

Chương VI

VẬT LIÊU VÔ CƠ

VÀ VẬT LIÊU COMPOZIT

Bài 21. CHẤT DẪO VÀ CAO SU

Mục tiêu: - Trình bày đặc điểm cấu trúc, tính chất, phân loại và công dụng của chất dẻo và cao su.

I. Chất dẻo

1. Tính chất chung, phân loại

Chất dẻo là vật liệu nhân tạo, được chế tạo trên cơ sở các polyme hữu cơ. Chất dẻo khi nung nóng thì mềm ra, rã chảy, khi có lực ép chúng sẽ dãn thành hình dạng mong muốn và giữ nguyên dạng cho đến khi nguội lại.

a. Tính chất chung của các loại chất dẻo

Có tính dẫn nhiệt thấp. Có hệ số dẫn nhiệt thấp.

Trong suốt và quang học.

Không bị ăn mòn và có tính ổn định hóa học cao.

Tính ma sát và chống ma sát đều tốt. Độ bền cơ học của một số loại chất dẻo tương đương với thép ($\sigma_b = 3 \div 100 \text{ KG/mm}^2$ hoặc cao hơn).

Có tính công nghệ tốt (dễ tạo hình, ép, dán, hàn, gia công cắt gọt).

Nhược điểm chủ yếu của chất dẻo là tính ổn định nhiệt không cao, mô đun đàn hồi thấp, dễ dãn và dễ bị biến dạng kim loại và hợp kim, dễ bị lão hóa.

b. Phân loại

* Theo đặc tính của chất liên kết: chất dẻo nhiệt dẻo và chất dẻo nhiệt rắn.

- Chất dẻo nhiệt dẻo có thể tái sinh được. Khi tạo hình có độ co nhỏ ($1 \div 3\%$), tính đàn hồi cao, ít dãn và có khả năng hóa bền định hình bằng nhiệt. Thông thường chất dẻo nhiệt dẻo không dùng chế tạo. Gần đây người ta cho thêm chất dẻo vào chất dẻo để tăng độ bền vật liệu compozit.

- Chất dẻo nhiệt rắn như có chất đông cứng chuyển chất dẻo từ trạng thái chất liên kết sang trạng thái chất ổn định nhiệt có thể chịu được môi trường không gian bền vững hơn. Độ co nhỏ (đến $10 \div 15\%$). Loại này thường dùng chế tạo.

* Theo công dụng: chất dẻo chịu lực và chất dẻo không chịu lực.

2. Các chất dẻo và công nghệ

2.1 Polyetylen (PE)

Polyetylen là chất dẻo không màu, không mùi, không vị, độ cứng không cao. PE là polyme tinh thể, loại PE mật độ thấp (PE-LD) chứa 55÷65% pha tinh thể, còn loại mật độ cao (PE-HD) chứa 74÷90% pha tinh thể.

Không nhiệt độ tan chảy PE nằm trong axit sunfuric, axit nitric loãng và các axit HCl, H₃PO₄ đậm đặc.

Công nghệ: Chế tạo PE màng và tìm kiếm cách đun polyme từ trạng thái lỏng, nóng chảy trên 160°C qua khe vòng hoặc phễu. Màng PE dùng làm túi bao gói, áo đi mưa, khăn trải bàn v.v...

2.2 Polypropylen (PP)

Polypropylen là chất dẻo trong suốt, không màu, không mùi, không vị. Là chất dẻo kết tinh với mức độ tinh thể hóa 56÷63%.

PP có tính chống thấm tốt hơn PE nên thường chế tạo các màng mỏng để bao gói hoặc bao quilib kim loại không gỉ có độ bền cao. Tính cách điện tốt và chịu nóng tốt hơn PE nên dùng để bọc dây điện.

2.3 Polystyren (PS)

Polystyren là chất dẻo trong suốt, cứng, giòn, không mùi, không vị, cháy khi đun nóng, dễ gia công bằng phương pháp ép và đúc để tạo áp suất, chịu ăn mòn hóa học tốt, cách điện tốt.

Dùng chế tạo các vật phẩm sinh hoạt như bàn ghế, quần bát, hộp đựng xà phòng, cán dao cạo râu, cốc áo, ly cốc, thìa, cốc, đĩa, chai v.v... Sản phẩm PS có thể dùng các thanh, băng, sợi bằng phương pháp ép đùn.

2.4 Thủy tinh hữu cơ

Thủy tinh hữu cơ là chất dẻo nhiệt dẻo trong suốt, vô định hình, không màu, đàn hồi, mềm hoặc dính ở nhiệt độ thấp.

Thủy tinh hữu cơ rất nhẹ, khối lượng riêng $\gamma = 1,18 \text{ g/cm}^3$ (nhẹ hơn 2 lần so với thủy tinh silicat).

Thủy tinh hữu cơ dùng để sản xuất các tấm chắn gió trên ô tô, tàu hỏa, tàu thủy, máy bay v.v... chế tạo các thanh, phương pháp đúc.

3. Các chất dẻo nhiệt rắn và công nghệ

3.1 Phenol – formaldehyd

Đây là tên gọi chung của các nhựa tổng hợp từ hai chất là phenol (C₆H₅OH) và formaldehyd (CH₂O).

Khi tỉ lệ phenol/formaldehyd là 6/5 hoặc 7/6 có độ pH < 7 (môi trường axit) polyme tạo thành là nhựa novolac có tính nhiệt dẻo.

Khi tỉ lệ phenol/formaldehyde là 6/7, có độ pH > 7 (môi trường kiềm) polyme tạo thành có tên là nhựa rezolic có tính nhiệt rắn.

3.2 Amino – formaldehyd

Nhựa amino – formaldehyd là các loại nhựa tổng hợp từ formaldehyd và các amino như ure

3.3 Epoxi

Khả năng đông cứng của nhiệt độ thường là một ưu thế của nhóm epoxi, tiêu biểu khi trộn với các sơn phủ có kích thước lớn.

II. Cao su

1. Cấu tạo và tính chất

Cao su là một loại vật liệu kỹ thuật có đặc tính đặc biệt là khả năng đàn hồi cao. Cao su là một polyme hữu cơ mà nhiệt độ thường nó đã ở trạng thái đàn hồi cao, khả năng biến dạng đàn hồi ở nhiệt độ trong phòng có thể đến 1000% (kéo dài 1%). Mô đun đàn hồi thấp $E = 0,1 \div 1 \text{ KG/mm}^2$. Cao su chịu kéo tốt nhưng chịu nén rất kém. Cao su không thấm khí, không thấm nước, bền trong các môi trường tự nhiên, cách điện tốt, có một số tính chất.

Về tính chất, cao su là polyme nhiệt dẻo. Khi cho vào khuôn vào cao su ta nhận được các cấu tạo mà chỉ không gian gọi là cao su được lưu hóa. Phân tử vào vào khuôn vào khuôn để vào cao su để dày đặc của mạch liên kết có khác nhau. Cao su thiên nhiên chưa lưu hóa có độ bền $\sigma_b = 0,10 \div 0,15 \text{ KG/mm}^2$, sau khi lưu hóa $\sigma_b = 3,5 \text{ KG/mm}^2$ độ bền tăng đáng kể và tăng tính chất mài mòn.

2. Thành phần cấu tạo và công dụng các chất phụ gia

Ngoài cao su đóng vai trò chất liên kết, các chất phụ gia cho vào để chia ra các loại: chất lưu hóa, chất xúc tiến lưu hóa, chất chống lão hóa, chất hóa dẻo, chất độn v.v...

2.1 Chất lưu hóa

Chất lưu hóa nguyên thủy và thông dụng nhất là lưu huỳnh trộn với cao su thiên nhiên hoặc cao su butadiene và các cao su nguyên liệu khác khi nung lên $140 \div 160^\circ\text{C}$, tạo ra liên kết ngang giữa các mạch cao su, chuyển cao su dẻo thành thành mạch liên kết không gian.

2.2 Chất chống lão hóa

Nguyên nhân lão hóa chủ yếu của cao su là cao su bị oxy hóa trong quá trình sử dụng. Khi có ánh sáng và oxy tác động thì trên bề mặt cao su bị lão hóa. Ngoài ra các tia tử ngoại, tia cực tím và tia hồng ngoại cũng có tác động làm lão hóa mạnh hơn.

2.3 Chất hóa dẻo

Chất hóa dẻo có tác động làm tăng tính dẻo, tính đàn hồi của cao su, tăng tính chịu lực, giảm nhiệt độ chuyển tiếp thủy tinh hóa, làm dẻo tính công nghệ.

2.4 Chất độn

Khi dùng cao su thiên nhiên hoặc cao su chloropren, cao su butyl có thể không cần dùng chất độn, tất cả các cao su tổng hợp còn lại đều phải dùng chất độn. Chất độn có tác động tăng độ bền kéo đứt và với cao su thiên nhiên sau khi lưu hóa lên $1,6 \div 2$ lần, độ bền với cao su tổng hợp tăng đến $8 \div 10$ lần.

3. Các loại cao su thông dụng chung

3.1 Cao su thiên nhiên

Cao su thiên nhiên lấy từ mủ của một loại cây rừng nguyên gốc từ các rừng nhiệt đới châu Á và châu Mỹ La Tinh.

Cấu tạo mạch phân tử cao su thiên nhiên gồm các mắt xích chuỗi dài của một số liên các nhóm isopenten.

3.2 Cao su divinyl (C_4H_6)_n

Divinyl hay butadien là tên gọi của monome ban đầu để tổng hợp thành cao su butadien, có công thức (C_4H_6)_n.

3.3 Cao su poliisopren

Ngay từ ta có thể tổng hợp được cao su isopren có cấu tạo tương tự như cao su thiên nhiên (C_5H_8)_n.

4. Cao su công dụng đặc biệt

4.1 Cao su chịu dầu mỡ

Các loại cao su thông dụng như cao su thiên nhiên, cao su divinyl, cao su isopren là những cao su có tính chất không phân cực, dễ bị dầu mỡ ăn mòn vì chúng dễ hòa tan trong các dung môi béo. Muốn cao su bền vững trong dầu mỡ, thì cấu tạo mạch của nó phải có tính phân cực. Các monome để tạo nên cao su chịu dầu mỡ thông dụng là các cao su tổng hợp.

Đặc biệt sử dụng rừng rãi để chế tạo dây đai, băng tải, băng chuyền, đệm, lót, phớt trong các máy bơm dầu v.v...

4.2 Cao su chịu nhiệt

Thông dụng dùng nhiệt là cao su dimethyl siloxan.

Điện trở suất: 26÷28 KV/mm

4.3 Cao su chống mài mòn

Cao su uretan là cao su có tính chất chống mài mòn cao, cao su uretan có độ bền cao, đàn hồi tốt, chống mài mòn tốt, bền vững trong dầu mỡ.

Công dụng: Dùng chế tạo (vỏ) lốp ô tô, băng tải, bích công và máng vận chuyển vật liệu hạt, làm gót giày v.v...

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày cấu tạo, tính chất, phân loại và công dụng của chất dẻo và cao su.
2. Trình bày đặc điểm một số chất dẻo và công dụng: PE, PP, PS, thủy tinh hữu cơ và các loại cao su thông dụng.
3. Trình bày đặc điểm một số chất dẻo nhiệt rắn và công dụng: Phenol – formaldehyd, amino - formaldehyd, epoxi.
4. Thành phần đơn pha chế và công dụng các chất phụ gia là gì ?

Bài 22. VẬT LIỆU COMPOZIT

Mục tiêu: - Trình bày đặc điểm của vật liệu compozit; đặc điểm, công dụng của sợi thủy tinh, sợi cacbon, compozit sợi pha và compozit cấu trúc.

I. Cấu tạo của vật liệu compozit

1. Quy luật kết hợp

Từ compozit xuất phát từ một thuật ngữ tiếng Pháp là composite nghĩa là vật liệu pha hợp.

Vật liệu compozit là loại vật liệu gồm hai hay nhiều vật liệu khác nhau kết hợp lại, trong đó các yếu tố để tạo ra một loại vật liệu thành phần để các pha hợp với nhau, hoặc từ nên một loại vật liệu có chất lượng mới hoàn toàn mà nếu để riêng rẽ thì không một loại vật liệu thành phần nào có thể đáp ứng được, còn những đặc điểm của một vật liệu thành phần thì được kế thừa.

2. Liên kết nền – cốt

Vật liệu compozit có hai thành phần chính là vật liệu cốt và vật liệu nền.

- Nhiệm vụ chính của vật liệu cốt là chịu tải trọng nên phải có độ bền cao. Vật liệu cốt thường là sợi như sợi cacbon, sợi thủy tinh, sợi bo, sợi polyme, sợi kim loại, sợi graphit hoặc có thể dùng hạt như hạt cacborun (SiC), corindon (Al_2O_3), cacbit bo (B_4C) v.v...

- Vật liệu nền thực hiện nhiệm vụ kết liên kết từ nên sẽ liên kết từ giữa các thành phần cốt. Vật liệu nền là các vật liệu có tính dẻo cao. Vật liệu nền thông thường chia ra ba loại: polyme, cacbon và kim loại dẻo. Vật liệu nền polyme thường là các polyester, vật liệu nền kim loại thường là nhôm, đồng, niken.

Đặc điểm chính của vật liệu compozit là:

- Là vật liệu nhiều pha, các pha không hòa tan vào nhau và phân cách bằng ranh giới pha, trong đó nền là pha liên tục còn cốt là các pha gián đoạn.

- Trong compozit, thể tích, hình dáng, kích thước cũng như sự phân bố của nền và cốt tuân theo các quy định thiết kế trước.

- Tính chất của các pha thành phần được pha hợp để từ nên tính chất chung của compozit.

Tuy nhiên, phải lưu ý rằng sao cho các tính chất của vật liệu thành phần có thể kết hợp với nhau và phát huy được trên các tính toán và các vật liệu thành phần cốt và nền phải chọn sao cho có hiệu quả dẫn nhiệt phải gần bằng nhau để bảo đảm tính truyền nhiệt liên tục giữa cốt và nền trong quá trình làm việc.

3. Phân loại

- Phân loại theo bốn chất cấu tạo có:
 - + Compozit nền chất dẻo
 - + Compozit nền kim loại
 - + Compozit nền gốm
 - + Compozit nền hỗn hợp nhiều pha
- Phân loại theo hình học hoặc đặc điểm cấu trúc cấu tạo có thể phân thành ba nhóm: composit cấu trúc, composit cấu tạo sợi và composit cấu trúc.

Hình dạng, kích thước, hàm lượng và sự phân bố cấu tạo là những yếu tố có ảnh hưởng mạnh đến tính chất của composit. Composit cấu trúc và cấu tạo sợi khác nhau ở kích thước hình học cấu tạo: cấu tạo sợi có thể là chiều dài trên bề mặt kính khá lớn, còn cấu trúc là các phần tử được trộn.

Composit cấu trúc là các bán thành phẩm trong đó thông dụng nhất là dùng lớp và dùng tấm, được cấu thành từ vật liệu được nhúng, phủ hoặc ép với các composit khác.

II. Các loại vật liệu composit thông dụng

1. Sợi thủy tinh

Composit sợi thủy tinh là loại composit thông dụng nhất hiện nay gồm cấu tạo là các sợi thủy tinh vô cơ chất lượng cao, nền bằng chất dẻo nhiệt dẻo hoặc chất dẻo nhiệt rắn.

Ưu điểm của composit sợi thủy tinh là có độ bền cao, chịu va đập tốt hơn composit sợi cacbon, nên dùng trong nhiều môi trường hóa học và giá thành rẻ.

Nhược điểm composit của sợi thủy tinh là mô đun đàn hồi thấp và tính chất mòn kém làm giảm độ bền nên có cấu tạo vật liệu. Tính bám dính trên nền polyme kém, đặc biệt là khi có mặt của hơi ẩm. Do đó khi chế tạo composit sợi thủy tinh đòi hỏi phải có thêm xúc tác kết dính hóa học trên bề mặt sợi thủy tinh.

Composit sợi thủy tinh được ứng dụng rất rộng rãi để chế tạo mũi xe, vỏ tàu, tấm chắn xe v.v... trong ngành sản xuất ô tô; mũi, đầu máy bay, đuôi, nắp động cơ v.v... trong ngành hàng không; cánh quạt, vỏ máy bơm v.v... trong ngành chế tạo thiết bị công nghiệp và dùng cho gia dụng.

2. Sợi cacbon

Composit sợi cacbon là một loại vật liệu composit gồm cấu tạo là sợi cacbon và nền là các loại polyme.

Sợi cấu tạo cacbon nhận được bằng cách nhiệt luyện các sợi hữu cơ. Sợi hữu cơ thường dùng là đường sợi chitosan, sợi bột, tấm bột, tấm vải. Thép trong kỹ thuật thường dùng các loại sợi visco và polyacrilo-nitril (PAN).

3. Composit sợi pha

Vật liệu cấu tạo được thường là sợi cacbon và sợi thủy tinh, nền là epoxi hay polyester.

Composit sợi pha có độ bền cao, đàn hồi tốt, cứng vững, dai và giá thành rẻ.

Composit sợi pha thường dùng chế tạo các thanh cấn, khung sườn xe, bánh răng v.v... trong ngành ô tô, tàu thủy, hàng không v.v...

4. Composit cấu trúc

Khái niệm composit cấu trúc là để chỉ các bán thành phẩm dùng làm ba lớp để tạo thành bằng cách kết hợp các vật liệu dùng nhét với vật liệu composit theo những phương pháp khác nhau. Vì vậy tính chất của composit cấu trúc không những phụ thuộc vào tính chất của các vật liệu thành phần mà còn phụ thuộc vào số lớp xếp và kiến trúc hình học của chúng trong kết cấu của tấm.

Composit cấu trúc dùng làm ba lớp để chế tạo nên rất dễ làm trăn, sần, tạo nên nhà hay vỏ, thân, cánh, đuôi máy bay v.v...

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày cấu tạo của vật liệu composit.
2. Trình bày đặc điểm, công dụng của sợi thủy tinh, sợi cacbon, composit sợi pha và composit cấu trúc.