

## Chương 7

# VẬT LIỆU KIM LOẠI

Vật liệu kim loại sử dụng trong xây dựng có thể chế tạo từ kim loại đen và kim loại màu.

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 hoá thể thao. Chúng có ưu điểm là cường độ chịu lực cao, nhẹ hơn bê tông cốt thép, vượt được khẩu độ lớn và an toàn trong khai thác.

Nhược điểm cơ bản của kết cấu kim loại là giá thành cao và cần chú ý bảo dưỡng thường xuyên để chống ăn mòn.

### 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 - cacbon 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 của sắt - cacbon có hàm lượng cacbon  $< 2\%$ . Theo hàm lượng cacbon chia ra: thép cacbon thấp ( $\leq 0,25\%$ ), trung bình ( $0,25 - 0,6\%$ ) và cao ( $0,6 - 2\%$ ).

Khi tăng lượng cacbon, 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 cacbon thấp.

Để tăng cường các tính chất kỹ thuật của gang và thép có thể cho thêm những nguyên tố kim loại khác như mangan, crôm, niken, molybden, nhôm, đồng, ... Nếu tổng lượng các nguyên tố này  $\leq 2,5\%$  thì gọi là thép hợp kim thấp, từ 2,5 đến 10% - 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 thêm vào mà tính chống ăn mòn, tính đàn hồi và các tính chất kỹ thuật khác của thép và gang được tăng cường.

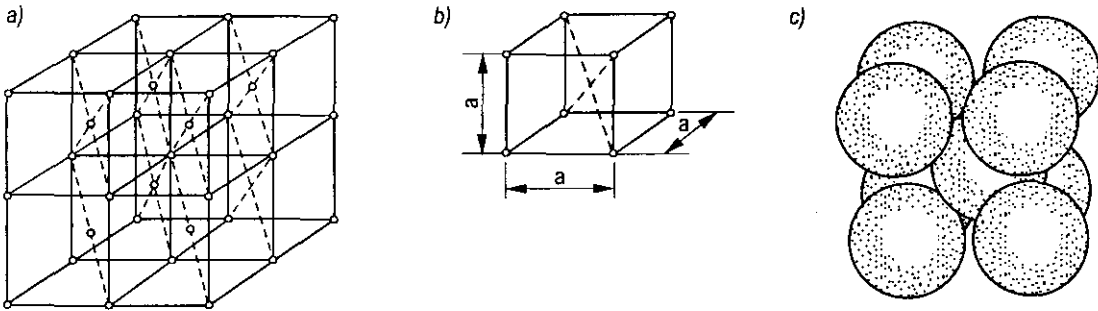
Kim loại màu được chia làm hai loại: nhẹ và nặng. Nhôm và magiê thuộc loại nhẹ. Loại nặng bao gồm: đồng, thiếc và hợp kim, được dùng trong các công trình đặc biệt để chống ăn mòn do khí quyển.

## 2. CẤU TRÚC TINH THỂ KIM LOẠI

Tất cả các kim loại và 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.

### 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.



*Hình 7.1. Mạng lập phương thể tâm*  
a) mạng tinh thể; b, c) ô mạng cơ sở

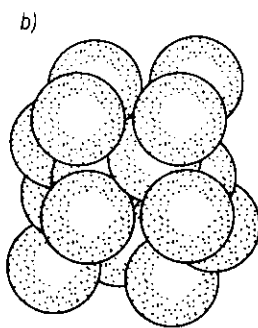
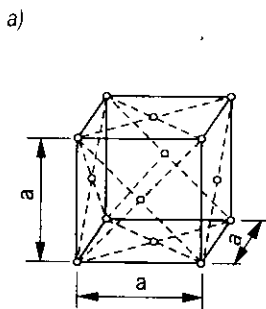
Các nguyên tử (ion) nằm ở các đỉnh và ở giữa (tâm) các khối lập phương. Hình 7.1a trình bày một phần của mạng tinh thể lập phương thể tâm, còn các hình 7.1b, c trình bày một ô mạng cơ sở của nó; trong đó hình 7.1b vẽ một cách quy ước, còn hình 7.1c biểu diễn gần như thật. Trường hợp này các nguyên tử (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: 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.

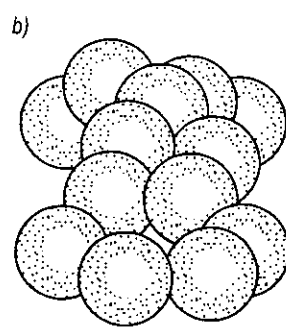
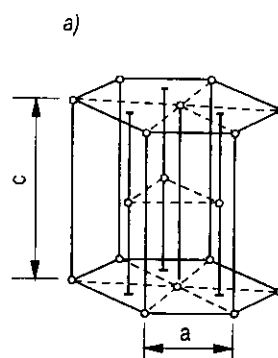
Trong mạng lập phương diện tâm (hình 7.2), các nguyên tử (ion) nằm ở các đỉnh và giữa (tâm) các mặt của hình lập phương. Bốn nguyên tử ở trên bốn đỉnh của mặt thì không tiếp xúc với nhau nhưng lại cùng tiếp xúc với nguyên tử nằm ở giữa mặt. Mạng lập phương diện tâm đặc trưng cho cấu trúc của Fe, Cu, Ni, Al, Pb, ...

Mạng lục giác xếp chặt: Hình 7.3 trình bày một ô mạng cơ sở lục giác xếp chặt, trong đó 12 nguyên tử nằm ở các đỉnh, 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 cách nhau.

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



**Hình 7.2.** Mạng lập phương diện tâm  
a và b) ô mạng cơ sở



**Hình 7.3.** Mạng lục giác xếp chặt  
a và b) ô mạng cơ sở

## 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 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 Hy Lạp  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ , v.v... trong đó  $\alpha$  thông thường là dạng tồn tại ở nhiệt độ thấp, còn  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  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.

## 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 biến 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 trạng thái 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 lý thuyết ( $T_s$ ) trong kim loại lỏng xuất hiện những phần tử rắn rất nhỏ có cấu trúc tinh thể, 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 lý 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 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).

#### 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.

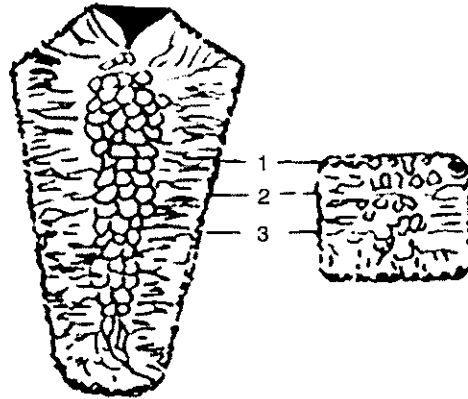
Hình dạng và độ lớn của hạt tinh thể tạo thành phụ thuộc vào độ quá nguội, tốc độ và phương tản nhiệt. Với các vật đúc và thỏi đúc khác nhau các điều kiện kể trên có thể rất khác nhau, do đó chúng có cấu trúc tinh thể không giống nhau.

Trong thỏi đúc, từ ngoài vào trong nói chung có ba khu vực kết tinh điển hình (hình 7.4).

**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 trụ 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 7.4. Sơ đồ cấu trúc tinh thể của thỏi đúc

### 3. CẤU TẠO CỦA HỢP KIM VÀ BIỂU ĐỒ TRẠNG THÁI

#### 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.

Tuỳ 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 hoá 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 hai hệ thống pha. Thép là hợp kim phổ biến nhất, là hỗn hợp cơ học của hai pha: ferit (dung dịch rắn xen kẽ cacbon trong  $\alpha\text{Fe}$ ) và xementit ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ). 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 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 hoà tan. Kim loại là dung môi vẫn giữ nguyên được cấu tạo mạng, còn kim loại hoà tan không giữ được cấu tạo mạng mà phân tán vào trong kim loại dung môi.

Tùy theo cách phân bố của kim loại hoà 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 hoà tan thay thế các nguyên tử dung môi tại các nút mạng. Trong dung dịch rắn hòa tan nguyên tử hòa tan hòa tan vào dung môi với một hàm lượng bất kỳ.

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.

### 3.2. Biểu đồ trạng thái của hợp kim

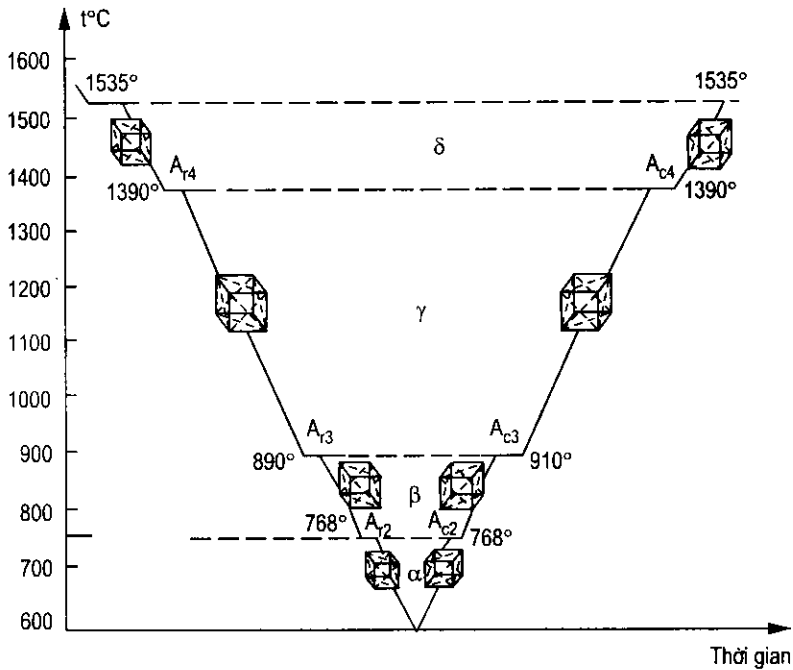
Biểu đồ trạng thái là biểu đồ biểu thị sự phụ thuộc của trạng thái pha (trạng thái tổ chức) vào thành phần hoá học của hợp kim và nhiệt độ kết tinh cân bằng. Biểu đồ trạng thái được xây dựng theo các số liệu thực nghiệm.

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 một 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.

Khi làm nguội từ từ hợp kim hai nguyên tố, đường nguội có hình phức tạp hơn. Nếu thay đổi tỷ lệ của từng nguyên tố tạo nên hợp kim sẽ dẫn đến sự thay đổi nhiệt độ kết tinh của 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 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.



Hình 7.5. Đường nguội của sắt tinh khiết

### 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 các nguyên tố hoá học. Nó có khối lượng nguyên tử bằng 56, nhiệt độ nóng chảy 1539°C. Hợp chất hoá học của sắt và cacbon có công thức  $Fe_3C$ . Sắt nguyên chất (99,8 - 99,9% Fe) có giới hạn bền kéo 2500 daN/cm<sup>2</sup>, giới hạn chảy 1200 daN/cm<sup>2</sup>, độ giãn dài tương đối là 50%.

Sắt có các dạng thù hình  $\alpha Fe$ ,  $\gamma Fe$ ,  $\beta Fe$ ,  $\delta Fe$ , song chỉ  $\alpha Fe$  và  $\gamma Fe$  là 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  $\beta Fe$ ; dưới 768°C là  $\alpha Fe$  có từ tính.

Mạng lập phương diện tâm tồn tại ở khoảng 910 - 1392°C là  $\gamma Fe$ . Ở nhiệt độ 898°C thì  $\gamma Fe$  chuyển thành  $\beta Fe$ , và ở nhiệt độ 768°C thì  $\beta Fe$  chuyển thành  $\alpha Fe$ .

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

Khả năng hoà tan C trong  $\alpha Fe$  rất thấp (0,02% C đến 0,006%). Dung dịch rắn của  $\alpha Fe$  và cacbon là ferit.

Sắt và cacbon tạo nên hợp chất hoá 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°C.

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

### Biểu đồ trạng thái của hợp kim sắt - cacbon

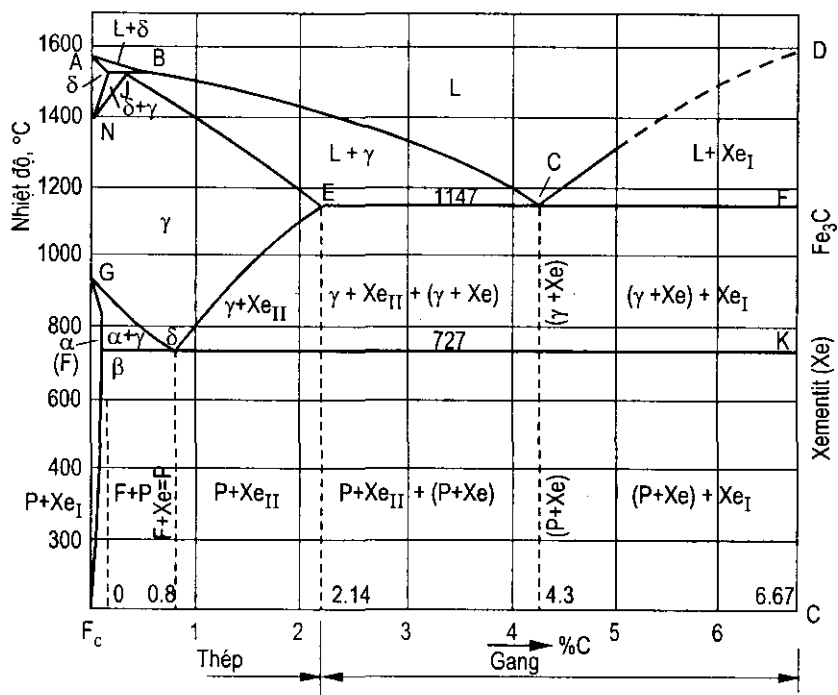
Trên biểu đồ hình 7.6 trình bày cấu tạo pha và cấu tạo của hợp kim với thành phần từ sắt nguyên chất đến xementit ( $C = 6,67\%$ ). Trên trục hoành trình bày lượng C, % theo khối lượng, và tỉ lệ xementit tương đương ( $0 \div 100\%$ ), còn trục tung là nhiệt độ.

Điểm A, D trên biểu đồ biểu thị nhiệt độ nóng chảy của sắt nguyên chất ( $1539^\circ\text{C}$ ) và xementit ( $1500^\circ\text{C}$ ), 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 hoà tan của cacbon vào austenit và ferit.

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

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



Hình 7.6. Biểu đồ trạng thái sắt - cacbon (sắt xementit)

Theo lượng cacbon chia ra 3 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 austenit ( $\gamma$ ). Khi nhiệt độ nhỏ hơn đường SE (nhỏ hơn  $727^{\circ}\text{C}$ ) thép sau cùng tinh có tổ chức peclit và xementit thứ hai (XeII).

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 austenit (L +  $\gamma$ ). Ở nhiệt độ cùng tinh  $1147^{\circ}\text{C}$  hợp kim lỏng kết tinh tạo ra lêđêburit (Le). Gang trước cùng tinh ở giữa đường EC, PSK ( $727^{\circ}\text{C}$ ) có các tổ chức austenit, xementit thứ 2 (XeII) và lêđêburit ( $\gamma + \text{Xe}$ ). Dưới  $727^{\circ}\text{C}$  austenit chuyển thành peclit.

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

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

Như vậy các tổ chức của hợp kim sắt - cacbon như sau: xementit (XeI, XeII), ferit (F), austenit ( $\gamma$ ) là 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 - 13300 daN/cm<sup>2</sup>, độ giãn dài tương đối 11%).

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

## 4. CÁC TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI

### 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 ( $\Delta l$ ) và tải trọng P được giới thiệu ở hình 7.7.

Biến dạng đàn hồi có quan hệ giữa  $\Delta l$  và P là bậc nhất (biến dạng mất đi khi ngừng tác dụng của tải trọng).

Biến dạng dẻo là biến dạng xảy ra khi tải trọng vượt quá tải trọng đàn hồi khi đó quan hệ  $\Delta l$  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  $P_{\text{max}}$ , 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  $\delta$  là tỷ số phần trăm giữa độ giãn dài sau khi kéo  $\Delta l$  và độ dài ban đầu  $l_0$  của mẫu và được xác định theo công thức:

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

Độ thắt tương đối  $\psi$  được xác định theo công thức:

$$\psi = \frac{F_0 - F_k}{F_0} 100\%$$

trong đó:  $F_0$  và  $F_k$  - diện tích tiết diện ban đầu và khi có biến dạng thắt (đứt).

Để xác định độ dẻo thi công, cần thí nghiệm uốn vòng cốt thép hoặc thí nghiệm gấp và duỗi thẳng. Số lần thí nghiệm chính là độ dẻo của thép. Kết quả thí nghiệm gấp duỗi thông thường từ 7 - 10 lần.

Hai tính chất chủ yếu quyết định đặc tính của cốt thép là điểm uốn (nói chung được xác định qua lực kéo và nén) và môđun đàn hồi  $E_s$ . Thông số thứ hai là như nhau đối với tất cả các loại cốt thép (nhưng không áp dụng cho thép dự ứng lực) và lấy giá trị là  $E_s = 29.000.000$  psi. ( $2.10^6$  daN/cm<sup>2</sup>). Môđun đàn hồi của thanh thép hợp kim lấy giá trị 27.000.000 psi.

Ngoài ra, hình dạng của đường cong ứng suất - sức căng; và đặc biệt là đoạn đường cong ban đầu có ảnh hưởng đáng kể lên đặc tính của các kết cấu bê tông cốt thép.

## 4.2. Cường độ

Khi thí nghiệm kéo mẫu thử (hình 7.7) đặc trưng cường độ vật liệu kim loại là 3 chỉ tiêu sau:

Giới hạn đàn hồi ( $\sigma_d$ ) là ứng suất lớn nhất ứng với tải trọng đàn hồi ( $P_d$ ):

$$\sigma_d = \frac{P_d}{F_0} \quad (\text{daN/cm}^2, \text{MPa})$$

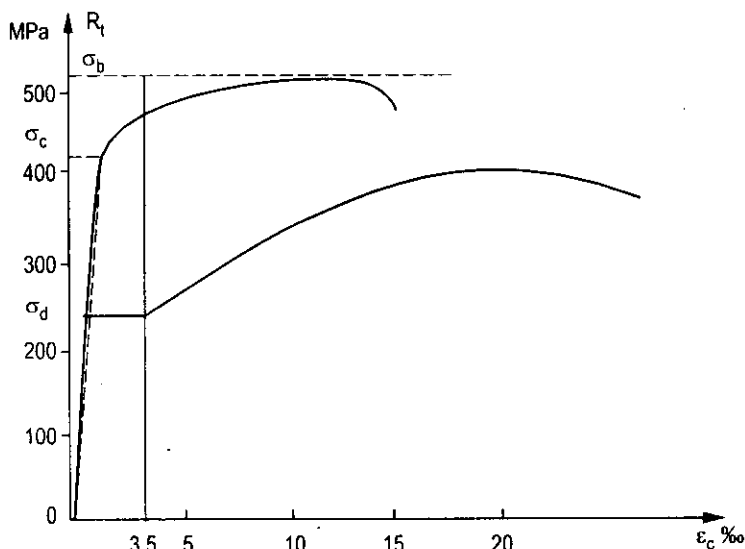
Giới hạn chảy  $\sigma_c$  là ứng suất khi kim loại chảy (tải trọng không đổi nhưng độ giãn dài tiếp tục tăng):

$$\sigma_c = \frac{P_c}{F_0} \quad (\text{daN/cm}^2, \text{MPa})$$

Trong kỹ 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  $\sigma_b$  (khi mẫu bị phá hoại):

$$\sigma_b = \frac{P_{\max}}{F_0} \quad (\text{daN/cm}^2, \text{MPa})$$



Hình 7.7. Biểu đồ kéo của kim loại

### 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  $1 \times 1$  cm và được ký hiệu là  $a_K$ , daN/cm<sup>2</sup>, (xem chương 1).

### 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.

### 4.5. Cường độ mỏi (theo ASTM)

Trong các công trình cầu trên đường cao tốc và một số trường hợp khác cả thép và bê tông đều bị chịu tác động rất nhiều của ứng suất dao động. Dưới các điều kiện này, thép cũng như bê tông đều bị mỏi. Kim loại khi bị mỏi sẽ hình thành các vết nứt nhỏ sau chu kỳ ứng suất tác động theo thời gian. Các vết nứt vì mỏi này diễn ra tại các điểm tập trung ứng suất hoặc tại các điểm không liên tục khác và tăng dần lên cùng với sự tăng của số lần dao động ứng suất. Nó làm giảm diện tích mặt cắt ngang chưa bị nứt còn lại của thanh cho đến khi trở nên quá nhỏ để chịu lực tác động. Tại điểm này thanh bị phá hỏng ở dạng gãy đột ngột.

Đối với các thanh cốt thép cường độ mỏi, có nghĩa là, ứng suất mà tại đó một dao động ứng suất giữa  $f_{max}$  và  $f_{min}$  có thể được tác động tới 2 triệu lần hoặc cao hơn mà không gây ra phá hỏng, thực tế hoàn toàn độc lập với cấp độ thép. Phạm vi ứng suất, có nghĩa là, sự khác nhau đại số giữa ứng suất cực đại và ứng suất cực tiểu,  $f_l = f_{max} - f_{min}$

có thể được duy trì gây ra sự phá hỏng vì mỗi phụ thuộc vào  $f_{\min}$ . Hơn nữa, trong thép cây đã làm biến dạng mức độ tập trung ứng suất tại vị trí mà đường gân liên kết với thân hình trụ chính của cây thép có khuynh hướng làm giảm phạm vi ứng suất an toàn. Sự tập trung ứng suất này phụ thuộc vào tỉ số  $r/h$ , trong đó  $r$  là bán kính cơ sở của sự biến dạng và  $h$  là chiều cao. Bán kính  $r$  là bán kính chuyển tiếp từ bề mặt của cây thép cho đến phần biến dạng.

Trên cơ sở các thí nghiệm mở rộng công thức sau đây được thành lập cho việc thiết kế:

$$f_r = 21 - 0,33f_{\min} + 8\frac{r}{h}$$

trong đó:

$f_r$  - phạm vi ứng suất an toàn, ksi;

$f_{\min}$  - ứng suất cực tiểu; mang dấu dương nếu là lực kéo và mang dấu âm nếu là lực nén;

$r/h$  - tỉ số của bán kính cơ sở trên chiều cao của phần biến dạng khi kéo thép (trong trường hợp thông thường  $r/h$  có giá trị là 0,3).

Khi các thanh thép bị đặt vào chế độ mỏi, nên tránh các ứng suất tập trung như ứng suất mối hàn, uốn cong vì chúng có thể cho cường độ mỏi bị kém đi.

## 5. CÁC LOẠI THÉP XÂY DỰNG

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

### 5.1. Thép cacbon

#### *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 tùy theo điều kiện luyện thép:

$C < 2\%$ ,  $Mn \leq 0,8\%$ ,  $Si \leq 0,5\%$ ; P, S  $\leq 0,05\%$ ; Cr, Ni, Cu, W, Mo, Ti - rất ít (0,1 - 0,2%).

Mn, Si là 2 tạp chất có tác dụng nâng cao cơ tính của thép cacbon; P, S là những tạp chất làm giảm chất lượng của thép, nâng cao tính giòn nguội trong thép, nhưng lại tạo tính dễ cắt gọt cho thép.

#### *Phân loại thép cacbon*

- Theo phương pháp luyện thép chia ra 3 loại thép cacbon: Thép lò Mactanh (cổ điển): có chất lượng tốt, khử P, S khá tốt. Thép lò thổi oxy: phương pháp này 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 thì chia thép ra thép sôi (khử chưa hết FeO), thép lặng (khử hết FeO) và thép nửa lặng.

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

### Các loại thép cacbon

Vật liệu thép cacbon thường ở dạng đã 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 ký hiệu thép cacbon thường nhóm A bằng 2 chữ GT và sau đó là độ bền giới hạn ( $\text{daN/cm}^2$ ).

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

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

Loại A là thép cacbon thường chỉ quy định về cơ tính. Bảng 7.1 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 C là thép cacbon thường được quy định cả về cơ tính lẫn thành phần. Loại thép này trong ký 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 hoá học như thép loại B cùng loại.

Thép cacbon loại CT0 thường dùng làm các chi tiết như đinh tán, bulông thường. Trong xây dựng cầu và 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 loại B được giới thiệu ở bảng 7.2 (Tiêu chuẩn Nga 380 - 71).

Thép loại C là thép cacbon thường được quy định cả về cơ tính lẫn thành phần. Loại thép này trong ký 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. Ký hiệu có ghi số phần vạn cacbon trong thép (Nga ký hiệu từ 08 - 85; Việt Nam: C8 - C85). Thép loại này chỉ dùng để chế tạo chi tiết máy.

**Bảng 7.1**

Số hiệu thép		$\sigma_b$ N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{0.2}$ N/mm <sup>2</sup>	$\sigma$ %	Số hiệu thép		$\sigma_b$ N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{0.2}$ N/mm <sup>2</sup>	$\sigma$ %
Nga	VN				Nga	VN			
CT0	CT31	$\geq 310$	-	35	CT4	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 7.2**

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

**Bảng 7.3. Tóm tắt các yêu cầu tối thiểu về cường độ theo ASTM**

Sản phẩm	Tiêu chuẩn kỹ thuật của ASTM	Tên gọi	Cường độ uốn cục tiểu, psi (MPa)	Cường độ kéo cục tiểu, psi (MPa)
Cốt thép thanh	A615	Cấp độ 40	40.000 (275)	70.000 (480)
		Cấp độ 60	60.000 (415)	90.000 (620)
		Cấp độ 75	75.000 (515)	100.000 (690)
	A616	Cấp độ 50	50.000 (345)	80.000 (550)
		Cấp độ 60	60.000 (415)	90.000 (620)
	A617	Cấp độ 40	40.000 (275)	70.000 (480)
		Cấp độ 60	60.000 (415)	90.000 (620)
	A706	Cấp độ 60	60.000 (414) [78.000 (535) tối đa]	80.000 (550)
Cốt thép thanh bị biến dạng	A184	Tương tự như cốt thép thanh		
Thép thanh được tráng kẽm	A767	Tương tự như cốt thép thanh		
Thép thanh được tráng epoxy	A775	Tương tự như cốt thép thanh		
Dây thép: Đan Làm biến dạng	A82		70.000 (480)	80.000 (550)
	A496		75.000 (515)	85.000 (585)
Gia công dây thép hàn Đan Làm biến dạng	A185		65.000 (450) 56.000 (385)	75.000 (515) 70.000 (480)
	A497		70.000 (480)	80.000 (550)
Dây dự ứng lực Bện 7 dây Dây	A416	Cấp độ 250	212.500 (1465)	250.000 (1725)
		Cấp độ 250	225.500 (1555)	250.000 (1725)
		Cấp độ 270	229.500 (1580)	270.000 (1860)
		Cấp độ 270	243.000 (1675)	270.000 (1860)
Thép cây	A421	Ứng suất - giảm căng	199.750 (1375) 212.500 (1465)	235.000 (1620) 250.000 (1725)
		Nới lỏng - thấp	211.500 (1455) 225.000 (1550)	235.000 (1620) 250.000 (1725)
	A722	Kiểu I (đan)	127.500 (880)	150.000 (1035)
		Kiểu II (biến dạng)	120.000 (825)	150.000 (1035)
Bện chắc	A779	Kiểu 245	241.900 (1480)	247.000 (1700)
		Kiểu 260	228.800 (1575)	263.000 (1810)
		Kiểu 270	234.900 (1620)	270.000 (1860)

## 5.2. Thép hợp kim

### *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.

Hàm lượng các nguyên tố này được giới hạn để từ đó phân chia ranh giới giữa chúng, khi là tạp chất và khi là thành phần hợp kim 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 $\geq 0,02\%$ .

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

### *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 (tỷ lệ % các nguyên tố trong hợp kim). Thí dụ thép 9Mn2 có 0,09% C, 2% Mn.

Theo Tiêu chuẩn Nga, thép hợp kim được ký hiệu theo hệ thống chữ cái tiếng Nga và tỷ lệ phần trăm của chúng trong hợp kim. Ví dụ: Crôm - X; Niken - H; Vonfram - B; Silic - C; Nitơ - A; Côban - K; Mangan - Mn, v.v... Các con số chỉ phần vạn cho cacbon và phần trăm cho các nguyên tố khác ( $\geq 1\%$ ). Ví dụ: thép hợp kim 12G2 có 0,12% C, 2% Mn. Loại thép chất lượng cao phía cuối kí hiệu có chữ A.

Theo Tiêu chuẩn Pháp - kí hiệu thép được ghi bằng kí hiệu hóa học (Fe, Si, Mn, ...), cuối kí hiệu là cường độ của thép (theo MPa). Ví dụ: kí hiệu của cốt thép là: FeE22, FeE40, FeE50, v.v... được ghi trong tiêu chuẩn NFA 35 - 016, NFA 35 - 022.

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

Tiêu chuẩn của Mỹ thì kí hiệu thép hợp kim theo SAE - Hội kỹ sư ô tô Mỹ - dùng hệ thống chữ số để ký hiệu. Hai số đầu ghi loại thép (ví dụ: 2 - Niken; 3 - Crôm -niken; 5 - thép crôm.... 13 - thép mangan; 10 - thép cac bon,....) 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 ký 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 kim loại, rồi đến số thứ tự, ví dụ: SNC3 - thép hợp kim niken - crôm số 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 các 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 ≤ 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 có kí hiệu 17ГC; 16ГAΦ. Chúng chứa 0,01%N và 0,1C, có độ dẻo cao (δ = 23 - 25%), độ bền va đập và cường độ cao; giới hạn cường độ khi kéo là 550 - 600 MPa và giới hạn chảy là 350 - 450 MPa.

## **6. CỐT THÉP CHO KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP VÀ BÊ TÔNG CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC**

Theo Tiêu chuẩn Việt Nam và Tiêu chuẩn Nga - cốt thép cho bê tông cốt thép và bê tông cốt thép dự ứng lực thường dùng thép cacbon và thép hợp kim được ghi ở bảng 7.3. Theo tiêu chuẩn ASTM tính năng cốt thép được ghi ở bảng 7.3.B.

**Bảng 7.3**

Loại cốt thép	d, mm	Mác của thép	Loại thép
AI	6-40	CT3	Thép cacbon thường nhóm A, B
AII	10-40	BMCT 5 ΠC	Thép cacbon thường nhóm B
		BKCT 5ΠC	
	40-90	18Г 2C	Thép cacbon thấp
AII	6-40	20Г 2C, 35ГC	Thép hợp kim cacbon, silic, mangan
AIV	10-32	20XГ 2Π	Thép hợp kim cacbon, mangan, thiếc
	10-18	20XГCT	Thép hợp kim cacbon crôm, silic, mangan, titan
AV	10-18	23X 2Г2	Thép crôm, mangan, thiếc
ATK	6-9	65Г, 60C2	Thép hợp kim thấp, silic, mangan

### **6.1. Các đặc tính của cốt thép**

#### **6.1.1. Sự dính bám của cốt thép trong bê tông**

Sự dính bám thể hiện ở khả năng dính bám tốt của cốt thép với lớp bao phủ. Đặc biệt đối với cốt thép phải có hình dạng đặc biệt. Chính vì vậy, chúng có gân làm tăng

sự neo móc, chúng cũng có thể được liên kết tạo thành lưới mà ít nhất có một thanh làm việc như "cái neo".

Một tính chất khác liên quan tới sự dính kết là bề mặt cốt thép có phản ứng hóa học với xi măng, không được tạo ra các hợp chất có hại cho sự dính kết này. Ví dụ như một chất béo ở trên mặt thép có thể tạo thành chất xà phòng trong bê tông và làm giảm sự dính kết của kim loại.

Trong trường hợp bê tông ứng suất trước, thì thép bị kéo trước khi tiếp xúc với bê tông, sau đó được thả ra. Việc thả đó có xu hướng tăng đường kính cốt thép (hiệu ứng Poisson) và như vậy sự dính kết giữa thép và bê tông được cải thiện. Sự dính kết của cốt thép ứng suất trước được bảo đảm hoặc do những vết, hoặc do sự gồ gề được tạo nên trực tiếp bằng việc cán hoặc bởi sự chuốt đối với các sản phẩm bị kéo dẫn.

### **6.1.2. Tính biến dạng của cốt thép trong bê tông**

Trong thời gian đặt cốt thép của bê tông cốt thép luôn luôn bị biến dạng, thất lại. Như vậy chúng phải có tính biến dạng tốt, như có độ dẫn dài lớn dưới tải trọng cực đại trong thời gian thử kéo, bên sau một số lần gấp trong phép thử quy ước.

Ngược lại, cốt thép của bê tông ứng suất trước được kéo gần như thẳng. Như vậy, không cần có tính biến dạng lớn. Tuy nhiên một vài dây cáp ứng suất trước bị lệch và riêng cường độ kéo (thuần túy) không đủ để đánh giá khả năng sử dụng các sản phẩm này.

### **6.1.3. Tính bền lâu**

Độ bền lâu của các công trình bằng bê tông cốt thép hoặc bê tông cốt thép ứng suất trước phụ thuộc trực tiếp vào độ bền của cốt thép. Độ bền lâu này có thể chỉ phụ thuộc vào kích động cơ học, nhưng nó cũng có thể gắn với môi trường xung quanh.

Các tính chất cơ học của thép ảnh hưởng đến độ bền của công trình trước hết là sự chùng và cường độ mỏi của chúng. Sự chùng liên quan với cốt thép ứng suất trước là sự giảm theo thời gian của ứng suất trong cốt thép bị kéo dưới chiều dài không đổi. Như vậy, nó tạo ra một sự giảm tăng dần của lực ứng suất trước trong công trình.

Một kích động gọi là sự mỏi, khi nó biến động theo thời gian, có thể gây nên một sự xuống cấp tăng dần, sau đó làm đứt cốt thép.

Hệ số giãn nở nhiệt của hai vật liệu này, đối với thép là  $6,5 \times 10^{-6}$  và đối với bê tông trung bình là  $5,5 \times 10^{-6}$ , là đủ gần để ngăn chặn trước các nguyên nhân gây nứt và các ảnh hưởng không mong muốn khác do sự biến dạng vì nhiệt.

Trong khi khả năng chịu ăn mòn của thép kém, thì bê tông có thép tăng cứng lại tạo ra khả năng bảo vệ ăn mòn tuyệt vời, làm giảm thiểu vấn đề ăn mòn và chi phí bảo dưỡng tương ứng.



Khả năng chịu lửa của thép kém vì tính dẫn nhiệt của nó cao và còn vì thực tế cường độ của nó giảm rất lớn khi ở nhiệt độ cao. Ngược lại, tính dẫn nhiệt của bê tông tương đối thấp. Như vậy, những phá huỷ do lửa, ngay cả khi phải tiếp xúc lâu với lửa nếu có, nói chung được hạn chế bởi lớp bê tông bên ngoài, và một lượng vừa phải của lớp vỏ bê tông tạo ra sự cách nhiệt cần thiết cho lớp tăng cứng được bọc bên trong.

Trong các kết cấu bê tông, thép được sử dụng theo hai cách: dùng làm thép tăng cứng và thép dự ứng lực. Thép tăng cứng được đặt vào trong ván khuôn trước khi đổ bê tông. Các ứng suất trong thép khi bê tông đã đóng rắn chỉ sinh ra bởi tải trọng nạp lên kết cấu, ngoại trừ các ứng suất ký sinh có thể gây ra bởi sự co rút hoặc các nguyên nhân tương tự. Ngược lại, trong các kết cấu bê tông dự ứng lực, người ta tác động lực kéo lớn lên thép tăng cứng trước khi để cho nó kết hợp với bê tông để chịu tải trọng ngoài. Các loại dùng cho hai ứng dụng này rất khác nhau và sẽ được trình bày riêng.

## **6.2. Dạng cốt thép cho bê tông cốt thép (hình 7.8)**

### ***Sợi tròn nhẵn:***

Các sợi tròn nhẵn được sử dụng làm cốt thép cho bê tông cốt thép được sản xuất từ máy kéo sợi. Các sợi này đạt được bằng cán nóng. Trước khi kéo, sợi được xử lý ngay để cấu trúc của chúng phù hợp với việc tạo hình, việc xử lý có thể là:

- Xử lý nhiệt gọi là tôi (nhúng vào bể nước muối ở nhiệt độ khoảng 500°C),
- Xử lý nhiệt cơ học. Trong trường hợp này, các sợi được làm nguội và giữ ở nhiệt độ khoảng 500°C trong khi kéo.

Việc kéo sợi bao gồm cho sợi thép đi qua khuôn kéo có độ cứng lớn cho phép làm giảm đường kính của thép. Như vậy vấn đề là đánh giã tốt sợi thép và sau đó kéo nó qua khuôn. Các điều kiện chuốt (lực kéo qua khuôn, tốc độ kéo qua, bôi trơn v.v....) ảnh hưởng đến phẩm chất cuối cùng.

### ***Sợi và thanh có độ dính cao:***

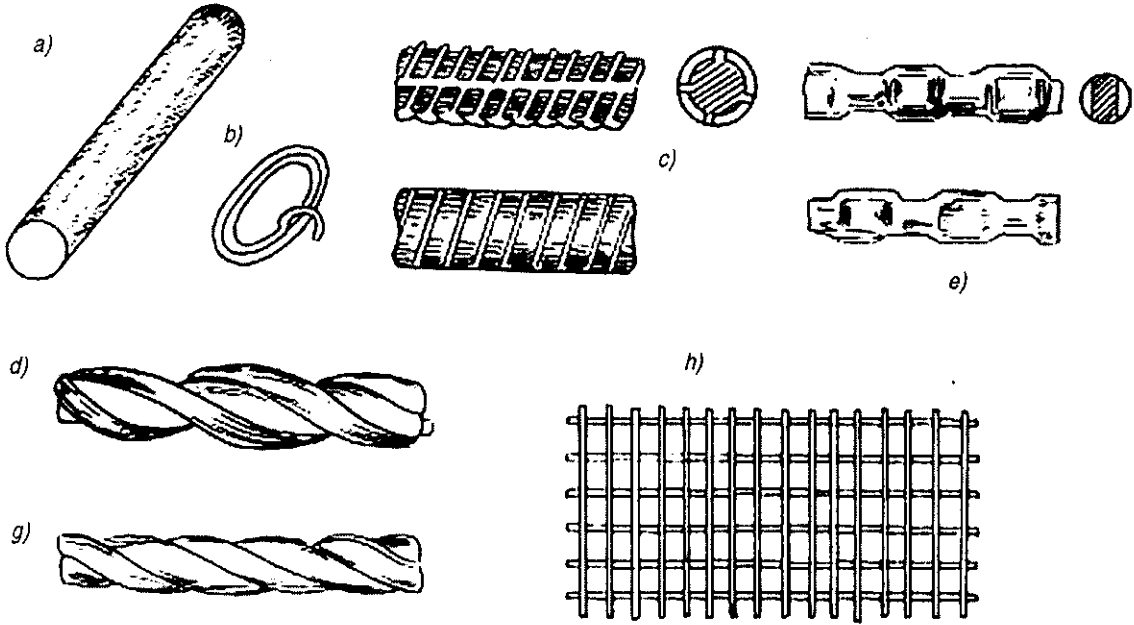
Các sợi và thanh có gân, có lực dính bám cao, đạt được từ các sản phẩm cán nóng, bằng cách dùng các xylanh của máy cán với các gờ và rãnh. Đôi khi tạo ra các gân phụ bằng cách phay nguội.

Tiếp theo áp dụng tác động xoắn đối với các sợi đã cán nóng. Tác động xoắn đó tạo ra các biến dạng dẻo, tác động mạnh ở chu vi so với ở tâm. Để giảm các ảnh hưởng phụ của việc xoắn đối với các tính chất của thép, có thể dùng một số phương pháp "hóa già". Vấn đề là giữ thép ở các nhiệt độ không đổi (từ 20 đến khoảng 100°C) trong vài giờ.

### ***Lưới hàn:***

Lưới hàn được tạo thành bởi các sợi tròn, chúng được hàn lại nhờ một phương pháp gọi là "hàn điểm". Trong phương pháp này, một dòng điện được phát ra từ một máy phát

nối vào hai điện cực đặt trên mỗi sợi trong hai sợi để hàn, làm chảy rất cục bộ vùng tiếp xúc giữa các sợi. Sau khi nguội vùng này trở nên chung cho hai sợi. Chất lượng của mối liên kết hàn phụ thuộc vào các điều kiện nhiệt (tốc độ làm nguội sau khi làm chảy) và cơ học (lực tỷ giữa các sợi) của việc hàn.



Hình 7.8: Các dạng cốt thép

### 6.3. Cốt thép ứng suất trước (cốt thép chất lượng cao)

#### Thanh ứng suất trước:

Các thanh là các sản phẩm có tiết diện không đổi, chúng không thể được cuộn thành cuộn. Ví dụ như các thanh thép ứng suất trước tròn và nhẵn, có đường kính giữa 20 và 36mm, chiều dài 18m (giới hạn bắt buộc do điều kiện vận chuyển), các thanh được cán nóng và được xử lý phụ bởi:

- Hoặc là kéo, tiếp theo là ram và tiếp theo có thể là chuốt.
- Hoặc là kéo, ram, sau đó chuốt.
- Hoặc là chuốt kéo, tôi và ram.

#### Sợi ứng suất trước:

Các sợi thép ứng suất trước luôn luôn là thép tròn nhẵn đạt được bằng phương pháp chuốt các sợi máy như cốt thép của bê tông cốt thép. Các sợi máy dùng cho cốt thép ứng suất trước có 4 loại được xác định bởi hàm lượng cacbon như là FMP 62 đối với  $C = 0,60 - 0,65\%$  hoặc FMP 80 đối với  $C = 0,78 - 0,83\%$ . Đối với mỗi loại sợi hàm lượng mangan nằm trong khoảng  $0,60 - 0,90\%$ , hàm lượng silic  $0,10 - 0,35\%$  và tổng hàm lượng kền - crôm - molipden dưới  $0,40\%$ .

Để cải thiện sự chùng ứng suất, sợi thép sau đó được "ổn định hoá" bằng một biến dạng dẻo nhỏ, đồng thời giữ ở nhiệt độ không đổi (dưới 200°C) và nguội nhanh.

Các sợi không được nhấn, đạt được bằng cách cán nóng hoặc cán nóng rồi sau đó cán nguội. Một vài sợi có vết ép.

#### ***Bó sợi ứng suất trước:***

Một bó sợi là tập hợp các sợi được cuộn với nhau thành đường xoắn ốc và phân bố trên một lớp có khả năng thực hiện được xung quanh một sợi ở trung tâm. Như vậy, một bó sợi 3 dây không có sợi trung tâm, trong khi đó các bó sợi khác có 7 dây thì có 6 dây bao quanh.

Bó sợi tạo ra các ứng suất dư kéo ở bề mặt và nén ở bên trong. Các ứng suất dư đó có thể được cải biến nếu bó sợi hoàn chỉnh - đặc chặt, nghĩa là được chuốt lại.

### **6.4. Các tính chất cơ học và đặt cốt thép**

#### ***6.4.1. Các tính chất của thép sau khi cán nóng***

Các tính chất cơ học của thép cán nóng (khoảng 1000°C) và làm nguội chậm tùy thuộc vào hàm lượng cacbon.

Thép được cán nóng bằng cách: Sau khi tạo hình hoặc tôi (làm nguội nhanh từ nhiệt độ 950°C) hoặc được làm biến dạng nguội (chuốt hoặc cán), hoặc được làm biến dạng ở nhiệt độ khoảng 500°C, tiếp theo là làm nguội khá nhanh.

Việc tôi cho thép thay đổi bản chất của các thành phần của thép. Thật vậy, nó được hình thành sau khi làm nguội nhanh (với tốc độ 200°C/giây), một thành phần cứng hoặc ở dạng hình kim nhỏ (mactenxit), hoặc ở dạng hình cầu (bainit). Các thành phần mới này có cường độ lớn (độ cứng), nhưng tính biến dạng rất nhỏ. Như vậy chúng phải được xử lý để thép được tôi có thể được dùng làm cốt thép. Việc xử lý cuối cùng là ram (nung ở nhiệt độ khoảng 400°C).

Như vậy, sự cứng hóa (tăng giới hạn đàn hồi và cường độ kéo) của thép cán và tôi đạt được bằng cách thay đổi bản chất (tính chất) các thành phần của các sản phẩm này.

Các biện pháp làm cứng bằng cách tôi và tự ram bao gồm việc tách sợi cốt thép được nung tới 900°C, dưới một tia nước được làm nguội rất nhanh (tôi) ngoài mặt. Khi ra khỏi nhiệt bị tôi, bên trong của thép vẫn còn nóng ở 600°C (ram) làm nóng mặt xung quanh đã được tôi. Loại cốt thép đó như vậy có cấu trúc không đồng nhất, nó phối hợp không tốt độ cứng (đạt được nhờ mặt xung quanh) với tính biến dạng (ở bên trong).

#### **6.4.2. Các tính chất của thép chuốt**

Các tính chất cơ học của thép phụ thuộc vào cấu trúc của nó, ở mức độ bản chất của các thành phần, vào hình dạng của chúng và vào mức độ khuyết tật của các nguyên tử trong mỗi thành phần. Các khuyết tật trước hết là sự biến vị: các tuyến cấu tạo các chuỗi nguyên tử, xung quanh chúng các nguyên tử không ở trong các vị trí "bình thường" (đối với một tinh thể hoàn chỉnh). Các biến vị này dịch chuyển dưới tác dụng của ứng suất tác dụng. Khi đó chúng có thể hoặc là tồn tại trong tinh thể (ở đây là một hạt thép) và tạo ra các ứng suất dư, hoặc là mất đi ở trên mặt của tinh thể và như vậy thay đổi hình dạng của nó. Như vậy chúng là các "nhân tố sáng tạo" ra các biến dạng dẻo trong các vật rắn kết tinh.

Các biến vị này cũng có thể được dịch chuyển bởi tác động nhiệt (bằng cách đốt nóng). Nói khác đi, việc đốt nóng có thể loại bỏ được ứng suất cục bộ của thép, ngay cả khi cấu trúc của nó không được sửa đổi.

Trong trường hợp các thép đã chuốt, biến dạng dẻo bắt buộc xảy ra trong khi chuốt, kéo dài các hạt trong thép này, theo phương dài (phương chuốt). Ngoài ra trong thép chuốt còn lại ứng suất dư nó là ứng suất kéo trên mặt (trên một chiều dày nhiều nhất khoảng 1mm) và là ứng suất nén ở tâm.

Giới hạn đàn hồi của thép chuốt cao hơn nhiều giới hạn đàn hồi của chính thép đó trước khi chuốt. Đó là một sự sắp xếp đặc biệt của các biến vị tạo ra trong khi chuốt (sự xoắn rối) và đến nỗi làm chúng dời chỗ khó khăn hơn. Nói khác đi, trong thép chuốt các biến dạng dẻo (sự chuyển động của các biến vị) chỉ xuất hiện dưới ứng suất (tác dụng) cao. Đó là sự cứng hóa cơ học ban đầu đôi khi được gọi là sự rèn nguội.

#### **6.4.3. Các tính chất của thép sau khi xoắn**

Việc xoắn cốt thép của bê tông cốt thép làm nảy sinh các biến dạng không hồi phục (dẻo), được thể hiện bằng sự giảm kích thước hạt kim loại và bởi sự biến đổi về sắp xếp của các biến vị. Các biến vị này tự sắp xếp lại bằng cách đan xen nhau, sao cho việc khởi động đòi hỏi ứng suất cao hơn trước khi xoắn. Đó là hiện tượng rèn nguội, nó tương ứng với sự nâng cao giới hạn đàn hồi và cường độ kéo, trong khi đó sự giãn dài dưới tải trọng cực đại giảm đi.

Sau khi rèn nguội, độ cứng của thép ở tâm nhỏ hơn ở xung quanh. Tác dụng của việc rèn nguội này là biến đổi bằng cách hóa già (giữ ở nhiệt độ không đổi) ở những nhiệt độ từ 20 đến 250°C.

#### **6.4.4. Các tính chất của cốt thép sau khi hàn**

Việc hàn làm biến đổi cấu trúc cục bộ của thép. Vùng đã chảy có thể có cấu trúc với những hạt lớn hơn. Vùng bên cạnh chưa bị chảy nhưng đã được làm nguội với vận tốc khoảng 100°C/ giây, có cấu trúc phụ thuộc vào chất lượng của thép. Đặc biệt, sau làm nguội này quá trình có thể hình thành ôssenít, làm thép cứng, ít biến dạng.

Như vậy, các điều kiện hàn (tốc độ nguội đi) và chất lượng của cốt thép xác định khả năng hình thành một thành phần ít biến dạng. Vì kích thước của cốt thép gần như cố định và các máy hàn rất giống nhau, tính hàn của cốt thép phụ thuộc trước hết vào thành phần hóa học của chúng. Chính xác hơn, một loại thép như vậy có khả năng hàn được hay không nếu hàm lượng "đương lượng cacbon", được xác định bằng công thức:

$$C_{eq} = C - \frac{Mn}{6} - \frac{Cv - M0 - V}{5} - \frac{Ni - Cu}{15} < 0,45\%$$

Nếu hàm lượng  $C_{eq}$  nằm trong khoảng 0,45 - 0,51% thì phải tiến hành các nghiên cứu bổ sung để đánh giá tính hàn của thép. Nếu  $C_{eq} > 0,5\%$ , thép không hàn được.

Trong trường hợp lưới hàn, thủ tục tiến hành hàn được đánh giá bằng cách tiến hành thí nghiệm cắt các mẫu, các thí nghiệm này cho phép phát hiện các khuyết điểm của việc điều chỉnh trong khi chế tạo lưới.

Việc hàn đối đầu các cốt thép trong bê tông cốt thép thường dùng phổ biến hơn các phương pháp khác. Ví dụ như hàn nhiệt nhôm, trong đó năng lượng cần thiết để làm chảy cục bộ thép đạt được bằng cách đốt một hỗn hợp đặt ở chỗ tốt. Việc hàn đối đầu bằng ma sát khá hiếm, đạt được bằng cách làm quay nhanh một thanh đối với thanh kia được giữ cố định. Việc tăng nhiệt độ là nhờ ma sát giữa các thanh.

## 6.5. Các tính chất của thép ứng suất trước

### 6.5.1. Sự cứng hóa

Sự cứng hóa của cốt thép ứng suất trước (sự tăng lên giới hạn đàn hồi) đạt được:

- Hoặc bằng cách xử lý nhiệt gồm tôi và ram,
- Hoặc bằng cách chuốt (rèn nguội) và xoắn.

Về các sản phẩm chính thức được công nhận, sợi ứng suất trước được chuốt một cách đơn giản, có cường độ từ 1570 đến 1770 MPa. Các bó có cường độ (mác) từ 1670 đến 1960 MPa. Các thanh ứng suất trước có cường độ (mác) kéo từ 1030 đến 1230 MPa.

Tính biến dạng của cốt thép ứng suất trước được đánh giá bằng độ giãn dài dưới tác dụng của tải trọng cực đại và bằng độ co thắt (độ giảm tiết diện ở mức bị gãy) của mẫu khi kéo. Đối với các dây, nó cũng được đánh giá bằng các thí nghiệm gấp, duỗi liên tiếp với góc 90°. Chính số lần gấp duỗi luân phiên trước khi mẫu bị gãy xác định tính biến dạng của cốt thép. Số lần bảo hành của các cơ sở sản xuất là 7 đối với sợi có đường kính 5 mm và bằng 5 đối với sợi lớn hơn một chút (đường kính bằng 7 hoặc 8mm).

### 6.5.2. Sự chùng ứng suất và từ biến

Khi một loại thép ứng suất trước được giữ dưới tải trọng không đổi (khá cao), biến dạng của nó tăng lên theo thời gian - đó là từ biến. Ngược lại, nếu chiều dài của nó (biến dạng) được giữ khá cao và không đổi, ứng suất tác dụng giảm theo thời gian - đó là sự

chùng ứng suất. Các giá trị đảm bảo cho sự chùng ứng suất của các sợi và bó sợi ứng suất trước được nêu trong bảng 7.1

Trong thực tế, khi nhiệt độ tăng lên (từ khoảng 50°C), sự chùng ứng suất nhờ chuyển động của các biến vị, được tăng nhanh. Nhưng sự tăng nhanh đó phụ thuộc vào loại thép và nó không được xét đến theo các quy tắc.

### 6.5.3. Tính bền lửa

Trong khi xảy ra hỏa hoạn, nhiệt độ của cốt thép và cốt thép ứng suất trước có thể đạt tới 900°C. Cường độ kéo của các thép hầu như không đổi tới 150°C, và giảm đi khi nhiệt độ tăng (độ giãn khoảng 30% đến 400°C). Giới hạn đàn hồi của thép ứng suất trước giảm đi khi nhiệt độ tăng lên ở 400°C, giảm khoảng 30% so với giá trị của nó ở 20°C.

Sự chùng ứng suất của thép ứng suất trước tăng lên theo nhiệt độ.

**Bảng 7.1. Các giá trị của sự chùng ứng suất ở 100 giờ của dây và bó dây ứng suất trước, ở nhiệt độ môi trường**

Mức của ứng suất F/Ft	Loại: " Sự chùng ứng suất bình thường" (RN)	Loại: "Sự chùng ứng suất rất thấp" (TBR)
0,6	4,5%	1,0%
0,7	8,0%	2,5%
0,8	12%	4,5%

Tính giòn của thép ứng suất trước ngược lại với tính biến dạng, nó được xác định bằng các thí nghiệm khác. Khi xét đến thanh, các thí nghiệm về tính giòn (uốn bằng va chạm) được thực hiện trên các mẫu hình lăng trụ (gia công bằng máy) và cắt khác. Năng lượng để phá vỡ (gọi là độ giòn) của các mẫu này đánh giá tính giòn của chúng. Đại lượng này là chỉ số của độ dai chống lại sự gãy do nứt thép.

### 6.6. Kiểm tra cốt thép

Cốt thép của bê tông cốt thép là sản phẩm được chứng thực là đạt yêu cầu xác định bởi các tiêu chuẩn và bởi một cơ quan chứng thực.

Để được công nhận, mác cốt thép của bê tông cốt thép được xác nhận về sự dính bám, sự uốn cong về tính hàn và tính biến dạng (sự giãn dài dưới tải trọng cực đại). Việc kiểm tra sản xuất được thực hiện bằng quan sát các khuyết điểm, khối lượng theo chiều dài, các đặc tính hình học (kiểm tra độ gồ ghề của các tấm và đường xoắn), độ giãn dài dưới tải trọng cực đại, gấp duỗi và đối với lưới, kiểm tra cường độ cắt. Các thí nghiệm này được thực hiện bởi người sản xuất, nó được kiểm tra định kỳ theo yêu cầu, cấp giấy công nhận mác thép theo TCVN hoặc quốc tế.

Không có việc kiểm tra nào được thực hiện một cách có hệ thống sau khi đưa ra khỏi nhà máy. Như vậy, những khuyết tật có thể sinh ra, trong thời gian cất giữ cốt thép không được dự kiến trước. Các tiêu chuẩn bảo vệ cốt thép của các công trường cho phép tránh được các khuyết tật này.

Cốt thép ứng suất trước có thể là sợi, có thể là thanh, có thể là bó sợi (bảng 7.2). Các sản phẩm này có các đặc tính hình học đảm bảo cho chúng phù hợp với các thí nghiệm đặc biệt. Một vài thí nghiệm đó được thực hiện trong khi kiểm tra sản xuất, trong khi đó các thí nghiệm khác chỉ được thực hiện đối với yêu cầu về sự chính thức công nhận sản phẩm.

**Bảng 7. 2. Các đặc tính hình học của cốt thép ứng suất trước**

Sản phẩm	Đường kính, mm (tiết diện. mm <sup>2</sup> )
Dây	4 (12,6); 5 (19,6); 6 (28,3); 7 (38,5); 8 (50,3);
Thanh	10 (78,5), 12,2 (117)
Bó 3 sợi	20 (314); 22 (380); 32 (804); 36 (1018).
Bó 7 sợi	5,2 (13,6)
7 sợi "tiêu chuẩn"	6,85 (28,2); 9,3 (52); 18 (ít sử dụng).
7 sợi "cao cấp"	12,5 (93); 15,2 (139).
	12,9 (100); 15,7 (150).

## 7. ĐỘ LÂU BỀN CỦA THÉP VÀ CỐT THÉP

### 7.1. Độ mỏi

Khi vật liệu chịu tác dụng của một kích động cơ học biến đổi theo thời gian, sự đáp lại của nó gọi là độ mỏi. Sự đáp lại này được biểu thị bằng một sự phá hoại vật lý đối với vật liệu, tiếp theo có thể là nứt và kết thúc là gãy theo kỳ hạn. Khi sử dụng, mong muốn là độ mỏi luôn luôn nhỏ hơn giới hạn đàn hồi.

Để mô tả quá trình xuống cấp đó, có thể kéo theo sự làm gãy một vật rắn, phải quan sát nó ở mức độ vi mô những thay đổi cấu trúc của vật liệu. Cơ chế của việc xuống cấp do mỏi bao gồm giai đoạn đầu của việc thoái hóa không định vị, theo sau là giai đoạn nứt. Trong thời gian đầu, xuất hiện vết nứt ở bên trong các hạt kim loại gần bề mặt hoặc các khuyết tật hình học (lỗ rỗng .v.v...). Giai đoạn phá hoại được phân bố này được kết thúc khi xuất hiện vết nứt. Vết nứt nhỏ này thông thường nghiêng một góc bằng 45° so với ứng suất chính khi kéo. Giai đoạn tiếp theo tương ứng với sự lan truyền chậm của các vết nứt nhỏ được bắt đầu trong mặt phẳng thẳng góc với kéo.

Giai đoạn lan truyền chậm này kết thúc lúc độ lớn của ứng suất (so với một mức độ ứng suất đã cho) của vết nứt đạt tới giá trị cực hạn, gọi là độ dai của vật liệu

(cường độ của ứng suất tỷ lệ thuận với ứng suất tác dụng và với bình phương của chiều rộng vết nứt).

Trong bê tông cốt thép, cốt thép chịu tác dụng động của ứng suất có biên độ nhỏ vì vậy nó không bị phá hoại do mỏi.

## 7.2. Ăn mòn kim loại

Ăn mòn kim loại là sự phá hoại bởi yếu tố môi trường trên bề mặt kim loại làm cho kết cấu kim loại bị mất dần tiết diện chịu lực và dẫn đến phá hoại kết cấu.

Có hai loại ăn mòn: Hoá học và điện hoá học.

*Ăn mòn hoá học* là sự phá huỷ do tác dụng hoá 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.

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

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 (khuếch tán) vào dung dịch điện li làm cho kim loại thừa điện tử. Kim loại trở nên tích điện âm, còn dung dịch điện li tích điện dương. Ở miền ranh giới giữa chúng tạo ra một lớp điện tích kép, có điện thế nhất định gọi là thế điện cực.

Khi nhúng hai thanh kim loại có thế điện cực khác nhau vào cùng một dung dịch điện li, nối chúng bằng dây dẫn thì sẽ xuất hiện dòng điện trong dây dẫn. Khi đó kim loại có thế điện cực thấp hơn sẽ là anốt và sẽ bị hoà tan vào dung dịch (bị ăn mòn).

Các vật liệu kim loại dùng trong công nghiệp 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 (hoà tan) điện hoá. Ví dụ thép cacbon luôn gồm có hai pha là ferit và xementit, trong đó ferit gần như là sắt nguyên chất và có điện là cực âm, còn xementit có thế điện cực là cực dương. Trong dung dịch điện li giữa ferit và xementit sẽ phát sinh dòng điện, làm cho ferit (anốt) bị hoà tan. Trong một thanh thép có vô vàn các phân 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 hoá thép cacbon.

Nguyên nhân thép cacbon bị gỉ ở trong không khí cũng như vậy. Không khí luôn luôn chứa hơi nước nên trên bề mặt kim loại luôn có màng nước rất mỏng. Khí  $\text{CO}_2$  và các khí khác do công nghiệp thải ra như  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  ... hoà tan trong màng nước đó tạo nên các dung dịch điện li.



### 7.3. Ăn mòn cốt thép trong bê tông

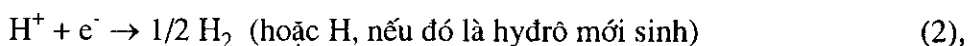
Sự ăn mòn kim loại ở nhiệt độ môi trường chủ yếu do nước, ngay cả khi có các yếu tố khác có thể xen vào. Ví dụ như oxy (hòa tan trong nước) hoặc các vi sinh vật (vi khuẩn). Một vật liệu kim loại được nhúng trong một thể tích nào đó (khép kín) của chất lỏng (nước) có thể là trung tính, axit hay bazơ, có xu hướng hòa tan trong dung dịch đó. Phản ứng được viết đối với thành phần kim loại Me như sau:



trong đó: Me biểu thị kim loại ở trạng thái rắn,  $\text{Me}^{z+}$  là ion hòa tan với hóa trị z.

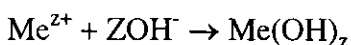
Phản ứng này sinh ra các electron, chúng ở trong vật rắn và chúng phải được loại trừ để đảm bảo sự cân bằng điện. Chính vì vậy, cần thiết có các phản ứng khác xảy ra ở mặt tiếp giáp của chất rắn và dung dịch. Các phản ứng khác này được gọi là "phản ứng catốt" hoặc "phản ứng rút bớt", trong khi phản ứng (1) là "phản ứng anốt" hoặc "ôxi hóa".

Các phản ứng catốt rất phổ biến như sau:



Khi chính phản ứng (3) xảy ra, người ta nói rằng oxy tạo thuận lợi cho ăn mòn kim loại. Những phản ứng này không luôn luôn xảy ra.

Các sản phẩm của các phản ứng (1) và (3) là các ion hoà tan trong nước và có thể chi phối cho chất kết tủa tùy theo phản ứng:



Kết tủa này là một hydrôxit, nó bao phủ bề mặt kim loại. Phản ứng này gọi là "phản ứng bao phủ" hoặc theo từ ngữ cũ "phản ứng thụ động". Nếu lớp này hoà tan không thấm nước từ những chiều dày nhỏ nhất (kém  $10^{-9}\text{m}$ ), sự thụ động được coi là hoàn hảo và đó là "tính thụ động". Trong trường hợp các sản phẩm chứa sắt, sản phẩm bao phủ là gỉ. Vậy quá trình ăn mòn là thuộc loại điện hóa, vì nó đề cập cùng một lúc đến phản ứng hoá học (sự kết tủa, v.v...), và cả sự chuyển đổi electron. Có thể mô tả một cách định lượng, bằng cách dùng nhiệt động học. Hệ thống được tạo nên bởi chất rắn kim loại và môi trường nước xung quanh được mô tả bằng các biến khác nhau. Một vài biến đó của trạng thái có tính chất hoá học: hàm lượng của các phần tử khác nhau. Hàm lượng của ion hydro  $\{\text{H}^+\}$  luôn luôn được biểu thị dưới dạng pH ( $\text{pH} = \lg \{\text{H}^+\}$ ). Một biến khác mô tả hệ thống này là biến chỉ ra rằng các ion có thể rời chất lỏng và đi vào chất lỏng. Biến này là một trường điện E, nó tồn tại trong chất lỏng ở mặt tiếp giáp với chất lỏng rắn hoặc điện thế E mà từ nó phát sinh.

Để đo E, người ta dùng một "hệ thống" (gồm một tấm kim loại đặt trong dung dịch muối của nó được nối với chất lỏng nghiên cứu, qua một vật nối nó hạn chế do sự rò rỉ), được gọi là điện cực mẫu.

Sai khác về điện thế giữa vật rắn kim loại và điện cực mẫu bằng E. Các điện cực mẫu chính là đồng- sunfat đồng, điện thế  $V_{ESC}$  hoặc bạc - clorua bạc điện thế  $V_{Ag - AgCl}$ .

Tốc độ ăn mòn bằng số lượng của thép hoà tan trong một đơn vị thời gian. Đối với sự hòa tan, lượng kim loại tỷ lệ thuận với một lượng điện ( $e^-$ ). Như vậy tốc độ ăn mòn tỷ lệ thuận với dòng điện (lượng điện trong một đơn vị thời gian). Chính xác hơn, việc nghiên cứu được thực hiện trên một đơn vị diện tích (bề mặt tiếp giáp chất rắn - chất lỏng) để xác định mật độ của dòng.

*Các xem xét về ăn mòn kim loại nói chung, được áp dụng để xem xét sự ăn mòn của cốt thép trong bê tông.*

Cốt thép được bao bọc bởi một lớp bảo vệ, trong trường hợp môi trường bê tông lành mạnh ( $pH \approx 12$ ) và theo quy tắc chung, các loại thép này chỉ bị gỉ nếu dung dịch ở khe kẽ đã biến mất (trường hợp của các vết nứt lớn tới cốt thép) hoặc nếu nó không còn, tương ứng với bê tông bị cacbonat hoá, hoặc ô nhiễm bởi clorua v.v....

Sự ăn mòn thép trong bê tông bao gồm 2 giai đoạn. Trong thời gian đầu, các yếu tố ăn mòn chứa trong môi trường xung quanh bê tông, thấm vào bê tông. Giai đoạn hai bắt đầu khi các chất xâm thực có nồng độ khá lớn ở cốt thép. Nó tương ứng với sự tăng lên của gỉ, sau đó làm vỡ bê tông bao bọc. Như vậy gỉ xuất hiện khi lớp (lớp thụ động) được hình thành trên thép mất các tính chất bảo vệ, đó là sự mất tính thụ động.

Tuy các dạng hoặc chất lượng của cốt thép trong bê tông cốt thép rất khác nhau (thép cacbon, không hợp kim) nhưng chịu tác động của gỉ theo cách giống nhau, chỉ khác nhau về mức độ gỉ.

### **7.3. Ăn mòn dưới ứng suất của thép ứng suất trước**

Cốt thép ứng suất trước ít nhiều nhạy cảm với một dạng đặc biệt của ăn mòn, đó là ăn mòn gây nứt dưới ứng suất. Cơ chế của loại ăn mòn này dưới ứng suất có hai loại. Một trong hai loại này là trường hợp nứt phát sinh từ một khuyết tật được định vị, trong lớp thụ động. Nó lớn lên dưới tác động kết hợp của sự hòa tan được khu trú và tác động cơ học. Giải thích này không phù hợp đối với thép không phải là hợp kim.

Cơ chế ăn mòn khác dưới ứng suất được hình thành bởi sự hoá giòn do hydro. Thật vậy, tính dẻo (biến dạng cực đại trước khi đứt) của một loại thép cường độ cao bị giảm đi khi có mặt của hydro với nồng độ đủ. Dưới tác động cơ học, hydro tập trung lại trong các vùng có biến dạng lớn nhất (sự tập trung ứng suất). Đó là trường hợp của các đáy cắt khác hoặc của vết nứt. Cũng vậy, một vết nứt xuất hiện từ một khuyết tật hình học nhỏ

có thể tăng lên bằng các bước nhảy nối tiếp. Mỗi bước nhảy tương ứng với sự đứt của thể tích hoá giòn, xảy ra khi hàm lượng hydro đạt tới ngưỡng làm giòn thép. Phải ghi nhận rằng hydro gây ra quá trình này xuất phát từ phản ứng catốt (2), nó hoạt động dễ dàng bởi sự vắng mặt của oxy. Ngoài ra, ở một vài vật thể có mặt tiếp giáp giữa thép và môi trường có thể hoặc là ngăn cản hoặc là tạo thuận lợi cho sự xâm nhập của hydro vào vật liệu kim loại.

Sự phá hoại do ăn mòn dưới ứng suất xuất hiện khi ứng suất của vết nứt trong vật rắn bị căng đạt tới giá trị cực hạn, gọi là độ dai của vật liệu (yếu tố cường độ của ứng suất tỷ lệ thuận với ứng suất tác dụng và với bình phương của kích cỡ vết nứt).

Đó là cơ chế thứ hai liên quan đến cốt thép ứng suất trước bằng thép không phải là hợp kim.

Để đánh giá độ nhạy cảm của cốt thép ứng suất trước đối với ăn mòn dưới ứng suất, dùng các thí nghiệm quy ước, nó cho phép không phải là dự kiến tuổi thọ làm việc, mà là xếp hạng hoạt động tương đối của cường độ đối với loại ăn mòn này.

Một nhóm các thí nghiệm đầu tiên chỉ liên quan đến độ nhạy cảm của cốt thép đối với sự ăn mòn hóa bởi hydro. Vấn đề là căng một mẫu ở mức của ứng suất gần với ứng suất khi làm việc và đặt nó trong một chất lỏng có khả năng gây nên sự giòn hóa bởi hydro. Một chất lỏng như vậy, thí dụ như dung dịch thioxianat amôn ( $\text{NH}_4\text{CNS}$ ).

Một nhóm thí nghiệm ăn mòn gây nứt gần điều kiện làm việc hơn là dùng nước cất ít nhiều được đổi mới và khoáng khí làm môi trường xung quanh các mẫu bị kéo căng.

Các loại thép nhạy cảm hơn đối với ăn mòn dưới ứng suất chỉ được sử dụng đối với các cấu kiện không bị mưa ướt và ít tiếp xúc với thời tiết (trước hết là ở bên trong công trình).

#### **7.4. Bảo vệ chống ăn mòn**

Cốt thép của bê tông cốt thép được bảo vệ chống ăn mòn khi chúng được bao bọc bởi lớp bê tông dày, đặc chắc và không nứt nẻ. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, nhất là khi lớp bao phủ có thể không đủ dày hoặc đặc chắc để làm chậm sự xâm nhập của các chất ăn mòn, cần phải có biện pháp bảo vệ phụ. Các phương pháp bảo vệ này có thể bao gồm việc làm tăng tính chống thấm của bê tông phủ ngoài (tăng độ đặc chắc, sơn bê tông, v.v...). Cũng có thể dùng các lớp phủ hữu cơ (nhựa epôxy...) hoặc lớp phủ kim loại (mạ kẽm) lên mặt cốt thép ngay từ khi sản xuất chúng.

Khi cốt thép của bê tông cốt thép chưa được bảo vệ từ lúc đầu, bị ăn mòn trong một công trình, chúng có thể được bảo vệ bằng các phương pháp khác nhau trong đó có phương pháp bảo vệ catốt.

Đối với cốt thép ứng suất trước, bảo vệ bằng vữa lỏng phun hoặc bằng mỡ được đổ vào ngay từ lúc sản xuất cốt thép.

Các phương pháp khác như lớp mạ kẽm cũng có thể dùng được.

Các phản ứng của một vài loại xi măng với lớp mạ làm cho hydro thoát ra, và bọt có thể để lại các vết trong xi măng.

Các phản ứng này mất đi khi pha một lượng nhỏ sản phẩm như cromat. Khi khai thác đặc biệt chú ý việc tạo môi trường cho bê tông có thể thoát được nước và khí ra ngoài (sự thở của bê tông), khi đó mức độ gỉ có thể giảm.

### 7.5. Các cốt thép đặc biệt

Cốt thép của bê tông cốt thép bằng thép hợp kim: có thể là thép hỗn hợp với Ni (18%) và crôm (8%), chúng có cấu trúc ôstenit, không có từ tính. Cốt thép này được sử dụng cho các công trình đặc biệt. Các loại thép này có cường độ được cải thiện, chống ăn mòn khí quyển và đôi khi chúng được sử dụng để cải thiện tính lâu bền của cốt thép trong một số trường hợp.

Đối với cốt thép ứng suất trước, thép không gỉ được dùng cho việc sửa chữa ở những vùng ăn mòn mạnh và vừa.

Cốt phi kim loại ứng suất trước thường dùng cốt sợi cacbon được phủ trong nền epoxy. Nó có dạng thanh tiết diện tròn hoặc dạng dải phẳng (tấm polime sợi cacbon).

## 8. GANG

### 8.1. 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.

### 8.2. 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 lêđeburit. Trong gang xám, cầu và dẻo cacbon phần lớn ở dạng tự do - grafit.

#### *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 và GX và 2 số theo sau đó là giới hạn bền kéo và giới hạn bền uốn tính theo  $\text{kG/mm}^2$ ) gang xám được phân ra làm 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.

#### ***Gang cầu:***

Gang cầu gồm những hạt grafit 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 ký hiệu là GC với hai số tiếp theo đó là giới hạn bền kéo và độ giãn dài.

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

### **9. 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 - 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 đuyra và silumin.

#### ***Đuyra:***

Đuyra là hợp kim nhôm với đồng (< 4%), crôm (< 12%), magiê (< 7%), mangan (< 1%). Sau khi gia công nhiệt và cho hoá già tính chất cơ học của nó nằm trong giới hạn sau: giới hạn chảy: 1700 - 2800 daN/cm<sup>2</sup>, độ bền kéo 1700 - 4400 daN/cm<sup>2</sup>, độ giãn dài tương đối 6 - 24%, độ cứng Brinen 40 - 100 daN/mm<sup>2</sup>.

#### ***Silumin:***

Silumin là hợp kim của nhôm với silic SiO<sub>2</sub>(10 - 14%). Chúng có chất lượng cao, độ bền kéo đến 2000 daN/cm<sup>2</sup>, độ cứng Brinen 50 - 70 daN/mm<sup>2</sup>.

## Chương 8

# VẬT LIỆU GỖ

### 1. KHÁI NIỆM

Gỗ là vật liệu thiên nhiên được sử dụng khá rộng rãi trong xây dựng vì những ưu điểm cơ bản sau: nhẹ, có cường độ khá cao; cách âm cách nhiệt; dễ gia công (cưa, xẻ, bào, khoan), có giá trị mỹ thuật cao. Vật liệu gỗ được sử dụng rất phổ biến trong xây dựng dân dụng, công nghiệp và giao thông vận tải. 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, nghiến, vàng tâm. Rừng Tây Nguyên có cẩm lai, chò chỉ ...

Gỗ chưa qua chế biến có những nhược điểm sau:

- Cấu tạo và tính chất cơ lí không đồng nhất, thường thay đổi theo từng loại gỗ, từng cây và từng phần trên cây.
- Dễ hút và nhả hơi nước làm sản phẩm bị biến đổi thể tích, cong vênh, nứt tách.
- Dễ bị sâu nấm mục thối phá hoại, dễ cháy.
- Nhiều khuyết tật làm giảm khả năng chịu lực và gia công chế biến khó khăn.

Với kĩ thuật gia công chế biến hiện đại có thể khắc phục được những nhược điểm của gỗ, sử dụng gỗ có hiệu quả hơn, như sơn gỗ, sấy và ngâm tẩm gỗ, chế biến gỗ dán, tẩm dấm bào và tẩm sợi gỗ ép.

### 2. CẤU TẠO GỖ

Cấu tạo của gỗ có thể nhìn thấy bằng mắt thường hoặc với độ phóng đại không lớn gọi là cấu tạo thô (vĩ mô). Cấu tạo của gỗ chỉ nhìn thấy qua kính hiển vi gọi là cấu tạo nhỏ (vi mô).

#### 2.1. Cấu tạo thô

Cấu tạo thô của gỗ được quan sát trên ba mặt cắt (hình 8.1).

Quan sát mặt cắt ngang thân cây (hình 8.2) ta có thể nhìn thấy: vỏ, libe, lớp hình thành, lớp gỗ bìa, lớp gỗ lõi và lõi 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.

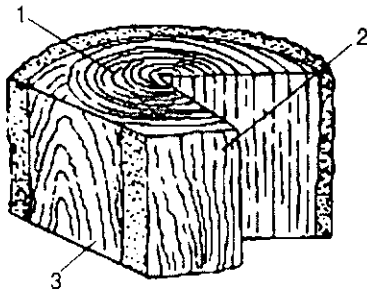
*Libe* là lớp tế bào mỏng của vỏ, có chức năng truyền và dự trữ thức ăn để nuôi cây.

*Lớp hình thành* gồm một lớp tế bào sống mỏng có khả năng sinh trưởng ra phía ngoài để sinh ra vỏ và vào phía trong để sinh ra gỗ. Những tế bào 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.

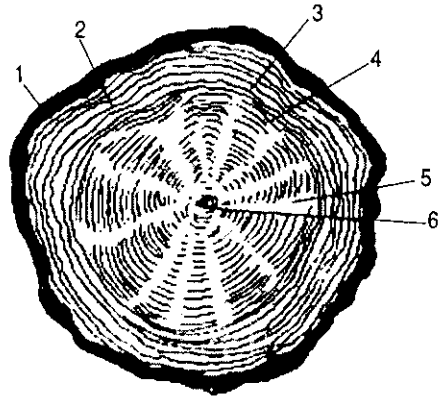
*Lớp gỗ bìa* (giác) màu nhạt, chứa nhiều nước, dễ mục nát, mềm và có cường độ thấp.

*Lớp gỗ lõi* màu sẫm và cứng hơn, chứa ít nước, khó bị mục mọt.

*Lõi cây* (tuỷ cây) nằm ở trung tâm, là phần mềm yếu nhất, dễ mục nát.



**Hình 8.1:** Ba mặt chính của thân cây  
1. mặt cắt ngang; 2. mặt cắt pháp tuyến;  
3. mặt cắt tiếp tuyến



**Hình 8.2:** Mặt cắt ngang của thân cây  
1. vỏ; 2. sợi vỏ cây; 3. lớp hình thành;  
4. lớp gỗ bìa; 5. lớp gỗ lõi; 6. lõi gỗ

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 thành 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.

## 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 dạng khác nhau. Tế bào của gỗ gồm có tế bào chịu lực, tế bào dẫn, tế bào tia lõi và tế bào dự trữ.

*Tế bào chịu lực* (tế bào thớ) có dạng hình thoi, dài 0,3 - 2 mm; dày 0,02 - 0,05 mm, thành tế bào dày, nối tiếp nhau theo chiều dọc thân cây. Tế bào chịu lực chiếm đến 76% thể tích gỗ.

*Tế bào dẫn* hay còn gọi là mạch gỗ, gồm những tế bào lớn hình ống xếp chồng lên nhau tạo thành các ống thông suốt. Chúng có nhiệm vụ dẫn nhựa theo chiều dọc thân cây.

*Tế bào tia lõi* là những tế bào xếp nằm ngang thân cây. Giữa các tế bào này cũng có các 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 ba 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 hêmixenlulô. 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% hêmixenlulô.

*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 hoá 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.

### 3. TÍNH CHẤT CỦA GỖ

#### 3.1. Tính chất vật lý

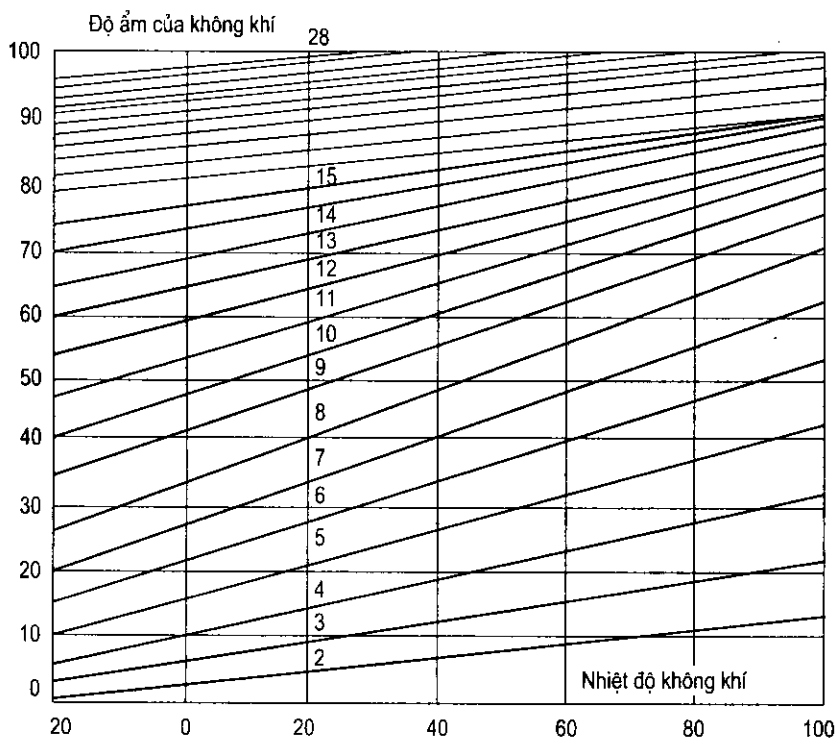
*Độ ẩm và tính hút ẩm:* độ ẩm có ảnh hưởng lớn đến tính chất của gỗ. Nước nằm trong gỗ có ba dạng: nước mao quản (tự do), nước hấp thụ và nước liên kết hoá học. Nước tự do nằm trong ruột tế bào, khoảng trống giữa các tế bào và bên trong các ống dẫn. Nước hấp thụ nằm trong vỏ tế bào và khoảng trống giữa các tế bào. Nước liên kết hoá học nằm trong thành phần hoá học của các chất tạo gỗ. Trong cây gỗ đang phát triển chứa cả nước hấp thụ và nước tự do, hoặc chỉ có nước hấp thụ. Trạng thái của gỗ chỉ chứa nước hấp thụ (không có nước tự do) gọi là giới hạn bão hoà thớ ( $W_{bht}$ ). Tùy từng loại gỗ giới hạn bão hoà thớ có thể dao động từ 23 đến 35%.

Khi sấy, nước từ từ tách ra khỏi mặt ngoài, nước từ lớp gỗ bên trong chuyển dần ra thay thế. Còn khi gỗ khô thì nó lại hút hơi nước từ không khí.

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 8.3. Độ ẩm cân bằng của gỗ khô trong phòng là 8 - 12%; của gỗ khô sau khi sấy lâu dài ở ngoài không khí là 15 - 18%.



**Hình 8.3:** Biểu đồ độ ẩm cân bằng của gỗ (2-38% 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 thụ) cho nên để so sánh người ta thường chuyển về độ ẩm tiêu chuẩn (18%).

Khối lượng riêng đối với mọi loại gỗ thường như nhau và giá trị trung bình của nó là  $1,54 \text{ g/cm}^3$ .

Khối lượng thể tích của gỗ phụ thuộc vào độ rỗng (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 kỳ (W) về khối lượng thể tích ở độ ẩm tiêu chuẩn (18%) theo công thức:

$$\gamma_0^{18} = \gamma_0^W [1 + 0,01 (1 - K_0)(18 - W)]$$

trong đó:

$\gamma_0^{18}, \gamma_0^W$  - khối lượng thể tích của gỗ có độ ẩm 18% và W;

$K_0$  - hệ số co thể tích.

Dựa vào khối lượng thể tích, gỗ được chia làm 3 loại:

- Gỗ rất nhẹ ( $\gamma_0 < 400\text{kg/m}^3$ )
- Gỗ nhẹ ( $\gamma_0 = 700 - 900 \text{ kg/m}^3$ )
- Gỗ rất nặng ( $\gamma_0 > 900 \text{ kg/m}^3$ ).

Những loại gỗ rất nặng như gỗ nghiến ( $\gamma_0 = 1100\text{kg/m}^3$ , gỗ sến  $1080\text{kg/m}^3$ ); những loại gỗ nhẹ như gỗ sung, gỗ muông trắng.

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 thụ. Khi đó chiều dày vỏ tế bào giảm đi, các mixen xích lại gần nhau làm cho kích thước của gỗ giảm đi.

Do cấu tạo không đồng nhất nên độ co theo các phương cũng khác nhau: co dọc thớ 0,1 - 0,3%; co pháp tuyến 3 - 6%; co tiếp tuyến 7 - 12% .

Độ co của gỗ (%) theo các phương dọc thớ  $y_d$ , pháp tuyến  $y_f$ , và tiếp tuyến  $y_t$  được xác định theo công thức:

$$y_d = \frac{a - a_1}{a_1} \times 100$$

$$y_f = \frac{b - b_1}{b_1} \times 100$$

$$y_t = \frac{c - c_1}{c_1} \times 100$$

trong đó:

a, b, c - kích thước của gỗ theo các phương dọc thớ, pháp tuyến và tiếp tuyến trước khi sấy khô;

$a_1, b_1, c_1$  - sau khi sấy đến trạng thái khô tuyệt đối.

Mức độ co thể tích  $y_0$  (%) được xác định theo thể tích của mẫu gỗ trước khi sấy (V) và sau khi sấy khô ( $V_1$ ) theo công thức:

$$y_0 = \frac{V - V_1}{V_1} \times 100$$

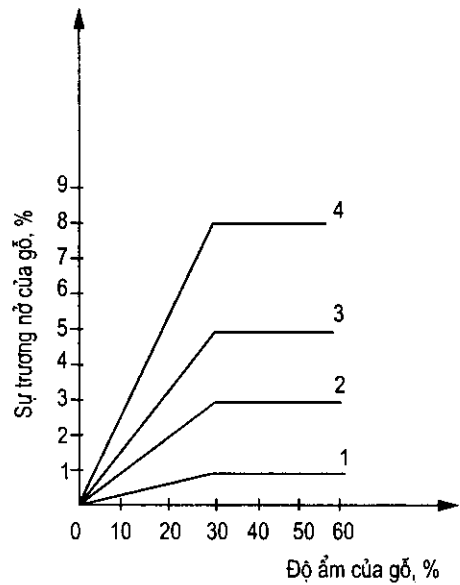
Hệ số co thể tích  $K_0$  (đối với gỗ lá kim: 0,5; gỗ lá rộng: 0,6) được xác định theo công thức:

$$K_0 = \frac{y_0}{W} \times 100$$

trong đó: W - độ ẩm của gỗ (%) không được vượt quá giới hạn bão hoà 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 giới hạn bão hoà thối. Trương nở cũng giống như cơ ngót, không giống nhau theo các phương khác nhau (hình 8.4): dọc thớ: 0,1 - 0,8%; pháp tuyến: 3 - 5%; tiếp tuyến: 6 - 12%.



**Hình 8.4:** Ảnh hưởng của độ ẩm đến độ trương nở

*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 gụ, gỗ mun có màu sẫm và đen; gỗ sến, gỗ táu có màu hồng sẫm; gỗ thông, bồ đề có màu trắng.

Màu sắc của gỗ còn thay đổi tùy theo tình trạng sâu nấm và mức độ ảnh hưởng của mưa gió. Vân gỗ cũng rất phong phú và đa dạng.

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 kcal/m.°C.h. Khi khối lượng thể tích và độ ẩm của gỗ tăng tính dẫn nhiệt cũng tăng.

### 3.2. Tính chất cơ học

Gỗ có cấu tạo không đẳng hướng nên tính chất cơ học của nó không đều theo các phương khác nhau. Tính chất cơ học của gỗ phụ thuộc vào nhiều yếu tố: độ ẩm, khối lượng thể tích, phần trăm của lớp gỗ sớm và lớp gỗ muộn, tình trạng khuyết tật...

Tính chất cơ học của gỗ phụ thuộc vào độ ẩm (hình 8.5) nên cường độ của gỗ thử ở độ ẩm nào đó ( $\sigma^w$ ) phải chuyển về cường độ ở độ ẩm tiêu chuẩn ( $\sigma^{18}$ ) theo công thức:

$$\sigma^{18} = \sigma^w [1 + (W - 18)]$$

trong đó:

$\sigma$  - 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  $\sigma$  thay đổi tùy theo loại cường độ và phương của thớ gỗ.

W - độ ẩm của gỗ (%),  $W \leq W_{bht}$

Cường độ chịu nén gồm có: nén dọc thớ, nén ngang thớ pháp tuyến (xuyên tâm), nén ngang thớ tiếp tuyến và nén xiên thớ (hình 8.6).

Trong thực tế rất hay gặp trường hợp nén dọc thớ (cột nhà, cột cầu, giàn giáo...). Mẫu thí nghiệm nén dọc thớ có tiết diện  $2 \times 2$  m và chiều cao 3 cm.

Khi nén ngang, các thớ bị nén 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 (hình 8.7).

Trong thực tế gỗ còn chịu nén ngang thớ cục bộ, dễ sinh ra tách đầu cấu kiện (hình 8.8), nên khi sử dụng cần tính toán đầu dư tự do sao cho không bị tách.

Nén xiên cũng là trường hợp hay gặp (đầu vì kèo).

Cường độ chịu nén dọc thớ, ngang thớ (pháp tuyến và tiếp tuyến) được xác định theo công thức:

$$\sigma_n^W = \frac{P_{\max}}{F^W} \quad \text{daN/cm}^2$$

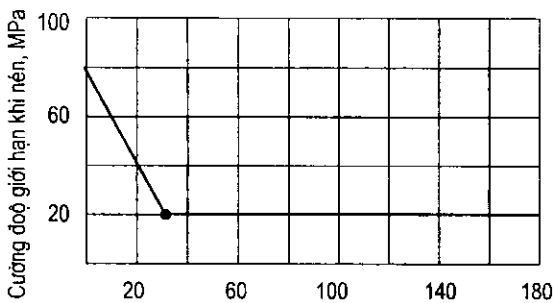
trong đó:  $P_{\max}$  - tải trọng phá hoại, kG.

Cường độ chịu kéo:

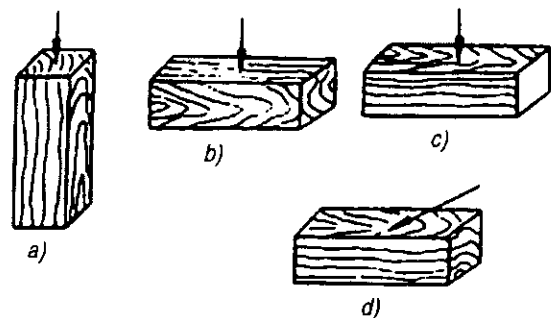
Mẫu làm việc chịu kéo được chia ra: kéo dọc; kéo ngang thớ tiếp tuyến và pháp tuyến (hình 8.6).

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.

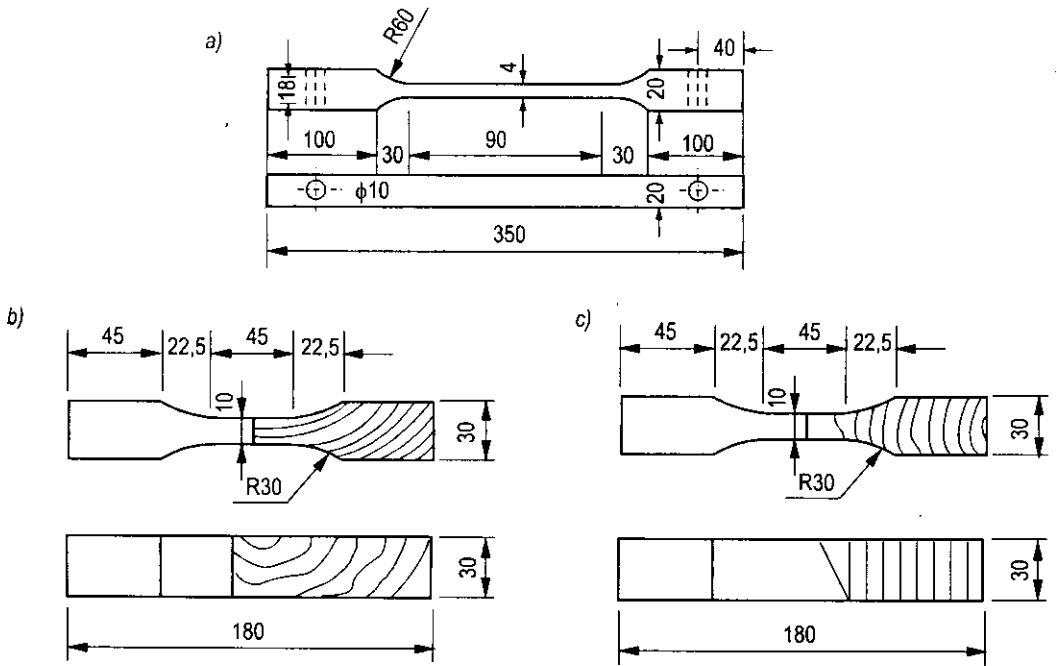
Cường độ chịu kéo xuyên tâm rất thấp. Còn khi kéo tiếp tuyến thì chỉ liên kết giữa các thớ làm việc, nên cường độ của nó cũng nhỏ hơn so với kéo và nén dọc thớ. Nếu tải trọng kéo phá hoại là  $F_{\max}$  (kG), tiết diện chịu kéo lúc thí nghiệm là  $F^W$  (cm<sup>2</sup>) thì cường độ chịu kéo  $\sigma_K^W$  của gỗ là:  $\sigma_K^W = P_{\max} / F_{\max}$  (daN/cm<sup>2</sup>).



**Hình 8.5.** Ảnh hưởng của độ ẩm đến cường độ gỗ



**Hình 8.6.** Các dạng chịu nén của gỗ  
a) dọc thớ; b) ngang thớ tiếp tuyến;  
c) xuyên tâm; d) xiên thớ



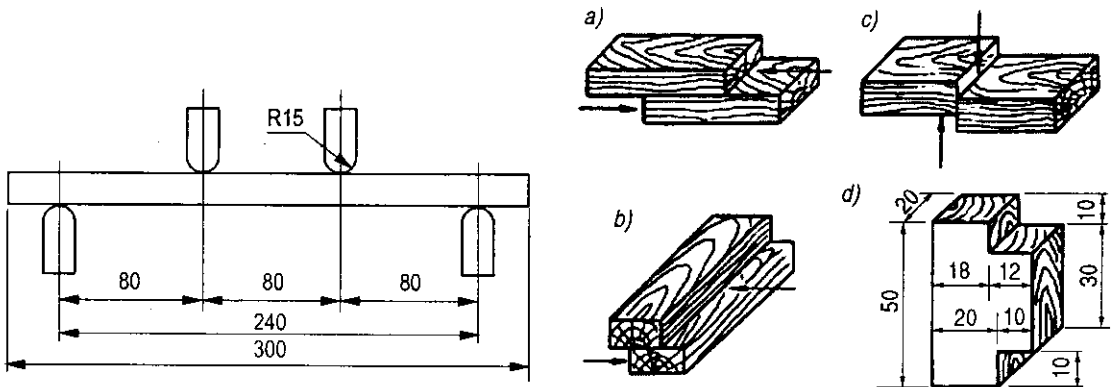
**Hình 8.7.** Mẫu thí nghiệm kéo

*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 được mô tả ở hình 8.8.

Cường độ chịu uốn  $\sigma_u^W$  được tính theo mômen uốn  $M$  (kG.cm) và mômen chống uốn  $W$  (cm<sup>3</sup>):

$$\sigma_u^W = \frac{M}{W^W} \quad (\text{daN/cm}^2)$$



**Hình 8.8.** Sơ đồ mẫu thí nghiệm uốn

**Hình 8.9.** Các dạng tải trọng trượt  
a. trượt dọc thớ; b. trượt ngang thớ (tiếp tuyến);  
c. cắt đứt thớ; d. mẫu thí nghiệm trượt dọc thớ

### *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 8.9).

Khi trượt dọc phương của tải trọng trùng với phương của thớ gỗ. Khi tải trọng vượt quá giới hạn thì liên kết giữa các thớ sẽ bị phá hoại, các thớ sẽ trượt lên nhau. Trong trượt ngang thớ, tải trọng sẽ tiếp tuyến hoặc vuông góc với vòng tuổi (hình 8.11). Công thức chung để xác định cường độ chịu trượt (dọc thớ và ngang thớ) ở độ ẩm  $W\%$  như sau:

$$\sigma^W = \frac{P_{\max}}{F^W} \quad (\text{daN/cm}^2)$$

trong đó:

$P_{\max}$  - tải trọng phá hoại, kg;

$F^W$  - tiết diện chịu trượt ở độ ẩm  $W$ , cm.

### *Cường độ chịu tách:*

Gỗ chịu tách rất kém, vì khi tách liên kết giữa các thớ bị phá hoại không đồng thời (hình 8.10). 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:

$$S_t^W = \frac{F_{\max}}{a^W} \quad (\text{daN/cm}^2)$$

trong đó:

$\sigma$  - hệ số điều chỉnh độ ẩm biểu thị số phần trăm thay đổi cường độ của gỗ khi độ ẩm thay đổi 1%. Giá trị  $\alpha$  thay đổi tùy theo loại cường độ và phương của thớ gỗ;

$W$  - độ ẩm của gỗ (%),  $W \leq W_{\text{bht}}$ .

## **4. KHUYẾT TẬT CỦA GỖ**

Tất cả các hiện tượng cấu tạo không bình thường cũng như các hư hỏng khác ảnh hưởng đến các tính chất kỹ 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.

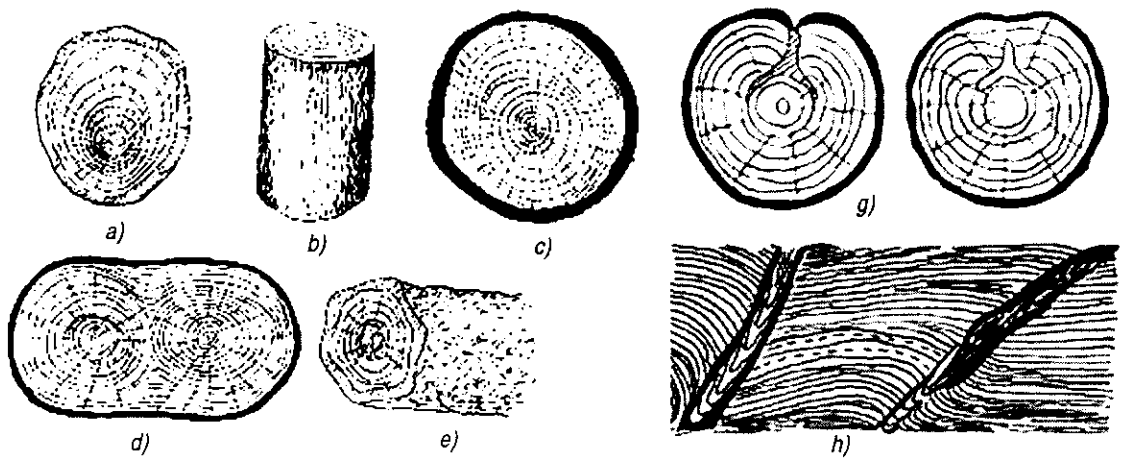
*Khuyết tật do cấu tạo không bình thường (hình 8.11)*

*Lệch tâm:* gồm có lệch một phía và lệch cục bộ.

*Vặn thớ* là hiện tượng các thớ gỗ bị lệch (dạng xoắn ốc). Hiện tượng này làm giảm tính chất cơ lý của gỗ đáng kể.

*Tróc lớp* là loại nứt ngầm 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 8.11. Khuyết tật của gỗ**

a) lệch tâm; b) vụn thối; c) tróc lớp; d) hai tâm; e) độ thon; g) vỏ ở trong gỗ; h) mắt cây

**Độ thon** (độ giảm đường kính thân cây từ gốc đến ngọn vượt quá quy định), cong (thân cây bị uốn theo một phía, trên một mặt phẳng hay nhiều mặt phẳng). **Mắt cây** (mắt sống, mắt rời, mắt bờ, mắt sừng, mắt xoắn ...) đều là khuyết tật làm giảm chất lượng gỗ. Các loại vết nứt gồm có nứt hướng tâm, nứt khi sấy khô, đều làm giảm các sản phẩm có ích, gỗ dễ bị mục nát.

*Hư hại của gỗ do nấm:*

Loại khuyết tật này trong gỗ rất phổ biến. Nấm là loại thực vật đơn giản nhất sống nhờ trong các tế bào gỗ và đôi khi gây ra các hiện tượng hoá lí khác. Nấm phát triển trong điều kiện có oxy, độ ẩm và nhiệt độ phù hợp. Gỗ có độ ẩm nhỏ hơn 20%, cũng như gỗ ngâm ngập trong nước thì không bị nấm phá hoại.

Nấm có thể làm cho gỗ bị biến màu, bị mục và giảm tính chất cơ lí. Nấm có thể phá hoại ngay khi cây gỗ còn đang sống, cây gỗ đã chặt xuống hoặc tiếp tục phá hoại ngay trong các kết cấu.

Mối mọt là những hư hại sâu bên trong gỗ. Khuyết tật này làm giảm tính cơ học và chất lượng của gỗ.

Các công trình làm việc trong nước biển, gỗ còn bị phá hoại do các loại hà. Tốc độ phá hoại kết cấu gỗ do hà rất mạnh, với các loại gỗ nhóm 2, 3 thời gian khai thác chỉ từ 4 - 5 năm nếu không được bảo vệ đặc biệt.

## 5. CÁC BIỆN PHÁP BẢO QUẢN GỖ

### 5.1. Phòng chống nấm và côn trùng

Phòng chống nấm và côn trùng nhằm mục đích kéo dài tuổi thọ của gỗ có thể đạt được bằng cách bảo vệ chúng khỏi bị ẩm nhờ các biện pháp sau: sơn hoặc quét, ngâm chiết kiềm và ngâm tẩm các chất hoá 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 khô trong nước lạnh, trong nước nóng, hoặc ngay khi thả trôi bè mảng trên sông suối.

Các chất hoá 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 với người và gia súc, không ăn mòn gỗ và kim loại, dễ ngâm vào gỗ, có mùi dễ chịu.

Chất chống mục mọt có loại tan trong nước (thuốc muối) có loại không tan trong nước (thuốc dầu) và loại bột nhão.

*Chất tan trong nước* dùng để xử lí gỗ trong quá trình sử dụng không chịu tác dụng của nước và hơi ẩm. Các loại chất hay dùng là florua natri (NaF) và flosilicat natri ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ), sunfat đồng ( $\text{CuSO}_4$ ), dinitrofenolat natri.

NaF là chất bột màu 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  $15^\circ\text{C}$  để tẩm và quét gỗ. Không nên dùng NaF trong hỗn hợp với vôi, bột phấn và thạch cao.

$\text{Na}_2\text{SiF}_6$  là chất bột ít tan trong nước. Tác dụng của nó giống như NaF. Nó được sử dụng ở dạng 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 nhão silicat.

Dinitrofenolat natri không bay hơi, không hút ẩm, không ăn mòn kim loại, ở trạng thái khô dễ bị nổ. Nó được sử dụng ở dạng dung dịch để xử lí bề mặt các sản phẩm gỗ dùng xa nguồn điện.

*Các chất không tan trong nước* (thuốc dầu) do dễ chảy, có mùi khó chịu nên việc sử dụng bị hạn chế. Chúng được dùng để tẩm hoặc quét các sản phẩm gỗ ở ngoài trời, trong đất, trong nước. Các loại thuốc dầu gồm có: creozôt than đá và than bùn, nhựa than đá, dầu antraxen và dầu phiến bạch.

Dầu creozôt: chất lỏng màu đen hoặc nâu, là chất chống mục, mối và mọt 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 1-2 mm), 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 ngâm và những kết cấu gần nguồn cháy.

Dầu antraxen là một chất lỏng xanh vàng, có tác dụng chống mục, mối, mọt mạnh; bay hơi chậm, ngâm chiết kiềm yếu, không phá hoại gỗ và kim loại. Dầu antraxen được sản xuất từ gudrông 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 mức III và IV và khoảng 30% dầu xanh. Loại này dễ cháy, bền nước, có mùi khó chịu.

Bột nhão bitum được dùng để sơn quét các chi tiết nằm trong môi trường ẩm ướt trong lòng đất hoặc lộ thiên.

Bột nhão silicat chứa khoảng 15 - 20% flosilicat natri, 65 - 80% thủy tinh lỏng, 1 - 2% dầu creozôt và đến 29% 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...

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 ngâm 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 bìa không lớn hơn 30%.

*Tắm gỗ trong bể có nhiệt độ cao* (chứa petrolatum) dùng để bảo quản gỗ ướt. Gỗ được ngâm 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 chung) chứa thuốc nước và thuốc dầu với áp lực làm việc 6-8 atm. Đầu tiên người ta chất gỗ xẻ vào nồi chung rồi đóng kín để tạo chân không sau đó bơm thuốc vào và nâng áp lực lên 6-8atm, rồi hạ áp lực xuống áp lực bình thường, rút thuốc thừa và dỡ gỗ tắm ra.

Khi tắm gỗ bằng thuốc dầu cần phải đun thuốc trước để nhiệt độ trong thùng khi tắm không thấp hơn nhiệt độ quy định.

## 5.2. Phòng chống hà

Để phòng chống hà người ta thường dùng các biện pháp sau:

- Dùng gỗ cứng (thiết mộc), gỗ dẻo quánh (tếch), gỗ có nhựa (bạch đàn)... Những loại gỗ cứng, quánh làm hà khó đục, hoặc vì sợ nhựa hà không bám vào.

- Để nguyên lớp vỏ cây.

- Bọc ngoài gỗ một lớp vỏ kim loại.

- Bọc kết cấu gỗ bằng ống xi măng, ống sành.

- Tắm creozôt,  $\text{CuSO}_4$  ... cũng là những giải pháp bảo vệ tốt.

Ở nước ta còn dùng phương pháp cổ truyền là thui cho gỗ cháy sém một lớp vỏ bên ngoài. Phương pháp này sau 3 năm phải tiến hành lại.

### 5.3. Bảo quản và phơi sấy khô

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 dùng 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. Trong sấy phòng với một chế độ sấy thích hợp cho phép rút ngắn thời gian sấy mà gỗ không bị cong vênh, nứt tách; giảm thấp độ ẩm của gỗ (nhỏ hơn 16%). Nhược điểm của sấy phòng là phải có thiết bị và phòng sấy, chi phí nhiều nhiên liệu điện năng và nhân lực.

## 6. VẬT LIỆU, SẢN PHẨM VÀ KẾT CẤU GỖ

*Gỗ tròn* là loại gỗ có đường kính của đầu ngọn ( $D$ ) không nhỏ hơn 14cm và dài ( $l$ ) 4 - 6,5m. Riêng đối với công trình thủy lợi và các chi tiết cầu có  $D = 22 - 34$  cm,  $l = 6,5 - 8,5$ cm; cột đường dây tải điện, đường dây bưu điện có  $D = 20 - 32$ cm và  $l = 6,5 - 18$  m.

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	≥ 0,80

Gỗ tròn phải đẽo mất sát thân cây và cạo sạch vỏ.

Tùy theo đường kính đầu ngọn mà gỗ được phân ra 7 nhóm.

*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 ba lần chiều dày, chiều dày của ván thường từ  $1 \div 4$  cm.

Gỗ thanh có các cỡ (dài  $\times$  rộng) 3 $\times$ 4, 4 $\times$ 6, 6 $\times$ 10, 8 $\times$ 12, 8 $\times$ 16, 8 $\times$ 18, 10 $\times$ 10, 10 $\times$ 12, 10 $\times$ 14 cm.

#### *Sản phẩm mộc:*

Từ gỗ người ta sản xuất các sản phẩm mộc chủ yếu như 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.

Ván lát sàn cũng là sản phẩm được dùng để lát sàn cho nhà ở và nhà công cộng.

#### *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, ván khuôn chuyên dụng.

Trong các công trình tạm hoặc các công trình bắt buộc phải sử dụng kết cấu gỗ có thể dùng gỗ làm nhà, cầu, đà giáo, ván khuôn cho các kết cấu bê tông cốt thép.

Các ván khuôn chuyên dụng, chế tạo từ các tấm bột gỗ được đúc ép trong khuôn với chất kết dính là các chất pôlime. Ván khuôn chuyên dụng nhẹ, tuổi thọ cao thích hợp với các công trình lớn (cầu lớn, hầm, ...) đòi hỏi chất lượng công trình cao.

## Chương 9

# BITUM XÂY DỰNG ĐƯỜNG ÔTÔ VÀ SÂN BAY

## 1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI CHẤT KẾT DÍNH HỮU CƠ

### 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 hydrocacbon 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 lý, cơ học phù hợp để xây dựng đường ô tô và sân bay. Các chất kết dính hữu cơ còn được dùng làm vật liệu lợp, cách nước, chống thấm và bảo vệ các đập nước, các công trình kiến trúc, làm nền, gia cố nền đường sắt, sân thể thao, đường đua ô tô và mô tô.

### 1.2. Phân loại

Căn cứ vào các đặc điểm sau để phân loại chất kết dính hữu cơ:

**1.2.1. Theo thành phần hoá học**, chia ra làm 4 loại: bitum, guđrông, nhũ tương, bitum pôlyme.

+ Bitum có các loại sau:

- Bitum dầu mỏ - sản phẩm cuối cùng của dầu mỏ, có nhiều ở Mỹ, Nga và Trung Đông.
- Bitum đá dầu - sản phẩm khi chưng đá dầu. Đá dầu có thể chứa đến 12% bitum. Bitum đá dầu được sản xuất ở Pháp và Thụy Sĩ.

- Bitum thiên nhiên - loại bitum thường gặp trong thiên nhiên ở dạng tinh khiết hay lẫn với các loại đá. Được khai thác tại các mỏ đầu tiên ở Tây Ban Nha.

+ Guđrông có 3 loại:

- 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.

Hiện nay ít khi sử dụng guđrông để làm đường.

+ Nhũ tương bitum là một loại bitum lỏng bao gồm các hạt bitum phân tán trong môi trường nước và chất nhũ hoá.

+ Bitum pôlyme: là loại bitum cải tiến có thêm thành phần pôlyme hữu cơ hoặc các chất pôlyme tạo màu. Bitum pôlyme có tính ổn định nhiệt hoặc tạo màu sắc cho công trình. Giá thành của bitum pôlyme cao nên được sử dụng trong các công trình đường cao cấp, có các yêu cầu đặc biệt.

### 1.2.2. Phân loại theo tính chất xây dựng

- Bitum và guđrông rắn: ở nhiệt độ 20 - 25°C là một chất rắn có tính giòn và tính đàn hồi, ở nhiệt độ 180 - 200°C có tính chất của một chất lỏng.

- Bitum và guđrông quánh: ở nhiệt độ 20 - 25°C là một chất mềm, có tính dẻo cao và độ đàn hồi không lớn lắm.

- Bitum và guđrông lỏng: ở nhiệt độ 20 - 25°C là chất lỏng 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 guđrông quánh.

### 1.3. Tính chất hoá lý của chất kết dính hữu cơ

**Độ phân cực.** Độ phân cực đặc trưng bằng các tính chất vật lý khác nhau như: sức căng bề mặt, sự thấm ướt nhựa, tính dẫn điện, v.v...

Độ phân cực  $\alpha$  được biểu thị bằng tỷ lệ giữa độ hoà tan của chất kết dính hữu cơ trong dung môi là chất phân cực và chất không phân cực:

$$\alpha = \frac{A}{B} \times 100$$

trong đó:

A - độ hoà tan của bitum và guđrông trong rượu metylic, %;

B - độ hoà 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 hoà 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 là 35erg/cm<sup>2</sup>. Việc xác định sức căng bề mặt của bitum khá phức tạp, vì vậy theo đề nghị của viện sỹ P.A. Rebinder, có thể xác định độ hoạt tính bề mặt của nó, thông qua độ hoà 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 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 cacbua hydro, ví dụ CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>- ... và phần có cực tính như -COOH, -OH, -NH<sub>2</sub>, -SH, ... Khi trộn hai chất lỏng có cực tính 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 dính kết 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 kết dính với bề mặt vật liệu khoáng càng mạnh.

Những vật liệu khoáng kỵ nước (thấm ướt nước kém) là những vật liệu dính bám chất kết dính hữu cơ tốt.

Các tính chất vật lý trên có liên quan chặt chẽ với các tính chất kỹ thuật của chất kết dính.

## 2. BITUM XÂY DỰNG ĐƯỜNG

### 2.1. Thành phần cấu tạo của bitum

Bitum dầu mỏ là một hỗn hợp phức tạp của các hợp chất hydrocacbon (metan, naftalen, các loại mạch vòng). Bitum có màu đen, hoà tan được trong benzen ( $C_6H_6$ ), cloruafooc ( $CHCl_3$ ), disunfuacacbon ( $CS_2$ ) và một số dung môi hữu cơ khác, các nhóm chức năng có chứa lưu huỳnh, nitơ và nguyên tử oxy. Bitum cũng chứa một số lượng nhỏ kim loại như: niken, sắt, magiê, canxi dưới dạng muối hữu cơ ôxyt.

Thành phần hoá học của bitum dầu mỏ như sau:

$$\begin{array}{lll} C = 82 - 88\%; & S = 0 - 6\%; & N = 0,5 - 1\%; \\ H = 8 - 11\%; & O = 0 - 1,5\%; & \end{array}$$

Dựa trên cơ sở của thuyết về nhóm hoá học người ta chia bitum dầu mỏ thành 3 nhóm chính (nhóm chất dầu, nhóm chất nhựa, nhóm atphan) và các nhóm phụ. Một cách tổng thể có thể tách thành phần hoá học của bitum thành hai nhóm atphan và maltel. Nhóm các maltel có thể chia ra thành các chất bão hoà, các chất nhựa, các chất thơm (phân loại theo Tiêu chuẩn Anh).

**Nhóm chất dầu (thơm)** 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 bằng 1, màu nâu sẫm. Nó có thể hoà tan trong benzen, etxăng, clorofoc. Nhóm chất nhựa trung tính (tỷ 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 vào đá. Hàm lượng của nhóm chất nhựa trong bitum dầu mỏ vào khoảng 15 - 30%.

**Nhóm atphan** rắn, giòn gồm những hợp chất có phân tử lượng lớn (1000 - 30000), 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, tỷ lệ H/C = 1,1.

Atphan có thể hoà tan trong clorofoc, tetraclorea cacbon (CCl<sub>4</sub>), không hoà tan trong ête, dầu hoả và axêton (C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>OH). Tính quánh và sự biến đổi tính chất theo nhiệt độ của bitum phụ thuộc chủ yếu vào nhóm này.

Hàm lượng nhóm atphan tăng lên thì tính quánh, nhiệt độ hoá mềm của bitum cũng tăng lên. Hàm lượng của nhóm atphan trong bitum vào khoảng 10 - 25%.

**Nhóm cacben và cacbôit.** Tính chất của cacben gần giống như chất atphan, chỉ khác là không hoà tan trong benzen và trong CCl<sub>4</sub>, hoà tan được trong disunfuacacbon, khối lượng riêng lớn hơn 1.

Cacbôit là một chất rắn dạng muội, không hoà tan trong bất cứ dung môi nào.

Hàm lượng của các chất này ở trong bitum nhỏ hơn 1,5%; làm bitum kém dẻo.

**Nhóm axit atphan và anhydrit.** Nhóm này là những chất nhựa hoá (nhựa axit) mang cực tính (gồm những phân tử có chứa gốc cacbôxyl -COOH); nó là thành phần hoạt tính bề mặt lớn nhất của bitum, dễ hoà tan trong rượu cồn, benzen, clorofoc và khó hoà tan trong etxăng. Axit atphan có khối lượng riêng nhỏ hơn 1, màu nâu sẫm, hàm lượng 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** (các chất no) là những hydrô cacbua béo ở dạng chuỗi thẳng hoặc phân nhánh có phân tử lượng trung bình bao gồm các chất parafin và không thuộc dạng parafin. Papafin có thể làm giảm khả năng phân tán và hoà tan của atphan vào trong các nhóm khác, có thể làm giảm tính đồng nhất của bitum. Nếu tỷ lệ parafin tăng lên, nhiệt độ hoá mềm, tính giòn của bitum ở nhiệt độ thấp sẽ tăng lên, bitum hoá lỏng ở

nhiệt độ thấp hơn so với bitum không chứa parafin. Tỷ 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 hoá học. Dựa vào nhóm cấu tạo hoá học có thể chia bitum dầu mỏ thành 3 loại:

- Bitum loại 1: nhóm atphan > 25%, nhựa < 24% và dung dịch cacbon > 50%.
- Bitum loại 2: > 18%; > 36% và < 48%.
- Bitum loại 3: 21 - 23%; 30 - 34% và 45 - 49%.

Ba loại bitum trên có độ biến dạng khác nhau. Thành phần hoá học của chúng thay đổi theo thời gian sử dụng kết cấu mặt đường.

## 2.2. Cấu trúc của bitum

Tính chất của bitum phụ thuộc vào cấu trúc của nó. Bitum là một hệ thống keo phức tạp có cấu trúc cơ bản là cấu trúc mixen atphan.

Trong lý thuyết mixen đối với những chất cao phân tử, Menep và Mark coi cấu trúc của chúng như một hệ thống tinh thể (mixen). Trong hệ thống này các mixen bị bao quanh bởi một số lượng lớn các phân tử có phân tử lượng nhỏ bằng những lực tương hỗ. Khi lực tương hỗ lớn thì mỗi một mixen là một nút của mạng. Mixen được coi là pha phân tán, các phân tử có phân tử lượng nhỏ hơn đóng vai trò là môi trường phân tán. Với bitum, pha phân tán là nhóm atphan, xung quanh chúng là những chất nhựa và môi trường phân tán là chất dầu.

Trong bitum quánh và cứng, mixen chiếm tỷ lệ lớn. Còn trong bitum lỏng chúng chiếm một tỷ lệ nhỏ đến nỗi không có tương tác gì với nhau nên có thể chuyển động tự do trong chất dầu.

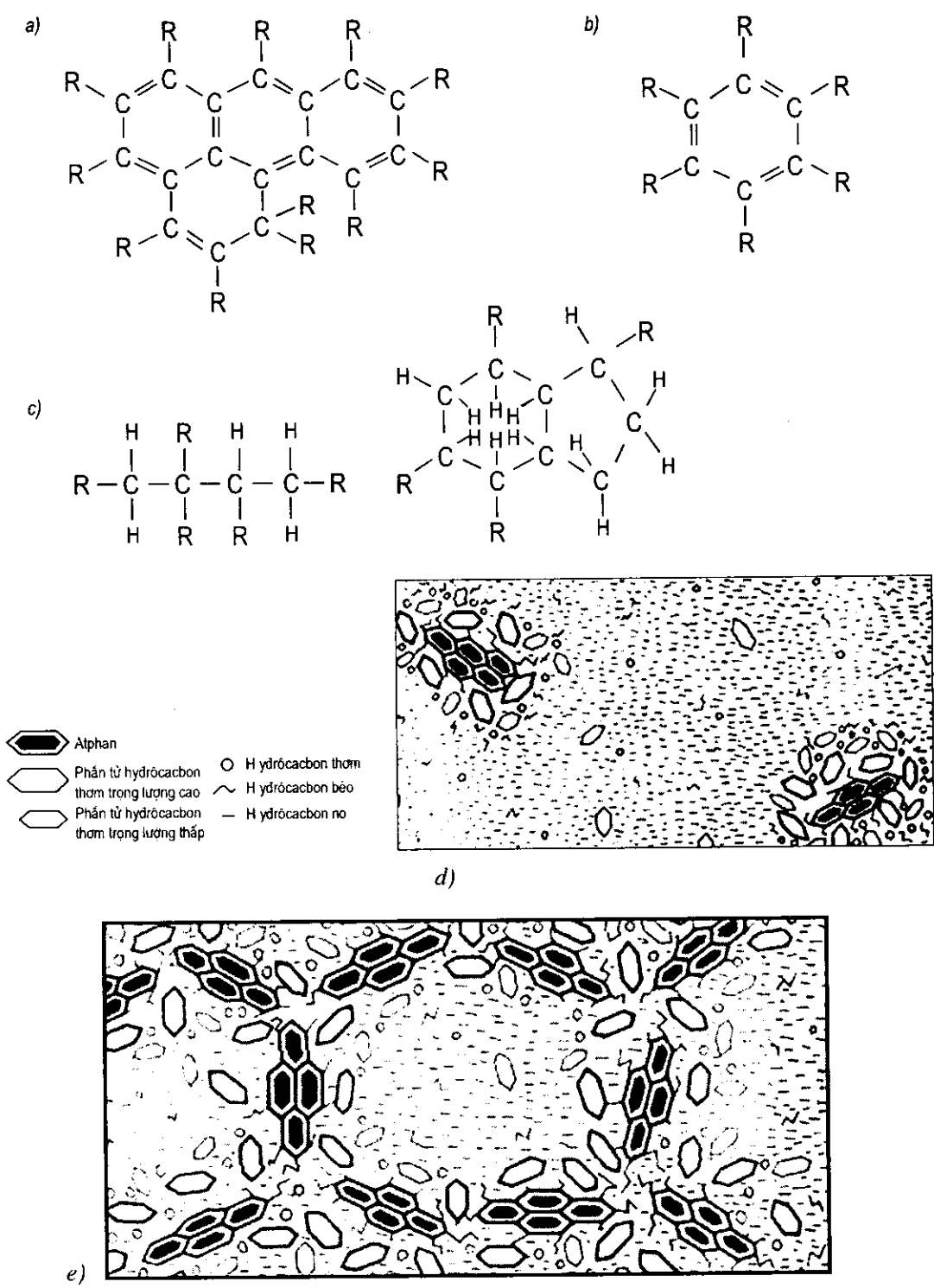
Quan hệ giữa hàm lượng và cấu tạo của các nhóm trong bitum (dầu, nhựa, atphan) có thể tạo nên các cấu trúc phân tán khác nhau (sol, gel, sol-gel) có những tính chất cơ - lý nhất định (hình 9.1).

Cấu trúc sol đặc trưng cho bitum có hàm lượng chất dầu và chất nhựa lớn. Khi đó các mixen atphan không tạo ra được tác dụng tương hỗ lẫn nhau và chuyển động tự do trong môi trường dầu, cấu trúc sol có ở trong bitum lỏng và bitum quánh nấu nóng chảy.

Khi tỷ lệ atphan trong bitum lớn và không đủ chất dầu và thơm sẽ tạo nên cấu trúc gel. Trong cấu trúc gel các hạt nhân atphan mở rộng ra, các mixen atphan 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 nhiệt độ này vật liệu sẽ có tính đàn hồi dẻo và tính nhớt.





**Hình 9.1:** Các nhóm cấu tạo của bitum

- a) cấu tạo hoá học của nhóm atphan
- b) cấu trúc vòng thơm (nhóm chất dầu);
- c) nhóm hydrocarbon no
- d) nhóm cấu trúc bitum dạng "Sol";
- e) cấu trúc bitum dạng "Gel"

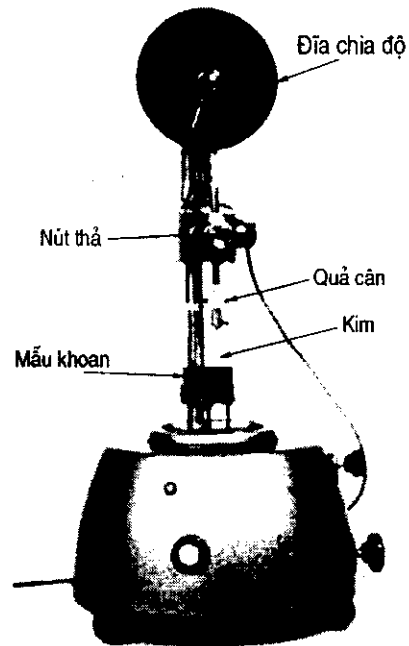
### 3. CÁC TÍNH CHẤT CỦA BITUM QUÁNH DỪNG XÂY DỰNG ĐƯỜNG

#### 3.1. Tính quánh (22TCN 249-98, AASHTO T49-89, ASTM D5, BS 2000)

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 loại vật liệu có dùng bitum.

Độ quánh của bitum phụ thuộc vào hàm lượng các nhóm cấu tạo và nhiệt độ của môi trường. Khi hàm lượng nhóm atphan 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 9.2) 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.

Theo độ kim lún có thể chia bitum làm 5 loại: 1-2-3-4-5 với độ kim lún ở 25°C biến đổi từ 300-40 độ.



Hình 9.2: Dụng cụ đo độ quánh

#### 3.2. Tính dẻo (22TCN 49-98, ASTM 113-89)

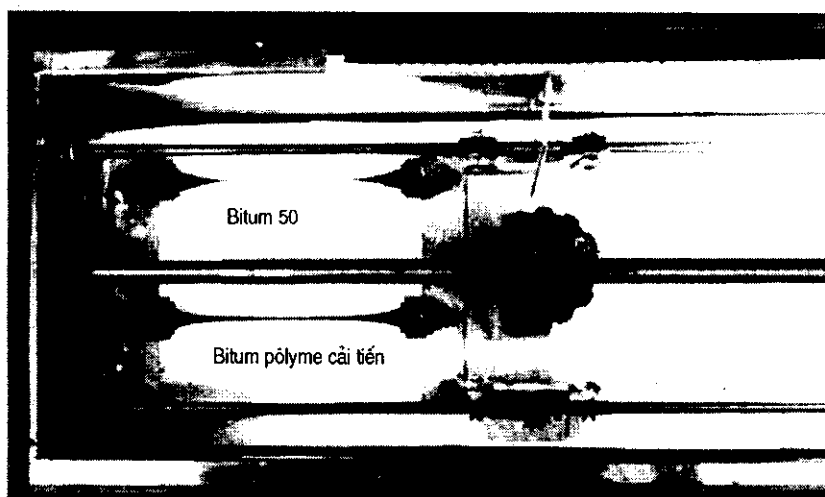
Tính dẻo đặc trưng cho khả năng biến dạng của bitum dưới tác dụng của ngoại lực.

Tính dẻo của bitum cũng như tính quánh, phụ thuộc vào nhiệt độ và thành phần nhóm. Khi nhiệt độ tăng, tính dẻo cũng tăng. 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 ở hình 9.3.

Độ kéo dài biểu thị tính kết dính nội tại của bitum. Sức bền nội tại của các loại bitum khác nhau thì biểu thị bằng độ kéo dài khác nhau. Trong thí nghiệm này ba sợi mẫu bitum được định hình giống nhau, để trong môi trường nước và được kéo ra với tốc độ đều là 50 mm/ph cho đến khi bị đứt. Nhiệt độ thí nghiệm thì được điều chỉnh theo độ

kim lún của bitum, ví dụ 10°C cho bitum 100, 13°C cho bitum 70, 17°C cho bitum 50. Trong trường hợp cần xác định độ đàn hồi dẻo (độ đàn hồi ở 25°C) để đánh giá sự cải thiện tính chất của bitum khi sử dụng các phụ gia đặc biệt. Trị số này là tỷ lệ giữa biến dạng đàn hồi và độ kéo dài (đứt) theo quy định trị số này từ 55-70%.



*Hình 9.3: Dụng cụ đo độ giãn dài*

Nhiệt độ thí nghiệm tính dẻo là 25°C, tốc độ kéo là 5cm/phút. Độ kéo dài tối thiểu là 100 mm.

### 3.3. Tính ổn định nhiệt

Khi nhiệt độ thay đổi, tính quán, tính dẻo của bitum thay đổi. Sự thay đổi đó càng nhỏ, bitum có độ ổn định nhiệt độ càng cao.

Tính ổn định nhiệt của bitum phụ thuộc vào thành phần hoá học của nó. Khi hàm lượng nhóm atphan tăng, tính ổn định nhiệt của bitum tăng, hàm lượng nhóm atphan giảm tính chất này giảm xuống.

Bước chuyển của bitum từ trạng thái rắn sang trạng thái quán rồi hoá lỏng, và ngược lại từ trạng thái lỏng sang trạng thái quán, rồi hoá 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 hoá mềm của bitum, là nhiệt độ chuyển bitum từ trạng thái quán sang trạng thái lỏng;

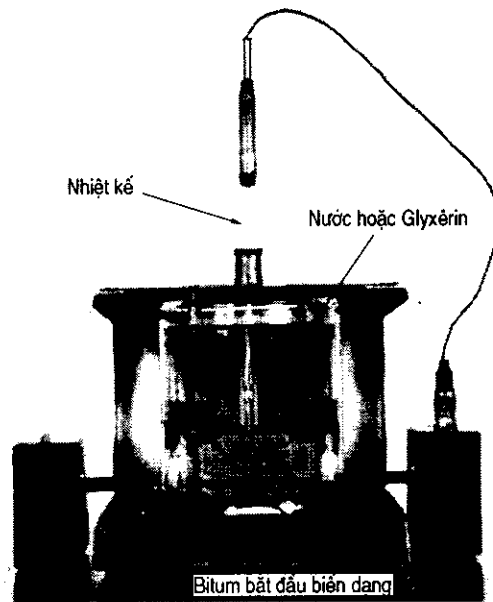
$T_c$  - nhiệt độ hoá cứng của bitum là nhiệt độ chuyển bitum từ trạng thái lỏng sang trạng thái rắn.

Nếu T càng lớn, tính ổn định nhiệt của bitum càng cao.

Trị số nhiệt độ hoá mềm của bitum ngoài việc dùng để xác định khoảng biến đổi nhiệt độ T, nó còn có ý nghĩa thực tiễn rất quan trọng. Trong xây dựng đường, người ta thường dùng bitum để rải mặt đường, do đó khi gặp nhiệt độ cao, nếu  $T_m$  không thích hợp, bitum có thể bị chảy làm cho mặt đường có dạng lằn sóng, đôn đống... trở ngại cho xe cộ đi lại.

Vì vậy, nhiệt độ hoá mềm cũng là một chỉ tiêu kỹ thuật để đánh giá chất lượng của bitum. Nhiệt độ hoá mềm của bitum được xác định bằng dụng cụ "vòng bi" (hình 9.4). Khối lượng của viên bi bằng 3,5g, đường kính 9,53 mm.

Để xác định nhiệt độ hoá mềm người ta đun nóng bình chứa chất lỏng (thường là nước) với tốc độ  $5^\circ\text{C}/\text{phút}$ . Dưới tác dụng của nhiệt độ tăng dần, 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.



Hình 9.4. Dụng cụ vòng bi

Nhiệt độ hoá cứng của bitum có thể xác định bằng dụng cụ đo độ kim lún. Nhiệt độ hoá cứng là nhiệt độ ứng với độ kim lún bằng 1 - 1,25. Nhiệt độ hoá cứng cũng có thể đo bằng dụng cụ Fraxa (hình 9.5). Tất cả bitum đều thể hiện đặc tính chịu tác động của nhiệt: nhiệt độ cao - mềm, nhiệt độ thấp - cứng, được biểu thị bằng công thức Van Doormaal:

$$\log P = AT + K$$

trong đó:

A- độ linh động với nhiệt theo log của độ kim lún = 0,015 - 0,06;

K- hệ số thực nghiệm.

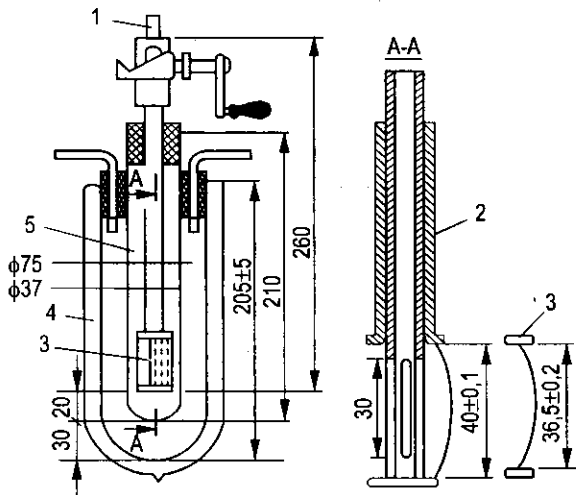
### 3.4. Tính hoá già của bitum

Do ảnh hưởng của thời tiết mà tính chất và thành phần hoá 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 atphan 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 hoá già của bitum sẽ dẫn đến quá trình hoá già của bê tông asphalt. Độ giòn của bitum làm xuất hiện các vết nứt trong lớp phủ mặt đường, tăng quá trình phá hoại do ăn mòn. Quá trình hoá già của lớp phủ mặt đường có thể chia làm 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 hoá già của bitum phát triển chậm - thường sau 10 năm sử dụng sự hoá già mới ở mức độ cao.

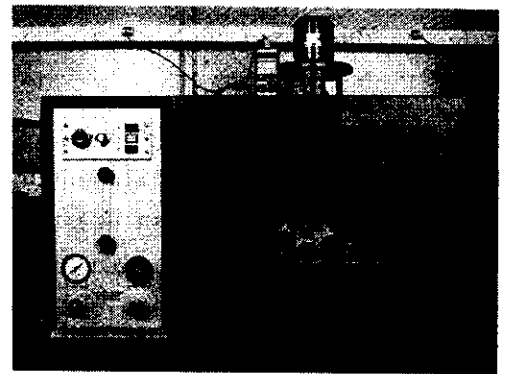
Sự hoá cứng do oxy hoá là nguyên nhân chính làm cho bitum trở nên lão hoá, ngoài ra các thành phần dễ bay hơi của bitum cũng có đóng góp đáng kể.

Thử nghiệm màng mỏng bitum quay trong lò (ASTM D 2872) xác định sự hoá cứng do nguyên nhân oxy hoá và bay hơi (hình 9.6).



**Hình 9.5.** Dụng cụ Fraxa

1. nhiệt kế; 2. cuộn thanh thép; 3. mẫu thử (thanh thép); 4. mỏ đuyara; 5. ống nghiệm



**Hình 9.6.** Thử nghiệm màng mỏng lò quay

### 3.5. Nhiệt độ bốc cháy

Trong khi đun bitum đến một nhiệt độ nhất định thì các chất dầu nhẹ trong bitum bốc hơi hoà lẫn vào môi trường xung quanh tạo nên một hỗn hợp dễ cháy.

Để xác định nhiệt độ bốc cháy, người ta dùng dụng cụ riêng (hình 9.6). 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.

### **3.6. Tính dính bám (liên kết) của bitum với bề mặt vật liệu khoáng**

Sự liên kết của bitum với bề mặt vật liệu khoáng có liên quan đến quá trình thay đổi lý hoá 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.

#### **3.6.1. Độ dính kết khi không có nước**

Khi nhào trộn bitum có độ nhớt thích hợp với vật liệu khoáng sạch, khô và không có bụi bám, các hạt khoáng được thấm ướt bằng bitum và tạo thành một lớp hấp phụ. Khi 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 lý học hay hóa học.

Lực liên kết hoá học lớn hơn rất nhiều so với lực liên kết lý học, do đó khi bitum tương tác hoá 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 axit. Bitum chứa nhóm chất nhựa càng nhiều thì 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 cốt liệu bazơ liên kết hoá học với bitum tốt hơn các loại cốt liệu axit (hàm lượng ôxyt silic cao - đá granít).

#### **3.6.2. Độ dính kết khi có nước**

Khi các con đường bị ướt từ 3 tháng trở lên trong một năm (ở Anh hoặc ở các tỉnh Nam bộ nước ta...) sẽ nảy sinh ra hai vấn đề là cốt liệu bị ướt và nhựa không dính kết với cốt liệu. Có hai kiểu hư hỏng trong hệ bitum cốt liệu là bitum bị mất tính kết dính nội tại và khả năng dính bám giữa bitum và cốt liệu phá vỡ. Khi đó cơ chế mối liên kết bitum và cốt liệu bị bong. Để duy trì một độ kết dính tốt khi có nước cần lưu ý đến thành phần khoáng học của cốt liệu, hình dạng, cấu trúc, hoá trị còn lại và diện tích bề mặt của cốt liệu. Hoá trị dư hoặc diện tích bề mặt trên một cốt liệu được đáp ứng sẽ tạo thành mối liên kết dính bám tốt. Sự hút bám cơ lý của bitum vào bề mặt của cốt liệu còn phụ thuộc vào các khoảng rỗng có thể thấm được, kích thước lỗ rỗng, độ nhớt và sức căng bề mặt của bitum. Tuy nhiên bản chất của cốt liệu là nhân tố chủ yếu, ảnh hưởng nhiều nhất sự kết dính giữa bitum và cốt liệu. Các cốt liệu có nguồn gốc bazơ sẽ đảm bảo tính kết dính trong nước tốt.

Sự ổn định nước của hỗn hợp trong trường hợp này phụ thuộc vào độ hoà 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 axit hữu cơ, thì nó sẽ hoà 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 hoà 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 9.1.

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 9.1**

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 - cấp 5 Khá - cấp 4
Màng bitum bị thay đổi ít	Màng bitum bị thay đổi ít	
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 số bộ phận các hạt nhỏ bị rửa sạch	Trung bình - cấp 3
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 - cấp 2

### 3.7. Yêu cầu kỹ thuật của bitum quánh xây dựng đường

Chất lượng của bitum đặc dùng trong xây dựng đường bộ được quy định đánh giá theo 10 chỉ tiêu kỹ thuật tương ứng với 5 mức của bitum làm đường theo 22TCN 279-01 được ghi trong bảng 9.2.

**Bảng 9.2**

TT	Các chỉ tiêu	Đơn vị	Trị số tiêu chuẩn theo cấp độ kim lún (mác)				
			40-60	60-70	70-100	100-150	150-250
1	Độ kim lún ở 25°C	0,1mm	40-60	60-70	70-100	100-150	150-250
2	Độ kéo dài ở 25°C, nhỏ nhất	cm	100				
3	Nhiệt độ hoá mềm (phương pháp vòng và bi)	°C	49-58	46-55	43-51	39-47	35-43
4	Nhiệt độ bắt lửa nhỏ nhất	°C	230				220
5	Lượng tổn thất kinh tế sau khi đun nóng 163°C trong 5 giờ	%	0,5	0,8			
6	Tỷ lệ độ kim lún của nhựa đường sau khi đun nóng ở 163°C trong 5 giờ so với độ kim lún ở 25°C nhỏ nhất	%	80	75	70	65	60
7	Lượng hoà tan nhỏ nhất trong tricloetylen, C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub>	%	99				
8	Khối lượng riêng ở 25°C	g/m <sup>3</sup>	1,00-1,05				
9	Độ dính bám tối thiểu đối với đá	cấp độ	cấp 3				
10	Hàm lượng parafin lớn nhất	%	2,2				

Bitum dầu mỏ loại quánh dùng trong xây dựng đường của Nga, Trung Quốc thường được chia làm 5 mác (bảng 9 -3).

**Bảng 9.3**

Các chỉ tiêu	Quy định theo mác				
	1 (200/300)	2 (130/200)	3 (90/130)	4 (60/90)	5 (40/60)
1. Độ kim lún: Khi ở 25°C, trong giới hạn Khi ở 0°C, không nhỏ hơn	201-300 45	131-200 35	91-130 28	61-90 20	41-60 13
2. Độ kéo dài ở 25°C, cm không nhỏ hơn	không quy định	65	60	50	40
3. Nhiệt độ hoá mềm, °C, không thấp hơn Thí nghiệm liên kết với đá hoa hay cát	35	39	43	47	51
4. Sự thay đổi nhiệt độ hoá mềm sau khi gia nhiệt, °C không lớn hơn	8	7	6	6	6
5. Hàm lượng các hợp chất hoà tan trong nước, không lớn hơn Nhiệt độ bốc cháy, °C, không thấp hơn	0,2 200	0,2 220	0,3 220	0,3 220	0,3 220

\* Các quy định về nhựa đặc của Mỹ (AC) (theo AASHTO - M20).



Nhựa đặc chế từ dầu mỏ của Mỹ dùng cho xây dựng đường được chia ra 5 cấp theo độ kim lún, và phải thoả mãn các chỉ tiêu cơ lý sau (bảng 9.4).

**Bảng 9.4**

Các chỉ tiêu	Cấp nhựa theo độ kim lún					Ký hiệu thí nghiệm
	40 - 50	60 - 70	85 - 100	120 - 150	200 - 300	D5 -T49
1. Độ kim lún (77F, 1029, 5inc	40 - 50	60 - 70	85 - 100	120 - 150	200 - 300	D5 - T49
2. Nhiệt độ bốc cháy (theo Chereland) F	450+	450+	450+	425+	350+	D92 - T40
3. Độ kéo dài ở 77F, 5cm/phút; cm	100+	100+	100+	100+	100+	D113 - T51
4. Độ hoà tan trong trichloroithylini, %	99+	99+	99+	99+	99+	D2042-T44
5. Thí nghiệm màng mỏng nhựa trong lò (1/5inc, 325F, 5giờ)						D1754-T79
6. Lượng tổn thất sau khi đun nóng, %	0,8 -	0,8 -	1,0 -	1,3 -	1,5 -	D6 - T47
7. Độ kim lún của nhựa sau khi đun nóng, % so với lúc chưa đun nóng	58+	54+	50+	46+	40+	D5 - T49
8. Độ kéo dài của nhựa sau khi đun nóng (77F, 5cm/phút), cm		50+	75+	100+	40+	
9. Độ nhớt ở 275F, Độ nhớt động lực, cst	240+	200+	170+	140+	100+	D2170-T201
Độ nhớt Sayb + Ufurol, sec	120+	100+	85+	70+	50+	E102
10. Nhiệt độ hoá mềm °C, (vòng và bi)		49 - 54				D36

Trong xây dựng, ngoài những loại bitum dầu mỏ xây dựng đường, còn có những loại bitum dầu mỏ xây dựng khác, bitum chế tạo sơn. Tính chất vật lý kỹ thuật của các loại bitum này ghi trong bảng 9.5.

**Bảng 9.5**

Mức bitum	Nhiệt độ, °C		Độ kim lún ở 25°C, 0,1mm	Độ kéo dài khi nhiệt độ 25°C, không nhỏ hơn
	Hoá mềm, không nhỏ hơn	Bốc cháy, không nhỏ hơn		
Bitum dầu xây dựng				
50/50	50	220	41 - 60	40
70/50	70	230	21 - 40	3
90/50	90	240	5 - 20	1
Bitum dầu làm sơn				
45/180	40 - 50	240	140 - 220	-
90/40	85 - 95	240	35 - 45	-
90/30	85 - 95	240	25 - 35	-

### 3.8. Phạm vi sử dụng bitum dầu mỏ quánh làm đường

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 lý.

Phạm vi sử dụng bitum quánh làm đường có thể tham khảo bảng 9.6.

**Bảng 9.6**

Mức của bitum	Phạm vi sử dụng
1 - (150/250)	Làm lớp tráng mặt
2 - (100/150)	Gia cố đất, làm lớp tráng mặt, làm lớp thấm nhập khi vật liệu đá yếu ( $R_n = 300 - 600 \text{ daN/cm}^2$ ).
3 - (70/100)	Làm mặt đường láng nhựa, chế tạo atphan xây dựng đường ở vùng khí hậu ôn hoà, có thể dùng để chế tạo bê tông atphan xây dựng mặt đường ôtô cho xe chạy ở vùng khí hậu lục địa
4 - (60/70)	Chế tạo bê tông atphan xây dựng đường ôtô và sân bay ở vùng nóng, chế tạo nhũ tương, bitum lỏng, chế tạo bitum pôlyme
5 - (40/60)	Chế tạo bê tông atphan xây dựng đường ôtô và sân bay cho vùng nóng, chịu tải trọng nặng

## 4. BITUM LỎNG LÀM ĐƯỜNG

### 4.1. Phân loại

Bitum lỏng có thành phần là bitum đặc pha với dung môi là mazut, dầu mỏ hoặc etxăng.

Có 3 loại bitum lỏng tùy theo tốc độ đông đặc lại khác nhau:

+ Loại RC: đông đặc nhanh

+ Loại M: đông đặc trung bình

+Loại SC: đông đặc chậm

Thành phần dung môi tùy theo các nước được quy định trong các tiêu chuẩn. Theo tiêu chuẩn Mỹ bitum lỏng có các mức: RC; M; SC. Theo Tiêu chuẩn của Nga bitum lỏng có các mức: MG; CG được phân loại theo độ nhớt.

Các tính chất chủ yếu của bitum lỏng là độ nhớt và tính dễ bay hơi của dung môi.

### 4.2. Các tính chất

#### 4.2.1. Độ nhớt (AASHTO 732-90)

Độ nhớt của bitum lỏng phụ thuộc vào cấu trúc của nó. Bitum lỏng có nhiều thành phần nhóm chất nhựa, chất rắn và chứa ít nhóm chất dầu thì độ nhớt của nó tăng lên. Tính chất của nó thay đổi trong thời gian sử dụng ở 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 từ 1 - 5 giờ tùy loại bitum lỏng. Chỉ tiêu này gần sát với thực tế hơn chỉ tiêu nêu ở trên.

#### 4.2.2. Yêu cầu kỹ thuật của bitum lỏng xây dựng đường

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 kỹ thuật của bitum lỏng, đông đặc vừa được giới thiệu ở bảng 9.7, còn của loại đông đặc chậm ở bảng 9.8.

**Bảng 9.7**

Các chỉ tiêu	Quy định theo mức				
	40/70	70/130	130/200	40/70	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 hoá 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 9.8**

Các chỉ tiêu	Quy định về mức			
	130/200	40/70	70/130	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 hoá 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 hay cát	tốt	tốt	tốt	tốt

\* Các quy định về nhựa lỏng của Mỹ

Có 3 loại nhựa lỏng dùng trong xây dựng đường.

Nhựa lỏng đông đặc nhanh (RC), nhựa lỏng đông đặc vừa (M) và nhựa lỏng đông đặc chậm (SC), chia ra các cấp khác nhau theo độ nhớt. Các chỉ tiêu cơ lý của các loại nhựa được quy định như ở bảng 9.6, 9.7, 9.8.

RC - nhựa lỏng đông đặc nhanh

**Bảng 9.9**

Các chỉ tiêu	Cấp nhựa lỏng theo độ nhớt				Ký hiệu thí nghiệm
	RC-70	RC- 250	RC- 300	RC-3000	
1- Độ nhớt động lực ở 140F; cst	70-140	250-500	800-1600	3000-6000	D2170-T201
2- Nhiệt độ bốc cháy (chín hồ): F			80+	80+	D1310-T79
3- Sản phẩm cất (% theo thể tích của tổng lượng sản phẩm cất ở 680F):					
Đến 374F	10+	-	-	-	D402-T76
Đến 437F	50+	35+	15+	-	
Đến 500F	70+	60+	15+	25+	
Đến 600F	85+	80+	75+	70+	
Bã nhựa sau khi cất đến 680F, % theo thể tích	55+	65+	75+	80+	
4- Thí nghiệm trên bã nhựa sau khi chưng cất					
- Độ kim lún 77F; 100g; 5sec	80-120	30-120	80-120	80-120	D5-T49
- Độ kéo dài, 77F; cm	100+	100+	100+	100+	D148-T51
- Độ hoà tan trong tricloetylen; %	99,5+	99,5+	99,5+	99,5+	D2042-T44
5- Hàm lượng nước; %	0.2-	0.2-	0.2-	0.2-	D95-T55

## 5. CÁC LOẠI BITUM CẢI TIẾN LÀM ĐƯỜNG ÔTÔ VÀ SÂN BAY

### 5.1. Mở đầu

Bitum dầu mỏ xây dựng đường là một loại vật liệu truyền thống đáp ứng tốt các yêu cầu về xây dựng đường ô tô và sân bay.

Hiện nay nhu cầu về lưu lượng xe và tải trọng trục xe có xu hướng tăng lên rõ rệt. Như vậy vật liệu làm đường cần được cải tiến để phù hợp với yêu cầu xây dựng đường ô tô và sân bay cấp cao. Bitum cải tiến là những vật liệu mới đáp ứng được các yêu cầu đó.

Ưu điểm của loại bitum cải tiến là tăng khả năng chịu lực và biến dạng của kết cấu mặt đường bê tông atphan.

Thành phần chủ yếu của bitum cải tiến là bitum+phụ gia. Phụ gia thường dùng là: bột cao su, mangan hữu cơ, lưu huỳnh hoặc các polyme dẻo nhiệt.

Các phụ gia trước đây đã được pha vào bê tông atphan khi chế tạo. Ngày nay các chất này được trộn với bitum tại nhà máy sản xuất bitum để có được bitum cải tiến.

Mặt khác việc sử dụng bitum cải tiến đưa ra một giải pháp nhằm làm tăng chất lượng bảo dưỡng đường, tăng tuổi thọ phục vụ. Để đạt hiệu quả kinh tế của bitum cải tiến sử dụng kết hợp với các cốt liệu có chất lượng cao trong hỗn hợp đá nhựa thoát nước hoặc ở các khu vực có yêu cầu về tính chống rão hoặc biến dạng đặc biệt. Trong các con đường bình thường không nên dùng vì giá thành của bitum cải tiến còn cao.

Cải tiến đơn giản nhất về tính chống biến dạng có thể đạt được bằng cách sử dụng bột cao su từ lốp ô tô cũ. Các hợp chất mangan hữu cơ, lưu huỳnh và các chất polyme dẻo nhiệt có thể nâng cao tính dễ thi công trong thời gian đầm lèn và tính chống biến dạng của bê tông atphan. Nhằm đáp ứng tốt hơn nhu cầu của giao thông, các loại cao su dẻo nhiệt được sử dụng nhằm nâng cao cả tính chống biến dạng và chống rão.

Bitum có tính đàn hồi-dẻo (nhớt). Tính chất này ảnh hưởng nhiều đến các đặc tính kỹ thuật của bê tông atphan làm đường. Điển hình là tính chống biến dạng dư và nứt. Biến dạng của bitum tăng theo thời gian chịu tải và nhiệt độ.

Sự biến dạng do tác động của tải trọng cho thấy phản ứng đàn hồi tức thời xảy ra sau đó sự tăng lên dẫn đến sự biến dạng theo thời gian cho đến khi tải trọng được loại bỏ, sự biến dạng đàn hồi tức thời được phục hồi ngay. Sự phục hồi tiếp theo xảy ra theo thời gian. Sự phục hồi dần dần theo thời gian của vật liệu được xem như là "tính đàn hồi chậm". Cuối cùng một sự biến dạng vĩnh viễn còn lại vẫn giữ nguyên mà không thể phục hồi được do tính nhớt trực tiếp gây ra.

Biến dạng do tải trọng xe di động trên đường gây ra đối với vật liệu bitum bao gồm biến dạng đàn hồi và biến dạng dư. Khi nhiều tải trọng kéo tác động lên mặt đường sẽ hình thành sự tích lũy biến dạng lớn, điều này gây nên sự biến dạng dư trên bề mặt đường. Từ những điều trên cho thấy vì sao sự biến dạng xảy ra nhiều hơn khi nhiệt độ môi trường cao, ở những nơi có tốc độ giao thông thấp hoặc ở những khu vực giao thông tĩnh ở các nút giao thông nơi phương tiện dừng đỗ.

Một trong những vai trò cơ bản của chất cải tiến bitum là tăng tính chịu biến dạng của atphan với biến dạng dư khi nhiệt độ đường cao, mà không tác động xấu đến các đặc tính kỹ thuật của bitum hoặc atphan ở nhiệt độ khác. Có thể đạt được điều này bằng cách làm cứng hoá bitum để tổng biến dạng đàn hồi- dẻo (nhớt) của atphan bị giảm đi với mức độ giảm tương ứng của độ biến dạng dư hoặc bằng cách tăng độ đàn hồi của bitum, do đó giảm biến dạng dẻo (nhớt) mà từ đó làm giảm biến dạng dư.

Tăng độ cứng của bitum làm tăng độ cứng động học của hỗn hợp bê tông atphan do đó cải tiến khả năng phân tán lực của vật liệu và tăng độ bền kết cấu và tuổi thọ thiết kế của con đường hoặc là tạo ra kết cấu có tuổi thọ và độ bền tương tự như với các lớp mỏng hơn. Như vậy với tải trọng không đổi có thể giảm bớt chiều dày của kết cấu áo đường.

## 5.2. Phân loại bitum cải tiến

Phương pháp chính để tạo ra bitum cải tiến là cho thêm vào bitum các chất bột, các khoáng chất đặc biệt, các sợi khoáng và cao su. Có thể lựa chọn các chất cải tiến theo hai yếu tố là tính khả thi và tính kinh tế, chúng phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

- Sẵn có.
- Không biến chất ở nhiệt độ trộn thảm.
- Có thể trộn được vào bitum.
- Không làm cho bitum quá nhớt ở nhiệt độ trộn thảm, ở nhiệt độ đầm nén trên bề mặt đường, không làm bitum bị cứng hoặc giòn khi phải làm việc ở nhiệt độ thấp.

- Có hiệu quả kinh tế,

Sau khi đã trộn các chất cải tiến (phụ gia). Bitum phải có các đặc tính sau:

- Giữ các đặc tính kỹ thuật trong thời gian bảo quản, thi công trên mặt đường và khi con đường được đưa vào sử dụng.
- Có thể được chế biến bằng cách thông thường.
- Ổn định về lý-hoá học trong thời gian bảo quản, sử dụng và trên đường.
- Đạt độ nhớt trộn và phun ở nhiệt độ sử dụng.

## 5.3. Bitum có pha thêm lưu huỳnh

Có hai cách sử dụng lưu huỳnh trong bê tông atphan để làm áo đường:

Thứ nhất: hỗn hợp atphan được cho thêm một lượng tương đối nhỏ lưu huỳnh dưới dạng một chất hoà tan trong bitum. Cách gia công thứ hai được biết đến với tên gọi là THERMOPAVE, sử dụng hàm lượng lưu huỳnh cao. Lượng lưu huỳnh dư đóng vai trò như một chất khoáng tự rải. Khi trộn với cốt liệu sẽ tạo ra một hỗn hợp rất dễ thi công và khi nguội có khả năng chống biến dạng cao.

Shell cũng đã phát triển một sản phẩm có tên gọi THERMOPATICH. Đây là một loại atphan có hàm lượng lưu huỳnh cao để sửa chữa ổ gà, phục hồi đường, có thể sử dụng cho cả đường bê tông atphan hoặc mặt đường bê tông xi măng. Bitum ở thể lỏng chảy tự do được rót vào lỗ, khe nứt trên mặt đường và bitum nguội đi có thể cho xe chạy ngay. Tuy nhiên lưu huỳnh sẽ có phản ứng với bitum phụ thuộc vào nhiệt độ và thành phần hoá học của bitum. Người ta đã chứng minh rằng: lưu huỳnh chủ yếu là phản ứng với thành phần naphtalen thơm của bitum, bằng cách cộng thêm vào phần tử hoặc bằng cách oxy hoá bitum thông qua việc lấy hydro để tạo ra hydro sunfua. Ở khoảng nhiệt độ 119,3°C là nhiệt độ điểm sôi của lưu huỳnh đơn nguyên chất và ở 150°C thì phản ứng chủ yếu là cộng thêm lưu huỳnh vào làm tăng hàm lượng hydrosunfua ở vùng chất thơm phân cực và một thay đổi rất nhỏ trong đặc tính lưu biến của bitum. Trên 150°C phản ứng oxy hoá cạnh tranh tăng lên rõ rệt làm cho hydrosunfua tăng lên và tác động đến các đặc tính của bitum tương tự như tác động của quá trình sục khí.

Sự tiến triển của hydrôsunfua ở nhiệt độ trên 150°C rõ ràng là không thể chấp nhận được. Vì vậy nên thận trọng khi sử dụng bitum lưu huỳnh.

#### **5.4. Bitum pha thêm cao su**

Polybutadien, polyisopren, cao su thiên nhiên, cao su butyl, cloropren, styrene-butadien cao su... được sử dụng cùng với bitum nhưng tác dụng của chúng làm tăng độ nhớt của bitum. Trong một số trường hợp cao su được sử dụng ở trạng thái lưu hoá, ví dụ như những mảnh lớp tái chế, nhưng dạng này khó phân tán trong bitum, cần một nhiệt độ cao và thời gian biến đổi chuyển hoá dài và có thể tạo ra chất liên kết không đồng nhất trong đó cao su hoạt động chủ yếu như một chất dẻo. Bitum pha thêm chất phụ cao su được sử dụng nhiều tại Hà Lan và Mỹ.

#### **5.5. Bitum thêm các hợp chất mangan hữu cơ**

Có thể nâng cao độ bền của vật liệu rải đường bằng cách cho thêm vào bitum một hợp chất mangan hữu cơ, hoặc kết hợp giữa mangan hữu cơ với coban hữu cơ, hay hợp chất đồng hữu cơ. Sản phẩm này được biết đến nhiều dưới cái tên CHEMCRETE. Sử dụng bitum cải tiến bằng mangan hữu cơ trong hỗn hợp atphan và hỗn hợp đá nhựa được giải thích là cải thiện tính miễn cảm với nhiệt độ của hỗn hợp và qua đó nâng cao các đặc tính hoá lý của chúng như ổn định Marshall, chống biến dạng dư và độ cứng động học.

Để thúc đẩy hợp chất mangan hữu cơ phân tán nhanh trong bitum, vật liệu được trộn với một chất mang các chất cải tiến khác nhau, thường liên quan đến chủng loại và nồng độ hợp chất hữu cơ kim loại và độ nhớt của dầu, cả hai khía cạnh cần phải được xem xét để đảm bảo là đã sử dụng các chất cải tiến phù hợp cho từng ứng dụng riêng biệt.

Cơ chế được đề xuất trong bằng sáng chế CHEMCRETE là sử dụng các hợp chất có cấu trúc vòng nhất định trong bitum. Mangan xúc tiến việc tạo thành một hợp chất dixeton mà sau đó tạo thành phức chất ổn định. Các phức chất này liên kết chặt chẽ với phân tử bitum, nâng cao tính miễn cảm với nhiệt độ của bitum và tăng độ bền của hỗn hợp bitum.

Phản ứng lưu hoá phụ thuộc vào sự có mặt ôxy trong bitum, độ dày của lớp bitum và nhiệt độ. Các thí nghiệm được bảo quản bằng CHEMCRETE đã cho thấy rằng 1 bitum 100 độ chứa 2% theo trọng lượng chất cải biến mangan bảo quản ở nhiệt độ 160°C trong 28 ngày bị cứng hoá giảm độ kim lún từ 127 độ xuống còn 100 độ (1 độ = 0,1mm).

Độ ổn định Marshall và thương số trên hai loại bê tông atphan mịn được sản xuất từ bitum 100 độ chứa CHEMCRETE, còn lại được sản xuất từ bitum 50 độ thông thường. Đặc tính ban đầu của hai hỗn hợp này là rất giống nhau, tuy nhiên sau 12 tháng độ ổn định Marshall của bê tông atphan mịn đã tăng lên hơn 400%. Trong thời gian 12 tháng độ chảy Marshall đã tăng lên 75% dẫn đến một sự tăng lên toàn bộ thương số Marshall

hơn 200%. Sự gia tăng độ chảy Marshall là biểu hiện của kết quả đạt được độ bền trong thời gian lưu hoá. Những cải tiến tương tự đã được xác định bằng cách sử dụng thí nghiệm hình thành vết lún bánh xe trong phòng thí nghiệm trên các mẫu bê tông atphan lấy từ đoạn đường thí nghiệm. Độ biến dạng ở 45°C ngay sau khi rải bê tông đối với atphan được cải tiến và atphan thông thường rất giống nhau -5mm/h, tuy nhiên sau 6 tháng độ biến dạng ở atphan cải tiến đã giảm xuống dưới 1mm/h.

## 5.6. Bitum pha thêm các pôlyme dẻo nhiệt

Polyetylen, polypropylen, polyvinyl clorit, polystyren và etylen vinyl axetat (EVA) là các pôlyme dẻo nhiệt chủ yếu đã được kiểm chứng qua các thí nghiệm về các chất liên kết được cải tiến cho đường bộ. Các chất dẻo dưới tác động của nhiệt có đặc tính là mềm đi khi nóng lên và cứng lại khi nguội đi.

Các pôlyme dẻo nhiệt khi trộn với bitum, khi ở nhiệt độ môi trường bình thường liên kết với bitum và làm tăng độ nhớt của bitum. Tuy nhiên các chất pôlyme dẻo nhiệt không làm tăng đáng kể độ đàn hồi của bitum. Khi bị nung nóng chúng có thể tách ra khỏi bitum, mà điều này có thể dẫn đến phân tán thô khi nguội đi. Tuy vậy chấp nhận những hạn chế này việc sử dụng EVA với nồng độ 5% bitum 70° đã trở nên rất thông dụng.

Các thí nghiệm ở Việt Nam cũng cho kết quả tương tự.

Chất đồng trùng hợp (co-pôlyme) EVA là các vật liệu dẻo nhiệt có cấu trúc ngẫu nhiên được sản xuất bằng cách đồng trùng hợp etylen và vinyl axetat. Các chất đồng trùng hợp có hàm lượng vinyl axetat thấp có đặc tính giống như một polyetylen tỷ trọng thấp. Thành phần vinyl axetat tăng lên thì các đặc tính của chất đồng trùng hợp thay đổi. Các đặc tính của chất đồng trùng hợp EVA được kiểm soát bởi trọng lượng phân tử và hàm lượng vinyl axetat.

Trọng lượng các phân tử: trọng lượng phân tử của nhiều pôlyme được xác định theo các đặc tính khác nhau. Tiêu chuẩn thực hiện đối với EVA nhằm xác định nhiệt độ hoá mềm (Melt Flow Index-MFI). Thí nghiệm về độ nhớt ngược lại có liên quan đến trọng lượng phân tử. MFI càng cao trọng lượng phân tử và độ nhớt càng thấp và điều này tương tự như thí nghiệm kim lún đối với bitum-kim lún càng cao thì trọng lượng phân tử trung bình và độ nhớt của bitum càng thấp.

Hàm lượng vinyl axetat để xác định các tác động chính của vinyl axetat đến các đặc tính của các chất liên kết được cải tiến, phân polyetylen thông thường của chuỗi có thể xếp rất sát nhau và tạo ra vùng kết tinh, nó cũng cho thấy các nhóm vinyl axetat lớn phá vỡ sự sắp xếp sát nhau này như thế nào để tạo ra các vùng cao su thơm không kết tinh, vùng tinh thể tương đối cứng, trong khi vòng thơm lại mềm dẻo, càng nhiều nhóm vinyl axetat (hoặc hàm lượng vinyl axetat càng cao). Tỷ lệ vùng mềm dẻo càng cao, và ngược lại tỷ lệ vùng tinh thể càng thấp.



Người ta phân loại các chất đồng trùng hợp EVA sẵn có bằng MFI và hàm lượng vinyl axetat. Ví dụ EVA có MFI là 150 và hàm lượng vinyl axetat là 19 thì phẩm cấp được ghi là 150/19. Từ các loại chất trùng hợp EVA đa dạng sẵn có, phẩm cấp 150/19 và với quy mô nhỏ hơn các phẩm cấp 45/33 là thông dụng nhất. Chúng thường trộn với bitum 70 độ, các chất đồng trùng hợp EVA dễ bị phân tán trong bitum và rất thích hợp với bitum. Chúng ổn định với nhiệt ở nhiệt độ atphan thông thường. Tuy vậy, trong quá trình bảo quản tĩnh có thể xảy ra sự phân ly, do đó người ta đề xuất các sản phẩm hỗn hợp được cho lưu thông tuần hoàn trước khi sử dụng.

Bảng 9.10 cho thấy những thay đổi phổ biến về độ kim lún và điểm hoá mềm khi cho thêm 5% hai loại phẩm cấp EVA vào bitum 70 độ, các đặc tính Marshall và vệt lún bánh xe của atphan lu nóng được sản xuất từ các chất liên kết đã được cải tiến.

**Bảng 9.10. Tác động của các phẩm cấp EVA 150/19 và 45/33 đến các đặc tính của bitum và atphan lu nóng rải lớp mặt đường**

Chất liên kết	Các đặc tính của chất liên kết		Các đặc tính của Marshall			Độ lún bánh xe ở 45°C, mm/h
	Kim lún ở 25°C, mm/h	Điểm mềm (P), °C	Độ ổn định, kN	Độ chảy, mm	Tỷ số, kN/mm	
70 độ	68	49,0	6,3	3,3	1,9	4,4
70 độ+5% EVA 150/19	50	66,5	7,6	3,2	2,4	0,8
70 độ+5% EVA 45/33	57	58,0	8,0	2,7	3,0	1,0

Các kết quả thí nghiệm vệt lún bánh xe cho thấy độ lún giảm đi 4 lần khi cho thêm EVA của từng phẩm cấp nói trên vào bitum 70. Mức độ chống lại sự biến dạng cũng ít nhạy cảm đáng kể đối với sự thay đổi nhiệt độ được minh hoạ ở hình 10.5. Sự tăng lên của độ ổn định Marshall là không lớn như một dự đoán dựa trên kết quả thí nghiệm vệt lún bánh xe. Điều này cho thấy các kết quả của thí nghiệm Marshall về các vật liệu cải biến bằng cách cho thêm pôlyme cần được xem xét một cách thận trọng.

### 5.7. Bitum cho thêm cao su dẻo nhiệt

Trong 4 nhóm chất đàn hồi dẻo nóng chính là polyurethan, chất đồng trùng hợp polyetepolyeste, các chất alken đồng trùng hợp và chất đồng trùng hợp có đoạn styren, các chất đồng trùng hợp có đoạn styren đã được chứng minh là có tiềm năng lớn nhất khi được trộn với bitum.

Chất đồng trùng hợp có đoạn styren thường được gọi là cao su nhiệt dẻo (TR). Cao su nhiệt dẻo có thể được tạo ra bằng cơ chế tạo chuỗi của phản ứng pôlyme hoá liên tục styren-butadien-styren (SBS) hoặc styren-isopren-styren (SIS). Để tạo ra các pôlyme nêu

trên cần có chất xúc tác trong phản ứng ghép nối. Đối với pôlyme không chỉ có các chất đồng trùng hợp thẳng mà còn có các chất đồng trùng hợp nhiều nhánh có thể được tạo ra; những chất này thường được gọi là các chất đồng trùng hợp phân nhánh hoặc hình rẽ quạt, hình sao.

Cao su nhiệt dẻo có sức bền và tính đàn hồi do liên kết ngang vật lý của các phân tử trong mạng lưới không gian ba chiều. Điều này có được do liên kết của đoạn styren cuối với các khối riêng rẽ, tạo ra liên kết ngang lý học đối với khối cao su polyisopren hoặc polybutadien ba chiều. Đoạn cuối polystyren sẽ tạo cho pôlyme có sức bền và đoạn giữa sẽ làm cho vật liệu này có tính đàn hồi đặc biệt.

Ở nhiệt độ trên điểm nhiệt độ hoá thuỷ tinh của polystyren ( $100^{\circ}\text{C}$ ), polystyren mềm đi vì khối yếu đi và thậm chí sẽ bị tách ra dưới tác động của một ứng suất, đến mức độ cho phép chế biến dễ dàng. Khi nguội đi, các khối sẽ lại liên kết lại, sức bền và tính đàn hồi sẽ được phục hồi, điều này đồng nghĩa là vật liệu này là một chất dẻo nhiệt.

Ảnh hưởng của thành phần cấu tạo của bitum đến các hỗn hợp cao su nhiệt dẻo/bitum.

Bitum là những hỗn hợp phức tạp có thể chia ra 4 nhóm phân tử cấu trúc tương tự.

Các chất no và các chất thơm có thể được xem như là các chất dầu, là môi trường đối với các chất thơm phân cực như các chất nhựa và các atphanen. Các chất thơm phân cực tạo ra tính đàn hồi nhớt của bitum. Điều này là do liên kết của các phân tử cực mà liên kết đó dẫn đến tạo ra cấu trúc lớn, trong một số trường hợp là cấu tạo mạng lưới có cấu trúc ba chiều, như loại bitum "keo". Mức độ xuất hiện liên kết này phụ thuộc vào nhiệt độ, trọng lượng phân tử của các thành phần, nồng độ của các chất thơm phân cực, lực hoà tan của các chất no và chất thơm trong pha malten. Nếu nồng độ và trọng lượng phân tử của các atphan là tương đối thấp thì tạo ra một loại bitum "sol".

Cho thêm cao su nhiệt dẻo có trọng lượng phân tử bằng hoặc cao hơn các atphanen sẽ làm xáo trộn sự cân bằng pha pôlyme và atphanen "cạnh tranh nhau" về lực hoà tan của malten, nếu không có đủ malten, có thể xảy ra hiện tượng tách pha. Cấu trúc của các hệ thống bitum/pôlyme thích hợp và không thích hợp được quan sát bằng kính hiển vi. Hệ thống tương thích có cấu trúc đều mịn đồng chất trong khi hệ thống không tương thích có cấu trúc thô đứt quãng.

Sự tách pha hay tính không tương thích có thể được kiểm tra bằng một thí nghiệm bảo quản nóng đơn giản. Các thí nghiệm được thực hiện với mẫu bitum lấy từ đỉnh 1/3 ở giữa và 1/3 ở đáy bình đựng mẫu.

Các nhân tố chính ảnh hưởng đến độ ổn định các đặc tính kỹ thuật của bitum trong quá trình bảo quản là:

- Số lượng và trọng lượng phân tử của các atphanen.
- Độ thơm của pha malten.

- Lượng pôlyme có mặt.
- Trọng lượng phân tử và cấu trúc của pôlyme.
- Nhiệt độ bảo quản.

Chất lượng của sự phân tán pôlyme đạt được bị ảnh hưởng bởi một số yếu tố, nhưng cơ bản là phụ thuộc vào cường độ do tác động của máy trộn. Khi pôlyme được cho thêm vào bitum nóng, bitum sẽ ngay lập tức bắt đầu nhập vào các hạt pôlyme làm cho các chuỗi styren của pôlyme phồng trương lên và dễ hoà tan hơn. Một khi điều đó xảy ra, lực xé đủ lớn sẽ tác động vào các hạt bị trương là yếu tố quyết định có thể đạt được để sự phân tán hoàn toàn của các hạt phân tử pôlyme trong thời gian trộn thực tế. Như vậy, cần sử dụng các máy trộn có lực xé cao hoặc trung bình để phân tán hoàn toàn cao su dẻo nhiệt vào bitum.

Các đặc tính của hỗn hợp bitum/cao su dẻo nhiệt.

Shell Bitumen Vương quốc Anh đã sản xuất hai loại chất liên kết pôlyme SBS cải tiến là:

- CARIPHALTE DM
- CARIPHALTE DA

**Bảng 9.11. Các đặc tính kỹ thuật đối với CARIPHALTE DM, CARIPHALTE DA**

Thí nghiệm/ chất liên kết	CARIPHALTE DM	CARIPHALTE DA
Độ kim lún ở 25°C, dmm	90 ± 20	130 ± 20
Điểm mềm (P), °C	85 ± 10	80 ± 10
Độ nhớt Brookfeld 150°C mức độ xé 3,36 giây, Poise	10 ± 4	9 ± 4
Độ kéo dài ở 5°C, cm	> 50	-
Môđun độ cứng tối thiểu 40°C, thời gian chịu tải 1000 giây mức độ xé $2,5 \cdot 10^{-4} s^{-1}$ , kN/m <sup>2</sup>	> 3	-
Độ ổn định bảo quản, sự khác nhau về điểm mềm đỉnh xuống đáy sau 7 ngày bảo quản trong một thiết bị hình trụ ở 160°C, °C	< 5	< 5
Hàm lượng pôlyme, %	7,0 ± 1,0	6,0 ± 1,0

CARIPHALTE DM đã được phát triển để sử dụng trong atphan lu nóng chặt và hỗn hợp bê tông atphan để cải tiến lớp nền làm bằng bê tông nghèo và mặt đường bê tông cũ đã bị nhiệt độ gây ra một sự dịch chuyển ở lớp bê tông dẫn đến hiện tượng nứt "phản hồi" tới bề mặt đường.

CARIPHALTE DA được phát triển để sử dụng trong hỗn hợp đá nhựa thoát nước và hỗn hợp để rải lớp tạo ma sát.

Các yếu tố về kỹ thuật chi tiết của hai loại chất liên kết này được chi tiết hoá ở bảng 9.11.

Các đặc điểm về độ nhớt nhiệt độ của CARIPHALTE DM và một bitum 50 độ được trình bày trên đồ thị dữ liệu thí nghiệm. Hình này cho thấy rõ là ở nhiệt độ cao của con đường, ví dụ 60°C, CARIPHALTE DM cứng hơn đáng kể so với bitum 50 độ và do đó chống biến dạng tốt hơn, ở nhiệt độ đường thấp, < 0°C, CARIPHALTE DM dẻo hơn bitum 50 độ và do đó chống nứt tốt hơn.

Mức độ cải thiện khả năng chống biến dạng được kiểm tra bằng các thí nghiệm vết lún bánh xe do cả phòng thí nghiệm đường bộ và vận tải (TRRL) và Shell Research Limited thực hiện, được trình bày ở bảng 9.12. Rõ ràng là có một sự tăng lên đáng kể về khả năng chống biến dạng, tương tự với khả năng chống biến dạng của bitum chịu tải nặng (HD) được phát triển chuyên dụng để chống biến dạng. Những ưu điểm này đã được khẳng định qua các cuộc kiểm nghiệm toàn diện trên thực địa.

Độ dẻo của hỗn hợp bitum đã được định lượng bằng thí nghiệm rão - biến dạng không đổi do TRRL và Shell Research Limited tiến hành. Thí nghiệm mỗi đã được Shell Research Limited thực hiện trên hỗn hợp atphan lu nóng thi công ở 5°C với tần số là 50 Hz cho thấy với một phạm vi rộng về tải trọng tác động lên mẫu thí nghiệm CARIPHALTE DM, tuổi thọ rão của hỗn hợp đường nâng lên ít nhất là 3 lần.

**Bảng 9.12. So sánh mức độ vết lún bánh xe của mặt đường được rải bằng atphan lu nóng làm từ bitum 50, HD40 và CARIPHALTE DM**

Chất liên kết	Các đặc tính của chất liên kết		Độ lún vết bánh xe ở 45°C, mm/h
	Kim lún ở 25°C, mm	Điểm mềm (P), °C	
50	56	52,0	3,2
HD40	42	68,0	0,7
CARIPHALTE DM	34	90,0	0,7

### 5.8. Các bitum pôlyme chịu nhiệt

Các chất bitum pôlyme chịu nhiệt được sản xuất bằng cách trộn hai thành phần lỏng, thành phần đầu là chất nhựa và phần còn lại chứa chất làm cứng. Hai thành phần này kết hợp với nhau về mặt hoá học để tạo ra một cấu trúc 3 chiều vững chắc. Bitum pôlyme hai thành phần là nhựa epoxy được trộn với bitum có các đặc tính trội của nhựa chịu nhiệt, hai thành phần này với những ưu điểm nổi bật đã được phát triển từ 30 năm trước và hiện đang được sử dụng để phủ bề mặt và làm các chất kết dính.

Những sự khác nhau cơ bản giữa bitum (một chất dẻo nhiệt) và các bitum pôlyme chịu nhiệt là như sau:

Khi hai thành phần trong bitum pôlyme chịu nhiệt được trộn thì thời gian sử dụng sản phẩm này sẽ bị giới hạn, thời hạn này phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ, nhiệt độ càng cao thì thời hạn sử dụng càng ngắn.

Sau khi một sản phẩm chịu nhiệt được sử dụng nó tiếp tục lưu hoá và tăng sức bền khi có hợp chất mangan hữu cơ, tốc độ lưu hoá trên mặt đường phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường.

Khi nhiệt độ tăng lên bitum bị mềm ra và chảy, các bitum pôlyme chịu nhiệt ít mẫn cảm với nhiệt độ hơn và trong thực tế không bị tác động của sự thay đổi nhiệt độ trên đường.

Bitum pôlyme chịu nhiệt là một vật liệu đàn hồi, không thể hiện đặc tính nhớt chảy, ổn định với hoá chất, dung môi, nhiên liệu và dầu.

Ba loại bitum pôlyme chịu nhiệt là: Shell grip/spray grip; Erophalt; Sheliepoxy atphan

Các loại trên đã được sử dụng rộng rãi trên thế giới từ năm 1986, tuy nhiên ở Việt Nam đang trong giai đoạn nghiên cứu. Có thể tham khảo các chỉ tiêu cơ lý của bitum pôlyme theo 22TCN GTVT 2004.

## **6. NHŨ TƯƠNG XÂY DỰNG ĐƯỜNG**

### **6.1. Khái niệm và phân loại nhũ tương**

#### **6.1.1. Khái niệm**

Nhũ tương là một hệ thống keo phức tạp bao gồm hai chất lỏng không hoà tan lẫn nhau. Trong đó, một chất lỏng phân tán trong chất lỏng kia dưới dạng những giọt nhỏ li ti, gọi là pha phân tán, còn chất lỏng kia gọi là môi trường phân tán.

Để cho nhũ tương được ổn định người ta thêm vào chất nhũ hóa - chất phụ gia hoạt tính 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.

Nhũ tương bitum là một hợp chất gồm hai thành phần dị thể cơ bản là bitum và nước, được gọi là hai pha nước và pha bitum. Bitum được phân tán trong nước dưới dạng các hạt riêng rẽ có đường kính từ 0,1 - 5 micrôn. Các hạt bitum được giữ ở trạng thái lơ lửng tích điện và độ ổn định bằng nhũ hoá.

#### **6.1.2. 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, 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 ra 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 axit béo, axit naphtalen, 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 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 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 nhão khi dùng chất nhũ hóa ở dạng bột vô cơ như bột vôi tôi, đất sét dẻo, trêpen, diatômít.

Thuật ngữ anion và cation để chỉ các điện tích bao quanh các hạt bitum. Hiện tượng này bắt nguồn từ một quy luật cơ bản về điện. Các điện tích cùng dấu đẩy nhau, các điện tích khác dấu hút nhau. Nếu dòng điện chạy qua một dung dịch nhũ tương chứa hạt bitum tích điện âm, chúng sẽ di chuyển về phía anốt. Bởi vậy nhũ tương này được gọi là nhũ tương anion. Ngược lại các hạt bitum được tích điện dương sẽ di chuyển về phía catốt và nhũ tương là các hạt trung tính, do vậy chúng sẽ không di chuyển tới bất kỳ các cực nào. Nhũ tương trung tính rất hiếm khi được sử dụng trong xây dựng đường.

## **6.2. Vật liệu chế tạo nhũ tương**

### **6.2.1. 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 gưdrông 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 những vùng khí hậu nóng - dùng các loại mác cao (nhựa số 5).

### **6.2.2. Nước**

Nước dùng để chế tạo nhũ tương khi dùng chất hóa anion hoạt tính thì phải là nước mềm (nước có độ cứng không lớn hơn 3 mili đương lượng gam/lít).

### **6.2.3. 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 hydrô cacbua, và phần mang cực tính. Chất này có khả năng hấp thụ trên bề mặt giọt bitum hay gưdrông làm cho nhũ tương ổn định, vì khi đó gốc hydrô cacbua (nhóm không mang cực tính), là nhóm kỵ nước, nên nó luôn luôn 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 hoá anion hoạt tính bao gồm: xà phòng của các axit béo, axit nhựa, axit naftalen và các axit sunfua naftalen.

Chất nhũ hoá cation hoạt tính là những muối của các hợp chất amôniac bậc bốn; các amin bậc nhất, bậc hai và các muối của chúng; các điamin...

Nhóm không sinh ra ion bao gồm các hợp chất không hoà tan trong nước, chủ yếu là các ête.

Ngoài những loại chất nhũ hóa dạng hữu cơ trên, khi chế tạo nhũ tương còn dùng chất nhũ hóa dạng bột vô cơ. Những chất nhũ hóa dạng 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.

### **6.3. Các chỉ tiêu kỹ thuật nhũ tương làm đường**

#### **6.3.1. Độ nhớt**

Nhũ tương làm đường cần có độ nhớt hợp lý.

Độ nhớt thử bằng nhớt kế ở trong phạm vi sau:

$$C_{20}^3 = 5 \div 50 \text{ sec.}$$

Tăng độ nhớt của nhũ tương bằng cách tăng tỷ lệ bitum, thay đổi dung dịch nhũ hoá hoặc giảm độ nhớt của bitum.

#### **6.3.2. Độ phân giải**

Nhũ tương sau khi thi công phải tách nước nhanh và dính bám tốt với bề mặt vật liệu khoáng vật.

Độ phân giải được xác định bằng hệ số:

$$P = \frac{N_1}{N_2} \times 100\%$$

trong đó:

$N_1$  - lượng nhựa còn lại sau khi thí nghiệm;

$N_2$  - lượng nhựa trên mặt sỏi trước khi thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành như sau: Nhúng sỏi có  $d = 6 - 12\text{mm}$  vào nhũ tương trong 2 phút, để ngoài không khí 30 phút, rửa mẫu trong nước 15 phút, ta có kết quả:

$P = 100 - 50$       phân giải nhanh

$P = 10 - 50$       phân giải vừa

$P < 10$               phân giải chậm

### **6.3.3. 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°C đến +40°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 chuyển chở và khi thi công.

Để xác định tính ổn định khi bảo quản và khi vận chuyển, lấy nhũ tương đã bảo quản sau 7 ngày và 30 ngày cho chảy qua sàng có kích thước lỗ sàng 0,14mm. Yêu cầu là lượng chảy qua sàng không lớn quá 0,1% theo trọng lượng và đảm bảo 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.

Nhũ tương có độ nhớt cao, tỷ lệ chất nhũ hoá cao, có kích thước hạt đồng đều sẽ ổn định khi bảo quản.

### **6.3.4. Tính dính bám của màng chất dính kết với bề mặt 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).

### **6.3.5. Tính chất phân còn lại sau khi chưng cất**

Sau khi chưng cất ở nhiệt độ 360°C, cho phần dung môi bay hơi hết, tính chất của phần còn lại phải phù hợp với tiêu chuẩn như với bitum lỏng.

## **6.4. Thành phần của nhũ tương Việt Nam**

Ở Việt Nam đã nghiên cứu thành công bước đầu, một số nhũ tương thuộc loại kiềm, dùng chất nhũ hoá anion hoạt tính như xà phòng bột, dầu gai, dầu sỏ, dầu trẩu... 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), của Mỹ ASTM...



## 6.5. Các yêu cầu về nhũ tương của Mỹ (Emuloified atphan)

Ở Mỹ có nhiều loại nhũ tương nhựa, chủ yếu thường dùng trong xây dựng đường là nhũ tương anion (AEA) và nhũ tương cation (CEA). Mỗi loại nhũ tương nhựa được chia ra nhiều cấp theo tốc độ phân tích và độ nhớt. Các yêu cầu về tính chất cơ lý của nhũ tương được ghi trong bảng 9.13.

**Bảng 9.13**

Các chỉ tiêu	Cấp					Ký hiệu thí nghiệm
	Phân tích nhanh		Phân tích vừa	Phân tích chậm		
	RS - 1	RS - 2	MS - 2	SS - 1	SS - 1h	
1- Độ nhớt Furol ở 77F, mm <sup>2</sup> /s	20 - 100	-	100+	20-100	20-100	D224-T59
2- Độ nhớt Furol ở 122F, mm <sup>2</sup> /s	-	75 - 400	-	-	-	
3- Bã nhựa sau khi cất, % theo khối lượng	54+	62+	62+	57+	57+	
4- Lắng đọng 5 ngày, khác nhau giữa lớp trên và lớp dưới, %	3-	3-	3-	3-	3-	
5 - Độ khử nhũ:						D5 - T49
- Khi dùng 35ml 0,02N CaCl <sub>2</sub> , %	60+	50+	-	-	-	
- Khi dùng 50ml của 0,01N CaCl <sub>2</sub> , %	-	-	30-	-	-	
6- Thí nghiệm rây (phần trên rây N°20), %	0,10-	0,10-	0,10-	0,10-	0,10-	
7- Thí nghiệm trộn với ximăng, %	-	-	-	2,0-	2,0-	
8- Thí nghiệm trên bã nhựa sau khi cất nhũ tương nhựa:						D2042-T44
- Độ kim lún, 77F, 100g, 5s	100-200	100-200	100-200	100-200	40-40	
- Độ hoà tan trong Trichloroethylene, %	97,5+	97,5+	97,5+	97,5+	90,5+	
- Độ kéo dài, 77F, cm	40+	40+	40+	40+	40+	D113-T51

## 6.6. Ứng dụng của nhũ tương bitum làm đường

### 7.6.1. Nhũ tương bitum làm đường

Hỗn hợp nhũ tương bitum cốt liệu được sản xuất và sử dụng ở Pháp từ những năm 50 và được sử dụng phổ biến ở châu Âu, châu Phi, Mỹ cho đến ngày nay. Chủ yếu loại hỗn hợp chủ yếu là đá nhựa nhũ tương được sử dụng để làm lớp móng trên của đường bộ. Tuy nhiên, một số loại hỗn hợp được sản xuất từ nhũ tương bitum dành cho rải lớp móng mỏng trên mặt đường và lớp trên cũng đã được áp dụng thành công.

Một vấn đề quan trọng khi sử dụng nhũ tương bitum trong hỗn hợp làm đường là cần tạo ra độ rỗng tương đối cao để nước có thể thoát nhanh trong quá trình đầm nén và khi

con đường đã đi vào hoạt động. Hơn nữa độ bền của mặt đường được gia công với hỗn hợp nhũ tương - cốt liệu được hình thành tương đối chậm. Vì cả hai lý do này mà các hỗn hợp nhũ tương - cốt liệu chỉ phù hợp với các con đường chịu tải nhỏ. Do vậy, loại vật liệu này chỉ được sử dụng rất hạn chế.

Trước đây, các hỗn hợp đá nhựa đông kết chậm hoặc được sản xuất với việc sử dụng một phẩm cấp bitum lỏng với nhiều loại dầu pha khác nhau. Các vật liệu này chủ yếu được sử dụng cho việc duy tu sửa chữa đường. Sự phát triển của các nhũ tương phủ cốt liệu đã tạo ra một số loại hỗn hợp nhũ tương - cốt liệu dùng cho những mục đích đặc thù trong xây dựng đường giao thông.

Một ứng dụng khác của nhũ tương bitum trong hỗn hợp làm đường là khôi phục mặt đường theo phương pháp trộn nguội tại chỗ. Người ta dùng máy làm đường liên hợp bóc lớp mặt đường, rồi nghiền lớp bóc mặt đường thành các hạt cốt liệu theo kích thước yêu cầu và sàng lọc để loại bỏ các hạt không đúng kích thước. Sau đó cốt liệu tái chế được phun một lớp nhũ tương, sau mỗi lần phun nhũ tương người ta dùng thiết bị đảo lớp cốt liệu để nhũ tương bám dính đều với cốt liệu. Quá trình phun và đảo lại khoảng từ 2 đến 3 lần. Tiếp theo người ta dùng xe lu trọng lượng 8 - 10 tấn để đầm nén lớp nhũ tương - cốt liệu và cuối cùng mặt đường được láng một hỗn hợp mịn chống thấm.

Nhũ tương bitum cũng được sử dụng làm lớp dính bám. Đó là một kỹ thuật đã được áp dụng để đảm bảo sự liên kết bám dính giữa các lớp của mặt đường.

### **6.6.2. Các ứng dụng khác của nhũ tương bitum**

Có thể sử dụng nhũ tương để làm ổn định đất, chống thấm, lớp phủ bảo vệ, trám khe các khe hở và làm lớp chống thấm.

## **7. CÁC ỨNG DỤNG KHÁC CỦA HỖN HỢP VẬT LIỆU BITUM**

Khối lượng chủ yếu của hỗn hợp bitum là xây dựng đường, ngoài ra có thể ứng dụng nó trong các công trình thủy công, trong ngành đường sắt tạo màu sắc mặt đường, trong các đường đua và các vỉa hè.

### **7.1. Các ứng dụng trong thủy công**

Tính chất không thấm nước của bitum và các hỗn hợp bitum đã được ứng dụng rất hiệu quả cho xây dựng các đập ngăn nước, hồ chứa nước, kênh đào và các tường phòng hộ ven biển và đê biển. Hiện nay ở Anh có 200 công trình thủy công sử dụng bitum. Công trình thủy công sử dụng bitum phát triển nhiều ở Hà Lan, Đan Mạch, Pháp...

Hai tính chất chủ yếu để áp dụng cho thủy công là: tính không thấm nước, tính ổn định với nước và hoá chất. Đặc tính biến dạng lớn cũng phù hợp với tính chất chịu tác động có chu kỳ của động học nước. Đa số các kết cấu có sử dụng vật liệu atphan có độ

chống thấm nước dưới áp lực lớn (áp lực cột nước cao 200 m). Một ưu điểm lớn của atphan là tạo ra một kết cấu liên tục không cần mối nối có độ chống thấm nước cao.

### **7.2. Atphan trong xây dựng đường sắt**

Ở Mỹ, Nhật và nhiều nước châu Âu đã sử dụng hỗn hợp bitum làm nền đường sắt với kết cấu cổ truyền (từ năm 1950) như sau: lớp móng dày 150 mm, lớp mặt dày 30 mm.

Trong xây dựng đường sắt các hỗn hợp bitum được sử dụng theo 4 hướng: Làm ổn định đá balát, lớp atphan nằm dưới lớp balát làm móng trực tiếp cho các tà vẹt, làm móng trực tiếp cho các đường ray. Vào năm 1974 ở Anh đã xây dựng tuyến đường sắt trên móng atphan dày 230 mm.

### **7.3. Mặt đường ô tô có màu**

Để tạo màu sắc cho các con đường có thể áp dụng một số giải pháp như sau:

Cho các chất tạo màu vào hỗn hợp; Sử dụng cốt liệu có màu; Xử lý màu bề mặt; Dùng cốt liệu có màu với chất kết dính trong (không màu).

### **7.4. Các đường đua ô tô**

Bề mặt hầu hết của các vòng đua ô tô quốc tế được rải bằng hỗn hợp bitum atphan hoặc bê tông nhựa màu. Do đặc tính bền gia tốc áp lực phanh, ứng suất cắt dọc cao hơn mặt đường cần thiết phải được thiết kế đặc biệt để đảm bảo độ bền vững và dính bám tốt.

### **7.5. Vía hè bằng vật liệu atphan**

Hỗn hợp vật liệu atphan có thể sử dụng làm các khối bó vỉa bằng phương pháp đúc sẵn. Ngoài ra kết cấu lớp vỉa hè cũng nên sử dụng bằng hỗn hợp atphan hoặc atphan màu. Vỉa hè xây dựng bằng vật liệu atphan có tuổi thọ và tính mỹ thuật cao hơn các vỉa hè truyền thống.

## Chương 10

# BÊTÔNG ATPHAN

## 1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI BÊTÔNG ATPHAN

### 1.1. Khái niệm

Các hỗn hợp vật liệu bitum rất đa dạng phụ thuộc vào thành phần hạt, cấp phối cốt liệu, liều lượng và chất lượng của bitum. Phổ biến nhất và có chất lượng cao nhất từ vật liệu khoáng - bitum là bê tông atphan. Bê tông atphan là sản phẩm nhận được khi làm đặc và rắn chắc hỗn hợp atphan - bitum và cốt liệu.

Hỗn hợp bê tông atphan bao gồm: đá dăm, cát, bột khoáng và bitum được lựa chọn thành phần hợp lý, nhào trộn và gia công thành một hỗn hợp thống nhất. Sau khi rải và đầm chắc hỗn hợp bê tông atphan tạo thành bê tông atphan có các tính chất và chất lượng phù hợp với yêu cầu làm vật liệu chính làm đường ô tô và sân bay.

### 1.2. Phân loại

Theo các tiêu chuẩn quốc tế và 22TCN 249-98 của Bộ Giao thông vận tải quy định như sau:

Hỗn hợp bê tông atphan và bê tông atphan được phân loại theo các đặc điểm sau:

**Theo nhiệt độ thi công.** Hỗn hợp bê tông atphan trong lớp phủ mặt đường chia ra 3 loại nóng, ấm, 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: 40/50, 60/70 và 90/100.

- Hỗn hợp ấm được rải và bắt đầu làm đặc ở nhiệt độ không nhỏ hơn 100°C khi dùng bitum lỏng số 1, 2, 3 và không nhỏ hơn 70°C với bitum lỏng mác 130/200.

- Hỗn hợp lạnh dùng bitum lỏng có độ quánh 70/130 được rải ở nhiệt độ không khí không nhỏ hơn 5°C và được giữ ở nhiệt độ thường.

**Theo độ đặc (hoặc độ rỗng).** Theo chỉ tiêu độ rỗng còn dư bê tông atphan được chia làm 3 loại: loại đặc nếu độ rỗng 3 - 6%, loại rỗng nếu độ rỗng 6 - 12% và loại 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 atphan nóng và ấm được chia ra 3 loại: loại lớn ( $D_{\max} \leq 40\text{mm}$ ), loại trung bình ( $D_{\max} \leq 25\text{mm}$ ) và loại nhỏ (hỗn hợp hạt nhỏ và hỗn hợp cát  $D_{\max} \leq 5\text{mm}$ ).

Theo tiêu chuẩn Mỹ bê tông atphan chia làm 21 loại ký hiệu là số Lamã và có chỉ tiêu phụ là a, b, c, d... Ví dụ Ia, ..., IId... Với  $D_{\max}$  là 2,5 in, 1,5 in, 1 in, 0,5 in và 3/8 in,  $D_{\min}$  là mắt sàng số N°200 (0,075 mm).

**Theo tỷ lệ giữa đá dăm (hoặc sỏi) và cát.** Bê tông atphan nóng hoặc ẩm, đặc được chia làm 3 loại: loại A nếu tỷ lệ đá dăm - cát: 50 - 60%; loại B: 35 - 50%; loại C: 20 - 35%. Bê tông atphan nguội được chia làm 2 loại: Bx: 35 - 50%; Cx: 20 - 35%. Bê tông atphan nóng đặc chỉ dùng cát có các loại: D có hàm lượng cát < 30% và E > 30%. Bê tông atphan dùng cát rải nguội được ký hiệu: B<sub>N</sub> và E<sub>N</sub>.

**Theo cường độ đá dăm, chất lượng bột khoáng.** Bê tông atphan còn chia ra loại I, II và III. Theo tiêu chuẩn quốc tế, theo tiêu chuẩn Việt Nam chỉ có cấp I và II. Cấp I dùng cho lớp trên, cấp II dùng cho lớp dưới mặt đường bê tông atphan.

Về cơ bản cách phân loại bê tông theo các tiêu chuẩn là thống nhất tuy có quy định khác nhau về đơn vị đo kích thước và kí hiệu loại bê tông.

Theo tiêu chuẩn Anh hỗn hợp atphan được chia ra làm 3 loại: atphan, hỗn hợp đá nhựa và bê tông atphan, trong đó có các loại hỗn hợp atphan mới là hỗn hợp đá nhựa cường độ cao và hỗn hợp đá nhựa thấm nước. Hai loại hỗn hợp trên cho cường độ chịu nén và kéo cao hơn và giảm toé nước và tiếng ồn khi khai thác ở những vùng có số ngày mưa cao.

## 2. CẤU TRÚC CỦA BÊ TÔNG ATPHAN

Tính chất vật lý, cơ học của bê tông atphan phụ thuộc vào chất lượng, tỷ lệ thành phần các vật liệu chế tạo và cấu trúc của bê tông. Cấu trúc phụ thuộc vào tỷ lệ của các vật liệu và độ đặc của hỗn hợp.

Cấu trúc của bê tông atphan có 2 loại: có khung và không có khung. Cấu trúc có 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 atphan là  $\leq 1$ . Như vậy, các chất liên kết atphan 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 và 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 atphan không có khung, hạt đá dăm và cát bị dịch chuyển do lượng thừa của chất kết dính atphan (hệ số lấp đầy lỗ rỗng > 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 atphan đạt được phụ thuộc vào thành phần, chất lượng vật liệu, công nghệ sản xuất và việc lựa chọn tối ưu thành phần hỗn hợp và lượng bitum bê tông atphan bằng phương pháp lý thuyết kết hợp với thực nghiệm.

### 3. CÁC TÍNH CHẤT CỦA BÊ TÔNG ATPHAN

Các tính chất của bê tông atphan 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 atphan trở nên giòn.

Các chỉ tiêu cơ học của bê tông atphan phục vụ cho thiết kế đường ô tô và sân bay là cường độ, biến dạng, mô đun đàn hồi khi nhiệt độ thay đổi, độ ổn định nước và tính dễ tạo hình.

Các chỉ tiêu kỹ thuật theo Quy định Bộ GTVT ghi ở bảng 10-2.

Các tính chất của bê tông atphan thường được xác định thông qua các phép thử tại phòng thí nghiệm, phép thử hiện trường có xét đến đặc tính của tải trọng, nhiệt độ và thời gian tác động.

#### 3.1. Cường độ

##### 3.1.1. Cường độ chịu nén và chịu kéo

Cường độ biểu thị khả năng chịu lực của bê tông atphan ở các điều kiện tải trọng và nhiệt độ khác nhau.

Cường độ chịu nén của bê tông atphan theo TCVN 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 atphan. Cường độ chịu nén là cường độ giới hạn khi nén mẫu chuẩn trong điều kiện nhiệt độ và đặt tải theo quy định. Kích thước mẫu chuẩn có đường kính bằng chiều cao  $d = 101$  hoặc  $71,4$  hoặc  $50,5$  mm tùy theo độ lớn của vật liệu khoáng. Chiều cao mẫu thử  $63,571$  mm. Mẫu được gia nhiệt đến nhiệt độ 90 - 100°C. Hỗn hợp mẫu được làm đặc bằng 35, 50, 75 lần đập cho từng mặt mẫu (máy đầm chặt mẫu tiêu chuẩn theo cấp hạng giao thông). Mẫu bê tông atphan nguội gia nhiệt đến  $80 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Nhiệt độ thí nghiệm theo tiêu chuẩn Việt Nam và ASTM là 25°C.

Ở nhiệt độ 20°C cường độ giới hạn khi nén của bê tông atphan gần bằng 3 MPa, ở nhiệt độ 50°C cường độ giảm xuống chỉ còn 1,4 - 2 MPa; khi nhiệt độ nhỏ hơn 0°C cường độ tăng đến 10 - 12 MPa. Đặc tính quan trọng của bê tông atphan là cường độ chịu kéo. Cường độ chịu kéo cao cho phép bê tông atphan có độ chống nứt cao khi khai thác.

Cường độ chịu kéo của bê tông atphan được xác định bằng phương pháp ép ngang trên thiết bị Marshall (hình 10.1).

Cường độ chịu kéo được xác định bằng cách nén ngang các mẫu nén. Giới hạn cường độ chịu kéo  $R_k$  xác định theo công thức sau:

$$R_k = \alpha F/dh$$

trong đó:

- F - tải trọng phá hoại mẫu, daN;
- $\alpha$  - hệ số (đối với bê tông atphan  $\alpha = 1$ ).

Cường độ bê tông atphan phụ thuộc vào tỷ lệ thành phần vật liệu chế tạo, đặc biệt là 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 lý đều làm giảm khả năng liên kết của bitum với vật liệu khoáng và tạo nên cấu trúc không hợp lý, vì vậy làm giảm cường độ. Cường độ bê tông atphan phát triển tỷ lệ thuận với độ quán của chất liên kết hữu cơ.

### **3.1.2. Độ ổn định (độ bền), độ dẻo và cường độ cứng quy ước của bê tông atphan theo phương pháp Marshall (AASHTO T145)**

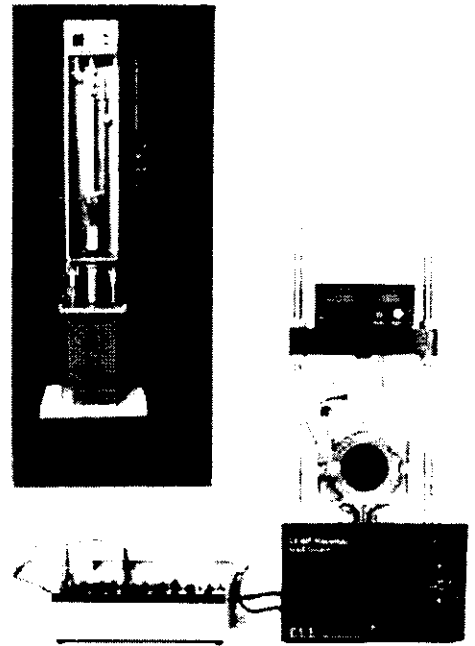
Theo 22TCN 6384 các chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông atphan cần thí nghiệm theo phương pháp Marshall, phương pháp này do ông Bruce Marshall là kỹ sư người Mỹ đề xuất vào năm 1948 và năm 1973 được sửa đổi thành BS 594, đến năm 1985 được quy định BS 598 (tiêu chuẩn Anh quốc).

Dụng cụ và thiết bị thí nghiệm gồm có:

- 1 máy chuyên dụng theo Marshall hay máy nén 5T truyền động cơ học.
- Dụng cụ phá hoại kiểu Marshall có đồng hồ đo biến dạng chia vạch đến 0,0025 mm.
- 1 chậu dung tích 8-10 lít, cao 150 mm. Dùng để gia nhiệt cho mẫu thử.
- 1 nhiệt kế 100°C có độ chính xác đến 0,1°C.

Mẫu thử: chuẩn bị 3 mẫu thử có  $D = 102$  mm,  $h = 64$  mm đã được làm đặc. Trước đó ở các mẫu thử đã được xác định độ đặc, độ rỗng phần cốt liệu và độ rỗng dư.

Đặt mẫu Marshall đã chuẩn bị vào chậu nước có nhiệt độ  $60^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  đối với bê tông atphan và  $37,80 \pm 1^\circ\text{C}$  đối với bê tông nhựa dùng chất kết dính là nhựa khác sao cho mẫu ngập hoàn toàn trong nước và cách mặt nước cũng như thành và đáy chậu ít nhất là 30 mm, giữa mẫu như vậy trong  $60 \pm 5$  phút. Gia nhiệt đến nhiệt độ như trên cho dụng cụ phá hoại của máy nén.



*Hình 10.1: Thiết bị Marshall*

Lắp đồng hồ cho độ dẻo, đặt mẫu đã xử lý ống thép có  $D = 100$  mm sao cho mẫu tiếp xúc đều cát hai mặt ống thép. Điều chỉnh kim dùng đo biến dạng về 0. Đồng hồ đo biến dạng cần đo được chiều dài 5-10 mm.

Mở máy nén và cho phá hoại mẫu thử ghi độ lớn của lực và độ biến dạng của mẫu khi mẫu bị phá hoại. Với tốc độ biến dạng là 50,80mm/phút. Thời gian biến dạng là thời gian lấy mẫu ra khỏi bình đến khi kết thúc.

Gia nhiệt khi kết thúc thí nghiệm không được vượt quá 60 giây vì nếu vượt quá thời gian đó nhiệt độ của mẫu thử đã biến đổi làm sai lệch trị số về độ bền.

*Độ bền Marshall* là độ lớn của lực khi phá hoại mẫu có kích thước tiêu chuẩn daN. Nếu mẫu có chiều cao khác thì độ bền được điều chỉnh theo bảng.

*Độ dẻo Marshall* tính theo đơn vị 0,1 mm là độ biến dạng của mẫu bị phá hoại, đọc trực tiếp trên đồng hồ đo biến dạng ở thời điểm mẫu bị phá hoại.

Độ cứng quy ước được tính theo công thức:

$$A = \frac{10P}{L}$$

trong đó:

P - độ bền Marshall (tải trọng phá hoại) (daN)

L - độ dẻo 0,1 mm.

Độ bền và độ dẻo Marshall phải xác định theo kết quả trung bình của 3 lần thí nghiệm đối với các mẫu cùng loại. Độ sai lệch giữa các lần thí nghiệm không vượt quá 10%.

Trị số độ bền được làm tròn đến 10 daN khi độ bền đến 500 daN; làm tròn đến 20 daN khi độ bền từ 500-1000 daN và làm tròn đến 50 daN khi độ bền lớn hơn 1000 daN. Tùy theo loại bê tông có các trị số khác nhau (bảng 10.4).

### **3.2. Các thí nghiệm cơ học của bê tông atphan làm đường ô tô**

Các đặc tính cơ học của bê tông atphan là cần thiết cho quá trình thiết kế, được xác định thông qua các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm. Các thử nghiệm này gắn với điều kiện thực tế; nhiệt độ; thời gian nạp tải các điều kiện về ứng suất, mức độ đầm chắc... Các điều kiện thực tế luôn thay đổi do đó việc lựa chọn các điều kiện thực nghiệm tương ứng là rất khó khăn. Trong thực tế ứng suất tác động theo ba chiều ứng suất nén, theo phương ngang, ứng suất cắt. Để tái tạo lại chế độ ứng suất phức tạp này phải tiến hành thí nghiệm ba trục tải trọng lập. Các thí nghiệm này có thể chia thành các nhóm sau:

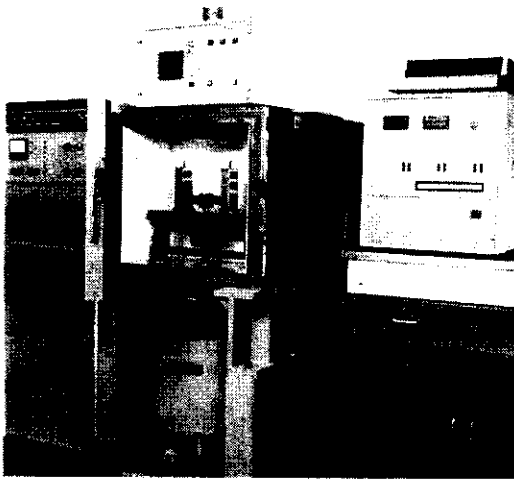


### 3.2.1. Thí nghiệm cơ học

Thí nghiệm ba trục tải trọng lập để xác định biến dạng thường xuyên cũng như các đặc tính đàn hồi của bê tông atphan. Thí nghiệm này cho kết quả sát nhất với sự làm việc của mặt đường bê tông atphan.

Thí nghiệm nén rã 1 trục, tĩnh, tự do được áp dụng ở châu Âu để đánh giá sức bền của bê tông atphan chịu tác động của biến dạng thường xuyên.

Thí nghiệm sức căng gián tiếp tải trọng lập được sử dụng chủ yếu ở Mỹ sau đó được phát triển bằng các thiết bị tự động cung cấp những thông số cơ bản phục cho thiết kế và đánh giá áo đường.



Hình 10.2. Thí nghiệm rung 3 điểm

Thí nghiệm mỏi và độ cứng động học theo ASTM cho phép đánh giá được độ cứng động học và mô đun đàn hồi động của bê tông atphan. Công thức nhận được từ thí nghiệm rung một đầm tiêu chuẩn như sau (hình 10.4):

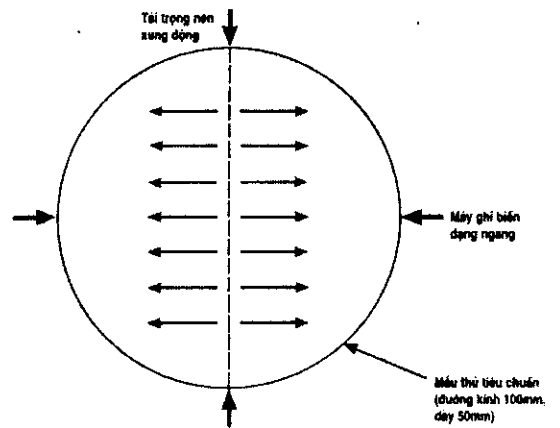
$$E = \frac{PL^3}{48\epsilon.I}$$

$$I = \frac{bd^3}{12}$$

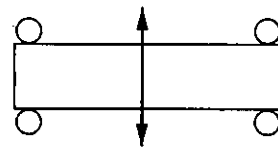
trong đó:

P - tải trọng;

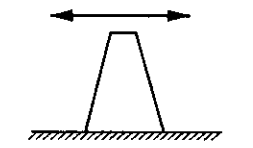
L - chiều dài = 20 cm, b = 4 cm, d = 3 cm



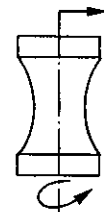
Hình 10.3. Thí nghiệm kéo gián tiếp bằng tải trọng trùng trục



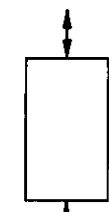
Thí nghiệm đầm (rung 3 điểm)



Công xon dạng hình thang (rung 2 điểm)



Uốn xoay (9)

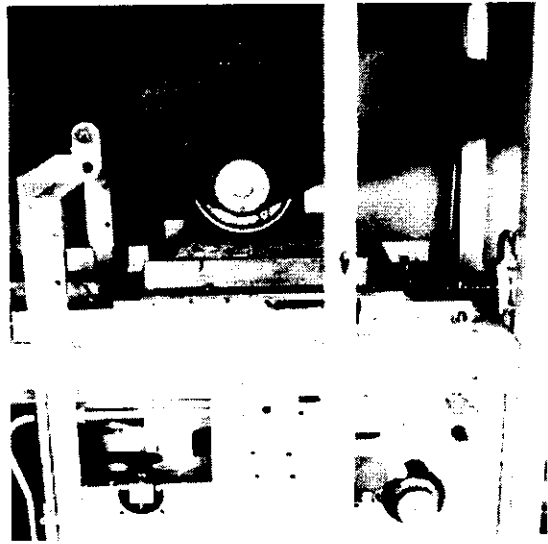


Kéo nén trực tiếp

Hình 10.4. Thí nghiệm mỏi và độ cứng động học

### 3.2.2. Thí nghiệm mô phỏng

Thí nghiệm vết bánh xe được sử dụng với thiết bị mô phỏng tác động bánh xe lên các dạng kết cấu mặt đường bê tông atphan để xác định mối tương quan giữa biến dạng dẻo và các tính năng cơ học của mặt đường.



Hình 10.5. Thí nghiệm mô phỏng vết bánh xe

### 3.3. Tính biến dạng

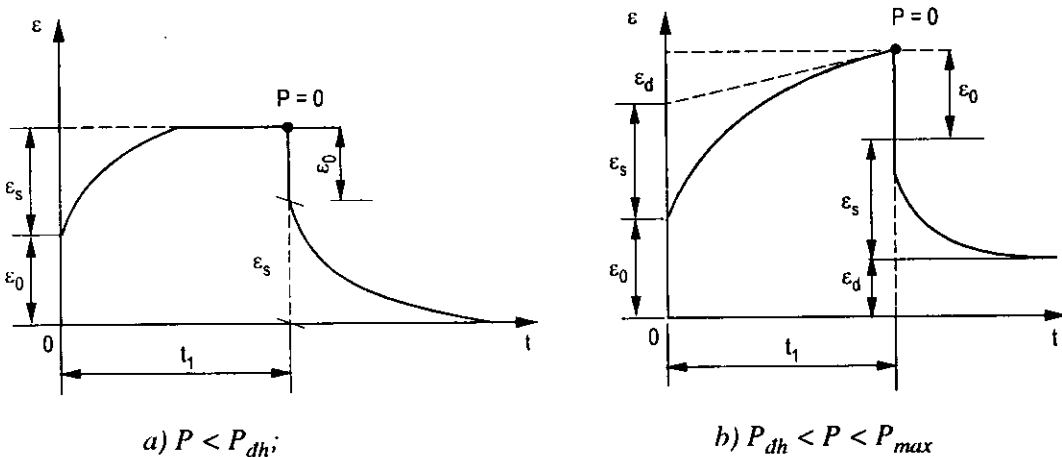
#### 3.3.1. Quan hệ biến dạng và thời gian

Bê tông atphan là vật liệu đàn hồi - 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 atphan 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 tỷ lệ giữa thời gian đặt tải và trình độ ứng suất (cấp tải trọng).

Bê tông atphan 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, dòn dống, 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.



Hình 10.6. Quan hệ giữa biến dạng ứng suất và thời gian

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 ( $P < P_{dh}$ ), có hai dạng biến dạng. Biến dạng đàn hồi tức thời  $\epsilon_0$  có quan hệ bậc nhất với ứng suất, xuất hiện nhanh khi đặt tải trọng, với tốc độ âm thanh và biến dạng cũng mất đi rất nhanh khi bỏ tải (hình 10.6a). Biến dạng đàn hồi chậm xuất hiện sau khi đặt tải và phát triển chậm theo thời gian  $t_1$ . Khi bỏ tải trọng ( $P = 0$ ) biến dạng tồn tại tức thời mất đi ngay ( $t = 0,02$  giây). Biến dạng đàn hồi chậm,  $\epsilon_s$  mất dần theo thời gian không tồn tại biến dạng vĩnh viễn.

Khi  $P$  vượt qua giới hạn chảy nhỏ hơn ứng suất  $P_m$  giới hạn ( $P_{dh} < P < P_{max}$ ), biến dạng dẻo xuất hiện (hình 10.6b). Khi bỏ tải ( $P = 0$ ) biến dạng đàn hồi mất đi hoàn toàn mà vẫn còn biến dạng dư ( $\epsilon_d$ ). Đó là biến dạng của bê tông ứng với thời gian  $t_1$  ( $\epsilon_{t1}$ ).

Đặc trưng cơ học của bê tông aphan được thể hiện qua hai chỉ tiêu: môđun đàn hồi và độ nhớt.

- *Môđun đàn hồi:*

Ứng với 2 trạng thái biến dạng đàn hồi có thể xác định 2 trị số môđun đàn hồi:

+ Môđun đàn hồi ban đầu:  $E_1 = P/\epsilon_0$

+ Môđun đàn hồi sau:  $E_s = P/\epsilon_s$

trong đó - biến dạng dư  $\epsilon_d$  được tính bằng công thức:  $\epsilon_d = \epsilon_{max} - \epsilon_0 - \epsilon_s$

$\epsilon_m$  - biến dạng tổng cộng ứng với thời gian  $P_1$  (khi  $P < P_{dh}$ )

- *Độ nhớt:*

Độ nhớt của bê tông aphan không có giá trị cố định, tùy theo tính chất vật liệu và tốc độ biến dạng:  $\epsilon'$  ( $\epsilon' = d\epsilon/dt$ ), có thể xác định một số độ nhớt sau:

+ Độ nhớt giới hạn lớn nhất  $\eta_0$  xuất hiện ở vùng thực tế cấu trúc không bị phá hoại.

+ Độ nhớt nhỏ nhất  $\eta_{min}$  - đối với vùng phá hoại kết cấu.

+ Độ nhớt hiệu quả:  $\eta = P \left( \frac{d\epsilon}{dt} \right)$ .

+ Độ nhớt dẻo:  $\eta_m = \frac{(P - P_k)}{\left( \frac{d\epsilon}{dt} \right)}$ ,

trong đó:  $P_k$  - giới hạn chảy, daN/cm<sup>2</sup>

Biến dạng tổng cộng:  $\epsilon = \epsilon_{dh} + \epsilon_d = \frac{\sigma}{E} + \frac{\sigma_1}{\eta}$

Các chỉ tiêu môđun đàn hồi, độ nhớt và giới hạn chảy ứng với nhiệt độ khai thác bê tông atphan là rất quan trọng khi kiểm tra chất lượng của chúng.

### 3.3.2. Tính chịu mỏi của bê tông atphan

Sự mỏi có thể được định nghĩa như là hiện tượng đứt gãy của vật liệu dưới tác dụng của tải trọng trùng phục hoặc ứng suất thay đổi khi giá trị cực đại của ứng suất này nhỏ hơn cường độ kéo của vật liệu.

Dưới tác dụng của tải trọng xe cộ các lớp kết cấu áo đường mềm chịu uốn liên tục. Độ lớn của biến dạng phụ thuộc vào đặc tính xây dựng và xác nhận bởi sự đo đạc thực tế hiện trường đã cho thấy rằng độ dẫn dài xuất hiện dưới bánh xe tiêu chuẩn trong khoảng  $30-200.10^{-6}$ . Trong những điều kiện như vậy có khả năng mặt đường bị đứt gãy do mỏi.

Nếu các thí nghiệm được thực hiện với tần số đặt tải khác nhau, chúng vẫn thu được kết quả tương tự, tức là độ bền mỏi (tính bằng số chu kỳ đặt tải) sẽ lớn hơn ở tần số cao. Nếu thể hiện lại kết quả thí nghiệm mỏi theo dạng duy trì biến dạng không đổi  $\epsilon_0$  trên đồ thị ta thấy các kết quả trùng hợp nhau khi độ cứng vật liệu khác nhau, điều này cho thấy rằng tiêu chuẩn phá hỏng vật liệu là độ biến dạng và nhiệt độ cũng như thời gian đặt tải có ảnh hưởng tới độ cứng của vật liệu, ảnh hưởng này được gọi là "chỉ tiêu biến dạng". Biểu thức quan hệ tổng quát về độ bền mỏi được thể hiện như sau:

$$N_i = c \times \left( \frac{1}{\epsilon_i} \right)^m$$

trong đó:

$N_i$  - số lần tác dụng của tải trọng cho tới khi bắt đầu xuất hiện vết nứt do mỏi;

$\epsilon_i$  - độ dẫn dài cực đại;

$c$  và  $m$  - các thông số phụ thuộc vào thành phần, thuộc tính của hỗn hợp,  $m$  là độ dốc của các đường biểu diễn quan hệ độ bền mỏi - biến dạng.

### 3.4. Độ hao mòn

Độ hao mòn của bê tông atphan phụ thuộc vào cường độ và độ cứng vật liệu khoáng vật. Độ hao mòn là đặc tính giảm khối lượng trên  $1\text{cm}^2$  bề mặt vật liệu chịu tác dụng tải trọng va đập và mài mòn khi khai thác. Bê tông atphan nóng trong giai đoạn khai thác có thể bị mài mòn 0,2 - 1,5mm trong một năm. Để đảm bảo độ hao mòn cần sử dụng vật liệu khoáng có độ hao mòn thấp và lượng bitum thích hợp.

### 3.5. Độ ổn định nước

Độ ổn định nước của bê tông atphan 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 atphan. Nếu vật liệu khoáng ổn định nước sẽ tạo ra màng liên kết bền vững, đảm bảo độ ổn định nước cho bê tông atphan.

Tính ổn định nước được đánh giá bằng hệ số ổn định nước  $K_m$  (tỷ lệ giữa cường độ mẫu bê tông atphan thí nghiệm ở trạng thái bão hòa nước và trạng thái khô ở nhiệt độ 20°C).

$$K_m = \frac{R_{bh}^{20}}{R_k^{20}}$$

$K_m$  cần nằm trong giới hạn từ 0,6 - 0,9.

### 3.6. Độ rỗng của bê tông atphan

Độ rỗng trong bê tông atphan cho khả năng kết luận về sự hợp lý về 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. Bê tông atphan đặc cần có độ rỗng trong giới hạn từ 3-6%.

### 3.7. Tính dễ tạo hình của hỗn hợp bê tông atphan:

Tính dễ tạo hình của hỗn hợp bê tông atphan là đảm bảo cho việc vận chuyển, rải, đầm chắc bê tông atphan cũng như chất lượng của bê tông sau khi thi công đạt các yêu cầu kỹ 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 chấn động. Bê tông chảy được đầm nén nhờ trọng lượng bản thân.

Mức độ dễ tạo hình của hỗn hợp bê tông atphan 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 10.1.

**Bảng 10.1**

Dạng hỗn hợp	Quy định chỉ tiêu	
	Lực (daN)	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

### 3.8. Yêu cầu kỹ thuật

Yêu cầu kỹ thuật của các loại bê tông atphan làm đường rải nóng và ấm ghi trong bảng 10.2 theo Tiêu chuẩn Nga và tiêu chuẩn Việt Nam tương ứng với các chỉ tiêu của ACI (Mỹ) theo phương pháp Marshall. Ở Mỹ còn dùng các chỉ tiêu thử theo phương pháp Hubbard và Hveen (bảng 10.2).

**Bảng 10.2**

Các chỉ tiêu	Quy định với bê tông mác		
	I	II	III
1. Cường độ giới hạn chịu nén daN/cm <sup>2</sup> , khi t = 20°C, với mọi mác, không nhỏ hơn khi t = 50°C, không nhỏ hơn, với mác A B và C D E khi 0°C không lớn hơn, daN/cm <sup>2</sup> , với mọi mác.	25/20 9,0 11/9 16/12 -	22/20 8,0 10/8 12/10 12/9	20/16 - 9/7 9/7 9/7
2. Độ ổn định nước, không nhỏ hơn	0,9/0,8	0,85/0,75	0,75/0,7
3. Độ nở, % theo thể tích, không lớn hơn	0,5/0,7	1,5/1,0	0,1/1,5
4. Độ rỗng còn lại, % theo thể tích	2,0 - 3,5	2,0 - 5,0	3,0 - 7,0

**Bảng 10.3**

Chỉ tiêu theo các phương pháp thiết kế hỗn hợp bê tông nhựa	Cường độ xe cao		Cường độ xe trung bình		Cường độ xe thấp	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
<i>A - Marshall</i>						
+ Số va đập vào mỗi đầu của mẫu khi chế tạo mẫu thí nghiệm	75		50		35	
1 - Độ ổn định (độ bền); 1 bs	750	-	500		500	
2 - Độ dẻo (flow); 0,01 in	8	16	8	18	8	20
3 - Độ rỗng %						
- Lớp mặt	3	5	3	5	3	5
- Lớp bê tông nhựa cát	3	5	3	5	3	5
- Lớp móng	3	8	3	8	3	8
4 - Độ rỗng của cốt liệu khoáng vật, %						
5 - Dung trọng						
<i>B - Hubbard - Field</i>						
1- Độ ổn định (độ bền); 1 bl						
Mẫu d = 2 in	200		120	2000	120	2000
Mẫu d = 6 in	0	6000	0	6000	0	-
2- Độ rỗng %	3500	0	250	5	-	5
3- Độ ngấm nước	2	5	0		2	
4- Dung trọng			5			
<i>C - Hreem</i>						
1- Số đo trên thiết kế đo độ bền (độ ổn định)	37	-	35	-	30	-
2- Số đo trên thiết bị đo độ kết dính	50	-	50	-	50	-
3- Độ trương nở		0,3	-	0,3	-	0,3
4- Độ rỗng	4	-	4	-	4	-

**Yêu cầu các chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông atphan (22-TCN GTVT 63-84)**

*Bảng 10.3a*

TT	Các chỉ tiêu	Yêu cầu đối với bê tông atphan loại		Phương pháp thí nghiệm
		I	II	
<i>a) Thí nghiệm theo mẫu hình trụ</i>				
1	Độ rỗng cốt liệu khoáng chất, % thể tích	15-19	15-21	Quy trình thí nghiệm bê tông atphan
2	Độ rỗng còn dư, % thể tích	3 - 6	3 - 6	
3	Độ ngậm nước, % thể tích	1,5 - 3,5	1,5 - 4,5	
4	Độ nở, % thể tích không lớn hơn	0,5	1,0	
5	Cường độ chịu nén, daN/cm <sup>2</sup> , ở nhiệt độ:			
	+ 20°C không nhỏ hơn	35	25	
	+ 50°C không lớn hơn	14	12	
6	Hệ số ổn định nước, không nhỏ hơn	0,90	0,85	
7	Hệ số ổn định nước, khi ngậm nước trong 15 ngày đêm, không nhỏ hơn	0,85	0,75	
8	Độ nở, % thể tích, khi cho ngậm nước trong 15 ngày đêm, không lớn hơn	1,5	1,8	
<i>b) Thí nghiệm theo phương pháp Marshall (mẫu dầm 75 cú mỗi mặt)</i>				
1	Độ ổn định (Stability) ở 60°C,KN, không nhỏ hơn	8,00	7,5	AA SHTO - T245 hoặc ASTM D 1559-95
2	Chỉ số dẻo quy ước (fow) ứng với S = 8 kN, mm nhỏ hơn hay bằng	4,0	4,0	
3	Thương số Marshall (Marshall Quotient)			
	Độ ổn định (Stability) kN Chỉ số dẻo quy ước (flow) mm	min 2,0 max 5,0	min 1,8 max 5,0	
4	Độ ổn định còn lại sau khi ngậm mẫu ở 60°C, 24 giờ so với ổn định ban đầu, %, lớn hơn	75	75	
5	Độ rỗng bê tông atphan (Air voids)	3 - 6	3 - 6	
6	Độ rỗng cốt liệu (Voids in mineral aggregate)	14 - 18	14 - 20	
<i>c) Chỉ tiêu khác</i>				
1	Độ dính bám vật liệu đối với đá	khá	Đạt yêu cầu	QT thí nghiệm vật liệu nhựa atphan 22TCN 63-84

*Ghi chú: Có thể sử dụng một trong hai phương pháp thí nghiệm a hoặc b*

## 4. VẬT LIỆU CHẾ TẠO BÊTÔNG ATPHAN

### 4.1. Đá dăm hay sỏi

Chất lượng 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 atphan.

Các chỉ tiêu chất lượng của đá dăm hay sỏi để chế tạo bê tông atphan cũng được xác định như khi chế tạo bê tông xi măng nặng.

Đá dăm dùng để chế tạo bê tông atphan 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 (TCVN). Theo tiêu chuẩn Mỹ từ 3/8 in đến 21/2 in.

Tùy theo cường độ chịu nén của đá gốc mà đá dăm dùng chế tạo bê tông atphan có các loại mác khác nhau như ghi trong bảng 10.4.

**Bảng 10.4**

Chỉ tiêu	Quy định theo mác hỗn hợp					
	I		II		III	
	A	B	A	B	A	B
Cường độ, daN/cm <sup>2</sup> , không nhỏ hơn						
1- Đá dăm từ đá macma và biến chất	1200	1200	1000	1000	1000	600-800
2- Đá dăm từ đá trầm tích dạng cacbonat	-	1000	-	800	600	400-600
3- Đá dăm từ đá trầm tích ở dạng khối lớn	1200	1000	1000	1000	600	600
4- Sỏi	-	Đp8	Đp8	Đp12	Đp16	Đp16

Đá dăm (hay sỏi) dùng để chế tạo bê tông atphan chỉ được phép chứa các hạt dẹt: đối với bê tông loại A: < 20%, đối với loại B và Bx: < 25%; loại C và Cx: < 3,5% theo khối lượng.

Đá dăm cần phải liên kết tốt với bitum. Về mặt này thì các loại đá vôi, đolômit, diabaz 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 tính bề mặt vào bitum.

Đá cần phải sạch, lượng ngậm chất bẩn không được lớn hơn 1% theo trọng lượng.

### 4.2. Cát

Vai trò của cát trong hỗn hợp bê tông atphan là chèn kẽ hở giữa các hạt cốt liệu lớn, làm tăng độ đặc của hỗn hợp. Có thể dùng cát thiên nhiên hay cát nhân tạo, có các chỉ tiêu kỹ thuật phù hợp với quy phạm như khi dùng cho bê tông nặng (TCVN).



Cát thiên nhiên để chế tạo bê tông atphan chỉ dùng loại hạt lớn ( $M_{dl} \geq 2,5$ ) và hạt vừa ( $M_{dl} = 2 - 2,5$ ). Khi không có cát hạt lớn thì thành phần hỗn hợp bê tông atphan loại A và B sẽ lựa chọn dùng cát hạt nhỏ theo nguyên tắc thành phần hạt không liên tục.

Theo tiêu chuẩn AASHTO các vật liệu hạt mịn (đá hoặc cát) có thành phần hạt ghi ở bảng 10.5.

**Bảng 10.5. Thành phần hạt mịn dùng cho bê tông atphan**

Cỡ sàng (mm), in	Phần trăm lọt sàng
3/4 - 9,5mm	100
N°4 - 4,75	95 - 100
N°8 - 2,36	80 - 100
N°16 - 1,18	50 - 85
N°30 - 600 $\mu$ m	25 - 60
N°50 - 300 $\mu$ m	10 - 30
N°100 - 150 $\mu$ m	2 - 16

Cát nghiền cần phải chế tạo từ đá có cường độ không nhỏ hơn cường độ của đá dùng làm đá dăm (600 - 1000 daN/cm<sup>2</sup>).

Đối với hỗn hợp bê tông atphan 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 0,071mm 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 0,14mm không lớn hơn 20%.

### 4.3. Bột khoáng

Bột khoáng là một thành phần quan trọng trong hỗn hợp bê tông atphan. 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 atphan tăng lên.

Khi trộn với bitum trong hỗn hợp bê tông atphan, bột khoáng cần tạo nên một lớp hoạt tính, ổn định nước. Mối quan hệ vật lý, hoá học giữa bề mặt hạt bột khoáng và bitum làm tăng cường độ của bê tông atphan, 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 hoá già của bitum trong bê tông. Bột khoáng để chế tạo bê tông atphan thường sử dụng các loại bột mịn từ đá vôi và đá đolômit. Cường độ chịu nén của đá không nhỏ hơn 200 daN/cm<sup>2</sup>. Vật liệu chế tạo bột khoáng cần sạch, không chứa các chất bẩn và sét quá 5%.

Bột khoáng cần phải khô, xốp khi trộn với bitum không được vón cục, có khả năng hút bitum tốt và phải thoả mãn các yêu cầu sau:

- Độ nhỏ: Lượng lọt qua sàng có kích thước lỗ sàng:

1,25 mm 100%

0,315mm  $\geq 90\%$

0,071mm  $\geq 70\%$

- Lượng bột khoáng hút hết 15g bitum trong mác 60/70 không nhỏ hơn 40g.

- Độ rỗng khi lèn chặt với tải trọng 400 daN/cm<sup>2</sup> đối với tro, bụi ximăng, xỉ, không được lớn hơn 45%, còn đối với loại bột đá đặc chắc thì không lớn hơn 40%.

- Hệ số ưa nước  $K_u$  được xác định bằng công thức:

$$K_u = \frac{V_1}{V_2}$$

trong đó:

$V_1$  - 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 < 1,25mm quy định  $K_u > 1$ .

Nếu  $K_u > 1$  thì vật liệu ưa nước và ngược lại  $K_u < 1$  - vật liệu ghét nước. Bột khoáng ghét nước liên kết tốt với bitum làm tăng cường độ bê tông atphan.

Với hỗn hợp loại II, III có thể dùng bột khoáng từ tro than đá, bụi ximăng, bột vỏ sò hén, ... phù hợp quy định của tiêu chuẩn 9128 - 84 của Nga. Bột khoáng được tăng cường chất lượng bằng cách hoạt hoá bề mặt khi nghiền. Hỗn hợp hoạt tính bề mặt gồm bitum và chất hoạt tính bề mặt với tỷ lệ là 1/1 đến 1/1,1. Lượng hỗn hợp hoạt tính phối hợp với lượng bột khoáng theo tỷ lệ 1,5 - 2,5%. Bột khoáng còn có khả năng tăng độ cứng lại của nhựa. Thí nghiệm mẫu bitum bột đá tỷ lệ là 4/6 có nhiệt độ hoá mềm thấp hơn nhiệt độ hoá mềm nhựa là 10 - 20°C.

#### 4.4. Bi tum

Hỗn hợp bê tông atphan thường dùng bitum dầu mỏ đặc quánh xây dựng đường làm chất kết dính. Loại bitum này phải có các chỉ tiêu kỹ thuật phù hợp với 22TCN 227-95. Ở điều kiện Việt Nam thông thường chọn bitum đặc số 3 hoặc 4.

Theo phương pháp rải, tính chất xe chạy, điều kiện khí hậu mà chọn mác bitum cho hợp lý. 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 hoặc theo AASHTO. Để tăng tính ổn định nhiệt có thể dùng hỗn hợp bitum với cao su, polime với lưu lượng thích hợp. Các loại phụ gia hiện có còn cho phép bê tông atphan ổn định với nước và chóng khô bề mặt, đảm bảo tốc độ khai thác.

Cơ quan tư vấn thiết kế và nhà thầu phải thí nghiệm bitum và kiến nghị loại bitum sử dụng.

## 5. THIẾT KẾ THÀNH PHẦN BÊTÔNG ATPHAN

### 5.1. Nguyên tắc và nội dung thiết kế

Mục đích của việc lựa chọn thành phần là đạt được dạng (nóng, ấm, nguội) và loại (A, B...) bê tông atphan, 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, tỷ lệ giữa các thành phần, để có được một hỗn hợp bê tông phù hợp với yêu cầu về khai thác và có tính kinh tế.

Hỗn hợp phần bê tông atphan cần đáp ứng các yêu cầu đa dạng của giao thông hiện đại và có khả năng:

- Chống lại biến dạng dư.
- Chống gãy nứt do mỏi.
- Dễ thi công (rải, lu, lèn) với các thiết bị hiện có.
- Không thấm nước để bảo vệ các lớp vật liệu phía dưới khỏi tác động của nước.
- Bền lâu và chống mài mòn do xe cộ, nước, không khí và các yếu tố tự nhiên.
- Đóng góp vào cường độ chung của kết cấu áo đường.
- Dễ duy tu bảo dưỡng và quan trọng nhất là phải hiệu quả về mặt kinh tế.

Ngoài ra vật liệu lớp mặt còn phải đáp ứng các yêu cầu tương hỗ giữa lớp bánh xe với mặt đường như:

- Đảm bảo độ bám bề mặt trong mọi điều kiện thời tiết.
- Có hệ số sức cản lăn trong phạm vi chấp nhận được.
- Hạn chế độ ồn trong phạm vi cho phép.
- Đảm bảo chất lượng chạy xe yêu cầu.

Đây là những yêu cầu rất khắt khe chứng tỏ sự cần thiết phải thiết kế tối ưu hỗn hợp vật liệu để đạt được chất lượng làm việc (chất lượng kỹ thuật), có tính kinh tế cao với những nguồn lực giới hạn. Do vậy việc sử dụng các hỗn hợp được thiết kế theo công thức truyền thống không còn thích hợp với những con đường có lượng giao thông lớn.

Mục tiêu của việc thiết kế hỗn hợp bitum là tạo ra một vật liệu có tính kinh tế, tận dụng được nguồn vật liệu địa phương, đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật tức là đạt được một hiệu quả kinh tế và phục vụ vận tải tốt nhất (chứ không phải là hiệu quả lớn nhất).

Nội dung thiết kế hỗn hợp bitum liên quan tới việc chọn loại cốt liệu, thành phần cấp phối, loại bitum và xác định hàm lượng bitum là tối ưu hoá các thuộc tính xây dựng trong mối quan hệ với tính năng phục vụ yêu cầu. Trong khi tầm quan trọng của ba yếu tố đầu ít được chú ý thì hầu hết các nghiên cứu và tranh cãi được tập trung vào các phương pháp tính toán hàm lượng bitum, khi mà trong các công thức chế tạo hỗn hợp, lượng bitum chỉ được lựa chọn trên cơ sở kinh nghiệm. Trong các phương pháp tính toán thành phần hỗn hợp, việc xác định hàm lượng bitum được căn cứ vào một phần hoặc toàn bộ các kết quả thu được từ các thí nghiệm trong phòng được thực hiện theo một hay nhiều tiêu chuẩn thí nghiệm khác nhau.

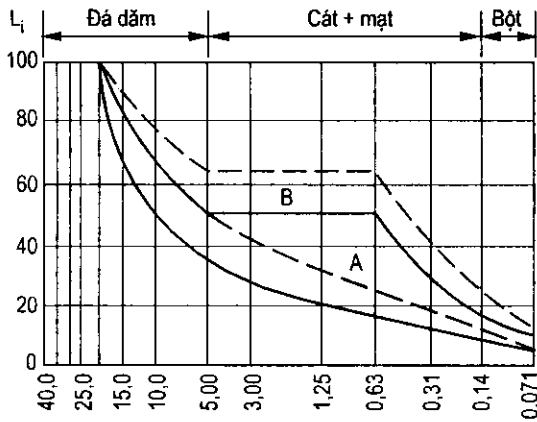
Để tính toán hàm lượng bitum, ngoài việc áp dụng phổ biến thử nghiệm Marshall, người ta còn áp dụng một số thiết bị và thủ tục thử nghiệm khác như phương pháp Hveem hay các phương pháp liên quan đến thí nghiệm nén ba trục hoặc thí nghiệm từ biến. Trong các phương pháp này công thức chung để lựa chọn hàm lượng bitum là tính trung bình các lượng bitum tối ưu cho thuộc tính cơ học của hỗn hợp lớn nhất và các thuộc tính mong muốn khác liên quan đến độ chặt và độ rỗng của vật liệu. Mặc dù Bruce Marshall đã xác định hàm lượng bitum tính toán là giá trị trên đường cong quan hệ giữa lượng bitum và khối lượng đơn vị lớn nhất, và kiểm tra các thuộc tính khác của vật liệu ứng với hàm lượng bitum này theo các tiêu chuẩn yêu cầu, thì các phương pháp thực tế sau này căn cứ vào tiêu chuẩn Marshall để tính toán theo phương pháp trung bình như đã nêu trên. Chi tiết của phương pháp này sẽ được nêu sau đây. Một vài khó khăn gắn liền với phương pháp trung bình này là sự xác định giá trị cực đại hay vấn đề tồn tại hai giá trị cực đại là nguy cơ sai lệch tính toán trên cơ sở đường cong bất đối xứng rõ rệt, đã được Lee đề cập tới. Ông đã mô tả một phương pháp so sánh lần lượt các hàm lượng bitum khác nhau tương ứng thoả mãn các thuộc tính yêu cầu và lựa chọn hàm lượng bitum trên cơ sở xem xét đánh giá này.

Để thiết kế một hỗn hợp bitum bằng các thử nghiệm trong phòng với mục đích đạt được các thuộc tính kỹ thuật và độ chặt yêu cầu, các mẫu thử nghiệm được chế tạo sao cho càng gần sát với vật liệu hiện trường càng tốt.

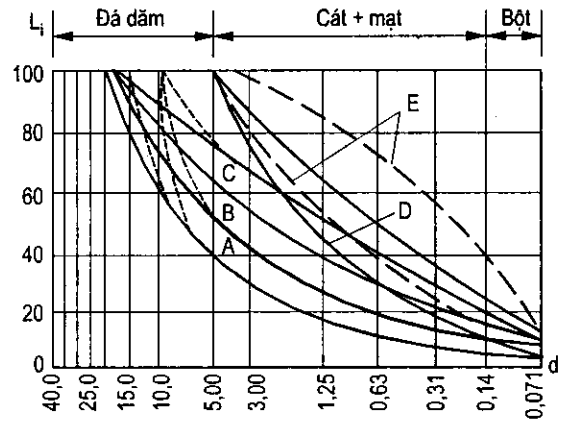
Khi biết được khối lượng, trọng lượng riêng của các thành phần hỗn hợp và độ chặt của hỗn hợp đã đầm chặt thì có thể xác định được thể tích của các loại vật liệu thành phần. Sau đó các mẫu thử được kiểm tra bằng phương pháp Marshall hoặc thí nghiệm từ biến để đánh giá khả năng chống lại biến dạng của chúng.

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 các lý thuyết về độ đặc hợp lý của hỗn hợp vật liệu khoáng của bê tông atphan (lý thuyết bê tông Ivanốp). Phương pháp chung là kết hợp tính toán với thực nghiệm.

Trình tự thiết kế thành phần bê tông atphan như sau: Lựa chọn và kiểm tra vật liệu, xác định tỷ lệ của các vật liệu theo thành phần cấp phối hạt, lựa chọn thành phần bitum tối ưu và thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu kỹ thuật trên các mẫu thử. Tuỳ theo tiêu chuẩn mà phương pháp lựa chọn có khác nhau. Phổ biến nhất là các phương pháp của Nga - TCVN và phương pháp của Viện bê tông Hoa Kỳ (AC), các phương pháp của Anh. Phương pháp Marshall dựa trên các chỉ tiêu thí nghiệm Marshall như độ ổn định, độ dẻo và các chỉ tiêu vật lý của mẫu được chế tạo bằng thiết bị đầm tiêu chuẩn, như khối lượng riêng, độ rỗng dư, độ rỗng được lấp đầy bitum. Phương pháp này dùng để thiết kế thành phần và hàm lượng bitum tối ưu cho một hỗn hợp bê tông atphan đã cho trước yêu cầu. Phương pháp này cũng được dùng phổ biến ở Việt Nam để đánh giá chất lượng bê tông atphan trong các dự án xây dựng đường bằng vốn nước ngoài.



**Hình 10.3.** Thành phần hạt gián đoạn của bê tông nhựa nóng



**Hình 10.4.** Thành phần hạt liên tục của bê tông nhựa nóng

Các dự án đường sân bay vương quốc Anh có đề nghị phương pháp DOE. Phương pháp này cũng giống phương pháp AC nhưng chỉ dẫn chặt chẽ hơn.

## 5.2. Phương pháp thiết kế theo TCVN

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.

### 5.2.1. Lựa chọn thành phần vật liệu khoáng

Hỗn hợp vật liệu khoáng được lựa chọn sao cho đảm bảo được độ đặc hợp lý. Lý thuyết về đường cong độ đặc hợp lý là cơ sở để tạo ra thành phần hạt hợp lý (lý thuyết Ivanốp).

Nếu  $d_1, d_2, \dots, d_n$  là đường kính các cỡ hạt thì lượng hạt tương ứng là  $y_1, y_2, \dots, y_n$ . Cấp phối sẽ có độ đặc hợp lý khi:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{d_2}{d_3} = \dots = \frac{d_n}{d_{n+1}} = A = 2$$

Lượng hạt tương ứng sẽ là:

$$y_2 = ky_1, y_3 = k^2y_1, \dots, y_n = k^{n-1}y_1$$

Tổng các hạt sẽ là tổng cấp số nhân có công bội  $k$  ( $k$  là độ đặc yêu cầu), vậy:

$$\sum y_i = 100\% = y_1(k^{n-1})/(k - 1)$$

Từ phương trình trên và các thử nghiệm có thể thành lập các biểu đồ hoặc các bảng tra về thành phần hạt hợp lý cho từng loại bê tông ở từng quốc gia và từng vùng vật liệu thích hợp (thể hiện trong các tiêu chuẩn).

Thành phần cấp phối hạt theo tiêu chuẩn Việt Nam được giới thiệu trên hình 10.3, 10.4 và bảng 10.6, 10.7.

Thành phần vật liệu khoáng trong bê tông atphan thông thường gồm 3 loại: đá dăm, cát, bột khoáng với tỷ lệ là Đ, C, B (%).

Trong một số trường hợp để tăng chất lượng bê tông có thể cho thêm một phần đá mịn (M%).

Hỗn hợp vật liệu khoáng được lựa chọn có tổng tỷ lệ thành phần như sau:

$$\text{Đ} + \text{C} + \text{B} + \text{M} = 100\%$$

hoặc

$$\text{Đ} + \text{C} + \text{B} = 100\% \text{ (không có đá mịn)}$$

Lượng lọt qua sàng của hỗn hợp vật liệu khoáng  $L_x$  được xác định theo công thức sau:

$$L_x = \frac{D_x}{100} \text{Đ} + \frac{M_x}{100} \text{M} + \frac{C_x}{100} \text{C} + \frac{B_x}{100} \text{B} \quad (1)$$

trong đó:  $D_x$ ,  $M_x$ ,  $C_x$  và  $B_x$  - lượng lọt qua sàng kích thước  $x$  (mm) của đá, mịn, cát, và bột khoáng.

*Xác định lượng đá dăm:* Tỷ lệ thành phần của đá dăm được xác định theo công thức sau:

$$\text{Đ} = \frac{A_x}{A_{dx}} 100\%$$

trong đó:  $A_x$ ,  $A_{dx}$  - lượng sót tích lũy tại cỡ hạt  $x$  của hỗn hợp hợp lý theo quy phạm và của đá dăm. Mất sàng  $x$  là mất sàng có lượng sót tích lũy lớn nhất và không được nhỏ hơn 5 mm. Thông thường có thể chọn bằng 5 mm.

*Xác định lượng bột khoáng:* Tỷ 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):

$$\text{B} = \frac{Y_{0,071}}{B_{0,071}} 100\%$$

trong đó:  $Y_{0,071}$  và  $B_{0,071}$  - lượng hạt nhỏ hơn 0,071 của hỗn hợp vật liệu hợp lý và của bột khoáng.

*Xác định lượng cát và lượng mịn:* Tổng tỷ lệ phần trăm của cát và đá mịn được tính như sau:

$$\text{C} + \text{M} = 100 - \text{B} - \text{Đ} = \text{M}' \quad (2)$$

Giải hệ các phương trình (1) và (2) ta có hàm lượng cát với  $x = 1,25\text{mm}$  theo phương trình sau:

$$\frac{C.C_{1,25}}{100} + \frac{(M'-C).M_{1,25}}{100} = L_{1,25} - B$$

Từ kết quả tính toán và thành phần vật liệu thực tế, tính toán cấp phối với tất cả các cỡ hạt. So sánh đường biểu diễn cấp phối hạt đã chọn với thành phần hạt hợp lý. Yêu cầu nó phải phù hợp với giới hạn thành phần của hỗn hợp hợp lý theo tiêu chuẩn. Nếu thành phần chọn được không hợp tiêu chuẩn thì phải điều chỉnh lại các lượng vật liệu để có thành phần phù hợp với tiêu chuẩn.

### 5.2.2. 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 atphan và độ rỗng còn lại của bê tông atphan theo quy định ở tiêu chuẩn quốc gia.

Chuẩn bị các mẫu thí nghiệm từ hỗn hợp bê tông atphan, trong đó lượng bitum dùng giảm đi 0,3 - 0,5% so với giới hạn dưới của các trị số trong bảng 10.6; 10.7.

Lượng bitum được tính bằng phần trăm so với tổng khối lượng của vật liệu khoáng. Thể tích của bitum phải lấp đầy lỗ rỗng còn lại của hỗn hợp vật liệu khoáng sau khi đã trừ đi độ rỗng của bê tông atphan. Độ rỗng của hỗn hợp vật liệu khoáng thường từ 17-19%, độ rỗng của bê tông atphan thường từ 3-5% đối với bê tông atphan đặc và lớn hơn 6% cho bê tông atphan rỗng (xem tiêu chuẩn).

Lượng bitum tối ưu được xác định theo công thức sau:

$$B = \frac{(V_{ok} - V_k)\rho_B}{\rho_k}$$

trong đó:

$$V_{ok} - \text{độ rỗng cốt liệu khoáng của mẫu thí nghiệm, \%}; V_{ok} = \left(1 - \frac{\gamma_k}{\rho_k}\right);$$

$\gamma_k$  - khối lượng đơn vị vật liệu khoáng đã đầm chặt;

$\rho_k$  - khối lượng riêng của vật liệu khoáng  $g/cm^3$  trong mẫu thí nghiệm đã đầm chặt;

$V_{ok}$  - trị số độ rỗng của bê tông atphan theo tiêu chuẩn ở 25°C, % (độ rỗng dư mong muốn);

$\rho_B$  - khối lượng riêng của bitum ở 25°C,  $g/cm^3$ ,  $\rho_B = 1,05 - 1,04 g/cm^3$ .

### 5.2.3. Kiểm tra trên các mẫu thí nghiệm

Kết quả tính toán lượng bitum sẽ dùng để chế tạo ba bộ mẫu thử có lượng bitum tăng hoặc giảm ở 0,5% so với lượng bitum tính toán. Kiểm tra lại các tính chất cần thiết của bê tông atphan. Nếu có một chỉ tiêu không đảm bảo (ví dụ cường độ, độ ổn định nước ...) thì điều chỉnh lại thành phần vật liệu chế tạo, chủ yếu là lượng bột khoáng. Sau đó làm lại theo trình tự trên cho đến lúc đạt mọi yêu cầu theo quy định.

#### 5.4. Thí dụ tính toán thành phần cấp phối bê tông atphan

Yêu cầu lựa chọn thành phần bê tông atphan rải nóng, hạt nhỏ, loại dùng cho lớp trên của kết cấu mặt đường. Vật liệu: bitum 70, đá dăm, đá mịn, cát sông, bột đá vôi có tính chất phù hợp với yêu cầu kỹ thuật và thành phần hạt.

**Bảng 10.9. Thí dụ về thành phần hạt và các số liệu tính toán thành phần bê tông atphan**

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 mịn				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 mịn 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 toán thành phần vật liệu khoáng của hỗn hợp bê tông atphan*

- 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:

$$Đ = \frac{43}{95} 100 = 45\%$$

- Tính lượng bột khoáng:

Theo quy phạm yêu cầu lượng hạt có đường kính nhỏ hơn 0,071 nằm trong phạm vi 6 - 10%. Trong tính toán chọn  $Y_{0,071} = 8\%$  và  $B_{0,071} = 74\%$ .



$$B = \frac{8}{74} \cdot 100 = 10,8\% \text{ chọn } B = 10\%.$$

- 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 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 khoáng là 24%.

Lượng cát C phải thỏa mãn phương trình sau:

$$\frac{C \cdot 73}{100} + \frac{(45 - C) \cdot 44}{100} = 24\%$$

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 10-8.

Kiểm tra kết quả cấp phối hạt đã chọn thấy phù hợp với thành phần hạt hợp lý theo quy phạm (xem bảng 10.8).

- Tính lượng bitum tối ưu:

Lượng bitum theo quy phạm quy định cho loại bê tông yêu cầu là 5%. Chọn lượng bitum dùng để nhào trộn với hỗn hợp vật liệu khoáng đã có từ 4,5; 5,0 và 5,5%.

Từ hỗn hợp đã có, chế tạo 3 bộ 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  $180^\circ\text{C}$  trong thời gian 180gy dưới tác dụng của tải trọng  $0,3\text{daN/cm}^2$ ). Cuối cùng làm đặc bằng tải trọng  $200\text{ daN/cm}^2$ . Sau 12 - 42 giờ, xác định được khối lượng thể tích của mẫu thử bằng  $2,30\text{g/cm}^3$ , ứng với lượng bitum là 5%.

Với khối lượng riêng của hỗn hợp vật liệu khoáng là  $\rho = 2,49\text{ g/cm}^3$ , của bitum  $\rho_b = 1\text{g/cm}^3$  và độ rỗng còn lại của bê tông atphan yêu cầu là 4%, ta có:

Khối lượng thể tích của phần vật liệu khoáng trong mẫu thử là  $2,05\text{ g/cm}^3$ .

Độ rỗng của hỗn hợp vật liệu khoáng trong mẫu thử, %:

$$V_{ok} = \left(1 - \frac{2,05}{2,49}\right) \cdot 100 = 17,7\%$$

Lượng bitum tối ưu:

$$B = \frac{(17,7 - 4,0) \cdot 1,0}{2,49} = 5,5\%$$

Kiểm tra trên các mẫu thử bê tông atphan với lượng bitum thay đổi từ 4,5 - 5,5% cho thấy tại điểm có  $B = 5\%$ , 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.

### 5.3. Thiết kế thành phần bê tông atphan theo phương pháp AC (Viện bê tông atphan Mỹ)

Phương pháp thiết kế hỗn hợp cấp phối liên tục của Viện atphan là phương pháp thông dụng nhất. Nguyên lý cơ bản của phương pháp này như sau:

Cấp phối cốt liệu được thiết kế để đầm nén tới độ rỗng 16% - 19%. Điều này đảm bảo có độ rỗng đủ để chứa bitum và một ít không khí. Nếu độ rỗng quá nhỏ, cốt liệu sẽ không đủ khả năng giữ được lượng bitum cần thiết và độ bền lâu của hỗn hợp sẽ bị giảm. Nếu độ rỗng quá cao vật liệu sẽ bị thấm lọt và cũng vì thế độ bền lâu giảm. Điều này có thể khắc phục bằng cách gia tăng lượng bitum nhưng như vậy sẽ làm giảm khả năng chống biến dạng của vật liệu và không kinh tế. Đường cong cấp phối của hỗn hợp cho độ đặc lớn nhất có thể được xác định theo Fuller và có dạng như sau:

$$p = 100 \left( \frac{d}{D} \right)^n$$

trong đó:

D - kích thước lớn nhất của cốt liệu

d - cỡ hạt cần tính toán.

p - hàm lượng (%) của cỡ hạt tính toán.

n = 0,5

Nijboer đã chế tạo các hỗn hợp có thành phần cấp phối như trên nhưng với các giá trị n khác nhau và thấy rằng hỗn hợp sẽ chặt nhất khi n thay đổi từ 0,4 - 0,5. Lấy n = 0,45, kết quả đạt được tốt nhất khi đá có cỡ hạt lớn nhất là 18mm với hàm lượng 60% và với đá có cỡ hạt lớn nhất là 12mm thì hàm lượng tương ứng là 52%.

**Trình tự quá trình thiết kế theo các bước sau:**

**B.1. Tính toán sơ bộ thành phần cốt liệu:**

Phương trình tổng quát:

$$P = A.a + B.b + C.c \dots$$

trong đó:

P- giá trị % lọt sàng tại mắt sàng đặc trưng nằm trong quy trình (thông thường người ta chọn các mắt sàng điển hình như 2,36mm (đá), 0,074mm (bột đá) v.v...

A, B, C - % lọt sàng tại mắt sàng đó của từng vật liệu; a, b, c là % từng loại vật liệu A, B, C trong hỗn hợp.

$$a + b + c \dots = 1$$

Khi thiết kế cho hai vật liệu:

- Tính phần trăm đá trong hỗn hợp (mắt sàng 2,36mm):

$$a = \frac{P_{2,36} - B_{2,36}}{A_{2,36} - B_{2,36}}$$

- Tính phần trăm cát trong hỗn hợp:

$$b = 100 - a$$

Khi thiết kế cho 3 loại vật liệu:

- Tính phần trăm đá (mắt sàng 2,36mm):

$$a = \frac{P_{2,36} - B_{2,36}}{A_{2,36} - B_{2,36}}$$

Bỏ qua lọt bột vì  $C_{2,36} = 0$

- Tính phần trăm bột:

Dựa vào phương trình tổng quát cho mắt sàng 0.074 mm

$$P_{0,074} = A_{0,074} \cdot a + B_{0,074} \cdot b + C_{0,074} \cdot c$$

và phương trình

$$b + c = 1 - a.$$

Giải hệ hai phương trình 2 ẩn được c.

- Tính phần trăm cát:

$$b = 1 - a - c$$

### B.2. Sấy khô, phân loại cốt liệu, trộn để tìm kiếm cấp phối bê tông atphan

Sau khi sấy khô, phân cỡ cốt liệu và trộn chúng để đạt được cấp phối cốt liệu mong muốn, xác định khối lượng riêng, khối lượng đơn vị và độ rỗng của hỗn hợp cốt liệu.

### B.3. Tính toán khối lượng bitum (B)

Khối lượng bitum cho vào hỗn hợp nên được tính toán sao cho độ rỗng của hỗn hợp vào khoảng 3-5%. Nếu lượng bitum cho vào nhiều thì trong quá trình đầm nén từ từ do tải trọng xe cộ, lượng bitum dư thừa sẽ bị ép dồn lên bề mặt đường gây trơn trượt. Nó cũng có thể gây nên áp suất thuỷ tĩnh trong bản thân hỗn hợp làm giảm độ ổn định của vật liệu bitum. Nếu lượng bitum cho vào không đủ thì nước và không khí sẽ chiếm chỗ trong hỗn hợp gây nên sự hoá cứng của bitum và làm giảm khả năng dính bám của nó với cốt liệu. Hàm lượng bitum cho vào hỗn hợp có thể được tính theo công thức sau:

$$B = \frac{V_{ma} - V_a}{\rho_{sc}} \times \rho_b$$

trong đó:

B - khối lượng (%) của bitum trên 100 phần khối lượng cốt liệu

$\rho_{sc}$  - khối lượng riêng của cốt liệu đã đầm chặt (khối lượng riêng trung bình).

$\rho_b$  - khối lượng riêng của bitum.

$V_{ma}$  - độ rỗng trong cốt liệu khoáng.

$V_a$  - độ rỗng mong muốn.

Nếu hàm lượng bitum yêu cầu được tính ở dạng khối lượng phần trăm trên khối lượng toàn bộ hỗn hợp,  $P_b$ , % thì ta có:

$$P_b = \frac{B}{B+100} \times 100$$

#### *B.4. Thử nghiệm xác định hàm lượng bitum tối ưu*

Người ta thường chế tạo 5 hỗn hợp với hàm lượng bitum lần lượt tăng với gia số 0.5% kể từ lượng bitum tối ưu tính toán được. Mỗi hỗn hợp (ứng với hàm lượng bitum) sản xuất 4 mẫu thử. Các mẫu được đầm nén bằng búa tiêu chuẩn với 35, 50 hoặc 70 cú đập ở hai mặt tương ứng với tải trọng xe dự báo. Các mẫu được cân trong không khí và trong nước để xác định tỷ trọng của hỗn hợp đã được đầm chặt. Với mỗi hàm lượng bitum như vậy các thuộc tính sau đây của hỗn hợp được xác định (bằng trị số trung bình của 4 mẫu thử) (ASTM C127 và C128):

- Khối lượng riêng của hỗn hợp đã đầm nén chặt.
- Khối lượng riêng của cốt liệu đã đầm nén chặt.
- Khối lượng riêng lớn nhất theo lý thuyết của hỗn hợp.
- Độ rỗng trong hỗn hợp cốt liệu.
- Độ rỗng lý thuyết trong hỗn hợp (tức là với giả thiết không có lượng bitum nào bị hấp thụ vào trong cốt liệu).

Các mẫu thử được thí nghiệm trên các thiết bị Marshall; trị số trung bình của độ chảy và độ ổn định Marshall được xác định tương ứng cho mỗi hỗn hợp (mỗi hàm lượng bitum). Người ta vẽ được 5 đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa độ ổn định, độ chảy, trọng lượng riêng của hỗn hợp, độ rỗng của hỗn hợp và độ rỗng của hỗn hợp cốt liệu tương ứng với hàm lượng bitum. Căn cứ vào các đồ thị này người ta xác định được 3 hàm lượng bitum tương ứng với độ ổn định lớn nhất, trọng lượng riêng lớn nhất và độ rỗng mong muốn. Hàm lượng bitum tối ưu là trị số trung bình của 3 giá trị trên. Trị số độ chảy và độ rỗng trong hỗn hợp cốt liệu tương ứng với hàm lượng bitum tối ưu được xác định và so sánh với trị số cho phép. Nếu tất cả các yêu cầu không thoả mãn thì phải lập lại các bước thiết kế với một sự điều chỉnh thích ứng đối với thành phần cấp phối cốt liệu.

Nếu tất cả các thuộc tính đều thoả mãn thì nên hiệu chỉnh lại độ rỗng theo sự hấp thụ bitum của cốt liệu. Độ rỗng lý thuyết trong hỗn hợp được xác định bằng cách sử dụng độ chặt tương đối của cốt liệu được xác định bằng lò sấy. Ở đây ta giả thiết rằng không có sự hấp thụ bitum vào trong cốt liệu. Tuy nhiên đối với một số cốt liệu thì sự hấp thụ bitum rất đáng kể và một trong những phương pháp trực tiếp và đáng tin cậy nhất để xác

định sự hấp thụ này là phương pháp Rice. Nói một cách tóm lược, phương pháp này liên quan trước hết tới sự xác định khối lượng riêng cực đại của hỗn hợp. Một mẫu thử nghiệm của hỗn hợp được sấy nóng và đập nhỏ đến mức không khí có thể thoát ra càng nhiều càng tốt, sau đó cân mẫu trong không khí và trong nước. Hiệu số giữa hai giá trị này và trọng lượng riêng lớn nhất của hỗn hợp được tính toán bằng cách dùng lượng cốt liệu và bitum đã biết với trọng lượng riêng của chúng và là số đo của trọng lượng bitum bị hấp thụ vào trong cốt liệu.

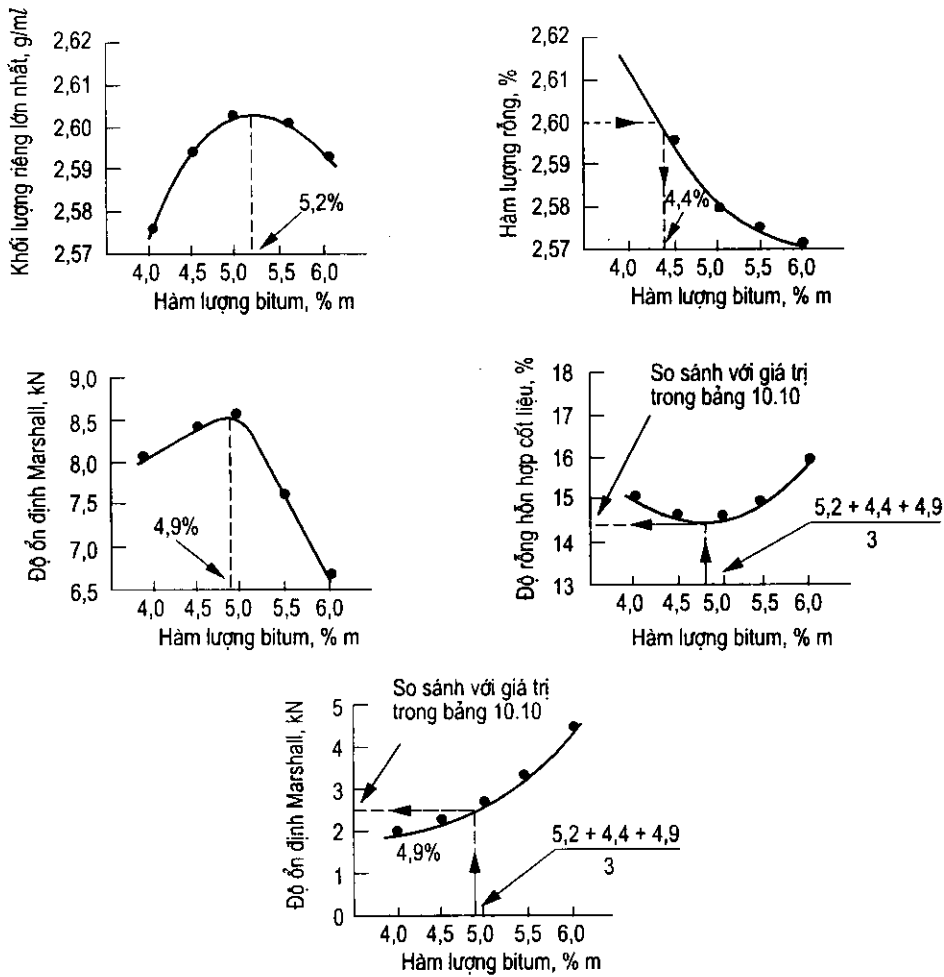
Các tiêu chuẩn Marshall dùng cho đường và sân bay được giới thiệu bởi Viện Asphalt lần lượt được tóm tắt trong bảng 10.10 và 10.11. Có thể tham khảo các kết quả thử nghiệm và tính toán để xác định lượng bitum tối ưu ở hình 10.6.

**Bảng 10.10. Chỉ tiêu thiết kế hỗn hợp vật liệu bitum dùng cho đường ô tô theo phương pháp của Viện Asphalt**

Chỉ tiêu hỗn hợp	Các hạng giao thông		
	Nhẹ	Vừa	Nặng
Số cú đâm	2 × 35	2 × 50	2 × 75
Độ ổn định Marshall nhỏ nhất, kN	3.3	5.3	8.0
Độ chảy Marshall, mm	2.0 - 4.5	2.0 - 4.0	2.0 - 3.5
Độ rỗng, %	3.0 - 5.0	3.0 - 5.0	3.0 - 5.0
Độ rỗng trong hỗn hợp cốt liệu, %	Kích cỡ lớn nhất của cốt liệu, mm	Độ rỗng nhỏ nhất của cốt liệu, %	
	25	13.0	
	19	14.0	
	12.5	15.0	
	9.5	16.0	
	4.75	18.0	
	2.36	21.0	
	1.18	23.5	

**Bảng 10.11. Chỉ tiêu thiết kế hỗn hợp cho mặt đường sân bay theo phương pháp của Viện Asphalt**

Chỉ tiêu hỗn hợp	Cấp hạng sân bay		
	Loại nhỏ	Loại vừa	Loại nặng
Số cú đâm	2 × 50	2 × 75	2 × 75
Độ ổn định Marshall nhỏ nhất, kN	2.2	4.5	8.0
Độ chảy Marshall, mm	2.0 - 5.0	2.0 - 4.0	2.0 - 3.5
Độ rỗng, %	3.0 - 5.0	3.0 - 5.0	3.0 - 5.0



$$\text{Hàm lượng bitum tối ưu} = \frac{5,2 + 4,4 + 4,9}{3} = 4,8\%$$

Hình 10.6. Ví dụ lựa chọn hàm lượng bitum tối ưu theo AC

#### 5.4. Phương pháp thiết kế hỗn hợp của DOE (ngành sân bay)

Ở nước Anh, các hỗn hợp bê tông nhựa cấp phối liên tục thường chỉ được dùng cho mặt sân bay và được thiết kế bằng cách sử dụng một cải biến của phương pháp Viện Asphalt. Phương pháp của Cục môi trường (DOE) khác với phương pháp của Viện Asphalt ở vài điểm nhỏ nhưng khá quan trọng. Trong phương pháp DOE độ chặt lý thuyết lớn nhất thực sự và độ rỗng trong hỗn hợp cốt liệu không được xác định, thay vào đó người ta xác định độ rỗng được lấp đầy bởi bitum. Một sự khác biệt quan trọng khác là lượng bitum hấp thụ được tính toán bằng cách sử dụng độ chặt tương đối biểu kiến trên cơ sở sấy khô vật liệu trong lò và xác định lượng nước bị hấp thụ vào cốt liệu. Nếu lượng nước hấp thụ vào cốt liệu nhỏ hơn 1% thì coi như trọng lượng bitum bị hấp thụ bằng lượng nước bị hấp thụ. Nếu sự hấp thụ nước lớn hơn 1% thì tính trung bình độ chặt

tương đối xác định bằng lò sấy, tức là coi lượng bitum bị hấp thụ bằng một nửa lượng nước bị hấp thụ vào cốt liệu.

Người ta vẽ 5 đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa hàm lượng bitum với độ ổn định, độ chảy, độ chặt tương đối biểu kiến lớn nhất, độ rỗng trong hỗn hợp và độ rỗng được chèn đầy bằng bitum. Trên cơ sở những đồ thị này, người ta xác định được 4 hàm lượng bitum tương ứng với độ ổn định lớn nhất, độ chặt tương đối biểu kiến lớn nhất, độ rỗng trong hỗn hợp và độ rỗng được chèn kín bằng bitum. Lượng bitum tối ưu là giá trị trung bình của 4 trị số này. Độ chảy của hỗn hợp tương ứng với lượng bitum tối ưu được xác định từ đồ thị và được so sánh với các trị số cho phép (xem bảng 10.13).

**Bảng 10.13. Chỉ tiêu thiết kế hỗn hợp cho mặt đường sân bay theo phương pháp của DOE**

Chỉ tiêu hỗn hợp	Lớp mặt	Lớp móng
Độ ổn định Marshall nhỏ nhất, kN	8.0	8.0
Độ chảy Marshall, mm	0 - 4.0	0 - 4.0
Độ rỗng, %	3.0 - 4.0	3.0 - 4.0
Phần độ rỗng được chèn lấp bởi bitum, %	76 - 82	67 - 77

## 6. CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO BÊTÔNG ATPHAN

Công nghệ chế tạo bê tông atphan hoàn toàn phù hợp với các nguyên tắc của công nghệ lý thuyết để cố kết vật liệu nhân tạo. Tuy nhiên công nghệ này có một số điểm khác nhau khi chế tạo các dạng bê tông atphan khác nhau.

Việc chế tạo hỗn hợp vật liệu bitum có quan hệ chặt chẽ với việc trộn cốt liệu với tỷ lệ xác định và bitum để cho ra một hỗn hợp vật liệu đồng đều có thành phần và nhiệt độ xác định. Trường khi trộn, cốt liệu phải được cân đong đảm bảo thành phần cấp phối yêu cầu và phải được rang nóng đến nhiệt độ thích hợp để loại ẩm và đảm bảo sự dính bám tốt của bitum với cốt liệu.

### 6.1. Công nghệ chung

Công nghệ chung để chế tạo bê tông atphan gồm 3 giai đoạn sau:

**Giai đoạn 1:** Giai đoạn chuẩn bị nguyên liệu, đá dăm (sỏi), cát cần được sấy khô (hút ẩm) và nung đến nhiệt độ khoảng 200°C phù hợp với độ nhớt của bitum. Bitum cần phải đun đến nhiệt độ thi công. Nhiệt độ nung bitum từ 160° - 180°C tùy theo độ quán tính của bitum và loại bê tông atphan (nóng, ẩm...) nhiên liệu chính là dầu và ga. Trong các trạm

trộn hiện đại hơi nóng được đốt bằng ga được dẫn vào buồng sấy và dầu đốt được đặt ngay trong thùng sấy.

Trộn vật liệu khoáng với bitum có ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng bê tông.

Đá dăm, cát trộn chúng 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, máy trộn cưỡng bức, khoảng 50-150 gy tùy theo loại hỗn hợp bê tông atphan.

**Giai đoạn 3:** Vận chuyển, rải và đầm chắc bê tông. Yêu cầu nhiệt độ bê tông atphan phải đảm bảo đạt nhiệt độ thi công khi bắt đầu rải và đầm chắc. Các thiết bị rải và trạm.

Công nghệ chế tạo hỗn hợp bê tông atphan có thể là liên tục hay phân theo chu kỳ, tùy theo loại trạm trộn giai đoạn 1 và 2 có thể tách ra hoặc có thể gộp làm 1.

Nói chung các trạm trộn atphan gồm hai khu vực chính: khu vực thứ nhất là bộ phận trộn và khu vực thứ hai gồm các thiết bị cần thiết cấp liệu cho máy trộn (như sấy khô, cân, đong phối liệu). Các thiết bị của khối thứ hai này tạo nên sự khác nhau của các máy trộn. Có 3 dạng trộn cơ bản ở Anh quốc:

Trạm trộn chu kỳ (theo từng mẻ) sấy nóng gián tiếp.

Trạm trộn chu kỳ (theo từng mẻ) sấy nóng trực tiếp.

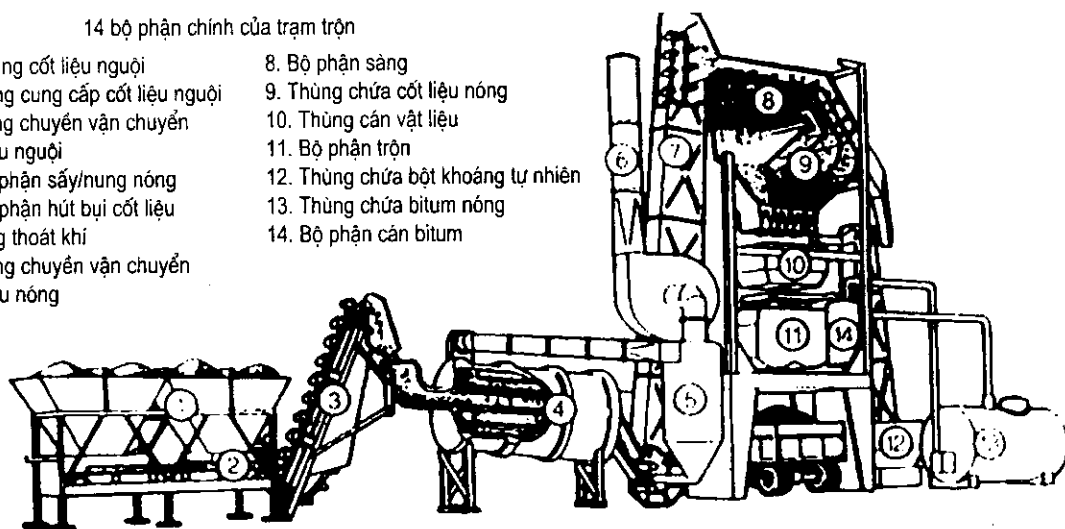
Trạm trộn liên tục sấy nóng liên tục

## 6.2. Trạm chế tạo bê tông atphan sấy nóng gián tiếp

Xưởng chế tạo bê tông atphan bao gồm 4 bộ phận: phân xưởng đá dăm (sỏi) và cát, 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 10.7.

14 bộ phận chính của trạm trộn

- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| 1. Thùng cốt liệu nguội                  | 8. Bộ phận sàng                    |
| 2. Cổng cung cấp cốt liệu nguội          | 9. Thùng chứa cốt liệu nóng        |
| 3. Băng chuyển vận chuyển cốt liệu nguội | 10. Thùng cân vật liệu             |
| 4. Bộ phận sấy/nung nóng                 | 11. Bộ phận trộn                   |
| 5. Bộ phận hút bụi cốt liệu              | 12. Thùng chứa bột khoáng tự nhiên |
| 6. Ống thoát khí                         | 13. Thùng chứa bitum nóng          |
| 7. Băng chuyển vận chuyển cốt liệu nóng  | 14. Bộ phận cân bitum              |



Hình 10.7. Sơ đồ cấu tạo trạm trộn chu kỳ rang sấy gián tiếp



Cát và đá dăm đã được chuẩn bị trước (1) theo các số liệu thiết kế 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 phân 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 10-20gy. 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 thời gian 60-80gy đến khi nhận được hỗn hợp bê tông atphan. Dùng ô tô chuyên dụng vận chuyển hỗn hợp bê tông atphan đến địa điểm thi công. Việc rải và đầm chắc bê tông atphan tùy theo loại bê tông, yêu cầu lớp phủ mặt đường và thiết bị mà có những quy trình công nghệ riêng.

Ở Việt Nam hiện nay thường dùng các trạm trộn của Nga, Nhật, Mỹ, Ý. Các trạm trộn thường dùng máy trộn, làm việc theo nguyên tắc trộn cưỡng bức và tự động điều khiển quá trình trộn. Công suất tối đa 150 tấn/giờ, thời gian trộn 60 giây, hao tổn nhiên liệu khoảng 10-15 lít/1tấn cốt liệu.

### **6.3. Trạm trộn chu kỳ sấy nóng trực tiếp**

Ở trạm trộn loại này cấp phối cốt liệu nguội được định lượng theo từng mẻ từ bộ cấp liệu nguội được đổ vào thùng sấy để rang khô và sấy nóng rồi được xả vào máy trộn để trộn với bitum. Bộ phận cấp liệu nguội giống như ở trạm trộn cấp nhiệt gián tiếp, cấp phối cốt liệu nguội theo tỷ lệ được đổ vào phễu để kiểm tra trọng lượng trước khi rang sấy. Tỷ lệ cốt liệu không được thay đổi trong suốt quá trình và do vậy việc điều khiển cấp liệu nguội phải rất chính xác. Từ phễu định lượng các cốt liệu cho vào thùng sấy từng mẻ một. Sau đó cốt liệu được cho vào máy trộn thông thường để trộn bitum.

Trong trạm trộn chu kỳ cấp nhiệt trực tiếp cốt liệu nguội được rang sấy theo từng mẻ trước khi trộn. Công suất của trạm trộn có thể đạt được từ 50-200 tấn/giờ.

### **6.4. Trạm trộn liên tục cấp nhiệt trực tiếp**

Các trạm trộn loại này cung cấp các vật liệu bitum và không dùng hệ thống sàng, các thùng chứa cốt liệu nóng, phễu định lượng và thùng trộn. Về nguyên tắc hệ thống cấp liệu nguội giống như đã mô tả ở trên. Tuy nhiên ở trạm trộn thùng quay - trạm trộn liên tục cấp nhiệt trực tiếp thì cốt liệu chảy liên tục từ các thùng cấp liệu. Các thùng cấp liệu nguội vào các băng tải, các băng tải này lần lượt chuyển các cốt liệu vào băng truyền tải của thùng quay. Trước khi cốt liệu vào thùng quay đều được cân và điều chỉnh tự động. Đầu đốt được đặt cuối thùng quay và do vậy cốt liệu chảy vào theo ngọn lửa. Bên trong thùng quay có 2 khu vực. Khu vực 1 để rang, sấy; khu vực 2 để trộn cốt liệu nóng với bitum. Bitum được phun vào thùng quay tại điểm khởi đầu của khu vực 2. Trong các trạm trộn liên tục cấp nhiệt trực tiếp các cốt liệu được rang sấy liên tục trước khi trộn với bitum. Trạm trộn loại này thường khó sử dụng một cách linh hoạt, việc tự động hoá điều khiển bằng máy tính có thể khắc phục được các vấn đề trên. Công suất của trạm có thể từ 100 - 500 tấn/giờ.

## Chương 11

# VẬT LIỆU CHẤT DẸO XÂY DỰNG

## 1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI VẬT LIỆU CHẤT DẸO XÂY DỰNG

### 1.1. Khái niệm

Vật liệu chất dẻo xây dựng được chế tạo chủ yếu từ các polyme và chất độn với thành phần cấu tạo đa dạng: có thể không có hoặc có ít chất độn. Các chất polyme đóng vai trò chất dính kết và cũng rất nhiều loại khác nhau.

Vật liệu chất dẻo xây dựng đang phát triển rất đa dạng và được dùng ở lớp phủ bảo vệ, chống thấm và các kết cấu chịu lực.

Trong thế kỷ XXI loại vật liệu này sẽ trở thành một trong những vật liệu xây dựng chủ yếu ngay cả trong ngành xây dựng giao thông vận tải.

Vật liệu chất dẻo có những ưu điểm sau: Khối lượng riêng nhỏ (khoảng  $1 - 2\text{g/cm}^3$ ); khối lượng thể tích biến đổi trong phạm vi rộng, từ  $0,08 - 2\text{g/cm}^3$ ; hệ số truyền nhiệt từ  $0,2 - 0,03\text{kcal/m.độ.h}$ ; ổn định với hóa chất, hơi, khí; cách điện và chống thấm rất tốt; cường độ chịu kéo và nén đều cao; độ đàn hồi cao.

Vật liệu chất dẻo xây dựng cũng có một số tính chất hạn chế như sau:

- Ở nhiệt độ cao ( $160^\circ - 400^\circ\text{C}$ ) và nhiệt độ quá thấp có thể thay đổi tính chất.
- Độ cứng bề mặt nhỏ, biến dạng lớn. Môđun đàn hồi của một số vật liệu còn thấp, tuổi thọ theo thời gian và thời tiết còn cần xác định đầy đủ hơn.

### 1.2. Phân loại

Theo tính chất cơ lý, cấu trúc, các tính chất có liên quan đến nhiệt, nguồn gốc tự nhiên, nhân tạo chia ra làm 3 loại sau:

- a) Chất dẻo nhiệt mềm
  1. Nhựa thông
  2. Atphan (bitum)
  3. Dẫn xuất từ gỗ
  4. Polyme trùng hợp: vinyl clorua, clorua vinyl, vinyl axetat, styren, acrylic, acrolen, methyl
  5. Polyme trùng ngưng: glycol, axit hóa, polyamit

b) Chất dẻo nhiệt rắn

- Pôlyme trùng hợp: poly vinyl

- Pôlyme trùng ngưng: phenol - formandehit, cast phenonic, resorcinol, acroit, phenonfurfural, ure, casein, sonfoamit, polyeste.

c) Chất dẻo ổn định hóa học: nhựa thông, casein.

## 2. THÀNH PHẦN CƠ BẢN CỦA VẬT LIỆU CHẤT DẼO

Thành phần chính của vật liệu chất dẻo là các pôlyme, chất độn, chất hóa rắn và chất tạo màu.

### 2.1. Pôlyme tổng hợp

Các pôlyme đóng vai trò chất kết dính trong vật liệu chất dẻo, chúng được phân loại theo phương pháp chế tạo như sau:

- Pôlyme trùng hợp tạo thành do phản ứng trùng hợp các đơn phân liên kết thành các pôlyme mà không tách ra các sản phẩm phụ.

- Pôlyme trùng ngưng tạo thành do các phản ứng trùng ngưng, trong đó một số hợp chất đơn giản tạo thành phân tử phức tạp và tách ra các sản phẩm phụ (như nước, amôniac, v.v...).

Các pôlyme trùng hợp chính là: polyetylen, polypropylen, polyvinylclorua, polystyren, polyvinylaxetat, polyacrilat...

- Các pôlyme trùng ngưng chính là: phenol fomandêhyt, urê phenol fomadêhyt, amin, amin fomandêhyt, polyurêthan, polyesteacrylat, silic hữu cơ và êrông.

#### 2.1.1. Một số nhựa trùng hợp

a) Pôlyetylen ( $-CH_2 - CH_2 -$ ) $_n$

- *Chế tạo pôlyetylen* bằng cách trùng hợp êtylen  $CH_2 = CH_2$  sản xuất từ than đá hay khí đốt.

- *Tính chất*: là nhựa trong suốt, ổn định hóa học, cách điện, có cường độ cao, dễ hàn và dễ gia công; có nhược điểm dễ lão hoá, kém chịu nhiệt, dễ cháy và độ cứng nhỏ.

- *Sử dụng*: thường dùng làm màng mỏng chống thấm cho công trình, sản xuất giấy gói, vải gỗ dán, bọc dây điện v.v...

b) Polyvinylclorua ( $-CH_2 - CHCl -$ ) $_n$

- *Chế tạo polyvinyl clorua (PVC)* bằng cách trùng hợp clorua vinyl ( $CH_2 = CHCl$ ).

- *Tính chất*: nhựa có cường độ cao, chống thấm tốt, khó bắt lửa, ổn định hóa học với kiềm và axit, khả năng trộn với chất độn lớn, dễ tạo hình và dễ hàn dán; nhựa có nhược điểm kém chịu nhiệt và khả năng dính bám vào một số vật liệu thấp.

- *Sử dụng*: nhựa PVC thường được dùng làm tấm sàn, tấm chống thấm, tấm trang trí, đường ống và phụ tùng dùng cho nơi chịu tác dụng ăn mòn.

c) *Pôlystyren* ( $-CH_2 - CHC_6H_5 -$ )<sub>n</sub>

- *Chế tạo pôlystyren* được tiến hành bằng cách trùng hợp styren ( $CH_2 = CHC_6H_5$ ) có chất xúc tác.

- *Tính chất*: có khả năng ổn định hóa học cao, cách điện và ổn định với nhiệt.

- *Sử dụng*: sản xuất tấm ốp, màng mỏng có tính đàn hồi, ống chịu axit, chất dẻo xốp, v.v...

Ngoài các nhựa trùng hợp đã nêu trên, còn sử dụng nhiều loại khác như: pôlyizôbutylen, pôlyvinyl axêtat, v.v...

### 2.1.2. Một số nhựa trùng ngưng

#### a) *Phenol fomandêhyt*

- *Chế tạo*: sản xuất bằng cách trùng ngưng phenol ( $C_6H_5OH$ ) và fomandêhyt ( $CH_2O$ ) (còn gọi là andêhyt foocmic), sản phẩm phụ tách ra là nước ( $H_2O$ ), khi phản ứng xảy ra trong môi trường axit và thừa phenol nhận được nhựa nhiệt dẻo mà phân tử có cấu trúc mạch thẳng, còn khi phản ứng xảy ra trong môi trường kiềm và có chất xúc tác là amôniác ( $NH_3$ ) hay hydrôxyt natri ( $NaOH$ ) sẽ được loại nhựa nhiệt hoạt mà phân tử có cấu trúc mạng không gian.

- *Tính chất*: có khả năng trộn chất độn lớn, tính bền cơ học cao, chịu nước, cách điện.

- *Sử dụng*: dùng nhiều trong công nghiệp gỗ dán, urê fomandêhyt (còn gọi là nhựa cacbamit)

- *Chế tạo*: bằng cách đem trùng ngưng urê ( $CO(NH_2)_2$ ) còn gọi là cacbamit và fomandêhyt ( $CH_2O$ ).

- *Tính chất*: so với phenol fomandêhyt thì nhựa urê fomandêhyt tốt hơn vì không có màu, bền với tác dụng của ánh sáng, không có mùi và rẻ hơn song nó lại kém hơn về mặt chịu nhiệt, chịu nước và chịu axit.

- *Sử dụng*: keo dán gỗ, vecni v.v...

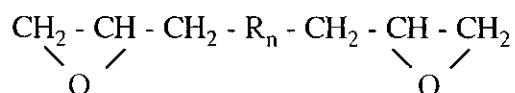
Ngoài ra còn nhiều loại nhựa trùng ngưng khác nữa như: phenon fuafurôn, pôlyeste, pôlyamit, pôlyvinyl axêtat v.v...

#### b) *Epoxy*

Epoxy là loại nhựa chính dùng trong xây dựng, nó là nguyên liệu cho keo dán, vữa sửa chữa, bê tông pôlyme và các loại vật liệu chất dẻo khác.

Epoxy là nhựa trùng ngưng hai hợp chất hữu cơ trong đó có một hợp chất là gốc epoxy ( $C - O - C$ ) và một chất có chứa nguyên tử H linh động (thường là phenol cao phân tử).

Công thức epoxy mạch thẳng như sau:



trong đó:  $\text{R}_n$  - yếu tố tái tạo môi trường liên kết

Đặc tính của epoxy như sau:  $\gamma_a = 1,28$ ; nhiệt độ ổn định 80 - 100°C; giới hạn đàn hồi 10 - 30MPa; giới hạn bền:  $\text{R}_k = 40 - 100$  MPa,  $\text{R}_n = 70 - 160$  MPa,  $\text{R}_u = 60 - 130$  MPa.

Có khả năng liên kết tốt với thép, bê tông, gỗ..., ổn định với hóa học và nước. Kém ổn định với tác dụng của ánh sáng mặt trời.

Các loại epoxy thường dùng ED5, ED6, ED20, ED40 (Nga) và keo E của Thụy Sĩ, Mỹ.

Tuy vậy vì giá thành của epoxy đắt nên thường được pha thêm các chất độn để chế tạo epoxy nhiều thành phần làm cho giá thành thấp hơn.

## 2.2. Chất độn

Chất độn nâng cao các tính chất kỹ thuật (cường độ, khả năng chịu nhiệt,...) và giảm giá thành của vật liệu chất dẻo.

Chất độn có thể là gốc hữu cơ hoặc vô cơ.

- *Chất độn hữu cơ*: bông, bột gỗ, phoi bào, gỗ lạng, giấy, vải bông, vải sợi tổng hợp, sợi cacbon.

- *Chất độn vô cơ*: amiăng, sợi thủy tinh, bột tan, mica, thạch anh, cao lanh, than chì, v.v... và các bột kim loại.

Theo cấu tạo:

- *Chất độn dạng bột*: bột gỗ, bột đá, ...

- *Chất độn dạng sợi*: sợi bông, sợi thủy tinh, sợi tổng hợp, v.v...

- *Chất độn dạng tấm*: giấy, vải, gỗ lạng, v.v...

## 2.3. Chất tăng dẻo

Chất tăng dẻo chỉ dùng cho nhựa nhiệt dẻo khi gia công. Nhựa nhiệt hoạt được gia công ở giai đoạn phân tử lượng còn thấp, nhiệt độ hóa mềm không cao nên không cần dùng chất tăng dẻo.

Các chất tăng dẻo thường dùng là axit ftalic, đibutyn ftalat, ôlêin, v.v...

Ngoài ra còn phải sử dụng các thành phần khác cho sản xuất chất dẻo như:

- Bột màu để tạo ra những màu sắc cần thiết, thường dùng những loại bột khoáng có màu rất mịn.

Chất bôi khuôn chống dính như ôlêin, stêarin...

Chất xúc tác tăng nhanh quá trình rắn chắc, thường dùng CaO, MgO, urtropin.

Các chất sinh bọt làm cho chất dẻo trở nên xốp, thường dùng  $\text{Na}_2\text{O}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ .

### 3. CÁC TÍNH CHẤT CỦA CHẤT ĐẸO

#### 3.1. Cường độ

Vật liệu dẻo làm sàn, nền yêu cầu có độ chịu mài mòn cao. Vật liệu làm tường bao cần có độ dai cao. Với các vật liệu làm kết cấu chịu lực cần đáp ứng khả năng sản xuất cấu kiện chịu lực: chất dẻo dùng chất độn bột hay sợi có cường độ nén 120 - 160 MPa và cường độ uốn 40 - 60 MPa, chất dẻo dùng chất độn dạng tấm có cường độ cao, thí dụ như tấm CBAM (chất độn dạng sợi thủy tinh) có cường độ kéo 480 - 950 MPa và cường độ nén 420 MPa. Sợi cacbon có cường độ chịu kéo đến 2000 MPa.

Cường độ chịu nén của chất dẻo không độn thí nghiệm trên mẫu  $2 \times 2 \times 2$  cm tuổi 6, 12 giờ và 3 ngày. Các loại vữa và bê tông polime ximăng thí nghiệm như vữa và bê tông thường (Tiêu chuẩn Việt Nam chưa quy định - xin đề nghị).

#### 3.2. Tính chất vật lý

- Khối lượng thể tích biến đổi trong phạm vi rất rộng tùy theo dạng chất độn và cấu trúc 15 - 2000 kg/m<sup>3</sup>.

- Tính dẫn nhiệt tốt, loại đặc có  $\lambda = 0,2 - 0,6$  kcal/m<sup>o</sup>.C.h còn loại rỗng có  $\lambda = 0,026$  kcal/m<sup>o</sup>.C.h.

- Khả năng chống mài mòn tốt nên thích hợp cho việc dùng làm vật liệu lát sàn.

- Ổn định hóa học tốt nên có thể dùng trong công trình dẫn nước và bể chứa chất lỏng ăn mòn.

- Bền màu nên không phải sơn nhiều lần.

- Dễ hàn, dán nên rất thuận tiện khi thi công.

- Một số loại chất dẻo trong suốt (polystirôn, v.v...) dùng làm kính hữu cơ có các đặc trưng cơ học quý, v.v...

### 4. VẬT LIỆU XÂY DỰNG CHẤT ĐẸO

#### 4.1. Các vật liệu bao che

Vật liệu làm kết cấu bao che như tường, trần, vách ngăn là những vật liệu chịu lực không lớn, mỏng, giá thành không cao như: ván gỗ ép, tấm lát trần, vải dán tường v.v...

#### 4.2. Chất dẻo làm sàn, lợp

Các chất dẻo này thường có gốc là Linolêin, PVC, Nitroxenluloo, Linôlêin cao su ở dạng tấm hoặc cuộn, vải Gleptan, vải Renlin v.v...

Kích thước chuẩn theo ISO (tiêu chuẩn quốc tế) là  $10 \times 10$ ;  $15 \times 15$ ;  $20 \times 20$ cm;  $\delta = 1,25 - 6$ mm. Các cuộn có  $b = 1,5 - 3,0$ m;  $L = 8 - 20$ m;  $\delta = 1,5 - 3,0$ mm.

Các chất dẻo trên thường có màu sắc đẹp, đa dạng, bền nước, dung môi hữu cơ và khó cháy, chịu mài mòn tốt.

Chất dẻo lợp thường chống nước tuyệt đối, có cấu tạo dạng tấm thẳng hoặc lượn sóng dài 8 - 16m; dày 0,5 - 2mm. Các vật liệu chống thấm cho mặt đường, nền nhà, mặt cầu thường ở dạng vải có chiều dày nhỏ. Tùy theo công trình có thể cho nước thấm qua hoặc cách nước tuyệt đối.

### **4.3. Chất dẻo chịu lực**

Các chất dẻo chịu lực thông thường đều có gốc epoxy, chất độn là sợi thủy tinh và cao cấp hơn là sợi cacbon.

#### **4.3.1. Chất dẻo thủy tinh**

Chất dẻo thủy tinh gồm có polyme và chất độn là sản phẩm thủy tinh.

Theo dạng chất độn thủy tinh, chất dẻo thủy tinh được phân làm 3 nhóm. Nhóm sợi thủy tinh (sợi thẳng liên tục xếp thành từng lớp theo chiều dày vật liệu). Nhóm sợi thủy tinh được cắt ngắn và dàn thành tấm thảm hoặc trải ra bằng cách phun. Nhóm sợi thủy tinh ở dạng vải gai (tectôlit).

Sợi thủy tinh dị hướng - CBAM - là một dạng chất dẻo sợi thủy tinh thuộc nhóm A 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 tấm sợi thủy tinh. CBAM có thể gồm một số lớp, tấm đặt vuông góc với nhau.

CBAM có kích thước rộng đến 50cm và dày 1 - 30mm. Tính chất cơ học của nó phụ thuộc vào dạng polyme, chiều dày sợi thủy tinh, tỷ lệ polyme và chất độn, sự phân bố của sợi và phương pháp phân bố các lớp kết cấu. Tính chất cơ lý của CBAM như sau: khối lượng thể tích từ 1,9 - 2,0 g/cm<sup>3</sup>; cường độ chịu kéo 450 MPa, chịu nén 400 MPa, chịu uốn 700 MPa; độ dai va đập 500 kG.cm/cm<sup>2</sup>; độ cứng (theo phương pháp Brinen) 55.

Chất dẻo thủy tinh nhóm A được sử dụng cho bộ phận chịu lực của trần 3 lớp, các kết cấu bao che, cũng như làm cốt cho bê tông. Các tấm chất dẻo thủy tinh trên cơ sở sợi thủy tinh thấm epoxy có thể thay thế cho các cốt thép cường độ cao của bê tông.

Chất dẻo thủy tinh trên cơ sở sợi thủy tinh ngắn (nhóm B) được sản xuất bằng cách phun hoặc ép tấm thủy tinh.

Theo phương pháp phun, sợi thủy tinh cắt ngắn với chiều dài 25 - 50mm được trộn với polyme, phun lên mặt khuôn thành lớp mỏng. Khi dùng polyme đông rắn nguội thì sản phẩm được tạo hình ở nhiệt độ bình thường, còn khi dùng polyme rắn nóng thì phải tạo hình ở nhiệt độ đông rắn của polyme.

Việc sản xuất chất dẻo thủy tinh bằng cách ép lớp thủy tinh tiến hành như sau: Nguyên liệu (khối thủy tinh hình cầu) được đổ vào lò nấu. Khi chảy lỏng 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 pôlyme, sau đó được lắng dần trên băng chuyển chuyển động liên tục, tạo thành một tấm dày 0,5 - 2mm.

Chất dẻo thủy tinh nhóm B 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 công trình dễ bị xâm thực hóa học.

Tectôlít (nhóm C) được sản xuất từ vải thủy tinh với các kiểu dệt khác nhau. Dem vải thủy tinh đã được tắm pôlyme 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.

Tectôlít có các khác nhau tùy thuộc vào chiều dày của sợi, kiểu vải, hàm lượng và loại chất kết dính. Kích thước thường gặp của nó:  $(1400-2400) \times (650-1000) \times (0,5-8)$  mm.

Các chỉ tiêu cơ lý của tectôlít: khối lượng thể tích  $1,8g/cm^3$ ; độ hút nước 1,5 - 3%; độ dai va đập  $600 kG.cm/cm^2$ .

Tectôlít 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 60% ánh sáng đi qua) và không trong suốt; có màu hoặc không có màu. Chất dẻo thủy tinh có thể dùng chế tạo lớp ngoài và các chi tiết của panen tường 3 lớp, các công trình đòi hỏi kỹ thuật và độ bền cao.

#### **4.3.2. Pôlyme sợi cacbon**

Vật liệu pôlyme sợi cacbon được nghiên cứu từ năm 1989 và đã thành công vào những năm 1995 - 1996.

Vật liệu pôlyme sợi cacbon được chế tạo trên cơ sở keo epoxy và sợi cacbon - vật liệu dạng tấm có cường độ cao và có môđun đàn hồi tương đương với bê tông, được dùng để dán lên bê tông thay thế phần cốt thép đã bị gỉ và thay thế vật liệu thép trong một số kết cấu đặc biệt.

Tấm pôlyme sợi cacbon có ký hiệu: SS12, S1012, S1212 (Thủy sĩ) chiều rộng tấm: 5, 6, 8, 10, 12 cm; dày 1,2 - 1,4 mm; hoặc M614, M1214 có chiều rộng 6, 9, 12cm; dày 1,4mm hoặc H 514.

Điểm đặc biệt của loại tấm pôlyme sợi cacbon là đã có môđun đàn hồi: 155.000(loại S) đến 300.000  $N/mm^2$  (loại H).

Đặc tính kỹ thuật của vật liệu cacbon là: màu đen, có thành phần cacbon > 68%;  $\rho_a = 1,6 g/cm^3$ ; nhiệt độ khai thác >150°C; môđun đàn hồi: 155.000 - 300.000  $N/mm^2$ ; cường độ: 1400 đến 2400  $N/mm^2$ .

Tấm sợi cacbon là vật liệu mới còn rất có triển vọng khi dùng để sửa chữa các công trình bê tông đặc biệt trong các môi trường đặc biệt. ở châu Âu năm 1998-1999 đã bắt đầu chế tạo các cầu có nhịp 10-12 m hoàn toàn bằng tấm pôlyme sợi cacbon.



#### **4.4. Bê tông và vữa polyme**

Vữa và bê tông polyme là loại vữa hoặc bê tông dùng một phần hoặc toàn bộ chất kết dính là polyme.

Các loại chất kết dính thường dùng là polyme xi măng hoặc các loại polyme như sau

##### **4.4.1. Vữa xi măng polyme cải tiến**

Thành phần chủ yếu của loại vữa này là xi măng, polyme, chất độn vô cơ hạt mịn dạng bột và khi thi công được trộn với lượng nước khoảng 3,5lít/1bao 25kg. Mức độ hao tổn vật liệu từ 3 - 6 kg/m<sup>2</sup> cho hai lớp bảo vệ.

Ký hiệu của các loại vữa này là Sikatop 107, 110, 122, 610, R, 620. Vữa xi măng - cát trên cơ sở polyme axetat fomandehyt AXP - 3M hoặc PA - 1CA hoặc PA hoặc Phemal của Nga và Đức cũng có kết quả tương tự.

Các loại vữa polyme xi măng trên dùng cho việc chống thấm, chống ăn mòn của nước, làm lớp phủ bảo vệ chống ăn mòn và cacbua hóa cho kết cấu bê tông cốt thép.

##### **4.4.2. Vữa sửa chữa và kết nối epoxy**

Chất kết dính của các loại vữa xây thường là Epoxy Thixotropic hai thành phần hoặc ba thành phần và thành phần dung môi, chất kết dính và chất độn. Chất độn thường là silic siêu mịn hoặc xi măng. Tỷ lệ chất độn có thể là 1/1 hoặc 2/1 so với lượng chất kết dính. Tác dụng chính của loại vữa này là để tạo lớp màng sửa chữa và bịt các vết nứt của bê tông, kết nối bê tông với bê tông hoặc bê tông với thép. Các loại vữa thông dụng sử dụng ở Việt Nam là: ED20, ED6 của Nga - Sikadur731N, 732RT, 741N của Thụy sĩ, hoặc các sản phẩm tương tự của Grace (Mỹ). Ngoài ra để bơm vào các vết nứt cho bê tông có thể dùng nhựa epoxy không có các chất độn như ED20 - ED6 và nhựa epoxy loại hai thành phần và độ sệt thấp (752RT).

Để bảo vệ bê tông và thép có các loại lớp phủ mỏng gốc bitum hoặc gốc epoxy hoặc hắc ín, các loại lớp phủ này rất hiệu quả đối với các công trình ngầm hoặc nằm trong nước. Các sản phẩm trên biển như: Inertol88, Isisit6630M - A2000 (Thụy Sĩ) hoặc Axim C100 (Mỹ), còn có tác động tốt, ức chế ăn mòn cốt thép khi sửa chữa kết cấu bê tông cốt thép.

##### **4.4.3. Polyme xi măng**

Thành phần polyme xi măng bê tông thông thường gồm 0,5 - 2% là polyme, vữa epoxy hoặc AXP - 3M, CAPA - 1 tan trong nước, hỗn hợp vữa xi măng chiếm 21,5 - 28%, chất làm rắn 4 - 10% và chất độn.

Loại bê tông này rắn chắc sau 45 - 50 phút (hơi nhanh hơn bê tông xi măng); độ sụt 4 - 14cm; cường độ khoảng 30 - 50 MPa nếu tỷ lệ N/X = 0,4 - 0,45 và từ 45 - 60 MPa nếu tỷ lệ N/X 0,35 - 0,3; lượng xi măng khoảng 350 - 420 kg/m<sup>3</sup> bê tông.

Bê tông polyme - xi măng thường được dùng trong các công trình đặc biệt cần có độ chống thấm cao (B12 - B40) và chống ăn mòn tốt. Môđun đàn hồi của loại bê tông này từ  $(3,8 - 3,9) \times 10^5$  MPa.

## Chương 12

# VẬT LIỆU SƠN

### 1. KHÁI NIỆM CHUNG

Vật liệu sơn là vật liệu dạng lỏng có thành phần chính là dung môi, dầu sơn và các chất tạo màu. Sơn là vật liệu chính để bảo vệ chống gỉ cho kim loại, chống ẩm và phòng mục cho gỗ, bảo vệ các thiết bị chống tác dụng phá hoại của hóa chất và môi trường, đảm bảo điều kiện khai thác và tuổi thọ cho các phương tiện công trình xây dựng, giao thông vận tải.

Ở Việt Nam có nhiều nguyên liệu làm sơn như sơn ta, dầu thực vật v.v..., và đã chế tạo được nhiều loại sơn có giá trị. Các loại sơn ngoại nhập cũng rất phong phú và đa dạng.

Sơn là vật liệu sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực xây dựng (sơn thép, gỗ, bàn ghế, nhà cửa và các đồ dùng trong sinh hoạt), giao thông vận tải (sơn cầu, vạch dẫn đường, các phương tiện giao thông), cơ khí (sơn máy móc, thiết bị), 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, sơn cần phải thỏa mãn các yêu cầu chính sau: mau khô (không muộn hơn 24 giờ sau khi sơn), tính co giãn tốt, có độ bền cơ học cao, chịu được va chạm, bền thời tiết, bền đối với tác động của tia tử ngoại, tính dính bám cao vào vật liệu được sơn, có mặt nhẵn bóng, màu sắc phù hợp, v.v... Ngoài ra, sơn đặc biệt phải có độ cách điện, cách âm, bền nhiệt và bền hóa học, đảm bảo điều kiện vệ sinh.

Sơn được phân ra: sơn, vecni và các 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 bồi mặt, sơn lót, mattit gấn) để chuẩn bị bề mặt sơn. Tùy theo thành phần sơn có các loại sơn sau: sơn dầu, sơn tổng hợp, sơn silicat, sơn polyme.

### 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.

## 2.1. Chất kết dính

Chất kết dính là thành phần chính của sơn, quyết định độ quánh, cường độ, độ cứng và tuổi thọ của sơn. Tùy thuộc vào yêu cầu về độ dính bám với vật sơn, chọn chất kết dính là: pôlyme (trong sơn pôlyme, sơn men), cao su (trong sơn cao su), xenlulo dẫn suất (trong sơn nitro), dầu thực vật (trong sơn dầu), keo động vật và keo casein (trong sơn dính), chất kết dính vô cơ (trong sơn vôi, sơn ximăng, sơn silicát).

Việc sử dụng pôlyme tổng hợp trong sơn, vecni và dung môi hóa học trong hỗn hợp với dầu thực vật hoặc ximăng cho phép giảm đáng kể lượng dầu sơn và có thể sản xuất loại sơn có tuổi thọ và hiệu quả kinh tế cao.

Nguyên liệu chủ yếu của công nghiệp sơn là nhựa thiên nhiên và dầu thực vật. Dầu sơn 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 có tính dẻo. Dầu sơn 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.

*Dầu bán nguyên thể* được chế tạo từ dầu trùng hợp, dầu oxy hóa trộn với loại dầu đặc biệt khác.

*Dầu tổng hợp* 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 loại chất kết dính của loại sơn dính tan trong nước dùng cho sơn lót và mattit gấn, và cũng có thể làm chất ổn định khi chế tạo sơn và nhũ tương. Có nhiều loại keo như 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 pôlyme là loại nhựa tổng hợp có khả năng dính bám cao. Để chế tạo keo pôlyme người ta dùng nhựa polivinylaxetat.

## 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 ít tan trong nước và cả trong dung môi hữu cơ, dùng để cải thiện tính chất và tăng tuổi thọ của sơn.

Mỗi chất tạo màu có một màu sắc 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 nghiền mịn các loại vật liệu thiên nhiên. Trong nhóm này gồm có: đá phấn trắng, đất son khô màu vàng, minium sắt

( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ ) màu nâu hồng có độ bền ánh sáng và chống ăn mòn cao, môni thiên nhiên khô (bauxit loại màu ánh sáng hoặc loại tối) có màu hồng, than chì xám, glaucorit xanh và peoxit 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 ( $\text{TiO}_2$ ) 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 hoá 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 ( $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ ), 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, có chứa một lượng muối sunfat hoặc clorua kẽm; dùng cho sơn dầu, và sơn lót kim loại.

Ôxyt crom ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) màu xanh, bền với tác dụng của axit, kiềm, ánh sáng và nhiệt độ, dùng trong nhiều loại sơn.

Muội khí đốt là sản phẩm đốt khí axetylen, rất nhẹ, có khả năng che phủ và nhuộm màu cao, ổn định với tác dụng của axit và kiềm, dùng trong tất cả các loại sơn.

Bột màu ở dạng bột kim loại tinh khiết (bột nhôm, bột đồng thau), loại bột này đặc xong cho loại sơn rất đẹp.

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 hữu cơ khác.

Bột màu hữu cơ có tính ổn định kiềm, ổn định ánh sáng thấp.

Chất độn vô cơ không tan trong nước, màu trắng, pha vào sơn nhằm tiết kiệm chất tạo màu và làm cho sơn có cơ tính tốt hơn. Chất độn thường dùng là bột than, cát nghiền nhỏ, thạch cao, v.v...

### **2.3. Dung môi**

Dầu thông, dầu than đá, spirit trắng, etxăng thường được sử dụng làm dung môi cho sơn dính dạng nhũ tương.

### **2.4. Chất làm khô**

Chất làm khô làm tăng quá trình khô và cứng (đóng rắn) cho sơn hoặc vecni. Chất làm khô thường được sử dụng 5-8% trong sơn và 10% trong vecni. Trong sơn xây dựng hay dùng dung dịch muối chì - mangan của axit naftalen làm chất làm khô.

## 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 sơn có chất lượng cao.

## 3. CÁC LOẠI SƠN

Sơn được chia ra các loại: sơn dầu, sơn men, sơn pha nước, sơn pha nhựa bay hơi.

### 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: sơn đặc chứa 12 - 25%, còn sơn loãng chứa 30 - 35% dầu (so với khối lượng chất tạo màu).

Độ khô hoàn toàn của sơn dầu ở nhiệt độ 18 - 23°C không được lớn hơn 24 giờ.

Sơn dầu là loại sơn phổ biến dùng để sơn kim loại, gỗ và bê tông.

### 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 độ chống mài mòn tốt, mau khô, dùng để sơn kim loại, gỗ, bê tông, mặt vữa ở phía trong và phía ngoài nhà. Sơn men ankit, epôxy và urê - fomandêhyt là những loại sơn phổ biến hiện nay.

Sơn ankit 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 ankit gồm có nhiều loại sơn với tính ổn định nước, chống tác dụng của kiềm, độ bền và tuổi thọ khác nhau.

Sơn epoxy là loại huyền phù chất tạo màu trong dung dịch epoxy. 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 - fomandêhyt tạo ra sơn cacbamít, có độ bền nước cao dùng để sơn phủ ngoài trang thiết bị. Hiện nay thế giới hay sử dụng sơn hệ epoxy - urê than hoặc urê - than cải tiến.

### 3.3. Nhóm sơn pôlyme - ximăng, sơn silicát

Trong nhóm này gồm có sơn pôlyme - 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 silicát, sơn ximăng.

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 mặt bên trong nhà.

Sơn silicat được chế tạo từ bột đá phấn nghiền mịn, bột tan, bột kẽm trắng và bột màu bền kiềm với dung dịch thủy tinh 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.

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 dùng loại sơn bảo vệ đặc biệt. Chúng là huyền phù của bột kẽm, bột màu trong chất đồng trùng hợp silicat - silicon.

Sơn ximăng là loại sơn có dung môi là nước. Sơn pôlyme - ximăng được chế tạo từ chất tạo màu bền kiềm, bền ánh sáng cùng với ximăng và nhựa tổng hợp.

Sơn pôlyme - ximăng có màu sắc khác nhau phục vụ cho công tác thi công vào những mùa khác nhau.

#### 4. VECNI

Vecni dầu có nhựa là dung dịch trong dung môi hữu cơ nguyên thể - nhựa ankin hoặc nhựa tổng hợp đã được biến tính bằng dầu khô, được sử dụng quét mặt trong, mặt ngoài đồ gỗ, quét phủ lên sơn dầu màu sáng, pha sơn và men, 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 - focmandêhyt để quét sàn gỗ, gỗ dán, cũng như sàn từ tấm dăm bào ép. Các loại vecni peclovinyl, indenclorit được dùng để quét tráng ngoài sản phẩm sơn dầu nhằm tăng cường tính chống ăn mòn cho sơn.

Vecni bitum và vecni nhựa atphan là dung dịch bitum, nhựa atphan và dầu thực vật trong dung môi hữu cơ (etxăng hoặc benzen). Vecni bitum có màu đen hoặc nâu, ổn định với tác dụng xâm thực của axit và kiềm. Vecni bitum và nhựa atphan 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, 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 kín và kim loại.

Vecni nitroxenlulo và estexenlulo là dung dịch nhựa estexenlulo trong dung môi hữu cơ. Để nâng cao chất lượng của vecni gần đây người ta cho thêm các chất tăng dẻo -

nhựa nguyên thể, nhựa nhân tạo hoặc nhựa tổng hợp. Vecni nitroxenlulo có màu vàng hoặc màu nâu và dùng để quét các sản phẩm gỗ. Vecni estexenlulo không màu dùng để quét các sản phẩm gỗ có màu hoặc không màu.

## 5. VẬT LIỆU PHỤ

Trong thi công sơn người ta thường dùng những loại vật liệu phụ sau: mattit bồi mặt, mattit gắn, sơn lót.

Mattit bồi 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 sunfuric và phèn, keo và polyvinyl axeetat.

Mattit gắn là loại bột nhão dùng để gắn kính của sổ, liên kết rãnh soi, gắn những tấm thép mái. Để lắp kính của 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 hai dạng: sơn lót dưới lớp sơn nước và sơn lót dưới lớp sơn dầu và sơn tổng hợp.

Trong công tác hoàn thiện, sơn lót được sử dụng để giảm độ rỗng của mặt sơn, để giảm bớt lượng sơn đắt tiền và làm tốt hơn về bề 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.

## 6. SƠN BẢO VỆ KẾT CẤU THÉP

### 6.1. Yêu cầu kỹ thuật

Các loại sơn bảo vệ cầu thép, kết cấu xây dựng bằng thép trong điều kiện khí hậu nhiệt đới ngoài trời, chống được sự ăn mòn vật liệu do tác động thường xuyên theo thời gian của môi trường có độ xâm thực yếu (kí hiệu là "la") và trung bình (kí hiệu là "ma"). Theo tiêu chuẩn Việt Nam thường dùng là các bộ sơn chống khô, khả năng chống ăn mòn cao, sử dụng vật liệu trong nước.

Trường hợp cầu thép hoặc bộ phận kết cấu thép được đặt trong môi trường có độ xâm thực mạnh (kí hiệu là "ha"), cần có yêu cầu kỹ thuật riêng để bảo vệ, lựa chọn kĩ các loại sơn đặc biệt chủ yếu dùng sơn nhập ngoại trên cơ sở epoxy - kẽm - urêthane có kết hợp với các biện pháp điện hóa.

Sơn bảo vệ cầu và kết cấu thép được sản xuất thành bộ. Mỗi bộ gồm từ hai đến ba loại sơn:

- Sơn lót (lớp trong cùng)
- Sơn phủ (lớp ngăn cách)
- Sơn phủ ngoài cùng, tùy thuộc yêu cầu kỹ thuật và mức độ bảo vệ dầm cầu thép.

Bộ sơn bảo vệ cầu và kết cấu thép phải đạt yêu cầu kỹ thuật sau:

- Màng sơn phải đạt tính cách ly cao.
- Loại sơn lót phải có độ dính bám cao trên mặt thép, có tính thụ động cao chống ăn mòn.
- Loại sơn phủ phải bền màu, có độ dính bám cao với lớp lót, chịu được thời tiết nóng ẩm, chịu bức xạ mặt trời.

Các lớp của bộ sơn phải tạo thành một màng phủ có đủ chiều dày bám dính chặt với nhau và bao bọc kín bề mặt thép; ngoài ra còn chịu được axit, khí SO<sub>2</sub> và một số hóa chất khác.

Các chỉ tiêu kỹ thuật chủ yếu ghi trong bảng 12.1.

**Bảng 12.1**

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Mức chỉ tiêu	
			Sơn lót	Sơn phủ
1	Độ nhớt quy ước (ở nhiệt độ 25°C)	giây	30 - 40	30 - 40
2	Hàm lượng chất rắn	%	50 - 55	50 - 55
3	Độ mịn	μm	≤ 35	≤ 35
4	Thời gian khô (ở nhiệt độ 25°C)			
	Khô không bắt bụi	giờ	≤ 6	≤ 6
	Khô thực tế	giờ	≤ 24	≤ 24
5	Độ cứng màng sơn		≥ 0.36	≥ 0.36
6	Độ bền uốn của màng	mm	1	1
7	Độ dính bám của màng	điểm	1	1
8	Độ bền va đập	kG.cm	-	50
9	Độ chịu mặn, axit, dầu		> 4	không biến đổi
10	Tuổi thọ	năm	-	> 4
11	Chiều dày lớp sơn	μm	50	50
12	Độ hao tổn	m <sup>2</sup> /lít	5 - 11	5 - 11

## 6.2. Nguyên liệu làm sơn

Chất kết dính hữu cơ là chất tạo màng chủ yếu. Đối với sơn lót, chất tạo màng chủ yếu được sản xuất từ nhựa cao su clo hóa, nhựa phenol biến tính dầu, nhựa poliurêtan, hoặc nhựa epoxy. Đối với sơn phủ, chất tạo màng chủ yếu được sản xuất từ nhựa cao su clo hóa, nhựa vinyl, nhựa poliurêtan, nhựa polyacrylat, hoặc nhựa epoxy.



Chất độn chủ yếu là bột kêm, hoặc bột nhôm.

Ở Pháp thường dùng các loại sơn theo hệ thống.

Epoxy polyurêthane và các loại sơn ZN302 có chỉ tiêu sau: chiều dày màng sơn 50 - 40 $\mu$ m. Độ đặc 56%. Lượng hao tổn 11,2m<sup>2</sup>/lít. Hoặc EV771, PU 235, PU 239.

Hệ thống epoxy polyurêthane cải tiến.

Đó là các sơn EP 235, PU 239. Các loại sơn này có màng dày 40 $\mu$ m, độ đặc 59%, lượng hao tổn 14,7m<sup>2</sup>/lít.

Các loại sơn trên ở nhiệt độ 20°C bắt đầu khô sau 2 giờ và khô hẳn sau 12 - 16 giờ, có hàm lượng epoxy N<sup>o</sup>2 khoảng dưới 10%.

Theo AASHTO 69 - 70 sơn dùng cho kết cấu thép - đó là sơn nhôm.

Thành phần chính là bột nhôm và vecni (75% dầu thông), độ đặc > 50%, chất dầu ít nhất: 65%, độ lọt sàng 0,045mm là 99 - 100%, thời gian bắt đầu khô từ 2 đến 6 giờ, thời gian khô hẳn: 16 - 24 giờ, độ dai va chạm: 100, thời gian lưu giữ 6 tháng.

## 7. PHƯƠNG PHÁP THỬ

Phương pháp lấy mẫu sơn, bao gói, ghi nhãn, vận chuyển và bảo quản, theo TCVN 2090 - 1993.

Xác định màu sắc của sơn theo	TCVN 2102 - 1992 (ISO 3668: 1978).
Xác định độ nhớt quy ước theo	TCVN 2092 - 1993
Xác định độ mịn theo	TCVN 2091 - 1993
Xác định thời gian khô theo	TCVN 2096 - 1993
Xác định độ cứng của màng sơn theo	TCVN 2098 - 1993
Xác định độ bền uốn của màng theo	TCVN 2099 - 1993
Xác định độ dính bám của màng theo	TCVN 2097 - 1993
Xác định độ bền va đập của màng theo	TCVN 2110 - 1993

## 8. THI CÔNG SƠN

Quá trình thi công sơn được tiến hành theo các bước sau:

a) Chuẩn bị bề mặt vật liệu: làm sạch dầu, mỡ, gỉ và làm khô bề mặt. Với kết cấu thép cũ phải đánh gỉ, với kết cấu thép mới có thể làm sạch bằng phun cát với áp lực để làm sạch.

b) Lớp sơn 1: thông thường là lớp sơn lót chống gỉ.

c) Lớp sơn 2 (lớp sơn phủ): lớp sơn này bằng các loại sơn có độ đặc cao hoặc bằng mattit sơn để tạo mặt bằng cho kết cấu.

d) Lớp sơn 3: lớp sơn tạo màu cho kết cấu.

e) Lớp sơn 4: lớp làm bề mặt kết cấu bóng, đẹp và là lớp có chất lượng cao, có thể sơn bằng sơn vecni pôlyme.

Nguyên tắc sơn: Các lớp sơn sau chỉ được thi công sau khi lớp sơn trước đã khô hẳn.

## Phụ lục

### BẢNG CHUYỂN ĐỔI CÁC ĐƠN VỊ LIÊN QUAN

Chuyển từ hệ inch- pound	Sang hệ SI (hệ mét)	Hệ số chuyển đổi
inch(in .)	mm	25,4
inch(in .)	m	0,0254
foot (ft)	m	0,3048
square inch(sq.in.)	mm <sup>2</sup>	645,2
square inch(sq.in.)	m <sup>2</sup>	0,0006452
square foot (sq.ft.)	m <sup>2</sup>	0,0929
kip	N	4448,0
kip	kgf	453,6
pound (lb)	N	4,448
pound(lb)	kgf	0,4536
kip/ square inch(ksi)	MPa	6,895
pound/ square foot (psf)	kPa	0,04788
pound/ square inch(psi)	kPa	6,895
pound	kg	0,4536
ton(200lb)	kg	907,2
tonne(t)	kg	1.000
kip/ linear foot(klf)	kg/m	1488
pound/ linear foot(plf)	kg/m	1,488
pound/ linear foot(plf)	N/m	14,593
inch – pound (in.-lb)	N.m	0,1130
foot-pound(ft.-lb)	N.m	1,356
foot – kip (ft.- k)	N.m	1356
degree(deg F)	Celsius (C)	$t_c = (t_F - 32)/1,8$
Section modulus(in. <sup>3</sup> )	mm <sup>3</sup>	16.387
Moment of inertia(in. <sup>4</sup> )	mm <sup>4</sup>	416.231
Modulus of elasticity (psi)	MPa	0,006895

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phùng Văn Lự, Phạm Duy Hữu, Phan Khắc Trí. *Vật liệu xây dựng*. NXB Giáo dục. 1977.
2. Phạm Duy Hữu, Ngô Xuân Quảng. *Vật liệu xây dựng*. NXB GTVT 2001
3. Phạm Duy Hữu, V.I. XALOMATOB. *Biện pháp tăng cường tuổi thọ và độ tin cậy BTCT bằng con đường sử dụng vật liệu Polyme (tiếng Nga)*. MIIT Maxcova. 1989.
4. Phạm Duy Hữu. *Lựa chọn phương pháp thiết kế cấu trúc hợp lý bê tông asphan (B95-17-60)*. Hà Nội. 1995
5. Phạm Duy Hữu. *Vật liệu xây dựng mới*. NXB Giao thông. 2002
6. Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam. 1999
7. *Tiêu chuẩn ACI (Mỹ), DOE (Anh), ACI 211, ACI 363. R. 88*
8. V.I. XALOMATOB. *Công nghệ mạnh bê tông (tiếng Nga)*. Maxcova. 1989.
9. A.M. NEVILL. *Propertmes of concrete*. London. 1991.
10. Asphalt institute. *Mix design methods for asphalt concrete*. 1994
11. A.G. LAQUERBE.LEBETON. Rennes. 1994
12. Viện asphanlt Mỹ. *Tính toán bề dày mặt đường asphan*. 1991
13. F.de Larrard. R. Le Roy. *Materiau beton et armatures*. Paris. 1993
14. WORLD OF 1997- CONCRETE. ASIA
15. The SHELL BITUM. London. 1991
16. MALIER-LES BETONS A HAUTES PERFORMANCES.
17. Presses de l'e'conle nationale des Ponts et Chause'es Paris. 75007. 2001
18. Quy phạm BS8110-77 Anh Quốc. *Bê tông và bê tông cốt thép*
19. M.S. SHETY. *Concrete Tecnology*. 2003. London
20. K. Ozanma, M. Cuchi-Tokyo, Japan 2002. *Self Compacting concrete*.
21. Muller. *Materials and Technology for the production of high performace concrete*. CzecP 11-1999.
22. ARTHUR H. NILSON. *Design of Prespressed concrete*. New York, Sanphrancico. 1999.
23. Kenneth N. Derucher. *Materials For Civil and HighWay Engineers*. Caliphonia. 07458.
24. J. BARON. *Le beton hydraulique*. Paris. 1988

# MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
<b>Lời mở đầu</b>	3
<b>Chương 1. Những tính chất của vật liệu xây dựng</b>	
1. Khái niệm	5
2. Tính chất vật lý của vật liệu xây dựng	6
3. Những tính chất vật lý có liên quan đến nước	10
4. Những tính chất vật lý có liên quan đến nhiệt	16
5. Các tính chất cơ học	19
<b>Chương 2. Vật liệu đất, đá xây dựng</b>	
1. Khái niệm	30
2. Đá thiên nhiên	33
3. Vật liệu đá thiên nhiên	41
4. Thành phần và tính chất của đất	45
<b>Chương 3. Cốt liệu xây dựng</b>	
1. Mở đầu	53
2. Phân loại và phương pháp sản xuất cốt liệu	53
3. Lý thuyết về cấp phối và thành phần hạt của cốt liệu	55
4. Cốt liệu nhân tạo	56
5. Cốt liệu làm vật liệu đệm	57
6. Nguyên lý về cốt liệu để chế tạo bê tông xi măng pooclăng	58
7. Nguyên lý về cốt liệu chế tạo bê tông atphan	61
8. Sử dụng cốt liệu địa phương	63
9. Các tiêu chuẩn ASTM đối với cốt liệu	64
10. Keramzit	66
<b>Chương 4. Xi măng và chất kết dính vô cơ</b>	
1. Khái niệm chung	68
2. Vôi canxi	69
3. Thạch cao	72
4. Thủy tinh lỏng	73
5. Chất kết dính hỗn hợp	74
6. Vôi thủy và xi măng La Mã	75
7. Xi măng pooclăng (xi măng silicat)	75
8. Xi măng đặc biệt	91
	285

## **Chương 5. Bê tông xi măng**

1. Khái niệm chung về bê tông	97
2. Cấu trúc của bê tông xi măng	99
3. Tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông	101
4. Vật liệu chế tạo bê tông nặng	126
5. Thiết kế thành phần bê tông nặng	133
6. Công nghệ bê tông xi măng	145
7. Các loại bê tông paoclăng đặc biệt	148
8. Bê tông nhẹ	152

## **Chương 6. Vữa xây dựng**

1. Khái niệm chung	155
2. Nguyên liệu chế tạo vữa	155
3. Tính chất của hỗn hợp vữa và vữa	156
4. Lựa chọn thành phần của vữa	159

## **Chương 7. Vật liệu kim loại**

1. Phân loại	162
2. Cấu trúc tinh thể kim loại	163
3. Cấu tạo của hợp kim và biểu đồ trạng thái	165
4. Các tính chất cơ học của vật liệu kim loại	169
5. Các loại thép xây dựng	172
6. Cốt thép cho kết cấu bê tông cốt thép và bê tông cốt thép dự ứng lực	176
7. Độ lâu bền của thép và cốt thép	184
8. Gang	189
9. Hợp kim nhôm	190

## **Chương 8. Vật liệu gỗ**

1. Khái niệm	191
2. Cấu tạo gỗ	191
3. Tính chất của gỗ	193
4. Khuyết tật của gỗ	199
5. Các biện pháp bảo quản gỗ	200
6. Vật liệu, sản phẩm và kết cấu gỗ	203

## **Chương 9. Bitum xây dựng đường ô tô và sân bay**

1. Khái niệm và phân loại chất kết dính hữu cơ	205
2. Bitum xây dựng đường	207
3. Các tính chất của bitum quánh dùng xây dựng đường	211

4. Bitum lỏng làm đường	219
5. Các loại bitum cải tiến làm đường ô tô và sân bay	221
6. Nhũ tương xây dựng đường	230
7. Các ứng dụng khác của hỗn hợp vật liệu bitum	235
<b>Chương 10. Bê tông atphan</b>	
1. Khái niệm và phân loại bê tông atphan	237
2. Cấu trúc của bê tông atphan	238
3. Các tính chất của bê tông atphan	239
4. Vật liệu chế tạo bê tông atphan	249
5. Thiết kế thành phần bê tông atphan	252
6. Công nghệ chế tạo bê tông atphan	264
<b>Chương 11. Vật liệu chất dẻo xây dựng</b>	
1. Khái niệm và phân loại vật liệu chất dẻo xây dựng	267
2. Thành phần cơ bản của vật liệu chất dẻo	268
3. Các tính chất của chất dẻo	271
4. Vật liệu xây dựng chất dẻo	271
<b>Chương 12. Vật liệu sơn</b>	
1. Khái niệm chung	275
2. Thành phần của sơn	275
3. Các loại sơn	278
4. Vecni	279
5. Vật liệu phụ	280
6. Sơn bảo vệ kết cấu thép	280
7. Phương pháp thử	282
8. Thi công sơn	282
<b>Phụ lục. Bảng chuyển đổi các đơn vị liên quan</b>	283
<b>Tài liệu tham khảo</b>	284

# VẬT LIỆU XÂY DỰNG ĐƯỜNG ÔTÔ VÀ SÂN BAY

*Chịu trách nhiệm xuất bản:*

BÙI HỮU HẠNH

<i>Biên tập:</i>	NGUYỄN MINH KHÔI ĐÀO NGỌC DUY
<i>Chế bản điện tử:</i>	VŨ HỒNG THANH
<i>Sửa bản in:</i>	NGUYỄN MINH KHÔI ĐÀO NGỌC DUY
<i>Trình bày bìa:</i>	NGUYỄN HỮU TÙNG

---

In 1000 cuốn khổ 19 × 27cm, tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số 810/XB-QLXB-19 ngày 15/6/2004. In xong nộp lưu chiểu tháng 12/2004.





