và bắt đầu xảy ra từ nhiệt độ 600°C . Khi nhiệt độ càng tăng phản ứng xảy ra càng mạnh. Về lí thuyết ở nhiệt độ 900°C thì vôi có chất lượng cao nhất, cấu trúc của vôi hợp lí nhất. Phản ứng nung vôi là phản ứng bề mặt. Do CO_2 mất đi, nên sản phẩm giảm 44% khối lượng, trong khi đó nó chỉ có thể tích 10% nên vôi rất xốp. Vì vậy nếu chỉ nung đến 900°C thì lớp trong nguyên liệu không đủ chín, sinh hiện tượng non lửa (CaCO_3). Trong thực tế, tùy theo thiết bị nung có thể giảm kích thước của nguyên liệu (đá vôi nung trong lò đứng có kích thước 8 - 20cm) hoặc tăng nhiệt độ nung cao hơn (khoảng $900 - 1200^\circ\text{C}$). Nếu nhiệt độ nung cao quá thì CaO sau khi sinh ra sẽ tác dụng với tạp chất sét tạo thành màng keo silicat và aluminat canxi cứng bọc lấy hạt vôi làm vôi khó thủy hóa khi tôi. 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. Các hạt vôi già lửa và non lửa gọi chung là hạt sượng làm hồ vôi kém dẻo.

Đá vôi thường được nung trong các lò đứng (hình 7-1). Đôi khi nó còn được nung trong lò quay. Nếu loại vôi yêu cầu có chất lượng cao có thể nung trong thiết bị nung đặc biệt - thiết bị nung vôi tầng sôi. Trong thiết bị này đá vôi có thể nung ở nhiệt độ nung lí thuyết.

7.2.2. Tôi vôi

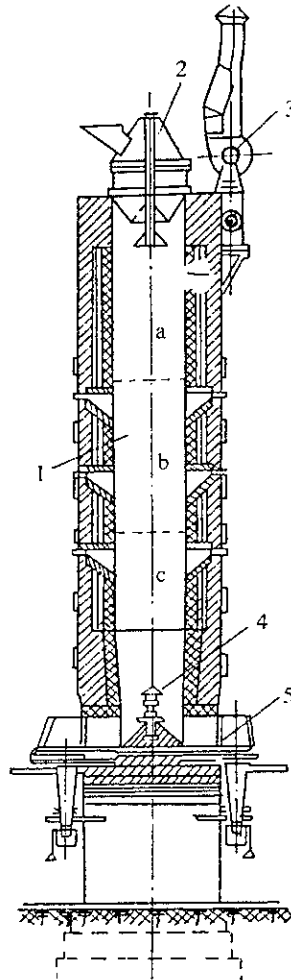
Tôi vôi là thực hiện sự thủy hóa oxyt canxi :



Những hạt Ca(OH)_2 vô cùng mịn (hơn cả xi măng). Các hạt Ca(OH)_2 được bọc một màng nước hấp phụ mỏng. Chính màng nước hấp phụ này quyết định tính dẻo của hỗn hợp vôi - cát.

Lượng nước cần thiết để biến CaO thành Ca(OH)_2 là 32,14%, nhưng trong thực tế do lượng nước bay hơi đi nhiều, đồng thời để tránh nhiệt độ tăng quá cao làm phát sinh phản ứng nghịch, người ta đã phải dùng một lượng nước khá lớn (hơn 70%).

Trong các nhà máy, việc tôi vôi được thực hiện trong máy tôi. Máy tôi có thể rút ngắn được quá trình tôi (mất khoảng 3-4 ngày) và tăng chất lượng vôi tôi. Phương pháp tôi vôi đơn giản hay dùng nhất hiện nay là tôi trong hố tôi. Thời gian tôi trong hố tôi phải kéo dài trên một tháng.



Hình 7.1. Lò đứng nung vôi.
1- thân lò; 2- bộ phận nạp liệu;
3 - ống khói; 4 - vôi thổi khí;
5 - bộ phận đỡ lò.

7.2.3. Các dạng sử dụng vôi

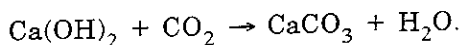
Vôi được sử dụng ở hai dạng : vôi chín và bột vôi sống.

Vôi chín là vôi được tôi trước khi dùng, có thành phần chính là Ca(OH)_2 . Có 3 dạng vôi chín thường gặp : bột vôi chín (100% là Ca(OH)_2), vôi nhuyễn (khoảng 50% Ca(OH)_2 và 50% nước) và vôi sữa (có ít hơn 50% Ca(OH)_2 và hơn 50% nước). Trong xây dựng thường dùng chủ yếu là vôi nhuyễn và vôi sữa, còn bột vôi chín hay dùng trong y học và nông nghiệp. Sử dụng vôi chín trong xây dựng có ưu điểm là sử dụng và bảo quản đơn giản.

Bột vôi sống là vôi được nghiền mịn trước khi sử dụng (hơn 90% hạt lọt qua sàng 4900 lỗ/cm²). Nó có ưu điểm là rắn chắc nhanh và cho cường độ cao hơn vôi chín do tận dụng được nhiệt lượng tỏa ra khi tôi để tạo ra phản ứng silicat, không bị ảnh hưởng của hạt non lửa và già lửa, không mất thời gian tôi. Nhưng loại vôi này khó bảo quản (phải bảo quản như xi măng), tổn thất bị nghiền, bụi vôi có ảnh hưởng đến sức khỏe công nhân.

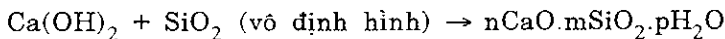
7.2.4. Quá trình rắn chắc của vôi

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)_2 chuyển dần từ trạng thái keo sang ngưng keo và kết tinh. Các tinh thể xích lại gần nhau rồi liên kết với nhau ; 2) Cacbonat hóa vôi dưới sự tác dụng của khí cacbonic trong không khí :



CaCO_3 hình thành xen kẽ với các tinh thể Ca(OH)_2 làm cho vữa đặc chắc. Do có nước tách ra nên vữa rắn chắc chậm và khối xây bị ẩm ướt khá lâu. Nếu dùng biện pháp sấy (với sự tham gia của khí CO_2) sẽ tăng nhanh được quá trình rắn chắc.

Khi sử dụng vôi tổ hợp với silicat vô định hình (SiO_2 hoạt tính) thì ngoài hai quá trình trên, vữa còn rắn chắc do quá trình silicat hóa.



7.2.5. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng vôi

Chất lượng của 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 (xác định một cách định lượng hoặc định tính hàm lượng CaO) người ta dùng các chỉ tiêu sau.

Độ hoạt tính của vôi

Độ hoạt tính của vôi x (%) là tỷ lệ của CaO + MgO có trong vôi, được xác định bằng phương pháp chuẩn. Nếu lượng axit clohydric dùng để chuẩn có nồng độ 1N là v (cm^3) và khối lượng vôi đem thí nghiệm là g (gam) thì :

$$x = \frac{v \cdot 0,02804}{g} 100\%$$

Vôi có độ hoạt tính cao khi $x \geq 80\%$.

Tốc độ tôi và nhiệt độ tôi

Tốc độ tôi là thời gian (ph) từ khi cho một lượng vôi tác dụng với một lượng nước nhất định đến khi đạt được nhiệt độ cao nhất. Nhiệt độ tôi là nhiệt độ cao nhất đạt được trong quá trình tôi vôi ($^{\circ}\text{C}$).

Vôi có cấu trúc hợp lí và độ hoạt tính lớn (nhiều CaO) thì sẽ có tốc độ tôi nhanh và nhiệt độ tôi cao.

Sản lượng vôi là lượng vôi nhuyễn (lít) do 1 kg vôi sống sinh ra. Khi độ hoạt tính của vôi lớn thì lượng vôi nhuyễn (có độ dẻo tiêu chuẩn) sinh ra càng nhiều (thể tích vôi tăng từ 1,5 đến 3 lần).

Lượng hạt sượng (hạt non lửa và già lửa) là hạt không bị tôi, còn lại trên sàng NO63 (124 lỗ/cm²) sau khi sàng vôi nhuyễn trong nước.

Dựa vào các chỉ tiêu trên TCVN2231 : 1989 đã chia vôi ra 3 loại (bảng 7-1).

Bảng 7-1

TT	Tên chỉ tiêu	Vôi hydrat		Vôi cục và bột vôi sống		
		loại 1	loại 2	loại 1	loại 2	loại 3
1	Tốc độ tôi, 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	67	60	88	80	70
4	Hàm lượng CO ₂ , %, không lớn hơn	4	6	2	4	6
5	Hàm lượng mất khi nung, %, không lớn hơn	-	-	5	7	10
6	Lượng vôi nhuyễn do 1kg vôi sống sinh ra, l/kg, không nhỏ hơn	-	-	2,4	2,0	1,6
7	Hàm lượng hạt sượng %, không lớn hơn	-	-	5	7	10
8	Độ mịn của bột vôi, %, không lớn hơn :					
	trên sàng 0,063	6	8	2	2	2
	trên sàng 0,008	-	-	10	10	10
9	Độ ẩm, %, không lớn hơn.	6	6	-	-	-

Ghi chú : Chỉ tiêu 7 chỉ áp dụng đối với vôi cục. Chỉ tiêu 8 chỉ áp dụng đối với vôi bột và bột vôi sống.

7.2.6. Công dụng, bảo quản

Vôi được sử dụng nhiều nhất để chế tạo vữa xây, vữa trát và vữa trang trí. Ngoài ra, nó còn được dùng để sản xuất chất kết dính hỗn hợp, vật liệu silicat.

Việc bảo quản vôi sống tương tự như xi măng (ngăn cách với môi trường ẩm). Còn vôi nhuyễn được bảo quản trong hố ngập nước hoặc phủ kín để tránh hiện tượng cacbonat hóa.

7.3. Thạch cao

7.3.1. Khái niệm

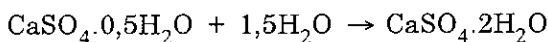
Thạch cao là chất kết dính rắn trong không khí, bao gồm chủ yếu là thạch cao nửa phân tử nước hoặc anhydrit, được chế tạo bằng cách nung và nghiền nguyên liệu. Nguyên liệu để chế tạo chất kết dính thạch cao (CKDTC) là khoáng thạch cao $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, anhydrit và các thải phẩm công nghiệp. CKDTC được chia thành 2 nhóm : thạch cao nung ở nhiệt độ thấp ($150 - 160^\circ\text{C}$) và thạch cao nung ở nhiệt độ cao ($700 \div 1000^\circ\text{C}$). Nhóm nung thấp gồm có thạch cao xây dựng và thạch cao cường độ thấp, còn nhóm nung cao gồm có xi măng anhydrit và thạch cao estric.

7.3.2. Thạch cao xây dựng

Thạch cao xây dựng được sản xuất từ đá thạch cao bằng cách nung ở nhiệt độ $150 - 160^\circ\text{C}$ để khử bớt một phần nước :



Khi nhào trộn thạch cao xây dựng với nước thì cho hỗn hợp dẻo, sau quá trình rắn chắc thì biến thành dạng đá. Phản ứng xảy ra khi rắn chắc là :



Độ tan của $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ nhỏ hơn của $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ 5 lần nên hàm lượng $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tăng dần, lượng nước lại mất dần. Vì vậy hỗn hợp dẻo chuyển dần sang trạng thái keo rồi sang kết tinh và rắn chắc.

Thời gian kể từ khi nhào trộn thạch cao với nước đến khi mất tính dẻo gọi là thời gian bắt đầu ninh kết. Thời gian từ khi nhào trộn thạch cao với nước đến khi nó có cường độ nhất định gọi là thời gian kết thúc ninh kết. Đối với thạch cao xây dựng người ta quy định thời gian bắt đầu ninh kết không nhỏ hơn 6 phút và kết thúc ninh kết không lớn hơn 30 phút.

Cường độ của thạch cao được xác định ở mẫu uốn có kích thước $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ và mẫu nén (sau khi uốn gãy). Cường độ chuẩn được quy định ở tuổi 1,5 giờ rắn chắc trong điều kiện chuẩn. Thạch cao xây dựng được dùng để chế tạo bê tông, tấm ngăn cách, vữa trát cho panen tường và các vật liệu trang trí khác ở nơi khô ráo.

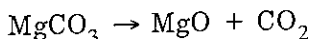
7.3.3. Thạch cao cường độ cao

Thạch cao cường độ cao cũng là thạch cao nung thấp. Nếu nung đá thạch cao ở áp lực thường chỉ nhận được thạch cao xây dựng (thạch cao nửa phân tử nước, hạt mịn, dạng thù hình β), có lượng nước tiêu chuẩn cao : $60 \div 65\%$, cường độ thấp. Khi nung đá thạch cao bằng hơi nước áp lực ($1,3 \text{ kG/cm}^2$) ở 124°C trong khoảng 5 giờ, sau đó nung tiếp ở nhiệt độ $140 \div 160^\circ\text{C}$ sẽ nhận được thạch cao nửa phân tử nước, có tinh thể lớn hơn (dạng thù hình α), có lượng nước tiêu chuẩn thấp ($40 \div 45\%$). Do đó mà thạch cao đặc và có cường độ cao ($150 \div 250 \text{ kG/cm}^2$).

Thạch cao cường độ cao đắt nên chỉ được dùng chủ yếu để chế tạo khuôn mẫu trong công nghiệp luyện kim và chỉ thay thế thạch cao xây dựng trong trường hợp cần thiết.

7.4. Chất kết dính manhê

Chất kết dính manhê (manhêzit kiềm và đolômit kiềm) thường ở dạng bột mịn, có thành phần chủ yếu là oxyt manhê, được sản xuất bằng cách nung đá manhêzit (MgCO_3) hoặc đá đolômit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) ở nhiệt độ $750 \div 850^\circ\text{C}$:



Khi sử dụng chất kết dính manhê thường được nhào trộn với dung dịch clorua manhê hoặc các loại muối manhê khác. Tác dụng của muối là rút ngắn quá trình rắn chắc và làm tăng đáng kể cường độ của chất kết dính, vì sản phẩm thủy hóa ngoài Mg(OH)_2 còn có cả loại muối kép ngậm nước $3\text{MgO} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

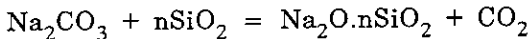
Chất lượng của manhêzit kiểm cao hơn đolômit kiểm. Cường độ của manhêzit kiểm (xác định theo phương pháp cứng) ở tuổi 28 ngày đạt tới 400 - 600 kG/cm², trong khi đó của đolômit kiểm là 100 - 130 kG/cm². Chất kết dính manhê chỉ rắn chắc trong môi trường không khí với độ ẩm không lớn hơn 60%. Nó được dùng để sản xuất xi-lôit, sản phẩm fibrolit, vật liệu cách nhiệt, tấm ốp bên trong nhà...

7.5. Thủy tinh lỏng

Thủy tinh lỏng có thành phần R₂O.nSiO₂. Trong đó R là natri (Na) hoặc kali (K), n là modul silicat. Đối với thủy tinh lỏng natri, n = 2,5 ÷ 3 ; kali : n = 3 ÷ 4.

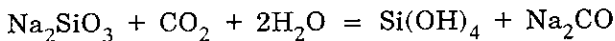
Thủy tinh lỏng có khối lượng riêng 1,3 ÷ 1,5 g/cm³. Trước khi sử dụng nó được hòa với nước (lượng nước chiếm 50 - 70%).

Vì 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 (SiO₂) với Na₂CO₃ (hoặc Na₂SO₄ + C) ở nhiệt độ 1300 ÷ 1400°C :

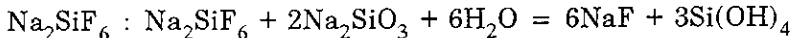


Sau đó hỗn hợp được cho vào thiết bị chứa hơi nước ở áp lực 3 - 8 atm để tạo thành thủy tinh lỏng.

Thủy tinh lỏng rắn chắc được là nhờ quá trình tạo ra hydroxyt silic vô định hình :



Vì vậy, để tăng nhanh quá trình rắn chắc thường dùng với phụ gia



Na₂SiF₆ còn làm tăng độ bền nước và bền axit của thủy tinh lỏng.

Thủy tinh lỏng được sử dụng trong công nghệ sản xuất xi măng bền axit, làm phụ gia cải thiện tính chất của bê tông và các vật liệu khác.

7.6. Chất kết dính hỗn hợp

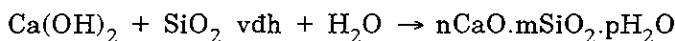
Chất kết dính hỗn hợp rất đa dạng. Trong xây dựng chất kết dính hỗn hợp được sử dụng ở dạng hỗn hợp của vôi và phụ gia vô cơ hoạt tính nghiền mịn. Chúng được sản xuất bằng cách nghiền chung vôi sống và phụ gia hoạt tính hoặc trộn lẫn vôi nhuyễn với phụ gia nghiền mịn.

Phụ gia vô cơ hoạt tính có 2 nhóm chính : loại thiên nhiên như diatômít, trepen, đá có nguồn gốc núi lửa (túp núi lửa, tro núi lửa) và loại nhân tạo như các thải phẩm công nghiệp (tro xỉ trong công nghiệp nhiệt điện hoặc luyện kim), hoặc cũng có thể được sản xuất theo công nghệ riêng (nung đất sét có thành phần thích hợp).

Nói chung, phụ gia vô cơ hoạt tính là những loại vật liệu chứa nhiều khoáng SiO_2 vô định hình. Độ hoạt tính của chúng được đánh giá thông qua độ hút vôi.

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

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



Khoáng $\text{nCaO.mSiO}_2.\text{pH}_2\text{O}$ (viết tắt CSH) là khoáng bên nước hơn các sản phẩm tạo thành khi vôi rắn chắc.

Chất kết dính hỗn hợp có phạm vi sử dụng rộng rãi hơn vôi. Nó có thể dùng để chế tạo bê tông mác thấp, vữa xây dựng ở trong môi trường không khí và cả môi trường ẩm ướt.

7.7. Vôi thủy và xi măng lamã

Vôi thủy và xi măng lamã là chất kết dính rắn trong nước được sản xuất bằng cách nung đá macơ (đá vôi lẫn nhiều sét).

Vôi thủy được sản xuất bằng cách nung đá macơ (hàm lượng sét 6 - 20%) ở nhiệt độ 900 - 1200°C. Ở nhiệt độ 900°C đầu tiên đá vôi bị phân hủy tạo ra CaO. Sau đó CaO tác dụng với các oxyt có trong thành phần đất sét (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3)

để tạo ra các silicat kiềm thấp ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), aluminat canxi ($\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$) và ferit canxi ($\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$). Những thành phần này có khả năng rắn chắc trong môi trường nước.

Vôi thủy thường được cho rắn chắc trong không khí 7 ngày đầu, sau đó cho rắn chắc trong nước 21 ngày. Cường độ của vôi thủy sau 28 ngày rắn chắc là 20 - 50 kG/cm².

Vôi thủy được sử dụng ở dạng bột hay hồ nhão để chế tạo vữa và bê tông mác thấp.

Xi măng lamã cũng được sản xuất bằng cách nung đá macrơ (có hàm lượng sét lớn hơn 20%) ở nhiệt độ khoảng 900°C. Thành phần của xi măng lamã cũng tương tự như vôi thủy nhưng có chất lượng cao hơn. Xi măng lamã có 3 mác : 25, 50, 100 ; được dùng để chế tạo vữa và bê tông mác thấp.

7.8. Xi măng poocăng

7.8.1. Khái niệm chung

Xi măng poocăng là chất kết dính vô cơ 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 clanke với phụ gia thạch cao (3 - 5%). Clanke ở dạng hạt được sản xuất bằng cách nung cho đến kết khối (ở 1450°C) hỗn hợp chứa cacbonat canxi (đá vôi) và alumosilicat (đất sét, đá macrơ, xỉ lò cao v.v...). Thạch cao có tác dụng điều chỉnh thời gian ninh kết của xi măng.

Trong khi nghiền mịn, để điều chỉnh tính chất và hạ giá thành người ta có thể cho thêm khoảng 15% phụ gia hoạt tính (puzôlan, tro, trepen...) và 10% phụ gia trợ (cát thạch anh, đá vôi...).

Mặc dù mới được sản xuất từ đầu thế kỉ 19, nhưng do những ưu điểm nổi bật (cường độ cao, rắn nhanh, v.v...) nên xi măng poocăng đã trở thành chất kết dính quan trọng nhất trong xây dựng cơ bản.

7.8.2. Clanke

Clanke thường ở dạng hạt có đường kính 10 - 40 mm, cấu trúc phức tạp (có nhiều khoáng ở dạng tinh thể và một số

khoáng ở dạng vô định hình). Chất lượng của clanke phụ thuộc vào thành phần khoáng vật, hóa học và công nghệ sản xuất. Tính chất của xi măng do chất lượng của clanke quyết định.

Thành phần hóa học

Thành phần hóa học của clanke, biểu thị bằng hàm lượng các oxyt có trong clanke, dao động trong giới hạn sau (%) : CaO : 63 ÷ 66, SiO₂ : 21 ÷ 24 ; Al₂O₃ : 4 ÷ 8 ; Fe₂O₃ : 2 ÷ 4. Tổng số các oxyt chủ yếu này là 95 - 97.

Các oxyt khác (MgO, SO₃, K₂O, Na₂O, TiO₂, Cr₂O₃, P₂O₅...) chiếm một tỉ lệ không lớn và ít nhiều đều có hại đến chất lượng xi măng.

Thành phần hóa học của clanke thay đổi thì tính chất của xi măng cũng thay đổi. Thí dụ : tăng CaO thì xi măng thường rắn nhanh, kém bền nước ; còn tăng SiO₂ thì ngược lại.

Trong quá trình nung đến nhiệt độ kết khối, các oxyt chủ yếu kết hợp lại tạo thành các silicat, aluminat và alumoferit canxi ở dạng các khoáng có cấu trúc tinh thể, một số ít có dạng vô định hình.

Thành phần khoáng vật

Thành phần khoáng vật của clanke : Clanke có 4 khoáng vật chính là alit, belit, aluminat tricanxit và feroaluminat tetracanzit.

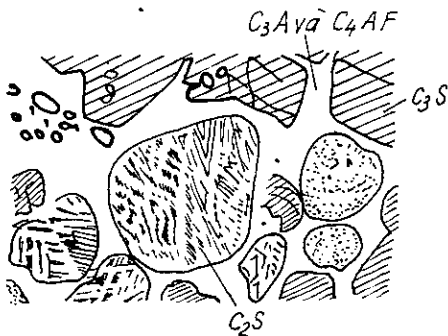
Alit 3CaO.SiO₂ viết tắt là C₃S, chiếm khoảng 45 ÷ 60%, là dung dịch rắn của silicat tricanxit và một lượng không lớn (2 ÷ 4%) các oxyt MgO, Al₂O₃, P₂O₅, Cr₂O₃ và các tạp chất khác.

Các tạp chất này có ảnh hưởng lớn đến cấu trúc và tính chất của alit. Alit có thể kết tinh ở 6 dạng hình thù khác nhau. Trong clanke tinh thể alit thường có hình 6 cạnh hoặc hình chữ nhật với kích thước 3 - 20 μk (hình 7-2).

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

Belit 2CaO.SiO₂, viết tắt là C₂S, là khoáng silicat quan trọng thứ hai, chiếm 20 - 30% trong clanke. Nó rắn chắc chậm nhưng đạt cường độ cao ở tuổi muộn. Trong khoảng nhiệt độ

từ nhiệt độ thường đến 1500°C belit có 5 dạng tinh thể. Trong clanke, belit là dung dịch rắn của β silicat bicanxit (βC_2S) và một lượng nhỏ ($1 \div 3\%$) Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , Cr_2O_3 v.v... Nếu làm nguội từ từ thì ở 525°C βC_2S có thể chuyển thành γC_2S . γC_2S có cấu tạo xốp hơn (khối lượng riêng của βC_2S là $3,28g/cm^3$, của γC_2S - $2,97g/cm^3$), thể tích tăng lên 10%, làm hạt clanke rã ra thành bột, dễ nghiền. Nhưng γC_2S không tác dụng với nước ngay cả ở nhiệt độ 100°C (không có tính dính kết). Do đó, trong sản xuất người ta phải hạn chế sự tạo thành γC_2S bằng cách làm nguội nhanh. Belit có cấu trúc dạng hạt đặc tròn (hình 7-2), kích thước $20 \div 50\mu K$.



Hình 7-2. Vi cấu trúc của clanke.

Tổng hàm lượng silicat trong clanke khoảng 75%, số còn lại (25%) là các khoáng nằm ở khoảng giữa alit và belit (hình 7-2).

Aluminat tricanxi $3CaO.Al_2O_3$, viết tắt là C_3A , chiếm vào khoảng 4-12%. Ở nhiệt độ nung thích hợp tinh thể có dạng hình lập phương kích thước $10 - 15 \mu K$, khối lượng riêng $3,04 g/cm^3$, tốc độ thủy hóa và rắn chắc rất nhanh, nhưng cường độ không lớn. Nó rất dễ bị ăn mòn sunfat, nên trong xi măng bện sunfat phải khống chế lượng C_3A (nhỏ hơn 5%).

Feroaluminat tetra-canxi $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$, viết tắt là C_4AF , chiếm 10 - 12% ; có khối lượng riêng lớn nhất trong các khoáng clanke ($3,77 g/cm^3$). Nó là dung dịch rắn của feroaluminat canxi có thành phần khác nhau. Trong clanke của xi măng pooclang dung dịch rắn này thường rất gần với $C_4AF.C_4AF$ có tốc độ rắn chắc trung gian giữa alit và belit, vì vậy không có ảnh hưởng lớn đến tốc độ rắn chắc và sự tỏa nhiệt của xi măng pooclang.

Thủy tinh clanke chiếm khoảng $5 \div 15\%$, bao gồm chủ yếu là CaO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , K_2O , Na_2O .

Oxýt manhê là thành phần của pha feroaluminat và thủy tinh clanke cùng tồn tại ở dạng tinh thể tự do, thủy hóa rất chậm. Sự thủy hóa MgO kéo dài khá lâu (đến vài năm) và khi chuyển thành Mg(OH)₂ thì làm tăng thể tích của pha rắn. Cho nên nếu hàm lượng MgO > 5% sẽ gây mất tính ổn định thể tích của xi măng.

Oxýt canxi tự do ở dạng hạt, thường có trong clanke mới nung xong. Quy định hàm lượng của nó không được vượt quá 1%, vì sẽ gây ra tính không ổn định thể tích của xi măng.

Oxýt kiềm (Na₂O, K₂O) có trong pha feroaluminat của clanke cũng như ở dạng sunfát. Để tránh xảy ra nứt nẻ kết cấu, hàm lượng của chúng phải rất hạn chế khi dùng với cốt liệu (cát, đá) có chứa oxýt silic vô định hình.

7.8.3. Nguyên tắc sản xuất

Nguyên liệu và nhiên liệu

Nguyên liệu để sản xuất clanke là đá vôi có hàm lượng canxi cao (đá vôi đặc, đá phấn, đá macơ) và đất sét (đất sét và phiến thạch sét). Trung bình để sản xuất 1 tấn xi măng cần khoảng 1,5 tấn nguyên liệu. Tỷ lệ giữa thành phần cacbonat và đất sét vào khoảng 3 : 1 (có nghĩa 75% đá vôi và 25% đất sét). Người ta còn 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 các khoáng của clanke. Thí dụ cho trepen để tăng hàm lượng SiO₂, cho quặng sắt để tăng Fe₂O₃.

Trong công nghệ sản xuất xi măng người ta sử dụng khá phổ biến các thải phẩm công nghiệp như xỉ lò cao, vì thường chứa những oxýt cần thiết để chế tạo clanke (CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃), bùn nefêlin (thải phẩm của công nghiệp sản xuất nhôm) chứa khoảng 25 ÷ 30% SiO₂ và 50 ÷ 55% CaO. Nefêlin có thể cho vào phối liệu đến 15 ÷ 20%. Dùng nefêlin tăng được năng suất của lò đến 20% và giảm chi phí nhiên liệu đến 20 ÷ 25%.

Nhiên liệu chủ yếu và có hiệu quả nhất trong sản xuất xi măng ở nhiều nước là khí thiên nhiên có nhiệt trị cao. Bên

cạnh đó, dầu mazut và than đá cũng vẫn được sử dụng. Việc sử dụng than đá có nhược điểm là phải chi phí thêm nhiệt để sấy than, hỗn hợp than và không khí dễ sinh ra nổ, độ tro của than lớn (10 - 20%). Vì vậy việc sử dụng than đá có hiệu quả thấp. Chi phí nhiên liệu hiện nay chiếm đến 25% giá thành xi măng. Nên việc giảm nhiên liệu trong các nhà máy xi măng là vấn đề cần quan tâm.

Chuẩn bị nguyên liệu

Quá trình sản xuất xi măng gồm các công đoạn : 1) Khai thác và cung cấp nguyên liệu ; 2) Chuẩn bị phối liệu ; 3) Nung để tạo clanke ; 4) Nghiền clanke với phụ gia thạch cao.

Chuẩn bị phối liệu gồm có khâu nghiền mịn, nhào trộn hỗn hợp với tỉ lệ yêu cầu để đảm bảo cho các phản ứng hóa học được xảy ra và clanke có chất lượng đồng nhất. Có 3 phương pháp chuẩn bị phối liệu : khô, ướt và hỗn hợp. Trong *phương pháp khô* các khâu nghiền và nhào trộn hỗn hợp 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 xilô để kiểm tra hiệu chỉnh lại thành phần và để dự trữ đảm bảo cho lò nung làm việc liên tục.

Phương pháp khô thích hợp với đá vôi và đất sét có độ ẩm thấp (10 - 15%), thành phần và cấu trúc đồng nhất. Chi phí nhiên liệu trong phương pháp khô ít hơn phương pháp ướt 1,5 - 2 lần. Do đó, phương pháp khô là phương pháp được phổ biến ở nhiều nước.

Phương pháp ướt sử dụng cho những nguyên liệu mềm và có độ ẩm lớn (đá phấn, đất sét). 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 độ mịn yêu cầu (lượng sót trên sàng N^o 008 là 8 ÷ 10%). Từ máy nghiền hỗn hợp được bơm vào bể bùn để kiểm tra và điều chỉnh thành phần trước khi cho vào lò nung.

Nhược điểm cơ bản của phương pháp ướt là tổn nhiên liệu.

Phương pháp hỗn hợp cho phép giảm tiêu tốn nhiên liệu 20 - 30% so với phương pháp ướt. Thực chất của phương pháp này là bùn trước khi đưa vào lò nung được khử nước trước ở thiết bị đặc biệt. Như vậy nó cũng phải tiêu tốn điện năng. Phương pháp hỗn hợp được sử dụng phổ biến cho xi măng lò đứng.

Nung

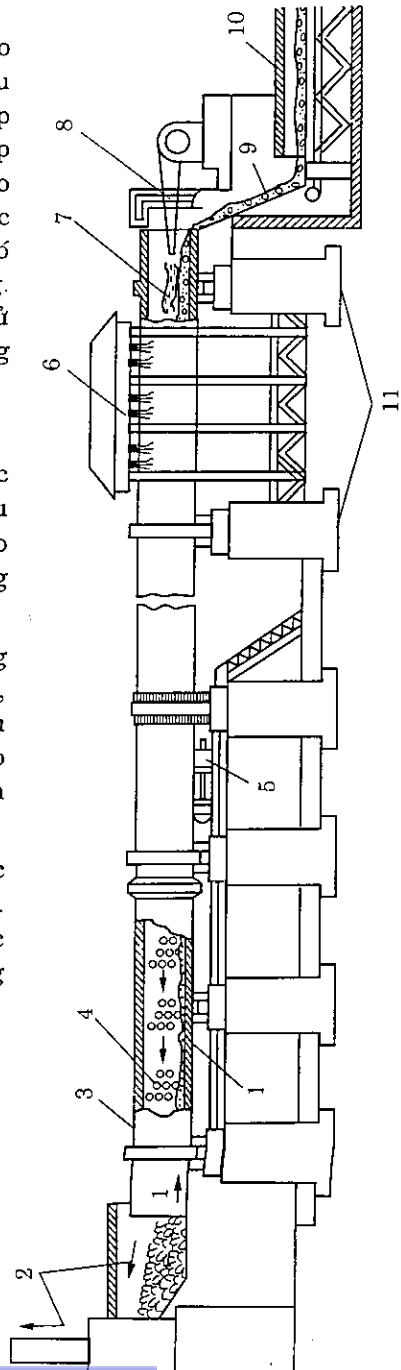
Nung phối liệu được thực hiện chủ yếu trong lò quay. Nếu nguyên liệu chuẩn bị theo phương pháp khô có thể nung cả trong lò đứng.

Lò quay là ống trụ bằng thép đặt nghiêng 3 - 4 độ, trong lót bằng vật liệu chịu lửa (hình 7-3). Chiều dài lò 95 - 185 - 230m, đường kính 5 ÷ 7m.

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

Hình 7-3. Sơ đồ lò quay.

- 1- hỗn hợp phối liệu ; 2- khí nóng ;
- 3- vỏ lò quay ; 4- xích treo ;
- 5- truyền động ; 6- nước làm nguội vùng kết khối của lò ;
- 7 - ngọn lửa ; 8 - truyền nhiên liệu qua vòi phun ;
- 9 - clanke ; 10 - làm nguội ;
- 11 - gối đỡ.



Khi lò quay (1 ÷ 2 vòng/ph), phối liệu chuyển dần xuống và tiếp xúc với các vùng có nhiệt độ khác nhau, tạo ra những quá trình hóa lí phù hợp để cuối cùng hình thành clanke. Phối liệu từ khí vào lò đến khi tạo thành clanke ra khỏi lò lần lượt trải qua 6 vùng nhiệt độ.

Tại *vùng bay hơi*, (vùng sấy), với nhiệt độ 70 ÷ 80°C, nước tự do bay hơi, phối liệu đóng thành cục rồi vỡ vụn ra.

Tại *vùng đốt nóng*, với khoảng nhiệt độ từ 200 đến 700°C, làm cho chất hữu cơ cháy, nước hóa học bay hơi (ở 450 ÷ 500°C) tạo ra caolinit khan ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) và các liên kết khác. Trong phương pháp ướt vùng đốt nóng chiếm đến 50 ÷ 60% chiều dài lò.

Trong *vùng canxi hóa* (dài 20 ÷ 23% chiều dài lò) với nhiệt độ từ 700 đến 1100°C, phản ứng phân giải canxit để sinh ra CaO và tách các khoáng sét khan thành các oxyt riêng biệt SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 . Do đó vùng này tiêu tốn nhiều nhiệt lượng nhất. Các phản ứng ở trạng thái rắn để tạo thành $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ và 1 phần $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ cũng xảy ra.

Tại *vùng phòng nhiệt* (1100 - 1250°C) đã xảy ra các phản ứng ở pha rắn để tạo ra $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ và $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$. Tất cả các phản ứng đều tỏa ra một nhiệt lượng lớn (100 kCal/kg clanke), làm tăng nhanh nhiệt độ của vật liệu trong vùng tương đối ngắn (5 ÷ 7% chiều dài lò).

Tại *vùng kết khối* (1300 - 1450 - 1300°C) nhiệt độ nung đạt giá trị cao nhất (1450°C). Ở giai đoạn đầu kết khối (1300°C), một phần khoáng dễ chảy như $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, MgO và các tạp chất dễ chảy khác bị chảy lỏng ra (20 ÷ 30% thể tích hỗn hợp nung). Khi nhiệt độ đạt đến 1450°C $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ và CaO tan vào dung dịch clanke lỏng để hình thành alit $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (khoáng cơ bản của clanke). Quá trình này tiếp tục đến khi liên kết hầu như hoàn toàn oxyt canxi (trong clanke CaO tự do không lớn hơn 0,5 ÷ 1%). Alit ít hòa tan, nó được tách ra khỏi dung dịch nóng chảy ở dạng tinh thể mịn. Quá trình tạo alit diễn ra trong khoảng 15 ÷ 20 phút (chiếm 10 ÷ 15% chiều dài lò). Ra khỏi vùng kết khối (nhiệt độ giảm

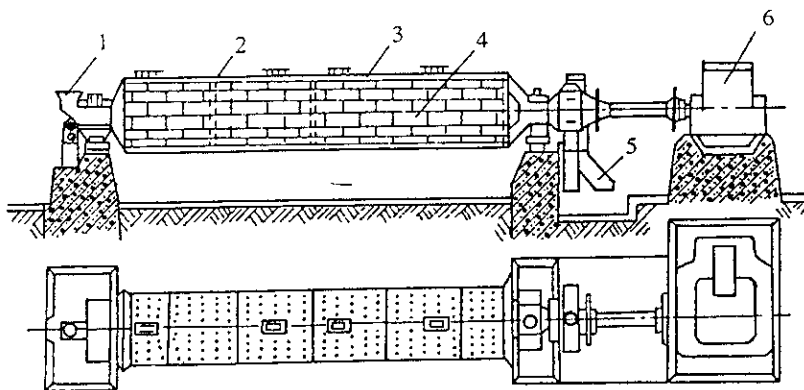
từ 1450 xuống 1300°C) từ dung dịch lỏng các khoáng $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$, $4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{Fe}_2\text{O}_3$ và MgO được kết tinh lại.

Tại vùng làm nguội (nhiệt độ giảm từ 1300 xuống 1000°C) cấu trúc và thành phần của clanke hoàn toàn được hình thành và hoàn thiện thêm.

Clanke đưa ra khỏi lò quay ở dạng hạt màu xám hoặc vàng xám được làm nguội từ 1000° xuống đến 100 - 200°C trong các thiết bị làm nguội bằng không khí rồi được giữ trong kho 1 ÷ 2 tuần.

Nghiền

Việc nghiền clanke thành bột mịn được thực hiện trong máy nghiền bi hình trống làm việc theo chu trình hở hoặc chu trình kín. Máy nghiền bi là ống trụ bằng thép bên trong có những vách ngăn thép để chia máy ra 2 ÷ 4 buồng (hình 7-4). Máy nghiền loại lớn có kích thước 3,95 × 11m (năng suất 100 T/giờ) và 4,6 × 16,4m (năng suất 135 T/giờ).



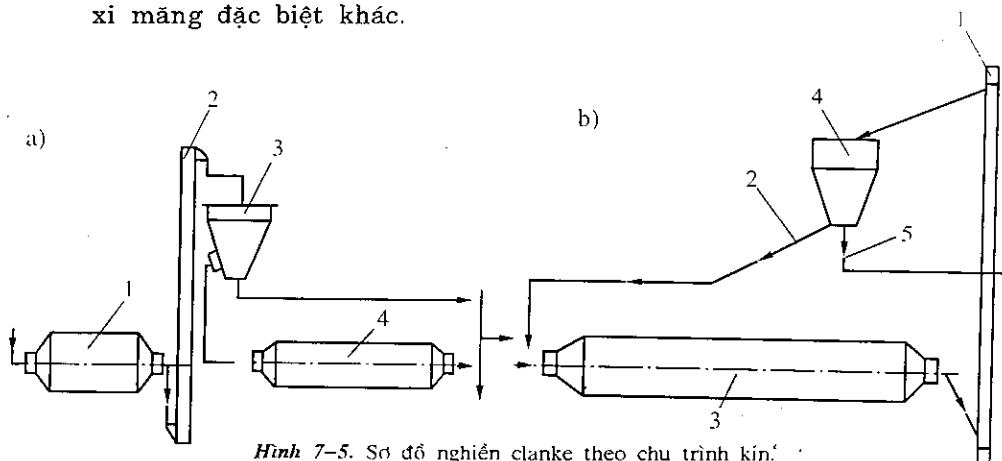
Hình 7-4. Máy nghiền clanke nhiều buồng.

- 1 - phễu nạp liệu ; 2 - vách ngăn có lưới ; 3 - vỏ thép ; 4 - tấm thép ;
5 - thiết bị đỡ tải ; 6 - bộ truyền động hai bậc.

Vật liệu được nghiền dưới tác dụng của vật thể nghiền - 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.

Trong chu trình hở, vật liệu (clanke và phụ gia) được nạp liên tục, đi qua buồng nghiền thô, sang buồng nghiền mịn rồi đi ra để chuyển vào xilô chứa. Ở máy làm việc theo chu trình kín có thiết bị nghiền và phân loại li tâm tách ra loại hạt lớn để đưa đi nghiền lại (hình 7-5). Loại máy làm việc theo chu trình kín có hiệu quả cao và đạt độ mịn lớn ($4000 \div 5000 \text{ cm}^2/\text{g}$), rất cần thiết để tạo ra xi măng rắn nhanh và các loại xi măng đặc biệt khác.



Hình 7-5. Sơ đồ nghiền clanke 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 - xi măng.

Xi măng sau khi nghiền có nhiệt độ $80 \div 120^{\circ}\text{C}$ được hệ thống vận chuyển bằng khí nén đưa lên xilô. Xilô là bể chứa bằng bê tông cốt thép đường kính $8 \div 15\text{m}$, cao $25 \div 30\text{m}$. Những xilô lớn có thể chứa được $4000 \div 10.000 \text{ T}$ xi măng.

Trong thực tế xây dựng còn sử dụng phương pháp nghiền ướt (hiệu quả cao, hợp vệ sinh). Loại xi măng này phải được dùng ngay sau khi nghiền.

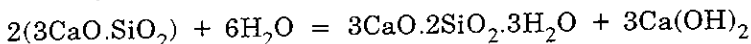
7.8.4. Lí thuyết về sự rắn chắc của xi măng

Lí thuyết rắn chắc của xi măng poocăng được phát triển trên cơ sở những công trình của Lơ Satalie, Mikhaolix, Baykov, Rebinder và nhiều nhà bác học khác.

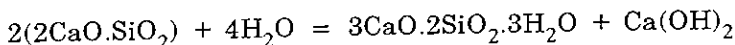
Xi măng sau khi nhào trộn với nước trải qua 3 giai đoạn rắn chắc. Đầu tiên trong khoảng 1 ÷ 3 giờ sau khi nhào trộn nó dẻo và dễ tạo hình, sau đó bắt đầu ninh kết. Hỗn hợp đặc sệt dần lại và mất dần tính dẻo nhưng cường độ không lớn. Giai đoạn này kết thúc trong 5 ÷ 10 giờ sau khi nhào trộn. Sau đó hỗn hợp chuyển từ trạng thái đặc sệt sang trạng thái rắn chắc, có nghĩa là kết thúc ninh kết và bắt đầu rắn chắc. Giai đoạn rắn chắc đặc trưng bằng sự tăng nhanh cường độ.

Phản ứng thủy hóa

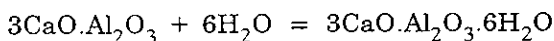
Khi nhào trộn xi măng với nước ở giai đoạn đầu xảy ra quá trình tác dụng nhanh của alit với nước tạo ra hydrosilicat canxi và hydroxit canxi.



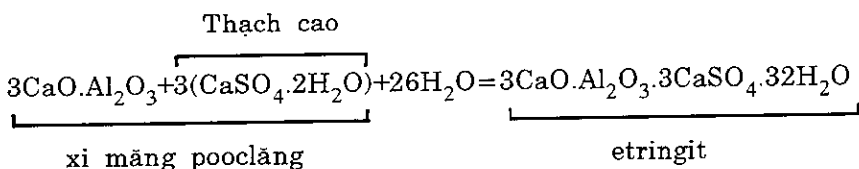
Vì đã có hydroxit canxi tách ra từ alit nên belit thủy hóa chậm hơn alit và tách ra ít $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hơn :



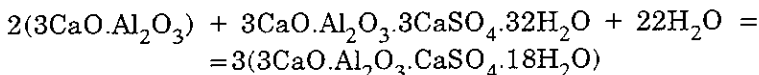
Hydrosilicat canxi hình thành khi thủy hóa hoàn toàn đơn khoáng silicat tricanxi ở trạng thái cân bằng với dung dịch bão hòa hydroxit canxi. Tỷ lệ CaO/SiO_2 trong các hydrosilicat trong hồ xi măng có thể thay đổi phụ thuộc vào thành phần vật liệu, điều kiện rắn chắc và các yếu tố khác. Pha chứa alumô chủ yếu trong xi măng là aluminat tricanxi $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$, 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 $4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.9\text{H}_2\text{O}$ và $2\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.8\text{H}_2\text{O}$. Cấu trúc dạng tờ xốp này làm giảm độ bền nước của xi măng. Dạng ổn định, sản phẩm phản ứng nhanh với nước của nó là hydroaluminat 6 nước có tinh thể hình lập phương được tạo :



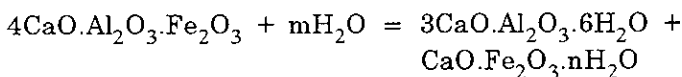
Để làm chậm quá trình ninh kết khi nghiền clanke cần cho thêm một lượng đá thạch cao (3 - 5% so với khối lượng xi măng). Sunphat canxi, đóng vai trò là chất hoạt động hóa học của xi măng, tác dụng với aluminat tricanxi ngay từ đầu để tạo thành sunphoaluminat canxi ngậm nước (khoáng etringit) :



Trong dung dịch bão hòa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ngay từ đầu etringit sẽ tách ra ở dạng keo phân tán mịn đọng lại trên bề mặt $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ làm chậm sự thủy hóa của nó và kéo dài thời gian ninh kết của xi măng. Sự kết tinh của $\text{Ca}(\text{OH})_2$ từ dung dịch quá bão hòa 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 $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ còn lại sau khi đã tác dụng với thạch cao để tạo ra muối kép một sunphat :



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



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

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

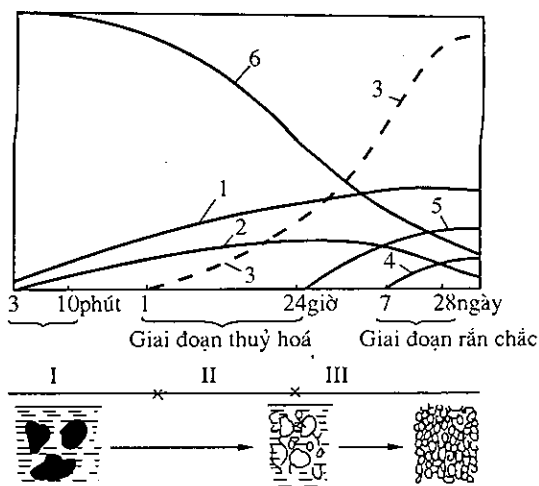
Hồ xi măng tạo thành sau khi nhào trộn xi măng với nước là loại huyền phù đặc của nước, xét về các mặt cường độ cấu trúc, độ nhớt cấu trúc, độ dẻo cấu trúc và tính xúc biến có tính chất của cấu trúc phân tán.

Trước khi tạo hình hỗn hợp bê tông và bắt đầu ninh kết, hồ xi măng có cấu trúc ngưng tụ. Trong đó những hạt rắn hút nhau bằng lực Vanđecvan và liên kết với nhau bằng lớp vỏ hydrat. Cấu trúc này sẽ bị phá hủy khi có lực cơ học tác dụng (nhào trộn, rung v.v...). Do ứng suất trượt giảm đi đột ngột, cấu trúc bị phá hủy, 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 hóa 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 ninh kết tăng lên 15 lần ($1,5 \text{ kG/cm}^2$), còn khi kết thúc ninh kết tăng lên 50 lần (5 kG/cm^2). Như vậy, hồ xi măng có khả năng thay đổi nhanh tính lưu biến trong khoảng 1 - 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 Ca(OH)_2 xuất hiện sau vài giờ. Phần gen của hydrosilicat canxi đầu tiên ở dạng hình kim, sau đó tiếp tục phát triển, phân nhánh trở thành dạng "bó". Những lớp gen mỏng tạo thành xen giữa các tinh thể Ca(OH)_2 làm đặc chắc thêm hồ xi măng.

Hình 7-6 giới thiệu sự phát cấu trúc của hồ xi măng theo thời gian. Cấu trúc ban đầu là khung không gian kém bền, tạo ra từ các hạt phân tán của sản phẩm thủy hóa liên kết với nhau bằng lực Vanđecvan và màng nước hấp phụ của các hạt đó. Đến cuối giai đoạn ninh kết cấu trúc cơ bản của hồ xi măng được hình thành làm cho nó biến đổi thành đá xi măng.



Hình 7-6. Quá trình thủy hóa xi măng và sự phát triển cấu trúc của hồ xi măng.

- 1 - $\text{Ca}(\text{OH})_2$; 2 - etringit ; 3a - hydrosilicat canxi sợi dài ;
 3b - hydrosilicat canxi sợi ngắn ; 4 - $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$;
 5 - $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$; 6 - đường cong thay đổi thể tích lỗ rỗng.
 I - cấu trúc không bền ; II - hình thành cấu trúc cơ bản ;
 III - ngưng tụ cấu trúc để thành cấu trúc bền.

Giải thích quá trình rắn chắc của xi măng

Khi xi măng rắn chắc, các quá trình vật lý và hóa lý phức tạp đi kèm theo các phản ứng hóa 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 clanke 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 hòa tan. : Khi nhào trộn xi măng với nước các thành phần khoáng của clanke sẽ tác dụng với nước ngay trên bề mặt hạt xi măng. Những sản phẩm mới tan được $[\text{Ca}(\text{OH})_2 ; 3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.6\text{H}_2\text{O}]$ 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 hòa.

Giai đoạn hóa keo : Trong dung dịch quá bão hòa, các sản phẩm $\text{Ca}(\text{OH})_2, 3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.6\text{H}_2\text{O}$ 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, tỉ 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 hóa cứng và cường độ tăng.

7.8.5. Đá xi măng

Đá xi măng là một hệ vi mô không đồng nhất. Tính đa dạng trong cấu trúc của đá xi măng thể hiện ở chỗ nó gồm có nhiều thành phần khác nhau :

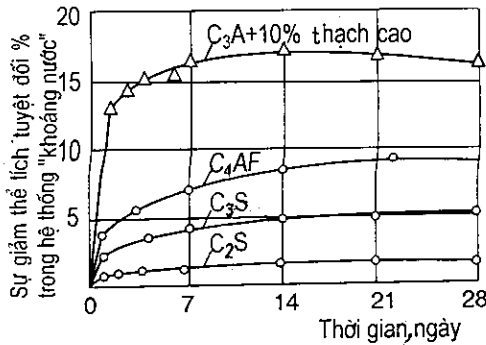
1) Các sản phẩm thủy hóa của xi măng bao gồm : a) dạng gen của hydrosilicat và các dạng khác có tính chất keo.

b) Những tinh thể tương đối lớn $\text{Ca}(\text{OH})_2$, etringit ;

2) Những hạt clanke chưa thủy hóa ;

3) Lỗ rỗng gồm : a) lỗ rỗng gen ($< 1000\text{Å}$) ; b) lỗ rỗng mao quản (từ 1000Å đến $10\mu\text{K}$) nằm giữa các bó gen ; c) bọt khí và lỗ rỗng (từ $50\mu\text{K}$ đến 2mm) chứa không khí bị cuốn vào khi nhào trộn, đầm chặt và do khuyết tật khi thi công.

Do có thành phần gen, nên mỗi khoáng sau khi nhào trộn với nước đều có hiện tượng giảm thể tích khi rắn chắc trong không khí (hình 7-7) hoặc tăng thể tích khi rắn chắc trong nước. Khoáng co ngót nhiều nhất là C_3A (23,79%).



Hình 7-7. Sự giảm thể tích tuyệt đối khi rắn chắc trong hệ thống "khoảng clanke - nước" (ml trong 100g khoáng).

Đá xi măng là một chất "keo khoáng" gắn kết các hạt cốt liệu. Nên nó cần phải có cường độ và độ dính bám tốt. Tính chất này phụ thuộc vào chất lượng, số lượng của các sản phẩm mới, thể tích và đặc tính của lỗ rỗng. Chất lượng sản phẩm mới được xác định bằng thành phần và mức độ phân tán của nó. Còn số lượng sản phẩm mới tỉ lệ thuận với mức độ thủy hóa xi măng α (tỉ lệ phần xi măng phản ứng với nước và tổng khối lượng xi măng). Nếu lượng nước liên kết là w (không có hiện tượng bay hơi) và nước trong xi măng thủy hóa hoàn toàn là w_{\max} (dao động từ 0,25 đến 0,3 theo khối lượng xi măng) thì

$$\alpha = \frac{w}{w_{\max}}$$

Nếu $w_{\max} = 0,25$ thì $\alpha = 4w$. Như vậy sau 28 ngày rắn chắc, xi măng liên kết với 15% nước thì $\alpha = 4 \times 0,15 = 0,6$. Có nghĩa là nếu bê tông dùng 300 kg xi măng cho 1m^3 thì có 180 kg tham gia phản ứng với nước, còn 120 kg vẫn ở dạng clanke. Mức độ thủy hóa các khoáng của xi măng được tính bằng % so với sự thủy hóa hoàn toàn được giới thiệu ở bảng 7-2.

Bảng 7-2

Các khoáng	Sự thủy hóa theo thời gian. %				
	3 ngày	7 ngày	28 ngày	3 tháng	6 tháng
C ₃ S	36	46	69	93	94
C ₂ S	7	11	11	29	30
C ₃ A	82	82	84	91	93
C ₄ AF	70	71	74	89	91

Độ rỗng của đá xi măng r_d bao gồm độ rỗng gen r_g , độ rỗng mao quản r_m và độ rỗng do không khí cuốn vào r_k :

$$r_d = r_g + r_m + r_k$$

Trong đó độ rỗng gen có thể tính bằng công thức :

$$r_g = 0,29 \frac{\alpha \gamma_{ax}}{1 + \frac{N}{X} \gamma_{ax}}$$

($\frac{N}{X}$ - tỉ số nước-xi măng, γ_{ax} - khối lượng riêng của xi măng).

Độ rỗng mao quản được tính theo lượng nước dư bay hơi đi. Lượng bọt khí thường nhỏ hơn 5% thể tích của hỗn hợp (xác định bằng dụng cụ đặc biệt hoặc dựa vào thể tích đặc của hồ xi măng và thể tích tự nhiên của nó).

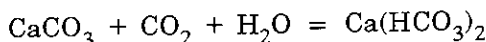
Tính bền của đá xi măng

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)_2 và $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). 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 : 1) sự phân rã các thành phần của đá xi măng, sự hòa tan và rửa trôi hydroxit canxi ; 2) tạo

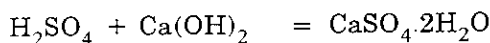
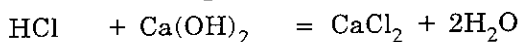
thành các muối dễ tan do hydroxit canxi và những thành phần khác của đá xi măng tác dụng với các chất xâm thực và sự rửa trôi những muối đó (ăn mòn axit, ăn mòn manhêzit) ; 3) sự hình thành những liên kết mới trong các lỗ rỗng có thể tích lớn hơn thể tích của các chất tham gia phản ứng, tạo ra ứng suất gây nứt bê tông (ăn mòn sunphoaluminat).

Ăn mòn hòa tan do sự tan của Ca(OH)_2 xảy ra 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 rắn chắc hàm lượng Ca(OH)_2 vào khoảng 10 - 15% (tính theo CaO). Nếu sau khi hòa tan và rửa trôi mà nồng độ Ca(OH)_2 giảm xuống thấp hơn 0,11% thì CSH và C_3AH_6 cũng bị phân hủy. Khi Ca(OH)_2 bị hòa tan 15 - 30% thì cường độ của đá xi măng giảm đến 40 - 50%.

Ăn mòn cacbonic xảy ra khi nước có chứa CO_2 (ở dạng axit yếu). Lượng CO_2 tăng hơn mức bình thường sẽ phá vỡ màng cacbonat để tạo thành bicacbonat axit canxi dễ tan theo phản ứng :

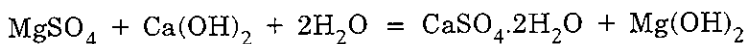
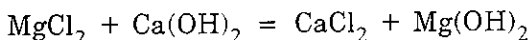


Ăn mòn axit xảy ra trong dung dịch axit ($\text{pH} < 7$). Axit tự do thường có trong nước thải công nghiệp và cũng có thể được tạo thành từ khí chứa lưu huỳnh trong các buồng đốt. Trong không gian của các xí nghiệp công nghiệp, ngoài SO_2 còn có thể có các anhydrit của các axit khác, còn có clo và các hợp chất chứa clo. Khi chúng hòa tan vào nước bám trên bề mặt các kết cấu bê tông cốt thép sẽ tạo nên các axit, thí dụ như HCl, H_2SO_4 . Axit tác dụng với Ca(OH)_2 trong đá xi măng tạo ra những muối tan (CaCl_2), muối tăng thể tích ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

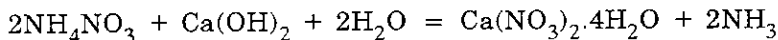


Ngoài ra, axit có thể phá hủy cả silicat canxi.

Ăn mòn manhê gây ra do các loại muối chứa manhê trong nước biển, nước ngầm, nước chứa muối khoáng tác dụng với Ca(OH)_2 tạo ra các sản phẩm dễ tan (CaCl_2 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) hoặc không có khả năng dính kết (Mg(OH)_2) :

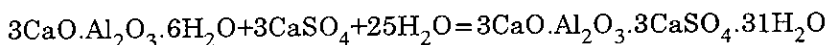


Ăn mòn phân khoáng do nitrat amôn :



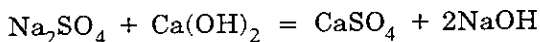
Nitrat canxi tan rất tốt trong nước nên dễ bị rửa trôi. Phân kali gây ra ăn mòn đá xi măng là do làm tăng độ hòa tan của Ca(OH)_2 . Suphephotphat là chất xâm thực mạnh do trong thành phần của nó có chứa $\text{Ca(H}_2\text{PO}_4)_2$, thạch cao và cả axit photphoric.

Ăn mòn sunphát xảy ra khi hàm lượng sunphát lớn hơn 250 mg/l (tính theo SO_4^{1-2}) :



Sự hình thành trong lỗ rỗng đá xi măng sản phẩm ít tan etringit với thể tích lớn hơn 2 lần sẽ gây áp lực tách lớp bê tông bảo vệ làm cốt thép bị ăn mòn. Ăn mòn sunphát luôn luôn xảy ra đối với những công trình ven biển, công trình tiếp xúc với nước thải công nghiệp và nước ngầm.

Nếu trong nước có chứa Na_2SO_4 thì đầu tiên nó tác dụng với vôi sau đó mới tác dụng với etringit :



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 mỏ 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 chứa 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 clanke luôn chứa một lượng các chất kiềm. Trong khi đó trong cốt liệu bê tông, đặc biệt là trong cát, lại hay gặp hợp chất silic vô định hình (opon, chanxedôn, thủy tinh núi lửa). Chúng có thể tác dụng với kiềm của xi măng ở ngay nhiệt độ thường

làm cho bề mặt hạt cốt liệu nở ra tạo ra một hệ thống vết nứt, bạc màu. Sự phá hoại này có thể xảy ra sau khi kết thúc xây dựng 10 ÷ 15 năm.

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

1) Giảm các thành phần khoáng gây ăn mòn (CaO tự do, C_3A , C_3S) bằng cách lựa chọn thành phần nguyên liệu và áp dụng các biện pháp gia công nhiệt phù hợp.

2) Giảm thành phần gây ăn mòn lớn nhất $[Ca(OH)_2]$ bằng cách tiến hành cacbonat hóa (cho tác dụng với CO_2 để tạo thành $CaCO_3$) hay silicat hóa (cho tác dụng với SiO_2 vô định hình) trên bề mặt sản phẩm.

3) Sử dụng các biện pháp cấu trúc để tăng cường độ đặc chắc cho vật liệu (bằng công nghệ gia công kết hợp với lựa chọn thành phần vật liệu phù hợp).

4) Làm cho bề mặt vật liệu nhẵn bóng, đặc sít.

5) Ngăn cách vật liệu với môi trường bằng cách ốp loại vật liệu chống ăn mòn tốt hoặc làm thay đổi môi trường gây ăn mòn.

7.8.6. Tính chất của xi măng poocăng

Độ nhỏ : Xi măng có độ nhỏ (mịn) cao sẽ dễ tác dụng với nước, rắn chắc nhanh. Độ nhỏ có thể được xác định bằng cách sàng trên sàng $N^{\circ}008$ (4900 lỗ/cm^2) hoặc đo tỉ diện tích bề mặt của xi măng (cm^2/g). Đối với loại xi măng bình thường yêu cầu lượng sót trên sàng không quá 15% (có nghĩa là hơn 85% hạt có kích thước nhỏ hơn $80\mu\text{K}$), tương ứng với tỉ diện tích là $2500 \div 3000 \text{ cm}^2/\text{g}$.

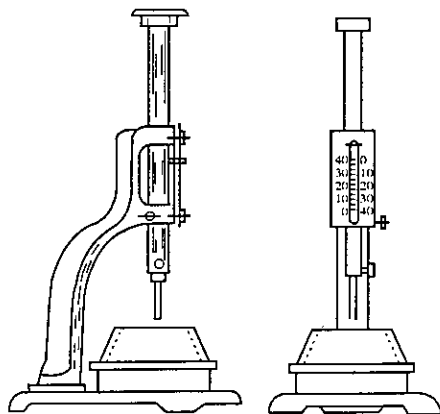
Khối lượng riêng của xi măng poocăng (không có phụ gia khoáng) là $3,05 \div 3,15 \text{ g/cm}^3$. Còn **khối lượng thể tích** tùy theo độ lèn chặt : đối với xi măng xốp là 1100 ; đối với xi măng lèn chặt mạnh là 1600, còn với xi măng lèn chặt trung bình là 1300 kg/m^3 .

Lượng nước tiêu chuẩn của xi măng là lượng nước (% so với khối lượng xi măng), đảm bảo chế tạo hồ xi măng đạt độ dẻo

tiêu chuẩn. Độ dẻo tiêu chuẩn được xác định bằng dụng cụ Vica (hình 7-8). Hồ xi măng đảm bảo độ cắm sâu của kim vica (đường kính kim 10mm) từ $33 \div 35$ mm thì hồ đó là hồ có độ dẻo tiêu chuẩn và lượng nước lúc đó là lượng nước tiêu chuẩn.

Lượng nước tiêu chuẩn của xi măng phụ thuộc vào thành phần khoáng vật, độ mịn của nó và dao động trong khoảng $22 \div 28\%$. Nếu xi măng có phụ gia vô cơ hoạt tính thì lượng nước tiêu chuẩn có thể lên tới $32 \div 37\%$.

Thời gian ninh kết của xi măng được xác định từ hồ dẻo tiêu chuẩn bằng dụng cụ vica (đường kính kim = 1mm). Thời gian *bắt đầu ninh kết* là khoảng thời gian từ khi bắt đầu nhào trộn với nước đến khi kim vica cắm sâu tới $38 \div 39$ mm. Thời gian *ninh kết xong* hay *bắt đầu rắn chắc* là khoảng thời gian từ khi nhào trộn xi măng với nước đến khi kim vica cắm sâu được $1 \div 2$ mm.



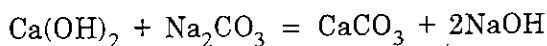
Hình 7-8. Dụng cụ vica

Khi xi măng bắt đầu ninh kết nó mất tính dẻo, do đó khoảng thời gian này phải đủ để thi công (nhào trộn, vận chuyển, đổ khuôn, đầm chặt). Yêu cầu thời gian này không nhỏ hơn 45 phút. Còn thời gian ninh kết xong là lúc xi măng đã đạt được cường độ nhất định. Thời gian này phải đủ ngắn để có thể thi công nhanh (yêu cầu không vượt quá 10 giờ).

Để tạo ra thời gian ninh kết bình thường khi nghiền clanke thường phải cho thêm $3 \div 5\%$ thạch cao hai nước.

Các chất photphat nitrat canxi, natri và nhôm, đường là những chất làm chậm ninh kết. Đường tác dụng với Ca(OH)_2 tạo ra chất xaccarat canxi dễ tan. Sự hiện diện của chất này sẽ làm tăng nồng độ của ion canxi, ức chế quá trình thủy phân của C_3S , quá trình ninh kết bị chậm lại. Hàm lượng đường lớn làm cho bê tông đôi khi không cứng rắn được.

Các cacbonat và clorua của kim loại kiềm là những chất làm tăng nhanh ninh kết. Khi chúng tác dụng với Ca(OH)_2 (tách ra từ C_3S) tạo ra các liên kết khó tan :



Cacbonat canxi là chất ít tan, Ca(OH)_2 bị tách ra làm cho quá trình thủy phân C_3S được tăng cường. Clorua canxi cũng có tác dụng làm tăng nhanh quá trình ninh kết và rắn chắc của xi măng. Một trong những phương pháp khác làm tăng nhanh quá trình ninh kết và rắn chắc là sử dụng mấm tinh thể.

Tính ổn định thể tích : Khi xi măng rắn chắc thể tích của nó thường thay đổi. Điều đó chủ yếu là do sự trao đổi nước giữa hồ xi măng và môi trường (nước tự do và nước trong các gen). Thông thường nếu rắn chắc trong không khí thì xi măng bị co, còn trong môi trường nước thì có thể không co hoặc nở chút ít.

Sự thay đổi thể tích thường gây ra những hiện tượng có hại như sinh ra ứng suất làm nứt nẻ kết cấu.

Nguyên nhân chính của hiện tượng này là xi măng chứa những tạp chất có hại, gây ra sự thay đổi thể tích lớn như CaO , MgO . Để kiểm tra tính ổn định thể tích người ta thường dùng các "bánh da" chế tạo từ hồ dẻo tiêu chuẩn.

Lượng nhiệt phát ra khi rắn chắc chủ yếu phụ thuộc vào thành phần khoáng vật (bảng 7-3), độ nhỏ của xi măng và hàm lượng thạch cao.

Bảng 7-3

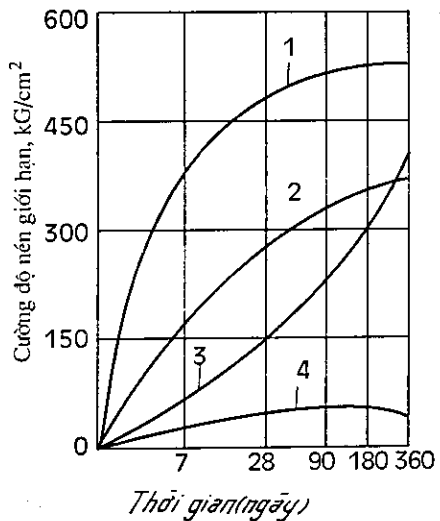
Khoáng vật	Lượng nhiệt phát ra, Cal/g. sau thời gian				
	3 ngày	7 ngày	28 ngày	3 tháng	6 tháng
3CaO.SiO_2	97	110	116	124	135
2CaO.SiO_2	13	25	40	47	55
$3\text{CaO.Al}_2\text{O}_3$	141	158	209	221	244
$4\text{CaO.Al}_2\text{O}_3.\text{Fe}_2\text{O}_3$	42	60	90	99	-

Lượng nhiệt phát ra có lợi cho việc thi công bê tông vào mùa lạnh hoặc muốn cho bê tông rắn nhanh ; nhưng không có lợi khi thi công vào mùa nóng và đặc biệt đối với công trình khối lớn (nhiệt độ trong lòng khối bê tông có thể lên đến hơn 40°C). Vì vậy, đối với những công trình này, một mặt người ta phải chú ý đến kĩ thuật thi công, mặt khác nếu cần thiết phải dùng loại xi măng có ít thành phần khoáng gây tỏa nhiệt lớn.

Cường độ và mức của xi măng : Theo TCVN 4032 :1985 mức của xi măng được xác định dựa theo cường độ chịu uốn của 3 mẫu vữa xi măng hình dầm (kích thước 4 × 4 × 16 cm) chế tạo từ hỗn hợp xi măng - cát bằng 1 : 3 và lượng nước yêu cầu (xác định bằng bàn dần), dưỡng hộ 28 ngày trong điều kiện tiêu chuẩn (1 ngày trong khuôn ở ngoài không khí ẩm, 27 ngày sau trong nước có nhiệt độ thường) và theo cường độ chịu nén của 6 nửa mẫu.

Cường độ của xi măng phát triển không đều : trong 3 ngày đầu có thể đạt 40 - 50% mức xi măng, 7 ngày đầu 60 - 70%. Trong những ngày sau tốc độ tăng cường độ còn chậm hơn nữa, đến 28 ngày đạt được mức. Tuy nhiên trong những điều kiện thuận lợi sự rắn chắc của nó có thể kéo dài hàng tháng và thậm chí hàng năm, vượt gấp 2 - 3 lần cường độ 28 ngày. Có thể xem tốc độ phát triển cường độ trung bình của xi măng tuân theo quy luật logarit.

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



Hình 7-9. Sự tăng cường độ của các khoáng của clanke.

- 1 - C₃S ; 2 - C₄AF ;
3 - C₂S ; 4 - C₃A

Tốc độ phát triển *cường độ của các khoáng* rất khác nhau (hình 7 - 9). C_3S có độ tăng cường độ nhanh nhất : sau 7 ngày nó đạt đến 70% cường độ 28 ngày, sau đó thì chậm lại. Trong thời kì đầu (đến tuổi 28 ngày) C_2S có tốc độ phát triển cường độ *chậm, chỉ đạt khoảng 15% cường độ của C_3S* . Thời kì sau tốc độ này tăng lên và có thể đuổi kịp và vượt cả cường độ của C_3S . C_3A bản thân nó có cường độ thấp nhưng lại phát triển rất nhanh ở thời kì đầu.

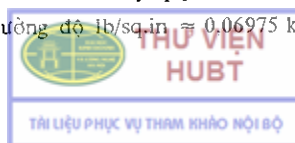
Độ nhỏ của xi măng tăng thì cường độ của nó cũng tăng. Độ lớn trung bình của hạt xi măng là $40\mu K$. Sau 6 ÷ 12 tháng rắn chắc chiều dày thủy hóa không vượt quá 10 ÷ $15\mu K$. Như vậy có khoảng 30 ÷ 40% clanke không tham gia vào quá trình rắn chắc và hình thành cấu trúc của đá. Tăng độ mịn của xi măng có nghĩa là tăng mức độ thủy hóa xi măng và nâng cao cường độ của nó. Theo kết quả thu được thì cứ tăng độ mịn của xi măng lên $1000\text{ cm}^2/\text{g}$ thì cường độ của nó tăng 20 - 25%.

Bảng 7-4

Loại xi măng	Tiêu chuẩn	Cường độ nén của mẫu lập phương (X : C = 1 : 3) ở tuổi, lb/sq.in.4			
		1 ngày	3 ngày	7 ngày	28 ngày
Xi măng pooclăng thường	ASA ₂ (Úc)	-	2750	4000	5500
	BS - 12 (Anh)	-	2200	3400	-
	ASTMC150 (Mỹ)	-	1200	2100	3500
Xi măng pooclăng cuốn khí	AS.C175 (Mỹ)	-	900	1500	2800
Xi măng pooclăng xi lò cao	BS - 146 (Anh)	-	1600	3000	5000
Xi măng pooclăng rắn nhanh	AS.C150 (Mỹ)	1700	3000	-	-

Ghi chú : Các tiêu chuẩn của Mỹ quy định : X : C = 1 : 2,75

Đơn vị cường độ lb/sq.in = $0,06975\text{ kg.cm}^2$



Bảng 7-5

	Các chỉ tiêu	Quy định đối với xi măng mác		
		PC 30	PC 40	PC 50
1	Giới hạn bền nén N./mm ² . † sau 3 ngày sau 28 ngày	16 30	21 40	30 50
2	Độ mịn : - lượng sót trên sàng 0,08 mm.%. † - tỉ diện tích bề mặt, cm ² /g. †	15 2500	15 2500	12 2800
3	Thời gian ninh kết : - bắt đầu không sớm hơn (ph) - kết thúc, không chậm hơn (giờ)	45 10	45 10	45 10
4	Độ ổn định thể tích (theo phương pháp Le Satalie), mm. †	10	10	10
5	Hàm lượng anhydrit sunfuric (SO ₃). %, †	3,0	3,0	3,0
6	Lượng mất khi nung (MKN). %, †	5,0	5,0	5,0

Độ ẩm và nhiệt độ môi trường có ảnh hưởng đến quá trình rắn chắc của đá xi măng, vì giai đoạn đầu của quá trình rắn chắc là thủy hóa.

Để tạo môi trường ẩm, trong thực tế đã dùng những phương pháp khác nhau : tưới bê tông, phủ kết cấu bê tông bằng mùn cưa, phơi bào hay cát ẩm rồi định kì tưới nước ; phủ bằng nhũ tương bitum hoặc bằng vật liệu khác để tạo ra lớp màng không cho hơi nước đi qua.

Tốc độ của các phản ứng giữa các khoáng clanke với nước tăng lên với sự tăng của nhiệt độ. Quá trình rắn chắc của xi măng có thể diễn ra ở một vùng nhiệt độ rộng : ở nhiệt độ bình thường (15 ÷ 20°C), chưng hơi (80 ÷ 90°C), gia công octocla (170 ÷ 200°C) và thậm chí ở cả nhiệt độ âm. Trong octocla, chỉ sau 4 ÷ 6 giờ là bê tông có thể đạt được cường độ mác, còn khi chưng hơi thì chậm hơn đến 2 lần. Để bê tông

xi măng có thể rắn chắc được ở nhiệt độ âm, thường phải sử dụng các chất điện li (CaCl_2 , NaCl). Khi đó nồng độ các chất tan trong nước tăng lên và nhiệt độ đóng băng của nước giảm xuống. Việc *bảo quản xi măng* một thời gian dài, mặc dù trong *điều kiện tốt nhất*, cũng làm cho cường độ của nó giảm đi : sau 3 tháng - 20% ; sau một năm - 40%. Độ mịn của xi măng càng lớn độ giảm cường độ càng nhiều.

Bảng 7-4 giới thiệu mác xi măng của một số nước và bảng 7-5 giới thiệu tiêu chuẩn xi măng poocăng của Việt Nam (TCVN 2682 : 1992).

7.9. Xi măng đặc biệt

Để chế tạo xi măng đặc biệt người ta dùng những biện pháp sau :

1) Điều chỉnh thành phần khoáng vật và cấu trúc của clanke xi măng.

2) Dùng các phụ gia vô cơ và hữu cơ để điều chỉnh tính chất và tăng hiệu quả kinh tế.

3) Điều chỉnh độ mịn và thành phần hạt của xi măng.

7.9.1. Xi măng poocăng rắn nhanh

Xi măng rắn nhanh có hàm lượng C_3S và C_3A không nhỏ hơn $60 \div 65\%$ và tỷ diện tích phải đạt đến $3500 \div 4000 \text{ cm}^2/\text{g}$.

Loại xi măng này được sử dụng để chế tạo các sản phẩm bê tông cốt thép lắp ghép. Nhưng không nên sử dụng nó để chế tạo các kết cấu khối lớn hoặc trong môi trường ăn mòn sunfát.

7.9.2. Xi măng poocăng bền sunfát

Xi măng bền sunfát được sản xuất như xi măng thường nhưng thành phần khoáng vật được quy định chặt chẽ hơn, đặc biệt là phải hạn chế thành phần C_3A (bảng 7-6).

Bảng 7-6

Khoáng vật	Clanke để sản xuất			
	Xi măng bền sunfát	Xi măng bền sunfát có phụ gia khoáng	Xi măng poocăng xi măng bền sunfát	Xi măng poocăng puzolan
C ₃ S	50	Không quy định		
C ₃ A	5	5	8	8
C ₃ A + C ₄ AF	22	22	Không quy định	
MgO	5	5	5	5

Để sản xuất xi măng bền sunfát có thể sử dụng phụ gia bền sunfát như xi, puzolan v.v... Xi măng bền sunfát được dùng để chế tạo bê tông và bê tông cốt thép dùng trong môi trường có muối sunfát.

7.9.3. Xi măng có phụ gia hữu cơ

Trong công nghệ xi măng hiện đại phụ gia hoạt động bề mặt phụ gia hữu cơ được sử dụng rộng rãi (cho vào khi chế tạo bê tông hoặc vữa, hoặc khi nghiền clanke).

Phụ gia hoạt động bề mặt có tác dụng làm tăng độ dẻo cho bê tông và vữa, hoặc làm giảm lượng nước nhào trộn (giữ nguyên độ dẻo) và giảm lượng dùng xi măng 10-20%. Ngoài ra, nó còn làm tăng độ đặc và tính chống thấm cho bê tông.

Các loại phụ gia hoạt động bề mặt dùng cho xi măng sẽ được giới thiệu trong chương bê tông xi măng.

7.9.4. Xi măng poocăng có phụ gia vô cơ

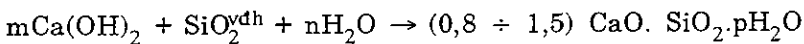
Phụ gia vô cơ hoạt tính là phụ gia sau khi nhào trộn với vôi rắn trong không khí và nước thì tạo ra một loại hồ có khả năng sau khi rắn chắc trong không khí thì rắn chắc được cả

trong nước. Đó là loại khoáng chứa nhiều SiO_2 hoạt tính (có khả năng tác dụng với Ca(OH)_2 ở ngay điều kiện thường để tạo thành CSH). Quá trình rắn chắc của xi măng có phụ gia vô cơ hoạt tính càng nhanh trong điều kiện gia công nhiệt. Lượng nhiệt phát ra trong quá trình rắn chắc không lớn nên nó thích hợp với các công trình khối lớn.

Phụ gia vô cơ hoạt tính có thể có sẵn trong thiên nhiên như các đá trầm tích diatômít, trepen, đá có nguồn gốc núi lửa, và cũng có thể là thải phẩm công nghiệp (xỉ lò cao làm nguội nhanh, bùn nefêlin, tro nhiệt điện, v.v...).

Phụ gia vô cơ hoạt tính hay dùng là puzolan và xỉ.

Xi măng poocăng puzolan được sản xuất bằng cách nghiền clanke với puzolan và thạch cao. Puzolan có nguồn gốc trầm tích (diatômít, trepen) được dùng với hàm lượng 20 - 30%, có nguồn gốc núi lửa (đá bột, tup) thì dùng với hàm lượng 35 - 40%. Lượng phụ gia cho vào đầu tiên hấp phụ, sau đó tác dụng với Ca(OH)_2 (tách ra từ C_3S) :



Xi măng poocăng puzolan có tính bền nước tốt hơn xi măng poocăng thường nên thường được dùng trong môi trường ẩm ướt. Ở trong môi trường không khí nó bị co ngót nhiều và thường giảm cường độ. Ở điều kiện thường nó rắn chắc chậm hơn xi măng poocăng, nhưng ở nhiệt độ cao lại rắn chắc nhanh hơn.

Xi măng poocăng xỉ được sản xuất bằng cách nghiền chung clanke với xỉ lò cao hạt hóa hay xỉ nhiên liệu và với thạch cao. Lượng xỉ dùng 21 ÷ 60% (so với lượng xi măng).

Xỉ lò cao có thành phần : 30 ÷ 50% CaO ; 28 ÷ 30% SiO_2 , 8 ÷ 24% Al_2O_3 , 1 ÷ 3% MnO, 1 ÷ 18% MgO. Chất lượng của xỉ đặc trưng bằng modul kiềm :

$$M_o = \frac{\% \text{CaO} + \% \text{MgO}}{\% \text{SiO}_2 + \% \text{Al}_2\text{O}_3}$$

Dựa vào M_o chia xỉ ra : xỉ kiềm ($M_o \geq 1$ và xỉ axit ($M_o < 1$). Xỉ kiềm có hoạt tính cao hơn.

Để làm tăng độ hoạt tính, xi thường được làm nguội nhanh (bằng nước hoặc hơi nước). Sau khi nhào trộn xi sẽ tác dụng với $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tạo ra $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ và $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

Do hàm lượng CaO tự do thấp nên xi măng xi bền hơn xi măng thường, lượng nhiệt tỏa ra khi rắn chắc cũng nhỏ hơn 2 - 2,5 lần nên nó thích hợp với bê tông khối lớn.

7.9.5. Xi măng poocăng trắng và màu

Clanke của xi măng trắng được sản xuất từ đá vôi và đất sét sạch (hầu như không có các oxyt tạo màu như oxyt sắt và oxyt mangan). Nung bằng nhiên liệu không có tro (khí đốt). Khi nghiền tránh không để lẫn bụi sắt.

Để đánh giá độ trắng người ta dùng loại kính mờ sữa, với hệ số phản xạ không nhỏ hơn 95% để so sánh. Độ trắng được xác định bằng hệ số phản xạ : Đối với xi măng trắng loại 1 - không nhỏ hơn 80% ; loại 2 - không nhỏ hơn 75% ; loại 3 - không nhỏ hơn 68%. Nó thường có 2 mức : 400 và 500.

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

Xi măng poocăng trắng và màu được dùng trong vữa và bê tông trang trí.

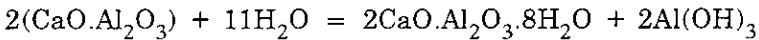
7.9.6. Xi măng aluminat

Xi măng aluminat có đặc tính là có cường độ cao và rắn chắc rất nhanh. Nó được sản xuất bằng cách nghiền clanke chứa aluminat canxi thấp kèm CaO. Al_2O_3 là chất quyết định tính rắn nhanh và các tính chất khác của xi măng aluminat. Trong xi măng còn chứa tỉ 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 belit.

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°C) hoặc nhiệt độ chảy (1400°C). Clanke xi măng aluminat rất khó nghiền nên tốn năng lượng, bauxit lại hiếm, đất nên giá thành xi măng khá cao. Để sản xuất có thể dùng phế liệu của công nghiệp sản xuất nhôm.

Xi măng aluminat có cường độ cao chỉ khi nó rắn chắc trong điều kiện nhiệt độ ôn hòa (không lớn hơn 25°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°C), trong khi rắn chắc xi măng tạo ra chất có cường độ cao :



Còn nếu ở nhiệt độ cao hơn (25 - 30°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 tuổi 3 ngày như sau : 400, 500 và 600 (xi măng pooc lăng thường phải sau 28 ngày mới đạt được mác như vậy).

Yêu cầu về thời gian bắt đầu ninh kết : không nhỏ hơn 30 phút ; ninh kết xong : không muộn hơn 12 giờ. Lượng nhiệt phát ra khi rắn chắc lớn hơn xi măng 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 thường và vôi.

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

7.9.7. Xi măng nở và xi măng không co ngót

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 pooc lăng nở là chất kết dính rắn trong nước, được chế tạo bằng cách nghiền chung clanke của xi măng pooc lăng

(58-63%), xỉ hoặc clanke aluminat (5-7%), thạch cao (7-10%), xỉ lò cao hạt hóa hoặc các phụ gia hoạt tính khác (23-28%). Nó rắn nhanh trong điều kiện dưỡng hộ hơi ngấn, có độ đặc và tính chống thấm nước cao, có khả năng nở trong nước và trong không khí.

Xi măng ứng lực là loại xi măng khi nhào trộn với nước, đầu tiên là rắn chắc và có cường độ, sau đó nở ra như một chất rắn ép lên bê tông cốt thép. Bê tông cốt thép tự ứng lực này được dùng trong các loại ống chịu áp lực, các bể chứa toàn khối hay lắp ghép, tấm lát bê tông xi măng cho sân bay, các công trình thể thao hoặc các công trình ngầm dưới đất.

Chương 8

BÊ TÔNG VÀ CÁC SẢN PHẨM BÊ TÔNG

8.1. Khái niệm chung về bê tông

8.1.1. Khái niệm

Bê tông là loại vật liệu đá nhân tạo, nhận được bằng cách đổ khuôn và làm rắn chắc một hỗn hợp hợp lí của chất kết dính (CKD), nước, cốt liệu (cát, sỏi hay đá dăm) và phụ gia.

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

Trong bê tông, cốt liệu đóng vai trò là bộ khung chịu lực. Hồ CKD (chất kết dính và nước) bao bọc xung quanh hạt cốt liệu đóng vai trò là chất bôi trơn, đồng thời lấp đầy khoảng trống giữa các hạt cốt liệu. Sau khi cứng hóa hồ CKD gắn kết các hạt cốt liệu thành một khối dạng đá và được gọi là bê tông. Bê tông có cốt thép gọi là bê tông cốt thép.

CKD có thể là xi măng các loại, thạch cao, vôi và cũng có thể là CKD hữu cơ (polime).

Trong bê tông xi măng cốt liệu thường chiếm $80 \div 85\%$, còn xi măng chiếm $8 \div 15\%$ khối lượng.

Bê tông và bê tông cốt thép được sử dụng rộng rãi trong xây dựng hiện đại vì chúng có những ưu điểm sau : cường độ tương đối cao ; có thể chế tạo được những loại bê tông có cường độ, hình dạng và tính chất khác nhau ; giá thành rẻ, bền vững và ổn định đối với mưa nắng, nhiệt độ, độ ẩm. Tuy vậy chúng còn tồn tại những nhược điểm : nặng ($\gamma_0 = 2200 \div 2400 \text{ kg/m}^3$), cách âm cách nhiệt kém ($\lambda = 1,05 \div 1,5 \text{ kcal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$), khả năng chống ăn mòn yếu.

8.1.2. Phân loại

Việc phân loại bê tông 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 CKD hỗn hợp, bê tông polime, bê tông dùng CKD 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 : 1) bê tông đặc biệt nặng ($\gamma_o > 2500 \text{ kg/m}^3$), chế tạo từ cốt liệu đặc biệt nặng, dùng cho những kết cấu đặc biệt ; 2) bê tông nặng ($\gamma_o = 2200 \div 2500 \text{ kg/m}^3$), chế tạo từ cát đá sỏi bình thường, dùng cho kết cấu chịu lực ; 3) bê tông tương đối nặng ($\gamma_o = 1800 \div 2200 \text{ kg/m}^3$) dùng chủ yếu cho kết cấu chịu lực ; 4) bê tông nhẹ ($\gamma_o = 500 \div 1800 \text{ kg/m}^3$), trong đó gồm có *bê tông nhẹ cốt liệu rỗng* (nhân tạo hay thiên nhiên), *bê tông tổ ong* (bê tông khí và bê tông bọt) chế tạo từ hỗn hợp CKD, nước, cấu tử silic nghiền mịn và chất tạo rỗng, và *bê tông hốc lớn* (không có cốt liệu nhỏ) ; 5) bê tông đặc biệt nhẹ cũng là loại bê tông tổ ong và bê tông cốt liệu rỗng nhưng có $\gamma_o < 500 \text{ kg/m}^3$.

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 $r = 70 \div 85\%$, bê tông thủy công $r = 8 \div 10\%$.

Theo công dụng bê tông được phân ra : 1) bê tông thường, dùng trong các kết cấu bê tông cốt thép (móng, cột, dầm, sàn...) ; 2) bê tông thủy công, dùng để xây đập, âu thuyền, phủ lớp mái kênh, các công trình dẫn nước... ; 3) bê tông dùng cho mặt đường, sân bay, lát vỉa hè ; 4) bê tông dùng cho kết cấu bao che (thường là bê tông nhẹ) ; 5) bê tông có công dụng đặc biệt như bê tông chịu nhiệt, chịu axit, bê tông chống phóng xạ.

8.2. Cấu trúc của bê tông xi măng

8.2.1. Sự hình thành cấu trúc của bê tông

Sau khi đầm nén, các cấu tử của hỗn hợp bê tông được sắp xếp lại chặt chẽ hơn, cùng với sự thủy hóa của xi măng

cấu trúc của bê tông được hình thành. Giai đoạn này gọi là giai đoạn hình thành cấu trúc. Các sản phẩm mới được hình thành do xi măng thủy hóa dần dần tăng lên, đến một lúc nào đó chúng tách ra khỏi dung dịch quá bão hòa. Số lượng sản phẩm mới tách ra tăng lên đến một mức nào đó thì cấu trúc keo tụ chuyển sang cấu trúc tinh thể, làm cho cường độ của bê tông tăng lên. Sự hình thành cấu trúc tinh thể sẽ sinh ra 2 hiện tượng ngược nhau : tăng cường độ và hình thành nội ứng suất trong mạng lưới tinh thể. Đó là nguyên nhân sinh ra vết nứt và giảm cường độ của bê tông.

Khoảng thời gian hình thành cấu trúc, cũng như cường độ dẻo (cường độ đầu tiên) của bê tông phụ thuộc vào thành phần của bê tông, dạng CKD và phụ gia hóa học. Hỗn hợp bê tông cứng và kém dẻo với tỉ lệ nước - xi măng không lớn có giai đoạn hình thành cấu trúc ngắn. Việc dùng xi măng và phụ gia rắn nhanh sẽ 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 hóa.

8.2.2. Cấu trúc vĩ mô và cấu trúc vi mô

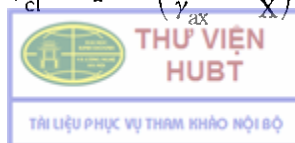
Bê tông và các loại vật liệu đá nhân tạo khác có *cấu trúc vi mô* phức tạp. Trong một đơn vị thể tích hỗn hợp bê tông đã lên chặt bao gồm thể tích của cốt liệu V_{cl} , thể tích hồ xi măng V_h và thể tích lỗ rỗng khí V_k : $V_{cl} + V_h + V_k = 1$.

Khi đầm nén tốt thể tích lỗ rỗng khí có thể coi như không đáng kể ($V_k = 2 \div 3\%$) và lúc đó $V_{cl} + V_h = 1$ hay

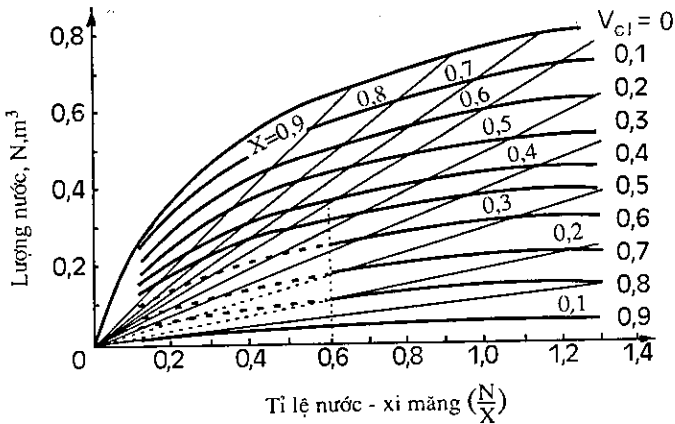
$$V_{cl} + \frac{X}{\gamma_{ax}} + N = 1$$

$$V_{cl} = 1 - \frac{X}{\gamma_{ax}} - N$$

$$V_{cl} = 1 - \left(\frac{1}{\gamma_{ax}} + \frac{N}{X} \right) X$$



trong đó γ_{ax} - khối lượng riêng của xi măng T/m^3 ; X, N - lượng dùng xi măng (T), và lượng dùng nước (m^3) cho $1m^3$ hỗn hợp bê tông đã lên chặt.



Hình 8-1. Cấu trúc của bê tông.

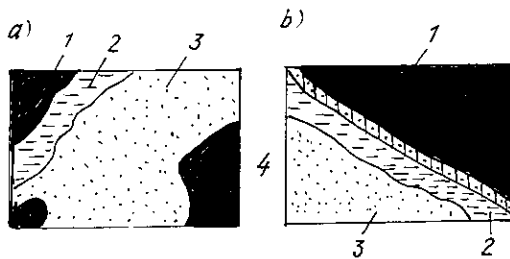
Sự phụ thuộc về cấu trúc của hỗn hợp bê tông chảy vào N/X , lượng xi măng, lượng nước được giới thiệu trên hình 8-1. Trong tọa độ $(N/X, N)$ mỗi đường thẳng nằm nghiêng ứng với một lượng dùng xi măng (T/m^3) vì rằng tang của góc của đường nghiêng thì bằng $tg\alpha = N/(N/X) = X$.

Đường đứt khúc trên biểu đồ biểu hiện khu vực bê tông được sử dụng trong xây dựng nhiều hơn cả.

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

Cốt liệu có ảnh hưởng đến hồ xi măng trong bê tông và sự hình thành cấu trúc của nó. Nước nhào trộn một phần nhỏ dùng để bôi trơn hạt cốt liệu, một phần dùng để tạo thành cấu trúc của đá xi măng, còn một phần lớn bị cốt liệu rỗng hút vào. Vì vậy hỗn hợp bê tông dẻo sau khi đổ khuôn có thể 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 (hình 8-2). Vết nứt co ngót ở bên trong sẽ phát triển men theo vùng liên kết yếu. Sự tách lớp ở bên trong sẽ phá hủy sự toàn khối và sự đồng nhất của bê tông, dẫn đến sự không đồng nhất về tính chất.



Hình 8-2. Ảnh hưởng của độ tách bên trong.

a- cấu trúc của bê tông ; b- sự hình thành vết nứt bên trong ;

1- cốt liệu lớn ; 2- vùng yếu với lượng nước lớn ; 3- phần vữa ; 4- vết nứt.

Vùng tiếp xúc giữa cốt liệu và đá xi măng có ảnh hưởng đến sự làm việc đồng thời của các bộ phận, đến tính toàn khối và độ ổn định của bê tông. Chiều dày lớp tiếp xúc nằm trong khoảng 30 đến 60 μK . Về thành phần và tính chất, vùng tiếp xúc khác với vùng đá xi măng khác. Do sự thủy phân của C_3S mà trên bề mặt cốt liệu có những tinh thể $\text{Ca}(\text{OH})_2$ và CaCO_3 và cũng có thể có sự tương tác hóa học giữa cốt liệu với các sản phẩm thủy hóa của xi măng ở ngay điều kiện bình thường và tương tác càng tăng cường trong điều kiện gia công nhiệt. Thí dụ trên bề mặt hạt cốt liệu đá vôi sẽ tạo thành liên kết kiểu cacboaluminat ; một số cốt liệu rỗng nhân tạo hoặc thiên nhiên (đá bọt, keramzit) chứa SiO_2 vô định hình sẽ có khả năng tương tác với $\text{Ca}(\text{OH})_2$ để tạo thành hydro silicat, trong điều kiện chưng áp, cát thạch anh còn tác dụng với cả $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

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 nhấp rậm bề mặt, độ sạch của mặt cốt liệu, cũng như vào loại xi măng và độ hoạt tính của nó ; vào tỉ lệ N/X và điều kiện rắn chắc của

bê tông. Đối với bê tông cốt liệu đặc, lớp liên kết kém bền hơn đá xi măng.

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 đầy hồ xi măng.

Với bê tông cốt liệu đặc, đầm nén tốt thì độ rỗng được hình thành chủ yếu trong đá xi măng và lượng khí cuốn vào trong khi thi công. Khi đó, theo giáo sư Gortrakov G.I, thể tích rỗng của bê tông sẽ được tính bằng công thức :

$$V_r^b = \left[\left(\frac{N}{X} - 0,5\alpha \right) + 0,29\alpha \right] X + (0,02 \div 0,06)$$

trong đó : $+ \left(\frac{N}{X} - 0,5\alpha \right) X$ - thể tích rỗng mao quản, phụ thuộc vào lượng nước nhào trộn (N), lượng xi măng (X) và mức độ thủy hóa của xi măng (α) ;

+ $0,29\alpha X$ - thể tích rỗng gen.

+ $(0,02 \div 0,06)$ - thể tích rỗng do khí cuốn vào.

Lỗ rỗng gen có 3 loại kích thước : loại rất nhỏ - nhỏ hơn 6 \AA ($6.10^{-4} \mu\text{K}$) nằm giữa các tinh thể ; loại nhỏ - $6\text{ \AA} - 16\text{ \AA}$ ($6.10^{-4} \div 1,6.10^{-3} \mu\text{K}$), nằm trong các tinh thể đá xi măng và loại lớn - $16\text{ \AA} - 1000\text{ \AA}$ ($1,6.10^{-3} \div 10^{-1} \mu\text{K}$). Lỗ rỗng mao quản có kích thước lớn hơn 1000 \AA ($> 10^{-1} \mu\text{K}$).

8.3. Tính chất của hỗn hợp bê tông xi măng

8.3.1. Tính lưu biến

Hỗn hợp bê tông là một thể vật lí đồng nhất của xi măng nước, cốt liệu và phụ gia. Chúng tương tác với nhau bằng lực

liên kết vật lí và hóa học. Hồ xi măng (xi măng và nước) là thành phần tạo thành cấu trúc chủ yếu. Khi tăng quá trình thủy hóa của xi măng, độ phân tán của pha rắn tăng lên, làm cho độ nhớt và khả năng dính kết của hồ tăng lên ; trong hỗn hợp bê tông bắt đầu xuất hiện biến dạng đàn hồi và cường độ cấu trúc. Mặt khác nó cũng có thể chảy nhão ra giống như chất lỏng quánh. Vì vậy hỗn hợp bê tông có thể được coi là vật thể đàn hồi - dẻo quánh. Nó vừa mang tính chất của chất rắn vừa có tính chất của chất lỏng lí tưởng. Bản chất lưu biến của hỗn hợp bê tông được biểu diễn bằng phương trình sau :

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} + \frac{(\sigma - \tau_0)}{\eta} t$$

trong đó : σ - ứng suất trong hỗn hợp bê tông ;

E - môđun đàn hồi ;

τ_0 - ứng suất trượt trong hỗn hợp bê tông ;

η - độ nhớt động của hỗn hợp bê tông.

t - thời gian.

Dưới sự tác dụng của chấn động, lực tương tác giữa các cấu tử vật chất bị phá hủy, làm mất cường độ cấu trúc của hỗn hợp bê tông, có nghĩa là τ_0 tiến tới không và khi đó hỗn hợp bê tông sẽ tồn tại như là một chất lỏng nặng và quánh, dễ dàng lấp đầy khuôn.

8.3.2. Tính công tác

Tính công tác hay còn gọi là tính dễ tạo hình là tính chất kĩ thuật của hỗn hợp bê tông, nó biểu thị khả năng lấp đầy khuôn nhưng vẫn đảm bảo được độ đồng nhất trong một điều kiện đầm nén nhất định. Để đánh giá tính công tác người ta sử dụng 3 chỉ tiêu : độ lưu động (đặc trưng cho cường độ cấu trúc của hỗn hợp), độ cứng (đặc trưng cho độ nhớt động của hỗn hợp) và độ giữ nước (biểu thị bằng khả năng tách nước của hỗn hợp sau khi vận chuyển và đầm chặc).

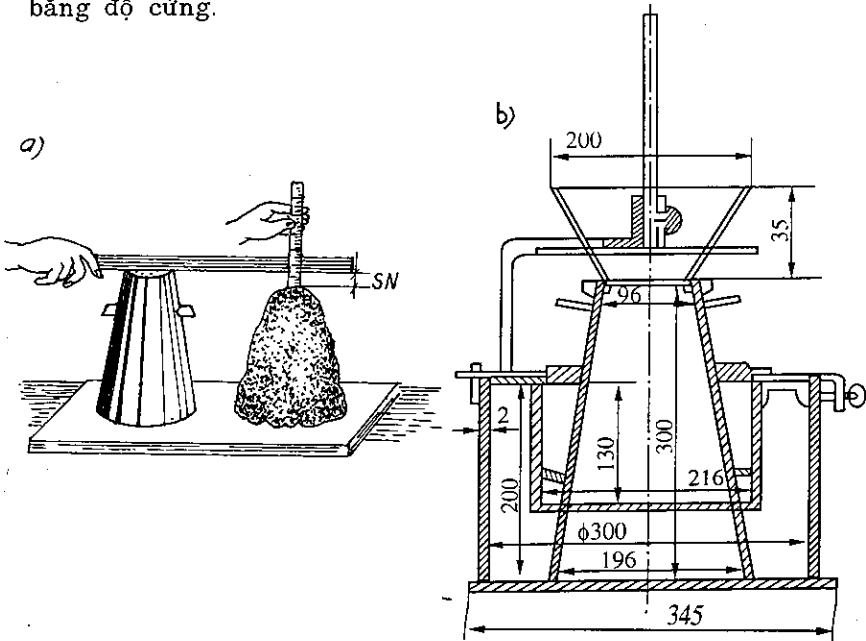
Độ lưu động là chỉ tiêu tính chất quan trọng nhất của hỗn hợp bê tông, nó đánh giá khả năng dễ chảy của hỗn hợp bê tông

dưới tác dụng của trọng lượng bản thân hoặc rung động. Độ lưu động được xác định bằng độ sụt SN (cm) của hình nón cụt hỗn hợp bê tông (hình 8-3a). Kích thước bên trong của hình nón cụt được giới thiệu ở bảng 8-1. Trong đó hình N^o - 1 dùng cho hỗn hợp mà đường kính lớn nhất của cốt liệu không quá 40mm, N^o - 2 dùng cho hỗn hợp mà đường kính lớn nhất của cốt liệu là 70, 100 m.

Bảng 8-1

Kích thước hình nón cụt, mm	N ^o - 1	N ^o - 2
Đường kính đáy trên	100	150
Đường kính đáy dưới	200	300
Chiều cao	300	450

Nếu độ sụt bằng không thì tính công tác được đặc trưng bằng độ cứng.



Hình 8-3. a- cách xác định độ dèo (sụt) SN ;
b- nhớt kế kĩ thuật để xác định độ cứng.

Độ cứng (ĐC) của hỗn hợp bê tông được xác định bằng thời gian rung động cần thiết (gy) để san bằng và lèn chặt hỗn hợp bê tông trong nhót kế kĩ thuật (hình 8-3b).

Theo chỉ tiêu độ lưu động và độ cứng người ta chia hỗn hợp bê tông ra các loại sau (bảng 8-2).

Bảng 8-2

Loại hỗn hợp bê tông	SN (cm)	ĐC (gy)	Loại hỗn hợp bê tông	SN (cm)	ĐC (gy)
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	Nhào	15 - 18	-

Các chỉ tiêu của tính công tác được lựa chọn theo loại kết cấu, kích thước của nó, mật độ cốt thép và phương pháp chế tạo (bảng 8-3).

Bảng 8-3

Kết cấu và phương pháp chế tạo	ĐC(gy)	SN (cm)
Cấu kiện bê tông cốt thép tháo khuôn sớm	20 - 10	0
Tấm phủ đường ôtô, đường băng	10 - 6	1 - 2
Bê tông toàn khối ít cốt thép	6 - 4	2 - 4
Cột, dầm, xà tam bằng bê tông cốt thép	≠ 4	4 - 8
Bê tông nhiều cốt thép	< 2	8 - 10
Các chi tiết lắp ghép nhà	-	12 - 18
Bê tông rất dày cốt thép	-	18 - 24

Độ giữ nước được đặc trưng bằng khả năng giữ nước để đảm bảo độ đồng nhất của hỗn hợp 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 hoặc cùng với xi măng chui qua kẽ hở của cốpfa 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 của cốt liệu một cách hợp lý.

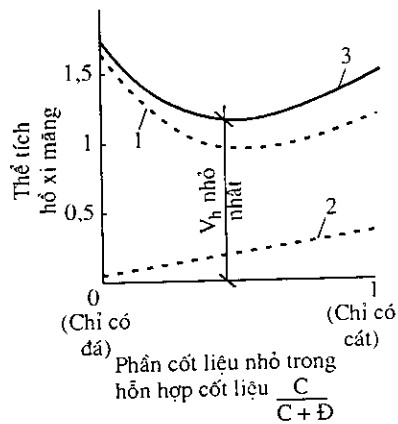
8.3.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến tính công tác của hỗn hợp bê tông

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 hồ xi măng và lượng nước dùng cho cốt liệu (độ cần nước). Lượng nước trong hồ xi măng xác định độ lưu biến của hồ và do đó xác định tính chất của hỗn hợp bê tông - độ lưu động và độ cứng.

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 của các hạt cốt liệu thay đổi, hay nói cách khác, tỉ 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 tỉ lệ cốt liệu nhỏ - cốt liệu lớn tối ưu để đảm bảo cho hồ xi măng nhỏ nhất là rất quan trọng (hình 8-4).

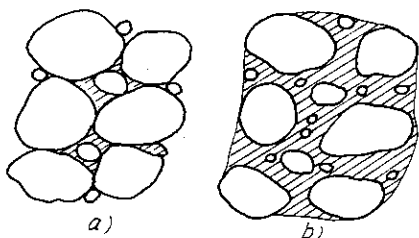
Để đảm bảo cho bê tông có cường độ yêu cầu thì tỉ lệ nước - xi măng phải giữ ở giá trị không đổi và do đó khi độ cần nước của cốt liệu tăng thì dẫn đến chi phí quá nhiều xi măng.

Việc xác định lượng nước nhào trộn phải thông qua các chỉ tiêu tính công tác cơ tính

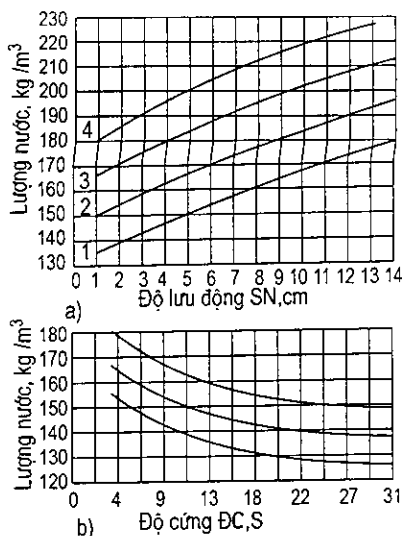


Hình 8-4. Thể tích hồ xi măng.
1- nhất đây lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu ; 2- bôi trơn các hạt ; 3- toàn bộ.

đến loại và độ lớn cốt liệu (hình 7-5). Mà tính công tác lại phụ thuộc và độ nhớt và thể tích của hồ xi măng. 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. Đối với hỗn hợp bê tông dùng xi măng pooc lăng lượng nước đó khoảng $1,65N_{tc}$ (N_{tc} - lượng nước tiêu chuẩn của xi măng).



Hình 8-6. Cấu trúc của hỗn hợp bê tông.
a - cứng; b - dẻo.



Hình 8-5. Lượng nước dùng cho hỗn hợp bê tông sử dụng xi măng pooc lăng, cát trung bình và sỏi có đường kính lớn nhất.
a- hỗn hợp dẻo; b.- hỗn hợp cứng;
1 ÷ 70mm; 2 ÷ 40mm; 3 ÷ 20mm;
4 ÷ 10mm.

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 lưu động sẽ tăng. Tuy nhiên, vì lí do giá thành nên lượng xi măng không thể quá nhiều.

Độ lưu động còn phụ thuộc 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 tính chất, như N_{1c} , độ mịn, thời gian ninh kết và rắn chắc.

Lượng vữa xi măng. Nếu vữa 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 (hình 8-6a). Để tạo cho hỗn hợp có độ lưu động thì phải đẩy xa các hạt cốt liệu lớn và bọc xung quanh chúng một lớp vữa xi măng (hình 8-6b). Do đó thể tích phần vữa sẽ bằng thể tích rỗng trong cốt liệu lớn nhân với hệ số trượt α ($1,05 \div 1,15$ đối với hỗn hợp bê tông cứng, $1,2 \div 1,5$ đối với hỗn hợp bê tông dẻo).

Phụ gia hoạt động bề mặt chỉ cần dùng với một lượng nhỏ ($0,05 \div 0,3\%$ khối lượng xi măng) nhưng độ lưu động của hỗn hợp cũng tăng lên đáng kể. Cơ chế tăng dẻo của phụ gia được giải thích bằng tác dụng làm giảm sức căng mặt ngoài ở mặt phân cách (thí dụ giữa pha nước và rắn, giữa khí và nước).

Các loại phụ gia hoạt động bề mặt thường dùng là phụ gia ưa nước, phụ gia kỵ nước và phụ gia tạo bọt.

Phụ gia ưa nước có nhiều loại, nhưng phổ biến nhất là muối canxi lignosulfonat. Khi muối này hấp phụ lên hạt xi măng, sự định hướng của các phân tử nước trên bề mặt hạt xi măng phần nào bị phá hoại và một phần nước đó được giải phóng. Mặt khác, nhờ gốc có cực tính của canxi lignosulfonat làm cho hạt xi măng ưa nước, dễ thấm ướt hơn. Như vậy khi có phụ gia hồ xi măng cần lượng nước ít hơn, lực dính kết giữa các hạt xi măng giảm, dễ trơn trượt lên nhau, làm độ lưu động của hỗn hợp bê tông tăng.

Phụ gia ưa nước và nhiều loại phụ gia khác đã được dùng ở nước ta như CCB (Liên Xô cũ) KTD (Việt Nam). Các loại phụ gia này có tác dụng lớn đối với hỗn hợp bê tông "béo" chứa ít cốt liệu.

Phụ gia kỵ nước thường dùng là xà phòng natri (muối natri của axit hữu cơ tan trong nước), axidon (axit naptenic chế tạo từ xà phòng công nghiệp), petrolatum đã oxy hóa. Khi hấp phụ trên bề mặt hạt xi măng, do hút bám ion canxi, gốc cacbua hydro của chúng hướng ra phía ngoài ; vì gốc này có tính kỵ nước

nên không bị thấm ướt. Những lớp mỏng của các phân tử định hướng đó có khả năng trượt lên nhau một cách dễ dàng làm cho độ lưu động của hỗn hợp bê tông tăng lên.

Phụ gia tạo bọt khí chủ yếu là xà phòng natri của các axit hữu cơ. *Thí dụ* : xà phòng hóa colofan (nhựa thông) bằng xút sẽ nhận được loại phụ gia mà thành phần của nó chủ yếu là muối natri của axit abiêtin. Khi nhào trộn bê tông, phụ gia sẽ cuốn theo vào một lượng không khí. Các bọt khí sẽ làm giảm sức căng mặt ngoài của chất lỏng ở mặt phân cách khí - lỏng. Lượng bọt khí nhờ có các phân tử phụ gia mà được ổn định trong chất lỏng, đồng thời làm tăng thể tích hồ xi măng. Do đó độ lưu động của hỗn hợp bê tông tăng lên.

Cũng cần chú ý rằng phụ gia hoạt động bề mặt phần nào làm kéo dài quá trình thủy hóa của xi măng và làm chậm tốc độ phát triển cường độ của 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.

Khi chấn động các phân tử của hỗn hợp bê tông bị dao động cưỡng bức liên tục và sắp xếp lại một cách chặt chẽ hơn. Khi tần số dao động đạt đến giá trị nào đó thì nội ma sát của hỗn hợp giảm đến mức nhỏ nhất do sự xuất hiện một áp lực chống lại tác dụng của trọng lực. Hỗn hợp bị phân tách theo độ lớn, hình dạng và khối lượng của hạt. Cấu trúc ban đầu bị phá hoại. Độ cứng của hỗn hợp giảm xuống, các phân tử sắp xếp lại chặt chẽ hơn. Kết quả hỗn hợp được lèn chặt.

8.4. Cường độ 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. Vì vậy cường độ chịu nén là chỉ tiêu tính chất quan trọng nhất của bê tông. Dựa vào cường độ chịu nén giới hạn trung bình của các mẫu bê tông hình lập phương có cạnh 15cm dưỡng hộ trong 28 ngày ở điều kiện tiêu chuẩn (nhiệt độ $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, độ ẩm không khí,

90 - 100%), định ra mác của bê tông như sau : 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500 và 600. Khi dùng mẫu có kích thước không tiêu chuẩn, kết quả thí nghiệm phải nhân với hệ số điều chỉnh K (bảng 8-4).

Bảng 8-4

Kích thước mẫu. cm	Hệ số K khi mác của bê tông			
	150	200	300	400
20 × 20 × 20	1,06	1,05	1,05	1,04
15 × 15 × 15	1,00	1,00	1,00	1,00
10 × 10 × 10	0,96	0,94	0,92	0,90

Trong quá trình cứng rắn, cường độ bê tông không ngừng tăng lên. Từ 7 đến 14 ngày cường độ phát triển nhanh, sau 28 ngày chậm dần và có thể tăng mãi cho đến hàng chục năm sau và gần như tuân theo quy luật logarit :

$$\frac{R_n}{R_{28}} = \frac{\lg n}{\lg 28}, \text{ với } n > 3$$

trong đó : R_n, R_{28} - cường độ bê tông ở tuổi n và 28 ngày ;
n - tuổi của bê tông (ngày).

Ngoài thời gian, cường độ bê tông còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác.

Đá xi măng (mác xi măng, N/X) có ảnh hưởng lớn đến cường độ bê tông. Điều này đã được giáo sư N.B. Belaev (Liên Xô) thể hiện trong công thức :

$$R_b^{28} = \frac{R_x}{k(N/X)^n}, \text{ kG/cm}^2$$

trong đó : R_b^{28} - cường độ nén giới hạn của bê tông ở tuổi 28 ngày ;

R_x - mác của xi măng ;

n, k - hệ số phụ thuộc vào chất lượng nguyên vật liệu :
đối với bê tông nặng n = 1,5 ; khi dùng đá dăm k = 3,5 ;
sỏi k = 4.

Sự phụ thuộc của cường độ bê tông vào N/X thực chất là phụ thuộc vào thể tích rỗng tạo ra do lượng nước dư thừa. Hình 8-7 biểu thị mối quan hệ giữa cường độ bê tông và lượng nước nhào trộn.

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

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

trong đó :

- N, X - lượng nước và lượng xi măng trong $1m^3$ bê tông ;
- ω - lượng nước liên kết hóa học tính bằng % khối lượng xi măng.

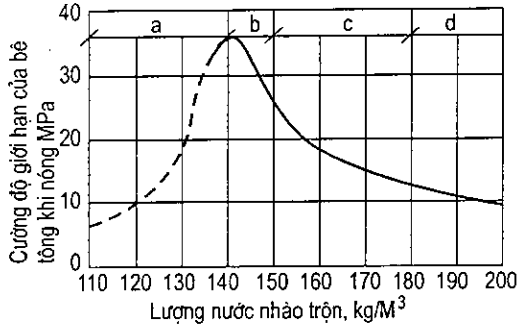
Ở tuổi 28 ngày lượng nước liên kết hóa học khoảng 15 - 20%. Thực chất quan hệ giữa cường độ R_b và N/X được biểu diễn bằng những đường cong phức tạp. Trong thực tế, để đơn giản hai nhà bác học B.I. Bolomey (Thụy Sĩ) và Skramtaev (Liên Xô cũ) đã chuyển thành đường thẳng (hình 8-8) theo các công thức sau :

đối với bê tông có :

$$\frac{X}{N} = 1,4 \div 2,5$$

thì :

$$R_b = AR_x \left(\frac{X}{N} \div 0,5 \right)$$



Hình 8-7. 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 nhất. c - vùng hỗn hợp bê tông dẻo ;
- d - vùng hỗn hợp bê tông chảy.

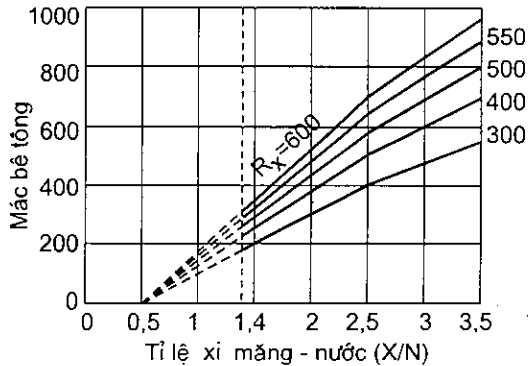


đối với bê tông có $\frac{X}{N} > 2,5$ thì :

$$R_b = A_1 R_x \left(\frac{X}{N} + 0,5 \right)$$

(Hai công thức trên chỉ dùng cho bê tông đặc chắc dùng xi măng pooc lăng ; nước và cốt liệu đạt yêu cầu quy phạm).

Trong đó A và A_1 là hệ số được xác định theo chất lượng của cốt liệu và phương pháp xác định mức xi măng (bảng 8-5).



Hình 8-8. Sự phụ thuộc của cường độ bê tông nặng vào $\frac{X}{N}$ khi mức của xi măng khác nhau

Bảng 8-5

Chất lượng cốt liệu	A, khi mức xi măng xác định theo phương pháp		A ₁ , khi mức xi măng xác định theo phương pháp	
	cứng	mềm	cứng	mềm
Chất lượng cao (đá phun xuất đặc, cát ít tạp chất)	0,5	0,65	0,33	0,43
Chất lượng trung bình	0,45	0,60	0,30	0,40
Chất lượng thấp (sỏi, cát hạt nhỏ)	0,4	0,55	0,27	0,37

Cốt liệu. Sự phân bố giữa các hạt cốt liệu và tính chất của nó (độ nhám, số lượng lỗ rỗng hở, 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 một chút (với cự li 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 chúng 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.

Cấu tạo của bê tông (biểu thị bằng độ đặc của nó) có ảnh hưởng đến cường độ của bê tông. Khi thiết kế thành phần bê tông ngoài việc đảm bảo cho bê tông có độ đặc cao thì việc lựa chọn độ lưu động 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 tỉ lệ nước thích hợp. Nếu tăng mức độ đầm nén thì tỉ 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 : ρ'_v - khối lượng thể tích thực tế của hỗn hợp bê tông sau khi lèn chặt, kg/m^3 ;

ρ_v - khối lượng thể tích tính toán của hỗn hợp bê tông, kg/m^3 .

Hỗn hợp bê tông cứng có $K_1 = 0,95 \div 0,98$.

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. Ngoài ra, phụ gia rắn nhanh còn có tác dụng tăng tính chống thấm nước của bê tông. Phụ gia rắn nhanh phổ biến nhất là CaCl_2 . Nó chỉ được dùng với một hàm lượng và điều kiện cho phép.

8.5. Tính biến dạng của bê tông

Bê tông là loại vật liệu đàn hồi dẻo. Biến dạng của nó gồm có 2 phần : biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo, (hình 8-9).

Biến dạng đàn hồi tuân theo định luật Húc :

$$\sigma = \varepsilon E, \text{ kG/cm}^2,$$

trong đó : σ - ứng suất trong bê tông ;

ε - biến dạng tương đối cm/cm :

E - mô đun đàn hồi của bê tông.

Biến dạng đàn hồi của bê tông xảy ra khi tải trọng tác dụng rất nhanh và tạo ra ứng suất không lớn lắm (nhỏ hơn 0,2 cường độ giới hạn). Tính đàn hồi của bê tông ở giai đoạn này (ε_{dh}) được đặc trưng bằng mô đun đàn hồi ban đầu và có thể được tính theo công thức :

$$E_{dh} = \frac{1000000}{1,7 + \frac{360}{R_b^{28}}}, \text{ kG/cm}^2$$

trong đó : R_b^{28} - cường độ chịu nén của bê tông ở tuổi 28 ngày, kG/cm².

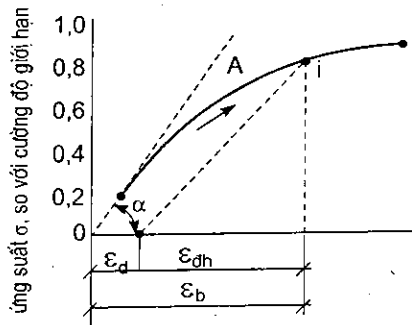
Mô đun đàn hồi của bê tông tăng lên khi hàm lượng cốt liệu lớn, cường độ và mô đun đàn hồi của cốt liệu tăng lên và hàm lượng xi măng, tỉ lệ $\frac{N}{X}$ giảm.

Nếu ứng suất vượt quá 0,2 cường độ giới hạn của bê tông, thì ngoài biến dạng đàn hồi còn do được cả biến dạng dư. Như vậy biến dạng của bê tông là tổng của biến dạng đàn hồi (ε_{dh}) và biến dạng dư (ε_d)

$$\varepsilon_b = \varepsilon_{dh} + \varepsilon_d$$

Đặc trưng biến dạng của bê tông sẽ là :

$$E_{bd} = \frac{\sigma}{\varepsilon_b} = \frac{\sigma}{\varepsilon_{dh} + \varepsilon_d}, \text{ kG/cm}^2$$



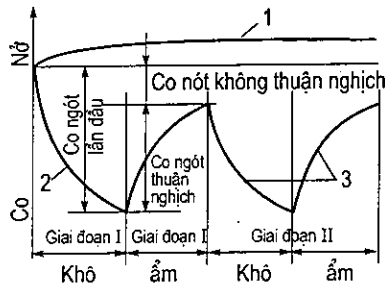
Hình 8-9. Đường cong ứng suất - biến dạng của bê tông

Cũng như các loại vật liệu giòn khác, biến dạng của bê tông trước khi bị phá hoại thường không lớn lắm (0,5 - 1,5 mm/m).

8.6. Tính co nở của bê tông

Trong quá trình rắn chắc, bê tông thường phát sinh biến dạng thể tích : nở ra trong nước và co lại trong không khí (hình 8-10). Về giá trị tuyệt đối độ co lớn hơn nở 10 lần. Ở một giới hạn nào đó độ nở có thể làm tốt hơn cấu trúc của bê tông. Còn hiện tượng co ngót luôn luôn kéo theo những hậu quả xấu.

Bê tông bị co ngót do nhiều nguyên nhân. Trước hết là sự mất nước trong các gen xi măng. Cấu trúc gen bao gồm những mầm tinh thể đá xi măng nối với nhau thành một chuỗi. Trong đó bản thân mầm tinh thể lại được bọc bằng một lớp nước liên kết. Nhiều chuỗi liên kết lại thành một mạng lưới không gian. Mất lưới chứa đầy nước. Sự mất nước làm cho các mầm



Hình 8-10. Độ co của bê tông khi khô ẩm liên tiếp.

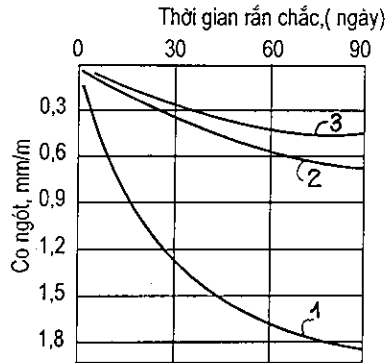
- 1 - nở của bê tông khi nằm trong môi trường ẩm thường xuyên
2 - co khi sấy khô ; 3 - co và nở khi khô và ẩm liên tiếp.

tinh thể xích lại gần nhau và đồng thời các gen cùng dịch chuyển làm cho bê tông bị co. Quá trình cacbonát hóa hydroxyt 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 (bằng khoảng 10% co ngót do gen).

Co ngót đã gây ra ứng suất co ngót : nén - trong cốt liệu, cốt thép và kéo - trong đá xi măng. Ứng suất kéo trong đá xi măng là nguyên nhân gây ra nứt, giảm cường độ, độ chống thấm và độ ổn định của bê tông và bê tông cốt thép trong môi trường xâm thực ; vì vậy, đối với những công trình có chiều dài lớn, để tránh nứt người ta đã phân đoạn để tạo thành các khe co giãn.

Độ co ngót phát triển mạnh trong thời kì đầu và tỉ lệ với mức độ mất nước tự do (do bay hơi, do thủy hóa xi măng) trong các mắt lưới của cấu trúc gen và giảm dần theo thời gian đến một lúc thì có thể tắt hẳn.

Trị số độ co ngót phụ thuộc vào lượng xi măng, lượng nước và tỉ lệ cát trong hỗn hợp cốt liệu. Độ co ngót trong đá xi măng lớn hơn trong vữa và trong bê tông (hình 8-11). Ngoài ra, độ co ngót còn phụ thuộc vào chế độ dưỡng hộ. Khi dưỡng hộ 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.



Hình 8-11. Độ co ngót.

1 - của đá xi măng ; 2 - của vữa ;
3 - của bê tông.

8.7. 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 $1\mu K$, vì màng nước hấp phụ trong các mao quản đã có chiều dày đến $0,5\mu K$.

Đối với những kết cấu 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 người ta chia bê tông ra các loại mác chống thấm : CT-2, CT-4, CT-6, CT-8, v.v...

Các biện pháp để nâng cao khả năng chống thấm nước :

Nâng cao độ đặc chắc của bê tông bằng cách tính toán cấp phối bê tông hợp lí (tỉ lệ $\frac{N}{X}$ nhỏ nhất, tỉ lệ $\frac{C}{C + D}$ thích hợp), dùng phụ gia hóa học, hoặc chọn phương pháp thi công tốt nhất.

8.8. Vật liệu để chế tạo bê tông nặng

8.8.1. Xi măng

Người ta có thể dùng xi măng poocăng, xi măng poocăng bên sunfat, xi măng poocăng xỉ, xi măng poocăng puzolan và các chất kết dính khác thỏa mãn các yêu cầu quy phạm. Trong đó việc lựa chọn mác xi măng là đặc biệt quan trọng, nó vừa đảm bảo đạt mác bê tông thiết kế, vừa đảm bảo yêu cầu kinh tế. Để thỏa mãn các yêu cầu trên cần phải tránh dùng xi măng mác thấp để chế tạo bê tông mác cao và ngược lại, 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 :

Mác bê tông	100	150	200	250	300	350	400	500	600 và lớn hơn
Mác xi măng	200	300	300 - 400	400	400 - 500	400 - 500	500 - 600	600	600

Để thỏa mãn yêu cầu thứ 2 phải tuân theo quy định về lượng xi măng tối thiểu (bảng 8-6).

Bảng 8-6

Điều kiện làm việc của kết cấu công trình	Phương pháp đầm chặt	
	bằng tay	bằng máy
Trực tiếp tiếp xúc với nước	265	240
Bị ảnh hưởng của mưa gió không có phương tiện bảo vệ	250	220
Không bị ảnh hưởng của mưa gió	220	200

8.8.2. Cốt liệu nhỏ - cát

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

phụ thuộc vào thành phần khoáng, thành phần hạt và hàm lượng tạp chất.

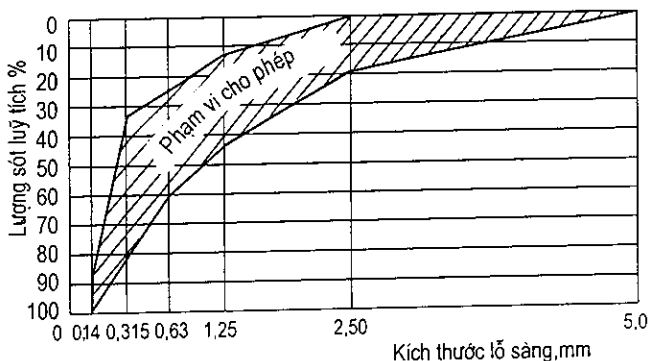
Thành phần hạt và độ lớn của cát. Cát có thành phần hạt hợp lí thì độ rỗng của nó nhỏ, lượng dùng xi măng sẽ ít, cường độ bê tông sẽ cao. Thành phần hạt của cát được xác định bằng cách sàng 1000g cát khô trên bộ sàng tiêu chuẩn 2,5 ; 1,25 ; 0,63 ; 0,315 và 0,14 mm. Đầu tiên người ta tính lượng sót riêng biệt trên mỗi sàng a_i (%), đó là tỉ số % lượng sót trên mỗi sàng m_i so với toàn bộ lượng cát đem thí nghiệm m :

$$a_i = \frac{m_i}{m} 100\%$$

Sau đó tính lượng sót tích lũy A_i (%) trên mỗi sàng, tức 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 nằm trong phạm vi cho phép (TCVN 1770 : 1986) của biểu đồ chuẩn (hình 8-12).



Hình 8-12. Biểu đồ xác định thành phần hạt của cát.

Độ lớn của cát có ảnh hưởng đến lượng dùng xi măng và có thể được biểu thị bằng môđun độ lớn, tỉ diện tích và độ cần nước.

Modun độ lớn M_{dl} được xác định bằng công thức :

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

Modun độ lớn đơn giản biểu thị bằng một con số, không có ý nghĩa vật lí. Trong thực tế còn dùng phương pháp tỉ diện tích - tổng diện tích bề mặt của các hạt cát trong một đơn vị khối lượng, kí hiệu là S_y , cm^2/g .

Các cách biểu thị trên đơn giản, có ý nghĩa thực tế, song chúng chưa tính đến hình dạng và đặc trưng bề mặt của hạt. Theo Skramtaev và Bagienov thì lượng nước yêu cầu (N_{yc}) của cát sẽ là đặc trưng chính xác nhất. N_{yc} được tính theo lượng nước nhào trộn vào hỗn hợp xi măng - cát ($X : C = 1 : 2$) sao cho khối vữa hình nón cụt sau khi chấn động trên bàn dần (30 cái trong 30 giây) có đường kính đáy 170 mm.

$$N_{yc} = \frac{N/X - N_{tc}}{2}$$

trong đó : $\frac{N}{X}$ - tỉ lệ nước - xi măng tương ứng với bánh vữa có đường kính đáy 170 mm, % ;

N_{tc} - lượng nước tiêu chuẩn của xi măng, %.

Dựa vào các chỉ tiêu về độ lớn người ta phân cát ra các loại như sau (bảng 8-7)

Bảng 8-7

	M_{dl}	S_y , cm^2/g	N_{yc} , %
Lớn	> 2,5	-	< 7
Trung bình	2 - 2,5	-	7 - 7,5
Nhỏ	1,5 - 2	100 - 200	> 7,5
Rất nhỏ	1 - 1,5	201 - 300	-

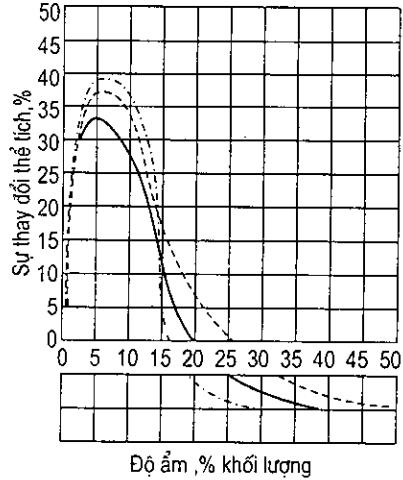
Lượng ngậm tạp chất. Hạt nhỏ (bụi, bùn, sét) sẽ làm tăng N_{yc} của cát và tăng lượng dùng xi măng trong bê tông, nên lượng hạt nhỏ (lọt qua sàng N°014) không được vượt quá 10%

(riêng lượng hạt bụi bùn sét không được lớn hơn 3%). Hạt sét do sự biến đổi thể tích lớn khi độ ẩm thay đổi có thể dẫn đến phá hoại cấu trúc của bê tông nên phải khống chế chặt chẽ hơn (không được lớn hơn 0,5%). Tạp chất mica, hữu cơ, các loại muối cũng phải thỏa mãn các yêu cầu của quy phạm.

Khi cát ẩm thể tích của nó bị biến đổi. Ở độ ẩm 5 ÷ 7% thể tích của cát có thể tăng lên 30% (hình 8-13). Vì vậy nếu định lượng cát theo thể tích thì cần phải hiệu chỉnh lại thể tích của nó theo độ ẩm thực tế.

8.8.3. Cốt liệu lớn - sỏi và đá dăm

Sỏi do hạt tròn, nhẵn, độ rỗng và diện tích mặt ngoài nhỏ nên cần ít nước, tổn ít xi măng mà vẫn dễ đầm, dễ đổ, nhưng lực dính bám với vữa xi măng nhỏ nên cường độ bê tông thấp hơn đá dăm. Cốt liệu lớn có độ lớn của hạt từ 5 - 70 mm, trong kết cấu khối lớn có thể đến 150 mm.



Hình 8-13.

Sự phụ thuộc của thể tích cát vào độ ẩm.

Chất lượng của cốt liệu lớn được đặc trưng bởi các chỉ tiêu sau : cường độ, thành phần hạt và độ lớn, lượng tạp chất.

Cường độ của đá dăm được xác định thông qua thí nghiệm nén mẫu đá gốc, còn của sỏi (kể cả đá dăm) được xác định thông qua thí nghiệm nén trong xilanh bằng thép và được gọi là độ nén giập.

Theo độ nén giập đá dăm được chia làm 7 mức (bảng 8-8).

Mức đá dăm phải tương đương mức của bê tông :

Bê tông mức ≥ 400	-	Mức đá dăm	8
Bê tông mức 300	-	Mức đá dăm	12
Bê tông mức < 200	-	Mức đá dăm	16.

Bảng 8-8

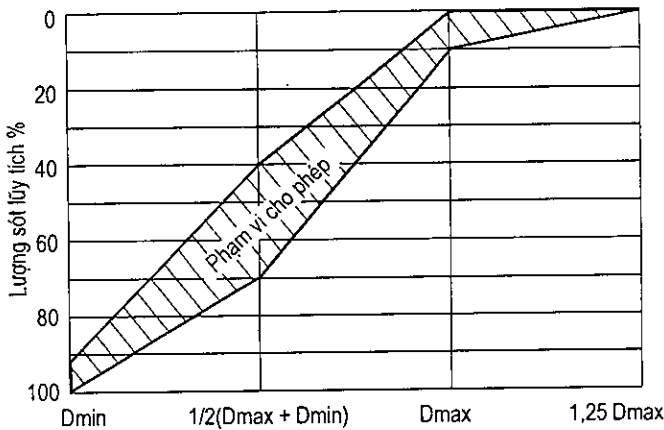
Mức của đá dăm	Độ nén giập ở trạng thái bão hòa nước, %		
	Đá trầm tích	Đá mácma xâm nhập và đá biến chất	Đá phun xuất (phun trào)
1200	< 9	< 16	< 9
1000	9 - 11	17 - 20	10 - 11
800	12 - 14	21 - 25	12 - 14
600	15 - 18	26 - 34	-
400	19 - 28	-	-
300	29 - 38	-	-
200	39 - 54	-	-

Những hạt đá hình thoi, dẹt (chiều rộng hoặc chiều dày nhỏ hơn 1.3 chiều dài) và những hạt mềm yếu, hạt bị phong hóa có ảnh hưởng đến cường độ của sỏi và đá dăm. Hạt mềm yếu là các hạt có nguồn gốc là đá trầm tích hay tốp phun xuất có cường độ nén ở trạng thái bão hòa nước nhỏ hơn 200 kG/cm². Hạt bị phong hóa là các hạt nguồn gốc là đá phun xuất có cường độ nén ở trạng thái bão hòa nước nhỏ hơn 800 kG/cm² hoặc nguồn gốc là đá biến chất có cường độ nén ở trạng thái bão hòa nước nhỏ hơn 400 kG/cm². Lượng chứa những hạt này không được lớn hơn 10%. Trong đá mácma mac 200 và 300 lượng hạt mềm yếu có thể cho phép đến 15%.

Thành phần hạt của cốt liệu lớn được xác định thông qua thí nghiệm sàng 3kg đá hoặc sỏi trên bộ sàng tiêu chuẩn có kích thước lỗ sàng 70, 40, 20, 10 và 5mm.

Sau khi thí nghiệm người ta xác định đường kính lớn nhất D_{max} và đường kính nhỏ nhất D_{min} của cốt liệu. D_{max} tương ứng với cỡ sàng có lượng sót tích lũy nhỏ hơn và gần 5% nhất. D_{min} tương ứng với cỡ sàng có lượng lọt sàng nhỏ hơn và gần 5% nhất.

Thành phần hạt của cốt liệu lớn phải nằm trong phạm vi quy định (hình 8-14) của TCVN 1771 : 1987.



Hình 8-14. Biểu đồ xác định thành phần hạt của cốt liệu lớn.

D_{max} của cốt liệu lớn cũng phải phù hợp với kết cấu bê tông, phải nhỏ hơn $1/3$ kích thước nhỏ nhất của kết cấu và nhỏ hơn $3/4$ khoảng cách của cốt thép ; đối với kết cấu là panen mỏng, sàn nhà, bản mặt cầu... cho phép bằng $\frac{1}{2}$ kích thước nhỏ nhất của kết cấu.

Lượng ngậm tạp chất có hại trong sỏi và đá dăm chủ yếu là đất sét, bụi, bùn, tạp chất hữu cơ, muối, đá silic vô định hình và đá diệp thạch silic. Hàm lượng của chúng được quy định như sau (bảng 8-9).

Bảng 8-9

Loại tạp chất	Bê tông ở trên và trong vùng mực nước thay đổi	Bê tông thường xuyên ở trong nước và bên trong công trình
Sét, phù sa, bụi, % . >	1	2
Tạp chất hữu cơ	Màu không sẫm hơn màu chuẩn	
Muối sunfat và sunfua tính đổi ra SO_3 , % . >	0,5	0,5
Đá opan, các loại nham thạch dạng opan và các khoáng vật khác	Không cho phép nếu không có sự kiểm tra	

8.8.4. Phụ gia

Phụ gia sử dụng thường có 2 loại : loại rắn nhanh và loại hoạt động bề mặt.

Phụ gia rắn nhanh thường là các loại muối gốc clo (thí dụ CaCl_2 , NaCl , HCl , 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 tự nhiên, cũng như nâng cao cường độ bê tông ngay sau khi bảo dưỡng nhiệt và ở tuổi 28 ngày. Phụ gia hoạt động bề mặt mặc dù sử dụng một lượng nhỏ nhưng có khả năng cải thiện đáng kể tính chất của hỗn hợp bê tông và tăng cường nhiều tính chất khác của bê tông.

Hiện nay 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.

8.8.5. Nước

Nước để chế tạo bê tông (rửa cốt liệu, nhào trộn và bảo dưỡng bê tông) phải có đủ phẩm chất để không ảnh hưởng xấu đến thời gian ninh kết và rắn chắc của xi măng và không gây ăn mòn cốt thép. Nước sinh hoạt là nước có thể dùng được, còn các loại nước không nên dùng là : nước đầm, ao, hồ, nước cống rãnh, nước chứa dầu mỡ, đường, nước có $\text{pH} < 4$, nước có chứa muối sunfát lớn hơn 0,27% (tính theo lượng ion SO_4^{--}).

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

Chất lượng của nước được đánh giá bằng phân tích hóa học. Ngoài ra, về mặt định tính cũng có thể đánh giá bằng so sánh cường độ của bê tông chế tạo bằng nước uống được và nước nghi ngờ.

8.9. Thiết kế thành phần bê tông nặng

8.9.1. Khái niệm

Thiết kế thành phần bê tông là lựa chọn tỉ lệ hợp lí các nguyên vật liệu thành phần (nước, xi măng, cát, đá hoặc sỏi)

cho 1 m³ bê tông sao cho đảm bảo các yêu cầu kĩ thuật và kinh tế.

Lượng nguyên vật liệu tính toán cho 1m³ bê tông được biểu thị bằng tỉ số về khối lượng hay thể tích trên 1 đơn vị khối lượng hay 1 đơn vị thể tích xi măng.

Những điều kiện cần thiết. Để tính toán thành phần bê tông cần phải biết trước những điều kiện sau : cường độ và các tính chất yêu cầu khác của bê tông và hỗn hợp bê tông ; đặc tính của nguyên vật liệu sử dụng ; đặc điểm và điều kiện làm việc của kết cấu.

8.9.2. Phương pháp thiết kế thành phần bê tông

Các phương pháp thiết kế thành phần bê tông được sử dụng rộng rãi hiện nay là : phương pháp của Ban môi trường Anh (The British Department of the Environment), của Viện bê tông Mỹ (The American Concrete Institute), phương pháp ("Dreux - Gorisse" của Pháp, phương pháp của Hội bê tông Poolăng Niuzilân (The New Zealand Portland Concrete Association), phương pháp Bolomey - Skramtaev (Nga) và phương pháp của Viện bê tông và bê tông cốt thép (Nga). Mỗi phương pháp đều có một phạm vi thích dụng riêng. Trong khuôn khổ giáo trình này xin được giới thiệu 2 phương pháp : phương pháp Bolomey - Skramtaev (sử dụng phổ biến ở Việt Nam) và phương pháp "Dreux - Gorisse" (sử dụng phổ biến ở Pháp và một số nước châu Âu). Cả hai phương pháp đều là phương pháp lí thuyết kết hợp với "thực nghiệm" dựa trên cơ sở lí thuyết "thể tích tuyệt đối", có nghĩa là tổng thể tích tuyệt đối (hoàn toàn đặc) của vật liệu trong 1m³ bê tông thì bằng 1000l. Chúng chỉ khác nhau ở chỗ lựa chọn thành phần và tỉ lệ các cấp hạt cốt liệu.

8.9.3. Phương pháp Bolomey - Skramtaev

Các bước tính toán sơ bộ

Xác định lượng nước N. Dựa vào độ cứng (ĐC) hoặc độ lưu động (SN) yêu cầu, lượng nước nhào trộn được xác định trên hình 8-5. Lượng nước xác định được ứng với cát trung bình

($N_{yc} = 7\%$) và sỏi. Nếu là đá dăm thì lượng nước cần tăng lên 10 - 15l và nếu N_{yc} của cát tăng lên hoặc giảm đi cứ 1% thì lượng nước tăng lên hay giảm đi 5l.

Tỉ lệ $\frac{X}{N}$ được tính theo công thức sau :

- đối với bê tông thường ($\frac{X}{N} = 1,4 \div 2,5$)

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} + 0,5$$

- đối với bê tông cường độ cao ($\frac{X}{N} > 2,5$)

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{A_1R_x} - 0,5$$

trong đó : R_b - mác của bê tông yêu cầu ;

R_x - mác của xi măng ;

A, A_1 - hệ số, được xác định theo bảng 8-5.

Xác định lượng xi măng :

$$X = \left(\frac{X}{N} \right) \cdot N \cdot \text{kg}$$

Dem so sánh lượng xi măng tìm được với lượng xi măng tối thiểu (bảng 8-6), nếu thấp hơn thì phải lấy bằng lượng xi măng tối thiểu. Để giữ nguyên $\frac{N}{X}$ thì lượng nước cũng phải tính lại.

Lượng cốt liệu lớn và nhỏ được xác định dựa vào thuyết sau :

Thể tích 1m^3 (hoặc 1000l) hỗn hợp bê tông sau khi đầm chặt bao gồm toàn bộ là thể tích hoàn toàn đặc của cốt liệu, thể tích hồ xi măng, có nghĩa là :

$$\frac{X}{\rho_x} + N + \frac{C}{\rho_c} + \frac{Đ}{\rho_d} = 1000$$

Trong đó thể tích rỗng của cốt liệu lớn được nhét đầy vữa xi măng có kể đến sự trượt xa nhau của các hạt (α) :

$$\frac{X}{\rho_x} + N + \frac{C}{\rho_c} = \frac{D}{\rho_d} \cdot r \cdot \alpha$$

Từ những phương trình trên ta tính được :

$$D = \frac{1000}{\frac{\alpha \cdot r}{\rho_d} + \frac{1}{\rho_d}}, \text{ kg.}$$

$$C = [1000 - \frac{X}{\rho_x} - N - \frac{D}{\rho_d}] \cdot \rho_c \quad \text{kg}$$

trong đó : ρ_x, ρ_c, ρ_d - khối lượng riêng của xi măng, cát, đá, kg/l.

r - độ rỗng của cốt liệu lớn.

α - hệ số trượt (hệ số dư vữa).

Đối với hỗn hợp bê tông cứng $\alpha = 1,05 \div 1,15$ (trung bình 1,1), đối với hỗn hợp bê tông dẻo α được tra theo biểu đồ (hình 8-15).

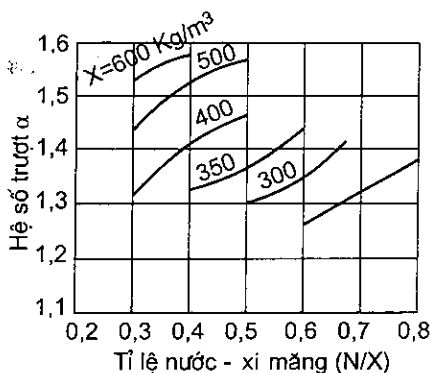
Lượng chi phí các nguyên vật liệu cho 1m^3 bê tông được biểu thị bằng tỉ lệ khối lượng so sánh với xi măng :

$$\frac{X}{X} : \frac{N}{X} : \frac{C}{X} : \frac{D}{X} = 1 : \frac{N}{X} : \frac{C}{X} : \frac{D}{X}$$

Trong thực tế cát và đá luôn bị ẩm nên cần phải tính đến để điều chỉnh lại lượng nguyên vật liệu cho chính xác.

Kiểm tra bằng thực nghiệm. Sau khi tính toán sơ bộ thành phần bê tông cần phải kiểm tra lại độ lưu động (hay độ cứng), cường độ, v.v... theo tiêu chuẩn.

Sau khi kiểm tra, lượng nguyên vật liệu sẽ được điều chỉnh lại cho phù hợp. Vì vậy cần phải tính lại lượng chi phí của chúng :



Hình 8-15. Biểu đồ để xác định hệ số trượt α .

$$X = \frac{X_1}{V} \cdot 1000, \text{ kg} ; C = \frac{C_1}{V} \cdot 1000, \text{ kg}$$

$$N = \frac{N_1}{V} \cdot 1000, \text{ l} ; D = \frac{D_1}{V} \cdot 1000, \text{ kg.}$$

$$V = \frac{\sum_G}{\rho_v} = \frac{X_1 + N_1 + C_1 + D_1}{\rho_v}, \text{ l}$$

trong đó : X_1, N_1, C_1, D_1 - lượng xi măng, nước, cát, đá dùng cho mẫu thử có thể tích V lít sau khi kiểm tra, kg.

X, N, C, D - lượng xi măng, nước, cát, đá dùng cho 1m^3 bê tông sau khi kiểm tra, kg.

ρ_v - khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông sau khi lèn chặt, kg/l .

Hệ số sản lượng bê tông. Trong thực tế khi chế tạo bê tông vật liệu được sử dụng ở trạng thái tự nhiên (V_{oX}, V_{oC}, V_{oD}), cho nên thể tích hỗn hợp bê tông sau khi nhào trộn (V_b) luôn nhỏ hơn tổng thể tích của chúng. Điều đó được thể hiện bằng hệ số sản lượng β :

$$\beta = \frac{V_b}{V_{oX} + V_{oC} + V_{oD}}$$

Khi đã biết lượng nguyên vật liệu cho 1m^3 bê tông thì β có thể được xác định theo công thức sau :

$$\beta = \frac{1000}{\frac{X}{\rho_v^x} + \frac{C}{\rho_v^c} + \frac{D}{\rho_v^d}}$$

Tùy thuộc vào độ rỗng của cốt liệu, giá trị β nằm trong khoảng $0,55 \div 0,75$.

Hệ số sản lượng β được sử dụng trong việc tính lượng nguyên vật liệu cho một mẻ trộn dung tích V_o :

$$X_o = \frac{\beta V_o}{1000} X ; \quad C_o = \frac{\beta V_o}{1000} C$$

$$N_o = \frac{\beta V_o}{1000} N ; \quad D_o = \frac{\beta V_o}{1000} D$$

trong đó :

X_o, N_o, C_o, D_o - lượng xi măng, nước, cát, đá dùng cho 1 mẻ trộn ;

X, N, C, D - lượng xi măng, nước, cát, đá dùng cho $1m^3$ bê tông.

8.9.4. Phương pháp Dreux - Gorisse

Các bước tính toán sơ bộ

Xác định đường kính lớn nhất của cốt liệu D_{max}

(theo bảng 8-10).

Bảng 8-10

Đặc tính của kết cấu bê tông	D_{max}	
	hạt tròn	hạt nghiêng
e - khoảng cách nằm ngang của cốt thép	$\leq 0,8 e$	$\leq 0,7 e$
h - khoảng cách đứng của cốt thép	$\leq h$	$\leq 0,9 h$
r - bán kính trung bình của mắt cốt thép	$\leq 1,4 r$	$\leq 1,3 r$
h_m - chiều dày tối thiểu của kết cấu	$\leq \frac{h_m}{5}$	

D_{max} cũng phải phù hợp với chiều dày lớp bảo vệ C (bảng 8-11).

Bảng 8-11

Đặc tính của môi trường	C_{min}	D_{max}
Xâm thực mạnh	4 cm	$\leq 0,8 C$
Xâm thực trung bình	2 cm	$\leq 1,25 C$
Xâm thực yếu	1 cm	$\leq 2 C$

Xác định lượng dùng xi măng : Xác định tỉ số $\frac{X}{N}$ theo công thức :

$$\frac{X}{N} = \frac{R'_{28}}{GR_x} + 0,5$$

trong đó : R'_{28} - cường độ chịu nén của bê tông ở tuổi 28 ngày, kG/cm^2 ;

R_x - cường độ chịu nén của xi măng ở tuổi 28 ngày, kG/cm^2 ;

X - lượng xi măng, kg/m^3 ;

N - lượng nước, l/m^3 ;

G - hệ số chất lượng cốt liệu, giá trị gần đúng của nó được tra theo bảng 8-12 (giả thiết hỗn hợp bê tông được rung ép tốt).

Bảng 8-12

Chất lượng của cốt liệu	Độ lớn của hạt		
	min $D_{\max} \leq 16\text{mm}$ - 25mm	trung bình $D_{\max} \leq 40\text{mm}$	lớn $D_{\max} \geq 63\text{mm}$
Rất tốt	0,55	0,60	0,65
Tốt	0,45	0,50	0,55
Trung bình	0,35	0,40	0,45

Dựa vào tỉ số $\frac{X}{N}$ và SN (cm) cho trước, lượng xi măng X có thể xác định được trên biểu đồ (hình 8-16).

Theo tiêu chuẩn NFP 18-305 - "Bê tông đúc sẵn" của Pháp, lượng xi măng tìm được phải lớn hơn lượng xi măng tối thiểu dưới đây :

$$X_{\min} = \frac{250 + B}{\sqrt[5]{D}}$$

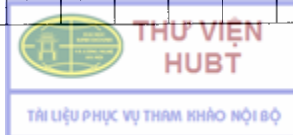
trong đó : B - mác của bê tông, kG/cm^2 ;

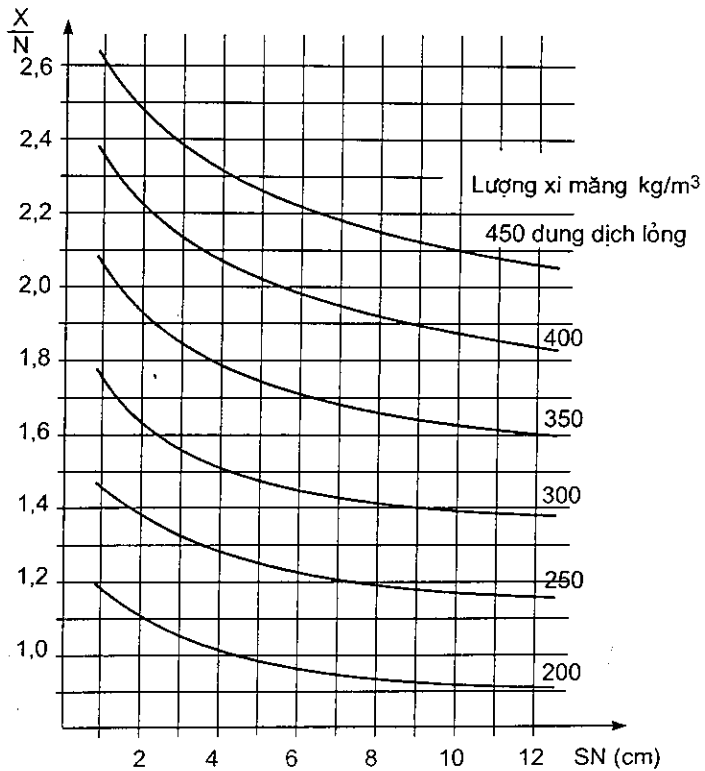
D - đường kính lớn nhất của cốt liệu.

Căn bậc 5 của D có thể tra theo bảng 8-13.

Bảng 8-13

D_{\max} , mm	6	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100
$\sqrt[5]{D}$	1,38	1,45	1,52	1,59	1,66	1,74	1,82	1,90	2,00	2,09	2,19	2,29	2,40	2,51



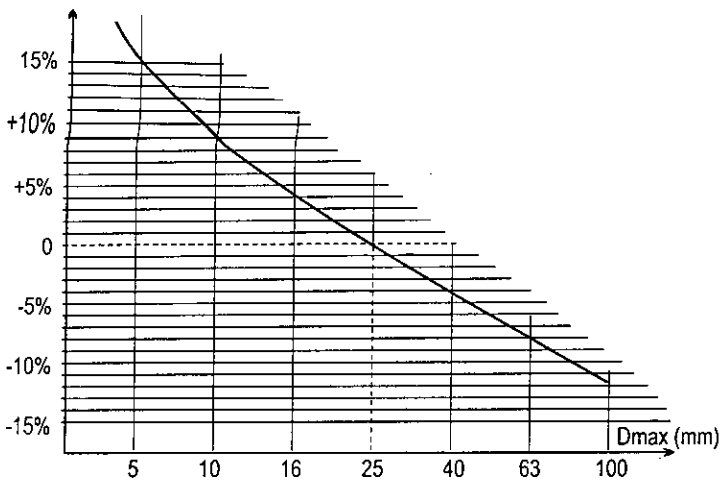


Hình 8-16. Sự phụ thuộc của lượng xi măng vào $\frac{X}{N}$ và SN.

Xác định lượng nước : Từ lượng xi măng X và tỉ số $\frac{X}{N}$ tìm được ta có thể xác định được lượng nước

$$N = X \cdot \left(\frac{N}{X} \right), \text{ kg/m}^3$$

Lượng nước tính ra ứng với cốt liệu khô có $D_{\max} = 25\text{mm}$. Nếu $D_{\max} \neq 25\text{mm}$ thì lượng nước cần phải điều chỉnh bằng giá trị tìm được trên hình 8-17.



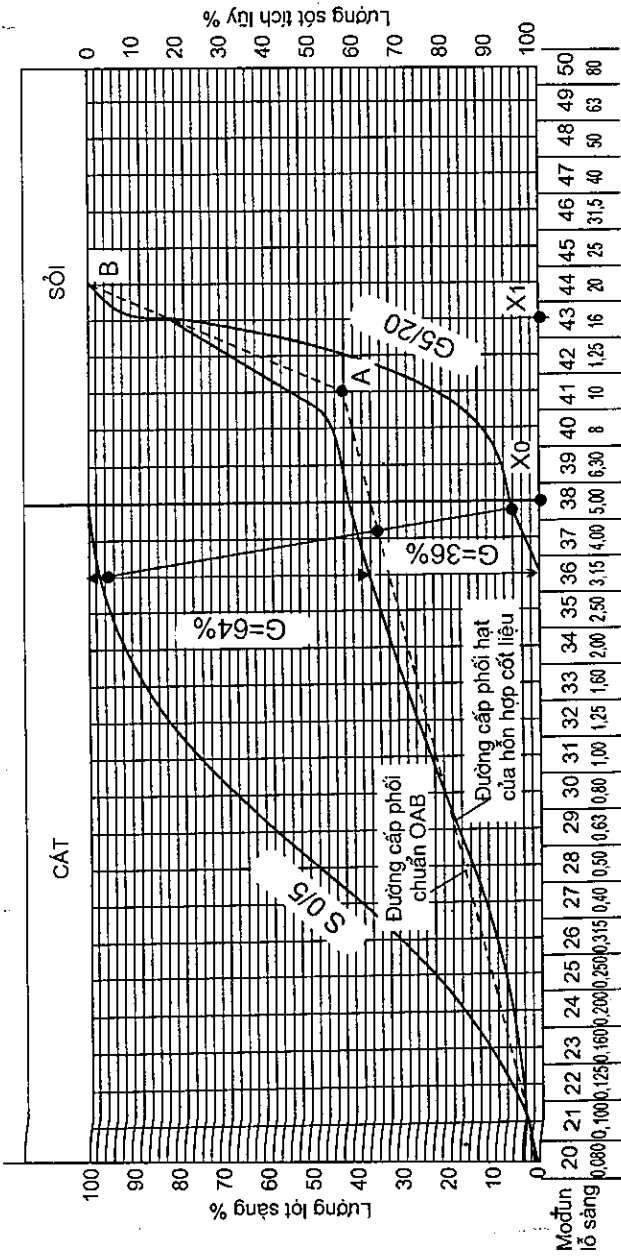
Hình 8-17. Biểu đồ xác định lượng nước điều chỉnh.

Nếu cốt liệu bị ẩm thì nước tìm được phải giảm đi một lượng tùy thuộc vào trạng thái ẩm của cốt liệu (bảng 8-14)

Bảng 8-14

Trạng thái ẩm của cốt liệu	Lượng nước cần giảm, l/m ³			
	cát 0/5	sỏi 5/12,5	sỏi 5/20	sỏi 20/40
Khô	0 - 20	Không đáng kể	Không đáng kể	Không đáng kể
Ẩm	40 - 60	20 - 40	10 - 30	10 - 20
Rất ẩm	80 - 100	40 - 60	30 - 50	20 - 40
Bão hòa	120 - 140	60 - 80	50 - 70	40 - 60

Xác định đường cong cấp phối cốt liệu : Để xác định đường cấp phối của cốt liệu ta dùng bộ sàng tiêu chuẩn : 0,080 ; 0,100 ; 0,125 ; 0,160 ; 0,200 ; 0,250 ; 0,315 ; 0,40 ; 0,50 ; 0,63 ; 0,80 ; 1,00 ; 1,25 ; 1,60 ; 2,00 ; 2,50 ; 3,15 ; 4,00 ; 5,00 ; 6,30 ; 8,00 ; 10 ; 12,5 ; 16 ; 20 ; 25 ; 31,5 ; 40 ; 50 ; 63 ; 80mm.



Hình 8-18. Phân tích thành phần hạt. Đường cấp phối hạt của hỗn hợp cốt liệu có $D_{max} = 20\text{mm}$

Đường cấp phối chuẩn (hình 8-18) được xây dựng trên cơ sở loại cốt liệu thực tế, có D_{max} giả thiết bằng 20mm. Nó được xác định bởi 3 điểm OAB. Điểm O có tọa độ {0,080 ; 0}.

Điểm B có tọa độ $\{D_{max} ; 100\}$. Còn điểm A có :

- **Hoành độ** : nếu $D_{max} \leq 20$ thì là D_{max} ; nếu $D_{max} \geq 20$ thì là điểm giữa của vùng sỏi giới hạn bởi môđun 38 (tương ứng với cỡ sàng 5mm) và môđun tương ứng với D_{max} của sỏi đó ;

- **Tung độ** :

$$Y = 50 - \sqrt{D_{max}} + K$$

trong đó : K - hệ số, phụ thuộc vào lượng xi măng, độ lèn chặt và hình dạng của hạt cát và được tra theo bảng 8-15. K = 0 ứng với bê tông có lượng xi măng là 350kg/m^3 , hạt cốt liệu tròn, môđun độ lớn của cát là 2,5 và độ lèn chặt trung bình.

Bảng 8-15

Hình dạng hạt cát	Yếu		Trung bình		Mạnh	
	Cát hạt tròn	Cát nghiêng	Cát hạt tròn	Cát nghiêng	Cát hạt tròn	Cát nghiêng
Lượng xi măng { 400 + phụ gia 400 350 300 250 200	-2	0	-4	-2	-6	-4
	0	+2	-2	0	-4	-2
	+2	+4	0	+2	-2	0
	+4	+6	+2	+4	0	+2
	+6	+8	+4	+6	+2	+4
	+8	+10	+6	+8	+4	+6

Ghi chú :

- 1 - Nếu môđun độ lớn (M_{dl}) của cát $\neq 2,5$ thì phải cộng thêm hệ số điều chỉnh $K_s = M_{dl} - 15$;
- 2 - Nếu bê tông dùng để bơm cần có độ dẻo cao thì K phải tăng thêm một giá trị $K_p = 5 \div 10$ (tùy thuộc vào độ dẻo cần thiết).

Xác định hệ số lèn chặt γ . Hệ số lèn chặt γ là tỷ số thể tích tuyệt đối của vật rắn (xi măng và cốt liệu) trong $1m^3$ bê tông tươi. Giá trị của γ được lựa chọn theo bảng 8-16.

Bảng 8-16

Loại hỗn hợp bê tông	Độ lèn ép	γ						
		$D_{max} = 5$	= 10	= 12,5	= 20	= 31,5	= 50	= 80
Chảy	Chọc	0,750	0,780	0,795	0,805	0,810	0,815	0,820
	Chấn động yếu	0,755	0,785	0,800	0,810	0,815	0,820	0,825
	Chấn động bình thường	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
Đèo	Chọc	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
	Chấn động yếu	0,765	0,795	0,810	0,820	0,825	0,830	0,835
	Chấn động bình thường	0,770	0,800	0,815	0,825	0,830	0,835	0,840
	Chấn động mạnh	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
Cứng	Chấn động yếu	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
	Chấn động bình thường	0,780	0,810	0,825	0,835	0,840	0,845	0,850
	Chấn động mạnh	0,785	0,815	0,830	0,840	0,845	0,850	0,855

Giá trị γ thay đổi từ 0,750 (đối với bê tông chảy, hạt nhỏ) đến 0,855 (đối với bê tông cứng, chấn động mạnh, hạt thô). Giá trị trung bình của γ là 0,82, tương ứng với loại bê tông thường (D_{max} từ 16 đến 40mm). Giá trị γ cho trong bảng là ứng với cốt liệu hạt tròn, các trường hợp khác phải trừ đi một lượng từ 0,01 đến 0,03.

Xác định hàm lượng cốt liệu. Từ đường cấp phối chuẩn OAB bằng cách nối điểm 95% lọt sàng của đường cong cát với điểm 5% lọt sàng của đường cong sỏi. Tung độ giao điểm của đường nối với đường cấp phối chuẩn sẽ là tỷ lệ % về thể tích tuyệt đối của từng loại cốt liệu g_1, g_2, \dots, g_n trong hỗn hợp vật liệu rắn.

Thể tích tuyệt đối của xi măng :

$$x = \frac{X}{\gamma_{ax}}$$

Thể tích tuyệt đối của cốt liệu :

$$V_{cl} = 1000 \gamma - x.$$

Thể tích tuyệt đối của từng loại cốt liệu :

$$V_{cl_1} = g_1 V_{cl}$$

$$V_{cl_2} = g_2 V_{cl}$$

$$V_{cl_n} = g_n V_{cl}$$

Khối lượng của từng loại cốt liệu :

$$P_1 = V_{cl_1} \cdot \gamma_{a1}$$

$$P_2 = V_{cl_2} \cdot \gamma_{a2}$$

$$P_n = V_{cl_n} \cdot \gamma_{an}$$

Điều chỉnh thành phần bê tông (theo cường độ và độ lưu động) được tiến hành giống như phương pháp Bolomey - Skramtaev.

8.10. Thi công bê tông

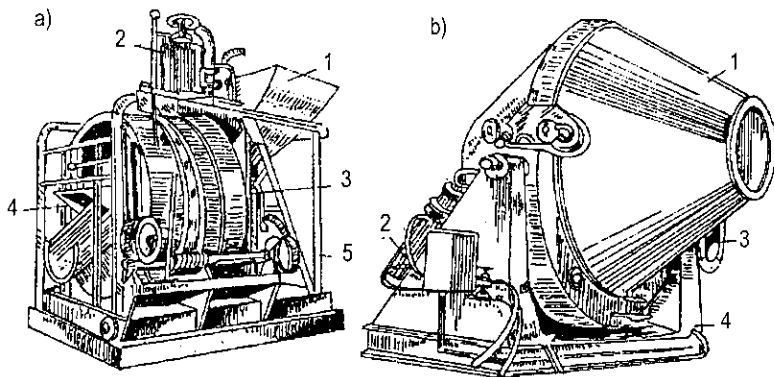
Hỗn hợp bê tông được chuẩn bị tại các trạm trộn. Quá trình thi công bê tông bao gồm các khâu sau : cân đong, nhào trộn, vận chuyển, đổ khuôn, đầm nén, dưỡng hộ và kiểm tra chất lượng.

Cân đong nguyên vật liệu theo khối lượng (nước theo thể tích) được thực hiện bằng tay hoặc tự động. Cân đong tự động thường áp dụng tại các trạm trộn trung tâm hoặc tại nhà máy. Cân đong bằng tay áp dụng tại các trạm nhỏ. Sai số cho phép khi cân đong : đối với xi măng $\pm 1\%$, đối với cốt liệu $\pm 2\%$. Khi cân đong phải chú ý đến độ ẩm của cốt liệu để điều chỉnh cho chính xác.

Trộn là khâu quan trọng để đảm bảo độ đồng nhất cho hỗn hợp bê tông. Có 2 loại máy trộn : máy trộn tự do và máy trộn cưỡng bức.

Máy trộn tự do dùng cho hỗn hợp bê tông dẻo với dung tích 100, 250, 450, 1200, 2400 l (hình 8-19).

Nguyên tắc làm việc của máy trộn tự do : khi thùng trộn quay các lưỡi xéng gắn bên trong nâng hỗn hợp bê tông lên đến một độ cao nào đó thì thả xuống cho nó rơi tự do. Thời gian trộn được quy định như sau (bảng 8-17).



Hình 8-19. Các dạng máy trộn tự do.

a - máy trộn cố định với thùng trộn hình trụ ;

1 - phễu rút vật liệu ; 2 - thùng nước ; 3 - thùng trộn ;

4 - máng lấy vật liệu ra ; 5 - khung máy.

b - máy trộn cố định với thùng trộn gồm 2 hình nón cụt gắn lại với nhau ;

1 - thùng trộn ; 2 - cơ cấu độ nghiêng của thùng ;

3 - cơ cấu truyền động ; 4 - giá máy.

Bảng 8-17

Độ dẻo (SN), cm	Thời gian trộn, gy ; khi dung tích của máy trộn		
	≤ 425l	1200l	2400l
SN ≤ 6	60	120	150
SN > 6	45	90	120

Hỗn hợp bê tông cứng và kềm dẻo được trộn trong máy trộn cưỡng bức, các lưỡi xẻng gắn trên trục quay ngược chiều với thùng trộn.

Vận chuyển hỗn hợp bê tông được thực hiện bằng xe ô tô, xe cút kít, xe goòng. Để đảm bảo độ đồng nhất và độ dẻo cho hỗn hợp bê tông thời gian vận chuyển không được vượt quá giới hạn cho phép.

30 phút khi nhiệt độ của hỗn hợp $30 \pm 20^{\circ}\text{C}$.

60 phút khi nhiệt độ của hỗn hợp $19 \pm 10^{\circ}\text{C}$.

120 phút khi nhiệt độ của hỗn hợp $9 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Việc đổ khuôn được tiến hành bằng máy đổ, vừa rót vừa san hỗn hợp vào trong khuôn. Để tránh phân tầng, chiều cao đổ không được lớn quá 1m.

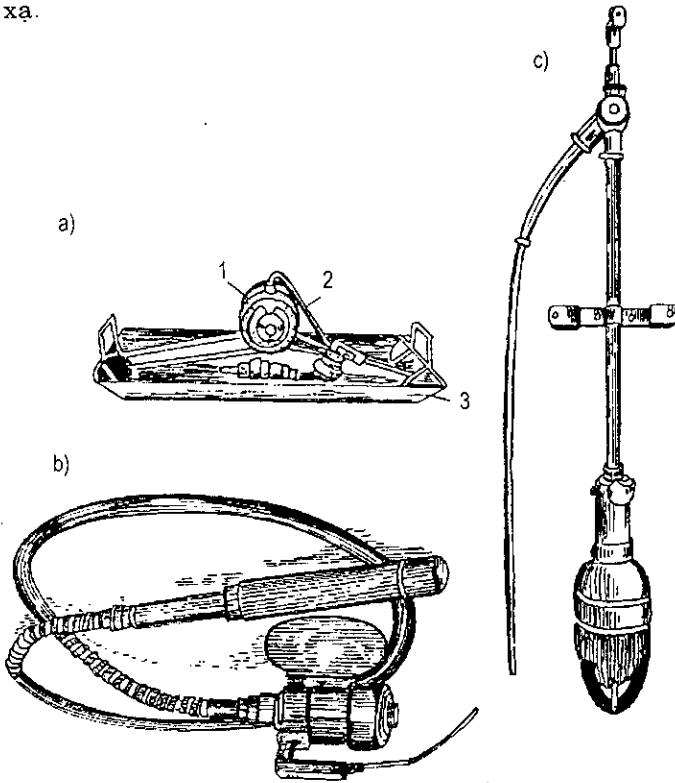
Việc lèn chặt hỗn hợp bê tông trong khuôn được thực hiện bằng máy đầm rung. Có rất nhiều loại máy đầm : đầm bàn, đầm dùi, đầm rung ép, rung cán, tạo hình ép ly tâm...

Máy đầm bàn (hình 8-20a) dùng để đầm các kết cấu có bề mặt rộng chiều dày mỏng, như sàn nhà, bản mặt cầu, mặt đường ô tô, đường băng... Máy đầm trục mềm (hình 8-20b) dùng để đầm các kết cấu thành mỏng. Máy đầm chùy (hình 8-20c) dùng để đầm các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép khối lớn như móng dầm, cột.

Mức độ đầm chặt hỗn hợp bê tông được đánh giá bằng hệ số lèn chặt K_1 . Hỗn hợp được coi là hoàn toàn chặt sít khi $K_1 = 0,98 \div 1$.

Bảo dưỡng bê tông là đảm bảo các điều kiện nhiệt - ẩm để cho quá trình thủy hóa của xi măng được thuận lợi. Có nhiều phương pháp tạo điều kiện nhiệt - ẩm cho quá trình rắn chắc của bê tông. Khi thi công bê tông tại công trường hoặc bãi đúc cấu kiện người ta thường phủ lên mặt cấu kiện một lớp cát dày khoảng 5cm, hoặc bao tải, rơm rạ rồi định kỳ tưới nước.

Tại nhà máy người ta hay dùng phương pháp : chưng hơi ở áp lực thường, chưng áp, dưỡng hộ điện, dưỡng hộ bằng năng lượng bức xạ.



Hình 8-20. Máy dầm.

a - dầm mặt ; 1 - động cơ ; 2 - trục mềm ; 3 - bàn.
b - dầm trục mềm ; c - dầm chùy.

Việc sử dụng phụ gia rắn nhanh cũng là biện pháp có hiệu quả để tăng nhanh sự phát triển cường độ bê tông.

Việc kiểm tra chất lượng bê tông và kiểm tra cường độ bê tông trong kết cấu được tiến hành bằng phương pháp phá hoại và không phá hoại.

8.11. Các dạng bê tông nặng đặc biệt

8.11.1. Bê tông thủy công

Bê tông thủy công (BTTC) là loại bê tông nặng dùng để xây dựng những công trình thủy công hoặc bộ phận công trình nằm thường xuyên hoặc không thường xuyên trong nước. Để đảm bảo tuổi thọ cho công trình, bê tông thủy công phải có cường độ, tính ổn định nước, tính chống thấm nước.

Cường độ chịu nén được xác định trên mẫu lập phương kích thước $15 \times 15 \times 15\text{cm}$ ở tuổi 90 ngày. Theo cường độ chịu nén người ta phân ra 7 mác của BTTC : M-100, M-150, M-200, M-250, M-300, M-350, M-400. Cường độ chịu kéo dọc trục được xác định trên mẫu hình dầm kích thước $15 \times 15 \times 60\text{cm}$ ở tuổi 90 ngày. Theo cường độ bên khi kéo dọc trục, phân bê tông ra 7 mác : $M_K - 15$; $M_K - 18$; $M_K - 20$; $M_K - 23$; $M_K - 27$; $M_K - 30$; $M_K - 35$.

Khi thời hạn chịu tải thiết kế của công trình nhỏ hơn 90 ngày thì có thể xác định cường độ ở 60 và 28 ngày.

Để đảm bảo độ bền lâu, chống được tác dụng ăn mòn của môi trường nước cần phải chọn loại xi măng và sử dụng các biện pháp chống ăn mòn thích hợp cho bê tông. Loại xi măng sử dụng cho bê tông thủy công có thể là : xi măng pooc lăng, xi măng pooc lăng puzolan, xi măng pooc lăng xỉ, xi măng pooc lăng ít tỏa nhiệt, xi măng pooc lăng bền sunfat.

Đối với BTTC, tính chống thấm nước là tính chất rất quan trọng. Độ chống thấm nước được xác định bằng áp lực nước tối đa khi nước còn chưa thấm qua mẫu ở tuổi 90 ngày. Kết cấu phải chịu áp lực nước ở tuổi sớm thì có thể xác định tính chất này ở tuổi 60 và 28 ngày.

Căn cứ vào khả năng chống thấm nước BTTC được phân thành các mác chống thấm sau :

CT-2	-	chịu được áp lực nước tối đa không nhỏ hơn	2kG/cm^2
CT-4	"	"	4kG/cm^2
CT-6	"	"	6kG/cm^2
CT-8	"	"	8kG/cm^2

Thành phần của BTTC chọn giống như bê tông nặng bình thường nhằm đảm bảo các tính chất yêu cầu của bê tông với lượng dùng xi măng ít nhất. Nhưng chất lượng nguyên vật liệu dùng trong BTTC đòi hỏi cao hơn, công tác thi công bê tông phải tuân thủ những quy định nghiêm ngặt hơn.

Để nâng cao độ đặc cho BTTC có thể sử dụng phụ gia hoạt động bề mặt.

Bê tông thủy công có nhiều loại :

Theo vị trí so với mực nước chia ra : bê tông thường xuyên nằm trong nước, bê tông ở vùng nước thay đổi và bê tông nằm ở trên mực nước thay đổi.

Theo hình khối kết cấu chia ra : bê tông khối lớn (kích thước nhỏ nhất không nhỏ hơn 1m) và bê tông khối không lớn (kích thước nhỏ nhất không lớn hơn 1m).

Theo vị trí trong kết cấu chia ra : bê tông mặt ngoài và bê tông mặt trong.

Theo tình trạng chịu áp lực nước chia ra : bê tông chịu áp lực và bê tông không chịu áp lực.

Để đảm bảo chất lượng bê tông và độ bền vững cho công trình, đối với mỗi loại BTTC lại có những yêu cầu riêng.

8.11.2. Bê tông đường

Bê tông đường (BTĐ) là loại bê tông nặng được sử dụng rộng rãi cho các lớp áo đường ôtô, đường trong các xí nghiệp công nghiệp, đường thành phố và đường băng sân bay.

Bê tông trong các lớp áo đường làm việc trong những điều kiện khó khăn. Nó không những chịu tác động của các phương tiện giao thông mà còn chịu tác dụng của thời tiết mưa nắng và khô - ẩm liên tiếp. Do đó đòi hỏi BTĐ phải có cường độ cao, đặc biệt là cường độ chịu uốn (bảng 8-18) và độ chống mài mòn lớn.

Bảng 8-18

Công dụng của bê tông	Mác của bê tông theo cường độ	
	chịu uốn	nén
Cho áo đường 1 lớp và lớp trên của áo đường 2 lớp	40, 45, 50 và 55	300, 350, 400 và 500
Cho lớp dưới của áo đường 2 lớp	30, 35, 45	250, 300 và 350
Cho nền đường cấp cao	20, 25, 30 và 35	100, 150, 200 và 250

Độ chống cọ mòn của BTĐ phụ thuộc vào cấu trúc và thành phần lớp trên của áo đường. Hỗn hợp bê tông dẻo có N/X lớn, bê tông rắn chắc trong điều kiện nhiệt độ thấp, thiếu hơi nước chống cọ mòn kém. Tỷ lệ N/X được quy định như sau :

Đối với áo đường 1 lớp và lớp trên của áo đường 2 lớp : $>0,5$

Đối với lớp dưới của áo đường 2 lớp : $>0,6$

Đối với móng đường : $>0,7$

Độ lưu động của hỗn hợp bê tông cũng được quy định như sau (bảng 8-19).

Bảng 8-19

Phương pháp lèn chặt hỗn hợp bê tông	SN (cm)	ĐC (gy)
Lèn chặt và hoàn thiện lớp áo bằng máy rải bê tông	1-2	15-20
Lèn chặt và hoàn thiện lớp áo bằng bàn rung và thanh rung	2-3	10-15
Lèn chặt lớp móng	-	40-50

Để giảm N/X và tăng nhanh quá trình rắn chắc của bê tông người ta còn sử dụng phụ gia hoạt động bề mặt và phụ gia rắn nhanh.

Thành phần của BTĐ cũng được tính toán như bê tông thường, nhưng yêu cầu về nguyên vật liệu đòi hỏi nghiêm ngặt hơn.

Xi măng nên dùng là xi măng pooc lăng thường và xi măng pooc lăng đường có mác không thấp hơn PC40 (cho lớp móng

không nhỏ hơn PC30). Các chỉ tiêu tính chất của xi măng : lượng sót trên sàng N^o-008 không lớn hơn 15%, thành phần khoáng : C₃S : 50-55%, C₂S : 20-25% ; C₄AF : 20-25% ; C₃A : không lớn hơn 8%.

Cát nên dùng cát thiên nhiên (hạt lớn, hạt trung bình và hạt nhỏ). Cát hạt nhỏ và rất nhỏ chỉ dùng khi cho thêm khoảng 35% mặt đá.

Cốt liệu lớn phải có thành phần hạt hợp lý. Đường kính lớn nhất của cốt liệu 40mm dùng cho áo đường một lớp và lớp dưới của áo đường hai lớp, 20mm - cho lớp trên của áo đường hai lớp. Đối với BTD tốt nhất nên dùng đá dăm mới chế tạo, sỏi chỉ dùng cho các lớp dưới. Đặc tính của đá dăm và sỏi được giới thiệu ở bảng 8-20.

Bảng 8-20

Công dụng của bê tông	Tính chất của vật liệu	Các chỉ tiêu tính chất cơ học của đá dăm		Các chỉ tiêu tính chất cơ học của sỏi
		từ đá phun xuất	từ đá trầm tích	
Áo đường 1 lớp và lớp trên áo đường 2 lớp	R _N ở trạng thái bão hòa nước, kG/cm ² , không nhỏ hơn.	1200	800	-
	Độ cọ mòn, % theo khối lượng, không lớn hơn.	25	40	30
Lớp dưới áo đường 2 lớp	R _N ở trạng thái bão hòa nước, kG/cm ² không nhỏ hơn.	800	600	-
	Độ cọ mòn, % theo khối lượng, không lớn hơn.	-	-	45

8.11.3. Bê tông bền axit

Bê tông bền axit (BTBA) dùng để xây dựng các bể chứa, đường ống và các thiết bị khác trong công nghiệp hóa học, thay thế cho những loại vật liệu đất tiến như chì lá, gốm chịu axit.

Chất kết dính trong BTBA 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 bền axit nghiền từ cát thạch anh tinh

khiết, andesit, bazan và diaba, còn *chất đóng rắn* thường là florua silicat natri (Na_2SiF_6). Cát dùng là cát thạch anh ; đá dăm nghiền từ đá granit, andesit, quaczit v.v. Thành phần hạt phải đảm bảo chế tạo được bê tông có độ đặc cao.

Bê tông được *đầm chặt bằng phương pháp rung động*, bảo dưỡng bê tông kéo dài 10 ngày trong không khí, với nhiệt độ 15 - 20°C. Sau khi rắn chắc, bê tông được sửa sang bằng cách xoa dung dịch axit clohydric và sunfuric.

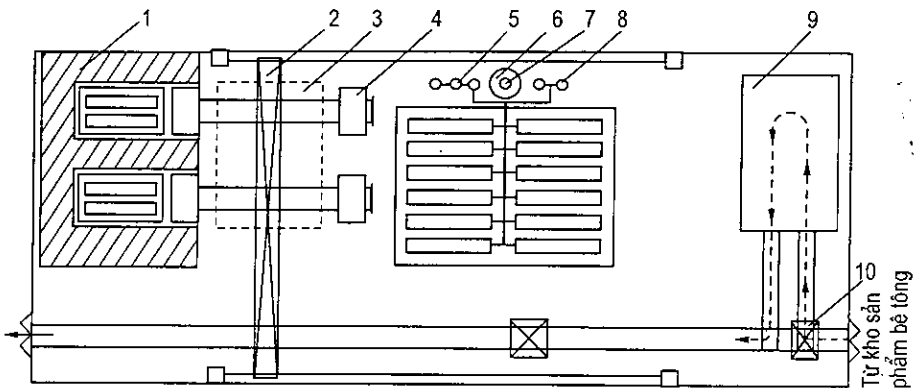
BTBA khá bền vững với axit đậm đặc, kém bền với dung dịch kiềm. Nước có thể phá hủy BTBA trong vòng 5 - 10 năm.

BTBA được dùng làm lớp bảo vệ cho bê tông cốt thép và kim loại.

8.11.4. Bê tông polime

Bê tông polime (BTP) là loại vật liệu hỗn hợp, trong đó bộ khung silicat được liên kết với polime hữu cơ.

Công nghệ chế tạo sản phẩm BTP được giới thiệu trên hình 8-21.



Hình 8-21. Sơ đồ công nghệ sản xuất ống bê tông polime.

1 - buồng gia công phóng xạ ; 2 - cấu trúc ; 3 - chỗ lắp ghép ; 4 - cửa bảo vệ ở vị trí mở ; 5 - bơm chân không ; 6 - bể chứa monome ; 7 - bộ phận lọc để làm sạch monome ; 8 - bình khí trơ ; 9 - buồng sấy ; 10 - xe goòng.

Sản phẩm bê tông hoặc bê tông cốt thép sau khi đã sấy khô được cho vào một bình kín để chân không hóa và tẩm dung dịch polime (metylmetylacrilat, stirôn, v.v...). Sau đó các monome được trùng hợp lại trong các lỗ rỗng của bê tông. Để tăng nhanh quá trình trùng hợp có thể sử dụng phương pháp phóng xạ hoặc tác nhân nhiệt. Sản phẩm có thể được tẩm trên toàn bộ chiều dày hoặc chỉ trên lớp mặt.

Tính chất của BTP về cơ bản khác với tính chất của bê tông thường. Từ bê tông thường mác 300, 500 có thể chế tạo được BTP có cường độ nén đến 1200 - 3000 kG/cm², cường độ chịu kéo đến 120 - 200 kG/cm², còn độ chống mài mòn thì tăng lên 3 - 4 lần, môđun đàn hồi cũng tăng từ 1,3 đến 1,6 lần. Độ từ biến của BTP nhỏ hơn nhiều lần và độ chống thấm nước tăng lên khoảng 7 lần so với bê tông thường.

Tuy vậy, việc tẩm polime làm cho giá thành sản phẩm tăng lên nên chỉ dùng BTP trong những trường hợp có nhu cầu.

8.12. Bê tông nhẹ

8.12.1. Bê tông nhẹ cốt liệu rỗng

Khái niệm về bê tông nhẹ

Bê tông nhẹ có khối lượng thể tích từ 500 đến 1800 kg/m³ và cường độ từ 15 - 30 đến 400 - 500 kG/cm². Loại bê tông nhẹ phổ biến nhất thường có khối lượng thể tích 900 - 1400 kg/m³ và cường độ 50 - 200 kG/cm².

Bê tông nhẹ được sử dụng làm tường ngoài, tường ngăn, trần ngăn và các kết cấu khác với mục đích giảm bớt trọng lượng bản thân công trình và khả năng cách nhiệt của kết cấu bao che. Gần đây, bê tông nhẹ được dùng cả trong các kết cấu cầu và các công trình thủy công.

Bê tông nhẹ có nhiều loại. Theo cấu tạo bê tông nhẹ được phân thành : 1) bê tông nhẹ cấu tạo đặc (lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu được nhét đầy vữa xi măng, còn độ rỗng của bê tông chính là độ rỗng của cốt liệu ; 2) bê tông nhẹ cấu tạo xốp (lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu được nhét đầy bằng vữa xi măng

xốp) ; 3) bê tông nhẹ hốc lớn (vữa xi măng không đủ để nhét đầy lỗ rỗng, mà chỉ bọc xung quanh các hạt cốt liệu và gắn kết chúng lại với nhau (bê tông không cát hay ít cát).

Theo công dụng bê tông nhẹ được phân ra : 1) bê tông nhẹ chịu lực. Chỉ tiêu quan trọng của bê tông loại này là cường độ chịu nén ; 2) bê tông nhẹ chịu lực, cách nhiệt : các chỉ tiêu tính chất quan trọng là cường độ chịu nén và khối lượng thể tích. Loại này được dùng trong kết cấu nhà dân dụng chịu lực hay chỉ chịu trọng lượng bản thân ; 3) bê tông nhẹ cách nhiệt : chỉ tiêu đánh giá loại bê tông này là khối lượng thể tích.

Các chỉ tiêu tính chất của bê tông nhẹ được giới thiệu ở bảng 8-21.

Bảng 8-21

Loại bê tông	γ_0 ở trạng thái khô, kg/m ³	Mác theo cường độ	Hệ số dẫn nhiệt, kcal/m.°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 35	0,25

Vật liệu để chế tạo bê tông nhẹ cốt liệu rỗng

Để chế tạo bê tông nhẹ người ta dùng xi măng pooc lăng thường, xi măng pooc lăng rắn nhanh, xi măng pooc lăng xi. Cốt liệu chủ yếu là cốt liệu rỗng vô cơ. Đối với bê tông nhẹ cách nhiệt và một số loại bê tông nhẹ chịu lực cách nhiệt có thể dùng cốt liệu hữu cơ chế tạo từ gỗ, thân cây bông, hạt polistiron bọt v.v...

Cốt liệu rỗng vô cơ có nhiều loại : loại thiên nhiên (sỏi đá bọt, tup núi lửa, tup đá vôi, đá vôi vỏ sò...) và loại nhân tạo (kêramzit, agloporit, peclit...)

Sử dụng cốt liệu rỗng thiên nhiên kinh tế hơn, nhưng không phải nơi nào cũng có. Cốt liệu rỗng nhân tạo từ thải phẩm công nghiệp (xi lò cao, tro xi nhiệt điện...) thì về số lượng bị hạn chế và chất lượng không được đảm bảo, nên ít dùng. Ngày nay, ở nhiều nước trên thế giới đang đẩy mạnh công nghiệp sản xuất cốt liệu rỗng bằng cách nung.



Sỏi đá bọt đặc trưng bằng cấu tạo rỗng. Độ rỗng của nó có khi tới 80%, khối lượng thể tích trung bình 500kg/m^3 , cường độ chịu nén $10\text{--}30\text{ kG/cm}^2$.

Túp núi lửa có khối lượng thể tích khoảng $800\text{--}1800\text{kg/m}^3$, cường độ chịu nén $100\text{--}500\text{ kG/cm}^2$. Mặt đá từ túp núi lửa thường ở dạng vô định hình nên sẽ có lợi trong việc nâng cao cường độ và độ bền vững của bê tông.

Túp đá vôi và đá vôi vỏ sò. Túp đá vôi có khối lượng thể tích trung bình $1400\text{--}1500\text{ kG/m}^3$ và cường độ chịu nén khoảng $30\text{--}70\text{ kG/cm}^2$. Đá vôi vỏ sò gồm những mảnh vỏ sò gắn kết lại với nhau, có cường độ chịu nén không cao (khoảng $10\text{--}40\text{ kG/cm}^2$) nhưng khối lượng thể tích lại khá cao ($1200\text{--}1800\text{ kg/m}^3$).

Keramzit là loại sỏi gồm hình cầu hoặc bầu dục, mặt ngoài nhẵn, bên trong có nhiều lỗ rỗng nhỏ và kín, cường độ cao, khối lượng thể tích khoảng $50\text{--}200\text{ kg/m}^3$, độ hút nước không lớn. Cát keramzit được sản xuất bằng cách nghiền sỏi keramzit. Cát keramzit có cường độ không lớn nên thường được trộn với cát thiên nhiên.

Agloporit được chế tạo từ nguồn nguyên liệu phong phú như đất sét, á sét, á cát, xỉ và tro nhiệt điện bằng cách nung. Nung agloporit tốn ít nhiên liệu hơn keramzit. Agloporit có lỗ rỗng thông nhau, bề mặt hạt nháp, cường độ thấp ($20\text{--}100\text{ kG/cm}^2$), khối lượng thể tích khoảng $700\text{--}1500\text{ kg/m}^3$. Agloporit được nghiền thành cát agloporit.

Xỉ lò cao nở phòng được sản xuất bằng cách làm nguội đột ngột khối xỉ làm cho chúng nở phồng, cho kết khối rồi nghiền ra. Loại này có cường độ khoảng $25\text{--}150\text{ kG/cm}^2$; khối lượng thể tích $600\text{--}1500\text{ kg/m}^3$. Chúng có hình dạng phức tạp nhiều góc cạnh, mặt ngoài nháp, có nhiều lỗ rỗng hở, thông nhau.

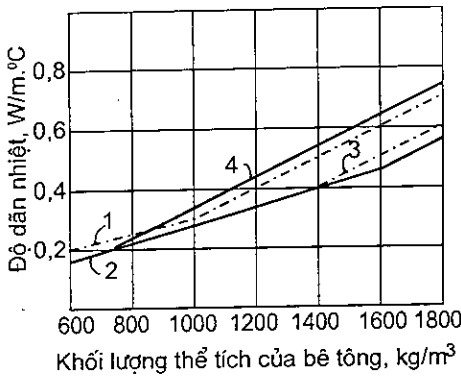
Tính chất của bê tông nhẹ

Cường độ. Tùy theo cường độ nén bê tông nhẹ cốt liệu rỗng được phân ra các loại mác : M-25, M-35, M-50, M-75, M-100, M-150, M-200, M-250, M-300, M-350, M-400. Cường độ của nó phụ thuộc vào nhiều yếu tố như N/X, mác xi măng, cường độ và đặc trưng bề mặt của cốt liệu. Khác với bê tông nặng,

thành phần bền vững trong bê tông nhẹ là vữa xi măng, thành phần yếu là cốt liệu rỗng. Để chế tạo bê tông nhẹ cường độ cao với khối lượng thể tích 1600 – 1800 kg/m³ người ta dùng cốt liệu rỗng có cường độ cao hơn, có khối lượng thể tích 600 – 800 kg/m³, còn cát rỗng được thay thế một phần hay toàn bộ bằng cát đặc.

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 có thể giảm nhẹ bằng cách lựa chọn thành phần hạt của cốt liệu và tăng tối đa hàm lượng của nó (có nghĩa là giảm lượng dùng xi măng). Việc dùng xi măng mác cao (gấp 4 – 6 lần cường độ bê tông) cũng là biện pháp giảm lượng dùng xi măng. Việc tạo rỗng trong đá xi măng bằng cách sử dụng một lượng nhỏ phụ gia tạo khí và tạo bọt là biện pháp giảm khối lượng thể tích bê tông quan trọng nhất, trong khi đó những lỗ rỗng nhỏ phân

bố đều được tạo ra không làm giảm đáng kể cường độ bê tông.



Hình 8-22. Sự phụ thuộc của độ dẫn nhiệt của bê tông nhẹ vào khối lượng thể tích.

- 1 - bê tông keramzit ; 2 - bê tông peclit ;
- 3 - bê tông sỏi xi ; 4 - bê tông agloporit

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.⁰C.h. Hình 8-22, mô tả sự phụ thuộc của độ dẫn nhiệt vào khối lượng thể tích của bê tông.

Tùy thuộc vào độ dẫn nhiệt của bê tông chiều dày của tường ngoài có thể dao động từ 20 đến 40cm.

8.12.2. Bê tông tổ ong

Khái niệm về bê tông tổ ong

Bê tông tổ ong là dạng đặc biệt của bê tông nhẹ và đặc biệt nhẹ. Nó được chế tạo bằng cách làm rắn chắc hỗn hợp

chất kết dính, cấu tử silic và nước đã được làm trương phồng lên bằng chất tạo rỗng. 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 bê tông có khối lượng thể tích nhỏ, độ dẫn nhiệt thấp và khả năng chịu lực tốt. Độ rỗng của bê tông có thể đến 85%.

Trong quá trình chế tạo, độ rỗng có thể được điều chỉnh để nhận được bê tông có khối lượng thể tích khác nhau : bê tông cách nhiệt có khối lượng thể tích nhỏ hơn 500 kg/m^3 , bê tông chịu lực – cách nhiệt có khối lượng thể tích $500 - 900 \text{ kg/m}^3$, bê tông chịu lực (để chế tạo bê tông cốt thép) có khối lượng thể tích $900 - 1200 \text{ kg/m}^3$.

Nhược điểm cơ bản của hỗn hợp bê tông tổ ong là chứa nhiều nước và nhà nước thừa chậm. Do đó độ co ngót khá lớn. Để giảm co có thể cho vào hỗn hợp đến 15% cốt liệu nhẹ cũng như cát thiên nhiên hạt nhỏ. Để hạ thấp độ hút nước có thể sử dụng phụ gia kỵ nước hoặc phủ trên bề mặt lớp vật liệu ghét nước.

Nguyên liệu để chế tạo bê tông tổ ong là chất kết dính và cấu tử silic. Chất kết dính thường là xi măng pooc lăng (bê tông xi măng) và bột vôi sống (bê tông không xi măng rắn chắc trong octocla). Cấu tử silic (cát thạch anh nghiền mịn, tro bay nhiệt điện, xỉ hạt lò cao nghiền mịn) có tác dụng làm giảm lượng dùng chất kết dính, giảm co và nâng cao chất lượng bê tông. Cát thạch anh được nghiền (chủ yếu là nghiền ướt) để tăng độ hoạt tính. Tỷ số giữa chất kết dính và cấu tử silic được thiết lập bằng thực nghiệm.

Hỗ chất kết dính được trương phồng bằng hai phương pháp : 1) phương pháp hóa học (dùng phụ gia tạo khí) ; 2) phương pháp cơ học (dùng phụ gia tạo bọt).

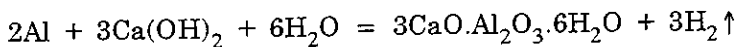
Bê tông khí có công nghệ đơn giản, chất lượng bê tông ổn định nên khá phổ biến ở nhiều nước trên thế giới.

Bê tông khí và silicat khí

Bê tông khí được chế tạo từ hỗn hợp xi măng pooc lăng (thường cho thêm vôi rắn trong không khí hoặc Na_2CO_3) cấu tử silic và chất tạo khí.

Theo loại phản ứng hóa học, chất tạo khí được phân làm ba loại : 1) tương tác hóa học với chất kết dính hoặc sản phẩm thủy hóa của nó (bột nhôm) ; 2) phân giải ra khí (H_2O_2) ; 3) có tương tác với nhau và tách khí trong phản ứng trao đổi (bột đá vôi và axit clohydric).

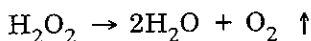
Quá trình tách khí do phản ứng hóa học giữa hydroxyt canxi và bột nhôm xảy ra theo phương trình :



Trong điều kiện bình thường 1 kg bột nhôm tách ra $1,245m^3$ khí hydro. Khi tăng nhiệt độ thể tích khí tách ra cũng tăng lên. Trong thực tế lượng bột nhôm sử dụng lớn hơn nhiều, vì không phải toàn bộ bột nhôm đều tham gia phản ứng và một phần khí tạo ra đã bị bay đi khi trương phồng và nhào trộn hỗn hợp. Hệ số giữ khí thường vào khoảng 0,7-0,85. Để chế tạo $1m^3$ bê tông khí có khối lượng thể tích 600 - 700 kg/m^3 cần 0,4 - 0,5 kg bột nhôm.

Bột nhôm được sử dụng ở dạng huyền phù. Để cho bột có tính ưa nước người ta thường xử lý bằng dung dịch chất hoạt động bề mặt CDB, colofan.

Khi trộn peroxyhydro (dễ bị phân giải trong môi trường kiềm) với xi măng, oxy thoát ra khá mạnh theo phương trình :



Hỗ xi măng đông cứng rất nhanh, nên việc rót hỗn hợp vào khuôn không được chậm quá 3 phút. Chất tạo khí loại này làm cho bê tông có cường độ cao (100 - 120 kG/cm^2), khối lượng thể tích lớn (1100 - 1200 kg/m^3).

Bê tông bọt

Bê tông bọt được chế tạo bằng trộn hỗn hợp vữa xi măng và hỗn hợp bọt đã được chuẩn bị trước. Hỗn hợp vữa xi măng được chế tạo từ chất kết dính (xi măng hoặc vôi), các cấu tử silic và nước. Hỗn hợp bọt được chế tạo từ chất tạo bọt như alumo sunfonten, anbumin thủy phân, nhựa saponin, keo nhựa thông và các chất tạo bọt tổng hợp. Dung dịch keo động vật, thủy

ting lỏng, sunfat sắt được chọn làm chất ổn định bọt. Còn bản thân xi măng và vôi là chất khoáng hóa.

Hỗn hợp bê tông bọt sau khi chế tạo được chứa trong bunke để từ đó rót vào khuôn tạo hình sản phẩm.

Bê tông bọt có 3 loại : cách nhiệt, chịu lực cách nhiệt và chịu lực.

Bê tông bọt cách nhiệt được chế tạo ở dạng tấm có cường độ đến 25 kG/cm^2 và hệ số dẫn nhiệt $0,08 - 0,11 \text{ kcal/m}^{\circ}\text{C.h}$ và được dùng để cách nhiệt cho mái bê tông cốt thép hoặc các tấm lợp.

Bê tông bọt chịu lực - cách nhiệt có cường độ $25-75 \text{ kG/cm}^2$ và hệ số dẫn nhiệt $0,2 - 0,8 \text{ kcal/m}^{\circ}\text{C.h}$, được dùng trong các công trình dân dụng.

Bê tông bọt chịu lực - có cường độ khoảng $75 - 150 \text{ kG/cm}^2$ và hệ số dẫn nhiệt $0,4 - 0,6 \text{ kcal/m}^{\circ}\text{C.h}$. Loại này được chế tạo thành tấm bê tông cốt thép có kích thước $3 \times 2 \times (0,1 \div 0,16)\text{m}$. Cốt thép thường là lưới thép có đường kính sợi là $3-5\text{mm}$.

Để tăng cường độ cho bê tông chịu lực có thể dưỡng hộ chúng trong octocla.

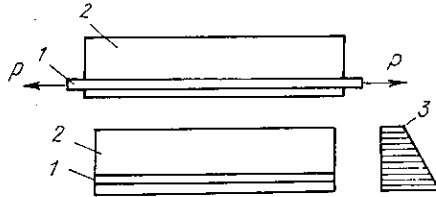
Bê tông bọt thường có lỗ rỗng lớn hơn bê tông khí nên khả năng cách nhiệt kém hơn.

8.13. Cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép

8.13.1. Khái niệm và phân loại

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 $\frac{1}{10} - \frac{1}{17}$ cường độ chịu nén, còn thép là vật liệu dẻo chịu kéo tốt. Do đó dùng thép cùng làm việc với bê tông ở vùng chịu kéo của kết cấu chịu uốn là rất có lợi. Bê tông bọc ngoài thanh thép có tác dụng bảo vệ nó khỏi bị ăn mòn và có khả năng liên kết rất tốt với thép nên có thể xem như kết cấu đồng nhất về mặt chịu lực. Thép và bê tông có hệ số giãn nở nhiệt gần giống nhau nên đảm bảo được tính toàn khối của BTCT.

Tùy theo cách đặt cốt thép người ta phân cấu kiện BTCT thành loại thường và loại ứng suất trước. Trong cấu kiện BTCT thường khó tránh khỏi vết nứt trong bê tông tại vùng chịu kéo vì độ giãn dài của bê tông rất nhỏ ($1 \div 2 \text{ mm/m}$), còn của thép lớn gấp 5 - 7 lần 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 (hình 8-23).



Hình 8-23. Dầm bê tông bị ép sau khi thả cốt thép ứng suất trước.

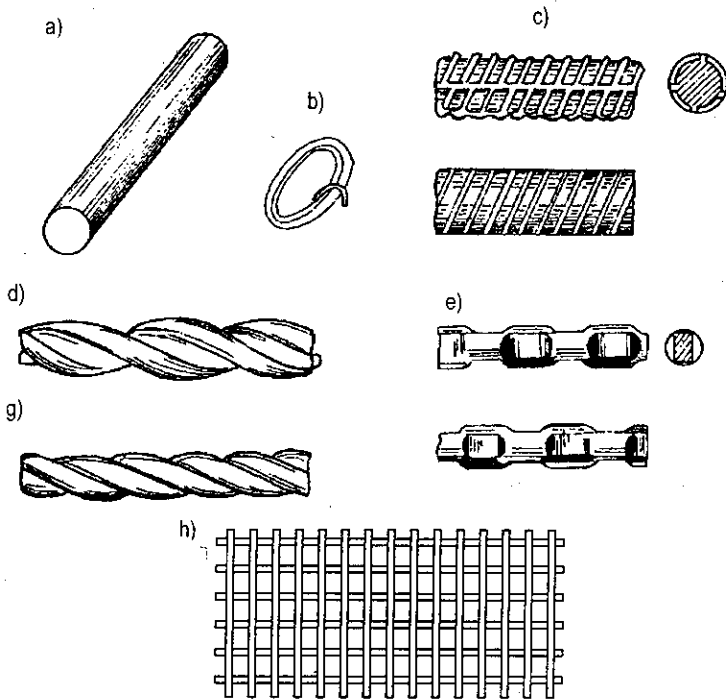
1 - cốt thép; 2 - bê tông được đổ và rắn chắc sau khi căng cốt thép;
3 - biểu đồ ứng suất nén trong bê tông.

Việc tạo ứng suất trước trong cấu kiện BTCT không những ngăn ngừa vết nứt trong vùng kéo mà còn làm giảm lượng dùng thép, hạ thấp trọng lượng cấu kiện, nâng cao tính bền vững của công trình. Để chế tạo kết cấu ứng suất trước người ta dùng thép cường độ cao (hình 8-24).

Những ưu điểm của cấu kiện BTCT so với bê tông đổ tại chỗ là :

- 1) Tạo điều kiện để cơ giới hóa, giảm chi phí lao động.
- 2) Nâng cao chất lượng công trình do khống chế được khâu lựa chọn và xử lý nguyên vật liệu, dễ kiểm tra quá trình công nghệ, hạn chế ảnh hưởng của thời tiết.
- 3) Tiết kiệm nguyên vật liệu như gỗ, thép tấm làm ván khuôn, xi măng và cốt thép, do sản xuất trong điều kiện công xưởng.
- 4) Cải thiện điều kiện làm việc, giảm bớt lao động nặng nhọc, tăng năng suất lao động.
- 5) Hạ giá thành sản phẩm.

Tuy nhiên chi phí vận chuyển nếu chuyên chở đi xa có thể tăng lên.



Hình 8-24. Các dạng cốt thép.

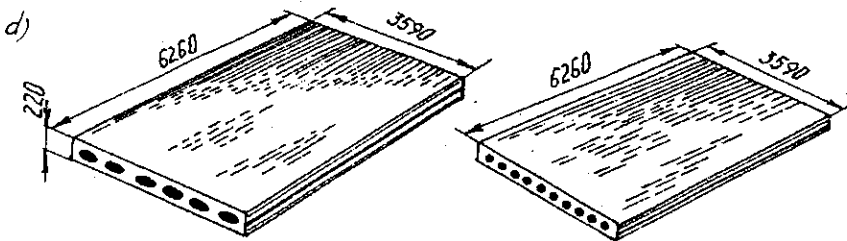
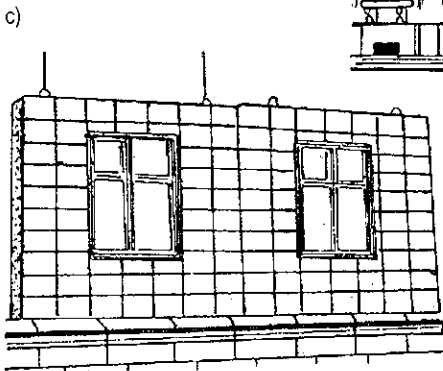
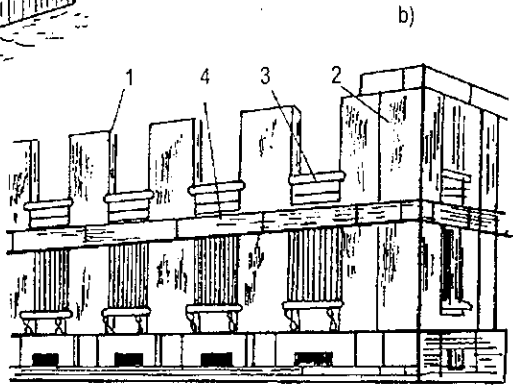
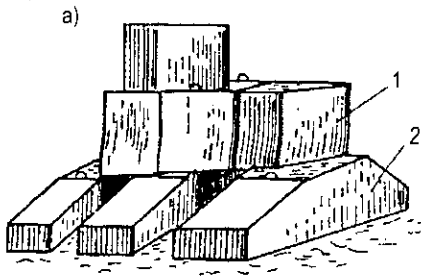
a - thép trơn ; b - sợi thép ; c - thép cán nóng có gờ ;
e - thép cán bẹp ở trạng thái nguội ; d, g - thép cán ; h - lưới thép hàn.

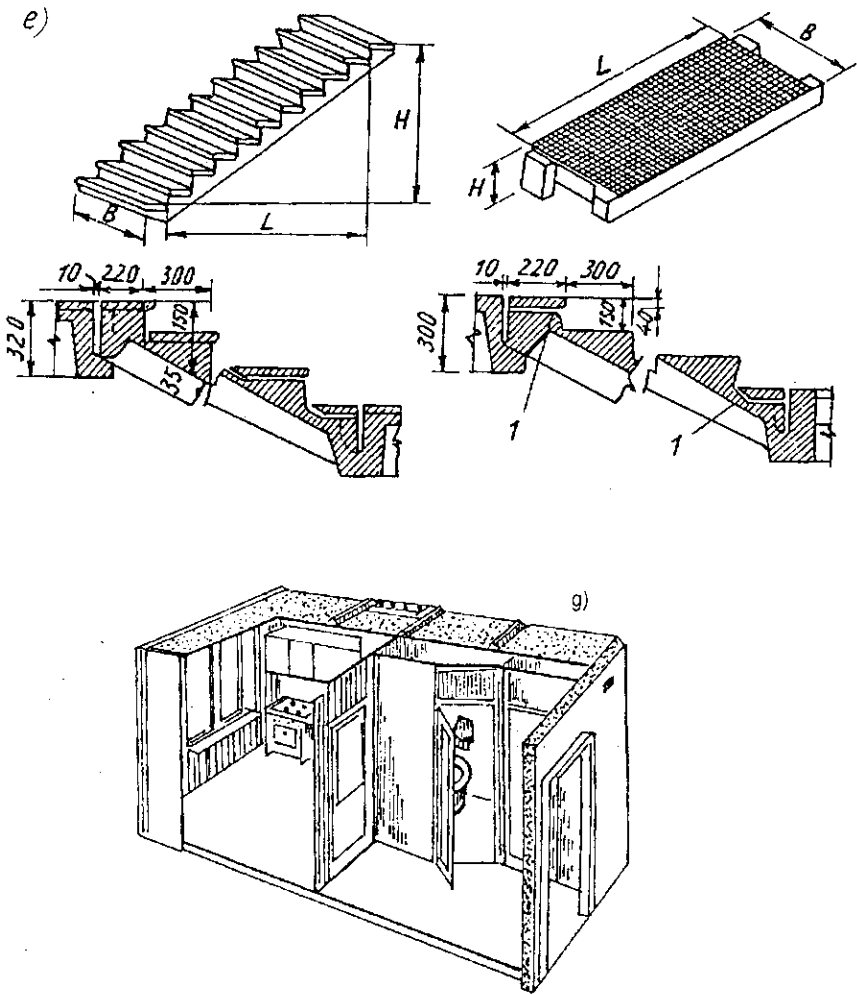
8.13.2. Các loại cấu kiện bê tông cốt thép

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

Các cấu kiện được phân ra nhiều nhóm :

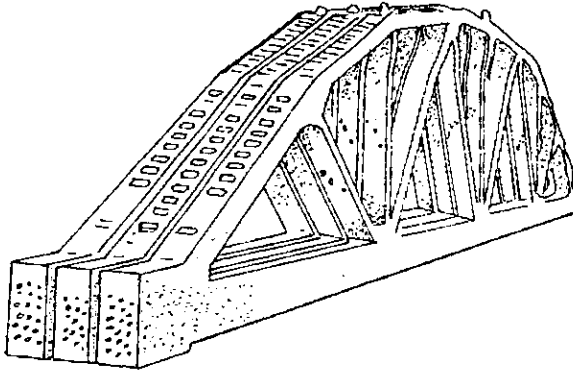
- Nhóm cấu kiện dùng cho nhà ở và nhà công cộng, bao gồm khối móng, bloc và panen tường; tấm sàn, mái, cầu thang, bloc phòng (hình 8-25).





Hình 8-25. Các cấu kiện dùng cho nhà ở và nhà công cộng.
 a - khối móng ; b - bloc tường ; c - panen tường ; d - tấm sàn ;
 e - các chi tiết cấu thang ; g - bloc phòng khu phụ.

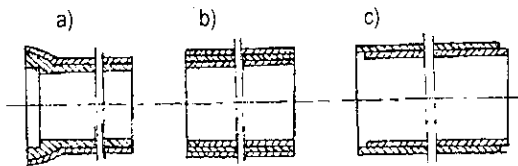
- Nhóm cấu kiện dùng cho nhà công nghiệp bao gồm các cấu kiện móng, tấm lát sàn và mái, cột, dầm, dàn vì kèo và vòm (hình 8-26).



Hình 8-26. Dàn bê tông cốt thép.

- Nhóm cấu kiện dùng cho xây dựng cầu đường, như tấm lát mặt đường, cột điện, tà vẹt.

- Nhóm các cấu kiện dùng cho công trình thủy công, bao gồm các loại ống, máng dẫn nước (hình 8-27).



Hình 8-27. Các loại ống bê tông cốt thép.

a - loại miệng phễu ; b - loại bằng đầu ; c - loại giạt khác.

8.13.3. Quá trình sản xuất cấu kiện BTCT

Các công đoạn chính của quá trình sản xuất các cấu kiện BTCT bao gồm : chuẩn bị hỗn hợp bê tông, chế tạo cốt thép

(khung, lưới, thanh...), đặt cốt thép và khuôn, đúc cấu kiện (đổ, đầm chặt) và bảo dưỡng bê tông (thường dùng phương pháp gia công nhiệt - ẩm).

Cốt thép được chế tạo từ các loại thép khác nhau (hình 8-24).

Tạo hình bê tông cốt thép có thể thực hiện bằng hai phương pháp : phương pháp khuôn di động, hoặc đáy di động, và phương pháp khuôn cố định.

Trong *phương pháp khuôn di động* tất cả các khâu công nghệ (làm sạch và bôi dầu khuôn, đặt cốt thép, tạo hình và dưỡng hộ sản phẩm, tháo khuôn) đều được thực hiện tại các bộ riêng có bố trí những thiết bị theo một dây chuyền liên tục. Ván khuôn cùng với sản phẩm được di chuyển tuần tự từ bộ này sang bộ khác. Phương pháp khuôn di động lại có thể được chia làm hai loại : phương pháp di động theo nhóm máy và phương pháp di động trên xe.

Trong *phương pháp di động theo nhóm máy* khuôn cùng sản phẩm được cần cẩu nhấc từ bộ này sang bộ khác với khoảng thời gian có thể là vài phút (thí dụ để bôi dầu khuôn) đến vài giờ (dưỡng hộ sản phẩm trong buồng chưng hơi), tùy thuộc vào yêu cầu của công việc tại vị trí đó. Phương pháp này thích hợp với nhà máy có công suất trung bình ($60.000 \div 100.000 \text{ m}^3/\text{năm}$) và đặc biệt là khi chế tạo nhiều loại sản phẩm.

Phương pháp di động trên xe dùng trong các nhà máy công suất lớn và chỉ sản xuất một loại sản phẩm. Khuôn cùng với sản phẩm được chuyển từ bộ này sang bộ khác trong khoảng thời gian cần thiết để hoàn thành công đoạn lâu nhất.

Khác với phương pháp khuôn di động, trong *phương pháp khuôn cố định* (phương pháp bộ) sản phẩm được chế tạo tại các khuôn đặt tại chỗ. Sản phẩm nằm tại một chỗ cho đến khi bảo dưỡng, còn thiết bị dùng để hoàn thành từng công đoạn thì chuyển từ khuôn này sang khuôn khác. Phương pháp khuôn cố định dùng để chế tạo các cấu kiện có kích thước lớn như

giàn, dầm v.v.. cho xây dựng nhà công nghệ, cầu và các công trình thủy lợi.

Phương pháp caxet cũng là một dạng của phương pháp khuôn cố định, trong đó sản phẩm được chế tạo tại các khuôn đứng - caxet. Khuôn caxet là những bộ khuôn gồm các khoang được ngăn cách bằng các vách ngăn thép. Sản phẩm trong khuôn được dưỡng hồ bằng hơi nước hoặc bằng dòng điện để đẩy nhanh quá trình rắn chắc cho bê tông.

Chương 9

VỮA XÂY DỰNG

9.1. Khái niệm chung

Vữa xây dựng là một loại vật liệu đá nhân tạo, nhận được do sự cứng hóa của hỗn hợp bao gồm chất kết dính, nước, cốt liệu nhỏ và phụ gia. Phụ gia có tác dụng cải thiện tính chất của hỗn hợp và của vữa.

Đặc điểm của vữa là chỉ có cốt liệu nhỏ, khi xây và trát dần thành lớp mỏng, diện tích tiếp xúc với nền xây, với mặt trát và với không khí khá lớn nước dễ bị mất đi, nên lượng nước nhào trộn vữa cần lớn hơn so với bê tông để vữa bù đắp được những mất mát trên mà vẫn đủ nước cho quá trình thủy hóa và rắn chắc của chất kết dính.

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

Theo dạng chất kết dính phân ra vữa xi măng, vữa vôi, vữa thạch cao và vữa hỗn hợp (xi măng - vôi, xi măng - đất sét, xi măng - thạch cao, v.v...).

Theo khối lượng thể tích phân ra vữa nặng ($\rho_v > 1500 \text{ kg/m}^3$) và vữa nhẹ ($\rho_v < 1500 \text{ kg/m}^3$).

Theo công dụng phân ra vữa xây để xây gạch đá, vữa trát để hoàn thiện bề mặt khối xây, vữa chèn mối nối các chi tiết trong quá trình lắp ghép nhà và công trình và vữa đặc biệt (vữa trang hoàng, vữa cách nước, vữa giếng khoan, v.v...).

9.2. Nguyên liệu chế tạo vữa

9.2.1. Chất kết dính

Để chế tạo vữa thường dùng chất kết dính vô cơ như xi măng pooc lăng, xi măng pooc lăng xi, xi măng pooc lăng puzolan...

Việc chọn loại chất kết dính phải đảm bảo sao cho vừa có cường độ và độ ổn định trong điều kiện cụ thể. Trong môi trường khô ráo nên dùng vữa vôi mác 2 - 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 - 200. Xi măng cần có mác lớn gấp 3 - 4 lần mác vữa. Vôi rần trong không khí được dùng ở dạng vôi nhuyễn còn thạch cao là thạch cao xây dựng.

9.2.2. Cát

Cát tạo nên bộ xương cứng trong vữa, làm cho vữa bớt co. Chất lượng cát có ảnh hưởng nhiều đến cường độ của vữa. Lượng chất bẩn sét, bụi, bùn trong cát được khống chế như sau :

- < 20% đối với vữa mác ≤ 10 .
- < 10% " " 25 - 50
- < 5% " " ≥ 100 .

Khi xây đá dùng cát có kích thước không lớn hơn $1/4 \div 1/5$ chiều dày mạch xây, còn xây gạch cát $\nless 2,5\text{mm}$. Nói chung cát phải có modul độ lớn không nhỏ hơn 1,2 và cấp phối phải phù hợp với bảng 9-1.

Bảng 9-1

Kích thước mắt sàng (mm)	5	1,2	0,3	0,15
Lượng cát tích lũy (%)	0 - 10	0 - 55	30 - 75	75 - 100

Cát có thể là cát thiên nhiên (cát thạch anh, cát fenspát) và cát nhân tạo (nghiến từ các loại đá đặc hoặc đá rỗng).

9.2.3. Phụ gia

Trong vữa có thể dùng tất cả các loại phụ gia như bê tông.

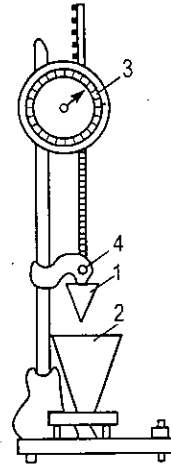


9.3. Tính chất của hỗn hợp vữa và vữa

9.3.1. Độ dẻo của hỗn hợp vữa

Độ dẻo của hỗn hợp vữa là tính chất quan trọng đảm bảo năng suất lao động và chất lượng của khối xây. Độ dẻo được đánh giá bằng độ cắm sâu vào vữa của một quả chùy kim loại nặng 300g có góc ở chóp bằng 30° (hình 9-1). Độ dẻo của vữa cũng như bê tông, phụ thuộc vào nhiều yếu tố, như lượng nước nhào trộn, độ lớn và hình dạng của cát, mức độ trộn...

Chọn độ dẻo phải căn cứ vào điều kiện của khối xây và phương pháp thi công (bảng 9-2).



Hình 9-1. Dụng cụ thử độ dẻo của vữa.
1 - chùy hình nón ;
2 - chậu đựng vữa ;
3 - bảng đo ; 4 - vít.

Bảng 9-2

Loại khối xây	Trời nóng hoặc gạch đá kém đặc chắc	Trời ẩm ướt, lạnh hoặc gạch đá đặc chắc
Khối xây gạch	8 - 10	6 - 8
Khối xây đá hộc	6 - 7	4 - 5
Khối xây đá hộc bằng phương pháp chấn động	2 - 3	1 - 2

9.3.2. Tính giữ nước

Vữa phải có tính giữ nước tốt để đảm bảo đủ nước cho chất kết dính thủy hóa rắn chắc, ít bị mất nước do nên hút, do bay hơi hoặc tách nước trong quá trình vận chuyển. Tính giữ nước được biểu thị bằng độ phân tầng và được xác định bằng hai phương pháp : phương pháp lắng và phương pháp chấn động.

Trong phương pháp lắng, vữa mới trộn được đổ đầy vào một cái thùng có đường kính 15cm, cao 30cm. Đo độ cắm sâu của chùy được ĐC_1 . Sau đó để yên trong 30ph rồi lấy đi 2/3 số vữa trong thùng (lấy nhẹ nhàng, không làm xáo trộn khối vữa còn lại), đem trộn phần vữa còn lại rồi cho vào thùng có đường kính 15cm, cao 15cm để xác định ĐC_2 . Độ phân tầng được xác định theo công thức

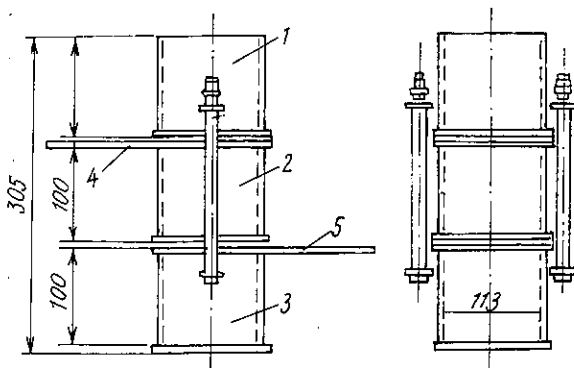
$$PT = \text{ĐC}_1 - \text{ĐC}_2 \text{ (cm)}.$$

Vữa có tính giữ nước càng tốt khi PT càng nhỏ. Độ phân tầng được lựa chọn theo điều kiện thi công (bảng 9-3).

Bảng 9-3

PT (cm)	Phạm vi thích hợp
0 (không phân tầng)	Thi công mùa hè, nhưng không dùng để trát mặt (vì dễ nứt)
< 0,25	Vữa xây thủy công
1 - 2 (phân tầng vừa)	Khi trời khô ráo, gạch đá phải nhúng nước
> 2 (phân tầng nhiều)	Trong điều kiện thi công bình thường không dùng được

Trong phương pháp chấn động vữa được cho vào một dụng cụ 3 thót hình trụ rỗng bằng kim loại (hình 9-2) đầy nắp rồi



Hình 9-2. Dụng cụ để xác định độ phân tầng của vữa.

cho lên bàn rung trong 30 giây. Trượt thớt 1 và 2 trên tấm trượt 4 và 5 để phân khối vữa ra làm 3 phần. Đổ phần 1 và phần 3 ra trộn lại trong 30 giây rồi xác định $ĐC_1$ và $ĐC_3$. Giá trị PT được tính như sau :

$$PT = ĐC_1 - ĐC_3$$

9.3.3. Tính chống thấm

Vữa trát ở mặt ngoài khối xây của công trình chịu áp lực cần phải có tính chống thấm tương ứng.

Tính chống thấm được xác định bằng cách cho mẫu vữa dày 2cm chịu áp lực nước, lúc đầu 0,5 at, sau 1 giờ tăng lên 1 at, sau 2 giờ - 1,5 at, sau 3 giờ - 2 at, rồi để 24 giờ mà nước không thấm qua mẫu thì coi là vữa có tính chống thấm.

9.3.4. Cường độ của vữa

Cường độ chịu nén của vữa được xác định bằng thí nghiệm mẫu vữa hình khối có cạnh 7,07cm ở tuổi được tiêu chuẩn hoặc điều kiện kỹ thuật quy định cho từng loại vữa.

Khuôn đúc có thể là khuôn thép có đáy ứng với nền không hút nước và khuôn thép không đáy (đáy lót bằng giấy ẩm) - ứng với nền hút nước trong thực tế xây dựng.

Cường độ vữa xi măng ở tuổi 28 ngày trên nền không hút nước phụ thuộc vào cường độ của xi măng, vào N/X và được xác định theo công thức của N.A. Popov :

$$R_{28} = 0,4R_x \left(\frac{X}{N} - 0,3 \right).$$

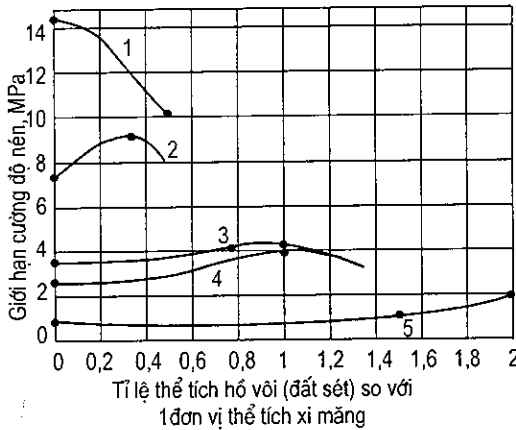
Cường độ của vữa xi măng trên nền xốp hút nước (gạch) chỉ phụ thuộc vào lượng dùng xi măng mà không phụ thuộc vào $\frac{X}{N}$ vì lượng nước sau khi bị nền hút còn lại hầu như bằng nhau :

$$R_{28} = KR_x (X - 0,05) + 4.$$

trong đó : X - lượng xi măng, T/m^3 cát ;

K - hệ số phụ thuộc vào chất lượng cát. Nếu mức xi măng xác định theo phương pháp dẻo thì đối với cát lớn $K = 2,2$, đối với cát trung bình $K = 1,8$ đối với cát nhỏ $K = 1,4$.

Cường độ của vữa hỗn hợp phụ thuộc vào lượng vôi (hoặc sét) sử dụng. Lượng vôi (sét) hợp lý nhất đối với từng mức vữa được giới thiệu trên hình 9-3.



Hình 9-3.

Ảnh hưởng của phụ gia phân tán (vôi, sét) đến cường độ của vữa (xi măng - cát)

1 - 1 : 3 ; 2 - 1 : 4 ; 3 - 1 : 5 ; 4 - 1 : 6 ; 5 - 1 : 9.

Tốc độ phát triển cường độ của vữa dùng xi măng poocăng ở những tuổi khác nhau phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ (bảng 9-4).

Bảng 9-4

Tuổi vữa (ngày)	Cường độ vữa ở các nhiệt độ khác nhau, % $R_{28}^{15^{\circ}\text{C}}$										
	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1	1	4	6	10	14	19	24	29	34	44	45
1,5	2	6	10	15	29	26	33	39	46	54	65
2	3	8	13	19	25	32	40	48	57	67	80
3	5	12	19	25	35	44	52	61	70	79	90
5	10	20	30	39	48	57	65	74	82	91	100
7	16	27	39	50	59	68	76	84	92	19	105
10	24	37	51	62	72	80	87	94	100	106	-
14	33	48	63	75	84	90	97	102	106	-	-
21	45	62	78	90	97	102	106	109	-	-	-
28	55	72	88	100	106	110	-	-	-	-	-

Dựa vào cường độ của vữa ở tuổi 28 ngày, người ta chia vữa ra các loại mác sau : 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150 và 200.

9.4. Vữa xây. Cấp phối của vữa xây

Cấp phối vữa thường được biểu thị bằng tỷ lệ về thể tích giữa các thành phần với nhau. Tùy theo loại vữa, mác vữa mà có những phương pháp tính cấp phối khác nhau.

9.4.1. Cấp phối vữa vôi

Cấp phối vữa vôi được chọn dựa vào chất lượng vôi và biểu diễn theo tỷ lệ thể tích của vôi và cát.

Vôi cấp 3 : V : C = 1 : 2

Vôi cấp 2 : V : C = 1 : 3

Vôi cấp 1 : V : C = 1 : 4

9.4.2. Cấp phối vữa hỗn hợp xi măng-vôi, xi măng- sét

Cấp phối vữa được biểu diễn bằng tỷ lệ xi măng ; vôi ; cát như sau : 1 : V : C.

Cấp phối vữa hỗn hợp còn có thể xác định bằng cách tra bảng hoặc tính toán theo công thức thực nghiệm.

Bảng 9-5 dưới đây giới thiệu cấp phối của vữa xi măng - vôi.

Bảng 9-5

Mác xi măng (chất kết dính)	Tỷ lệ phối hợp theo thể tích của vữa mác				
	100	75	50	25	10
600	1 : 0,4 : 4,5	1 : 0,7 : 6	$\frac{1 : 0,7 : 8}{1 : 1 : 9}$	-	-
500	1 : 0,3 : 4	1 : 0,5 : 5	$\frac{1 : 0,7 : 8}{1 : 1 : 8}$	-	-
400	1 : 0,2 : 3	1 : 0,3 : 4	1 : 0,7 : 6	$\frac{1 : 0,7 : 8}{1 : 1 : 10}$	-
300	-	1 : 0,2 : 3	1 : 0,4 : 5	$\frac{1 : 0,7 : 8}{1 : 1 : 10}$	-
250	-	-	1 : 0,2 : 3	1 : 0,7 : 6	-
200	-	-	1 : 0,1 : 2,5	1 : 0,5 : 5	-
150	-	-	-	1 : 0,3 : 3,5	$\frac{1 : 0,7 : 8}{1 : 1 : 9}$
100	-	-	-	1 : 0,1 : 2	1 : 0,5 : 5

Ghi chú của bảng 9-5 :

- Số liệu ở mẫu số dùng cho công trình thủy công.
- Khi xác định tỷ lệ phối hợp, khối lượng thể tích của xi măng quy định như sau :
 - Với xi măng mác 300 - 600 thì $\rho_{vx} = 1,1 \text{ kg/l}$.
 - " " 150 - 250 " = 0,9 kg/l.
 - " " 100 " = 0,7 kg/l.
- Cát sử dụng ở trạng thái xốp có độ ẩm $1 \div 3\%$. Khi dùng cát khô hơn, lượng dùng cát phải giảm tới 10%. Khi độ ẩm lớn hơn 3%, lượng cát phải tăng lên 10%.
- Số liệu trong bảng ứng với vôi cấp II có $\rho_v = 1400 \text{ kg/m}^3$. Khi dùng vôi cấp I lượng vôi giảm 10% vôi cấp III tăng 10%.

Việc tính toán được tiến hành theo các bước sau :

1) Tính lượng dùng xi măng ứng với 1m^3 cát (hoặc 1m^3 vữa)

$$X = \frac{R_v}{KR_x} \cdot 1000, \text{ kg}$$

2) Tính lượng vôi nhuyễn (sét nhuyễn)

$$V(S) = 170 (1 - 0,002X), \text{ l.}$$

3) Lượng nước được xác định theo yêu cầu độ dẻo của vữa (độ cảm sâu của quả chùy) hoặc bằng công thức gần đúng :

$$N = 0,65 (X + V \cdot \rho_v).$$

trong đó : ρ_v - khối lượng thể tích của vôi nhuyễn hoặc sét nhuyễn, kg/l . Lượng nước thực tế được điều chỉnh chính xác bằng thí nghiệm để đạt độ dẻo yêu cầu của vữa.

Thành phần của xi măng vôi được biểu thị như sau :

$$V_X : V_V : V_C = \frac{X}{\rho_{vx}} : \frac{V}{1000} : 1$$

9.4.3. Cấp phối vữa xi măng

Cấp phối vữa xi măng thường được lựa chọn theo bảng có sẵn.

9.5. Vữa trát

9.5.1. Đặc tính của vữa trát

Vữa trát thường được trát thành ba lớp mỏng : lớp dự bị (trát đầu tiên), dày 3 - 8mm, lớp đệm (trát thứ hai), dày 5 - 12mm, lớp trang trí (ngoài cùng) dày 2mm và có pha bột màu.

Do vị trí và công dụng của nó, nên vữa trát có một số yêu cầu khác vữa xây : *nhão hơn và có khả năng giữ nước tốt hơn* (độ phân tầng tốt nhất là 1 - 2cm). Để đảm bảo độ dẻo yêu cầu của vữa trát, vật liệu để chế tạo vữa cần đạt những yêu cầu sau :

- Vôi phải tôi kỹ hơn (tôi trước 1 - 2 tháng), lọc kỹ hơn.
 - Cát phải mịn hơn : đối với lớp dự bị và lớp đệm - không lớn hơn 2,5 mm, đối với lớp trang trí, không lớn hơn 1,2mm.
- Để nâng cao độ dẻo của vữa trát có thể sử dụng phụ gia tăng dẻo hữu cơ.

9.5.2. Cấp phối vữa trát

- Vữa vôi (V : C) : để trát lớp dự bị tường gạch hay đá là : 1 : 3, lớp trang trí là 1 : 2 (vôi cấp 2).
- Vữa hỗn hợp (X : V : C) : để trát tường ngoài nhà hoặc nơi ẩm ướt là 1 : 0,5 : 6 ; để trát tường phía trong nhà là : 1 : 2 : 9.
- Vữa xi măng (X : C) : để trát tường ngoài nhà hoặc nơi ẩm ướt là từ 1 : 6 đến 1 : 3,5.

Để khắc phục những nhược điểm của vữa trát bằng tay người ta dùng vữa phun. Thiết bị phun vữa giống như phun bê tông.

Chương 10

VẬT LIỆU OCTOCLA VÀ SẢN PHẨM XI MĂNG AMIĂNG

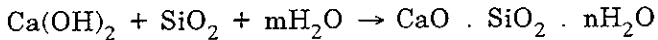
10.1. Vật liệu octocla

10.1.1. Khái niệm về vật liệu octocla

Vật liệu octocla được sản xuất dựa trên cơ sở sự tổng hợp hydro silicat canxi trong môi trường bão hòa hơi nước dưới áp suất 8 - 13 atm và nhiệt độ 175 - 200°C trong thiết bị octocla.

Octocla là một ống trụ thép, nằm ngang, hai đầu có nắp đậy kín, có đường kính 2,6 - 3,6m, dài 21 - 30m (hình 10-1).

Trong octocla từ hỗn hợp nguyên liệu chứa vôi cát thạch anh ; phụ gia và nước hình thành nên các hydro silicat :



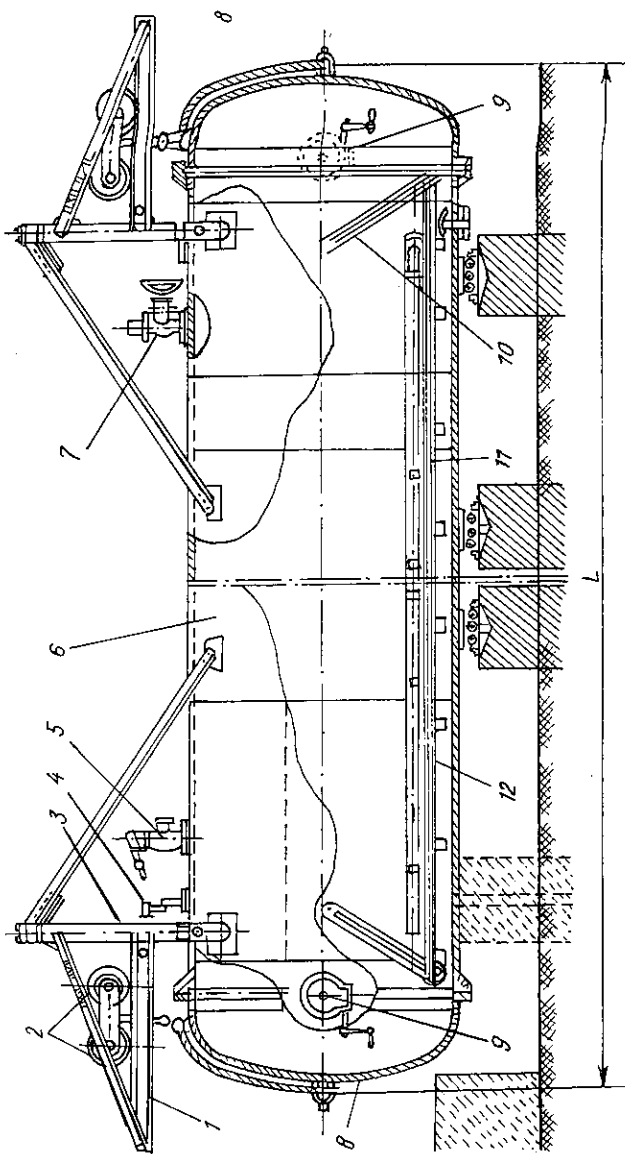
Tùy thuộc vào thành phần phối liệu ban đầu các hydro silicat này có thể là : tobermorit $5\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, các hydrosilicat canxi kết tinh yếu - $(0,8 - 1,5) \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ - CSH(I) và $(1,5 - 2) \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ - CSH (II) và hylebranzit $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

10.1.2. Quá trình sản xuất vật liệu octocla

Yêu cầu về nguyên liệu. Vôi phải có tốc độ tôi nhanh (7 - 10 phút), nhiệt độ tôi cao (70 - 80°C), hàm lượng CaO > 80%, MgO < 1,5%, không chứa hạt già lửa. Có thể dùng vôi tôi hoặc bột vôi sống. Vôi tôi làm cho hỗn hợp dễ nhào trộn, dễ tạo hình, nhưng chất lượng thấp hơn.

Cát phải đảm bảo yêu cầu : hàm lượng SiO_2 > 90%, tạp chất sét bụi < 1%, hợp chất chứa lưu huỳnh (tính theo SO_3) < 3%.

Nguyên lý sản xuất. Hỗn hợp nguyên liệu (vôi, cát, thạch cao) được nghiền chung để chế tạo chất kết dính vôi - silic.



Hình 10-1. Octocla

- 1 - thanh treo ; 2 - xe tời ; 3 - thanh đứng ; 4 - áp kế ; 5 - van an toàn ;
 6 - thân octocla ; 7 - ống nối có van ; 8 - nắp ; 9 - tời kéo ; 10 - cầu ray ;
 11 - ống dẫn hơi ; 12 - đường ray.

Trước khi nghiền chung vôi cục và thạch cao được đập đến cỡ hạt 10 - 20mm, qua hệ thống cân đong rồi đưa vào máy trộn. Cát được sàng phân loại. Cát nhỏ sau khi qua hệ thống cân đong được đưa vào máy trộn cùng với các cấu tử khác để chế tạo chất kết dính. Sau khi ra khỏi máy trộn, hỗn hợp được đưa lên xilô chứa và lưu ở đây 8 - 9 giờ để tôi một phần vôi. Cát có độ ẩm tự nhiên 4 - 6% là thích hợp.

Trong máy nghiền hỗn hợp được nghiền đến độ mịn > 90% hạt lọt sàng N° 008. Sau khi nghiền, toàn bộ phối liệu lại được trộn đều trong máy trộn rồi chuyển sang khâu tạo hình. Khâu cuối cùng là việc chung hấp trong octocla. Chế độ nhiệt - ẩm trong octocla có ảnh hưởng quyết định đến chất lượng sản phẩm.

Theo giáo sư P.I. Bojenov quá trình gia công trong octocla gồm 6 giai đoạn.

Giai đoạn 1 : Bắt đầu từ khi xả hơi vào đến khi trong octocla đạt được 100°C. Trong giai đoạn này do sự chênh lệch nhiệt độ giữa lớp ngoài và trong lòng sản phẩm (30 - 50°C) nên sinh ra ứng suất nhiệt lớn và xuất hiện vết nứt.

Giai đoạn 2 : Bắt đầu từ khi nâng áp suất hơi đến khi đạt được áp suất cực đại (ứng với nhiệt độ cực đại).

Dưới sự tác động của áp lực, hơi xâm nhập vào trong lỗ rỗng sản phẩm và ngưng tụ trong đó.

Giai đoạn 3 : Giữ sản phẩm ở áp suất và nhiệt độ không đổi. Nhiệt độ và áp suất càng lớn thì thời gian càng ngắn.

Giai đoạn 4 : Bắt đầu từ khi giảm từ từ nhiệt độ và áp suất của hơi. Do sự chênh lệch nhiệt độ và áp suất bên ngoài và trong sản phẩm mà phát sinh ra nội ứng suất.

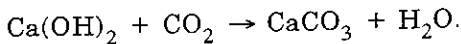
Giai đoạn 5 : Làm nguội sản phẩm từ 100°C đến 18 - 20°C.

Giai đoạn 6 : Chân không. Trong giai đoạn này do áp suất của hơi nước bên trong sản phẩm lớn hơn (khoảng 0,2 kG/cm²) trong octocla nên sản phẩm được sấy khô.

Để chế tạo các sản phẩm có chất lượng cao việc gia công trong octocla cần phải tiến hành theo một chế độ nhất định ;

nâng áp suất hơi nước từ từ (trong vòng 1,5 - 2h), bằng nhiệt (ở nhiệt độ 175 - 200°C) và áp suất 8 - 13 atm trong 4 - 8h và giảm áp suất hơi trong 2 - 4h. Sau khi gia công 8 - 14h trong octocla sản phẩm được đưa ra ngoài.

Khi tiếp xúc với không khí bên ngoài cường độ sản phẩm vẫn tiếp tục tăng do các phản ứng silicat vẫn tiếp tục và do phản ứng cacbonát hóa :



10.1.3. Bê tông silicat

Bê tông silicat cũng như bê tông xi măng có loại nặng (cốt liệu là cát và đá, hoặc cát và hỗn hợp cát, sỏi), 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, tỉ lệ CaO/SiO₂, độ mịn của cát nghiền và quá trình gia công trong octocla. Trong quá trình gia công trong octocla, tất cả các cấu tử có tác dụng tương hỗ với nhau. Cốt liệu cũng tham gia vào các phản ứng tạo thành các sản phẩm mới trên bề mặt hạt và đi sâu vào đến 15 μK.

Bê tông silicat nặng có khối lượng thể tích 1800 - 2500 kg/m³, mác 150 - 800, 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.

10.1.4. Gạch silicat

Gạch silicat được chế tạo từ hỗn hợp khô của cát thạch anh (92 - 94%), vôi (6 - 8% - tính theo CaO) và nước (7 - 9%) bằng cách ép dưới áp lực 150 - 200 kG/cm² và rắn chắc trong octocla.

Gạch silicat có màu xám sáng, nhưng cũng có thể có màu sắc bất kỳ bằng cách cho vào phối liệu các oxyt màu bền kiềm. Gạch có 2 loại kích thước : 250 × 120 × 65 mm (gạch đặc) và 250 × 120 × 80 mm (gạch rỗng ruột). Lỗ rỗng trong gạch bố trí sao cho khối lượng của một viên gạch không vượt quá

4,3 kg. Khối lượng thể tích của gạch silicat (không có lỗ rỗng) khoảng 1900 kg/m^3 (nặng hơn gạch đất sét thường). Độ hút nước của gạch silicat 14 - 16%.

Theo cường độ chịu nén và chịu uốn gạch silicat có các loại mác : 100, 125, 150, 200 và 250.

Gạch silicat cũng giống như gạch thường được dùng để xây tường chịu lực. Nhưng do những hạn chế : 1) kém ổn định nước [$\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$] và 2) kém ổn định nhiệt, đặc biệt ở nhiệt độ cao ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ bị mất nước, CaCO_3 bị phân giải, hydrosilicat canxi và các hạt cát thạch anh ở 600°C bị nở thể tích) mà không nên sử dụng gạch silicat ở những nơi ẩm ướt (chân tường, chân cột, móng) hoặc nơi có nhiệt độ cao (ống khói).

Do không qua khâu sấy và nung ở nhiệt độ cao, ít tổn nhiên liệu nên gạch silicat rẻ hơn gạch thường 30 - 40%. Ngoài ra gạch silicat ít bị cong vênh nứt nẻ.

10.2. Sản phẩm xi măng amiăng

10.2.1. Nguyên vật liệu

Xi măng amiăng là loại vật liệu hỗn hợp được chế tạo từ hỗn hợp amiăng, xi măng và nước.

Amiăng có thành phần chủ yếu là silicat manhê ngâm nước ($3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Trong sản xuất sản phẩm xi măng amiăng người ta sử dụng chủ yếu là amiăng crizôtin và một phần amiăng amfibon. Sợi amiăng crizotin có dạng ống (đường kính bên trong 50 Å, đường kính bên ngoài 360 - 430 Å, chiều dày thành - 155 - 190 Å).

Amiăng có khả năng hấp thụ rất lớn, các sản phẩm hydrat của xi măng bị hút bám trên bề mặt, làm dấy nhanh quá trình tăng cường độ của sản phẩm. Amiăng không bền axit nhưng rất bền kiềm.

Hệ số dẫn nhiệt của amiăng thấp ($\lambda = 0,3 - 0,35 \text{ kCal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$). Sau khi làm mềm thì độ dẫn nhiệt giảm đi rất nhiều và cường độ chịu kéo của sợi có thể đạt tới $6000 - 8000 \text{ kg/cm}^2$. Vì vậy nó đóng vai trò là cốt chịu kéo.

Amiăng chịu nhiệt kém vì ở 70°C một phần nước hấp phụ bắt đầu mất, cường độ và độ đàn hồi của sợi giảm. Ở nhiệt độ 368°C nước hấp phụ mất hết, cường độ sợi giảm 20 - 35%. Nhưng để nguội chúng lại hút ẩm và các tính chất lại được phục hồi. Khi nhiệt độ tăng đến 580 - 700°C nước hóa hợp cũng mất đi, tính dẻo và cường độ giảm nhanh chóng, amiăng trở nên giòn. Lúc này dù có làm nguội thì tính chất của nó cũng không phục hồi được. Amiăng chảy ở nhiệt độ 1550°C.

Để sản xuất sản phẩm xi măng amiăng người ta dùng hỗn hợp bao gồm 24 - 50% (theo khối lượng) các sợi dài từ 1 đến vài phần trăm mm đến 10mm và từ 50 - 76% dạng bột vụn. Trong một số trường hợp có thể dùng bông xi và bông khoáng bazan thay cho 10 - 15% amiăng.

10.2.2. Quá trình sản xuất các sản phẩm xi măng amiăng

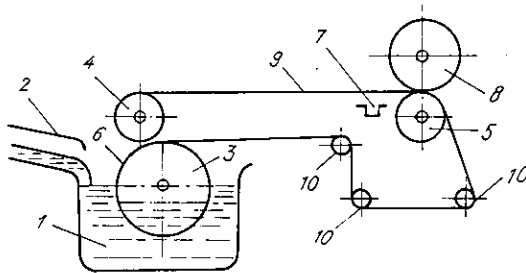
Quá trình sản xuất các sản phẩm xi măng amiăng bao gồm các khâu sau :

- 1) Làm mềm amiăng.
- 2) Chế tạo huyền phù xi măng amiăng.
- 3) Ép sơ bộ để chế tạo băng mỏng.
- 4) Tạo hình thành các tấm lượn sóng, tấm phẳng, ống v.v... tạo cho sản phẩm có độ đặc và hình dáng cần thiết bằng cách ép, uốn, cắt.
- 5) Làm rắn chắc sản phẩm trong bể chưng hấp, trong octocla hoặc trong các bể nước và giữ chúng trong các kho sấy cho đến khi đạt được cường độ cần thiết.

Amiăng được gia công bằng máy nghiền theo hai phương pháp khô và ướt. Thường thì phương pháp ướt phổ biến hơn vì thiết bị đơn giản, sợi dẻo và ít bụi.

Sau khi nghiền, amiăng được đem đi phân loại rồi trộn với xi măng và nước theo tỉ lệ nhất định tùy theo loại sản phẩm. Đối với tấm : 82 - 91% xi măng, 9 - 18% amiăng ; đối với ống, lượng amiăng có thể lên tới 21 - 22%.

Hỗn hợp xi măng amiăng lỏng (lượng nước chiếm khoảng 90 - 95%) sau khi đã nhào trộn chảy theo máng 2 vào bể có máy khuấy 1, trong bể có một trống xeo 3 có rạch rãnh trên bề mặt và căng lưới thép lên trên. Trục ép 4 làm băng chuyển 9 áp sát vào trống xeo 3, do đó khi trục 5 kéo băng chuyển quay thì trống xeo 3 cũng quay theo, và hỗn hợp xi măng amiăng được xeo thành lớp mỏng 6 trên mặt lưới thép, được băng chuyển đưa đến thiết bị chân không 7 để khử bớt nước rồi cuộn thành lớp quanh trống 8 (hình 10-2).



Hình 10-2. Sơ đồ công nghệ tạo hình sản phẩm xi măng amiăng.
 1- bể khuấy ; 2- máy rót ; 3- trống xeo ; 4- trục ép ; 5- trục kéo ;
 6- lớp xi măng amiăng ; 7- hộp chân không ; 8- trống tạo hình ;
 9- băng chuyển ; 10- trục định hướng.

Khi sản xuất sản phẩm xi măng amiăng dạng tấm, thì hạ trống 8 xuống, cắt dài xi măng amiăng thành từng tấm theo quy cách đã quy định, rồi đem ép bằng máy ép thủy lực với áp lực 300 - 400 kg/cm² để sản xuất những tấm phẳng. Nếu sản xuất tấm lượn sóng thì ép bằng khuôn có trục lăn. Sau khi đúc khuôn, các tấm trên được đưa vào bể dưỡng hồ trong vòng 12 - 16 giờ, sau đó lấy ra hoàn thiện sản phẩm, rồi đưa vào buồng sấy. Sau 3-7 ngày các tấm trên có thể sử dụng được.

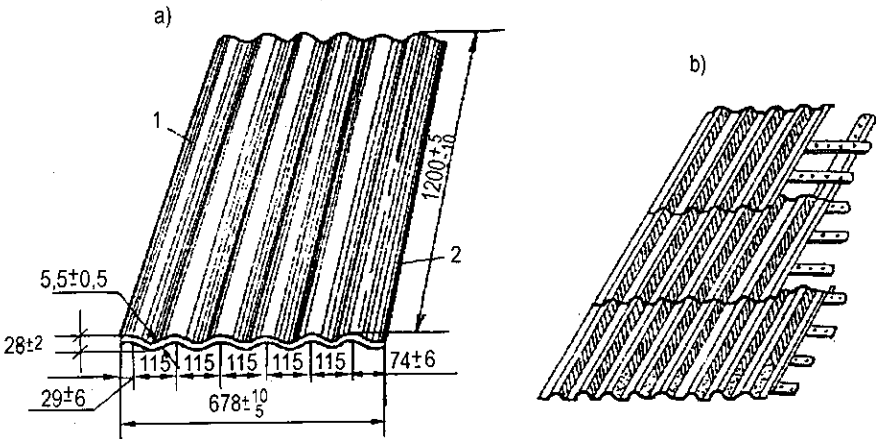
Khi sản xuất ống xi măng amiăng, người ta đặt khuôn tạo hình ống vào vị trí trống 8, xi măng amiăng cuộn vào khuôn

và được ép chặt bằng trụ lăn ở phía trên thành một ống kín. Tạo hình xong người ta đem khuôn có sản phẩm ra và lắp khuôn mới vào. Sau 2-6 giờ tháo khuôn, đưa sản phẩm vào bể dưỡng hộ. Sau đó cắt xén theo quy cách rồi cho vào buồng sấy ; sau 12 ngày có thể dùng được.

Gần đây xuất hiện công nghệ làm rắn chắc sản phẩm trong autoclave làm rút ngắn thời gian sấy trong buồng sấy và cho phép dùng xi măng pha cát nghiền mịn (nghiền lẫn clanke xi măng với cát thạch anh tinh khiết). Biện pháp công nghệ này có hiệu quả là tiết kiệm xi măng, rút ngắn chu kì sản xuất.

10.2.3. Các loại sản phẩm xi măng amiăng

Tấm lợp xi măng amiăng. Tấm lợp xi măng amiăng được chế tạo theo 2 loại : Tấm phẳng và tấm lượn sóng. Tấm phẳng thường có chiều dày 4mm và có 3 loại kích thước sau :



Hình 10-3. Tấm lượn sóng (a) và tấm bán lượn sóng (b).
1- mép ép ; 2- mép ngửa.

- 400 × 400 × 4mm : tấm thường.
- 400 × 300 × 4mm : tấm lợp mép.
- 400 × 200 × 4mm : tấm viền gờ.

Yêu cầu đối với tấm lợp phẳng là không có vết nứt, không sứt góc cạnh, cường độ chịu uốn theo phương bất kì phải đạt 200 kG/cm^2 , độ hút nước không được vượt quá 18%. Loại tấm này dùng lợp nhà ở và nhà công cộng.

Các tấm lợp sóng và nửa sóng có quy cách như sau (hình 10-3)

1200 × 700 × 6mm
1800 × 1000 × 6mm
2000 × 1000 × 6mm
1200 × 750 × 6mm
800 × 550 × 6mm

Yêu cầu đối với loại tấm này là không sứt góc cạnh không rạn nứt và cường độ chịu uốn phải lớn hơn 140 kG/cm^2 ; riêng đối với tấm lớn thì cường độ chịu uốn phải lớn hơn 180 kG/cm^2 . Độ hút nước phải nhỏ hơn 25%. Các tấm này được dùng lợp nhà ở, công trình công cộng, nhà máy.

Tấm lợp amiăng xi măng có ưu điểm không mục nát, không cháy, bền với khí hậu, nhưng giòn, dễ vỡ và cách nhiệt kém.

Tấm ốp xi măng amiăng. Tấm ốp xi măng amiăng có 2 loại : không ép và có ép.

Loại không ép có các cỡ :

1600 × 1200 × 10mm
600 × 300 × 6mm

Độ hút nước Hp ≤ 27%, cường độ chịu uốn tối thiểu 100 kG/cm^2 .

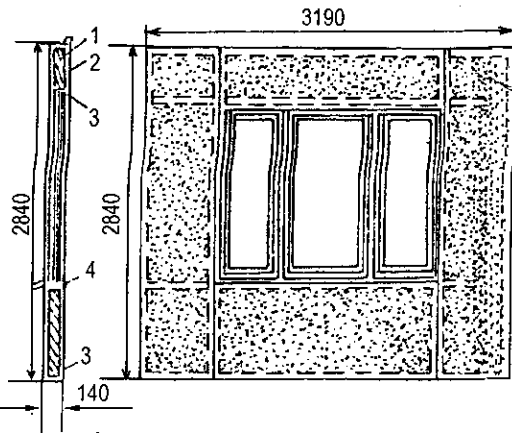
Loại tấm có ép gồm các cỡ :

1200 × 800 × 8mm
600 × 300 × 4mm

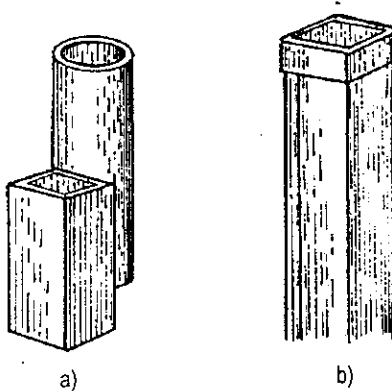
Độ hút nước Hp < 18%, cường độ chịu uốn tối thiểu là 200 kG/cm^2 .

Các loại tấm ốp được dùng để ốp tường trong, tường ngoài, vách ngăn, trần.

Panô xi măng amiăng. Panô thường là những tấm lớn có kích thước buồng nhà, ví dụ dài 3200 mm, cao 2700 mm, dày 120 - 160mm, có thể chế tạo luôn cả ô cửa sổ. Panô thường được chế tạo 3 lớp : 2 lớp ngoài là xi măng amiăng, giữa là vật liệu cách nhiệt (hình 10-4). Panô được dùng làm tường ngoài, tường ngăn cho nhà ở, nhà hành chính.



Hình 10-4. Panô xi măng amiăng
1 ; 3 - lớp xi măng amiăng ;
2 - lớp cách nhiệt ; 4 - bậu cửa.



Hình 10-5. Ống thông gió bằng xi măng amiăng.
a - không có đầu nối ;
b - có đầu nối

Ống xi măng amiăng. Ống xi măng amiăng được dùng để làm ống dẫn nước thường, ống dẫn có áp ; ống thoát nước, ống dẫn khí và hơi đốt, ống thông gió, thông khói ; ống bọc dây điện thoại, điện đèn, dây cáp (hình 10-5).

So với ống gang và thép thì ống dẫn và thoát nước bằng xi măng amiăng bền hơn nhiều vì không bị han rỉ. Mặt khác ống xi măng amiăng nhẵn hơn, tổn thất dòng chảy nhỏ hơn ; hệ số truyền nhiệt tối đa của xi măng amiăng khi bão hòa nước là 0,75 kCal/m.⁰C.h - thấp hơn hàng chục lần gang và thép, độ dày ống xi măng amiăng lại lớn hơn 2,5 - 3 lần, do đó có khả năng giữ nhiệt, không cần tốn công đào sâu khi thi công đường ống.

Ống dẫn nước có áp lực chế tạo từ xi măng amiăng được chia thành nhiều loại : 3 at, 6 at, 9 at, 12 at... Ống xi măng amiăng có thể chịu được áp lực cao là nhờ sợi amiăng xếp vòng quanh ống thành vòng đặc sít, bền chắc.

Ống dẫn nước bằng xi măng amiăng có quy cách : dài 2950 - 3950mm, đường kính trong 50 - 500mm, thành dày 180 - 500mm. Ống dẫn nước yêu cầu phải thẳng, đều, không nứt nẻ, tuyệt đối không thấm nước.

Ống thoát nước thường dài từ 2500 - 4000mm, đường kính trong 600mm, thành dày 70 - 180mm chịu được áp lực nước khoảng 4 at.

Các dạng sản phẩm khác bằng xi măng amiăng. Ngoài các dạng sản phẩm được giới thiệu ở phần trên người ta còn dùng xi măng amiăng để sản xuất các máng, các bể tròn hay chữ nhật dung tích 50 -1500 lít để chứa nước, dầu hỏa hoặc chất lỏng khác.

Chương 11

VẬT LIỆU GỖ

11.1. 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, đóng đinh) ; vân gỗ có giá trị mỹ thuật cao.

Ở nước ta gỗ là vật liệu rất phổ biến, không chỉ ở rừng núi mà ở khắp mọi nơi, nông thôn, đồng bằng. Rừng Việt Nam chiếm đến 47% diện tích, 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. Rừng Việt Bắc có lim, giổi, vàng tâm. Rừng Tây Nguyên có cẩm lai.

Hàng năm nước ta có thể khai thác từ 6 - 8 triệu m³ gỗ và hàng tỉ cây tre nứa. Tuy vậy, hầu hết là rừng tự nhiên. Cây mọc hỗn giao, năng suất khai thác thấp. Bình quân lượng gỗ tính theo đầu người chỉ đạt 0,052 m³ (bình quân ở nhiều nước 0,5 - 1m³/người). Do đó việc khuyến khích trồng rừng, bảo vệ rừng, khai thác một cách có kế hoạch và nâng cao hiệu suất sử dụng gỗ là những vấn đề bức thiết hiện nay.

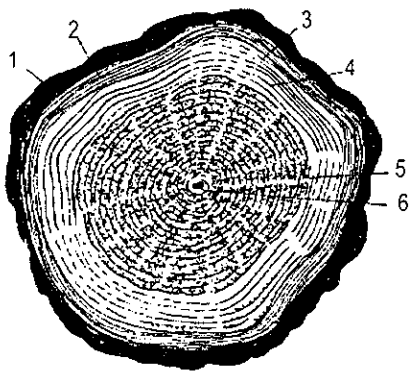
Gỗ chưa qua chế biến vẫn tồn tại những nhược điểm lớn : 1) cấu tạo và tính chất cơ lí không đồng nhất, thường thay đổi theo từng loại gỗ, từng cây và từng phần trên thân cây ; 2) dễ hút và nhả hơi nước làm sản phẩm bị biến đổi thể tích, cong vênh, nứt tách ; 3) dễ bị sâu nấm, mục mối phá hoại, dễ cháy ; 4) có nhiều khuyết tật làm giảm khả năng chịu lực và gia công chế biến khó khăn.

Ngày nay với kĩ thuật gia công chế biến hiện đại người ta có thể khắc phục được những nhược điểm của gỗ, sử dụng gỗ một cách có hiệu quả hơn, như sơn gỗ, sấy và ngâm tẩm gỗ, làm gỗ dán, tẩm dấm bảo và tẩm sợi gỗ ép. Từ gỗ người ta đã sản xuất ra xenlulo, rượu etyl, rượu butyl, giấy, cactông, axit hữu cơ và các sản phẩm khác. Vì vậy tiết kiệm gỗ trong xây dựng là một nhiệm vụ rất quan trọng.

11.2. 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 (ví mô), cấu tạo của gỗ chỉ nhìn thấy qua kính hiển vi gọi là cấu tạo nhỏ (vi mô).

11.2.1. Cấu tạo thô



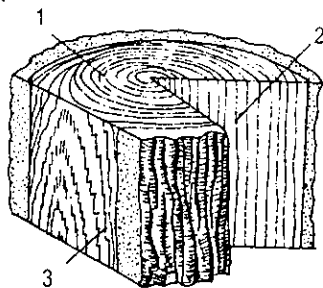
Hình 11-2

Mặt cắt ngang thân cây.

1- vỏ ; 2- sợi vỏ cây;

3 - lớp hình thành ; 4 - lớp gỗ bì ;

5 - lớp gỗ lõi ; 6 - lõi gỗ.



Hình 11-1

Ba mặt cắt chính của thân cây.

1- mặt cắt ngang ;

2- mặt cắt pháp tuyến ;

3- mặt cắt tiếp tuyến.

Cấu tạo thô của gỗ được quan sát trên 3 mặt cắt (hình 11-1).

Quan sát mặt cắt ngang thân cây (hình 11-2) ta có thể nhìn thấy : vỏ, libe, lớp hình thành, lớp gỗ bì, lớp gỗ lõi và lõi gỗ.

Vỏ có chức năng bảo vệ gỗ khỏi bị tác dụng cơ học. Nó gồm có lớp ngoài (tế bào chết) và lớp libe ở bên trong.

Libe là lớp tế bào mỏng của vỏ, có chức năng là truyền và dự trữ thức ăn để nuôi cây.

Lớp hình thành gồm một lớp tế bào sống mỏng có khả năng sinh trưởng ra phía ngoài để sinh ra vỏ và vào phía trong để sinh gỗ. Những tế bào sinh gỗ vào mùa xuân có bản rộng thành tế bào mỏng; vào mùa hè và thu, đông thì hẹp hơn, có thành dày hơn đóng vai trò chịu lực.

Lớp gỗ bìa (giác) màu nhạt, chứa nhiều nước, dễ mục nát, mềm và có cường độ thấp.

Lớp gỗ lõi màu sẫm và cứng hơn, chứa ít nước, khó bị mục mọt.

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*.

11.2.2. 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. Cấu tạo vi mô 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 giữ nguyên thứ) có dạng hình thoi, dài 0,3 - 2 mm, dày 0,02 - 0,05mm, 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 cũng 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 xenlulô ($C_6H_{10}O_5$), lignin và các hemixenlulô. 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 nhờn tan được trong nước. Trong cây gỗ lá rộng thường có 46 - 48% xenlulô, 19 - 20% lignin, 26-35% 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 nên 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, các 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 theo phương của thớ.

11.3. Tính chất của gỗ

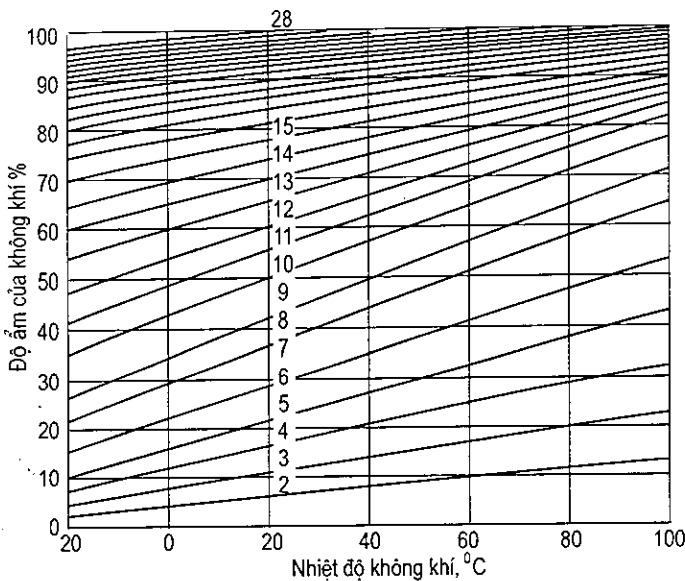
11.3.1. Tính chất vật lý

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 ruột 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 chỉ chứa nước hấp phụ

(không có nước tự do) gọi là giới hạn bão hòa thứ (W_{bht}). Tùy từng loại gỗ giới hạn bão hòa thứ 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 hơi 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 được xác định bằng biểu đồ trên hình 11-3. 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%.



Hình 11-3. Biểu đồ độ ẩm cân bằng của gỗ (2-28% : độ ẩm cân bằng của gỗ).

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%).

Độ co ngót của gỗ là độ giảm kích thước và thể tích khi sấy khô. Nước mao quản bay hơi không làm cho gỗ co. Co chỉ xảy ra khi mất nước hấp phụ. Khi đó chiều dày vỏ tế bào giảm đi, các mixen xích lại gần nhau làm cho kích thước của gỗ giảm.

Độ co của gỗ (%) theo các phương dọc thứ y_d , pháp tuyến y_f , tiếp tuyến y_t được xác định theo công thức :

$$y_d = \frac{a - a_1}{a_1} 100$$

$$y_f = \frac{b - b_1}{b_1} 100$$

$$y_t = \frac{c - c_1}{c_1} 100$$

trong đó : a, b, c - kích thước của gỗ theo các phương dọc thứ, pháp tuyến và tiếp tuyến trước khi sấy khô ; a_1 , b_1 , c_1 - sau khi sấy đến trạng thái khô tuyệt đối.

Do cấu tạo không đồng nhất nên độ co theo các phương cũng khác nhau, co dọc thứ : 0,1 - 0,3% ; co pháp tuyến : 3 - 6% ; co tiếp tuyến : 7 - 12%.

Mức độ co thể tích y_o (%) được xác định bằng thể tích của mẫu gỗ trước khi sấy (V) và sau khi sấy khô (V_1) theo công thức :

$$y_o = \frac{V - V_1}{V_1} 100$$

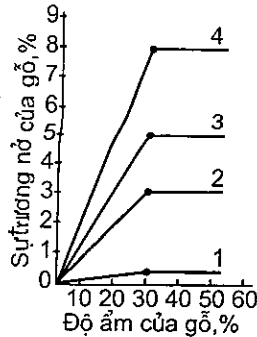
Hệ số co thể tích K_o (đối với gỗ lá kim : 0,5 ; gỗ lá rộng : 0,6) được xác định theo công thức :

$$K_o = \frac{y_o}{W}$$

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 11-4) : dọc thớ : 0,1 - 0,8% ; pháp tuyến : 3-5% ; tiếp tuyến : 6-12%.



Hình 11-4. Ảnh hưởng của độ ẩm đến độ trương nở.
1- dọc thớ ; 2- pháp tuyến ; 3- tiếp tuyến ; 4- thể tích.

Khối lượng riêng đối với mọi loại gỗ thường như nhau và giá trị trung bình của nó là $1,54 \text{ g/cm}^3$.

Khối lượng thể tích của gỗ phụ thuộc vào độ rỗng (độ rỗng của gỗ lá kim : 46 - 81%, gỗ lá rộng : 32 - 80%) và độ ẩm. Người ta chuyển khối lượng thể tích của gỗ ở độ ẩm bất kì (W) về khối lượng thể tích ở độ ẩm tiêu chuẩn (18%) theo công thức :

$$\rho_v^{18} = \rho_v^W [1 + 0,01 (1 - K_o) (18 - W)]$$

trong đó : ρ_v^W và ρ_v^{18} - khối lượng thể tích của gỗ có độ ẩm W và độ ẩm 18% ; K_o - hệ số co thể tích.

Dựa vào khối lượng thể tích, gỗ được chia ra 5 loại : gỗ rất nhẹ ($\rho_v < 400 \text{ kg/m}^3$), gỗ nhẹ ($\rho_v = 400 - 500 \text{ kg/m}^3$), gỗ nhẹ vừa ($\rho_v = 500 - 700 \text{ kg/m}^3$), gỗ nặng ($\rho_v = 700 - 900 \text{ kg/m}^3$) và gỗ rất nặng ($\rho_v > 900 \text{ kg/m}^3$).

Những loại gỗ rất nặng như gỗ nghiến ($\rho_v = 1100 \text{ kg/m}^3$), gỗ sến ($\rho_v = 1080 \text{ kg/m}^3$) ; những loại gỗ rất nhẹ như : gỗ sung, gỗ muồng trắng.

Màu sắc và vân gỗ. Mỗi loại gỗ có một màu sắc khác nhau. Căn cứ vào màu sắc có thể sơ bộ đánh giá phẩm chất và loại gỗ. Thí dụ : gỗ gu, gỗ mun có màu sẫm và đen ; gỗ sến, táu có màu hồng sẫm ; gỗ thông, bồ đề có màu trắng. Màu sắc của gỗ còn thay đổi tùy theo tình trạng sâu nấm và mức độ ảnh hưởng của mưa gió. Vân gỗ cũng rất phong phú và đa dạng. Vân gỗ cây lá kim đơn giản, cây lá rộng phức tạp và đẹp (lát hoa có vân gợn mây, lát chun có vân óng ánh như vỏ trai). Gỗ có vân đẹp 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 $0,14 - 0,26 \text{ kCal/m} \cdot \text{°C} \cdot \text{h}$. 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 thanh nhất, theo phương tiếp tuyến chậm nhất.

Tính ổn định của gỗ trong các môi trường axit và kiềm. Khi bị axit và kiềm tác dụng lâu dài thì gỗ bị phá hoại : nồng độ càng lớn phá hoại càng nhanh. Dung dịch kiềm yếu không phá hoại gỗ. Trong dung dịch axit gỗ bắt đầu bị phá hoại khi $\text{pH} \leq 2$ (bê tông bị phá hoại khi $\text{pH} \leq 4$). Trong đó gỗ lá kim bền hơn gỗ lá rộng. Trong nước biển gỗ kém bền hơn trong nước ngọt. Trong nước có chứa vi khuẩn độ ổn định của gỗ thấp.

11.3.2. Tính chất cơ học

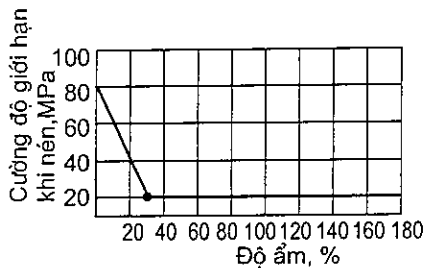
Gỗ có cấu tạo không đẳng hướng nên tính chất cơ học của nó không giống nhau theo các phương khác nhau. Tính chất cơ học của gỗ phụ thuộc vào nhiều yếu tố : độ ẩm, khối lượng thể tích, phần trăm của lớp gỗ sớm và lớp gỗ muộn, tình trạng khuyết tật, v.v...

Vì tính chất cơ học của gỗ phụ thuộc vào độ ẩm (hình 11-5) nên cường độ của gỗ thử ở độ ẩm nào đó σ^w phải chuyển về cường độ ở độ ẩm tiêu chuẩn σ^{18}) theo công thức :

$$\sigma^{18} = \sigma^w [1 + \alpha (W - 18)]$$

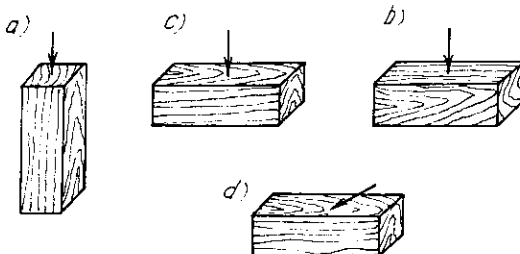
trong đó : α - hệ số điều chỉnh độ ẩm, biểu thị số phần trăm thay đổi cường độ của gỗ khi độ ẩm thay đổi 1%. Giá trị α thay đổi tùy theo loại cường độ và phương của thớ gỗ.

W - độ ẩm của gỗ (%), $W \leq W_{bht}$.



Hình 11-5. Ảnh hưởng của độ ẩm đến cường độ của gỗ.

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 11-6).

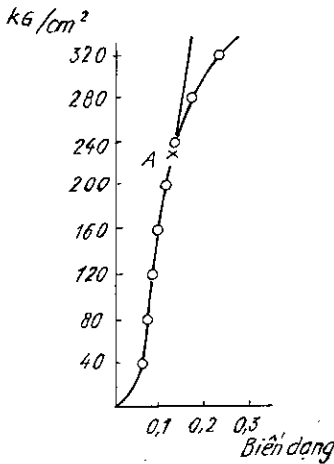


Hình 11-6. Các dạng chịu nén của gỗ
a - dọc thớ ; b - ngang thớ tiếp tuyến ;
c - xuyên tâm ; d - xiên thớ.

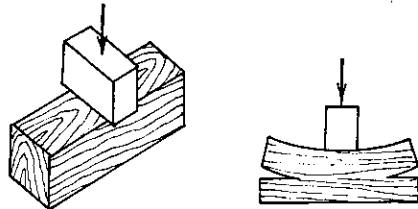
Trong thực tế rất hay gặp trường hợp nén dọc thớ (cột nhà, cột cầu, dàn giáo, v.v...) Mẫu thí nghiệm nén dọc thớ có tiết diện 2×2 cm và chiều cao 3cm.

Khi nén ngang, các thớ bị ép chặt vào nhau sinh ra biến dạng rất lớn. Khi biến dạng không tỉ lệ với ứng suất thì coi như mẫu bị phá hoại (điểm A hình 11-7).

Trong thực tế gỗ còn chịu nén ngang thớ cục bộ, dễ sinh ra tách đầu cấu kiện (hình 11-8), nên trong thực tế phải tính toán đầu dư tự do sao cho không bị tách.



Hình 11-7. Biểu đồ nén ngang thớ.
Tung độ : cường độ (kG/cm²).
Hoành độ : biến dạng tương đối.



Hình 11-8. Hiện tượng tách đầu tự do khi nén ngang cục bộ.

Nén xiên 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 :

$$\sigma_n^w = \frac{P_{\max}}{F^w}, \text{ kG/cm}^2$$

trong đó P_{\max} - tải trọng phá hoại, kG ;
 F^w - tiết diện chịu nén, cm² (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 11-9).

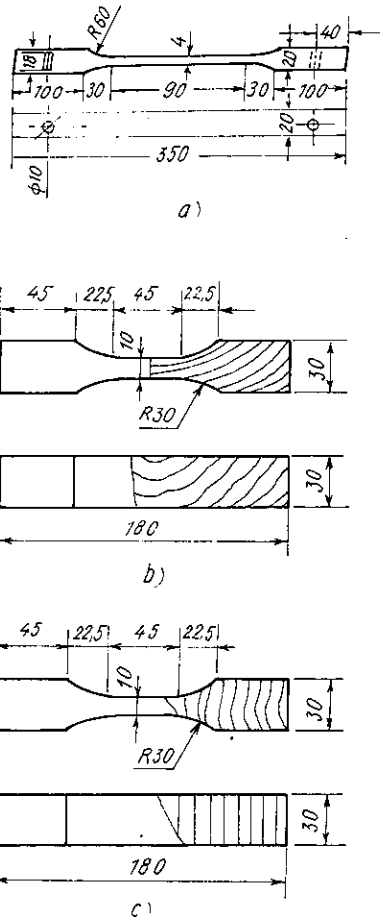
Cường độ chịu kéo dọc thớ lớn hơn nén dọc, vì khi kéo các thớ đều làm việc đến khi đứt, còn khi nén dọc các thớ bị tách ra và gỗ bị phá hoại chủ yếu do uốn dọc cục bộ từng thớ.

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 F^w (cm²) thì cường độ chịu kéo của gỗ σ_k^w là :

$$\sigma_k^w = \frac{P_{\max}}{F^w}, \text{ kG/cm}^2$$

Cường độ chịu uốn

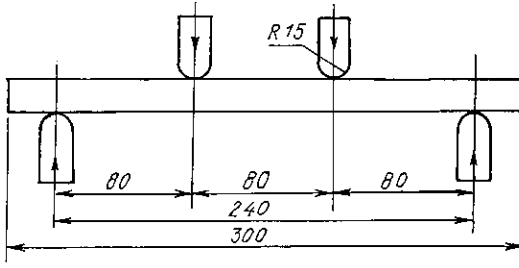
Cường độ chịu uốn của gỗ khá cao (nhỏ hơn cường độ kéo dọc và lớn hơn cường độ nén dọc). Các kết cấu làm việc chịu uốn hay gập là dầm, xà, vì kèo... Mẫu thí nghiệm uốn được mô tả ở hình 11-10).



Hình 11-9. Mẫu thí nghiệm kéo.
a - dọc thớ ;
b - ngang thớ tiếp tuyến ;
c - ngang thớ xuyên tâm.

Cường độ chịu uốn σ_u^w được tính theo mômen uốn M (kG.cm) và mômen chống uốn W (cm³)

$$\sigma_u^w = \frac{M}{W_w}, \text{ kG/cm}^2$$



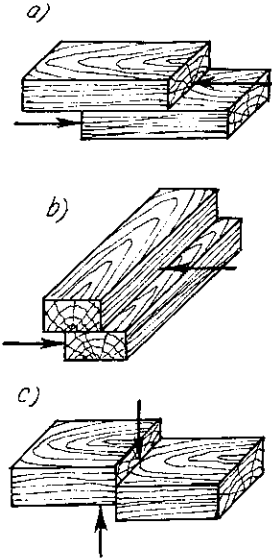
Hình 11-10. Sơ đồ mẫu thí nghiệm uốn.

Cường độ chịu trượt

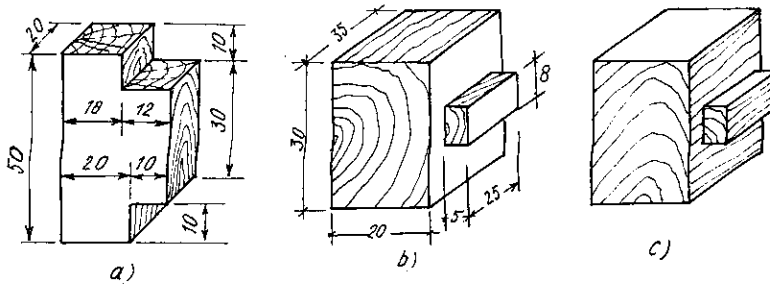
Cường độ chịu trượt được phân ra : trượt dọc thớ, trượt ngang thớ (tiếp tuyến và xuyên tâm) và cắt đứt thớ (hình 11-11).

Khi trượt dọc, phương của tải trọng trùng với phương của thớ gỗ. Khi tải trọng vượt quá giới hạn thì liên kết giữa các thớ bị phá hoại, các thớ sẽ trượt lên nhau. Trong trượt ngang thớ, tải trọng sẽ tiếp tuyến hoặc vuông góc với vòng tuổi (hình 11-12). Công thức chung để xác định cường độ chịu trượt (dọc thớ và ngang thớ) ở độ ẩm $W\%$ như sau :

$$\tau^w = \frac{P_{\max}}{F_w}, \text{ kG/cm}^2$$



Hình 11-11. Các dạng chịu tải trọng trượt.
a- trượt dọc thớ ; b- trượt ngang thớ (tiếp tuyến) ;
c- cắt đứt thớ.



Hình 11-12. Mẫu thí nghiệm trượt ngang thớ.
a - dọc thớ ; b - tiếp tuyến ; c - xuyên tâm.

trong đó :

P_{\max} - tải trọng phá hoại, kG ;

F^w - tiết diện chịu trượt ở độ ẩm W, cm^2 .

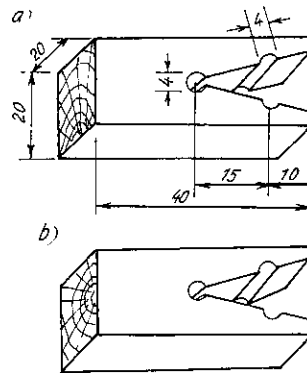
Trong trường hợp cắt đứt ngang thớ, mặt phẳng tải trọng vuông góc với thớ gỗ, mọi thớ đều tham gia chịu lực nên cường độ chịu cắt đứt khá cao.

Cường độ chịu tách

Gỗ chịu tách rất kém, vì khi tách liên kết giữa các thớ bị phá hoại không đồng thời (hình 11-13).

Nếu lực tách lớn nhất là F_{\max} và chiều rộng mặt chịu tách là a^w thì sức chịu tách S_t^w sẽ được tính bằng công thức :

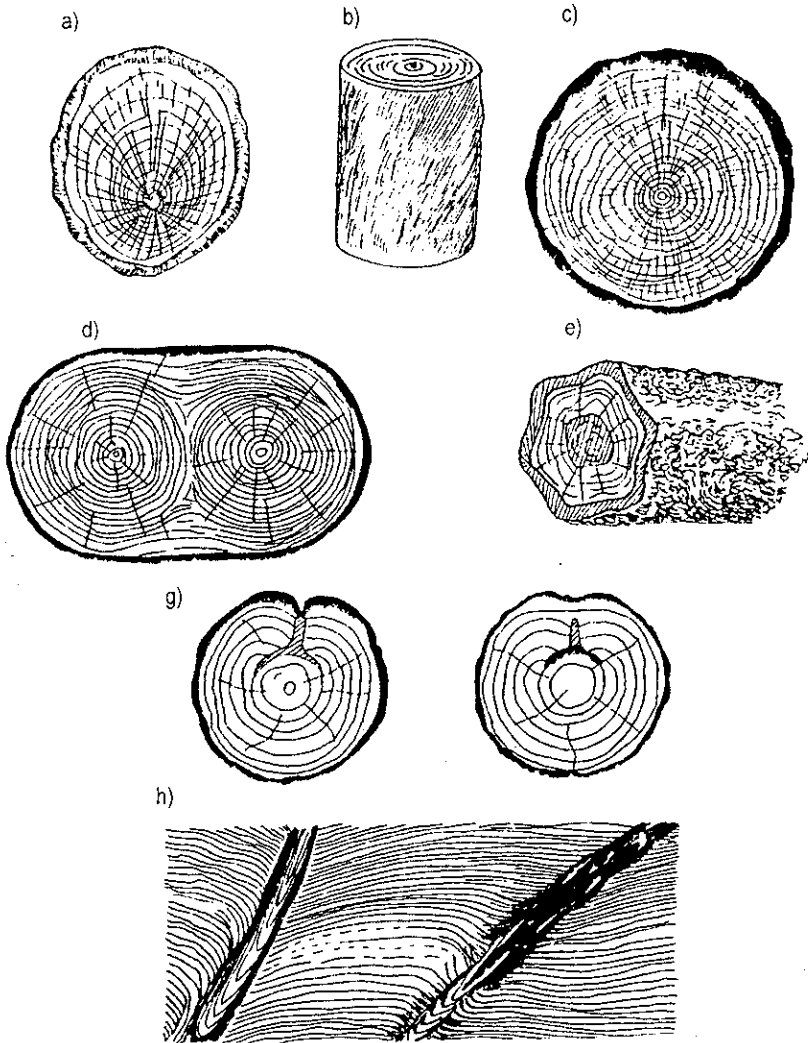
$$S_t^w = \frac{F_{\max}}{a^w}, \text{ kG/cm}$$



Hình 11-13

Mẫu thí nghiệm tách.
a - tiếp tuyến ; b - xuyên tâm.

11.4. Khuyết tật của gỗ



Hình 11-14. Khuyết tật của gỗ.

a - lệch tâm ; b - vụn thối ; c - tróc lớp ; d - hai tâm ; e - hốc lõi ;
g - vò ở trong gỗ ; h - mắt cây

Tất cả các hiện tượng cấu tạo không bình thường cũng như các hư hỏng khác ảnh hưởng đến các tính chất kĩ thuật của gỗ đều xem là các khuyết tật. Khuyết tật phát sinh lúc cây gỗ đang lớn cũng như ngay trong lúc bảo quản và sử dụng. Tùy thuộc vào nguyên nhân gây khuyết tật người ta phân ra : khuyết tật do cấu tạo, do hiện tượng cơ học, do nấm, do côn trùng.

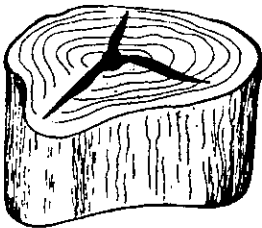
Khuyết tật do cấu tạo không bình thường
(hình 11-14)

Lệch tâm, gồm có lệch một phía và lệch cục bộ.

Vận thớ là hiện tượng các thớ gỗ bị lệch (dạng xoắn ốc). Hiện tượng này làm giảm tính chất cơ lí của gỗ rất đáng kể.

Tróc lớp là loại nứt ngấm đi theo vòng tuổi dọc thân cây.

Hai tâm là hiện tượng trên tiết diện ngang của thân cây có hai lõi, thường gặp ở cây gỗ có hai ngọn. Nó làm giảm chất lượng sản phẩm.



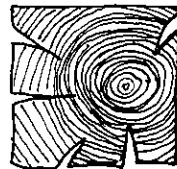
Hình 11-15. Vết nứt hướng tâm giao nhau.

Độ thon (độ giảm đường kính thân cây từ gốc đến ngọn vượt quá quy định), cong (thân cây bị uốn theo một phía và theo nhiều phía, trên một mặt phẳng hay nhiều mặt phẳng). *Mắt cây* (mắt sống, mắt rời, mắt bở, mắt sừng, mắt xóp...) đều là khuyết tật làm giảm chất lượng của gỗ.

Các loại vết nứt gồm có nứt hướng tâm (hình 11-15), nứt khi sấy khô (hình 11-16) đều làm giảm các sản phẩm sau gia công gỗ dễ bị mục nát.

Hư hại của gỗ do nấm

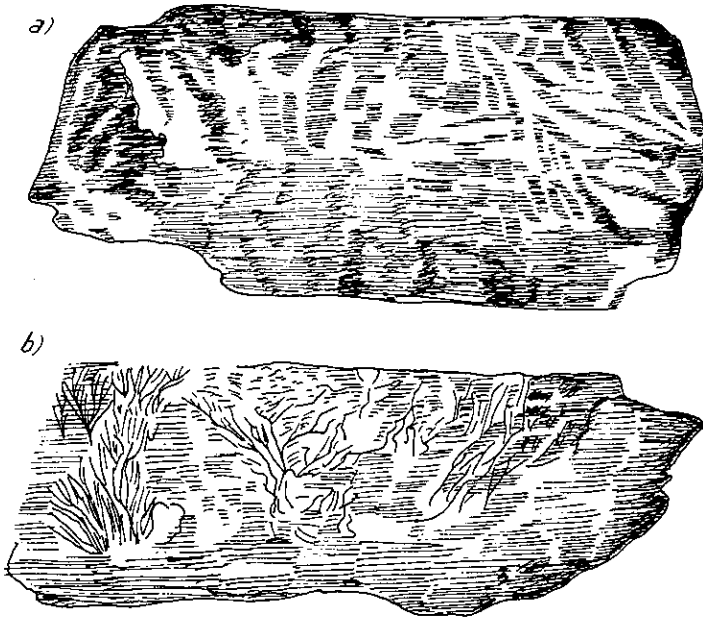
Loại khuyết tật này trong gỗ nhiều vô kể. Nấm là loại thực vật đơn giản nhất sống nhờ trong các tế bào gỗ và đôi khi gây ra các hiện tượng hóa lí khác. Nấm phát triển trong điều kiện có oxy, độ ẩm và nhiệt độ



Hình 11-16
Vết nứt cơ ngót.

phù hợp. Gỗ có độ ẩm nhỏ hơn 20%, cũng như gỗ ngâm ngập trong nước thì không bị nấm phá hoại.

Nấm có thể làm gỗ bị biến màu, bị mục và giảm tính chất cơ lí (hình 11-17). Nấm có thể phá hoại ngay khi cây gỗ còn đang sống, cây gỗ đã chặt xuống hoặc tiếp tục phá hoại gỗ ngay trong các kết cấu của công trình.

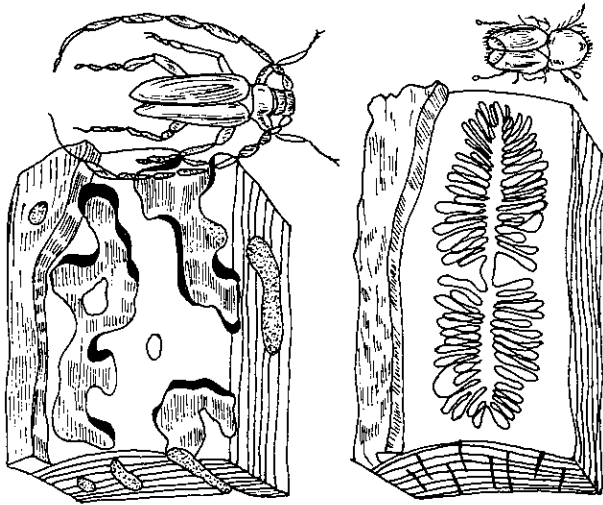


Hình 11-17. Hư hại gỗ do nấm.
a - nấm trắng ; b - nấm màng.

Hư hại của gỗ do côn trùng (sâu). Dạng khuyết tật này xảy ra trong cây gỗ đang lớn và cây gỗ đã chặt xuống, còn tươi cũng như đã khô (hình 11-18).

Mối mọt là những hư hại sâu bên trong gỗ. Khuyết tật này làm giảm tính chất cơ học và chất lượng của gỗ đến nỗi phải bỏ đi.

Ngoài ra, gỗ tại các công trình trong nước biển còn bị phá hoại do các loại giun biển (hà).



Hình 11-18. Hư hại gỗ do côn trùng.

Vì vậy vấn đề bảo quản gỗ là vấn đề lớn cấp bách của nền kinh tế quốc dân.

11.5. Các biện pháp bảo quản gỗ

11.5.1. Phòng chống nấm và côn trùng

Phòng chống nấm và côn trùng nhằm mục đích kéo dài tuổi thọ của gỗ bằng các biện pháp sau : 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 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.

Chất chống mục, một có loại tan trong nước (thuốc muối), có loại không tan trong nước (thuốc dầu) và loại bột nhào.

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 (Na_2SiF_6), sunfát đồng (CuSO_4), dinitrofenolat natri.

NaF là chất bột màu trắng, 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°C để tẩm và quét gỗ. Không nên dùng NaF trong hỗn hợp với vôi, bột phấn và thạch cao.

Na_2SiF_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 tỉ lệ 1 : 3 và cũng có thể dùng nó như một cấu tử trong bột nhào 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 nhiệt.

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 : creozôt than đá và than bùn, nhựa than đá, dầu antraxen và dầu phiến thạch.

Dầu creozôt, một chất lỏng màu đen hoặc nâu, là chất chống mục, mối và một tốt, ít bị nước 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 - 2mm), mùi hắc, tạo ra trên mặt gỗ một lớp bền làm gỗ khó khô. Khi dùng creozôt phải đun nóng đến $50 - 60^\circ\text{C}$.

Không nên dùng dầu creozôt để tẩm gỗ bên trong nhà và kho thực phẩm, công trình ngầm và những kết cấu gần nguồn cháy.

Dầu antraxen là một chất lỏng xanh vàng, có tác dụng chống mục, mối, một mảnh ; 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 creozôt.

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 mác 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 creozôt và đến 20% nước. Bột nhão silicat không bền nước và không cháy. Nó được sử dụng trong xây dựng công nghiệp và xây dựng nhà ở cho những nơi khô ráo.

Các phương pháp sử dụng thuốc là quét hoặc phun, tắm trong bể nóng - lạnh hoặc trong bể có nhiệt độ cao, tắm dưới áp lực, v.v...

Quét hoặc phun có tác dụng bảo vệ trên bề mặt.

Tắm gỗ trong bể nóng - lạnh bằng các loại thuốc muối và thuốc dầu được tiến hành như sau : Đầu tiên ngấm gỗ trong bể chứa dung dịch thuốc có nhiệt độ đến 98°C và giữ trong 3 - 5 giờ, sau đó chuyển sang bể lạnh có nhiệt độ của dung dịch muối tan là 15 - 20°C và của chất dầu là 40 - 60°C.

Phương pháp này có hiệu quả khi tắm gỗ đã được sấy khô đến mức độ ẩm của lớp gỗ bì không lớn hơn 30%.

Tắm gỗ trong bể có nhiệt độ cao (chứa petrolatum) dùng để bảo quản gỗ ướt. Gỗ được ngấm vào bể chứa petrolatum chảy lỏng có nhiệt độ 120 - 140°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°C và giữ 24 - 28 giờ.

Tắm 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 at. 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 rửa gỗ tẩm 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.

11.5.2. Phòng chống hà

Để phòng chống hà người ta thường dùng các biện pháp sau : 1) Dùng gỗ cứng (thiết mộc), gỗ dẻo quánh (tếch), gỗ có nhựa (bạch đàn) v.v.. Những loại gỗ cứng, quánh làm hà khó đục, hoặc vì sợ nhựa hà không bám vào ; 2) Để nguyên lớp vỏ cây ; 3) Bọc ngoài gỗ một lớp vỏ kim loại ; 4) Bọc kết cấu gỗ bằng ống xi măng amiăng, ống sành ; 5) Dùng creozôt, CuSO_4 , v.v...

Ở nước ta còn dùng phương pháp cổ truyền là thui cho gỗ cháy xém một lớp mỏng bên ngoài. Phương pháp này sau 3 năm phải thui lại.

11.5.3. Bảo quản và phơi sấy gỗ

Sấy gỗ là biện pháp làm giảm độ ẩm của gỗ, ngăn ngừa mục nát, tăng cường độ, hạn chế sự thay đổi kích thước và hình dáng trong quá trình sử dụng. Các biện pháp sấy gỗ được sử dụng là sấy tự nhiên, sấy phòng, sấy điện, sấy trong chất lỏng đun nóng. Trong đó sấy tự nhiên và sấy phòng là chủ yếu.

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 : 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°C đi qua. 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, phải chi phí nhiều nhiên liệu, điện năng và nhân lực.

11.6. Vật liệu, sản phẩm và kết cấu gỗ

11.6.1. Gỗ tròn (gỗ súc)

Gỗ tròn là loại gỗ có đường kính của đầu ngọn (D) không nhỏ hơn 14cm và dài $4 \div 6,5$ m. Riêng đối với công trình thủy lợi và các chi tiết cấu có D là $22 \div 34$ cm, dài $6,5 \div 8,5$ m ; cột đường dây tải điện, đường dây bu điện có $D = 20 \div 32$ cm và dài = $6,5 \div 18$ m.

Gỗ tròn phải đẽo mất sát thân cây và cạo sạch vỏ.

Bảng 11-1

Nhóm gỗ	D(m)
1	0,15 - 0,29
2	0,30 - 0,39
3	0,40 - 0,49
4	0,50 - 0,59
5	0,60 - 0,69
6	0,70 - 0,79
7	$\geq 0,80$

Tùy theo đường kính đầu ngọn mà gỗ được phân ra 7 nhóm (bảng 11-1).

Gỗ xẻ được sản xuất bằng cách xẻ dọc thân cây thành gỗ ván và gỗ thanh. Gỗ để pha chế ra gỗ xẻ phải có chất lượng cao, không bị mục mọt.

Gỗ ván có chiều rộng lớn hơn 3 lần chiều dày. Chiều dày

của ván thường từ 1 đến 4cm.

Gỗ thanh có các cỡ (dày \times rộng) 3×4 ; 4×6 ; 6×10 ; 8×12 ; 8×16 ; 8×18 ; 10×10 ; 10×12 ; 10×14 cm.

11.6.2. Sản phẩm gỗ mộc

Từ gỗ người ta sản xuất các sản phẩm gỗ mộc chủ yếu sau : các chi tiết cửa đi, cửa sổ, vách ngăn, panô cửa cho nhà ở và cổng của nhà công nghiệp. Phần lớn các sản phẩm mộc đều được dùng bên trong nhà hoặc nơi không chịu ảnh hưởng trực tiếp của mưa nắng ở ngoài trời. Các tấm cửa, vách ngăn

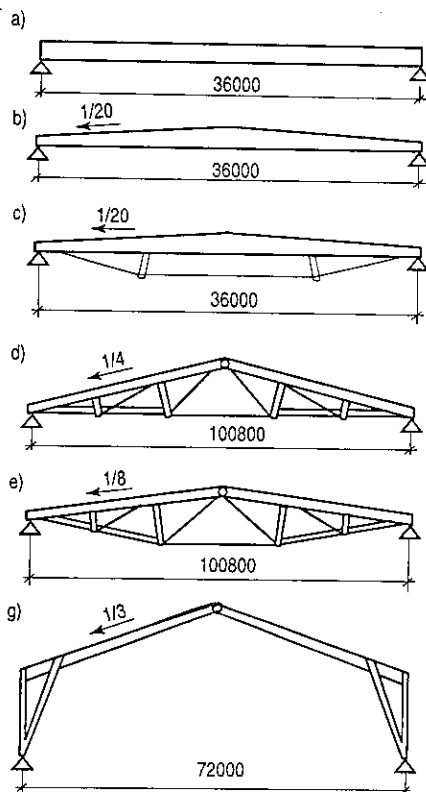
và panô có thể được sản xuất từ các tấm dăm bào, gỗ dán. Khuôn cửa sổ cũng có thể được sản xuất từ các chi tiết gia công sẵn dán bằng keo bền nước.

Bên cạnh loại cánh cửa chỉ có một màu, người ta còn chế tạo 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.

Ván lát sàn cũng là sản phẩm được dùng để lát sàn cho nhà ở và nhà công cộng. Mặt tấm lát cũng có thể được sơn hoặc đánh vecni.

11.6.3. Kết cấu gỗ

Các kết cấu và các chi tiết lắp ghép từ gỗ được chế tạo sẵn tại các công xưởng. Kết cấu và chi tiết gỗ có nhiều loại : dầm và trần ngăn giữa các tầng ; tấm để lát sàn và vách ngăn ; các chi tiết ; các sản phẩm và kết cấu dán (hình 11-19).



Hình 11-19. Kết cấu gỗ dán.

- 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 gỗ khúc ở bụng dưới ; g - khung 3 khớp.

Chương 12

VẬT LIỆU CÁCH NHIỆT. VẬT LIỆU CÁCH ÂM VÀ HÚT ÂM

12.1. Vật liệu cách nhiệt

12.1.1. Khái niệm chung

Những loại vật liệu vô cơ và hữu cơ dùng để cách nhiệt cho các kết cấu xây dựng, các thiết bị công nghiệp và các loại đường ống được gọi là vật liệu cách nhiệt (VLCN). Công tác bảo vệ nhiệt cho phép tiết kiệm nhiên liệu, giảm tổn thất nhiệt và tăng cường các quá trình công nghệ. Khi sử dụng VLCN tại các nhà máy nhiệt điện lượng nhiệt hao phí có thể giảm đi đến 20 - 25 lần, điều kiện lao động của người lao động được cải thiện rõ rệt. Do đó những chi phí cho công tác bảo vệ nhiệt sẽ được thu hồi nhanh chóng.

Việc sử dụng VLCN trong xây dựng cho phép nâng cao mức độ cơ giới công tác xây dựng, đồng thời giảm giá thành công trình do việc giảm nhẹ trọng lượng kết cấu.

Hiện nay người ta sản xuất nhiều loại VLCN khác nhau và việc phân loại chúng dựa vào các đặc điểm sau đây : cấu tạo, hình dáng, loại nguyên liệu sử dụng chính, khối lượng thể tích, tính chịu nén (biến dạng nén tương đối) và tính dẫn nhiệt.

Tùy thuộc vào cấu tạo, VLCN được chia ra : sợi rỗng (bông khoáng, bông thủy tinh, v.v...), hạt rỗng (peclit, vecmiculit, xôvelit, vật liệu vôi cát, v.v...), rỗng tổ ong (bê tông tổ ong, thủy tinh bọt, chất dẻo xốp).

Theo hình dáng VLCN thường có những loại : khối (tấm, bloc, ống trụ, bán trụ, hình dẻ quạt), cuộn (ni, băng, đệm), dây và loại rời.

Dựa vào nguyên liệu VLCN được chia ra loại vô cơ và loại hữu cơ. Dựa vào khối lượng thể tích, có 3 nhóm : đặc biệt nhẹ với các mức 15, 25, 35, 50, 75, 100 ; nhẹ : 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350 ; nặng : 400, 450, 500 và 600.

Tùy thuộc tính chịu nén (biến dạng nén tương đối) dưới tải trọng riêng, VLCN được chia ra 3 loại : mềm, bán cứng và cứng. Đối với vật liệu mềm, độ lún ép không được lớn hơn 30%, đối với vật liệu bán cứng : 6 - 30%, còn đối với vật liệu cứng phải nhỏ hơn 6%. Dựa vào tính dẫn nhiệt (đặc tính quan trọng) VLCN được chia làm 3 nhóm : nhóm A - dẫn nhiệt kém, nhóm B - dẫn nhiệt trung bình, nhóm C - dẫn nhiệt tốt.

VLCN để bảo vệ bề mặt có nhiệt độ âm hoặc dương (nhỏ hơn 100°C) được lựa chọn theo hệ số dẫn nhiệt ở 25°C ; từ 100°C đến 600°C - theo hệ số dẫn nhiệt ở 125°C ; còn lớn hơn 600°C - theo hệ số dẫn nhiệt ở 300°C.

Hệ số dẫn nhiệt của các nhóm vật liệu được giới thiệu ở bảng 12-1.

Bảng 12-1

Kí hiệu nhóm vật liệu	Tên nhóm vật liệu	Hệ số dẫn nhiệt kcal/m.°C.h khi nhiệt độ trung bình t °C		
		25	125	300
A	Dẫn nhiệt kém	0.05	0.07	0.11
B	Dẫn nhiệt trung bình	0.10	0.12	0.16
C	Dẫn nhiệt mạnh	0.15	0.18	0.23

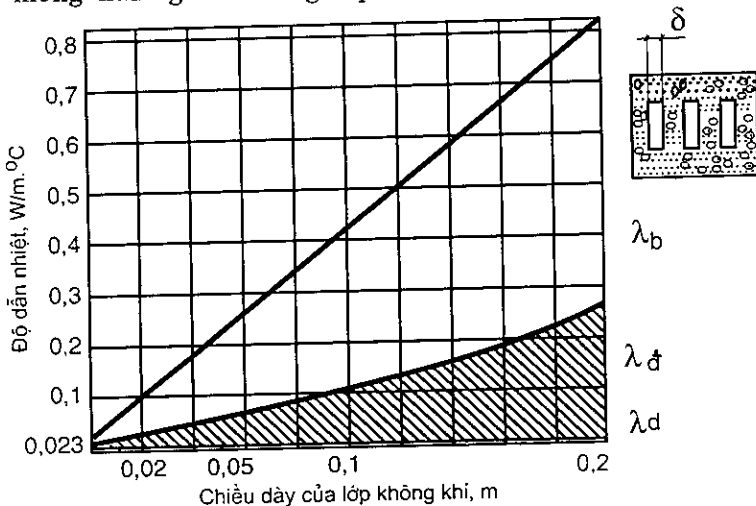
12.1.2. Cấu trúc của vật liệu cách nhiệt

Khả năng cách nhiệt của vật liệu không những phụ thuộc vào độ rỗng mà còn vào đặc tính của lỗ rỗng, sự phân bố, kích thước và mức độ đóng kín của chúng. Không khí khô ở trạng thái tĩnh trong các lỗ rỗng nhỏ khép kín có hệ số dẫn nhiệt rất nhỏ (ở 20°C - 0,020 kcal/m.°C.h). Tuy nhiên độ dẫn nhiệt

của các lớp không khí tăng lên đáng kể khi tăng chiều dày của nó. Việc truyền nhiệt qua không khí sẽ thực hiện bằng dẫn nhiệt λ_d , bằng đối lưu $\lambda_{đ}$ và bằng bức xạ λ_b . Vì vậy hệ số dẫn nhiệt tương đương của lớp không khí λ_t sẽ được tính bằng công thức

$$\lambda_t = \lambda_d + \lambda_{đ} + \lambda_b$$

Hình 12-1 chỉ ra mức tăng độ dẫn nhiệt của lớp không khí bằng đối lưu và bức xạ theo mức tăng chiều dày của lớp không khí. Vì vậy để tăng độ cách nhiệt, trong công nghệ VLCN người ta cố gắng tạo rỗng cho vật liệu có dạng lỗ tổ ong nhỏ và lớp khí mỏng nằm giữa những lớp sợi.



Hình 12-1. Sự phụ thuộc của độ dẫn nhiệt vào chiều dày của lớp không khí.

Tính cách nhiệt của vật liệu còn phụ thuộc vào tỉ lệ giữa thể tích không khí trong các túi (lỗ rỗng kín) và thể tích chất rắn trong một đơn vị thể tích vật liệu. Lớp chất rắn bọc các túi khí càng mỏng, tính cách nhiệt càng tốt. Ở những vật liệu xốp có khối lượng thể tích rất nhỏ, thể tích khí trong vật liệu lớn và tính cách nhiệt của nó lớn đến nỗi vai trò của chất rắn trong sự truyền nhiệt trở thành không đáng kể ; những vật

liệu như vậy có hệ số dẫn nhiệt xấp xỉ bằng hệ số dẫn nhiệt của không khí (thí dụ mipo).

Việc tạo rỗng cho VLCN có thể được thực hiện bằng cách : dùng phụ gia tạo bọt và tạo khí để tạo ra cấu trúc rỗng tổ ong, trong sản xuất bê tông tổ ong, trộn với lượng nước dư thừa để chế tạo hỗn hợp tạo hình, dùng phụ gia chảy trong sản xuất vật liệu gốm, tạo bộ khung sợi trong sản xuất vật liệu sợi vô cơ hoặc hữu cơ.

12.1.3. 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, thủy tinh và amiăng đóng vai trò quan trọng.

Bông khoáng và sản phẩm từ bông khoáng

Bông khoáng là VLCN bao gồm khối sợi dạng thủy tinh, các mảnh vụn silicat và những sợi ngắn cục 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 5 - 15 μ K. Trong thành phần bông khoáng chứa đến 80 - 90% sợi mảnh có đường kính 7 μ K. Bông khoáng được sản xuất với 3 mức (theo khối lượng thể tích) 75, 100 và 125. Hệ số dẫn nhiệt ở nhiệt độ trung bình 25 $^{\circ}$ \pm 5 $^{\circ}$ C tương ứng bằng 0,036 ; 0,038 và 0,041 kCal/m. $^{\circ}$ C.h ; ở 100 $^{\circ}$ C : 0,050 ; 0,051 và 0,052 kCal/m. $^{\circ}$ C.h. Độ ẩm không lớn hơn 2%. Bông khoáng được sản xuất bằng cách thổi hoặc li tâm.

Hiện nay bông khoáng đang chiếm vị trí hàng đầu trong số những VLCN vô cơ. Điều đó được giải thích bằng nguồn nguyên liệu vô tận, sản xuất đơn giản, độ hút ẩm nhỏ và giá thành của nó tương đối thấp. Nhưng việc sử dụng bông khoáng tối để cách nhiệt cũng có những khó khăn do các nhược điểm của loại 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 những nhược điểm của bông khoáng rời, người ta đã chế tạo ra các sản phẩm như nỉ, tấm cứng và bán cứng, vỏ, hình quạt, ống trụ và các sản phẩm khác.

Nỉ cách nhiệt trên cơ sở bông khoáng 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°C . Loại nỉ này được chế tạo như sau : Băng chuyển chuyển bông từ buồng lắng sợi sang buồng làm lạnh. Ở đó tấm thảm bông khoáng được ép đến chiều dày cho trước, đồng thời được làm nguội bằng không khí lạnh. Sau đó tấm sản phẩm được chuyển đến máy khâu để khâu lại bằng dây kim loại và chỉ đặc biệt. Trên máy khâu thảm được cắt thành từng tấm có kích thước cho trước rồi được cuộn lại và đóng gói. Kích thước của nỉ : dài 2000, rộng 900 - 1300 và dày 60mm. Nỉ có mác (theo khối lượng thể tích) 150, $\lambda = 0,04 \text{ kCal/m}^{\circ}\text{C.h}$.

Nỉ khâu trên lưới kim loại được sản xuất từ nỉ bông khoáng và khâu lên lưới kim loại. Nỉ có kích thước $3000 \times 500 \times 50$ và $5000 \times 1000 \times 100\text{mm}$, khối lượng thể tích 100 kg/m^3 , hệ số dẫn nhiệt ở 100°C là $0,043 \text{ kCal/m}^{\circ}\text{C.h}$. Nỉ này dùng để cách nhiệt ở nhiệt độ thấp hơn 600°C .

Nỉ được khâu bằng sợi thủy tinh thường dùng để bảo vệ những bề mặt có nhiệt độ 400°C . Thành phần của nỉ là bông khoáng tấm dẫu rồi khâu bằng sợi thủy tinh đã được xử lý trong dung dịch xà phòng. Loại nỉ này thường được sản xuất với $\rho_v = 125 - 175 \text{ kg/m}^3$, kích thước $2000 \times 500 \times 40\text{mm}$ và hệ số dẫn nhiệt ở nhiệt độ $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$ là $0,038 \text{ kCal/m}^{\circ}\text{C.h}$.

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 bitum). Chất kết dính tổng hợp thường dùng là phenol phoocmalđêhít và cacbamít phoocmalđêhít, còn bitum là loại bitum mác cao có nhiệt độ hóa mềm không thấp hơn $45^{\circ} - 50^{\circ}\text{C}$.

Quá trình sản xuất sản phẩm loại cứng bao gồm : trộn sợi với chất kết dính ở dạng nhũ tương hoặc bột nhão, rồi tạo hình sản phẩm bằng cách ép cùng với gia công nhiệt. Thường dùng là máy ép chân không để nước dễ thoát ra ngoài sản phẩm. Sấy sản phẩm thực hiện ở nhiệt độ $110^{\circ} - 120^{\circ}\text{C}$ sau đó nâng lên đến $130^{\circ} - 140^{\circ}\text{C}$. Những sản phẩm dùng bitum có tính chất cơ lí tốt hơn.

Bông thủy tinh và sản phẩm từ bông thủy tinh

Bông thủy tinh là vật liệu cách nhiệt dạng sợi sản xuất từ khối thủy tinh nóng chảy. Bông thủy tinh có tính ổn định hóa học cao, không bốc cháy và không cháy âm ỉ ; hệ số dẫn nhiệt ở 25°C là $0,043 \text{ kCal/m}^{\circ}\text{C.h}$; khối lượng thể tích ở trạng thái sợi không vượt quá 130 kg/m^3 , đường kính sợi không lớn hơn $21\mu\text{m}$. Bông cần phải tối, lượng bông bị dính (gồm những sợi song song) không vượt quá 20%.

Bông thủy tinh được sản xuất bằng phương pháp kéo, thổi và li tâm.

Bông thủy tinh gồm những sợi dài dùng để chế tạo vật liệu và sản phẩm cách nhiệt, để bảo vệ nhiệt cho kết cấu có nhiệt độ từ -200°C đến $+450^{\circ}\text{C}$.

Nỉ và băng từ bông thủy tinh được chế tạo bằng cách khâu phủ (bằng chỉ amiăng hoặc chỉ thủy tinh) 2 lớp bông thủy tinh lên mặt trên và mặt dưới một lớp sợi thủy tinh dày 1,5mm đã được gắn keo. Trên mặt nỉ quét dung dịch 2 - 5% keo dextrin hoặc một loại keo khác. Nỉ có kích thước $(1000 - 3000) \times (200 - 750) \times (10 - 50)\text{mm}$ và khối lượng thể tích không lớn hơn 170 kg/m^3 .

Các sản phẩm sợi thủy tinh dùng cách nhiệt cho các kết cấu xây dựng của các trạm lạnh và phương tiện giao thông ở nhiệt độ từ -60°C đến 180°C . Công nghệ chế tạo bao gồm : trộn sợi với dung dịch polime tổng hợp, tạo hình, xử lí nhiệt và đóng gói.

Sản phẩm thường gồm 2 loại là nỉ và tấm. Nỉ có khối lượng thể tích $35 - 50\text{kg/m}^3$ dài 7000 - 13000, rộng 500 - 1500 và

dày 30 - 80mm ; còn tấm ở dạng bán cứng có khối lượng thể tích 75 kg/m^3 và kích thước $1000 \times (500, 900, 1000, 1500) \times (30, 40, 50, 60, 70, 80)\text{mm}$. Hệ số dẫn nhiệt của tất cả các dạng ở trạng thái khô khi nhiệt độ $25^\circ \pm 5^\circ\text{C}$ không được lớn hơn $0,039 \text{ kCal/m.}^\circ\text{C.h}$.

Bông sợi thủy tinh siêu mảnh cũng như các sản phẩm của chúng là loại vật liệu cách nhiệt, cách âm tốt. Khối lượng thể tích 25 kg/m^3 , hệ số dẫn nhiệt $0,026 \text{ kCal/m.}^\circ\text{C.h}$, nhiệt độ sử dụng từ -60° đến $+450^\circ\text{C}$, hệ số hút âm ở vùng tần số 400 - 2000 Hz là $0,65 - 0,95 \text{ kCal/m.}^\circ\text{C.h}$.

Sợi thủy tinh siêu mảnh từ đá bazan là loại vật liệu có chất lượng cao dùng để cách nhiệt và để lọc, cũng như để chế tạo giấy bền nhiệt, cacton và nỉ. Chúng có khối lượng thể tích nhỏ ($17 - 25 \text{ kg/m}^3$), hệ số dẫn nhiệt thấp ($0,023 - 0,032 \text{ kCal/m.}^\circ\text{C.h}$), hệ số hút âm cao (ở vùng tần số 100 - 4000Hz là $0,15 - 0,95$) và có thể sử dụng được trong vùng nhiệt độ từ -200 đến $+700^\circ\text{C}$.

Thủy tinh bọt là VLCN tốt có cấu trúc rỗng tổ ong. Độ rỗng của thủy tinh bọt rất cao ($80 - 95\%$) ; lỗ rỗng có kích thước $0,25 - 0,5\text{mm}$, thành mỏng. Hệ số dẫn nhiệt tùy thuộc vào khối lượng thể tích ($150 - 250 \text{ kg/m}^3$) mà dao động từ $0,05$ đến $0,1 \text{ kCal/m.}^\circ\text{C.h}$. Ngoài ra nó còn có hàng loạt những ưu điểm khác như bền nước, bền nhiệt, bền băng giá và cường độ cao ($20 - 50 \text{ kG/cm}^2$).

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.

Vật liệu cách nhiệt amiăng

Nguyên liệu chủ yếu để sản xuất vật liệu cách nhiệt amiăng là amiăng crisôtin. Trên cơ sở amiăng người ta sản xuất vật liệu rời (dạng hạt) cùng sản phẩm cuộn và các sản phẩm dạng khối như cactông, vò và hình quạt.

Tùy theo thành phần, vật liệu cách nhiệt amiăng được chia ra : vật liệu amiăng (chỉ gồm có sợi amiăng) và vật liệu chứa amiăng.

Cáctông amiăng là VLCN không cháy sản xuất từ 65% amiăng loại 4 và loại 5, 30% thạch cao và 5% tinh bột. Các chỉ tiêu tính chất của cáctông amiăng : chiều dài và rộng như nhau : 900 - 1000mm, dày 2 - 10mm ; khối lượng thể tích 1000 - 1400 kg/m³ ; hệ số dẫn nhiệt ở trạng thái khô 0,125 kCal/m.°C.h, cường độ chịu kéo không nhỏ hơn 60 kG/cm², độ ẩm không lớn hơn 3%.

Bê tông tổ ong cách nhiệt

Bê tông tổ ong cách nhiệt có khối lượng thể tích không lớn hơn 500 kg/m³ 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.°C.h, độ ẩm theo khối lượng không vượt quá 15%. Người ta chia tấm ra các loại mác (theo khối lượng thể tích) 300 - 500 với cường độ nén không nhỏ hơn 9 - 120 kG/cm².

12.1.4. Vật liệu và sản phẩm cách nhiệt hữu cơ (VLCNHC)

Bức tranh của VLCNHC rất đa dạng. Đó là tấm sợi gỗ, tấm lau sậy, tấm fibrôlít, 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...), cổi, lau sậy, than bùn, bông rời, lanh gai, lông thú, cũng như các nguyên liệu trên cơ sở pôlime.

Vì một số loại VLCNHC dễ bị thối rữa, bị biến chất nhanh, dễ bị cháy, nên chúng thường được xử lí 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 dạng tấm và có bảo vệ tránh ẩm ướt. Để tăng cao độ bền lâu các loại tấm được xử lí bằng các chất chống cháy, chống côn trùng.

Tấm sợi gỗ

Tấm sợi gỗ được dùng để cách nhiệt và cách âm trong các kết cấu bao che. Chúng được sản xuất từ gỗ đã được xé sợi

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, rơm 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^3 cường độ chịu uốn 12 kG/cm^2 , hệ số dẫn nhiệt không lớn hơn $0,06 \text{ kCal/m.}^\circ\text{C.h}$, kích thước dài $1200 - 3000$, rộng $1200 - 1600$ và dày $8 - 25\text{mm}$.

Sản phẩm than bùn cách nhiệt

Sản phẩm sản xuất ở dạng tấm, vỏ hình quạt và sử dụng cho các kết cấu bao che nhà cấp III, bề mặt các thiết bị công nghiệp, đường ống dẫn khí nhiệt độ 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 $1000 \times 500 \times 30\text{mm}$, được sản xuất bằng cách ép than bùn trong khuôn thép có hoặc không có phụ gia và sau đó được sấy ở nhiệt độ $120 - 150^\circ\text{C}$.

Tùy thuộc vào độ ẩm ban đầu của nguyên liệu người ta chia ra 2 phương pháp : ướt (độ ẩm $90 - 95\%$) và khô (độ ẩm khoảng 35%). Trong phương pháp ướt, nước dư thừa khi ép được tách ra qua lưới kim loại.

Theo khối lượng thể tích, tấm than bùn chia ra 2 loại mác 170 và 220 với cường độ uốn 3 kG/cm^2 , hệ số dẫn nhiệt ở trạng thái khô là $0,052 \text{ kCal/m.}^\circ\text{C. h}$, 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 poocăng, nước và 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). Khi trộn phải đảm bảo cho xi măng phân bố đều trên bề mặt dăm gỗ. Tẩm được tạo hình bằng 2 phương pháp : ép trên máy ép và ép trên băng chuyền. Trên máy ép băng chuyền, tấm fibrôlít được tạo thành ở dạng dải dài liên tục, sau đó được cắt thành từng tấm. Áp lực ép : nhỏ hơn 1 kG/cm^2 đối với fibrôlít cách nhiệt, lớn hơn 4 kG/cm^2 đối với fibrôlít chịu lực. Sau khi tạo hình tấm ép được chưng hơi ở nhiệt độ $30 - 35^\circ\text{C}$.

Theo khối lượng thể tích tấm fibrôlít được chia ra 4 mức 300, 350, 400 và 500 với cường độ tương ứng là 4, 5, 7 và 12 kG/cm^2 , hệ số dẫn nhiệt 0,078 - 0,13 $\text{kCal/m}^\circ\text{C.h}$, độ hút nước không lớn hơn 20% và kích thước : dài 2000 - 2400 rộng 500 - 550 và dày 50, 75, 100mm.

Tấm fibrôlít được sử dụng làm vật liệu cách nhiệt, chịu lực - cách nhiệt và cách âm cho tường, sàn và trần ngăn.

Để chế tạo tấm fibrôlít ngoài dăm gỗ (được chế tạo một cách đặc biệt) người ta còn dùng các nguyên liệu dạng sợi ngắn khác như vỏ bào, rơm rạ, cùi bằm, mùn cưa.

Chất dẻo xốp

Việc tạo rỗng cho pôlime nhờ sử dụng các chất đặc biệt có khả năng tách khí mạnh và làm trương nở khối pôlime khi pôlime 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 cacbonát, bicacbonat natri và amoniac (tách ra CO_2 và NH_3 khi phân giải) azodinitryl, este của axit hữu cơ (tách ra khí CO_2). Các chất tạo bọt lỏng là benzen, phần benzen nhẹ, rượu v.v... còn các chất tạo bọt dạng khí là không khí, nitơ, khí cacboníc, amoniác.

Để tăng tính đàn hồi cho chất dẻo người ta còn cho thêm các chất dẻo hóa như foffat, falat, v.v...

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 2 phương pháp : ép và không ép. Trong phương pháp ép thì hỗn hợp bột pôlime nghiền mịn, chất tạo khí và các phụ gia khác được ép dưới áp lực 150, 160 kG/cm². Sau đó lấy mẫu (thường là 2 - 2,5 kg) để cho trương bọt. Trong phương pháp không ép thì hỗn hợp pôlime, 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, pôlime bị chảy ra, chất tạo khí bị phân giải, khí tách ra, pôlime 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 ; nó 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 toa 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/m³, cường độ ép 10% là 2,5 kG/cm², 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 ure-phoocmaldêhit và dung dịch axit sunphonaftanic 10% cùng với phụ gia chống cháy.

Mipo được sản xuất bằng cách cho hỗn hợp pôlime và chất tạo bọt vào thiết bị khuấy, sau đó rót khối bọt nhận được vào khuôn kim loại, rồi chuyển vào giữ ở buồng có nhiệt độ 18° - 22°C trong 3 - 4 giờ để hỗn hợp cứng rắn lại thành bloc. Đem bloc đi sấy trong 60 - 80 giờ tại buồng sấy có nhiệt độ 30° - 50°C. Bloc (thể tích không nhỏ hơn 0,005m³) có cường độ nén

5-7 kG/cm² ; độ dẻo va đập - 0,4 kGcm/cm², độ hút nước sau 24 giờ - 0,11%, hệ số dẫn nhiệt 0,027 kCal/m.°C.h.

12.2. Vật liệu và sản phẩm cách âm, hút âm

12.2.1. Khái niệm về sóng âm và tiếng ồn

Âm là sự truyền dao động dưới dạng sóng của các phân tử của môi trường đàn hồi (không khí, nước, vật rắn). Vùng tần số âm mà con người nghe được nằm trong khoảng từ 15 - 20 đến 2000Hz. Năng lượng mà trong mỗi giây sóng âm mang đi qua một tiết diện có diện tích 1cm² theo phương vuông góc với phương truyền sóng gọi là cường độ âm. Cường độ âm được đo bằng đêxiben. Tốc độ truyền âm trong không khí ở nhiệt độ 15°C là 340m/gy.

Tiếng ồn là tổng hợp của nhiều thứ âm mà tần số và cường độ của chúng biến đổi nhanh. Trong đời sống hàng ngày bất cứ loại âm nào cũng gọi là tiếng ồn. Tiếng ồn trong các tòa nhà rất nhiều về. Chúng có thể được nghe thấy hoặc không nghe thấy ; có thể là tiếng ồn không khí, ồn va chạm. Sự tác dụng lâu dài của tiếng ồn nghe thấy vào cơ quan thính giác, đặc biệt là tiếng ồn tần số cao, rất có hại cho sức khỏe con người. Tác dụng lâu dài của những siêu âm cường độ cao không nghe thấy (tần số > 2000 Hz) tác hại càng lớn. Các loại động cơ và các bộ phận cơ khí là nguồn phát ra các tiếng ồn mạnh, cả những âm nghe thấy và không nghe thấy.

Mức ồn có thể giảm đi rất đáng kể nếu người ta tìm được những giải pháp kết cấu và trang trí đúng đắn.

Năng lượng của âm khi đập vào bề mặt kết cấu bao che (nền, tường, trần) một phần bị bề mặt kết cấu phản xạ lại, một phần bị kết cấu hút, còn một phần truyền qua kết cấu rồi tiếp tục truyền đi ở phía bên kia kết cấu. Khả năng hút và cho âm đi qua của vật liệu được đặc trưng bằng tính hút âm, còn khả năng phản xạ âm của vật liệu là tính cách âm. Khả năng cách âm được đánh giá bằng độ chênh lệch mức âm ở hai phía của kết cấu bao che và được tính bằng dexiben. Những vật liệu có tính chất hút năng lượng âm thuộc loại vật liệu hút

âm, còn vật liệu có khả năng ngăn cản sự xuyên âm là vật liệu cách âm. Theo công dụng, những vật liệu liên quan đến âm được chia ra hai nhóm chính : cách âm và hút âm.

12.2.2. Vật liệu và cấu kiện cách âm

Vật liệu và cấu kiện cách âm dùng chủ yếu ở dạng lớp lót, lớp xen giữa trong trần ngăn, trong kết cấu bao che của tường trong, tường ngoài và trong các bộ phận khác của nhà, nhằm mục đích không cho tiếng ồn va chạm truyền qua, như tiếng đi lại, tiếng ồn của máy móc v.v...

Vật liệu cách âm trong kết cấu có thể nằm ở trạng thái tự do (không ép) hoặc ở trạng thái treo (neo tẩm vào trần có lớp đệm không khí ở giữa) và ở trạng thái ép (giữa panen chịu lực của trần và kết cấu sàn).

Vật liệu cách âm ở trạng thái tự do và trạng thái rời dùng để ngăn tiếng ồn không khí có chiều dày không vượt quá 5cm ; còn ở trạng thái ép để ngăn tiếng ồn va chạm thì không nhỏ hơn 1,2cm.

Vật liệu cách âm thường có cấu tạo sợi rỗng (trên cơ sở bông khoáng hoặc bông thủy tinh, sợi amiăng và các loại sợi khác), rỗng rỗng của (trên cơ sở chất dẻo và các loại cao su) và dạng hạt rời có nguồn gốc thiên nhiên hay nhân tạo (cát, xỉ...). Loại đầu tiên có dạng tấm, cuộn, nỉ và các lớp đệm phẳng hoặc dạng khối.

Theo độ lèn chặt tương đối dưới tải trọng, vật liệu cách âm được chia ra loại cứng, bán cứng và loại mềm. Đặc trưng tính chất chủ yếu để xác định điều kiện sử dụng của chúng trong kết cấu là môđun đàn hồi động. Theo chỉ tiêu này người ta chia vật liệu cách âm ra 3 nhóm : nhóm 1 - vật liệu có môđun đàn hồi động E nhỏ hơn 10 kG/cm^2 , nhóm 2 - từ $10 - 50 \text{ kG/cm}^2$, và nhóm 3 - từ $50 - 150 \text{ kG/cm}^2$.

Vật liệu thuộc nhóm 1 thường ở dạng tấm, cuộn và nỉ tạo thành lớp bên chắc trong kết cấu trần ngăn có sàn, cũng như trong trần ngăn nhiều lớp và tường để ngăn cách tiếng ồn va chạm và tiếng ồn không khí. Vật liệu nhóm 2 dùng ở dạng lớp phẳng và dạng khối trong kết cấu trần ngăn giữa các tầng có

sàn riêng và trong trần ngăn nhiều lớp để ngăn cách tiếng ồn va chạm. Vật liệu thuộc nhóm 3 dùng để đổ vào khe các kết cấu nhiều lớp của trần ngăn giữa các tầng nhằm hạn chế tiếng ồn và va chạm truyền qua lớp không khí.

Để dập tắt và hạn chế sự rung động người ta dùng vật liệu hút chấn động như : polivinylclorit và polietylen loại cứng và loại mềm, tấm cao su, mattit bitum và mattit pôlime, mà hay gặp nhất là mattit cao su, mattit polivinylaxetat và mattit epoxit...

12.2.3. Vật liệu hút âm

Những vật liệu trang trí bên trong nhà với mục đích cải thiện các tính chất của âm gọi là vật liệu hút âm.

Vật liệu hút âm có tác dụng giảm tiếng ồn nghe thấy trong nhà công nghiệp và nhà dân dụng. Vật liệu hút âm có khả năng đảm bảo khoảng thời gian vang yêu cầu trong các phòng có công dụng khác nhau. Trong đó, hệ số hút âm đo trong tường khuếch tán (trong buồng vang khi bố trí vật liệu và cấu kiện trực tiếp trên nền cứng) trong dải tần số 125 - 500, 500 - 2000 và 2000 - 8000Hz tương ứng không nhỏ hơn 0,2 ; 0,4 và 0,6. Hiện tượng vang là sự yếu dần của âm trong phòng kín do sự phản xạ lặp đi lặp lại sau khi ngừng phát âm. Tùy theo loại phòng và tần số âm thời gian vang vào khoảng 0,2 - 2gy.

Vật liệu hút âm dùng để phân bố đều mức tín hiệu có ích trên toàn bộ diện tích phòng cũng như để ngăn ngừa sự truyền âm dọc theo một phòng dài.

Theo đặc tính hút âm vật liệu hút âm chia ra : 1) Vật liệu xếp với bộ khung cứng, trong đó âm bị hút là do độ nhớt trong lỗ rỗng làm năng lượng âm chuyển thành nhiệt (ví dụ như thủy tinh bọt, bê tông khí và các vật liệu rỗng có bộ khung cứng khò). 2) Vật liệu xếp với bộ khung mềm, trong đó ngoài ma sát đáng kể trong lỗ rỗng, năng lượng còn bị hao phí do hiện tượng "lơi" liên quan đến biến dạng của bộ khung mềm (ví dụ như bông khoáng, bông thủy tinh, bông đá và bông thực vật, tấm sợi gỗ, v.v...) 3) Vật liệu có kết cấu khung. Sự hút âm của

chúng là do sự kháng âm của hệ thống bị dao động cưỡng bức dưới tác dụng của sóng âm (ví dụ như tấm gỗ dán mỏng, tấm sợi gỗ cứng, vải không thấm âm v.v...)

Vật liệu hút âm có thể có cấu trúc rỗng, dạng hạt, dạng sợi và dạng răng cưa. Còn theo độ cứng của bộ khung chúng lại được chia ra : mềm, bán cứng và cứng. Theo hình dạng vật liệu hút âm thường có dạng tấm, cuộn và hạt rời. Người ta cũng thường sử dụng chúng ở dạng lớp vữa trát có cấu tạo xốp, trơn, đục lỗ hoặc tạo nhẵn.

Sự hút âm của vật liệu xốp có thể được tăng cường bằng cách tạo ra lớp không khí giữa kết cấu bao che và vật liệu.

Trong kết cấu bao che vật liệu hút âm được sử dụng ở dạng vật liệu một lớp đồng nhất và bề mặt có vân, vật liệu sợi rỗng nhiều lớp có đục lỗ, và cũng có thể ở dạng nguyên khối có hình dạng và kích thước khác nhau.

Hiện nay những vật liệu hút âm không có lớp bảo vệ được sử dụng phổ biến nhất là các loại tấm bông khoáng dùng chất kết dính tổng hợp, tấm bông khoáng dạng hạt dùng chất kết dính tinh bột, tấm sợi thủy tinh, ni bông đá bazan, tấm sợi gỗ có đục lỗ, tấm thạch cao cốt sợi thủy tinh có đục lỗ, tấm bê tông tổ ong xốp có đục lỗ lớp ngoài, tấm silicat khí, v.v...

Trong kết cấu bao che người ta thường sử dụng các vật liệu hút âm có lớp bảo vệ như : tấm bông khoáng bán cứng (dùng chất kết dính tổng hợp), ni bông khoáng khâu trên lưới kim loại, ni sợi thủy tinh (dùng chất kết dính tổng hợp), ni từ sợi thủy tinh siêu mảnh, cũng như các loại vải lanh, vải gai và ni từ sợi đá bazan siêu mảnh.

Chương 13

CHẤT KẾT DÍNH HỮU CƠ

13.1. Khái niệm và phân loại

13.1.1. Khái niệm

Những loại vật liệu như bitum, guđrông, nhũ tương, nhựa màu là các chất kết dính hữu cơ. Chúng có thể ở dạng cứng, quánh, lỏng (thành phần chủ yếu là hidrôcacbon cao phân tử và một số hợp chất khác), có khả năng trộn lẫn và dính kết các vật liệu khoáng, tạo thành vật liệu đá nhân tạo có những tính chất vật lí, cơ học phù hợp để xây dựng đường ô tô. Các chất kết dính hữu cơ còn được dùng làm vật liệu lợp, cách nước.

13.1.2. 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 - sản phẩm cuối cùng của dầu mỏ.
- Bitum đá dầu - sản phẩm khi chưng đá dầu.
- Bitum thiên nhiên - loại bitum thường gặp trong thiên nhiên ở dạng tinh khiết hay lẫn với các loại đá.
- Guđrông than đá - sản phẩm khi chưng khô than đá.
- Guđrông than bùn - sản phẩm khi chưng khô than bùn.
- Guđrông gỗ - sản phẩm khi chưng khô gỗ.

Theo tính chất xây dựng chia ra :

- Bitum và gudrông 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 gudrông quánh : Ở nhiệt độ 20 - 25°C là một chất mềm, có tính dẻo cao và độ đàn hồi không lớn lắm.

- Bitum và gudrông lỏng : Ở nhiệt độ 20 - 25°C là chất lỏng và có chứa thành phần hydrocacbon 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 gudrông quánh.

- Nhũ tương bitum và gudrông : Là một hệ thống keo bao gồm các hạt chất kết dính phân tán trong môi trường nước và chất nhũ hóa.

13.2. Thành phần, tính chất hóa lí và cấu trúc của chất kết dính hữu cơ

13.2.1. Thành phần của chất kết dính hữu cơ

Chất kết dính hữu cơ (bitum và gudrông) là một tập hợp của các hợp chất hydrocacbon khác nhau về cấu tạo (thơm C_nH_{2n-6} , naftalen C_nH_{2n} , metan C_nH_{2n+2} và các hợp chất phi kim loại của chúng).

Carbon có hóa trị 4 tạo nên những liên kết cacbon trong các mạch thẳng, nhánh và mạch vòng. Số lượng của các nguyên tử cacbon và kiểu liên kết giữa chúng sẽ quyết định tính chất của chất kết dính, làm cho nó có thể chuyển từ trạng thái này sang trạng thái khác.

Thành phần hóa học của bitum nằm trong giới hạn : C : 73 - 87% ; H : 8 - 12% ; O : 1 - 2% ; S : 1 - 5% ; N : 0,5 - 1%. Các thành phần O, N, S cần thiết để tạo nên những nhóm hoạt tính (nhóm OH ; COOH ; NH_2 , SH) có ảnh hưởng lớn đến tính chất của chất kết dính.

Những hợp chất hydrocacbon có cấu tạo hóa học và tính chất vật lí giống nhau được sắp xếp trong một nhóm cấu tạo hóa học.

Các nhóm cấu tạo hóa học của bitum như sau :



Nhóm chất dầu :	40 - 60%
Nhóm chất nhựa :	20 - 40%
Nhóm atfan :	10 - 25%
Nhóm cacbon và cacbonit :	1 - 3%
Nhóm axit atfan và anhidrit :	1%

Các nhóm cấu tạo hóa học của guđrông than đá :

Dầu guđrông :	60 - 80%
Nhựa mềm :	10 - 15%
Nhựa rắn :	5 - 10%
Cácbon tự do :	5 - 25%
Naftalen :	nhỏ hơn 7%
Antraxen :	10%
Phenol :	nhỏ hơn 5%

Các nhóm hóa học trên ảnh hưởng rất lớn đến cấu trúc và tính chất hóa lí (tính phân cực, sức căng bề mặt, độ thấm ướt vật liệu khoáng) của chất kết dính hữu cơ.

13.2.2. Tính chất hóa lí của chất kết dính hữu cơ

Độ phân cực. Độ phân cực đặc trưng bằng các tính chất vật lí khác nhau như : sức căng bề mặt, sự thấm ướt nhựa, tính dẫn điện, v.v...

Độ phân cực α được biểu thị bằng tỉ lệ giữa độ hòa tan của chất kết dính hữu cơ trong dung môi là chất phân cực và chất không phân cực :

$$\alpha = \frac{A}{B} \cdot 100,$$

trong đó : A - độ hòa tan của bitum và guđrông trong rượu métilic, % ;

B - độ hòa tan của bitum và guđrông trong benzen, %.

Độ phân cực của bitum dầu mỏ từ 5 - 35%, bitum đá dầu từ 50 - 70%, guđrông than đá từ 45 - 95%.

Độ phân cực (hệ số hòa tan) của bitum cao dẫn đến sức căng bề mặt lớn, chất kết dính sẽ liên kết tốt với vật liệu khoáng.

Sức căng bề mặt. Ở nhiệt độ 20 - 25°C sức căng bề mặt của bitum 35 erg/cm². Việc xác định sức căng bề mặt của bitum khá phức tạp, vì vậy theo đề nghị của viện sĩ P.A. Rebinder, có thể xác định độ hoạt tính bề mặt của nó, thông qua độ hòa tan của bitum vào nước làm giảm sức căng bề mặt ở mặt phân chia của nước với bitum. Độ hoạt tính bề mặt của bitum càng cao, khả năng hòa tan vào nước càng lớn. Độ hoạt tính bề mặt của bitum cao hay thấp phụ thuộc vào độ phân cực của các phân tử.

Các phân tử của chất hoạt tính bề mặt bao gồm phần không có cực là những gốc hydrocacbua, thí dụ CH₃ - CH₂ - CH₂ -... và phần có cực tính như - COOH, - OH, - NH₂, - SH... Khi trộn hai chất lỏng có cực và không cực với nhau, ở mặt phân chia hai chất lỏng các phân tử của chất hoạt tính bề mặt sẽ định hướng theo một quy luật nhất định : nhóm có cực của phân tử hướng vào chất lỏng phân cực, còn nhóm không có cực sẽ hướng vào chất lỏng không phân cực. Lượng chất có cực trong chất dính kết có ảnh hưởng lớn đến khả năng thấm ướt và tính liên kết với vật liệu khoáng.

Tính thấm ướt vật liệu khoáng : Tính thấm ướt vật liệu khoáng của chất kết dính phụ thuộc vào lượng các chất hoạt tính bề mặt có cực và tính chất của vật liệu khoáng.

Tính thấm ướt được đặc trưng bằng góc thấm ướt. Đó là góc giữa bề mặt vật liệu khoáng và tiếp tuyến với bề mặt giọt chất kết dính tại ranh giới tiếp xúc với vật liệu.

Nếu góc thấm ướt càng nhọn tính thấm ướt càng tốt. Khi đó lực hút phân tử giữa chất kết dính và bề mặt vật liệu khoáng gần bằng lực hút phân tử bên trong chất kết dính. Nếu như góc thấm ướt lớn thì tính thấm ướt kém, lực hút phân tử với bề mặt vật liệu khoáng yếu. Vì vậy, chất kết dính càng thấm ướt tốt vật liệu khoáng thì lực hút phân tử trong chúng càng yếu và lực dính bám giữa chất dính kết với bề mặt vật liệu khoáng càng mạnh.

Những vật liệu khoáng ghét nước (thấm ướt nước kém) là những vật liệu dính bám chất kết dính hữu cơ tốt.

Các tính chất vật lí trên có liên quan chặt chẽ với các tính chất kĩ thuật của chất kết dính.

13.2.3. Cấu trúc của chất kết dính hữu cơ

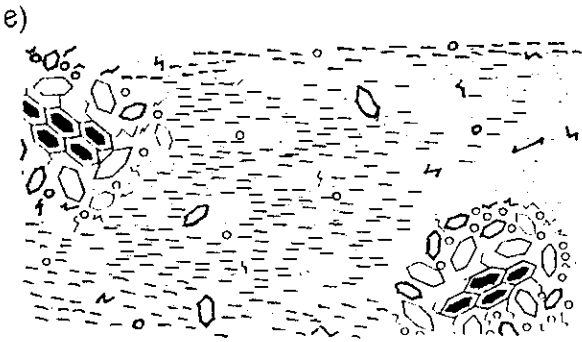
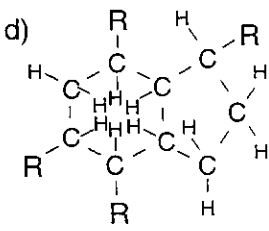
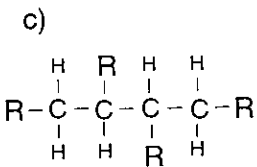
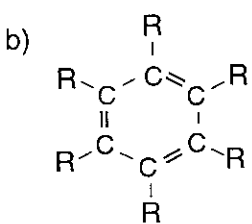
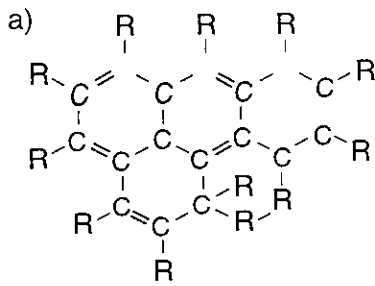
Tính chất của chất kết dính hữu cơ phụ thuộc vào cấu trúc của nó. Chất dính kết hữu cơ là một hệ thống keo phức tạp có cấu trúc cơ bản là cấu trúc mixen.

Trong lí thuyết mixen đối với những chất cao phân tử, Menep và Mark coi cấu trúc của chúng như một hệ thống tinh thể (mixen). Mỗi mixen là một hệ thống phức tạp bao gồm một số lượng lớn các phân tử có phân tử lượng nhỏ bao quanh một tinh thể bằng những lực tương hỗ. Khi lực tương hỗ lớn thì mỗi một mixen là một nút của mạng. Cấu trúc mixen được coi là những pha phân tán. Với bitum, pha phân tán là atfan, xung quanh chúng là những chất nhựa và môi trường phân tán là chất dầu.

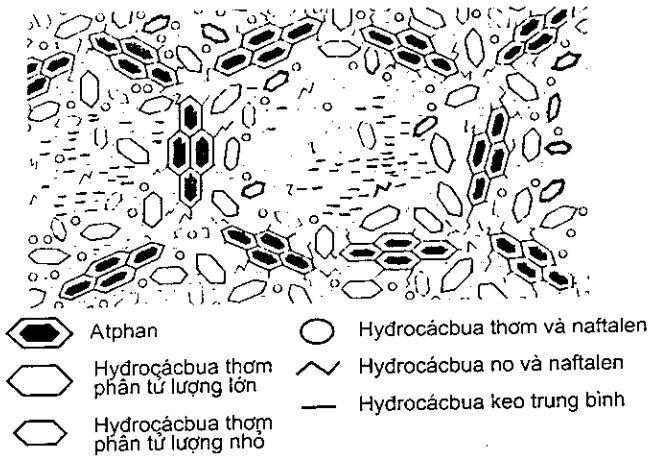
Trong bitum quánh và cứng, mixen chiếm tỉ lệ rất lớn. Còn trong bitum lỏng chúng chiếm một tỉ lệ nhỏ đến nỗi không có tương tác gì với nhau nên có thể chuyển động tự do trong chất dầu. Đối với gudrông than đá : pha phân tán là cacbon tự do, môi trường phân tán là chất dầu, còn chất nhựa đóng vai trò là chất hoạt tính.

Quan hệ giữa hàm lượng và cấu tạo của các nhóm trong bitum (dầu, nhựa, atfan) có thể tạo nên các cấu trúc phân tán khác nhau (sol, gel, sol-gel) (hình 13-1).

Cấu trúc sol đặc trưng cho bitum có hàm lượng chất dầu và chất nhựa lớn. Khi đó các mixen không tạo ra được tác dụng tương hỗ lẫn nhau và chuyển động tự do trong môi trường dầu, cấu trúc sol có ở bitum lỏng và bitum quánh nấu nóng chảy.



g)



Hình 13-1. Các nhóm cấu tạo hóa học của bitum (a, b, c, d) và các hệ phân tán của chúng (e, g).
 a- cấu tạo hóa học nhóm atfan ; b- nhóm chất dầu ;
 c, d- nhóm chất keo ; e- cấu trúc sol ; g- cấu trúc gel.

Khi tỉ lệ atfan trong bitum lớn sẽ tạo nên cấu trúc gel. Trong cấu trúc gel các hạt nhân atfan mở rộng ra, các mixen xích lại gần nhau và có tác dụng tương hỗ lẫn nhau, tạo nên mạng cấu trúc không gian. Cấu trúc đó tạo ra tính đàn hồi cho chất kết dính và là đặc trưng cho cấu trúc của bitum cứng ở nhiệt độ thấp.

Cấu trúc sol-gel đặc trưng cho bitum quánh ở nhiệt độ thường. Ở cấu trúc này vật liệu sẽ có tính chất đàn hồi dẻo và tính nhớt.

13.3. Bitum dầu mỏ

13.3.1. Thành phần của bitum dầu mỏ

Bitum dầu mỏ là một hỗn hợp phức tạp của các hợp chất hidrocácbon (metan, naftalen, các loại mạch vòng) và một số dẫn xuất phi kim loại khác. Nó có màu đen, hòa tan được trong benzen (C_6H_6) clorofooc ($CHCl_3$), dysunfuacacbon (CS_2) 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% ; O : 0 - 1,5%.

Dựa trên cơ sở của thuyết về nhóm hóa học người ta chia bitum dầu mỏ thành 3 nhóm chính (nhóm chất dầu, nhóm chất nhựa, nhóm atfan) và các nhóm phụ.

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 bitum có tính lỏng. Nếu hàm lượng của nhóm này tăng lên, tính quánh của bitum giảm. Trong bitum nhóm chất dầu chiếm khoảng 45 - 60%.

Nhóm chất nhựa gồm những hợp chất có phân tử lượng cao hơn (600 - 900), khối lượng riêng xấp xỉ 1, màu nâu sẫm. Nó có thể hòa tan trong benzen, etxăng, clorofooc. Nhóm chất nhựa trung tính (tỉ lệ H/C = 1,6 - 1,8) làm cho bitum có tính dẻo. Hàm lượng của nó tăng, độ dẻo của bitum cũng tăng lên. Nhựa axit (H/C = 1,3 - 1,4) làm tăng tính dính bám của bitum với đá. Hàm lượng của nhóm chất nhựa trong bitum dầu mỏ vào khoảng 15 - 30%.

Nhóm atfan rắn, giòn gồm những hợp chất có phân tử lượng lớn (1000 - 6000), khối lượng riêng 1,10 - 1,15, có màu nâu sẫm hoặc đen, không bị phân giải khi đốt. Khi ở nhiệt độ lớn hơn 300°C thì bị phân giải ra khí và cốc, tỉ lệ H/C = 1,1.

Atfan có thể hòa tan trong clorofooc, tetracoloruacacbon (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 bitum phụ thuộc chủ yếu vào nhóm này.

Hàm lượng nhóm atfan tăng lên thì tính quánh, nhiệt độ hóa mềm của bitum cũng tăng lên. Hàm lượng của nhóm atfan trong bitum vào khoảng 10 - 38%.

Nhóm cacben và cacbôit : Tính chất của cacben gần giống như chất atfan, chỉ khác là không hòa tan trong benzen và trong CCl_4 , hòa tan được trong đisunfuacacbon khối lượng riêng lớn hơn 1.

Cacbôit là một chất rắn dạng muội, không hòa tan trong bất cứ dung môi hữu cơ nào.

Hàm lượng của các chất này ở trong bitum nhỏ hơn 1,5% ; làm bitum kém dẻo.

Nhóm axit atfan và các anhydrit : Nhóm này là những chất nhựa hóa (nhựa axit) mang cực tính (gồm những phân tử có chứa gốc cacbôxyn - COOH) ; nó là thành phần hoạt tính bề mặt lớn nhất của bitum, dễ hòa tan trong rượu cồn, benzen, clorofoc và khó hòa tan trong etxăng. Axit atfan có khối lượng riêng nhỏ hơn 1, màu nâu sẫm, hàm lượng ở trong bitum nhỏ hơn 1%. Khi hàm lượng tăng lên, khả năng thấm ướt và cường độ liên kết của bitum với bề mặt vật liệu khoáng dạng cacbonat tăng lên.

Nhóm parafin là những hydrocacbua ở dạng rắn. Parafin có thể làm giảm khả năng phân tán và hòa tan của atfan vào trong các nhóm khác, có thể làm giảm tính đồng nhất của bitum. Nếu tỉ lệ parafin tăng lên, nhiệt độ hóa mềm, tính giòn của bitum ở nhiệt độ thấp sẽ tăng lên, bitum hóa lỏng ở nhiệt độ thấp hơn so với bitum không chứa parafin. Tỉ lệ của parafin trong bitum dầu mỏ đến 5%.

Tính chất của bitum phụ thuộc vào thành phần và tính chất của hỗn hợp các nhóm cấu tạo hóa học. Dựa vào nhóm cấu tạo hóa học có thể chia bitum dầu mỏ thành 3 loại. Bitum loại 1 : nhóm atfan > 25%, nhựa < 24% và dung dịch cacbon > 50%. Bitum loại 2 có hàm lượng nhóm cấu tạo hóa học tương

ứng : \uparrow 18% ; \downarrow 36% và \pm 48%. Bitum loại 3 : 21 - 23%, 30 - 34% và 45 - 49%. Ba loại bitum trên có độ biến dạng khác nhau. Thành phần hóa học của chúng thay đổi theo thời gian sử dụng kết cấu mặt đường.

13.3.2. Các tính chất của bitum quánh dùng trong xây dựng đường

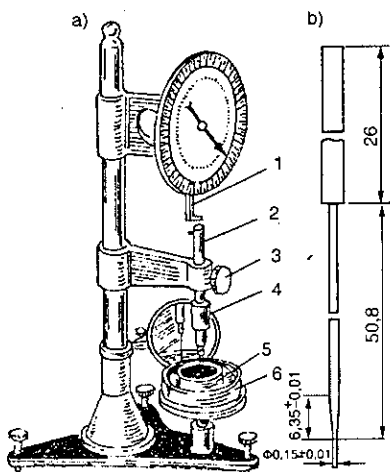
1. Tính quánh (nhớt)

Tính quánh của bitum 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 vật liệu.

Độ quánh của bitum phụ thuộc vào hàm lượng các nhóm cấu tạo và nhiệt độ của môi trường. Khi hàm lượng nhóm atfan tăng lên và hàm lượng nhóm chất dầu giảm, độ quánh của bitum tăng lên. Khi nhiệt độ của môi trường tăng cao, nhóm chất nhựa sẽ bị chảy lỏng, độ quánh của bitum giảm xuống. Để đánh giá độ quánh của bitum người ta dùng chỉ tiêu độ cắm sâu của kim (trọng lượng 100g, đường kính 1mm) của dụng cụ tiêu chuẩn (hình 13-2) vào bitum ở nhiệt độ 25°C trong 5 giây. Độ kim lún kí hiệu là P, đo bằng độ (1 độ bằng 0,1mm). Trị số P càng nhỏ độ quánh của bitum càng cao.

2. Tính dẻo

Tính dẻo đặc trưng cho khả năng biến dạng của bitum dưới tác dụng của ngoại lực.

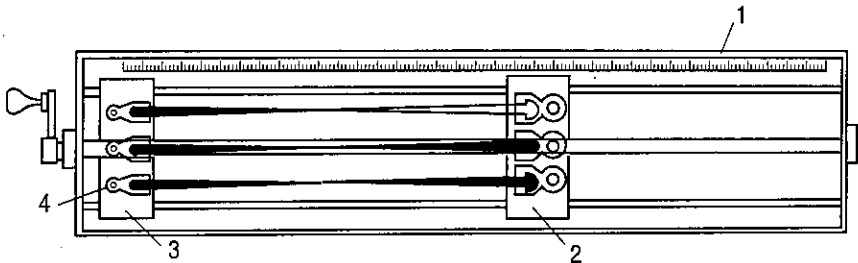


Hình 13-2. Dụng cụ đo độ quánh.

1- đồng hồ đo ; 2- kim ; 3- vít ;
4- đầu kim ; 5- mẫu nhựa ; 6- nước.

Tính dẻo cũng như tính quán, phụ thuộc vào nhiệt độ và thành phần nhóm. Khi nhiệt độ tăng, tính dẻo cũng tăng. Ngược lại khi nhiệt độ giảm tính dẻo cũng giảm, nghĩa là bitum trở nên giòn. Trong trường hợp đó, bitum dùng làm mặt đường hay trong các kết cấu khác có thể tạo thành các vết nứt.

Tính dẻo của bitum được đánh giá bằng độ kéo dài, kí hiệu là L (cm) của mẫu tiêu chuẩn và được xác định bằng dụng cụ đo độ kéo dài (hình 13-3).



Hình 13-3. Dụng cụ đo độ kéo dài.
1- thước đo ; 2,3- mẫu kéo ; 4- vít cố định.

Nhiệt độ thí nghiệm tính dẻo là 25°C , tốc độ kéo là 5cm/phút. Độ kéo dài càng lớn, độ dẻo càng cao.

3. Tính ổn định nhiệt

Khi nhiệt độ thay đổi, tính quán, tính dẻo của bitum thay đổi. Sự thay đổi đó càng nhỏ, bitum có tính ổn định nhiệt độ càng cao.

Tính ổn định nhiệt của bitum phụ thuộc vào thành phần hóa học của nó. Khi hàm lượng nhóm atfan tăng, tính ổn định nhiệt của bitum tăng, hàm lượng nhóm atfan giảm tính chất này giảm xuống.

Bước chuyển của bitum từ trạng thái rắn sang trạng thái quán rồi hóa lỏng, và ngược lại, từ trạng thái lỏng sang trạng thái quán, rồi hóa rắn xảy ra trong khoảng nhiệt độ nhất định. Do đó tính ổn định nhiệt của bitum có thể biểu thị bằng

khoảng nhiệt độ đó. Khoảng biến đổi nhiệt độ, kí hiệu là T , được xác định bằng công thức sau :

$$T = T_m - T_c,$$

trong đó : T_m - nhiệt độ hóa mềm của bitum, là nhiệt độ chuyển bitum từ trạng thái quánh sang trạng thái lỏng ;

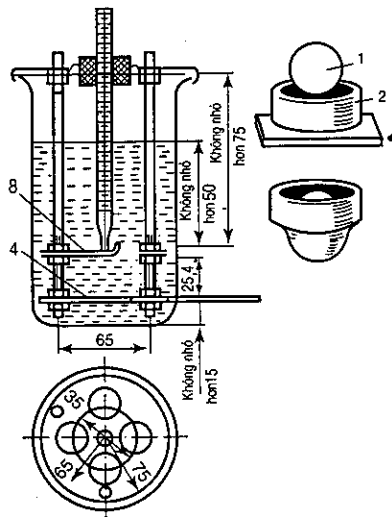
T_c - nhiệt độ hóa cứng của bitum là nhiệt độ chuyển bitum từ trạng thái quánh sang trạng thái rắn.

Nếu T càng lớn, tính ổn định nhiệt của bitum càng cao.

Trị số nhiệt độ hóa mềm của bitum ngoài việc dùng để xác định khoảng biến đổi nhiệt độ T , nó còn có ý nghĩa thực tiễn rất lớn. 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, bitum có thể bị chảy làm cho mặt đường có dạng làn sóng, dòn dống... trở ngại cho xe cộ đi lại.

Vì vậy, nhiệt độ hóa mềm cũng là một chỉ tiêu kĩ thuật để đánh giá chất lượng của bitum. Nhiệt độ hóa mềm của bitum được xác định bằng dụng cụ "vòng và bi" (hình 13-4). Khối lượng của viên bi bằng 3,5g, đường kính 9,53mm, còn cái 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

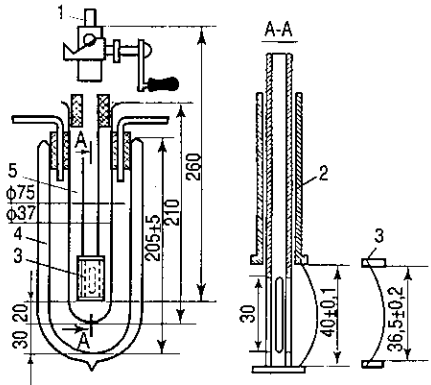


Hình 13-4. Dụng cụ vòng và hòn bi.

- 1- viên bi ; 2- vòng ;
3- giá trên ; 4- giá dưới.

tác dụng của nhiệt độ, đến một lúc nào đó bitum bị nóng chảy lỏng ra, viên bi cùng bitum rơi xuống. Nhiệt độ chất lỏng trong bình, ứng với lúc viên bi tiếp xúc với bảng dưới của giá đỡ được xem là nhiệt độ hóa mềm của bitum.

Nhiệt độ hóa cứng của bitum 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. Nhiệt độ hóa cứng cũng có thể đo bằng dụng cụ Fraxa (hình 13-5).



Hình 13-5. Dụng cụ Fraxa.

- 1- nhiệt kế ; 2- cốt uốn thanh thép ;
3- mẫu thử (thanh thép) ;
4- vỏ đũa ; 5- ống nghiệm.

4. Tính hóa già của bitum

Do ảnh hưởng của thời tiết mà tính chất và thành phần hóa học của bitum bị thay đổi. Người ta gọi sự thay đổi đó là sự hóa già của bitum. Nguyên nhân của hiện tượng đó là vì lượng của nhóm atfan tăng lên.

Sự bay hơi của nhóm chất dầu cũng làm tính quánh và tính giòn của bitum tăng lên, làm thay đổi cấu tạo phân tử, tạo nên các hợp chất mới. Quá trình hóa già của bitum sẽ dẫn đến quá trình hóa già của bê tông atfan. Độ giòn cao của bitum làm xuất hiện các vết nứt trong lớp phủ mặt đường, tăng quá trình phá hoại do ăn mòn. Quá trình hóa già của lớp phủ mặt đường có thể chia làm 2 giai đoạn. Giai đoạn 1 cường độ và tính ổn định biến dạng tăng. Giai đoạn 2 bitum bắt đầu già, cấu trúc thay đổi, làm lớp phủ bị phá hoại. Tuy vậy, sự hóa già của bitum phát triển chậm - thường sau 10 năm sử dụng, sự hóa già mới ở mức độ cao. Tính hóa già có thể xác định ngay tại hiện trường hoặc bằng mẫu thử thí nghiệm trong các buồng khí hậu nhân tạo.

5. Tính ổn định khi đun

Khi đun bitum người ta thường phải đun nóng nó lên đến nhiệt độ 160°C trong thời gian khá dài, do đó các thành phần dầu nhẹ có thể bốc hơi, làm thay đổi tính chất của bitum.

Các loại bitum dầu mỏ loại quánh sau thí nghiệm này 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.

6. Nhiệt độ bốc cháy

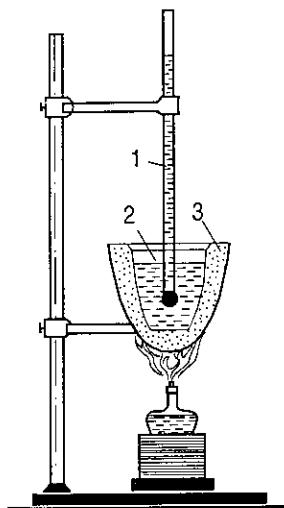
Trong khi đun bitum đến một nhiệt độ nhất định thì các chất dầu nhẹ trong bitum bốc hơi hòa lẫn vào môi trường xung quanh tạo nên một hỗn hợp dễ cháy.

Để xác định nhiệt độ bốc cháy, người ta dùng dụng cụ riêng (hình 13-6). Trong thí nghiệm, nếu ngọn lửa lan khắp mặt bitum thì nhiệt độ lúc đó được xem là nhiệt độ bốc cháy. Nhiệt độ bốc cháy của bitum thường nhỏ hơn 200°C. Nhiệt độ này là một chỉ tiêu quan trọng về an toàn khi gia công bitum.

7. Tính dính bám (liên kết) của bitum với bề mặt của vật liệu khoáng

Sự liên kết của bitum với bề mặt vật liệu khoáng có liên quan đến quá trình thay đổi lí hóa khi hai chất tiếp xúc tương tác 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 hỗn hợp bitum và vật liệu khoáng.

Khi nhào trộn bitum với vật liệu khoáng, các hạt khoáng được thấm ướt bằng bitum và tạo thành một lớp hấp phụ. Khi



Hình 13-6

Xác định nhiệt độ bốc cháy.
1- nhiệt kế ; 2- nhựa ; 3- cát.

đó các phân tử bitum 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 lí học hay hóa học.

Lực liên kết hóa học lớn hơn rất nhiều so với lực liên kết lí học, do đó khi bitum tương tác hóa học với vật liệu khoáng thì cường độ liên kết sẽ lớn nhất.

Liên kết của bitum với vật liệu khoáng trước hết phụ thuộc vào tính chất của bitum. Bitum có sức căng bề mặt càng lớn, nghĩa là có độ phân cực càng lớn, thì liên kết với vật liệu khoáng càng tốt.

Độ phân cực của bitum phụ thuộc vào hàm lượng nhóm chất nhựa, đặc biệt là nhựa axít. Bitum chứa càng nhiều nhóm chất nhựa, sự liên kết của nó với vật liệu khoáng càng tốt.

Liên kết của bitum với vật liệu khoáng còn phụ thuộc vào tính chất của vật liệu khoáng. Các loại đá bazơ liên kết với bitum tốt hơn các loại đá axít, vì có thể xảy ra liên kết hóa học.

Sự ổn định nước của hỗn hợp trong trường hợp này phụ thuộc vào độ hòa tan trong nước của các hợp chất mới tạo thành. Nếu như các hợp chất mới tạo thành là những muối kali, natri của các axít hữu cơ, thì nó sẽ hòa tan trong nước, và như vậy làm cho hỗn hợp kém ổn định nước. Nếu những hợp chất ấy là các muối của canxi, sắt, nhôm, là những hợp chất không hòa tan trong nước, thì hỗn hợp ổn định nước.

Mức độ liên kết của bitum với bề mặt vật liệu đá hoa có thể đánh giá theo độ bền của màng bitum 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 bitum bao bọc thì độ liên kết của bitum với bề mặt đá hoa là tốt.

Thực tế khi chế tạo hỗn hợp bitum 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. Để đánh giá mức độ liên kết của bitum trong trường hợp này cũng tiến hành theo nguyên tắc tương tự. Sau khi thí nghiệm, đem kết quả so sánh với thang đánh giá chỉ tiêu liên kết ghi ở bảng 13-1.

Trường hợp độ hoạt tính của bitum thấp, sự liên kết của nó với bề mặt vật liệu khoáng kém, thì cần cho thêm vào bitum chất phụ gia hoạt tính bề mặt.

Bảng 13-1

Đặc trưng của màng bitum trên bề mặt vật liệu khoáng		Chỉ tiêu liên kết
Phần đá không chứa hạt nhỏ hơn 0,71mm	Phần đá có chứa hạt không nhỏ hơn 0,71mm	
Màng bitum được giữ hoàn toàn	Màng bitum được giữ hoàn toàn ; nước không bị đục	Tốt
Màng bitum bị thay đổi ; một số hạt hay từng chỗ trên mặt hạt bị bóc trần (gần 50%)	Màng bitum thay đổi đáng kể, những hạt lớn bị bóc trần (gần 50%) ; nước bị đục do một bộ phận các hạt nhỏ bị rửa sạch	Trung bình
Màng bitum bị thay đổi hoàn toàn hay hầu như hoàn toàn ; các hạt đá bị bóc trần hết ; bitum tạo thành từng giọt nhỏ hay nổi lên mặt nước.	Màng bitum bị thay đổi phần lớn hay hoàn toàn ; nhìn thấy bitum tạo thành từng giọt nhỏ hoặc nổi lên mặt nước ; nước bị đục hoàn toàn	Xấu

13.3.3. Yêu cầu kĩ thuật

Bitum dầu mỏ loại quánh dùng trong xây dựng đường của Nga, Trung Quốc thường được chia làm 5 mức (bảng 13-2).

Bảng 13-2

Các chỉ tiêu	Quy định theo mức				
	1 (200/300)	2 (130/200)	3 (90/130)	4 (60/90)	5 (40/60)
1. Độ kim lún :					
khi ở 25°C, trong giới hạn	201-300	131-200	91-130	61-90	41-60
khi ở 0°C, không nhỏ hơn	45	35	28	20	13
2. Độ kéo dài ở 25°C, cm, không nhỏ hơn	không quy định	65	60	50	40

3. Nhiệt độ hóa mềm, °C, không thấp hơn	35	39	43	47	51
Thí nghiệm liên kết với đá hoa hay cát	Chịu được thí nghiệm (liên kết tốt với đá hoa)				
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
Nhiệt độ bốc cháy, °C, không thấp hơn	200	220	220	220	220

Trong xây dựng, ngoài những loại bitum dầu mỏ xây dựng đường, còn có các loại bitum dầu mỏ xây dựng khác, bitum chế tạo sơn. Tính chất vật lý kỹ thuật của các loại bitum này ghi bảng 13-3.

Bảng 13-3

Mức bitum	Nhiệt độ, °C		Độ kim lún ở 25°C, 0,1mm	Độ kéo dài khi nhiệt độ 25°C, không nhỏ hơn
	hóa mềm, không nhỏ hơn	bốc cháy, không nhỏ hơn		
Bitum dầu xây dựng				
BH 50/50	50	220	41 - 60	40
BH 70/50	70	230	21 - 40	3
BH 90/10	90	240	5 - 20	1
Bitum dầu làm sơn				
BHK 45/180	40 - 50	240	140 - 220	-
BHK 90/40	85 - 95	240	35 - 45	-
BHK 90/30	85 - 95	240	25 - 35	-

13.3.4. Các tính chất của bitum dầu mỏ lỏng dùng trong xây dựng đường

1. Độ nhớt

Cũng như bitum quán, độ nhớt của bitum 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 bitum chứa nhiều nhóm chất nhựa, chất rắn và chứa ít nhóm chất dầu thì độ nhớt của nó tăng lên.

Độ nhớt của bitum lỏng được xác định bằng nhớt kế (hình 13-7). Độ nhớt của bitum lỏng đặc trưng bằng thời gian để 50ml bitum lỏng chảy qua lỗ đáy của dụng cụ có đường kính 5mm, ở nhiệt độ 60°C.

2. Phần cất (thành phần để bay hơi)

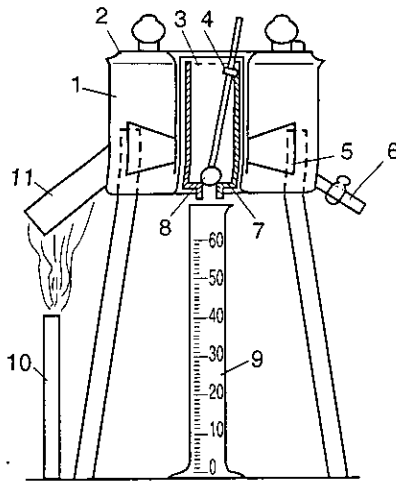
Số lượng và chất lượng phần cất là chỉ tiêu gián tiếp biểu thị tốc độ đông đặc lại của bitum lỏng ở mặt đường. Nếu bitum lỏng chứa nhiều thành phần này và nó có nhiệt độ sôi thấp thì quá trình đông đặc của bitum sẽ nhanh. Để xác định phần cất của bitum lỏng cần cất ở các nhiệt độ khác nhau : 225°, 315° và 360°C. Tính chất của phần còn lại sau khi cất đến nhiệt độ 360°C sẽ đặc trưng cho loại bitum lỏng và tính chất của nó trong thời gian sử dụng ở mặt đường. Các tính chất này được xác định như với bitum đặc quánh.

Có thể xác định khả năng thi công (đặc lại) của bitum lỏng bằng chỉ tiêu lượng bay hơi (%) khi nung bitum lỏng từ 60° đến 100°C và thời gian 1 ÷ 5 giờ tùy loại bitum lỏng. Chỉ tiêu này gần sát thực tế hơn chỉ tiêu phần cất nêu ở trên.

3. Yêu cầu kĩ thuật

Bitum dầu mỏ loại lỏng dùng xây dựng đường ở Nga chia ra 2 loại : đông đặc vừa và đông đặc chậm.

Các chỉ tiêu kĩ thuật của bitum lỏng, đông đặc vừa được giới thiệu ở bảng 13-4, còn của loại đông đặc chậm ở bảng 13-5.



Hình 13-7. Nhớt kế

- 1-nước ; 2-nắp đáy ;
- 3-cốc đo độ nhớt ; 4-chốt nút ;
- 5-cánh khuấy ; 6-vòi nước ;
- 7 - còi đo độ nhớt ; 8 - nút tròn ;
- 9 - bình đo ; 10 - bếp nhiệt ;
- 11 - bộ phận làm nóng nước.

Bảng 13-4

Các chỉ tiêu	Quy định theo mức				
	CT 40/70	CT 70/130	CT 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, 0°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

Bảng 13-5

Các chỉ tiêu	Quy định về mức			
	MΓ 130/200	MΓO 40/70	MΓO 70/130	MΓO 130/200
1. Độ nhớt theo nhớt kế có d =5mm, 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 phần còn lại sau khi nung để xác định lượng bốc hơi, 0°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

13.3.5. Phạm vi sử dụng bitum dầu mỏ

Bitum có tính quánh (nhớt) càng cao thì càng tốt, nhưng tính nhớt càng cao thì bitum càng đặc, do đó bitum sẽ giòn và khó thi công. Vì vậy mức bitum phải căn cứ vào phương pháp thi công, thiết bị thi công, điều kiện khí hậu để chọn cho hợp lí. Phạm vi sử dụng bitum quánh làm đường có thể tham khảo ở bảng 13-6.

Bảng 13-6

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 ($R_b = 300 - 600 \text{ kG/cm}^2$), chế tạo bê tông atfan làm mặt đường ôtô ở vùng khí hậu ôn hòa.
3 - (90/130)	Làm lớp thâm nhập của mặt đường đá dăm sỏi, chế tạo bê tông atfan xây dựng mặt đường ở vùng khí hậu ôn hòa, có thể dùng để chế tạo bê tông atfan xây dựng mặt đường ôtô cho xe nặng chạy ở vùng khí hậu lục địa.
4 - (60/90)	Chế tạo bê tông atfan xây dựng mặt đường ở xứ nóng, chế tạo vật liệu lợp và cách nước
5 - (40/60)	Chế tạo bê tông atfan xây dựng mặt đường ôtô xứ nóng cho xe nặng chạy

13.4. Gudurong than đá

13.4.1. Khái niệm

Gudurong than đá là một sản phẩm thu được trong quá trình luyện cốc hay khí đốt từ than đá.

Căn cứ vào nhiệt độ luyện, gudurong than đá được chia làm 2 loại : gudurong than đá thô luyện ở nhiệt độ cao ($900^\circ - 1200^\circ\text{C}$) và gudurong than đá thô luyện ở nhiệt độ thấp ($450^\circ - 600^\circ\text{C}$). Trong thực tế hay dùng gudurong than đá thô luyện ở nhiệt độ cao để chế tạo gudurong than đá xây dựng đường.

13.4.2. Thành phần và cấu trúc của gudurong than đá

Thành phần. Thành phần cơ bản của gudurong than đá bao gồm các hydrocacbua chưa no, chủ yếu là các hydro thơm, một số dẫn xuất với ôxy, nitơ, lưu huỳnh, ...

Chất lượng của guđrông được xác định bằng các nhóm thành phần hóa học của nó. Guđrông than đá chứa ba nhóm chính sau :

- Nhóm than tự do. Đó là những phân tử hydrocacbua dạng rắn, không hòa tan trong bất cứ dung môi hữu cơ nào, tương đối ổn định với nhiệt độ. Nhóm này làm tăng tính nhớt và tính ổn định nhiệt độ của guđrông. Tỷ lệ của nhóm than : 5 - 35% guđrông.

- Nhóm chất nhựa. Nhóm này gồm hai loại : rắn và mềm. Chất nhựa rắn là những phân tử có cấu trúc tinh thể, tính ổn định nhiệt độ thấp. Nếu hàm lượng của chúng tăng, tính dính nhớt của guđrông cũng tăng. Chất nhựa mềm (tương tự như chất nhựa trong bitum dầu mỏ) có thể hòa tan trong benzen, clorofoc, và dễ bị oxy hóa làm cho guđrông trở nên giòn. Tỷ lệ của nhóm chất nhựa là 10 - 15% trong guđrông.

- Nhóm chất dầu. Gồm những hydrocacbua ở thể lỏng, chủ yếu là các hydrocacbua thơm. Nhóm chất dầu có khả năng trùng hợp phân tử tạo thành dạng chất nhựa và làm cho tính nhớt của guđrông tăng lên. Nhóm chất dầu làm guđrông có tính lưu động, tỷ lệ là 60-80% trong guđrông.

Ngoài các nhóm cơ bản trên, trong guđrông còn chứa phenon, antraxen, naftalin với tỷ lệ sau : phenon < 5% ; naftalen \leq 7% ; antraxen \leq 10%.

Cấu trúc. Guđrông than đá cũng là một hệ thống keo phức tạp. Trong đó than tự do và chất nhựa rắn là pha phân tán, còn chất dầu là môi trường phân tán. Chất nhựa mềm, phenon, antraxen hấp thụ trên bề mặt các phân tử chất rắn làm ổn định cấu trúc của guđrông. Cấu trúc của guđrông sẽ bị thay đổi khi chứa nhiều naftalen và antraxen. Khi đó các chất này sẽ kết tinh và tạo ra cấu trúc hạt làm hạ thấp tính dính của guđrông.

13.4.3. Các tính chất của guđrông than đá xây dựng đường

Tính nhớt : Tính nhớt phụ thuộc vào tỷ lệ của pha rắn và pha lỏng. Khi tăng tỷ lệ nhóm than tự do và chất nhựa rắn, đồng thời giảm chất dầu, thì tính nhớt của guđrông tăng lên.

Tính nhớt của guđrông than đá được kí hiệu là C_1^d và xác định bằng nhớt kế : đo thời gian để cho 50ml guđrông chảy qua lỗ có đường kính 5 hay 10 mm, ở nhiệt độ 30° và 50°C .

Tính dẻo : Tính dẻo của guđrông than đá thấp hơn nhiều so với tính dẻo của bitum dầu mỏ khi có độ nhớt như nhau. Tính dẻo của guđrông thấp là do chứa thành phần có tính dẻo và đồng thời lại chứa than tự do.

Tính ổn định thời tiết : Tính ổn định thời tiết của guđrông thấp hơn so với bitum. Khoảng biến đổi nhiệt độ T của guđrông nhỏ hơn 10°C (bitum có T lớn hơn 50°C). Nguyên nhân là do guđrông có chứa nhóm chất rắn kém ổn định với nhiệt độ và chất nhựa mềm dễ nóng chảy.

Tính hóa già. : Thành phần của guđrông than đá xây dựng đường có nhóm chất dầu. Trong quá trình làm việc chất dầu sẽ bay hơi làm tính nhớt của guđrông tăng lên. Các hydrocacbua cao phân tử chứa trong guđrông đều ở dạng chưa no, chúng dễ tương tác với oxy trong không khí tạo thành hợp chất phức tạp cũng làm tính nhớt của guđrông tăng lên. Quá trình này xảy ra nhanh dưới tác dụng của các yếu tố thời tiết.

Khả năng liên kết của guđrông với bề mặt vật liệu khoáng : Khả năng này của guđrông có cao hơn so với bitum dầu mỏ, vì trong guđrông chứa các chất mang cực tính cao hơn bitum dầu mỏ.

Khối lượng riêng : Khối lượng riêng của guđrông than đá thường lớn hơn 1. Thực tế tính toán lấy bằng $1,25\text{g/cm}^3$.

13.4.4. Yêu cầu kĩ thuật

Guđrông than đá xây dựng đường ở Nga chia ra sáu mức : từ mức 1 đến mức 6 với các chỉ tiêu kĩ thuật sau (bảng 13 - 7).

13.4.5. Phạm vi sử dụng của guđrông than đá

Cũng như bitum dầu mỏ, việc lựa chọn mức của guđrông than đá dùng để xây dựng mặt đường phải dựa trên điều kiện khí hậu, điều kiện thi công, ... Ở nước ta guđrông than đá xây dựng đường nên dùng loại mức 5 và 6 (bảng 13 - 7)

Bảng 13-7

Các chỉ tiêu	Quy định theo mức					
	1	2	3	4	5	6
1. Độ nhớt, gy	5 - 70	-	-	-	-	-
C_{30}^5	5 - 70	-	-	-	-	-
C_{30}^{10}	-	5 - 20	20-50	50-120	120-200	-
C_{30}^{10}	-	-	-	-	-	10-80
2. Lượng nước, % theo trọng lượng, không lớn hơn	3	1	1	1	1	1
3. Khối lượng chất không hòa tan, % theo trọng lượng, không lớn hơn	18	20	20	20	20	20
4. Phần cát, %, không lớn hơn, khi nhiệt độ :						
đến 170°C	3	2	1,5	1,5	1,5	1,5
đến 270°C	20	20	15	15	15	15
đến 300°C	35	30	25	25	25	20
5. Nhiệt độ hóa mềm của phần còn lại sau khi cất đến 300°C, không lớn hơn	45	65	65	65	65	70
6. Lượng phènôn, % theo trọng lượng, không lớn hơn	5	3	2	2	2	2
7. Lượng naftalen, % theo trọng lượng, không lớn hơn	5	4	3	3	3	3

13.5. Nhũ tương xây dựng đường

13.5.1. Khái niệm và phân loại nhũ tương

1. Khái niệm

Nhũ tương là một hệ thống keo phức tạp gồm hai chất lỏng không hòa tan lẫn nhau. Trong đó, một chất lỏng phân tán trong chất lỏng kia dưới dạng những giọt nhỏ li ti, gọi là pha phân tán, còn chất lỏng kia gọi là môi trường phân tán.

Để cho nhũ tương được ổn định người ta cho thêm vào chất nhũ hóa - chất phụ gia hoạt động bề mặt. Chất nhũ hóa sẽ hấp phụ trên bề mặt các giọt bitum hay guđrông, làm giảm sức căng bề mặt ở mặt phân chia của bitum hay guđrông 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.

2. Phân loại

Căn cứ vào đặc trưng của pha phân tán và môi trường phân tán, nhũ tương được chia ra hai loại :

- 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 bitum hay guđrông là môi trường phân tán, thì gọi là nhũ tương nước - dầu (ND), hay còn gọi là nhũ tương nghịch.

Theo khả năng trộn lẫn của nhũ tương với vật liệu khoáng chia nhũ tương làm ba loại 1, 2, 3 (theo quy phạm 18659 - 81 Nga).

Căn cứ vào chất nhũ hóa, nhũ tương được chia ra làm các loại sau :

- Nhũ tương anion hoạt tính (nhũ tương kiềm) - dùng chất nhũ hóa là những muối kiềm của các axit béo, axit naftalen, nhựa hay những axit sunfua, độ pH của nhũ tương từ 9-12.

- Nhũ tương cation hoạt tính (nhũ tương axit) - dùng chất nhũ hóa là các muối của các hợp chất amôniac bậc bốn, diamin, ... độ pH trong nhũ tương này nằm trong giới hạn từ 2-6.

- Nhũ tương không sinh ra ion - là loại nhũ tương dùng chất nhũ hóa không sinh ra ion như opanol (cao su tổng hợp), pôlyizôbutilen... độ pH = 7.

- Nhũ tương là loại bột nhào khi dùng chất nhũ hóa ở dạng bột vô cơ như bột vôi tôi, đất sét dẻo, trepen, diatômít.

13.5.2. Vật liệu để chế tạo nhũ tương

1. Chất kết dính

Để chế tạo nhũ tương, có thể dùng các chất kết dính hữu cơ như bitum dầu mỏ loại đặc, loại lỏng và gưđrông than đá xây dựng đường. Khi dùng chất nhũ hóa dạng bột (bột vôi tôi, đất sét) thì có thể dùng các loại mác thấp (số 1-3), còn khi xây dựng mặt đường ở vùng khí hậu nóng - dùng các loại mác cao (nhựa số 5).

2. Nước

Nước dùng để chế tạo nhũ tương khi dùng chất nhũ hóa anion hoạt tính thì phải là nước mềm (nước có độ cứng không lớn hơn 3 mili đương lượng gam/lít).

3. Chất nhũ hóa

Chất nhũ hóa là chất hoạt tính bề mặt, những phân tử của nó bao gồm phần không mang cực tính là những gốc hydrôcacbua, và phần có mang cực tính. Chất này có khả năng hấp thụ trên bề mặt giọt bitum hay gưđrông làm cho nhũ tương ổn định, vì khi đó gốc hydrôcacbua (nhóm không mang cực tính), là nhóm kỵ nước, nên nó luôn luôn hướng đến pha có cực tính nhỏ hơn - hướng vào bitum ; còn nhóm có cực tính, là nhóm ưa nước, thì hướng vào nước. Do cấu trúc phân tử của chất hoạt tính bề mặt không đối xứng như vậy, nên ở lớp bề mặt, chúng định hướng phù hợp với quy luật cân bằng cực tính, và làm giảm sức căng bề mặt ở mặt phân chia giữa nước và bitum, tức là nó làm giảm sự khác nhau về sức căng bề mặt của bitum và nước.

Chất nhũ hóa được chia ra các loại anion, hoạt tính, cation hoạt tính và loại 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.

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 diamin, ...

Nhóm không sinh ra ion bao gồm các hợp chất không hòa tan trong nước, chủ yếu là các ête.

Ngoài những loại chất nhũ hóa dạng hữu cơ trên ra, khi chế tạo nhũ tương còn dùng chất nhũ hóa dạng bột vô cơ. Những chất nhũ hóa dạng bột vô cơ hay dùng là vôi bột, vôi tôi, đất sét, đất hoàng thổ.

Trong thực tế xây dựng đường, ứng dụng rộng rãi nhất là những chất nhũ hóa anion hoạt tính, để chế tạo nhũ tương thuận.

4. 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 Liên Xô cũ). Các loại nhũ tương có thành phần khác nhau có thể ổn định trong lúc bảo quản ở nhiệt độ từ $+3^{\circ}\text{C}$ đến $+40^{\circ}\text{C}$ 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 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 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.

5. 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).

6. Thành phần của nhũ tương

Ở nước ta đã nghiên cứu thành công bước đầu một số nhũ tương thuận loại kiềm, dùng chất nhũ hóa anion hoạt tính như xà phòng bột, dầu gai, dầu sỏ, dầu trấu... thành phần của nhũ tương như sau :

- 50% bitum số 5 + 50% nước + 0,5 - 1% xà phòng bột + 0,1 - 0,15 NaOH.
- 50% bitum số 5 + 50% muối + 0,5 - 1,2% dầu thực vật + 0,2 - 0,3% NaOH.

Ngoài ra, khi cần chế tạo nhũ tương có thể tham khảo thành phần nhũ tương của Nga (Tiêu chuẩn 18659 - 81).

13.6. Vật liệu lợp và vật liệu cách nước từ bitum và gudrông

13.6.1. Khái niệm

Vật liệu lợp và cách nước bằng bitum và gudrông cơ bản là một sản phẩm hữu cơ, thành phần của nó gồm có :

- Cốt : giấy cactông.
- Chất tẩm và tráng mặt : bitum hay gudrông.

Ngoài hai thành phần trên ra, tùy theo công dụng của tấm lợp mà người ta có thể dùng thêm loại vật liệu khoáng hạt nhỏ rải lên mặt để chống cháy cho tấm lợp.

Riêng vật liệu cách nước người ta dùng khoáng vật 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 của các yếu tố khí hậu bền hơn so với gudrông.

13.6.2. Vật liệu lợp và cách nước bằng bitum

1. Giấy lợp

Giấy lợp là những cuộn vật liệu lợp được chế tạo bằng cách dùng bitum dầu mỡ loại mềm tẩm lên giấy cactông, sau đó tráng một mặt hay cả hai mặt bằng bitum dầu mỡ *khó cháy*, rồi rắc lên mặt của nó một lớp bột khoáng hay mica nghiền nhỏ. Các chỉ tiêu kĩ thuật của giấy lợp được giới thiệu ở bảng 13-8 (giấy lợp Nga).

Theo công dụng, giấy lọc được chia ra làm hai loại : Giấy lọc trên và giấy lọc đệm.

Theo dạng rải lớp vật liệu khoáng trên mặt, giấy lọc được chia làm hai loại : giấy lọc có rải vật liệu khoáng hạt lớn và giấy lọc có rải vật liệu khoáng dạng vảy.

Bảng 13-8

Các chỉ tiêu	Mức của giấy lọc		
	PK-420	P-35	PH-250
Nhiệt độ hóa mềm của bitum làm chất tẩm theo phương pháp "vòng và bi", °C, không nhỏ hơn	-	40	-
Nhiệt độ hóa mềm của bitum làm chất tráng theo phương pháp "vòng và bi", °C,	-	85-90	-
Tỉ lệ khối lượng của chất tẩm so với khối lượng của cactông ở trạng thái khô tuyệt đối, không nhỏ hơn...	-	1,25 : 1	-
Lượng chất trắng, g/m ² , không nhỏ hơn...	800	800	450
trong đó : mặt dưới, không nhỏ hơn	200	200	200
mặt trên, không nhỏ hơn	600	600	250
Tỉ lệ vật liệu khoáng rải mặt so với toàn bộ lớp trắng và lớp rải, %			
không nhỏ hơn	20	20	không quy
Dạng bụi	10	10	định
Dạng sợi	15	15	
Dạng hỗn hợp			
Độ hút nước dưới chân không sau 5 phút (nhiệt độ của nước 35°C) hay ngâm trong nước sau 24 giờ, g/m ² , không lớn hơn	40	25	22
Tải trọng làm đứt khi kéo dài giấy lọc rộng 50mm, kG, không nhỏ hơn	34	32	18
Khả năng chống thấm nước của mẫu có diện tích 78,5cm ² (đường kính 100 mm) khi áp lực thủy tĩnh, atm	0,7	0,7	0,7
Thời gian chống thấm, phút	10	10	10

2. 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.

Căn cứ vào chỉ tiêu chất lượng, vật liệu cách nước được chia ra hai loại mác với các chỉ tiêu được quy định như trong bảng 13-9.

Bảng 13-9

Các chỉ tiêu	Mác của vật liệu cách nước	
	1	2
Nhiệt độ hóa mềm của bitum làm chất tẩm theo phương pháp "vòng và bi", °C	50	60
Tỉ lệ trọng lượng của chất tẩm so với trọng lượng của giấy khô, không nhỏ hơn...	0,6 : 1	0,55 : 1
Tải trọng làm đứt khi kéo dài vật liệu cách nước rộng 50mm, kG, không nhỏ	30	30
Độ phân lớp của vật liệu cách nước ở trạng thái bão hòa nước theo diện tích lớp, cm ² , không lớn hơn...	10	15
Độ chống thấm dưới áp lực của cột nước cao 5cm, ngày đêm, không nhỏ hơn	30	20
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
Độ bão hòa nước sau 24 giờ, % theo trọng lượng, không lớn hơn...	10	13
Hao hụt cường độ của mẫu bão hòa nước, % không lớn hơn...	25	32

Chương 14

BÊ TÔNG ATFAN

14.1. Khái niệm và phân loại bê tông atfan

14.1.1. Khái niệm

Trên cơ sở chất dính kết hữu cơ (bitum, gudrông, nhũ tương) trong xây dựng đường thường dùng các vật liệu hỗn hợp khoáng và chất kết dính hữu cơ. Phổ biến nhất và có chất lượng cao nhất của vật liệu khoáng - bitum là bê tông atfan. Bê tông atfan là sản phẩm nhận được khi làm đặc và rắn chắc hỗn hợp bê tông atfan.

Hỗn hợp bê tông atfan bao gồm : đá dăm, cát, bột khoáng và bitum với một tỉ lệ hợp lí, nhào trộn và gia công thành một hỗn hợp đồng nhất.

14.1.2. Phân loại

Hỗn hợp bê tông atfan và bê tông atfan được phân loại theo các đặc điểm sau :

Theo nhiệt độ thi công. Hỗn hợp bê tông atfan 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 này thường dùng bitum có độ quánh : 46/60, 60/90 và 90/130.

Hỗn hợp ấm được rải và bắt đầu làm đặc ở nhiệt độ $\leq 100^{\circ}\text{C}$ khi dùng bitum lỏng số 1, 2, 3 và nhiệt độ $\leq 70^{\circ}\text{C}$ với bitum mac CF 130/200, MF 130/200, MFO-130/200

Hỗn hợp lạnh dùng bitum lỏng có độ quánh 70/130 được rải ở nhiệt độ không khí $\leq 5^{\circ}\text{C}$ và được giữ ở nhiệt độ thường.



Theo độ đặc (hoặc độ rỗng). Theo chỉ tiêu độ rỗng còn dư bê tông atfan được chia làm 3 loại : loại đặc nếu độ rỗng 2-7%, loại rỗng nếu độ rỗng 5-12% và rất rỗng nếu độ rỗng 12-18%.

Theo độ lớn của hạt cốt liệu. Theo đường kính lớn nhất của hạt vật liệu khoáng, bê tông atfan nóng và ẩm được chia ra 3 loại : loại lớn ($D_{\max} \leq 40\text{mm}$), loại trung bình ($D_{\max} \leq 20\text{mm}$) và loại nhỏ (hỗn hợp hạt nhỏ và hỗn hợp cát $D_{\max} \leq 5\text{mm}$).

Theo tỉ lệ giữa đá dăm (hoặc sỏi) và cát. Bê tông atfan nóng hoặc ẩm, đặc được chia làm 3 loại : loại A nếu tỉ lệ đá dăm - cát : 50-60% ; loại B : 35-50% ; loại C : 20-35%. Bê tông atfan nguội được chia làm 2 loại : Bx : 35-50% ; Cx : 20 - 35%. Bê tông atfan nóng đặc chỉ dùng cát có các loại : D có hàm lượng cát < 30% và E - > 30%.

Theo cường độ đá dăm, chất lượng bột khoáng bê tông atfan còn chia ra loại I, II và III.

14.2. Cấu trúc của bê tông atfan

Tính chất vật lí, cơ học của bê tông atfan phụ thuộc vào chất lượng, tỉ lệ thành phần các vật liệu chế tạo và cấu trúc của bê tông. Cấu trúc phụ thuộc vào tỉ lệ của các vật liệu và độ đặc của hỗn hợp.

Cấu trúc của bê tông atfan có hai loại : có khung và không có khung. Cấu trúc khung là cấu trúc trong đó hệ số lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt của bộ khung cát, đá dăm bằng chất liên kết atfan là nhỏ hơn hoặc bằng 1. Như vậy, các chất liên kết atfan không dễ chuyển động, những hạt đá dăm và cát tiếp xúc với nhau một cách trực tiếp hoặc thông qua lớp cứng bitum tạo cấu trúc. Bộ khung có thể chỉ là đá dăm. Trong trường hợp này đá dăm không được chuyển động cùng với hỗn hợp vữa (hỗn hợp gồm cát, bột khoáng, bitum). *Sự có mặt các khung cứng không gian làm tăng độ ổn định động của lớp phủ mặt đường.* Cấu trúc khung quen thuộc thường chứa lượng bột khoáng từ 4 - 14%, và lượng bitum từ 5 - 7%.

Trong bê tông atfan không khung, hạt đá dăm và cát bị dịch chuyển do lượng thừa của chất kết dính atfan (hệ số lấp đầy lỗ rỗng lớn hơn 1). Cường độ và độ dính kết của cấu trúc này giảm khi chịu nhiệt làm cho lớp phủ mặt đường bị biến dạng dẻo.

Cấu trúc tối ưu của bê tông atfan phụ thuộc thành phần, chất lượng vật liệu, công nghệ sản xuất và việc lựa chọn tối ưu thành phần hỗn hợp bê tông.

14.3. Các tính chất của bê tông atfan

Các tính chất của bê tông atfan thay đổi đáng kể theo nhiệt độ. Ở nhiệt độ bình thường chúng có tính đàn hồi - dẻo; khi nhiệt độ tăng - chảy dẻo, khi nhiệt độ giảm, bê tông atfan trở nên giòn.

Các chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông atfan là cường độ, độ biến dạng khi nhiệt độ thay đổi, độ ổn định nước và tính dễ tạo hình.

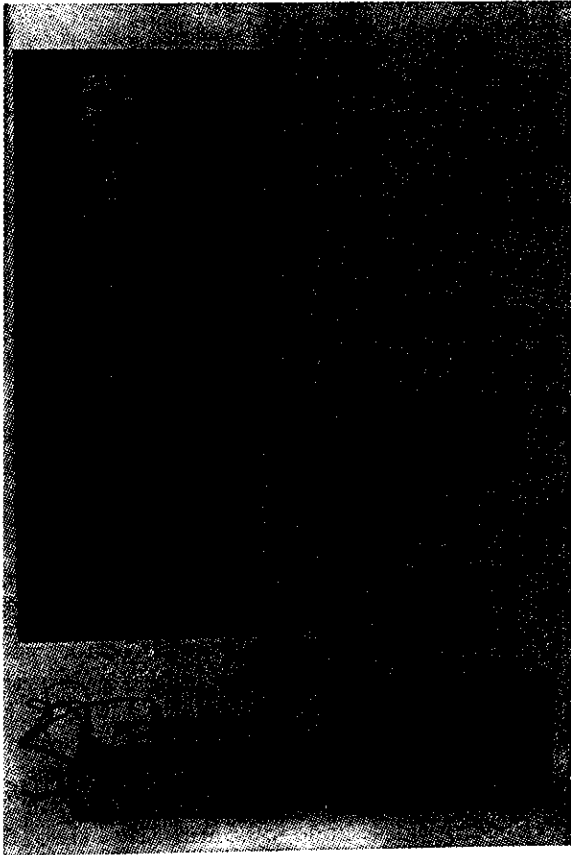
14.3.1. Cường độ

Cường độ biểu thị khả năng chịu lực của bê tông atfan ở các điều kiện nhiệt độ khác nhau.

Cường độ chịu nén của bê tông atfan được xác định tại nhiệt độ 50°C, 20°C, 0°C. Cường độ ở 50°C biểu thị tính ổn định động của vật liệu làm bê tông, còn ở 0°C - tính chống nứt của bê tông atfan. Cường độ chịu nén là cường độ giới hạn khi nén các mẫu chuẩn trong điều kiện nhiệt độ và đặt tải theo quy định. Kích thước mẫu chuẩn có đường kính bằng chiều cao ($d = h$ và bằng 71,4 hoặc 50,5mm (tùy theo độ lớn của vật liệu khoáng)) được chế tạo ở nhiệt độ thi công.

Ở nhiệt độ 20°C cường độ giới hạn khi nén của bê tông atfan gần bằng 25 kG/cm², khi kéo : 6-8 lần nhỏ hơn. Ở nhiệt độ 50°C cường độ giảm xuống chỉ còn 1-2 kG/cm²; khi nhiệt độ nhỏ hơn 0°C cường độ tăng đến 150-200 kG/cm². Đặc tính quan trọng của bê tông atfan là cường độ chịu kéo. Cường độ chịu kéo cao cho phép bê tông atfan có độ chống nứt cao khi khai thác. Cường độ của bê tông atfan được xác định trên thiết bị Marshall (hình 14-1).

Cường độ chịu kéo được xác định bằng cách nén nghiêng các mẫu nén. Giới hạn cường độ chịu kéo R_K xác định theo công thức sau :



Hình 14-1. Thiết bị Marshall.

trong đó : F - tải trọng phá hoại, kG ;
 α - hệ số (đối với bê tông $\alpha = 1$).

Cường độ bê tông α fan phụ thuộc vào tỉ lệ thành phần vật liệu chế tạo, đặc biệt sự thay đổi lượng bitum, lượng bột khoáng làm thay đổi đáng kể cường độ. Ngoài ra, cường độ còn phụ thuộc vào công nghệ làm đặc bê tông, nhiệt độ và tốc độ biến dạng.

Khi lượng bitum nhỏ hơn và lớn hơn lượng bitum hợp lí đều làm giảm khả năng liên kết của bitum với vật liệu khoáng và tạo nên cấu trúc không hợp lí, vì vậy làm giảm cường độ. Cường độ bê tông atfan phát triển tỉ lệ thuận với độ quánh của chất liên kết hữu cơ.

14.3.2. Tính biến dạng

Bê tông atfan là một vật liệu đàn hồi - chảy dẻo. Tùy theo trạng thái và điều kiện biến dạng có thể xuất hiện tính chất đàn hồi hoặc tính chất chảy dẻo.

Về trạng thái ứng suất - biến dạng bê tông atfan có những tính chất tổng hợp phức tạp : đàn hồi, dẻo, chảy và chùng ứng suất (sự giảm ứng suất theo thời gian biến dạng).

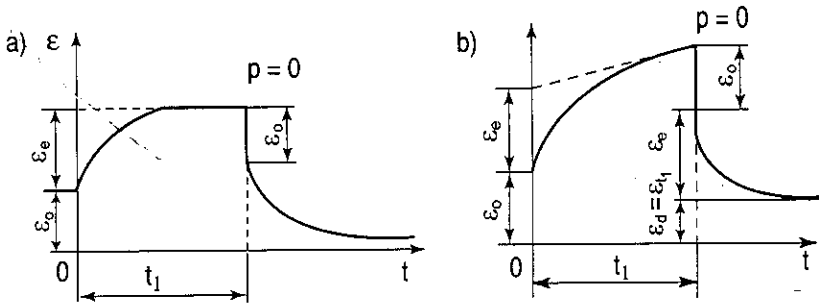
Như vậy để giải quyết vấn đề thực tế trên cần xét quan hệ giữa biến dạng và thời gian tác dụng của tải trọng. Sự xuất hiện tính chất đàn hồi hay tính chất chảy dẻo phụ thuộc vào tỉ lệ giữa thời gian đặt tải và thời gian chùng ứng suất.

Bê tông atfan cần có độ đàn hồi cao để đảm bảo ổn định khi khai thác. Biến dạng dẻo lớn lớp phủ mặt đường sẽ có hiện tượng : trượt, lượn sóng, dồn đống, hằn vết bánh xe. Các hiện tượng biến dạng dẻo đó xuất hiện và phát triển nhiều ở các vùng nóng trong những ngày hè. Độ dẻo được xác định bằng độ giãn dài tương đối khi kéo ở nhiệt độ thấp nhất và cao nhất khi khai thác.

Khi tải trọng tác dụng thường xuyên sự phát triển của biến dạng phụ thuộc vào trị số ứng suất.

Khi tải trọng P nhỏ hơn giới hạn đàn hồi hoặc giới hạn chảy, ($P < P_K$), có hai dạng biến dạng. Biến dạng đàn hồi thuần túy ϵ_0 có quan hệ bậc nhất với ứng suất, xuất hiện nhanh khi đặt tải trọng, và biến dạng cũng mất đi rất nhanh khi bỏ tải (hình 14-2a). Biến dạng đàn hồi chậm xuất hiện sau khi đặt tải và phát triển chậm theo thời gian t_1 .

Khi P vượt qua giới hạn chảy và nhỏ hơn ứng suất P_m giới hạn ($P_K < P < P_m$), biến dạng dẻo xuất hiện (hình 14-2b).



Hình 14-2. Quan hệ biến dạng ứng suất và thời gian.
a) $P < P_k$; b) $P_k < P < P_m$.

Khi bỏ tải ($P = 0$) biến dạng không mất đi hoàn toàn mà vẫn còn biến dạng dư (ε_d). Đó là biến dạng của bê tông ứng với thời gian t_1 (ε_{t1}).

Đặc trưng cơ học của bê tông atfan được thể hiện qua hai chỉ tiêu : modun đàn hồi và độ nhớt.

- Modun đàn hồi : Ứng với hai trạng thái biến dạng đàn hồi có thể xác định hai trị số modun đàn hồi :

$$\text{Modun đàn hồi ban đầu } E_1 = P/\varepsilon_0,$$

Modun đàn hồi sau : $E_2 = P/\varepsilon_e$, trong đó biến dạng dư ε_e được tính bằng công thức : $\varepsilon_e = \varepsilon_m - \varepsilon_0$;

ε_m : biến dạng tổng cộng ứng với thời gian t_1 (khi $P < P_k$).

- Độ nhớt : Độ nhớt của bê tông atfan không có giá trị cố định, tùy theo tính chất vật liệu và tốc độ biến dạng : $\varepsilon' (\varepsilon' = d\varepsilon/dt)$. Có thể xác định một số độ nhớt sau :

Độ nhớt giới hạn lớn nhất η_0 xuất hiện ở vùng thực tế cấu trúc không bị phá hoại.

Độ nhớt nhỏ nhất η_{\min} - đối với vùng phá hoại kết cấu.

Độ nhớt hiệu quả :

$$\eta = P(d\varepsilon/dt),$$

Độ nhớt dẻo : $\eta_m = (P - P_k)/(d\varepsilon/dt)$,

trong đó : P_k - giới hạn chảy, kG/cm².

Các chỉ tiêu modul đàn hồi, độ nhớt và giới hạn chảy ứng với nhiệt độ khai thác bê tông atfan là rất quan trọng khi kiểm tra chất lượng của chúng.

14.3.3. Độ mài mòn

Độ mài mòn của bê tông atfan phụ thuộc vào cường độ và độ cứng vật liệu khoáng vật. Độ mài mòn là đặc tính giảm khối lượng trên 1cm² bề mặt vật liệu chịu tác dụng tải trọng va đập và mài mòn khi khai thác. Bê tông atfan nóng trong giai đoạn khai thác có thể bị mài mòn 0,2-1,5mm trong 1 năm.

14.3.4. Độ ổn định nước

Độ ổn định nước của bê tông atfan phụ thuộc vào thành phần khoáng vật của vật liệu chế tạo. Nước là môi trường lỏng dễ dàng thấm ướt bề mặt hạt đá vôi hơn và làm mất lực dính kết của chất kết dính hữu cơ với hạt, làm giảm độ ổn định nước của bê tông atfan. Nếu vật liệu khoáng ổn định nước sẽ tạo ra màng liên kết bền vững, đảm bảo độ ổn định nước cho bê tông atfan.

Tính ổn định nước được đánh giá bằng hệ số ổn định nước K_m (tỉ lệ giữa cường độ mẫu bê tông atfan thí nghiệm ở trạng thái bão hòa nước và trạng thái khô ở nhiệt độ 20°C).

$$K_m = \frac{R_{bh}^{20}}{R_k^{20}}$$
 cần phải nằm trong giới hạn từ 0,6 đến 0,9.

14.3.5. Độ rỗng của bê tông atfan

Độ rỗng trong bê tông atfan khẳng định sự hợp lí của thành phần cấp phối hạt của hỗn hợp. Sự sai lệch về độ rỗng so với độ rỗng chuẩn ở mức độ thấp chứng tỏ rằng việc lựa chọn lượng bitum là chính xác. Nếu độ lệch ở mức độ lớn cho thấy lượng bitum, thành phần hạt khoáng lựa chọn chưa chính xác.

14.3.6. Tính dễ tạo hình của bê tông atfan

Tính dễ tạo hình của hỗn hợp của bê tông atfan là đảm bảo cho việc vận chuyển, rải, đầm chắc bê tông atfan cũng như chất lượng của bê tông sau thi công đạt các yêu cầu kĩ thuật trên cơ sở thành phần vật liệu đã lựa chọn đúng. Tính dễ tạo hình được đặc trưng bằng độ dẻo hay cứng của hỗn hợp. Căn cứ vào độ dẻo chia hỗn hợp bê tông làm hai loại : dẻo và chảy. Bê tông dẻo được đầm chắc bằng lu hoặc đầm chân động. Bê tông chảy được đầm nén nhờ trọng lượng bản thân.

Mức độ dễ tạo hình của hỗn hợp bê tông atfan dẻo rải nóng được đánh giá dựa trên cơ sở xác định thời gian và lực kéo mẫu kim loại hình nón chuẩn ra khỏi hỗn hợp (phương pháp I.A.Rubiev) ghi trong bảng 14-1.

Bảng 14-1

Dạng hỗn hợp	Quy định chỉ tiêu	
	Lực (kG)	Thời gian (gy)
Hỗn hợp dẻo		
- hạt nhỏ	2,0 - 2,5	10,0 - 12,5
- hạt vừa	2,35 - 3,0	11,5 - 15,0
Hỗn hợp cứng	< 1,5	< 7,5

14.3.7. Yêu cầu kĩ thuật

Yêu cầu kĩ thuật của các loại bê tông atfan làm đường rải nóng và ẩm ghi trong bảng 14-2.

Bảng 14-2

Các chỉ tiêu	Quy định với bê tông mác		
	I	II	III
1	2	3	4
1. Cường độ giới hạn chịu nén kG/cm ² , khi t = 20°C, với mọi mác, không nhỏ hơn	$\frac{25}{20}$	$\frac{22}{20}$	$\frac{20}{16}$
khi t = 50°C, không nhỏ hơn, với mác A	9,0	8,0	-
B và C	$\frac{11}{9}$	$\frac{10}{8}$	$\frac{9}{7}$

Bảng 14-2 (tiếp theo)

1	2	3	4
D	$\frac{16}{12}$	$\frac{12}{10}$	$\frac{9}{7}$
E	-	$\frac{12}{9}$	$\frac{9}{7}$
khi 0°C không lớn hơn, kG/cm ² , với mọi mức.	$\frac{110}{70}$	$\frac{120}{75}$	$\frac{120}{80}$
2. Độ ổn định nước, không nhỏ hơn	$\frac{0,9}{0,8}$	$\frac{0,85}{0,75}$	$\frac{0,75}{0,7}$
3. Độ nở, % theo thể tích, không lớn hơn	$\frac{0,5}{0,7}$	$\frac{1,5}{1,0}$	$\frac{0,1}{1,5}$
4. Độ rỗng còn lại, % theo thể tích	2,0 - 3,5	2,0 - 5,0	3,0 - 7,0

14.4. Vật liệu chế tạo bê tông atfan

14.4.1. Đá dăm hay sỏi

Chất lượng của đá dăm hay sỏi về 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 atfan.

Các chỉ tiêu chất lượng của đá dăm hay sỏi để chế tạo bê tông atfan cũng được xác định như khi chế tạo bê tông xi măng nặng.

Đá dăm dùng để chế tạo bê tông atfan 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 20-40 ; 10-20 và 5-10mm.

Tùy theo cường độ chịu nén của đá gốc mà đá dăm dùng chế tạo bê tông atfan có các loại khác nhau như ghi trong bảng 14-3.

Đá dăm (hay sỏi) dùng để chế tạo bê tông atfan chỉ được phép chứa các hạt dẹt : đối với bê tông loại A : < 20%, đối với loại B và B_x : < 25% ; loại C và C_x : < 35% theo khối lượng.

Bảng 14-3

Chỉ tiêu	Quy định theo mác hỗn hợp					
	I		II		III	
	A	B	A	B	C	B, C
Cường độ, kG/cm ² , không nhỏ hơn						
1. Đá dăm từ đá macma và biến chất	1200	1200	1000	1000	800	600-800
2. Đá dăm từ đá trầm tích dạng cacbonát.	-	1000	-	800	600	400-600
3. Đá dăm từ đá trầm tích ở dạng khối lớn	1200	1000	1000	800	600	600
4. Sỏi	-	Đp8	Đp8	Đp12	Đp16	Đp16

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.

14.4.2. Cát

Vai trò của cát trong hỗn hợp bê tông atfan là chèn kẽ hở giữa các hạt cốt liệu lớn, làm tăng độ đặc của hỗn hợp. Có thể dùng cát thiên nhiên hay nhân tạo, có các chỉ tiêu kỹ thuật phù hợp với quy phạm như khi dùng cho bê tông nặng.

Cát thiên nhiên để chế tạo hỗn hợp bê tông atfan chỉ dùng loại hạt lớn ($M_{dl} \geq 2,5$) và hạt vừa ($M_{dl} = 2 \div 2,5$). Khi không

có cát hạt lớn thì thành phần hỗn hợp bê tông atfan loại A và B sẽ lựa chọn dùng cát hạt nhỏ theo nguyên tắc thành phần hạt không liên tục.

Cát nghiền cần phải chế tạo từ đá có cường độ không nhỏ hơn cường độ của đá dùng làm đá dăm ($600 - 1000 \text{ kG/cm}^2$).

Đối với hỗn hợp bê tông atfan loại G sẽ dùng cát nghiền. Cát này được nghiền từ đá macma có mác không nhỏ hơn 1000. Hàm lượng các hạt nhỏ hơn $0,071 \text{ mm}$ ở trong cát nghiền không được lớn hơn 14% theo trọng lượng, trong đó lượng hạt sét không được lớn hơn 0,5%, lượng hạt nhỏ hơn $0,14 \text{ mm}$ không lớn hơn 20%.

14.4.3. Bột khoáng

Bột khoáng là một thành phần quan trọng trong hỗn hợp bê tông atfan. Nó không những nhét đầy lỗ rỗng giữa các loại cốt liệu lớn hơn (cát, đá dăm hay sỏi) làm tăng độ đặc của hỗn hợp mà còn làm tăng diện tích tiếp xúc, làm cho màng bitum trên mặt hạt khoáng càng mỏng và như vậy lực tương tác giữa chúng tăng lên, cường độ của bê tông atfan tăng lên.

Khi trộn với bitum trong hỗn hợp bê tông atfan, bột khoáng cần tạo nên một lớp hoạt tính, ổn định nước. Mối quan hệ vật lí, hóa học giữa bề mặt hạt bột khoáng và bitum làm tăng cường độ của bê tông atfan, nhưng cũng làm tăng tính giòn của nó. Vì vậy, lượng bột đá trong bê tông chỉ được dùng trong một giới hạn nhất định để tránh làm tăng tốc độ hóa già của bitum trong bê tông. Bột khoáng để chế tạo bê tông atfan thường sử dụng các loại bột mịn từ đá vôi và đá đolômit. Cường độ chịu nén của đá không nhỏ hơn 200 kG/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 và phải thỏa mãn các yêu cầu sau :

- Độ nhỏ : lượng lọt qua sàng có kích thước lỗ sàng :

1,25mm	100%
0,315mm	$\geq 90\%$
0,071mm	$\geq 70\%$

- Độ rỗng khi lèn chặt với tải trọng 400kG/cm^2 đối với tro, bụi xi măng, xi, không được lớn hơn 45%, còn đối với loại bột đá đặc chắc thì không được lớn hơn 40%.

- Hệ số ưa nước K_u được xác định bằng công thức

$$K_u = \frac{V_1}{V_2}, \text{ trong đó } V_1 - \text{ thể tích lắng trong nước của 5g}$$

bột khoáng, V_2 - thể tích lắng trong dầu (môi trường không phân cực) của 5g bột khoáng.

Đối với những hạt $< 1,25\text{mm}$ quy định $K_u \neq 1$.

Nếu $K_u > 1$ thì vật liệu ưa nước và ngược lại $K_u < 1$ - vật liệu ghét nước. Bột khoáng kỵ nước liên kết tốt với bitum làm tăng cường độ bê tông atfan.

Với hỗn hợp loại II, và loại III có thể dùng bột khoáng từ tro than đá, bụi xi măng, bột vỏ sò hến,... phù hợp quy định của tiêu chuẩn 9128-84 của Nga. Bột khoáng được tăng cường chất lượng bằng cách hoạt hóa bề mặt khi nghiền. Hỗn hợp hoạt tính bề mặt gồm bitum và chất hoạt động bề mặt với tỉ lệ là 1/1 đến 1/1,1. Lượng hỗn hợp hoạt tính phối hợp với lượng bột khoáng theo tỉ lệ 1,5 ÷ 2,5%.

14.4.4. Bitum

Hỗn hợp bê tông atfan thường dùng bitum dầu mỏ xây dựng đường làm chất kết dính. Loại bitum này phải có các chỉ tiêu kĩ thuật phù hợp với quy phạm.

Theo phương pháp rải, tính chất xe chạy, điều kiện khí hậu mà chọn mác bitum cho hợp lí. Ở những đường xe nặng chạy nhiều thuộc vùng khí hậu nóng thì dùng loại bitum mác cao. Cách chọn loại bitum có thể tham khảo quy phạm 9128-84, Nga. Để tăng tính ổn định nhiệt có thể dùng hỗn hợp bitum với cao su, pôlime

14.5. Thiết kế thành phần bê tông atfan

Mục đích của việc lựa chọn thành phần là đạt được một dạng (nóng, ấm, nguội) và loại (A, B...) bê tông atfan, có xét

đến điều kiện làm việc (vùng khí hậu, đặc tính chịu tải), loại vật liệu khoáng vật, loại bitum và lượng bitum tối ưu, tỉ lệ giữa các thành phần, để có được một hỗn hợp bê tông phù hợp với yêu cầu :

Khi thiết kế thành phần bê tông cần chú ý một số vấn đề sau :

Chất lượng khai thác mặt đường phụ thuộc đáng kể vào thành phần của bê tông atfan. Khi dùng cát lớn và vừa cần tính toán theo cấp phối hạt liên tục (bảng 14-4 và hình 14-3). Khi dùng cát nhỏ sử dụng cấp phối hạt gián đoạn (bảng 14-4 và hình 14-4).

Nên sử dụng các phụ gia hoạt tính, bột khoáng hoạt tính để tăng cường chất lượng bê tông atfan.

Theo mục đích và chỉ dẫn trên, có thể có một vài phương pháp thiết kế, song phổ biến và có kết quả tin cậy là phương pháp được xây dựng trên cơ sở lí thuyết về đường cong độ đặc hợp lí của hỗn hợp vật liệu khoáng của bê tông atfan. Phương pháp này đã kết hợp tính toán với thực nghiệm.

Trình tự thiết kế thành phần bê tông atfan 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 kĩ thuật trên các mẫu thử.

14.5.1. Lựa chọn thành phần vật liệu khoáng để chế tạo bê tông atfan

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 phải phù hợp với yêu cầu của quy phạm.

Hỗn hợp vật liệu khoáng được lựa chọn sao cho đảm bảo được độ đặc hợp lí.

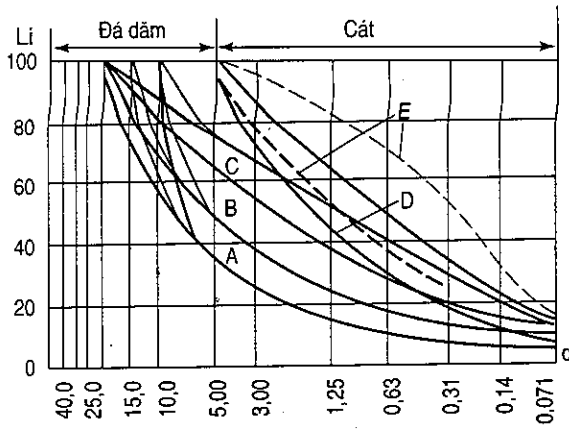
Thành phần cấp phối hạt theo quy phạm được giới thiệu trên hình 14-3, 14-4 và bảng 14-4, 14-5.

Thành phần vật liệu khoáng trong bê tông atfan thông thường gồm 3 loại : đá dăm, cát, bột khoáng với tỉ lệ là D, C, B%.

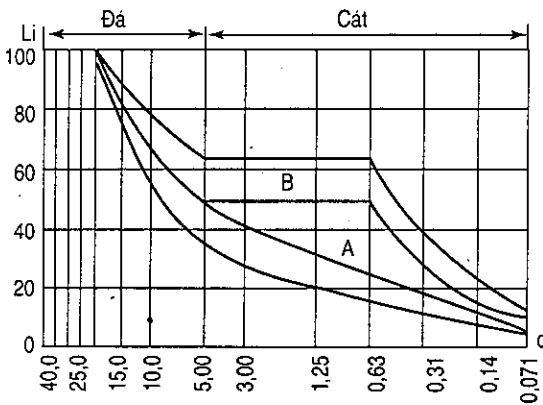
THÀNH PHẦN HẠT CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG ATFAN NÓNG VÀ ẤM

Bảng 14-4

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 cốt loại D	-	-	-	95 - 100	68 - 83	45 - 67	28 - 50	18 - 35	11 - 24	8 - 16	7,0 - 9,0
E	-	-	-	95 - 100	74 - 93	53 - 86	37 - 75	27 - 55	17 - 33	10 - 16	7,0 - 9,0
Thành phần hạt không liên tục											
Hạt nhỏ loại A	95 - 100	78 - 100	60 - 100	35 - 50	28 - 50	22 - 50	18 - 50	14 - 28	8 - 15	4 - 10	5,0 - 6,5
B	95 - 100	85 - 100	70 - 100	50 - 65	40 - 65	34 - 65	27 - 65	20 - 40	14 - 23	6 - 12	5,5 - 7,0



Hình 14-3. Thành phần hạt liên tục của bê tông nhựa nóng.



Hình 14-4. Thành phần hạt gián đoạn của bê tông nhựa nóng.

THÀNH PHẦN HẠT CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG NGƯỜI

Bảng 14-5

Dạng và loại hỗn hợp	Lượng lọt qua sàng, %, ở các cỡ hạt, mm								Lượng bitum, %		
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315		0,14	0,071
Loại nhỏ											
Bx	95 - 100	85 - 100	70 - 100	50 - 65	33 - 50	21 - 39	14 - 29	60 - 22	9 - 16	8 - 12	3,5 - 5,5
Cx	95 - 100	88 - 100	80 - 100	50 - 60	39 - 49	29 - 38	22 - 31	22 - 31	16 - 22	12 - 17	4,0 - 6,0
BT cát loại Dx, Ex	-	-	-	95 - 100	66 - 82	46 - 68	26 - 54	18 - 43	14 - 30	12 - 20	4,5 - 6,5

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 :

$$D + C + B + M = 100\%$$

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 lí theo quy phạm và của đá dăm.

Xác định lượng bột khoáng : Tỉ lệ phần trăm của bột khoáng (có cỡ hạt < 0,071mm) được xác định theo công thức sau (phần cát và đá mịn có cỡ hạt < 0,071mm 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 lí 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 :

$$C + M = 100 - B - D$$

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 lí. Yêu cầu L_x phải phù hợp với giới hạn thành phần của hỗn hợp hợp lí theo quy phạm. Nếu thành phần chọn được không hợp quy phạm thì có thể điều chỉnh lại các lượng vật liệu để có L_x hợp quy phạm.

14.5.2. 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 atfan và độ rỗng còn lại của bê tông atfan theo quy định ở quy phạm.

Chuẩn bị các mẫu thí nghiệm từ hỗn hợp bê tông atfan, trong đó lượng bitum dùng giảm đi 0,3 - 0,5% so với giới hạn dưới của các trị số trong bảng.

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, % ;
 ρ_k - trọng lượng riêng của vật liệu khoáng g/cm^3 ;
 V_k - trị số độ rỗng của bê tông atfan theo quy phạm ở 20°C, % ;
 ρ_b - trọng lượng riêng của bitum ở 20°C, g/cm^3 .

14.5.3. 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 atfan. 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 mọi yêu cầu theo quy định.

14.5.4. Thí dụ tính toán thành phần bê tông atfan

Yêu cầu lựa chọn thành phần bê tông atfan rải nóng, hạt nhỏ, loại dùng cho lớp trên của kết cấu mặt đường. Vật liệu : bitum số 4, đá dăm, đá mặt, cát sông, bột đá vôi có tính chất phù hợp với yêu cầu kĩ thuật và thành phần hạt.

Tính toán thành phần vật liệu khoáng của hỗn hợp bê tông atfan

- *Tính lượng đá dăm*

Xét mắt sàng có đường kính 5mm, theo quy phạm lượng hạt có đường kính lớn hơn 5mm phải có hàm lượng 35 - 50% (do lượng hạt lọt qua sàng 5mm nằm trong phạm vi 50 - 65%).

Vậy lượng hạt có đường kính lớn hơn 5mm theo quy phạm bằng :

$$A_5 = 0,5 (50 + 35) = 42,5 \approx 43\%$$

Lượng hạt có đường kính lớn hơn 5mm trong đá dăm là 95%.

Như vậy : $D = \frac{43}{95} 100 = 45\%$.

THÍ DỤ VỀ THÀNH PHẦN HẠT VÀ CÁC SỐ LIỆU
TÍNH TOÁN THÀNH PHẦN BÊ TÔNG ATFAN

Bảng 14-6

Vật liệu khoáng	Lượng vật liệu khoáng, %, lọt qua sàng kích thước									
	20	15	10	5	3	1,25	0,31	0,63	0,14	0,071
Đá dăm 5-15mm	100	95	57	5						
Đá mặt				100	76	44	20	12	5	
Cát sông					100	73	60	40	20	3
Bột khoáng							100	93	83	74
Hỗn hợp theo quy phạm	95 - 100	85 - 100	70 - 100	50 - 65	38 - 52	28 - 39	20 - 29	14 - 22	9 - 16	6 - 12
Các số liệu tính toán										
Đá dăm 45%	45	43	27	2						
Đá mặt 21%	21	21	21	21	16	9,2	4,2	2,5	1,0	
Cát sông 24%	24	24	24	24	24	17,5	14,4	9,6	4,8	0,7
Bột khoáng 10%	10	10	10	10	10	10	10	9,3	8,3	7,4
Thành phần hỗn hợp đã chọn	100	98	82	57	40	36,7	28,6	21,4	14,1	8,1

- *Tính lượng bột khoáng :*

Theo quy phạm yêu cầu lượng hạt có đường kính nhỏ hơn 0,071 phải nằm trong phạm vi 6 - 10%.

Trong tính toán chọn $y_{0,071} = 8\%$ và $B_{0,071} = 74\%$.

$$B = \frac{8}{74} \times 100 = 10,8\% \text{ chọn } B = 10\%$$

- *Lượng cát và đá mịn sẽ là :*

$$C + M = 100 - 45 - 10 = 45\%$$

Khi tính riêng lượng cát và đá mịn, xét cỡ sàng tiêu biểu của cát và đá mịn là 1,25mm - quy phạm yêu cầu lượng hạt nhỏ hơn 1,25mm phải ở trong phạm vi 28 - 39% (có thể dùng 34%) ; nhưng trong đó đã có 10% B, nên lượng hạt nhỏ hơn 1,25mm không kể bột đá là 24%.

Lượng cát C phải thỏa mãn phương trình sau :

$$\frac{C.73}{100} + \frac{(45 - C)44}{100} = 24\%$$

Trong đó, 73 và 44 là lượng hạt có kích thước nhỏ hơn 1,25mm của cát và đá mịn.

$$C = 24\%, M = 21\%.$$

Tính toán lượng lọt qua sàng của từng loại vật liệu tại các cỡ hạt ghi trong bảng 14-6.

Kiểm tra kết quả cấp phối hạt đã chọn thấy phù hợp với thành phần hạt hợp lí theo quy phạm (bảng 14-6)

- *Tính lượng bitum tối ưu :*

Lượng bitum theo quy phạm quy định cho loại bê tông yêu cầu là 5,5%. Chọn lượng bitum dùng để nhào trộn với hỗn hợp vật liệu khoáng đã có là 5,2%.

Từ hỗn hợp đã có, chế tạo 3 mẫu thử có $d = h = 71,4\text{mm}$. Đầm chắc mẫu thử bằng phương pháp phối hợp - rung mẫu trên bàn rung (ở nhiệt độ 180°C trong thời gian 180gy dưới tác dụng tải trọng $0,3 \text{ kG/cm}^2$). Cuối cùng làm đặc bằng tải

trọng 200 kg/cm^2 . Sau 12 - 42 giờ, xác định được khối lượng riêng của mẫu thử bằng $2,32 \text{ g/cm}^3$.

Với khối lượng riêng của hỗn hợp vật liệu khoáng là $2,68 \text{ g/cm}^3$, của bitum $\rho_b = 1 \text{ g/cm}^3$ và độ rỗng còn lại của bê tông atfan là 4%, ta có

$$\rho_k = \frac{2,32 \cdot 100}{100 + 5,2} = 2,2 \text{ g/cm}^3$$

Độ rỗng của hỗn hợp vật liệu khoáng :

$$V_K^o = \left(1 - \frac{2,2}{2,68} \right) 100 = 17,9\%$$

Lượng bitum tối ưu

$$B = \frac{(17,9 - 4,0) \times 1,0}{2,20} = 6,3\%$$

Kiểm tra trên các mẫu thử bê tông atfan với lượng bitum thay đổi từ 5,5% đến 7% cho thấy tại điểm có $B = 6,5\%$, giá trị R_{20} , R_{50} là lớn nhất và độ hút nước nằm dưới giới hạn nhỏ nhất. Như vậy, việc chọn lượng bitum tối ưu trên là đáng tin cậy.

14.6. Công nghệ chế tạo bê tông atfan

Công nghệ chế tạo bê tông atfan hoàn toàn phù hợp với các nguyên tắc của công nghệ lí thuyết để có kết vật liệu nhân tạo. Tuy nhiên công nghệ này có một số điểm đặc biệt khác nhau khi chế tạo các dạng bê tông atfan khác nhau.

14.6.1. Công nghệ chung

Trong giai đoạn chuẩn bị, nguyên liệu đá dăm (sỏi), cát cần được sấy khô và nung đến nhiệt độ phù hợp với độ nhớt của bitum. Bitum cần phải đun đến nhiệt độ thi công. Nhiệt độ đun nóng bitum từ 140° đến 200°C tùy theo độ quánh của bitum và loại bê tông atfan (nóng, ẩm...).

Trộn vật liệu khoáng với bitum có ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng bê tông. Việc trộn bê tông atfan được tiến hành theo 2 giai đoạn :



Giai đoạn 1 (trộn khô). Đá dăm nóng, 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.

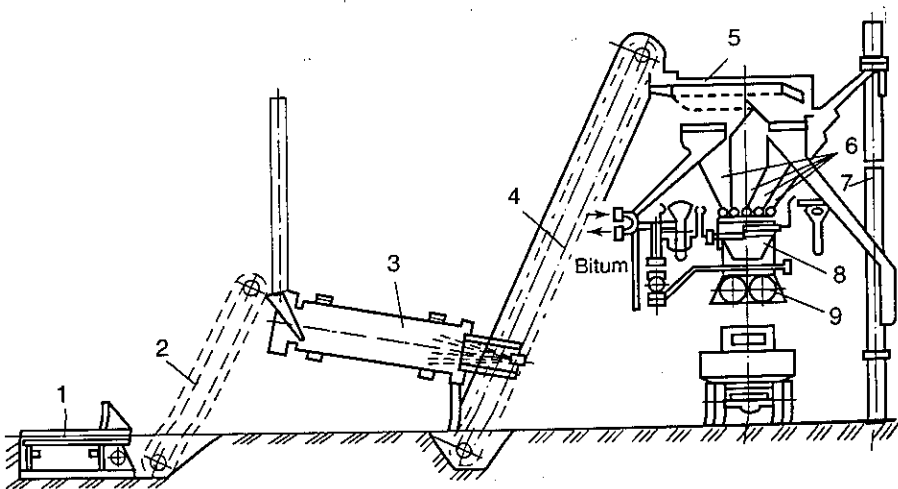
Giai đoạn 2. Trộn hỗn hợp khoáng với bitum đến nhiệt độ thi công trong thời gian quy định, với máy trộn tự do - khoảng 450 - 500 gy ; máy trộn cưỡng bức - khoảng 50 - 150gy tùy theo loại bê tông atfan.

Vận chuyển và rải bê tông atfan tại nơi công tác. Yêu cầu nhiệt độ bê tông atfan phải đảm bảo đạt nhiệt độ thi công khi bắt đầu rải và đầm chắc.

Để đảm bảo chất lượng lớp phủ mặt đường cần chế tạo bê tông ở những xưởng bê tông atfan cố định.

14.6.2. Xưởng chế tạo bê tông atfan

Xưởng chế tạo bê tông atfan 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 bộ phận cơ bản nhất. Công việc nhào trộn được tiến hành tại các trạm trộn nóng được trình bày trên hình 14-5.



Hình 14-5. Trạm trộn nóng.

Cát và đá dăm đã được chuẩn bị trước (1) theo các số liệu quy phạm được đưa vào thùng sấy (3) nhờ các máy chuyển vật liệu (2). Trong thùng sấy nhiệt độ từ 200 - 220°C. Máng chuyển nóng (4) chuyển đá dăm và cát vào sàng chấn động (5). Những hạt đá và cát phù hợp thành phần hạt quy 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 một mẻ trộn và chuyển vào máy trộn (9). Hỗn hợp vật liệu khoáng được trộn khô trong thời gian 10 - 20 gy. Sau đó đưa bitum đã đun ở nhiệt độ cần thiết vào. Nâng nhiệt toàn bộ hỗn hợp lên đến 150 - 170°C và trộn trong 60 - 80 gy đến khi nhận được hỗn hợp bê tông atfan. Dùng ô tô chuyên dụng vận chuyển hỗn hợp bê tông atfan đến địa điểm thi công. Việc rải và đầm chắc bê tông atfan thì tùy theo loại bê tông, yêu cầu lớp phủ mặt đường và thiết bị mà theo những quy trình công nghệ riêng.

Ở Việt Nam hiện nay thường dùng các trạm trộn của Nga, Nhật và Mĩ. Các trạm trộn thường dùng máy trộn, làm việc theo nguyên tắc trộn cưỡng bức và tự động điều khiển quá trình trộn.

Chương 15

VẬT LIỆU VÀ SẢN PHẨM CHẤT DẸO

15.1. Khái niệm về chất dẻo

15.1.1. Thành phần của chất dẻo

Chất dẻo là tên gọi một nhóm vật liệu hữu cơ (nhân tạo hoặc thiên nhiên), mà các cao phân tử - pôlime - 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 (pôlime), chất độn (bột vô cơ hoặc hữu cơ, sợi, vải, vẩy), chất hóa dẻo (để cải thiện khả năng tạo hình cho chất dẻo), chất rắn nhanh và chất tạo màu. Cấu trúc và tính chất của chất dẻo, ngoài pôlime còn phụ thuộc vào các cấu tử khác.

Pôlime 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 cấu tạo của mạch pôlime người ta chia pôlime thành pôlime mạch cacbon (trong mạch chỉ có nguyên tử cacbon) và pôlime dị mạch (ngoài cacbon còn có oxy, nitơ và các nguyên tố khác). Theo phương pháp sản xuất chúng được chia ra hai nhóm : nhóm A gồm những pôlime được sản xuất bằng phương pháp trùng hợp chuỗi và nhóm B gồm những pôlime nhận được bằng phương pháp trùng ngưng và trùng hợp phân đoạn. Những pôlime được sử dụng rộng rãi nhất trong công nghiệp sản xuất vật liệu và sản phẩm xây dựng là : Nhóm A : polietylen, polipropylen, polivinylclorit, poliizobutylen, polistiron, polivinylaxétát, poliacrilat v.v... Nhóm B : fenol aldêhyt, fenol fomaldêhyt, rezoxin fomaldêhyt, pôlime trên cơ sở trùng ngưng (amit và amin Pomaldêhyt pôlime glifitan, poliuretan, poliesticacrilat) cũng như silic hữu cơ và êpoxít.

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 cơ 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, thủy tinh) được sử dụng khá rộng rãi, chúng 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 thủy tinh, cactông amiăng, dăm bào gỗ,...) cũng làm tăng cường độ chất dẻo.

Chất hóa dẻo là những chất làm tăng tính dẻo cho chất dẻo. Chúng cần phải trơ về mặt hóa học, ít bay hơi và không độc. Những chất hóa 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, oxyt chì, oxyt crôm, untramarin, v. v...)

Chất xúc tác có tác dụng rút ngắn thời gian rắn chắc của chất dẻo, thí dụ đối với fenolfomalđehit người ta hay dùng với và urotropin.

Vật liệu bôi trơn dùng để bôi trơn khuôn làm chất dẻo không dính vào khuôn, thí dụ stearin, axit oleic, v.v...

15.1.2. Phân loại chất dẻo

Dựa vào tính chất cơ lí, cấu trúc và các tính chất có liên quan đến nhiệt người ta phân chất dẻo ra làm những loại khác nhau.

Theo tính chất cơ lí, chất dẻo được phân ra chất dẻo và chất đàn hồi.

Chất dẻo được chia ra các loại : cứng, bán cứng và mềm. *Chất dẻo cứng* là vật liệu đàn hồi rắn, cấu trúc vô định hình, có môđun đàn hồi lớn hơn 10.000 kG/cm², độ giãn dài khi đứt nhỏ, giữ được hình dạng dưới tác dụng của ngoại lực trong điều kiện nhiệt độ thường và nhiệt độ cao. *Chất dẻo bán cứng* là vật liệu đàn hồi rắn, cấu trúc tinh thể, có môđun đàn hồi trung

bình ($> 4000 \text{ kG/cm}^2$), độ giãn dài tương đối và độ giãn dài dư khi đứt cao. Trong đó, độ giãn dài dư là thuận nghịch và hoàn toàn biến mất khi đạt đến nhiệt độ chảy của tinh thể.

Chất dẻo mềm là vật liệu mềm và đàn hồi, có modun đàn hồi thấp ($< 200 \text{ kG/cm}^2$), độ giãn dài tương đối lớn, độ giãn dài dư nhỏ. Trong đó ở nhiệt độ thường biến dạng thuận nghịch biến mất với tốc độ chậm.

Chất đàn hồi là vật liệu mềm và đàn hồi với modun đàn hồi thấp ($< 200 \text{ kG/cm}^2$), biến dạng khi kéo rất lớn. Trong đó, toàn bộ hoặc phần lớn biến dạng biến mất với tốc độ lớn (trong khoảnh khắc) ngay ở nhiệt độ thường.

Dựa vào sự biến đổi khi đốt nóng, chất dẻo được chia ra loại dẻo nóng và loại cứng nóng.

Vật liệu dẻo nóng như polietylen, polivinylclorit, polistiron v.v... khi nung nóng thì mềm ra và có tính dẻo còn khi nguội thì rắn chắc lại. Loại vật liệu này có thể tạo hình bằng phương pháp rót, kéo hoặc đúc khuôn. Nhược điểm của nó là cường độ và tính bền nhiệt không lớn.

Đối với *loại cứng nóng* thì khi nung nóng vẫn giữ được trạng thái cứng, không bị chảy lỏng. Loại vật liệu này, như chất dẻo amin, chất dẻo trên cơ sở nhựa polieste và như epoxi, có tính ổn định nhiệt cao.

15.2. Tính chất chủ yếu của chất dẻo

Chất dẻo có nhiều tính chất quý báu, các chỉ tiêu cơ lí cao. Khối lượng thể tích dao động trong khoảng $10 - 2200 \text{ kg/cm}^3$, 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 kG/cm^2 , có chất độn dạng sợi thủy tinh dị hướng (CBAM) - $4800 - 9500 \text{ kG/cm}^2$. Hệ số phẩm chất kết cấu của chất dẻo rất lớn - 2,2 (CBAM), trong khi đó thép là 0,5, đũa - 1,6.

Chất dẻo không bị ăn mòn : Nói chung nó bền với dung dịch axit và kiềm yếu. Có một số chất dẻo (thí dụ polietylen, poliizobutylen, polistirôn, polivinylclorít) thậm chí còn bền với cả dung dịch axit, muối và kiềm đậm đặc. Vì vậy chất dẻo được sử dụng rộng rãi trong xây dựng các xí nghiệp hóa chất, hệ thống thoát nước và bảo vệ điện.

Chất dẻo, bình thường là vật liệu dẫn nhiệt kém ($\lambda = 0,28 - 0,69$ kCal/m. $^{\circ}$ C.h). Chất dẻo bột và chất dẻo khí dẫn nhiệt còn kém hơn nữa ($\lambda = 0,05 - 0,24$ kCal/m. $^{\circ}$ C.h). Vì thế chất dẻo được sử dụng rộng rãi để làm VLCN.

Chất dẻo có thể nhuộm thành màu sắc bất kì. Khi sử dụng những chất tạo màu bền vững chúng có thể giữ được màu sắc rất lâu, nên không phải sơn định kì.

Chất dẻo rất dễ gia công thành các sản phẩm có hình dạng phong phú, thậm chí là 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 đồ chứa. Hàn có thể thực hiện bằng những thiết bị đơn giản với sự tham gia của khí nóng (thí dụ CO_2) ở nhiệt độ $150 - 250^{\circ}\text{C}$.

Một ưu điểm nữa của chất dẻo là nguồn nguyên liệu vô tận. Chúng có thể nhận được từ nhiều chất hóa 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 các chất dẻo có tính bền nhiệt không cao ($70^{\circ}\text{C} - 200^{\circ}\text{C}$), chỉ có một số loại chất dẻo (silic hữu cơ, politetrafloetylen) có thể làm việc ở nhiệt độ 250°C . Chất dẻo có độ cứng không lớn. Thí dụ chất dẻo polistirôn, chất dẻo acrilat có độ cứng (theo phương pháp Brinen) khoảng 1500 kG/cm 2 , còn chất dẻo tectolit - 3500, chất dẻo xenlulô (êtról) - 400 - 500 (chỉ tiêu này ở thép là 45000). Chất dẻo có hệ số nở nhiệt lớn ($25 - 120$). 10^{-6} , trong khi ở thép là 10.10^{-6} . 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 hóa già, cường độ và độ cứng giảm, tính giòn xuất hiện, biến màu. Sự hóa 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.

15.3. Vật liệu và 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 mattit tổng hợp ; vật liệu cách nhiệt và vật liệu cách âm ; vật liệu lọc, ngăn nước và vật liệu gắn ; các thiết bị kĩ thuật vệ sinh, ống dẫn ; vật liệu làm cốt, sơn tổng hợp.

15.3.1. Vật liệu lát sàn

Vật liệu pôlime 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 thỏa mãn các yêu cầu của sàn.

Vật liệu lát sàn được chia làm 3 nhóm : vật liệu cuộn, vật liệu tấm và vật liệu để cấu tạo sàn liền khối.

Vật liệu cuộn

Vật liệu cuộn để phủ sàn được sản xuất trên cơ sở pôlime và các chất độn khác nhau. Ngoài ra, người ta còn cho thêm chất hóa dẻo, chất tạo màu và các phụ gia khác. Theo loại pôlime sử dụng phân ra : vật liệu cuộn gliptan (polieste), polivinylclorit, coloxilin, 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 polimegliptan biến tính, chất độn (bột nút, bột gỗ), chất tạo màu và phụ gia. Kích thước của tấm vải sơn (dạng cuộn) dài 20m, rộng 1,8 - 2m, dày 2,5 - 3mm.

Vải sơn được đặc trưng bằng các chỉ tiêu cơ lí sau : độ mài mòn 0,06 g/cm², độ hút nước sau 24 giờ > 6%, độ cứng

> 0,7 mm (chiều sâu vết lõm viên bi đường kính 5 mm dưới tải trọng 100 kG) và độ đàn hồi < 50%.

Vải sơn gliptan được sản xuất với các hoa văn một màu hoặc nhiều màu khác nhau.

Vải sơn polivinylclorit được sản xuất từ polivinylclorit, chất độn, chất hóa dẻo, chất tạo màu và các phụ gia. Nó có thể có nền vải hoặc không. Vải sơn không nền 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. Các chỉ tiêu tính chất của nó được giới thiệu ở bảng 15-1.

Bảng 15-1

Loại vải sơn	Kích thước			Độ mài mòn, >, g/cm ²	Độ hút nước sau 24 giờ, >, %	Độ cứng, > mm	Độ đàn hồi, <, %
	Dài, <, m	Rộng, m	Dày mm				
Nền vải	12	1,4-1,6	2-2,5	0,06	5	0,5	50
Một và nhiều lớp không có nền	12	1,4-1,6	1,5-2,5	0,05	4	0,3	50
Có nền cách nhiệt-cách âm bằng phốt hoặc xốp	12	1,4-1,6	4 - 6	0,03	4	-	50

Muốn gắn vải sơn người ta dùng các loại mattit như mattit cumaron - cao su, mattit bitum, mattit nhựa bitum - izôn, mattit côlofan, mattit cazêin - xi măng.

Vải sơn coloxilin (nitroxenlulô) được sản xuất trên cơ sở coloxilin, chất hóa dẻo (dibutylfátat, tricrizotylfotfat), chất độn (thạch anh, oxyt nhôm, amiăng, quặng pirít thiêu) và chất tạo màu. Để tăng khả năng chống cháy cho colôxilín, người ta cho thêm axit boric ; để ổn định tính chất cho vải sơn - cho thêm chất ổn định (xentrolít hoặc urêtan hỗn hợp). Nó được sản xuất ở dạng cuộn có chiều dài < 12m, rộng 1,0 - 1,2m,

dày 2 - 4mm. Vải sơn coloxilin cần thỏa mãn những yêu cầu sau : độ mài mòn $\gt 0,05 \text{ g/cm}^2$, độ hút nước sau 24 giờ $\gt 6\%$, độ cứng $\gt 0,3 \text{ mm}$, độ đàn hồi $\lt 50\%$.

Vải sơn coloxilin được gắn với nền nhẵn cứng bằng mattit. Không được dùng vải sơn coloxilin cho nhà hát, rạp chiếu bóng và các công trình phục vụ thiếu nhi.

Vải sơn relin là vật liệu cuộn 2 hoặc 3 lớp, mặt trên ốp lớp trang trí chịu mài mòn. Khi sản xuất relin, người ta dùng cao su phế thải nghiền nhỏ trộn với bitum dầu mỏ hoặc sản phẩm khác có thành phần tương tự. Lớp lót dưới được chế tạo từ hỗn hợp cao su và amiăng. Lớp trang trí bề mặt được chế tạo từ cao su tổng hợp có cho thêm các chất như lưu huỳnh, chất rắn nhanh, chất tạo màu và chất độn. Chất độn thường là bột silicagen, cao lanh và bột gỗ.

Relin được sản xuất ở dạng cuộn với chiều dài không nhỏ hơn 9m, rộng 1,0 - 1,4m và dày $3 \pm 0,2 \text{ mm}$. Độ chống mài mòn không lớn hơn $0,05 \text{ g/cm}^2$, độ cứng không lớn hơn 1mm, độ đàn hồi không nhỏ hơn 5%. Relin có thể có một màu hoặc nhiều màu (dạng cẩm thạch) và có độ bền màu cao (sau khi ngâm trong nước 30 phút ở nhiệt độ 50°C màu hầu như không thay đổi), bền nước, chống mài mòn tốt, độ hút âm nhỏ, cách điện tốt và bền hóa học. Khi nhiệt độ dao động từ -25°C đến $+85^\circ\text{C}$ thực chất tính chất của relin không thay đổi.

Phương pháp lát relin cũng tương tự phương pháp lát các dạng vải sơn khác - dán hoặc không dán. Mối nối giữa các relin được gắn bằng mattit, còn xung quanh trực tiếp gắn vào chân tường. Relin được dùng để lát sàn cho nhà ở, nhà công cộng và nhà công nghiệp nơi có độ ẩm cao.

Vật liệu tấm

Vật liệu tấm được sản xuất trên cơ sở pôlime, chất hóa dẻo, chất độn và chất tạo màu. Sàn nhà từ vật liệu tấm ít bị mài mòn, bền và ổn định hóa học.

Tùy thuộc vào dạng nguyên liệu sử dụng, vật liệu tấm lát sàn được chia ra các loại : polivinylclorít, cumaron, - polivinylclorít, cumaron, bitum, cao su và tấm fenolít, tấm sợi

gỗ, tấm dăm gỗ (pôlime và cacbamat và fenol, chất độn là gỗ). Chúng rất phong phú về hình dạng, một lớp hoặc nhiều lớp, một màu hoặc nhiều màu, nhẵn hoặc vân sóng.

Việc sử dụng tấm lát sàn làm tăng tính nhiều về về hình mẫu và màu sắc trang trí của sàn nhà. Tuy vậy, sàn loại này không công nghiệp hóa được, chứa nhiều mối nối, tuổi thọ và tính vệ sinh lại kém hơn sàn lát vải sơn.

Vật liệu tấm lát sàn được sử dụng trong nhà ở, nhà công cộng và nhà công nghiệp được gắn trực tiếp lên nền bê tông, bê tông atfan hoặc xilolit bằng keo hoặc mattit đặc biệt. Tấm dăm bào và tấm sợi gỗ tuyệt đối không nên sử dụng, ở những nơi có độ ẩm cao. Chúng chỉ có thể dùng làm lớp đệm ở nơi có độ ẩm không lớn hơn 10%. Cũng không nên sử dụng tấm bitum để lát sàn cho nhà ở. Sàn lát vật liệu tấm kính tế hơn sàn ván, mặc dù việc lắp đặt tốn kém hơn.

Vật liệu cho sàn liền khối (không nối)

Sàn toàn khối không mối nối được sản xuất trên cơ sở pôlime, chất độn và xi măng (vật liệu pôlime xi măng). Tùy theo nguyên liệu sử dụng sàn không nối được chia ra làm 3 loại : polivinyl axêtat, pôlime - xi măng, bê tông pôlime ; theo công dụng chia ra : loại cho lớp mặt, loại giằng và loại đế chèn kín.

Tất cả các dạng vật liệu cho sàn toàn khối đều phải đảm bảo tạo ra loại sàn phẳng, không có mối nối, không dòn cục, không rỗ và không xù xì trên toàn bộ diện tích, có màu đồng nhất. Lớp phủ không được bong ra khỏi nền, không nứt rạn và không rộp phồng khi sử dụng.

Lớp phủ sàn không mối nối từ polivinylclorit, pôlime - xi măng và bê tông pôlime sử dụng trong nhà ở, nhà công cộng và các công trình công nghiệp rất vệ sinh và tiện lợi trong lúc sử dụng, có cường độ mài mòn cao. Trong thực tế xây dựng mattit polivinylaxetát và vật liệu pôlime xi măng được sử dụng rộng rãi nhất.

Sàn toàn khối từ mattit polivinylaxetát có cấu tạo một lớp hoặc 2 lớp. Phủ một lớp được đổ trên diện tích bằng phẳng với

chiều dày 1,5 - 2mm (cũng có thể lên đến 4mm). Khi nên không thỏa mãn yêu cầu người ta phủ 2 lớp với chiều dày 3 - 4 mm.

Mattit polivinylaxêtat được sản xuất từ chất kết dính, chất độn, chất tạo màu và nước. Chất kết dính là nhũ tương polivinylaxêtat chế tạo tại nhà máy chứa 50% polivinylaxêtat khô và 7,5% chất hóa dẻo. Chất độn thường là cát thạch anh nghiền mịn. Màu sắc của mattit được tạo ra bằng bột màu vô cơ bền axit và bền ánh sáng. Thành phần (theo khối lượng) của mattit cho lớp mặt như sau : nhũ tương polivinylaxêtat 56%, chất độn 30%, chất tạo màu 4% và nước 10% ; còn lớp dưới : nhũ tương polivinylaxêtat 36%, chất độn 54%, chất tạo màu 6% và nước 4%.

Vật liệu pôlime xi măng dùng để cấu tạo sàn liền khối được sản xuất từ nhũ tương polivinylaxêtat hoặc nhũ tương cao su divinyl - stiron (mù cây), xi măng poocăng, cát, bột đá cẩm thạch hoặc đá hoa cương và khoáng tạo màu. Thí dụ một công thức sản xuất có thành phần như sau : cho lớp mặt : xi măng poocăng mac 400 - 17,5%, nhũ tương polivinylaxêtat (nồng độ 50%) - 7,3%, chất độn 70%, chất tạo màu 5,2% ; còn cho lớp đệm : xi măng poocăng (mác 400) 13,5%, nhũ tương polivinylaxêtat (nồng độ 50%) 5,5%, chất độn 80%. Để tạo độ dẻo dễ thi công cần cho 45 - 55% nước (so với khối lượng xi măng).

Vật liệu pôlime - xi măng có độ dính bám cao, liên kết chắc với nền và có cường độ cơ học cao. Sàn từ vật liệu này có cấu tạo một lớp và hai lớp, một màu và nhiều màu. Hỗn hợp pôlime - xi măng được phân ra loại dẻo và loại chảy. Loại chảy hai lớp có chiều dày 3 - 4mm. Còn loại dẻo 7 - 10mm. Loại chảy hai lớp thì chiều dày 10 - 14mm.

15.3.2. Vật liệu để hoàn thiện tường trong

Về chất lượng trang trí, sự phong phú về màu sắc và hoa văn, vẻ sạch sẽ 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 và loại phiến.

Vật liệu cuộn được chế tạo từ pôlime (polivinylclorít, polistiron, ...), chất hóa dẻo, chất độn, bột màu và thuốc nhuộm (có nền hoặc không có nền). Người ta thường dùng cactông, giấy vải bông, ... để làm nền. Vật liệu cuộn thường dùng là vật liệu ở dạng băng, vải giả da. Vật liệu băng được quan tâm nhiều nhất là loại băng polivinylclorít 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 tác dụng của kiềm và axit yếu (10%), với dung dịch xà phòng nóng, các chất hữu cơ và các chất sát trùng; còn băng không 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 polivinylclorít 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 tấm được sản xuất bằng cách ép nóng những tờ giấy đặc biệt có tấm pôlime. Đối với lớp trong người ta dùng giấy xenlulô sunfát không tẩy trắng, tấm bằng nhựa fenolfomaldêhít, đối với lớp ngoài - dùng giấy xenlulô tẩy trắng và tấm bằng nhựa cacbamít.

Tấm giấy ép thuộc loại 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, mattít.

Tấm bìa gỗ bao gồm những tờ bìa gỗ mỏng tấm dung dịch pôlime (loại rezol) được dán lại với nhau bằng gia công nhiệt. Nó được 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 $(70 - 560) \times (90 - 120) \times 0,2$ cm, khối lượng thể tích $1330 - 1450$ kg/m³ ; cường độ kéo dọc thớ $1400 - 3000$ kG/cm², nén $1250 - 1800$ kG/cm², uốn $1500 - 2800$ kG/cm² ; 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.

Phiến ốp polime và vật liệu trang trí có chất lượng rất phong phú về màu sắc và hoa văn, hơn hẳn các loại vật liệu trang trí khác. Phiến ốp gồm 2 loại polistirôn và polivinylclorit. Trong đó phổ biến là polistirôn. Phiến polistirôn được sản xuất từ polistirôn dạng khối hoặc dạng nhũ tương, ngoài ra để tăng độ ổn định nhiệt và giảm giá thành người ta có thể cho thêm chất độn dạng bột (bột tan, cao lanh).

Phiến có mặt nhẵn, bóng hoặc kiểu gấn như thảm với các màu sắc khác nhau. Theo hình dạng nó có hình vuông : $100 \times 100 \times 1,25$; $150 \times 150 \times 1,35$; hình chữ nhật : $100 \times 50 \times 1,25$; $100 \times 20 \times 1,25$; $150 \times 75 \times 1,35$ và $150 \times 20 \times 1,35$ mm và các hình chấp nổi, với những mối nối phức tạp. Phiến polistirôn ổn định đối với tác dụng của dung dịch axit và kiềm 10% , bền nước và bền hơi, có các chỉ tiêu cường độ và độ cách nhiệt tốt, nhưng dễ cháy không nên dùng để ốp bên ngoài các kết cấu có thể bị cháy hoặc các bề mặt bị đốt nóng.

Phiến polistirôn được dùng để hoàn thiện bên trong nhà ở, nhà công cộng và nhà công nghiệp với các yêu cầu vệ sinh và chế độ nhiệt - ẩm cao (phòng tắm, khu vệ sinh, bệnh viện, nhà ăn, cửa hàng).

15.3.3. Vật liệu dùng cho kết cấu xây dựng

Một trong những điểm khác nhau cơ bản của vật liệu polime dùng cho kết cấu xây dựng so với các vật liệu thông thường khác là khối lượng thể tích nhỏ, cường độ cao, độ cách nhiệt, cách âm và ngăn nước cũng như khả năng chống lại tác dụng của các chất hóa học tốt.

Đối với kết cấu xây dựng người ta sử dụng chủ yếu là chất dẻo có cốt gia cường. Các loại chất dẻo thường dùng là : chất dẻo thủy tinh, thủy tinh hữu cơ, tấm vinylas, chất dẻo tổ ong và chất dẻo bột cứng.

Chất dẻo thủy tinh

Chất dẻo thủy tinh là loại vật liệu gồm có pôlime và chất độn là sản phẩm thủy tinh.

Tùy thuộc vào dạng chất độn thủy tinh, chất dẻo thủy tinh được phân làm 3 nhóm. Nhóm I : Sợi thủy tinh (sợi thẳng liên tục xếp thành từng lớp theo chiều dày vật liệu). Nhóm II : Sợi thủy tinh được cắt ngắn và dàn thành tấm thảm hoặc trải ra bằng cách phun. Nhóm III : Sợi thủy tinh ở dạng vải gai (tectolit).

Vật liệu sợi thủy tinh dị hướng - CBAM - là một dạng chất dẻo sợi thủy tinh thuộc nhóm I, được sản xuất bằng cách đặt và kéo căng các sợi thủy tinh song song với nhau đồng thời phun chất kết dính lên để tạo thành bìa thủy tinh. CBAM có thể gồm một số lớp bìa đặt vuông góc với nhau.

CBAM thường có kích thước dài đến 1000, rộng đến 500 và dày 1 - 30 mm. Tính chất cơ học của nó phụ thuộc vào dạng chất kết dính, chiều dày sợi thủy tinh, tỉ lệ pôlime và chất độn, sự phân bố của sợi trong bìa thủy tinh và phương pháp sắp đặt bìa trong cả chồng. Tính chất cơ lí của CBAM có 35% chất kết dính và sợi nằm giao nhau được đặc trưng bằng các chỉ tiêu : khối lượng thể tích 1900 - 2000 kg/m^3 ; cường độ chịu kéo 4500 kg/cm^2 , chịu nén 4000 kg/cm^2 , chịu uốn 7000 kg/cm^2 ; cường độ va đập 500 kg/cm^2 , độ cứng (theo phương pháp Brinen) 55.

Chất dẻo thủy tinh nhóm I được sử dụng cho bộ phận chịu lực của trần 3 lớp, các kết cấu bao che, cũng như làm cốt cho bê tông.

Chất dẻo thủy tinh trên cơ sở sợi thủy tinh ngắn (nhóm II) được sản xuất bằng cách phun hoặc ép thảm thủy tinh.

Trong phương pháp phun, sợi thủy tinh cắt ngắn với chiều dài 25 - 50 mm được trộn với pôlime, rồi nhờ súng phun phun lên mặt khuôn thành lớp mỏng. Khi dùng pôlime đông rắn nguội thì sản phẩm được tạo hình ở nhiệt độ bình thường, còn khi dùng pôlime rắn nóng thì phải tạo hình ở nhiệt độ đóng rắn của chất kết dính.

Việc sản xuất chất dẻo thủy tinh bằng cách ép lớp thảm thủy tinh tiến hành như sau : Nguyên liệu (khối thủy tinh hình cầu) được đổ vào lò nấu. Khi nó chảy lỏng thì được lấy ra theo khuôn kéo, rồi nhờ luồng khí nóng phun tung tóe thành những sợi mảnh. Trong khi các sợi còn lơ lửng tự do thì được tắm ngay trong màn sương mù pôlime, sau đó sợi lắng dần trên băng chuyên chuyển động liên tục, tạo thành một tấm thảm dày 0,5 - 2mm. Thảm được cắt ra thành từng dải, phết chất kết dính, xếp chồng rồi đưa vào máy ép.

Chất dẻo thủy tinh nhóm II dùng để chế tạo các bộ phận bao che và tường ngăn cho ánh sáng đi qua, các cửa trên tường để lấy ánh sáng và giữ nhiệt, cửa mái lấy ánh sáng, cũng như để cấu tạo lớp ngoài panen cho các phân xưởng để bị xâm thực hóa học.

Tectolít (nhóm III) được sản xuất từ vải thủy tinh với các kiểu dệt khác nhau. Dem vải thủy tinh đã được tắm pôlime sấy khô, cắt thành tấm rồi xếp thành từng chồng. Mỗi chồng được đặt vào 2 tấm kim loại rồi cho vào máy ép nóng.

Tectolít có các mác khác nhau tùy thuộc vào chiều dày của sợi, kiểu vải, hàm lượng và loại chất kết dính. Kích thước thường gặp của nó : $(1400 - 2400) \times (650 - 1000)$ (0,5 - 8)mm.

Các chỉ tiêu cơ lí của tectolít : khối lượng thể tích 1850 kg/m³, độ hút nước 1,5 - 3%, độ chống va đập 600 kG.cm/cm².

Tectolít độ bền nhiệt cao, độ hút nước không đáng kể (một số có độ bền nước tuyệt đối), độ bền hóa học cao. Nó có thể trong suốt (cho 85% ánh sáng đi qua), nửa trong suốt (cho 30 - 60% ánh sáng đi qua) và không trong suốt ; có màu hoặc không có màu. Chất dẻo thủy tinh không những có thể dùng chế tạo lớp ngoài và các chi tiết của panen tường 3 lớp, mà

còn làm vật liệu mái, thiết bị kĩ thuật vệ sinh, đường ống và các sản phẩm khác.

Thủy tinh hữu cơ

Kính hữu cơ (polimetyl metacrilát) là vật liệu có độ trong suốt cao, bền ánh sáng, tương đối nhẹ. Theo thời gian kính hữu cơ không bị vẩn đục, không bị vàng, không bị giòn và có độ bền khí hậu tốt. Thủy tinh hữu cơ có tính đàn hồi và giữ được tính chất đó ngay ở nhiệt độ thấp. Khi cường độ chịu uốn và kéo tăng độ giòn vẫn không tăng. Nó có cường độ chịu uốn vượt xa thủy tinh silicat (gần 7 lần).

Kính hữu cơ có tính nhiệt - dẻo, khi nhiệt độ thay đổi tính chất của nó thay đổi rất nhiều. Nếu bị nung nóng đến 60°C nó bị biến dạng ngay khi tải trọng còn nhỏ ; còn ở 120°C nó có tính dẻo của loại cao su mềm ; ở 160°C thì trở nên chảy lỏng ; ở nhiệt độ lớn hơn 300°C kính hữu cơ bị chảy hoàn toàn.

Kính hữu cơ được sản xuất ở dạng tấm dài 0,1 - 1,35m, rộng 0,1 - 1,25m và dày 2 - 2,3mm. Kính hữu cơ được trang trí, có màu (mờ) và không màu, có khối lượng thể tích 1200 kg/m^3 độ dẻo và đập 40 - 85 kG/cm².

Kính hữu cơ dùng để cấu tạo tường bao che và vách ngăn cho ánh sáng đi qua, các ô cửa đứng lấy ánh sáng một và hai lớp, vòm hứng ánh sáng trong nhà công cộng và nhà công nghiệp, phủ nhà kính trồng trọt.

Chất dẻo rỗng tổ ong

Chất dẻo rỗng tổ ong được chế tạo bằng cách ép nóng những tấm vải, bìa, v. v... đã tẩm pôlime cứng nóng thành những tấm có nếp gấp rồi phết keo những nếp cần gắn với nhau để tạo ra tổ ong. Việc gắn có thể thực hiện ở nhiệt độ thường hay nhiệt độ cao dưới áp lực 2,5 - 5 kG/cm².

Kích thước của sản phẩm loại này ; dài 1 - 1,5m, rộng 0,55 - 0,65m và dày 300 - 350mm. Tính chất cơ lí của nó phụ thuộc vào vật liệu tạo tổ ong, loại và lượng pôlime, và kích thước của lỗ tổ ong (bảng 15 - 2).

Bảng 15-2

Tên vật liệu dẻo rỗng tổ ong	Khối lượng thể tích, kg/m ³	Cường độ chịu nén, kG/cm ²	Cường độ chịu cắt, kG/cm ²
Vải	140	40	18
Giấy da	90	10	6
Giấy tấm cách nhiệt	30	3	0,7

Chất dẻo rỗng tổ ong được sử dụng chủ yếu để làm vật liệu lót trong panen 3 lớp. Tính cách nhiệt cao của nó chủ yếu là nhờ các hạt vật liệu cách nhiệt đổ vào trong các tổ ong (thí dụ mipo).

15.3.4. Các sản phẩm dạng thanh dài

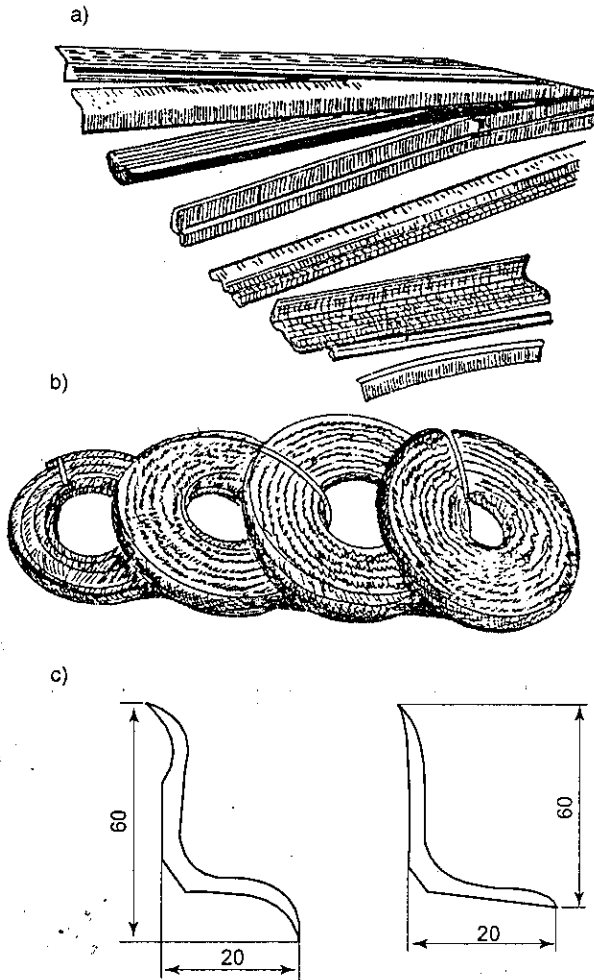
Các sản phẩm dạng thanh bao gồm gờ chân tường, tay vịn thanh nẹp bậc thêm, thanh nối, thanh ốp, thanh phủ khe, dây chằng, thanh góc, chữ T, ống, ... là những chi tiết dài sản xuất hoàn toàn tại nhà máy không cần phải sửa, sơn quét bổ sung. Chúng có hình dạng, màu sắc và công dụng rất khác nhau (hình 15 - 1).

Chúng được sản xuất chủ yếu từ polivinylclorit, chất hóa dẻo, chất độn và chất tạo màu, bằng phương pháp đùn. Chiều dài thường gặp của thanh gờ chân tường là 1,2 và 2,4m, tay vịn - 12m, thanh nẹp - 1,2 và 3m ; còn hình dải, góc và bậc cầu thang ở dạng sản phẩm chữ nhật thì dài 1,0 - 1,7m.

Liên kết các sản phẩm dạng thanh bằng mattít, keo hoặc đinh vít.

15.3.5. Ống và các sản phẩm kĩ thuật vệ sinh

Ống chất dẻo được sử dụng rộng rãi để lắp ghép đường ống dẫn trong công nghiệp, làm các công trình dẫn nước, đường ống dẫn dầu, các hệ thống tưới tiêu v.v... **Phổ biến nhất hiện nay** là ống polietylen, polivinylclorit, ống chất dẻo thủy tinh và ống thủy tinh hữu cơ, còn ống polipropylen và ống fenolit ít phổ biến hơn.



Hình 15-1. Các sản phẩm dài.

a - chất dẻo dạng góc cứng ; b - chất dẻo dạng dây mềm ;
 c - chất dẻo dạng gỗ chân tường.

Ống chất dẻo bền hơn ống kim loại, không bị ăn mòn điện hóa, có khối lượng thể tích và tính dẫn nhiệt nhỏ, bền nước và bền hóa học cao, giá thành lắp đặt rẻ hơn ống kim loại.

Nhược điểm của ống chất dẻo là kém ổn định nhiệt.

Ống polietylen có tính cách nhiệt cao, bền đối với tác dụng của nước, muối, axit, kiềm và các loại dầu ; độ hút nước không lớn (sau 24 giờ - 0,1%) ; kém bắt lửa và cháy chậm.

Ống được sử dụng trong khoảng nhiệt độ từ -80°C đến $+60^{\circ}\text{C}$, dẻo nên dễ cuộn vào để vận chuyển, dễ gia công cơ học. Không nên dán 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 polivinylclorít có thể dùng để chuyên chở chất lỏng có nhiệt độ đến 40°C dưới áp lực, còn ở nhiệt độ $50^{\circ} - 60^{\circ}\text{C}$ 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 polivinylclorít được sử dụng để dẫn nước, tiêu nước và lắp đặt hệ thống thông gió, chuyên chở chất lỏng và khí xâm thực hóa học. Không nên sử dụng ống chất dẻo vinyl trong môi trường chứa cacbuahydrô thơm và axit đậm đặc.

Ống nên bảo quản trong kho kín, khô ráo, ở nhiệt độ $10 - 20^{\circ}\text{C}$. Khi vận chuyển tránh va chạm.

Ống chất dẻo thủy tinh được sản xuất trên cơ sở polieste và sợi thủy tinh gia cường. Vật liệu này có tính chất cơ học và tính chống ăn mòn cao hơn so với các loại ống chất dẻo khác, chống lại tác dụng của nhiều loại axit, hợp chất thơm và hợp chất béo v.v...

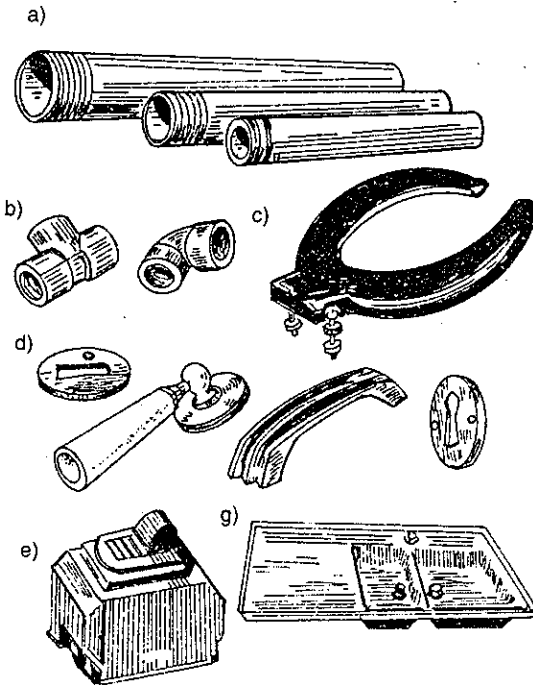
Chi tiết nối ống là những đầu nối dùng khi lắp đặt các đường ống dẫn. Những chi tiết này gồm có : ống lồng, khuỷu ống, khuỷu nối chữ T, chữ thập, nắp chụp, v.v...

Các chi tiết nối ống và các phụ tùng được sản xuất bằng cách đúc rọt dưới áp lực.

Khi liên kết ống chất dẻo cần phải lưu ý đến tính chất của vật liệu pôlime dùng để chế tạo ống. Nối ống bằng cách hàn và ép là bền hơn cả.

Sản phẩm kĩ thuật vệ sinh 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, bể tắm, bồn rửa, vòi tắm hoa sen, lưới chắn gió...

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 (hình 15 - 2).



Hình 15 - 2. Các sản phẩm từ chất dẻo.

a - ống ; b - phụ tùng kĩ thuật vệ sinh ; c - nắp bệ xí ;
d - ổ khóa, tay nắm cửa ; e - công tắc điện ; g - chậu rửa.

15.3.6. Keo và mattit

Keo và mattit trên cơ sở pôlime được dùng để gắn vật liệu tấm, vẩy và sợi, cũng như các chi tiết và kết cấu từ những vật

liệu xây dựng khác (gỗ, kim loại, bê tông v.v...). Trong công nghiệp sản xuất kết cấu gỗ dán keo tổng hợp có ý nghĩa rất lớn. Keo và mattit để liên kết vật liệu và sản phẩm trang trí là loại bột nhào dính, gồm có pôlime, dung môi, chất hóa dẻo, chất độn pha loãng, và trong một số trường hợp có cả chất hóa rắn. Chúng được chia làm 2 nhóm : Nhóm 1 để gắn vật liệu lát sàn và sản phẩm dạng thanh dài và nhóm 2 để gắn khi hoàn thiện tường, trần , đồ gỗ. Tùy theo loại chất kết dính người ta phân ra keo và mattit loại bitum, pôlime, cao su, nitroxenlulo và cazein.

Để liên kết vải sơn polivinylclorít 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 và trần , tường và đồ gỗ người ta dùng các loại keo urê fomaldêhyt, keo fenolrezon. Các keo này có tính dính bám tốt, ổn định với tác dụng của nhiệt độ $50^{\circ} - 60^{\circ}\text{C}$, dễ thi công và dễ rải thành lớp dày 0,3 - 0,5mm, có khả năng ổn định sinh vật, đồng nhất, không mùi.

Ngoài các loại keo và mattit để gắn người ta còn sản xuất loại chuyên để bịt kín các mối nối của các kết cấu trong nhà panen kích thước lớn, như loại mattit poliizobutylene, các tấm đệm ghenhít và các loại nhựa gắn khác.

Chương 16

VẬT LIỆU SƠN VÀ GIẤY BỒI

16.1. Khái niệm

Vật liệu sơn là vật liệu có nguồn gốc thiên nhiên, nhân tạo hoặc tổng hợp ở dạng lỏng dùng để quét những lớp mỏng (từ 60 đến $500\mu\text{K}$) lên mặt ngoài 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.

Ở nước ta có cây sơn trồng nhiều ở vùng trung du. Nhựa của nó dùng để chế tạo sơn tương đối đơn giản. Ngoài ra còn có nhiều loại dầu thực vật (dầu trẩu, dầu gai, dầu lanh, dầu thông) có thể dùng để chế tạo sơn. Các nhà máy sơn của ta cũng đã chế tạo nhiều loại sơn tổng hợp có giá trị.

Sơn là loại vật liệu được sử dụng rộng rãi trong các ngành kinh tế quốc dân : trong xây dựng (sơn thép, gỗ, bàn ghế, nhà cửa và các đồ dùng trong sinh hoạt), trong giao thông vận tải (sơn cầu, vạch dẫn đường, các phương tiện giao thông), trong cơ khí (sơn máy móc thiết bị), trong công nghiệp nhẹ (sơn vải, hàng hóa), trong công nghiệp điện (sơn cách điện và bảo vệ cho máy móc thiết bị điện).

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 cơ giãn tốt, có độ bền cơ học cao, chịu được va chạm, bền thời tiết, bền đối với tác dụng của tia tử ngoại, có tính dính bám cao vào vật liệu sơn, có mặt nhẵn bóng, màu sắc phù hợp, v.v... 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. Còn vecni thì trong suốt và phủ trang trí lần cuối cùng lên bề mặt sơn. Vật liệu phụ (mattit bôi mặt, sơn lót, mattit gấn) để chuẩn bị bề mặt sơn.

16.2. Thành phần của sơn

Thành phần của sơn gồm có chất kết dính (chất tạo màng), chất tạo màu, chất độn và dung môi.

16.2.1. Chất kết dính

Chất kết dính là thành phần chủ yếu của sơn, nó xác định độ quánh của sơn, cường độ, độ cứng và tuổi thọ của sơn. Tùy thuộc vào yêu cầu về độ dính bám với vật sơn, những vật liệu sau đây có thể được chọn làm chất kết dính : pôlime (trong sơn pôlime, sơn men), cao su (trong sơn cao su), xenlulo dẫn xuất (trong sơn nitro), dầu (trong sơn dầu), keo động vật và keo casein (trong sơn dính), chất kết dính vô cơ (trong sơn vôi, sơn xi măng, sơn silicat).

Việc sử dụng pôlime tổng hợp trong sơn và vecni cùng với dung môi hóa học trong hỗn hợp với dầu hoặc xi măng cho phép giảm đáng kể lượng dầu và có thể sản xuất loại sơn mới có tuổi thọ và hiệu quả kinh tế cao.

Nguyên liệu chủ yếu của công nghiệp sơn ở một số nước hiện nay là nhựa thiên nhiên và dầu thực vật. Dầu là chất kết dính được sản xuất từ dầu khô. Sau khi rắn chắc trong những lớp mỏng nó có khả năng hình thành một màng và dẻo. Dầu có 3 loại : dầu nguyên thể, dầu bán nguyên thể và dầu nhân tạo (tổng hợp). Dầu nguyên thể còn có 2 dạng : dầu oxy hóa và dầu trùng hợp. Dầu oxy hóa được chế tạo từ dầu lanh, dầu gai. Để chế tạo dầu loại này phải dùng những thực vật quý nên phạm vi sử dụng nó trong xây dựng bị hạn chế.

Dầu bán nguyên thể được chế tạo từ dầu trùng hợp, dầu oxy hóa và các loại dầu đặc khác.

Dầu tổng hợp khác với 2 loại dầu trên là nó không chứa dầu thực vật hoặc có nhưng hàm lượng không vượt quá 35%. Trong số những loại dầu nhân tạo thì dầu gliptan, dầu đá phiến thạch, dầu xinton, etinon, dầu cumaron-inden được sử dụng rộng rãi hơn cả.

Keo là chất kết dính của loại sơn dính tan trong nước dùng cho sơn lót và mattit gắn, và cũng có thể dùng làm chất ổn định khi chế tạo sơn và nhũ tương. Có nhiều loại keo : keo động vật, keo thực vật, keo nhân tạo và keo tổng hợp. Keo động vật có những loại : keo da, keo xương và keo cazêin. Keo thực vật có 2 loại : dextrin và bụi xay xát. Keo nhân tạo là dung dịch keo trong nước. Nó thường ở dạng hỗn hợp cacboxyl - metyl - xenlulo và metyl - xenlulo. Keo pôlime là loại nhựa tổng hợp có khả năng dính bám cao. Để chế tạo keo pôlime người ta dùng nhựa polivinylaxetat.

16.2.2. Chất tạo màu và chất độn

Chất tạo màu và chất độn là những chất vô cơ hoặc hữu cơ nghiền mịn, không tan hoặc tan ít trong nước và tan cả trong dung môi hữu cơ. Nó dùng để cải thiện tính chất và tăng tuổi thọ của sơn.

Mỗi chất tạo màu có một sắc màu riêng và tính chất nhất định. Khả năng che phủ, khả năng tạo màu, độ mịn, độ bền ánh sáng, tính chịu lửa, độ bền hóa học, độ ổn định thời tiết là những đặc tính của chất tạo màu.

Bột màu có loại thiên nhiên, loại nhân tạo, vô cơ và hữu cơ.

Bột khoáng màu thiên nhiên được chế tạo bằng cách làm giàu và nghiền mịn các loại vật liệu thiên nhiên. Trong nhóm này gồm có : đá phấn trắng, đất son khô màu vàng, minium sắt (Fe_2O_3, FeO) màu nâu hồng có độ bền ánh sáng và chống ăn mòn cao, mômni thiên nhiên khô (bauxit loại màu sáng hoặc loại tối) có màu nâu hồng, than chì xám, glaucosit xanh và peoxyt mangan.

Bột khoáng màu nhân tạo nhận được bằng cách gia công hóa học các nguyên liệu khoáng. Trong nhóm này gồm có :

Bột oxyt titan (TiO_2) màu trắng, chế tạo từ quặng titan, dùng trong sơn dính.

Bột kẽm trắng, chế tạo bằng cách làm thăng hoa kẽm cùng với việc oxy hóa các loại khoáng chất chứa kẽm. Nó có khả năng che phủ và bền ánh sáng cao, không độc, dùng trong sơn dầu, sơn men và các loại sơn khác.

Bột chì trắng ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$), chế tạo bằng cách cho khí CO_2 qua dung dịch cacbonat chì. Nó có độ che phủ tốt, bền ánh sáng, bền kiềm, ở dạng bột thì độc, dùng cho sơn kim loại.

Litopon trắng là hỗn hợp của sunfua kẽm và sunfat bari, kém bền thời tiết, dùng chủ yếu để sơn phủ các bộ phận bên trong nhà.

Bột kẽm khô màu vàng sáng là hợp chất kép của oxyt crom và oxyt kẽm với cromat axit kali hoặc natri, đồng thời có chứa một lượng muối sunfat hoặc clorua kẽm ; dùng cho sơn dầu, sơn dính và sơn lót cho kim loại.

Oxyt crom (Cr_2O_3) màu xanh, bền với tác dụng của axit, kiềm, ánh sáng và nhiệt độ, chế tạo bằng cách nung nóng hỗn hợp bột mịn $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ với một chất khử (bột than gỗ, lưu huỳnh), dùng trong nhiều loại sơn.

Mô hống khí đốt là sản phẩm đốt khí axetylen, rất nhẹ, có khả năng che phủ và nhuộm màu cao, ổn định đối với tác dụng của axit và kiềm, dùng trong tất cả các loại sơn.

Bên cạnh những loại bột màu nêu trên người ta còn dùng bột màu ở dạng bột kim loại tinh khiết (bột nhôm, bột đồng thau).

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 các dung môi khác.

Bột màu hữu cơ được sử dụng để tạo ra những sắc thái khác nhau cho hỗn hợp màu dùng chất kết dính khác nhau. Tuy vậy, bột màu hữu cơ có tính ổn định kiềm, ổn định ánh sáng thấp.

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. Để chế tạo vữa và sơn san phẳng người ta hay dùng cao lanh, bột tan, cát, bụi thạch anh, andêsit, bột và sợi amiăng...

Ngoài chất kết dính, chất tạo màu và chất độn, để chế tạo sơn người ta còn dùng : dung môi, chất làm khô, chất pha loãng.

16.2.3. 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, spirit trắng, etxăng thường được sử dụng làm dung môi cho sơn. Nước là dung môi cho sơn dính dạng nhũ tương.

16.2.4. 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 chỉ - mangan của axit naftalen làm chất làm khô.

16.2.5. 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 cho màng sơn có chất lượng cao.

16.3. Các loại sơn

Sơn được chia ra các loại : sơn dầu, sơn men, sơn pha nước, sơn pha nhựa bay hơi.

16.3.1. 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 2 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 kĩ. Độ khô hoàn toàn của sơn dầu ở nhiệt độ 18 - 23°C phải không được lớn quá 24 giờ. Thời gian khô của sơn dầu đến khoảng 30 giờ.

Sơn dầu là loại sơn phổ biến ở nước ta, được dùng để sơn kim loại, gỗ, vữa và bê tông.

16.3.2. 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, màu khô. Chúng được dùng để sơn kim loại, gỗ, bê tông, mặt vữa ở phía trong và phía ngoài nhà. Sơn men ankít, epôxit và urê - fomaldehyt là những loại sơn phổ biến hiện nay.

Sơn ankít 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 ankít 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 êpoxit. 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 urê - fomaldehyt tạo ra sơn cacbamít, có độ bền nước cao dùng để sơn phủ ngoài trang thiết bị.

16.3.3. Sơn pha nước và nhựa bay hơi trên nền khoáng chất

Trong nhóm này gồm có sơn pôlime-ximăng, 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 kẽm, bột màu trong chất đông trùng hợp silicat-silicon.

Sơn ximăng là loại sơn có dung môi là nước. Sơn pôlime-ximăng được chế tạo từ chất tạo màu bền kiềm, bền ánh sáng cùng với ximăng và nhựa tổng hợp.

Sơn pôlime-ximăng có màu sắc khác nhau phục vụ cho công tác thi công vào những mùa khác nhau.

16.4. 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 ankit 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 urê-fomaldêhyt để quét sàn gỗ, gỗ dán, cũng như sàn từ tấm dăm bào ép. Các loại vecni pecloviny, indenclorit được dùng để quét trắng 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 benzen). 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 bếp 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 *este xenlulo* là dung dịch nhựa estexenlulo trong dung môi hữu cơ. Để nâng cao chất lượng của vecni gắn dây 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.

16.5. Vật liệu phụ

Trong 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 polivinyl 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 chì, mattit trắng và mattit naftalen chế tạo từ dầu trùng hợp nguyên thể, bột đá phấn, minium chì 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 tạo màu, chất độn và chất kết dính. Sơn lót có 2 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 sử dụng để giảm độ rỗng 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.

16.6. Giấy bồi

Giấy bồi là loại giấy cuộn có in hình ở mặt ngoài dùng để trang trí tường nhà. Theo đặc điểm sử dụng giấy bồi được phân ra loại thường, loại chịu nước và loại hút âm. Loại thường dùng để trang trí phòng ngủ, phòng nhà công cộng ; loại chịu nước dùng để trang trí hành lang, tiền sảnh của khách sạn, tiệm ăn... ; loại hút âm để trang trí phòng có yêu cầu hút âm cao (phòng đánh máy chữ, trạm truyền thanh, đài truyền hình...).

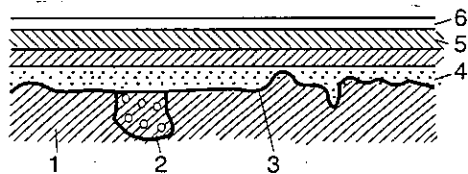
Giấy bồi có loại dùng cho chân tường và loại cho trang trí. Bằng những tổ hợp phong phú về hình vẽ, màu sắc và chất liệu giấy người ta có thể tạo ra những phối trí hài hòa trang nhã.

Giấy bồi thường có chiều dài 12m (có thể đến 30,50m) rộng 500, 600 và 700mm. Giấy bồi bọc chân tường có chiều rộng 15 - 100mm và dài đến 25m. Nền giấy bồi cần phải bền, mặt nhẵn và đồng nhất, không có vết bẩn, lớp sơn lót phải phẳng, lớp sơn màu phải bền.

16.7. Thi công sơn

Ngoài việc lựa chọn loại sơn thích hợp với vật sơn và môi trường sử dụng, phẩm chất của lớp sơn còn phụ thuộc rất nhiều vào cách thi công sơn. Sơ đồ các lớp sơn phủ được giới thiệu trên hình 16-1. Nếu không cạo sạch lớp sơn cũ, cạo sạch rỉ, lau sạch bụi, tẩy rửa hết dầu mỡ, vật sơn bị ẩm thì sẽ làm rộp phồng hoặc rỗ lớp sơn. Không quấy đều sơn trước khi thi công thì lớp sơn sẽ không đều màu. Lớp sơn trước chưa khô đã sơn lớp sau thì mặt sơn sẽ bị nhăn. Vì vậy khi thi công sơn phải tuân theo những nguyên tắc quy định.

Trình tự tiến hành sơn các lớp sơn như sau : Sau khi làm sạch bề mặt sơn thì sơn lớp sơn nền (loại sơn giấy để bám chắc vào vật sơn). Lớp sơn nền khô thì sơn lớp sơn lót cho bề mặt phẳng rồi tiến hành sơn các lớp sơn màu theo yêu cầu. Cuối cùng là đánh bóng bằng vecni, bột nhào hoặc oxyt nhôm.



Hình 16-1. Sơ đồ sơn.

1 - vật sơn (bê tông) ; 2- lỗ rỗng được lấp bằng vữa xi măng ; 3 - sơn lót ; 4 - trát bằng mattit ; 5 - các lớp sơn ; 6 - vecni.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Đỗ Chương, Phan Xuân Hoàng, Bùi Sĩ Thạnh.
Giáo trình vật liệu xây dựng. Nhà xuất bản Đại học và
THCN, Hà Nội 1977.
2. Phạm Duy Hữu, Lê Quang Vinh.
Giáo trình vật liệu xây dựng. Trường Đại học Giao thông
vận tải 1973.
3. Nghiêm Hùng. Kim loại học và nhiệt luyện.
Nhà xuất bản Đại học và THCN, Hà Nội 1979.
4. Nguyễn Thúc Tuyên, Nguyễn Duy Hỷ,..
Giáo trình vật liệu xây dựng. Nhà xuất bản Nông nghiệp,
Hà Nội 1980.
5. Воротьев В.А. Строительные материалы.
Москва "Высшая Школа" 1979.
6. Гезенцвей Л.Б. Дорожный асфальтобетон.
Москва "Транспорт" 1985.
7. Горельшев Н.В. Материалы и изделия для строительства
дорог. Москва "Транспорт" 1986.
8. Горчаков Г.И. Строительные материалы
Москва "Высшая школа" 1981.
9. Комар А.Г. Строительные материалы и изделия.
Москва "Высшая школа" 1976.
10. Рыбьев И.А. и ... Общий курс строительных материалов.
Москва "Высшая школа" 1987.
11. Микульский В.Г., Горчаков Г.И...
Строительные материала
Москва "Ассоциация строительных вузов" 1996.
12. Georges DREUX. Nouveau Guide du Béton.
Paris "Éditions Eyrolles" 1979.
13. Short A. and Kinniburgh W.
Lightweight Concrete
C.R. Books limited New York 1963.
14. Gani M.S.J. Cement and concrete
chapman Hall. London - Weinheim.
New York. Tokyo. Melbourne. Madras 1997.

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
<i>Lời nói đầu</i>	3
Phần một : NHỮNG CƠ SỞ CỦA VẬT LIỆU HỌC XÂY DỰNG	
Chương 1. Những tính chất cơ bản của vật liệu xây dựng	
1.1. Khái niệm chung về tính chất của VLXD	5
1.2. Các thông số trạng thái và đặc trưng cấu trúc của VLXD	11
1.3. Những tính chất có liên quan đến môi trường nước	15
1.4. Những tính chất có liên quan đến nhiệt	22
1.5. Tính chất cơ học	25
Chương 2. Những khái niệm về vật liệu composit	
2.1. Khái niệm chung	38
2.2. Thành phần và cấu tạo của composit	39
2.3. Đánh giá chất lượng của composit	42
Phần hai : VẬT LIỆU VÀ CÁC SẢN PHẨM XÂY DỰNG	
Chương 3. Vật liệu đá thiên nhiên	
3.1. Khái niệm	46
3.2. Đá mácma	46
3.3. Đá trầm tích	50
3.4. Đá biến chất	55
3.5. Phân loại và ứng dụng vật liệu đá thiên nhiên	56
3.6. Biện pháp bảo vệ vật liệu đá thiên nhiên	58
Chương 4. Vật liệu gốm xây dựng	
4.1. Khái niệm và phân loại	59
4.2. Nguyên liệu sản xuất	60
4.3. Tính chất của đất sét	63
4.4. Công nghệ sản xuất gạch ngói	67
4.5. Các sản phẩm gốm xây dựng	71
Chương 5. Vật liệu kính xây dựng	
5.1. Thành phần hóa học và tính chất của thủy tinh	77
5.2. Nguyên tắc chế tạo kính	78
5.3. Kính phẳng	78
5.4. Các sản phẩm thủy tinh	80
Chương 6. Vật liệu kim loại	
6.1. Phân loại	82
6.2. Cấu trúc tinh thể của kim loại	83
6.3. Cấu tạo của hợp kim và biểu đồ trạng thái	87

6.4. Các tính chất cơ học của vật liệu kim loại	93
6.5. Các loại thép xây dựng	94
6.6. Gang	100
6.7. Hợp kim nhôm	100
6.8. Sự ăn mòn kim loại	101
Chương 7 : Chất kết dính vô cơ	
7.1. Khái niệm chung	104
7.2. Vôi rắn trong không khí	106
7.3. Thạch cao	111
7.4. Chất kết dính manhê	112
7.5. Thủy tinh lỏng	113
7.6. Chất kết dính hỗn hợp	114
7.7. Vôi thủy và xi măng lamã	114
7.8. Xi măng poocăng	115
7.9. Xi măng đặc biệt	139
Chương 8. Bê tông và các sản phẩm bê tông	
8.1. Khái niệm chung về bê tông	145
8.2. Cấu trúc của bê tông xi măng	146
8.3. Tính chất của hỗn hợp bê tông xi măng	150
8.4. Cường độ của bê tông	157
8.5. Tính biến dạng của bê tông	161
8.6. Tính co nở của bê tông	163
8.7. Tính thấm nước của bê tông	164
8.8. Vật liệu để chế tạo bê tông nặng	165
8.9. Thiết kế thành phần bê tông nặng	171
8.10. Thi công bê tông	183
8.11. Các dạng bê tông nặng đặc biệt	187
8.12. Bê tông nhẹ	192
8.13. Cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép	198
Chương 9. Vữa xây dựng	
9.1 Khái niệm chung	206
9.2 Nguyên liệu chế tạo vữa	206
9.3. Tính chất của hỗn hợp vữa và vữa	208
9.4. Vữa xây. Cấp phối của vữa xây	212
9.5. Vữa trát	214
Chương 10. Vật liệu octocla và sản phẩm xi măng amiăng	
10.1. Vật liệu octocla	216
10.2. Sản phẩm xi măng amiăng	220

Chương 11. Vật liệu gỗ	
11.1. Khái niệm	227
11.2. Cấu tạo của gỗ	228
11.3. Tính chất của gỗ	230
11.4. Khuyết tật của gỗ	240
11.5. Các biện pháp bảo quản gỗ	243
11.6. Vật liệu, sản phẩm và kết cấu gỗ	247
Chương 12. Vật liệu cách nhiệt. Vật liệu cách âm và hút âm	
12. 1. Vật liệu cách nhiệt	249
12. 2. Vật liệu và sản phẩm cách âm, hút âm	260
Chương 13. Chất kết dính hữu cơ	
13.1. Khái niệm và phân loại	264
13.2. Thành phần, tính chất hóa lí và cấu trúc của chất kết dính hữu cơ	265
13.3. Bitum dầu mỏ	271
13.4. Guđrông than đá	283
13.5. Nhũ tương xây dựng đường	286
13.6. Vật liệu lợp và vật liệu cách nước từ bitum và guđrông	290
Chương 14. Bê tông atfan	
14.1. Khái niệm và phân loại bê tông atfan	293
14.2. Cấu trúc của bê tông atfan	294
14.3. Các tính chất của bê tông atfan	295
14.4. Vật liệu chế tạo bê tông atfan	301
14.5. Thiết kế thành phần bê tông atfan	304
14.6. Công nghệ chế tạo bê tông atfan	313
Chương 15. Vật liệu và sản phẩm chất dẻo	
15.1. Khái niệm về chất dẻo	318
15.2. Tính chất chủ yếu của chất dẻo	320
15.3. Vật liệu và sản phẩm chất dẻo	322
Chương 16. Vật liệu sơn và giấy bồi	
16.1. Khái niệm	337
16.2. Thành phần của sơn	338
16.3. Các loại sơn	341
16.4. Vecni	343
16.5. Vật liệu phụ	344
16.6. Giấy bồi	345
16.7. Thi công sơn	345
Tài liệu tham khảo	347
Mục lục	349

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Chủ tịch Hội đồng Thành viên NGUYỄN ĐỨC THÁI
Phó Tổng Giám đốc phụ trách HOÀNG LÊ BÁCH
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập TS. PHAN XUÂN THÀNH

Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm nội dung:

Phó Tổng biên tập NGÔ ÁNH TUYẾT
Giám đốc Công ty CP Sách ĐH-ĐN NGÔ THỊ THANH BÌNH

Biên tập lần đầu: PHẠM HÀ

Biên tập tái bản: NGUYỄN DUY MẠNH

Trình bày bìa: NGUYỄN MẠNH HÙNG

Sửa bản in: PHAN TỰ TRẠNG

Chế bản: PHÒNG CHẾ BẢN (NXB GIÁO DỤC VIỆT NAM)

Công ty CP Sách Đại học, Dạy nghề – Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam
giữ quyền công bố tác phẩm.

VẬT LIỆU XÂY DỰNG

Mã số: 7B010y7-DAI

In 700 bản (QĐ in số : 67), khổ 14,5 x 20,5 cm.

Đơn vị in : In tại Công ty CP Văn hóa Hà Nội.

240 Minh Khai, Quận Hai Bà Trưng, TP Hà Nội.

Cơ sở in : Khu công nghiệp Đình Bảng - Từ Sơn, Bắc Ninh.

Số ĐKXB : 815-2017/CXBIPH/1-345/GD.

Số QĐXB : 4103/QĐ-GD-HN ngày 10 tháng 08 năm 2017.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 08 năm 2017.

Mã số ISBN : 978-604-0-06782-1





**THƯ VIỆN
HUBT**

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ



CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ

HEVOBCO

25 HÀN THUYỀN - HÀ NỘI

Website : www.hevobco.com.vn; Tel : 043. 9724715

TÌM ĐỌC SÁCH THAM KHẢO KỸ THUẬT CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

1. Giáo trình xây dựng mặt đường ô tô - Tập 1 *Dương Học Hải*
2. Giáo trình xây dựng mặt đường ô tô - Tập 2 *Trần Đình Bửu – Dương Học Hải*
3. Nền và móng *Phan Hồng Quân*
4. Bài tập vẽ kỹ thuật xây dựng - Tập 1 *Đặng Văn Cứ – Nguyễn Quang Cự
Đoàn Như Kim*
5. Bài tập vẽ kỹ thuật xây dựng - Tập 2 *Đặng Văn Cứ – Nguyễn Quang Cự
Đoàn Như Kim*
6. Bài tập cơ học đất *Vũ Công Ngữ*
7. Vật liệu xây dựng *Phùng Văn Lự*
8. Giao tiếp đồ họa kỹ thuật xây dựng *Đặng Văn Cứ (Chủ biên)*

Bạn đọc có thể mua tại các Công ty Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương hoặc các Cửa hàng sách của Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam :

Tại Hà Nội: 25 Hàn Thuyên, Quận Hai Bà Trưng, Tel: 0243.9718437;

Tại Đà Nẵng: 76 – 78 Bạch Đằng;

Tại Thành phố Hồ Chí Minh: Chi nhánh Công ty CP Sách Đại học, Dạy nghề,

462A/3 Trần Hưng Đạo, Phường 2, Quận 5,

Tel: 0283. 8380332;

Tại Thành phố Cần Thơ: 162D, đường 3/2, quận Ninh Kiều;

Website: www.nxbgd.vn



ISBN : 978-604-0-06782-1



Giá : 57.000 đ



THƯ VIỆN
HUBT

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ

ISBN : 978-604-0-06782-1



9 786040 067821

Giá : 57.000 đ



Website: www.nxbgd.vn

Tại Thành phố Cần Thơ: 162D, đường 3/2, quận Ninh Kiều;

Tel: 0283. 8380332;

462A/3 Trần Hưng Đạo, Phường 2, Quận 5,

Tại Thành phố Hồ Chí Minh: Chi nhánh Công ty CP Sách Đại học, Dãy nghệ,

Tại Đà Nẵng: 76 – 78 Bạch Đằng;

Tại Hà Nội: 25 Hàn Thuyên, Quận Hai Bà Trưng, Tel: 0243.9718437;

Bạn đọc có thể mua tại các Công ty Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương hoặc các Cửa hàng sách của Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam :

TÌM ĐỌC SÁCH THAM KHẢO KỸ THUẬT

CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

1. Giáo trình xây dựng mặt đường ô tô - Tập 1 Dương Học Hải
2. Giáo trình xây dựng mặt đường ô tô - Tập 2 Trần Đình Bửu – Dương Học Hải
3. Nền và móng Phan Hồng Quân
4. Bài tập về kỹ thuật xây dựng - Tập 1 Đặng Văn Cừ – Nguyễn Quang Cừ
5. Bài tập về kỹ thuật xây dựng - Tập 2 Đoàn Như Kim
6. Bài tập cơ học đất Vũ Công Ngữ
7. Vật liệu xây dựng Phùng Văn Lữ
8. Giao tiếp đồ họa kỹ thuật xây dựng Đặng Văn Cừ (Chủ biên)

CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ

HEVOBACO

25 HÀN THUYỀN – HÀ NỘI

Website : www.hevobco.com.vn; Tel : 043. 9724715



THƯ VIỆN HUBT



TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ