

BỘ LAO ĐỘNG VÀ THƯƠNG BINH XÃ HỘI
TỔNG CỤC DẠY NGHỀ

GIÁO TRÌNH

Tên môn học: Vật liệu điện lạnh
NGHỀ: KỸ THUẬT MÁY LẠNH VÀ
ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ

TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP NGHỀ

*Ban hành kèm theo quyết định số: 120 /QĐ – TCDN ngày 25 tháng 2 năm 2013
của Tổng cục trưởng Tổng cục dạy nghề*



Hà Nội, năm 2013

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

LỜI GIỚI THIỆU

Kỹ thuật điện lạnh là ngành khoa học nghiên cứu, thiết kế, chế tạo và ứng dụng các hệ thống điện, hệ thống lạnh và điều hòa không khí.

Tuổi thọ, độ tin cậy, giá vận hành, hiệu quả kinh tế của thiết bị phụ thuộc rất nhiều vào vật liệu chế tạo và vật liệu phụ. Bởi vậy việc sử dụng đúng loại vật liệu chế tạo, vật liệu thay thế, vật liệu phụ là rất quan trọng.

Giáo trình vật liệu điện lạnh nhằm trang bị cho học sinh - sinh viên những kiến thức cơ bản về các loại vật liệu dùng trong ngành. Giáo trình gồm 2 phần chính:

Chương I: Vật liệu kỹ thuật điện

Chương II: Vật liệu kỹ thuật lạnh

Do tài liệu tham khảo không nhiều, trình độ người biên soạn có hạn nên không tránh khỏi những thiếu sót. Tác giả rất mong đợi những nhận xét, đánh giá, góp ý của đông đảo bạn bè và đồng nghiệp.

Hà Nội, ngày 15 tháng 12 năm 2012

Tham gia biên soạn

1. Chủ biên: Phan Văn Thảo

MỤC LỤC

| ĐỀ MỤC | TRANG |
|--|--------------|
| LỜI GIỚI THIỆU | 1 |
| MỤC LỤC | 2 |
| CHƯƠNG TRÌNH MÔN HỌC VẬT LIỆU ĐIỆN LẠNH | 3 |
| CHƯƠNG 1. VẬT LIỆU KỸ THUẬT ĐIỆN | 4 |
| 1. Vật liệu cách điện | 4 |
| 1.1. Khái niệm và đặc tính của chất cách điện | 4 |
| 1.2. Chất cách điện thể khí | 6 |
| 1.3. Chất cách điện thể lỏng | 7 |
| 1.4. Chất cách điện hữu cơ | 8 |
| 1.5. Sơn và êmay cách điện | 9 |
| 1.6. Vật liệu cách điện dạng xơ | 10 |
| 1.7. Vật liệu cách điện dạng dẻo | 11 |
| 1.8. Vật liệu cách điện từ Mica | 11 |
| 1.9. Sứ cách điện | 12 |
| 2. Vật liệu dẫn điện..... | 13 |
| 2.1. Vật liệu dẫn điện..... | 13 |
| 2.2. Đồng | 14 |
| 2.3. Nhôm | 15 |
| 2.4. Một số kim loại dẫn điện khác | 17 |
| 2.5. Các hợp kim có điện trở suất cao | 18 |
| 2.6. Dây dẫn làm dây quấn máy điện (dây điện từ) | 19 |
| 2.7. Vật liệu bán dẫn..... | 20 |
| CHƯƠNG 2. VẬT LIỆU KỸ THUẬT LẠNH..... | 22 |
| 1. Vật liệu kỹ thuật lạnh..... | 22 |
| 1.1. Vật liệu kim loại | 22 |
| 1.2. Vật liệu phi kim | 25 |
| 1.3. Vật liệu cách nhiệt cơ bản | 28 |
| 1.4. Dầu bôi trơn..... | 29 |
| 2. Vật liệu cách ẩm hút ẩm..... | 32 |
| 2.1. Vật liệu cách ẩm | 32 |
| 2.2. Vật liệu hút ẩm | 34 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO..... | 39 |

TÊN MÔN HỌC: VẬT LIỆU ĐIỆN LẠNH

Mã môn học: MH 11

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học:

- Được bố trí sau khi đã học xong các môn học chung và cơ sở kỹ thuật điện.

- Là môn học bắt buộc.

Mục tiêu của môn học:

- Trình bày được các kiến thức cơ bản về vật liệu kỹ thuật điện và vật liệu kỹ thuật nhiệt lạnh

- Lựa chọn được các vật liệu để lắp đặt và sửa chữa hệ thống điện lạnh

- Nghiêm túc tìm hiểu về các đặc tính của các vật liệu để sử dụng đúng mục đích.

Nội dung của môn học:

| Số TT | Tên chương mục | Thời gian (tiết) | | | |
|-------|------------------------------------|------------------|-----------|-------------------|-----------------------|
| | | Tổng số | Lý thuyết | Thực hành Bài tập | Kiểm tra*(LT hoặc TH) |
| I | Bài mở đầu | 1 | 1 | | |
| | Vật liệu kỹ thuật điện | 17 | 16 | | 1 |
| II | Vật liệu cách điện (chất điện môi) | 8 | 8 | | |
| | Vật liệu dẫn điện | 8 | 8 | | |
| III | Kiểm tra | 1 | | | 1 |
| | Vật liệu kỹ thuật lạnh | 12 | 11 | | 1 |
| | Vật liệu kỹ thuật lạnh | 7 | 7 | | |
| | Vật liệu cách ẩm, hút ẩm | 4 | 4 | | |
| | Kiểm tra | 1 | | | 1 |
| | Cộng | 30 | 28 | | 2 |

CHƯƠNG 1: VẬT LIỆU KỸ THUẬT ĐIỆN

Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm và cấu tạo của vật liệu dẫn điện, cách điện
- Phân loại được chính xác chức năng của từng vật liệu cụ thể
- Trình bày được những kiến thức cơ bản về cơ, lý, hoá và tính năng, tác dụng của vật liệu cách điện;
- Trình bày được những kiến thức cơ bản về cơ, lý, hoá và tính năng tác dụng của vật liệu dẫn điện đồng thời giúp học sinh nắm được phạm vi ứng dụng của vật liệu dẫn điện.
- Nghiêm túc tìm hiểu về các đặc tính của các vật liệu để sử dụng đúng mục đích.

Nội dung chính:

1. VẬT LIỆU CÁCH ĐIỆN:

* Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm và cấu tạo của cách điện
- Phân loại được chính xác chức năng của từng vật liệu cụ thể
- Trình bày được những kiến thức cơ bản về cơ, lý, hoá và tính năng, tác dụng của vật liệu cách điện;

1.1. Khái niệm và đặc tính của chất cách điện:

1.1.1. Khái niệm:

- Vật liệu cách điện hoặc chất điện môi là chất dùng nó để thực hiện cách điện cho các phần dẫn điện của các chi tiết trong thiết bị điện.
- So với vật liệu dẫn điện thì vật liệu cách điện có điện trở lớn hơn nhiều.
- Đặc tính của chất điện môi là khả năng tạo nên ở trong nó một điện trường lớn và tích lũy được năng lượng điện.

1.1.2. Phân loại các chất điện môi:

- + Theo trạng thái vật thể chất điện môi gồm: chất khí, lỏng và rắn
- + Theo bản chất hóa học, chất điện môi được chia ra: chất vô cơ và hữu cơ
- + Theo khả năng chịu nhiệt chất điện môi được phân thành các cấp: Y, A, E, B, F, H, C.

1.1.3. Tính chất chung của vật liệu cách điện:

a. Tính hút ẩm:

- Hút ẩm: Là khả năng hút ẩm từ môi trường xung quanh.
 - + Tác hại: tăng dòng điện rò, tổn hao điện môi và giảm điện áp phóng điện
 - + Biện pháp khắc phục: thực hiện sơn phủ trên bề mặt điện môi.
- Tính thấm thấu: là khả năng cho hơi nước xuyên qua vật liệu.
 - + Lượng hơi ẩm m trong thời gian τ giờ đi qua mặt phẳng S (cm^2) của lớp vật liệu cách điện có chiều dày h (cm), dưới tác dụng của hiệu số áp suất hơi nước P_1 và P_2 (mmHg) ở hai phía bề mặt vật liệu được tính theo công thức sau:

$$m = \frac{\phi(p_1 - p_2) \cdot S \cdot \tau}{h} \quad \text{Trong đó: } \phi \text{ là độ thấm ẩm của vật liệu}$$

- + Tác hại: tương tự như tính hút ẩm.
- Tính dính ước: Khả năng hình thành màng ẩm trên bề mặt vật liệu khi bề mặt vật liệu đặt trong môi trường có độ ẩm cao.

- + Tác hại: tăng dòng điện rò và giảm đáng kể điện áp phóng điện.
- + Biện pháp khắc phục: thực hiện sơn phủ trên bề mặt điện môi.

b. Tính cơ học:

- Độ bền kéo, nén và uốn trong các điện môi khác nhau rất nhiều: Độ bền phụ thuộc rất nhiều vào tiết diện của mẫu vật liệu.

* *Ví dụ*: sợi thủy tinh khi đường kính giảm thì độ bền cơ học tăng, khi đường kính giảm tới 0,01 mm thì đạt được giới hạn bền như dây đồng. Độ bền cơ học giảm khi nhiệt độ tăng.

- Tính giòn: Khả năng của bề mặt vật liệu chống lại các tải cơ học động.
- Độ cứng: Biểu thị khả năng của bề mặt vật liệu chống lại các biến dạng gây nên bởi lực nén truyền từ vật liệu có kích thước bé hơn.
- Ngoài ra đối với các chất lỏng hoặc nửa lỏng như: dầu, sơn, hỗn hợp các chất trắng, tẩm thì độ nhớt là một đặc tính quan trọng.

c. Tính chất hoá học và khả năng chịu phóng xạ của điện môi:

- Khi làm việc lâu dài, không bị phân huỷ để giải thoát ra các sản phẩm phụ và không bị ăn mòn khi kim loại tiếp xúc với nó, không phản ứng với các chất khác như nước, axit ...
- Khi sản xuất các chi tiết có thể dùng các hoá chất khác như: Chất kết dính, chất hoà tan, trong các điện môi khác.

d. Hiện tượng đánh thủng điện môi và độ bền cách điện:

- Khi cường độ điện trường cao hơn giới hạn độ bền cách điện của chất điện môi, thì xảy ra đánh thủng điện môi. Đánh thủng chính là quá trình phá hoại chất điện môi, điện môi mất tính chất cách điện ở chỗ bị đánh thủng.

- Trị số điện áp lúc xảy ra đánh thủng điện môi gọi là điện áp đánh thủng (U_{dt}) và trị số cường độ điện trường tương ứng gọi là độ bền cách điện của chất điện môi (E_{dm}).

- Độ bền cách điện của chất điện môi được xác định theo công thức:

$$E_{dt} = U_{dt} / d \quad [\text{kV/mm}]$$

Trong đó: d: chiều dày chất điện môi ở chỗ đánh thủng, mm.

e. Độ bền điện:

- Đặc trưng bằng giá trị điện áp lớn nhất đặt vào bề mặt của vật liệu mà vật liệu vẫn đảm bảo tính cách điện.

- Các yếu tố ảnh hưởng tới độ bền điện chủ yếu là nhiệt và điện. Ngoài ra còn phụ thuộc vào khoảng cách và áp suất. Nếu áp suất giảm thì độ bền điện lớn, nếu áp suất tăng thì độ bền điện nhỏ.

f. Tính chịu nhiệt:

- Đánh giá khả năng chịu nóng của vật liệu cách điện và các chi tiết chịu nhiệt không bị hư hại trong thời gian ngắn cũng như lâu dài dưới tác dụng của nhiệt độ cao và sự thay đổi đột ngột của nhiệt độ được gọi là độ bền chịu nóng.

- Đối với điện môi vô cơ: Độ bền chịu nóng được xác định bởi nhiệt độ mà tại đó điện môi bắt đầu có sự thay đổi tính chất điện.

- Đối với điện môi hữu cơ: Độ bền chịu nóng được xác định bởi nhiệt độ mà tại đó bắt đầu có sự biến đổi về mặt cơ học.

1.2. Chất cách điện thể khí:

1.2.1. Không khí:

Không khí phổ biến ở khắp nơi, nó thường tham gia vào các thiết bị điện và giữ vai trò như là vật liệu cách điện hỗ trợ thêm cho các vật liệu cách điện rắn, lỏng. Tuy nhiên việc tồn tại bọt khí trong vật liệu cách điện rắn, những khoang rỗng trong các cuộn dây của máy điện và thiết bị điện do tầm không kỹ sẽ làm xấu chất lượng cách điện.

1.2.2. Nitơ:

Đôi khi được dung thay không khí để lấp đầy các tụ điện khí, cũng như trong các trường hợp khác, bởi vì nó có những đặc tính cách điện gần giống với không khí, lại không có chứa O_2 là chất có thể gây tác dụng oxy hóa trên các vật liệu tiếp xúc với nó.

1.2.3. Elaga (SF_6):

Elaga nặng hơn không khí 5 lần, nhiệt độ sôi $-64^{\circ}C$, trong nhiệt độ bình thường có thể nén tới 20at vẫn không hóa lỏng. Elaga không độc, chịu được tác dụng hóa học, không bị phân hủy khi bị đốt nóng tới $800^{\circ}C$, được sử dụng trong tụ điện, trong cáp, máy cắt,... một cách có kết quả.

1.2.4. Hydrô:

- Đó là một chất khí nhẹ, có những đặc tính rất thuận lợi để dùng làm môi trường làm mát thay cho không khí. Sự làm mát máy điện được cải thiện hơn nhiều khi ta sử dụng hydrô. Dùng hydrô thay cho không khí sẽ giảm được nhiều tổn thất công suất do ma sát của roto với chất khí và do quạt gió gây ra, bởi vì tổn hao ấy gần như tỷ lệ với tỷ trọng của chất khí.

- Do không có tác dụng oxy hóa của oxy trong không khí nên dùng hydrô sẽ làm chậm sự hóa già chất cách điện hữu cơ trong dây quấn máy điện và loại trừ được khả năng hỏa hoạn trong trường hợp bị ngắn mạch ở bên trong máy điện. Sau cùng là điều kiện làm việc của chổi điện được cải thiện trong môi trường hydrô. Do đó sự làm nguội bằng hydrô cho phép tăng công suất và hiệu suất công tác của máy điện, người ta thường chế tạo các máy phát nhiệt điện, máy bù đồng bộ công suất lớn làm máy bằng hydrô.

1.2.5. Các loại khí khác:

- Một số khí – chủ yếu là các hợp chất halogen (Flo, Clo,...) có khối lượng phân tử và tỷ trọng cao, năng lượng ion hóa lớn, có độ bền điện cao hơn hẳn không khí.

- Một số khí là hydro cacbon flo hóa (ví dụ: CF_4 , C_2F_6 – hexafluoran...), hoặc hơi của một số chất lỏng hydro cacbon hóa (ví dụ: C_7E_{14} ; C_8F_{16} ...), cũng có độ bền lớn hơn không khí nhiều. Chỉ cần một lượng nhỏ khí trên lẫn vào không khí cũng làm tăng độ bền điện của hỗn hợp lên một cách đáng kể.

- Các loại khí trơ như: Neon, Argon... cũng như hơi thủy ngân có độ bền điện thấp được dùng để lấp đầy các dụng cụ điện chân không các bóng đèn.

1.3. Chất cách điện thể lỏng:

1.3.1. Dầu mỏ cách điện (dầu máy biến áp):

- Là vật liệu cách điện được ứng dụng nhiều nhất trong ngành kỹ thuật điện. Dầu có công dụng là làm mát và cách điện cho máy biến áp, làm cách điện và dập tắt hồ quang trong máy cắt dầu.

- Tính chất của dầu: Tạp chất có trong dầu làm giảm sút rất lớn đến độ bền cách điện của dầu. Vì vậy trước khi cho dầu vào máy phải làm sạch và khuấy trong chân không. Điện trở suất của dầu khoảng $10^4 - 10^6$ ($\Omega \cdot cm$), làm việc dài hạn ở nhiệt độ $90 - 95$ °C.

- Ưu điểm: Có độ bền cách điện cao, trong trường hợp dầu chất lượng cao có thể đạt tới 160 kV/cm, $\epsilon = 2,2 - 2,3$. Vì là chất lỏng nên dầu có tính phục hồi cách điện cao. Có thể thâm nhập vào các khe rãnh hẹp.

- Nhược điểm: Dầu nhạy cảm cao với các tạp chất và độ ẩm. Ở nhiệt độ cao dầu tạo ra những bọt khí sinh ra độ nhớt, làm cho tính năng cách điện và làm mát đều giảm sút. Dễ cháy khi cháy phát sinh ra khói đen, hơi dầu bốc lên hòa lẫn cùng không tạo thành hỗn hợp nổ.

1.3.2. Dầu tụ điện:

- Là loại dầu dùng để tẩm các tụ điện giấy, đặc biệt là tụ điện động lực để bù trong các trạm phân phối điện.

- Khi cách điện bằng giấy của tụ điện được tẩm dầu thì điện trở cách điện cũng như độ bền điện của nó tăng lên. Do đó giảm được kích thước, trọng lượng và giá thành của tụ điện.

- Các đặc tính của dầu tụ điện rất giống với dầu biến áp. Độ bền điện của tụ đã được làm khô phải lớn hơn 20 kV/mm.

1.3.3. Dầu cáp điện:

Được dùng trong việc tẩm cáp điện lực có công dụng làm mát và tăng độ bền điện. Có nhiều loại dầu khác nhau:

- Loại cáp chứa dầu làm việc ở điện cao áp trên 110kV, người ta dùng loại dầu có độ nhớt thấp $\eta \leq 3,5$ mm²/s. Ở nhiệt độ 100°C, ở nhiệt độ 50°C $\eta \leq 10$ mm²/s, ở nhiệt độ 20°C $\eta \leq 40$ mm²/s.

- Loại cáp chứa dầu làm việc ở điện áp trên 35kV có vỏ nhôm hoặc chì người ta dùng dầu có độ nhớt cao, không nhỏ hơn $23 \text{ mm}^2/\text{s}$ ở nhiệt độ 100°C . Để tăng độ nhớt người ta còn thêm nhựa thông vào dầu.

1.3.4. Điện môi lỏng tổng hợp:

Trong những năm gần đây người ta đã điều chế ra được nhiều loại vật liệu cách điện lỏng tổng hợp có một vài tính chất tốt hơn dầu mỏ cách điện:

- Hyđrô cacbon clo hóa.
- Silic hữu cơ và flo hữu cơ.

1.4. **Chất cách điện hữu cơ:**

- Trong các loại vật liệu cách điện, vật liệu cách điện hữu cơ đóng một vai trò quan trọng, nó tham gia vào hầu hết cách điện của các thiết bị điện.

- Người ta gọi các hợp chất của cacbon với các nguyên tố khác là các chất hữu cơ. Cacbon có khả năng tạo ra một số lớn các hợp chất hóa học với nhiều loại cấu trúc phân tử rất khác nhau. Cụ thể là cacbon tham gia vào sự tạo thành các chất có “khung” phân tử hình chuỗi xích, hình nhánh hoặc mạch vòng. Cấu trúc phân tử có ảnh hưởng rất lớn đến những tính chất của các chất hữu cơ.

- Một số vật liệu hữu cơ dùng trong lĩnh vực cách điện là những chất thấp phân tử, số lượng nguyên tử tham gia vào phân tử của các chất này không nhiều. Tuy nhiên số lượng lớn nhất các vật liệu cách điện hữu cơ thuộc về các hợp chất cao phân tử. Đó là những chất có phân tử lớn.

- Trong tự nhiên ta gặp một số vật liệu thuộc về các vật liệu hữu cơ cao phân tử, chúng có tầm quan trọng rất lớn đối với kỹ thuật như: tơ tằm, cao su,...

- Dựa vào nguồn gốc của các vật liệu hữu cơ cao phân tử người ta có thể phân thành 2 loại: Loại thứ nhất là vật liệu nhân tạo, được sản xuất ra bằng cách chế biến hóa học những chất cao phân tử có sẵn trong thiên nhiên. Loại thứ hai có tầm quan trọng lớn hơn đối với kỹ thuật cách điện cũng như đối với nhiều ngành kỹ thuật khác. Đó là các vật liệu cao phân tử tổng hợp, chúng được sản xuất ra bằng cách tổng hợp từ các chất thấp phân tử.

- Những hợp chất cao phân tử quan trọng nhất về bản chất hóa học là các chất trùng hợp hay polime. Đó là những chất mà các phân tử của chúng được coi là sự tổng hợp một lượng rất lớn các nhóm nguyên tử có cấu trúc giống nhau.

- Theo cấu trúc phân tử của các polime, người ta chia thành 2 nhóm: polime đường thẳng và polime không gian. Phân tử của polime đường thẳng có hình dáng như một chuỗi xích. Trái lại phân tử của các polime không gian thì phát triển theo nhiều hướng khác nhau.

- Theo sự biến đổi tính chất dưới tác dụng nhiệt của polime người ta chia thành 2 nhóm: các vật liệu nhiệt dẻo và các vật liệu nhiệt cứng.

- Các vật liệu nhiệt dẻo khi ở nhiệt độ thấp ở trạng thái rắn, nhưng khi được đốt nóng thì chúng trở thành mềm dẻo và dễ biến dạng. Chúng có thể hòa tan trong những dung môi thích hợp. Tính chất đặc biệt của các vật liệu nhiệt

đẻo là khi được đốt nóng tới những nhiệt độ tương ứng với trạng thái dẻo của chúng thì không gây ra sự biến đổi không phục hồi tính chất của chúng. Các vật liệu nhiệt cứng khi được đốt nóng thì thay đổi tính chất không hồi phục được, chúng bị cứng lại, mất tính hòa tan và tính nóng chảy.

- Tóm lại, những chất cách điện khi vận hành đòi hỏi chịu được nhiệt độ cao mà không hóa dẻo, không biến dạng và giữ được độ bền cơ học cao hoặc bền vững khi tiếp xúc với dung môi thì dùng vật liệu nhiệt cứng. Còn vật liệu nhiệt dẻo cơ bản tốt hơn và ít giòn hơn so với vật liệu cứng, ít bị hóa già nhiệt và trong nhiều trường hợp công nghệ chế tạo các vật liệu nhiệt dẻo nóng cũng đơn giản hơn.

1.5. Sơn và êmay cách điện:

1.5.1. Thành phần chung:

Sơn là vật liệu có vai trò quan trọng trong kỹ thuật điện. Sơn được tạo ra từ nền sơn (nhựa, Bitum, dầu khô...) hòa tan trong dung môi hữu cơ, dễ bay hơi. Khi sơn bị sấy khô, dung môi bay hơi còn lại nền sơn chuyển sang trạng thái rắn tạo thành màng sơn có đặc tính cách điện và rắn chắc.

1.5.2. Tính chất:

Theo công dụng chia ra 3 nhóm:

- Sơn tẩm: Dùng để làm vào cách điện xốp (giấy, các-tông, bông, vải...) tẩm các cuộn dây của dây quấn máy điện và thiết bị điện. Sơn tẩm lấp đầy các lỗ xốp trong vật liệu cách điện, các khoảng rỗng giữa vòng dây và các lớp dây quấn. Khi khô đi các vật được tẩm trở nên có độ bền điện và độ dẫn điện cao hơn trước đó rất nhiều. Hơn nữa, sơn tẩm còn làm hạn chế mức độ hút ẩm, thấm ẩm, nâng cao độ bền cơ học cho sản phẩm.

- Sơn phủ: Dùng để phủ lên bề mặt vật liệu hoặc sản phẩm có một lớp màng nhẵn bóng, chịu ẩm, độ bền về cơ học. Sơn phủ làm nâng cao điện trở bề mặt, do đó tăng điện áp phóng điện bề mặt cho sản phẩm, bảo vệ chất cách điện chống lại các tác dụng của hơi ẩm và các chất có hoạt tính hóa học xâm thực, đồng thời cải thiện vẻ đẹp bề mặt của sản phẩm.

Sơn phủ có loại phủ trực tiếp lên kim loại như: sơn ê-may, sơn các lá tôn kỹ thuật điện. Men màu cũng thuộc loại sơn phủ, nó được cho thêm chất sắc tố vào nhằm cải thiện vẻ đẹp, độ bám dính...

- Sơn dán:

+ Dùng để dán các vật liệu cách điện với nhau và với các kim loại, ngoài khả năng về cách điện nó còn cần độ bám dính cao.

+ Theo chế độ sấy người ta chia sơn thành các loại như sau: Sơn sấy nóng, sơn sấy nguội.

1.5.3. Các loại sơn:

- Sơn nhựa: Là dung dịch của nhựa (tự nhiên, nhân tạo và nhựa tổng hợp) hoà tan trong các dung môi hữu cơ dễ bay hơi.

- Sơn dầu: Được tạo ra từ dầu khô, để giảm độ nhớt và nâng cao tốc độ khô của sơn người ta thường pha thêm vào sơn dung môi và chất làm khô.

- Sơn dầu nhựa: Là sơn dầu có pha thêm nhựa tổng hợp nhằm cải thiện đặc tính của màng sơn.

- Sơn dầu Bitum: Thành phần ngoài Bitum còn có cả dầu khô, nó được dùng khá rộng rãi.

- Sơn Bitum đen: màng sơn kém chịu tác dụng của xăng, dầu.

1.6. Vật liệu cách điện dạng xơ:

1.6.1. Gỗ:

Là loại vật liệu rất phù hợp với kỹ thuật lạnh. Rất nhiều loại gỗ có độ bền cơ học cao ở nhiệt độ thấp đặc biệt khi độ ẩm nhỏ. Mô đun đàn hồi và độ bền nén đều tăng khi nhiệt độ giảm. Độ bền nén của gỗ từ 800kg/cm^2 ở 80°C tăng lên 1600kg/cm^2 ở -160°C .

1.6.2. Giấy và cactông:

Giấy và cactông được sản xuất chủ yếu từ xenlulo và được hòa tan trong dung dịch kiềm. (Trong thực tế có những loại giấy không có chứa xenlulo)

- Giấy và cactông cách điện được sản xuất từ xenlulo natron. Có độ bền cơ cao, chịu nhiệt tốt, độ bền điện tương đối cao.

- Nhược điểm: Nhược điểm lớn nhất của giấy và cactông là hút ẩm lớn.

- Giấy cách điện được ứng dụng nhiều trong thực tế như: Giấy cáp dùng làm cách điện cho cáp điện lực. Giấy cáp điện thoại dùng làm chất cách điện cho cáp điện thoại. Giấy tụ điện được tẩm dùng làm cách điện cho các tụ điện.

- Cactông cách điện có 2 loại: loại để ngoài không khí cứng và đàn hồi dùng làm cách điện ngoài không khí (Lót rãnh cho các máy điện quay các vòng đệm...). Loại ngâm trong dầu xốp và mềm hơn dùng chủ yếu trong dầu máy biến áp có độ bền điện rất tốt.

1.6.3. Vật liệu dệt:

- Trong kỹ thuật cách điện, người ta dùng sợi tết để làm cách điện cho dây dẫn và dây cáp mềm bằng phương pháp quấn và tết. Vải và băng được dùng để bảo vệ phần cách điện chủ yếu của máy điện và thiết bị điện chống lại các tác dụng cơ từ phía ngoài vào.

- Một số loại vải và băng thường dùng:

+ Vải và băng bằng sợi bông

+ Lụa tơ tằm tự nhiên.

+ Vật liệu bằng xơ tổng hợp

1.6.4. Vải sơn cách điện:

a. Đặc điểm:

- Vải sơn là vải được tẩm sơn nhằm đảm bảo độ bền cơ học và đảm bảo cho vật liệu có độ bền cách điện cao.

- Tùy theo loại sơn tâm mà các đặc tính của vải sơn có khác nhau. Nếu dùng sơn dầu vải có màu vàng, loại này chịu được dầu và dung môi hữu cơ, song có khuynh hướng già hóa do nhiệt. Độ bền điện của vải sơn bằng sợi bông $30 \div 50$ KV/mm, bằng sợi tổng hợp $50 \div 90$ KV/mm.

- Nếu dùng sơn Bitum thì vải sơn có màu đen, chịu ẩm tốt, song kém chịu tác dụng của dung môi (xăng, dầu...) độ bền điện cao khoảng $50 \div 60$ KV/mm.

b. Công dụng:

Vải sơn dùng làm cách điện cho cáp, cho máy điện và thiết bị điện, làm lớp lót cách điện.

1.7. Vật liệu cách điện dạng dẻo:

1.7.1. Màng dẻo:

- Màng dẻo và màng mỏng có độ dày $\leq 0,02$ mm và những sản phẩm đặc sắc trong các sản phẩm bằng Polime. Nó được sản xuất thành cuộn, có độ bền cơ học cao, có độ bền điện lớn, chúng được sử dụng làm chất cách điện cho máy điện, dây quấn, cáp, điện môi cho các tụ điện...

- Điển hình là các màng Ête xenlulo để dán lên cac-tông tạo nên vật liệu hỗn hợp có độ bền điện cao. Các màng trung tính: màng PE, PS, PP và các màng Politetrafloêtylen có giá trị cao trong kỹ thuật điện.

1.7.2. Chất dẻo:

- Chất dẻo là các vật liệu được dùng để sản xuất hàng loạt các sản phẩm có hình dáng, kích thước như nhau và do khuôn ép qui định. Trong kỹ thuật điện chúng được dùng để làm cách điện, vật liệu kết cấu, nhiều loại có độ bền cơ học cao, cách điện tốt.

- Chất dẻo được cấu tạo bởi hai thành phần: chất kết dính và chất độn.

+ Chất kết dính thường là hợp chất hữu cơ (nhiệt dẻo hoặc nhiệt cứng), một số ít là chất vô cơ (thủy tinh, ximăng). Chất kết dính qui định về cơ bản đặc điểm về công nghệ chế tạo các sản phẩm bằng chất dẻo (chủ yếu được ép nóng).

+ Chất độn thường là dạng bột, dạng xơ, dạng tấm (bột gỗ, xơ bông, xơ vải, xơ amiăng, xơ thủy tinh), chúng làm giảm đáng kể giá thành của vật liệu, làm tăng cơ tính nhưng có nhược điểm là làm giảm độ hút ẩm, tính chất cách điện bị xấu đi. Trong trường hợp chất độn là giấy, vải được đặt thành từng lớp cùng với chất kết dính ta có các sản phẩm là các chất dẻo nhiều lớp, ví dụ như: tinnac và tếc tô lit.

1.8. Vật liệu cách điện từ mica:

- Mica có ở trong thiên nhiên dưới dạng tinh thể, có thể tách ra thành từng bản mỏng xét theo thành phần hoá học mica là nhôm silicat ngậm nước. Mica được khai thác trong tự nhiên rồi lọc bỏ tạp chất.

- Đặc điểm có độ bền cơ và điện cao chịu nhiệt và chịu ẩm tốt nhiệt độ nóng chảy $1250 - 1300^{\circ}\text{C}$.

* Các vật liệu trên cơ sở mica:

- Micanít: Là vật liệu được sản xuất thành từng tấm hoặc cuộn do những tấm mica rời dán lại với nhau bằng sơn dán hoặc bằng nhựa khô. Công dụng tăng độ bền đứt và khó tách ra khi uốn. Micanít có độ bền nhiệt cao thuộc cấp B.

- Có các loại micanít sau:

+ Micanit dùng làm vành góp được chế tạo từ mica flogopit có độ mài mòn như đồng dùng làm vành góp máy điện. Đặc điểm có đặc tính cơ tốt không bị co lại dưới áp suất lớn và nhiệt độ cao.

+ Micanit dùng để lót được chế tạo dùng để lót cách điện và làm vòng đệm... Thành phần chính là Muscovit và flogopit là loại mica cứng.

+ Micanit để tạo hình: Thành phần chủ yếu là mica chiếm từ 80- 95% chất kết dính là nhựa cánh kiến hoặc nhựa glip. Loại mica này có thể dập theo hình dạng định trước theo khuôn và không bị biến dạng khi nguội. Dùng làm vành góp, khung cuộn dây ống và các sản phẩm định hình khác. Có độ bền điện trung bình khoảng 13kv/mm.

+ Micanit mềm : Thành phần chính là Muscovit và flogopit chất kết dính là sơn dầu bitum. Không có chất làm khô. Loại này có thể uốn ở nhiệt độ bình thường . Dùng làm cách điện trong nhiều bộ phận khác nhau của máy điện.(Các tấm lót,cách điện rãnh,,)

Ngoài các loại trên còn có micanit chịu nhiệt và Băng mica...

- Sluddinit:

+ Sản xuất bằng cách nung mica vụn qua xử lý hóa học thu được chất nhớt kết hợp với bột giấy tạo thành giấy mica. Dem giấy này ép lại với nhau với chất kết dính tạo ra sản phẩm gọi là Sluddinit.

+ Sluddinit có đặc tính gần giống Micanit song ưu việt hơn là bề mặt rất đồng đều có độ bền cơ và chịu nóng cao song nhược điểm là chịu ẩm thấp độ dài khi đứt nhỏ hơn Micanit.

- Mica tổng hợp

+ Thủy tinh mica là sự kết hợp giữa thủy tinh và mica lại với nhau. Là vật liệu cách điện có chất lượng cao. Nó chịu được nhiệt độ cao, có độ bền cơ lớn, nhất là độ bền uốn và va đập, chịu được phóng điện hồ quang, có thể gia công cơ khí.

+ Dùng để chế tạo ra các cách điện có công suất lớn, giá đỡ tụ điện không khí, lõi cuộn cảm và các chi tiết khác.

+ Mica thủy tinh chịu được ẩm nhưng kém bền với axit cũng như các chất kiềm.

1.9. Sự cách điện:

- Vật liệu cách điện bằng gốm, sứ là những vật liệu vô cơ, có thể sản xuất ra các sản phẩm có hình dáng bất kỳ, sau đó được nung ở nhiệt độ cao.

- Tùy theo thành phần cấu tạo, công nghệ chế tạo thích hợp vật liệu cách điện bằng gốm, sứ có thể có độ bền cơ học cao, góc tổn hao điện môi nhỏ, hằng

số điện môi cao, chịu nóng tốt, độ bền hóa già vì nhiệt cao, không bị biến dạng khi chịu tải trọng cơ học.

- Sứ cách điện được tạo ra từ những loại đất sét đặc biệt, đó là cao lanh cùng khoáng thạch anh (SiO_2) và fenspat chúng được nhào kỹ với nước, định hình sấy khô, tráng men rồi đem nung. Lớp men ngoài bề mặt sứ ngăn không cho hơi ẩm và nước thấm vào, ít bám bụi bẩn. Ngoài ra lớp men còn làm giảm độ rò rỉ điện và làm tăng điện áp phóng điện.

- Trong kỹ thuật cách điện vật liệu cách điện bằng sứ rất đa dạng và được dùng rộng rãi như:

+ Sứ đường dây gồm có sứ treo cho điện áp cao hơn 35 kV, sứ đỡ dùng cho điện áp thấp hơn.

+ Sứ dùng trong các trạm điện gồm có sứ xuyên và sứ đỡ.

+ Sứ tham gia vào kết cấu của các thiết bị như máy biến áp, máy cắt dầu, dao cách ly, chống sét.v.v...

+ Sứ định vị gồm có các loại như sứ puli những linh kiện ở đuôi đèn trong công tắc, cầu chì, cầu dao, phích cắm, sứ thông tin v.v....

2. VẬT LIỆU DẪN ĐIỆN:

* Mục tiêu:

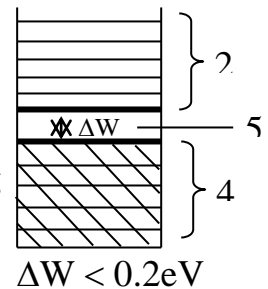
- Trình bày được khái niệm và cấu tạo của vật liệu dẫn điện
- Phân loại được chính xác chức năng của từng vật liệu cụ thể
- Trình bày được những kiến thức cơ bản về cơ, lý, hoá và tính năng, tác dụng của vật liệu dẫn điện;

2.1. Vật liệu dẫn điện:

2.1.1. Khái niệm vật liệu dẫn điện:

Theo thuyết phân vùng năng lượng.

- Khoảng cách giữa vùng lấp đầy và vùng tự do rất nhỏ.
- Trong trường hợp này, dưới tác dụng của chuyển động nhiệt, điện tử ở vùng lấp đầy dễ dàng nhảy lên vùng tự do và thể thành điện tử tự do tham gia dẫn điện.



Vì vậy, đối với vật liệu này tính dẫn điện cao và điện trở suất $\rho = 10^{-6} \rightarrow 10^{-3} \Omega.m$.

- Vậy vật liệu dẫn điện là vật liệu khi ở trạng thái bình thường có các điện tích chuyển động tự do. Nếu đặt vật liệu này vào trong một điện trường nào đó thì các điện tích sẽ chuyển động theo hướng nhất định của điện trường và tạo ra dòng điện. Ta gọi vật liệu này có tính dẫn điện.

2.1.2. Tính chất của vật liệu dẫn điện:

- Điện trở R: là mối quan hệ giữa hiệu điện thế không đổi đặt ở hai đầu dây dẫn và cường độ dòng điện tạo nên trong dây dẫn.

$$R = U/I (\Omega).$$

Điện trở dây dẫn còn được tính theo công thức: $R = \rho l/s (\Omega)$.

Trong đó ρ là điện trở suất, l chiều dài dây dẫn, s tiết diện dây.

+ Điện dẫn G là đại lượng nghịch đảo của điện trở: $G = 1/R$ (Ω^{-1}).

- Điện trở suất (ρ): của dây dẫn là điện trở của dây dẫn có chiều dài $1m$ với tiết diện ngang $1mm^2$. Đơn vị ($\Omega.cm$)

$$1\Omega.cm = 10^4\Omega.mm^2/m = 10^{-2}\Omega.m = 10^6\mu\Omega.m.$$

+ Điện dẫn suất γ là đại lượng nghịch đảo của ρ : $\gamma = 1/\rho$ $m/\Omega mm^2$.

2.1.3. Các tác nhân môi trường ảnh hưởng đến vật liệu dẫn điện:

- Nhiệt độ: Đa số kim loại đều có điện trở suất phụ thuộc vào nhiệt độ.

Trong khoảng nhiệt độ nhỏ thì quan hệ giữa ρ và nhiệt độ gần như là đường thẳng, giá trị điện trở suất ở cuối đoạn nhiệt độ Δt có thể tính theo công thức:

$$\rho_t = \rho_0 (1 + \alpha_\rho \cdot \Delta t)$$

Trong đó: - ρ_t điện trở suất của vật liệu đo ở nhiệt độ t .

- ρ_0 điện trở suất của vật liệu ở nhiệt độ ban đầu (t_0).

- α_ρ hệ số nhiệt của điện trở suất.

- Môi trường axit, kiềm:

Đối với một số vật dẫn kim loại khi đặt trong môi trường ẩm có hơi axit, kiềm sẽ bị ôxi hóa bề mặt làm giảm tính tiếp xúc cũng như dẫn điện của chúng.

2.2. Đồng:

2.2.1. Tổng quan:

- Đồng là vật liệu quan trọng nhất trong tất cả những vật liệu dẫn điện dùng trong kỹ thuật điện. Nó có điện dẫn suất và nhiệt dẫn suất lớn chỉ đứng sau bạc. Nó có sức bền cơ khí lớn, chống được sự ăn mòn khí quyển tính đàn hồi cao và đặc biệt là tính dẫn điện cao.

- Đồng còn là một kim loại hiếm, nó chiếm tỉ lệ 0,01% ở trong lòng đất

Bảng 1. Các loại đồng tinh chế

| Ký hiệu | C_u % (tối thiểu) | Sử dụng |
|----------|---------------------|---|
| C_{uE} | 99,95 | Đồng điện phân, dây dẫn điện, hợp kim nguyên chất mịn. |
| C_{u9} | 99,90 | Dây dẫn điện, hợp kim dễ dát mỏng, bán thành phẩm với những yêu cầu đặc biệt. |
| C_{u5} | 99,5 | Bán thành phẩm như: tấm, thanh, ống. Đồng thau dát mỏng với tỷ lệ dưới 60% C_u |
| C_{uO} | 99,0 | Hợp kim với đồng ít hơn 60% dùng để dát mỏng và rót. Những chi tiết chế tạo được đúc từ đồng. |

- Đồng được sx từ các mỏ trong thiên nhiên như: Can-copirit (C_uFeS_2), Covelit (C_uS), Cupric ($C_{u2}O$)...

2.2.2. Các đặc tính:

Bảng 2. Tính chất vật lý, hoá học chính của đồng

| <i>Đặc tính</i> | <i>Đơn vị đo</i> | <i>Chỉ tiêu</i> |
|----------------------------|--------------------|-----------------|
| Trọng lượng riêng ở 20 °C. | Kg/dm ³ | 8,96 |
| Điện trở suất ở 20 °C. | | |
| - Dây mềm. | | 0,01748 |
| - Dây cứng. | | 0,01786 |
| Nhiệt dẫn suất 20 °C. | W/cm.grd | 3,92 |
| | Calo/cm.s.grd | 0,938 |
| Nhiệt độ nóng chảy. | °C | 1083 |
| Sức bền đứt khi kéo. | | |
| - Dây mềm. | kG/mm ² | 21 |
| - Dây cứng. | | 45 |

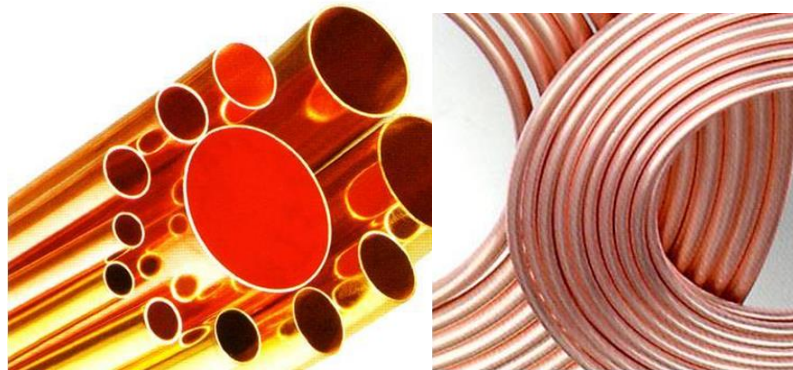
- Đồng là kim loại có màu đỏ nhạt sáng rực, có điện dẫn suất và nhiệt dẫn suất cao, sức bền cơ khí lớn, dễ dát, dễ vuốt giãn, gia công dễ dàng khi nóng và lạnh. Có sức bền lớn khi va đập và ăn mòn, sức đề kháng cao khi thời tiết xấu, có khả năng tạo thành hợp kim tốt.

- Đồng có tổ chức mạng tinh thể lập phương thể tâm.

2.2.3. Ứng dụng:

- Do đặc tính cơ và điện đặc biệt của đồng mà đồng được sử dụng rất phổ biến trong kỹ thuật điện, trong kết cấu máy điện và máy biến thế, dùng làm dây dẫn điện cho đường dây trên không và đường dây tải điện cho các phương tiện vận tải bằng điện.

- Ngoài ra do đặc tính cơ tốt, đồng còn được sử dụng rất nhiều trong kỹ thuật lạnh và điều hoà không khí như: chế tạo đường ống dẫn gas, ống mao, làm dàn nóng, dàn lạnh,... trong máy lạnh (hình 1.1)



Hình 1.1. Ống đồng dùng trong máy lạnh

2.3. Nhôm:

2.3.1. Tổng quan:

- Sau đồng thì nhôm là vật liệu quan trọng thứ 2 được sử dụng rất rộng rãi trong kỹ thuật điện. Nhôm có tính dẫn điện tốt trọng lượng nhẹ nhưng sức bền cơ khí của nhôm tương đối bé và khó khăn trong việc thực hiện tiếp xúc.

- Nhôm có cấu trúc tinh thể là lập phương thể tâm.

2.3.2. Phân loại:

Dựa trên hàm lượng tạp chất có trong nhôm ta chia nhôm thành các loại sau:

Bảng 3. Phân loại Nhôm

| Ký hiệu | Nhôm % (min) | Hàm lượng tạp chất% (Max) | | | | | Lĩnh vực ứng dụng |
|-----------------------------------|--------------|---------------------------|-------|-------|-------|---------------|---|
| | | Fe | Si | Fe+Si | Cu | Tổng tạp chất | |
| Nhôm tinh khiết cao | | | | | | | Những dụng cụ hóa học đặc biệt. |
| AB1 | 99,90 | 0,060 | 0,060 | 0,095 | 0,005 | 0,100 | Những điện cực của tụ điện điện phân. Những yêu cầu và mục đích khác. |
| AB2 | 99,85 | 0,100 | 0,080 | 0,142 | 0,008 | 0,150 | |
| Nhôm với độ tinh khiết thông dụng | | | | | | | |
| A-00 | 99,7 | 0,160 | 0,160 | 0,260 | 0,010 | 0,300 | Cáp và dây dẫn điện, hợp kim nhôm đặc biệt dùng cho công nghiệp hoá chất. |
| A-0 | 99,6 | 0,250 | 0,360 | 0,010 | 0,020 | 0,400 | |
| A-1 | 99,5 | 0,300 | 0,300 | 0,450 | 0,015 | 0,500 | Cáp và dây dẫn điện, hợp kim nhôm dùng cho nhà bếp, các bình, ca |
| A-2 | 99,0 | 0,500 | 0,500 | 0,900 | 0,020 | 1,000 | |
| A-3 | 98,0 | 1,100 | 1,000 | 1,800 | 0,030 | 2,000 | Nhôm dùng cho nhà bếp |

2.3.3. Tính chất chung:

Bảng 4. Một số tính chất vật lý - hóa học của nhôm (99, 5% Al).

| Tính chất | Đơn vị đo | Chỉ tiêu |
|----------------------------|---|----------|
| Trọng lượng riêng ở 20 °C. | Kg/dm ³ | 2,7 |
| Điện trở suất ở 20 °C. | $\Omega \cdot \text{cm} \cdot 10^{-6}$ | 2,941 |
| Điện dẫn suất ở 20 °C. | $\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot 10^6$ | 0,34 |
| Nhiệt dẫn suất ở 20 °C. | W/cm.grd | 2,1 |
| Nhiệt độ nóng chảy. | °C | 657 |
| Sức bền đứt khi kéo. | kG/mm ² | 9 |
| Độ giãn dài riêng khi kéo. | % | 45 |

- Nhôm là kim loại có màu trắng bạc, sau một thời gian trở thành trắng vì oxy hóa bề mặt.

- Dễ đánh mỏng, vuốt giãn, gia công dễ dàng khi nóng và nguội.

- Là kim loại mềm, ít chịu va chạm và xây sát cũng như kéo và khi cắt.

- Có sức bền với sự ăn mòn (do có lớp màng oxít bảo vệ).

- Lớp màng mỏng oxít có điện trở lớn nên nó cản trở việc tiếp xúc tốt giữa các dây dẫn.

2.3.4. Ứng dụng:

- Do tính chất có vỏ điện, do có sức bền đối với thời tiết xấu và nhôm là kim loại có trong thiên nhiên khá nhiều được dùng để chế tạo: cáp điện, ống nối.

- Các lá nhôm để làm ống dẫn, cánh tản nhiệt,... trong máy lạnh (hình 1.2)

- Rôto của động cơ điện không đồng bộ.



Hình 1.2. Dàn lạnh có cánh tản nhiệt bằng nhôm

2.4. Một số kim loại dẫn điện khác:

2.4.1. Đặc tính của: sắt, chì, thiếc, kẽm

* Sắt (thép):

- Sắt có màu trắng bạc, có độ thẩm từ cao, bị ăn mòn thông qua hiện tượng rỉ sét ngay ở nhiệt độ bình thường.

- Ở dòng điện xoay chiều điện trở dây dẫn thép tăng so với điện trở cùng dây dẫn cùng tiết diện ở dòng 1 chiều.

- Sắt được sử dụng làm dây dẫn trong một số trường hợp sau: khi dòng điện nhỏ, khi yêu cầu độ bền cơ học của dây dẫn cao, ...

* Chì:

- Chì là kim loại mềm, dẻo, độ bền cơ học yếu, kém chịu rung động. Chì có điện trở suất cao, khả năng chống ăn mòn tốt (chì bền vững với nước và nhiều hóa chất khác), hấp thụ tốt bức xạ năng lượng cao.

- Chì được ứng dụng làm vỏ cáp để chống ẩm cho cách điện, dùng làm dây chảy cầu chì, làm điện cực ắc quy, ...

* Thiếc:

- Thiếc là kim loại mềm, dễ vuốt và dát mỏng. Ở nhiệt độ bình thường thiếc không bị oxy hóa trong không khí, không chịu tác dụng của nước còn axit loãng tác dụng rất chậm.

- Thiếc được dùng làm lớp bọc bảo vệ kim loại, làm hợp kim dùng để hàn, làm bản cực của tụ điện.

* Kẽm:

- Kẽm ở nhiệt độ bình thường khá giòn, khi bị đốt nóng đến 100°C nó trở nên dẻo và dễ vuốt, nếu tiếp tục nung nóng đến 200°C nó trở lại nên giòn.

- Kẽm nóng chảy ở nhiệt độ 420°C , kẽm được sử dụng làm lớp mạ bảo vệ, điện cực của pin, dây chảy của cầu chì hạ áp, ...

2.4.2. So sánh đặc tính của: sắt, chì, thiếc, kẽm với đồng và nhôm:

Bảng 5. Điện trở suất và các đặc tính vật lý của các kim loại chủ yếu dùng trong kỹ thuật điện.

| | Khối | Nhiệt | Nhiệt | Nhiệt | Hệ số nhiệt | Điện trở | Hệ số | Công |
|--|------|-------|-------|-------|-------------|----------|-------|------|
|--|------|-------|-------|-------|-------------|----------|-------|------|

| Kim loại | lượng riêng, g/cm ³ | độ nóng chảy, °C | dung riêng, J/kg.độ | dẫn riêng, W/m.độ | độ dẫn nở dài, $\alpha \cdot 10^6$, độ ⁻¹ | suất, Ω mm ² /m | hiệu điện trở suất, α_p , độ ⁻¹ | thoát điện tử, eV |
|----------|--------------------------------|------------------|---------------------|-------------------|---|-----------------------------------|---|-------------------|
| Đồng | 8,9 | 1083 | 385 | 390 | 16,5 | 0,0172 | 0,0043 | 4,35 |
| Nhôm | 2,7 | 657 | 922 | 209 | 21 | 0,028 | 0,0042 | 4,3 |
| Sắt | 7,8 | 1535 | 452 | 73 | 11 | 0,098 | 0,006 | 4,5 |
| Chì | 11,4 | 327 | 130 | 35 | 29 | 0,21 | 0,0037 | - |
| Thiếc | 7,3 | 232 | 226 | 65 | 23 | 0,12 | 0,0044 | 4,4 |
| Kẽm | 7,1 | 420 | 390 | 111 | 31 | 0,059 | 0,004 | 4,4 |

Dựa vào bảng các thông số của kim loại ta thấy được sự khác biệt giữa các kim loại sắt, chì, thiếc, kẽm, đồng và nhôm với nhau (bảng 5)

2.5. Các hợp kim có điện trở suất cao:

Các hợp kim có điện trở cao dùng trong các dụng cụ đo điện, điện trở mẫu, biến trở, các dụng cụ đốt nóng bằng điện. Trong các dụng cụ này yêu cầu vật dẫn có điện trở suất lớn. Khi dùng trong các dụng cụ đo, điện trở mẫu cần có α_p càng nhỏ càng tốt. Khi dùng trong các dụng cụ đốt nóng bằng điện thì chúng cần chịu đựng được nhiệt độ làm việc lâu dài trong không khí khoảng 1000°C.

2.5.1. Manganin:

- Manganin là hợp kim gốc đồng, thành phần của nó gồm đồng, mangan, niken. Manganin có $\rho = 0,42 \div 0,48 \Omega\text{mm}^2.\text{m}$, α_p nhỏ nên điện trở của nó ổn định cao.

- Manganin được sản xuất thành tấm mỏng 0,01 đến 1mm rộng 10 ÷ 300mm nó cũng được kéo thành các sợi mảnh đường kính đến 0,02mm. Nó được dùng trong các dụng cụ đo và điện trở mẫu.

2.5.2. Conxtantan:

- Là hợp kim Đồng – Niken, hàm lượng Niken trong hợp kim quyết định trị số lớn nhất và α nhỏ nhất.

- Conxtantan có thể kéo thành sợi, cán thành tấm như manganin. Nó được dùng làm dây biến trở, dụng cụ đốt nóng bằng điện có t_{iv} không quá 450°C.

- Conxtantan không dùng trong các dụng cụ đo vì tiếp xúc của nó với các kim loại khác gây ra hiệu điện thế tiếp xúc khá cao, gây sai số cho dụng cụ đo.

- Conxtantan thích ứng trong việc sử dụng làm cặp nhiệt ngẫu để đo nhiệt độ không quá vài trăm độ.

2.5.3. Hợp kim Crôm – Niken:

- Hợp kim này có khả năng chịu nóng cao đến 1000, 1100°C trong không khí.

- Các hợp kim này dùng trong các dụng cụ đốt nóng bằng điện: thiết bị nung, bếp điện, mỏ hàn,... Nó thường được chế tạo ở dạng sợi (đường kính 0,02mm trở lên).

2.5.4. Hợp kim Crôm – nhôm:

Được dùng trong các thiết bị đốt nóng bằng điện công suất lớn và lò điện công nghiệp. So với hợp kim crôm – Niken, hợp kim này cứng và giòn hơn, nó khó kéo thành sợi mảnh được.

2.6. Dây dẫn làm dây quấn máy điện (dây điện từ):

* Thông số của một số loại dây:

| Đường kính ruột dẫn | 1PEW | | | | 2PEW | | | |
|---------------------|----------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------------|----------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| | Dung sai | Bề dày lớp sơn nhỏ nhất | Đường kính ngoài lớn nhất | Điện trở ruột dẫn lớn nhất (200C) | Dung sai | Bề dày lớp sơn nhỏ nhất | Đường kính ngoài lớn nhất | Điện trở ruột dẫn lớn nhất (200C) |
| mm | mm | mm | mm | MΩ | mm | mm | mm | MΩ |
| 0.10 | ± 0.003 | 0.009 | 0.140 | 2647 | ± 0.003 | 0.005 | 0.125 | 2381 |
| 0.11 | ± 0.003 | 0.009 | 0.150 | 2153 | ± 0.003 | 0.005 | 0.135 | 1957 |
| 0.12 | ± 0.003 | 0.010 | 0.162 | 1786 | ± 0.003 | 0.006 | 0.147 | 1636 |
| 0.13 | ± 0.003 | 0.010 | 0.172 | 1505 | ± 0.003 | 0.006 | 0.157 | 1389 |
| 0.14 | ± 0.003 | 0.010 | 0.182 | 1286 | ± 0.003 | 0.006 | 0.167 | 1193 |
| 0.15 | ± 0.003 | 0.010 | 0.192 | 1111 | ± 0.003 | 0.006 | 0.177 | 1037 |
| 0.16 | ± 0.003 | 0.011 | 0.204 | 969.5 | ± 0.003 | 0.007 | 0.189 | 908.8 |
| 0.17 | ± 0.003 | 0.011 | 0.214 | 853.5 | ± 0.003 | 0.007 | 0.199 | 803.2 |
| 0.18 | ± 0.003 | 0.012 | 0.226 | 757.2 | ± 0.003 | 0.008 | 0.211 | 715.0 |
| 0.19 | ± 0.003 | 0.012 | 0.236 | 676.2 | ± 0.003 | 0.008 | 0.221 | 640.6 |
| 0.20 | ± 0.003 | 0.012 | 0.246 | 607.6 | ± 0.003 | 0.008 | 0.231 | 577.2 |
| 0.21 | ± 0.003 | 0.012 | 0.256 | 549.0 | ± 0.003 | 0.008 | 0.241 | 522.8 |
| 0.22 | ± 0.003 | 0.012 | 0.266 | 498.4 | ± 0.004 | 0.008 | 0.252 | 480.1 |
| 0.23 | ± 0.003 | 0.013 | 0.278 | 454.5 | ± 0.004 | 0.009 | 0.264 | 438.6 |
| 0.24 | ± 0.003 | 0.013 | 0.288 | 416.2 | ± 0.004 | 0.009 | 0.274 | 402.2 |
| 0.25 | ± 0.003 | 0.013 | 0.298 | 382.5 | ± 0.004 | 0.009 | 0.284 | 370.2 |
| 0.26 | ± 0.01 | 0.013 | 0.310 | 358.4 | ± 0.004 | 0.009 | 0.294 | 341.8 |
| 0.27 | ± 0.01 | 0.013 | 0.320 | 331.4 | ± 0.004 | 0.009 | 0.304 | 316.6 |
| 0.28 | ± 0.01 | 0.013 | 0.330 | 307.3 | ± 0.004 | 0.009 | 0.314 | 294.1 |
| 0.29 | ± 0.01 | 0.013 | 0.340 | 285.7 | ± 0.004 | 0.009 | 0.324 | 273.9 |
| 0.30 | ± 0.01 | 0.014 | 0.352 | 262.9 | ± 0.005 | 0.010 | 0.337 | 254.0 |
| 0.32 | ± 0.01 | 0.014 | 0.372 | 230.0 | ± 0.005 | 0.010 | 0.357 | 222.8 |
| 0.35 | ± 0.01 | 0.014 | 0.402 | 191.2 | ± 0.005 | 0.010 | 0.387 | 185.7 |
| 0.37 | ± 0.01 | 0.014 | 0.424 | 170.6 | ± 0.005 | 0.010 | 0.407 | 165.9 |
| 0.40 | ± 0.01 | 0.015 | 0.456 | 145.3 | ± 0.005 | 0.011 | 0.439 | 141.7 |
| 0.45 | ± 0.01 | 0.016 | 0.508 | 114.2 | ± 0.006 | 0.011 | 0.490 | 112.1 |
| 0.50 | ± 0.01 | 0.017 | 0.560 | 91.43 | ± 0.006 | 0.012 | 0.542 | 89.95 |
| 0.55 | ± 0.02 | 0.017 | 0.620 | 78.15 | ± 0.006 | 0.012 | 0.592 | 74.18 |
| 0.60 | ± 0.02 | 0.017 | 0.672 | 65.26 | ± 0.008 | 0.012 | 0.644 | 62.64 |

| Đường kính ruột dẫn | 1PEW | | | | 2PEW | | | |
|---------------------|----------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------------|----------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| | Dung sai | Bề dày lớp sơn nhỏ nhất | Đường kính ngoài lớn nhất | Điện trở ruột dẫn lớn nhất (200C) | Dung sai | Bề dày lớp sơn nhỏ nhất | Đường kính ngoài lớn nhất | Điện trở ruột dẫn lớn nhất (200C) |
| mm | mm | mm | mm | MΩ | mm | mm | mm | MΩ |
| 0.65 | ± 0.02 | 0.018 | 0.724 | 55.31 | ± 0.008 | 0.012 | 0.694 | 53.26 |
| 0.70 | ± 0.02 | 0.019 | 0.776 | 47.47 | ± 0.008 | 0.013 | 0.746 | 45.84 |
| 0.75 | ± 0.02 | 0.020 | 0.830 | 41.19 | ± 0.008 | 0.014 | 0.789 | 39.87 |
| 0.80 | ± 0.02 | 0.021 | 0.882 | 36.08 | ± 0.01 | 0.015 | 0.852 | 35.17 |
| 0.85 | ± 0.02 | 0.022 | 0.934 | 31.87 | ± 0.01 | 0.015 | 0.904 | 31.11 |
| 0.90 | ± 0.02 | 0.023 | 0.986 | 28.35 | ± 0.01 | 0.016 | 0.956 | 27.71 |
| 0.95 | ± 0.02 | 0.024 | 1.038 | 25.38 | ± 0.01 | 0.017 | 1.008 | 24.84 |
| 1.0 | ± 0.03 | 0.025 | 1.102 | 23.33 | ± 0.012 | 0.017 | 1.062 | 22.49 |

2.7. Vật liệu bán dẫn:

- Chất bán dẫn điện là chất có độ dẫn điện (điện trở suất) nằm giữa chất dẫn điện và chất cách điện. Cụ thể là:

Chất dẫn điện (kim loại) có điện trở suất $\rho = (10^6 \div 10^{-4}) \Omega\text{cm}$

Chất bán dẫn có điện trở suất $\rho = (10^{-4} \div 10^4) \Omega\text{cm}$

Chất cách điện có điện trở suất $\rho > 10^4 \Omega\text{cm}$, nó có thể đạt tới $\rho > 10^4 \Omega\text{cm}$

- Điện dẫn của bán dẫn phụ thuộc nhiều vào các tác động của năng lượng bên ngoài (như nhiệt độ, ánh sáng, điện trường, lực cơ học,...). Ngoài ra chỉ cần một lượng cực nhỏ tạp chất trong chất bán dẫn cũng có thể gây ra độ dẫn điện đáng kể.

- Vật liệu bán dẫn sử dụng trong thực tế có thể chia ra: Bán dẫn nguyên chất (bán dẫn thuần), bán dẫn hợp chất hóa học, bán dẫn phức tạp.

+ Các bán dẫn thuần, trong đó các chất gecmani, silic và selen có ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong kỹ thuật hiện đại.

+ Các bán dẫn hợp chất hóa học là hợp chất của các nguyên tố thuộc các nhóm khác nhau trong bảng tuần hoàn của Mendêlêev, chúng có các dạng tổng quát như: $A^{IV}B^{IV}$, $A^{III}B^V$, $A^{II}B^{VI}$ và một vài oxit (như Cu_2O) và một số chất có thành phần phức tạp khác.

- Trong kỹ thuật hiện đại vật liệu bán dẫn ngày càng được ứng dụng một cách rộng rãi, đồng thời cũng thu được nhiều thành tựu to lớn.

- Các thiết bị dụng cụ chế tạo bằng vật liệu bán dẫn có ưu điểm:

+ Thời gian làm việc lâu dài (tuổi thọ lớn)

+ Kích thước và trọng lượng nhỏ, gọn.

+ Làm việc chắc chắn, tin cậy, độ bền cơ học lớn.

+ Tiêu thụ công suất nhỏ,...

* **Câu hỏi và bài tập:**

*** Câu hỏi:**

1. Vật liệu cách điện là gì? Hãy trình bày các tính chất chung của vật liệu cách điện
2. Nêu tính chất và công dụng của một số chất khí đang được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật điện
3. Trình bày đặc tính và công dụng của dầu máy biến áp
4. Nêu đặc tính và công dụng của một số vật liệu cách điện lỏng tổng hợp
5. Trình bày khái niệm về vật liệu dẫn điện? Nêu tính chất của vật liệu dẫn điện?
6. Trình bày điện trở và điện trở suất? Cho biết nhiệt độ ảnh hưởng như thế nào đến điện trở của vật liệu?
7. Các tác nhân của môi trường ảnh hưởng như thế nào đến vật liệu dẫn điện?
8. Nêu các tính chất chung của kim loại và hợp kim?
9. Nêu những hư hỏng thường gặp của vật liệu dẫn điện, nguyên nhân và biện pháp khắc phục?
10. Nêu tính chất, đặc điểm và công dụng của đồng và hợp kim đồng, nhôm và hợp kim nhôm, chì và hợp kim chì?
11. Nêu những hợp kim có điện trở cao và chịu nhiệt? Nêu một số hợp kim điển hình?

*** Bài tập thực hành của học sinh, sinh viên:** Nhận biết vật liệu cách điện và vật liệu dẫn điện:

Giáo viên:

- Chia lớp thành nhiều nhóm, mỗi nhóm từ (5 ÷ 7) học sinh
- Chuẩn bị các mẫu vật liệu cách điện và vật liệu dẫn điện thông dụng như: Đồng, nhôm, sứ, mica, kẽm, sắt, ...
- Hướng dẫn học sinh phân biệt và nhận biết được các loại vật liệu kỹ thuật điện:
 - + Nhận dạng vật liệu cách điện, vật liệu dẫn điện
 - + Kiểm tra các tính chất hút ẩm, độ cứng, độ bền của vật liệu cách điện.
 - + Đo điện trở cách điện.
 - + Đo điện trở và kiểm tra một số tính chất vật lý của vật liệu dẫn điện.

*** Yêu cầu về đánh giá kết quả học tập:**

| <i>Mục tiêu</i> | <i>Nội dung</i> | <i>Điểm</i> |
|-------------------------|---|-------------|
| <i>Kiến thức</i> | - Trả lời đầy đủ 11 câu hỏi; | 5 |
| <i>Kỹ năng</i> | - Nhận dạng đúng vật liệu cách điện, dẫn điện, đo được điện trở của chúng | 4 |
| <i>Thái độ</i> | - Nộp bài tập đúng hạn (1 tuần về nhà), vở bài tập nghiêm túc, sạch sẽ | 1 |
| <i>Tổng</i> | | 10 |

CHƯƠNG 2: VẬT LIỆU KỸ THUẬT LẠNH

Mục tiêu:

- Trình bày được tính chất, công dụng của các loại vật liệu lạnh, vật liệu cách nhiệt và các loại dầu bôi trơn;
- Nhận biết, phân loại được các loại vật liệu lạnh, vật liệu cách nhiệt và các loại dầu bôi trơn;
- Trình bày được tính chất và công dụng của các loại vật liệu cách âm, hút âm;
- Nhận biết được các loại vật liệu cách âm, hút âm; sử dụng đúng trong các trường hợp cụ thể.
- Nghiêm túc tìm hiểu về các đặc tính của các vật liệu để sử dụng đúng mục đích.

1. VẬT LIỆU KỸ THUẬT LẠNH:

* Mục tiêu:

- Trình bày được tính chất, công dụng của các loại vật liệu lạnh kim loại và phi kim; vật liệu cách nhiệt và các loại dầu bôi trơn;
- Nhận biết, phân loại được các loại vật liệu lạnh kim loại và phi kim; vật liệu cách nhiệt và các loại dầu bôi trơn;
- Nghiêm túc tìm hiểu về các đặc tính của các vật liệu để sử dụng đúng mục đích.

1.1. Vật liệu kim loại:

1.1.1. Gang:

So với thép, gang là loại vật liệu kim loại rẻ, dễ chế tạo hơn và có một số đặc tính khác. Do vậy gang được sử dụng rất rộng rãi và thậm chí có thể thay thế thép trong một số điều kiện cho phép.

* Thành phần hóa học:

- Gang là hợp kim Fe – C với lượng cacbon vượt quá 2,14%
- Do lượng cacbon cao nên nhiệt độ nóng chảy của gang cao hơn thép nhiều, do vậy nấu chảy gang dễ thực hiện hơn.
- Hai nguyên tố khác thường gặp trong thành phần của gang với lượng khá lớn là mangan và silic (0,5÷2%). Phốtpho và lưu huỳnh là hai nguyên tố với lượng ít (0,05÷0,5%), trong đó lưu huỳnh là nguyên tố có hại đối với gang.

* Cơ tính:

- Gang là loại vật liệu có độ bền kéo thấp, độ giòn cao. Xêmentit là pha cứng và giòn, sự tồn tại của nó với một lượng lớn và tập trung trong gang trắng làm dễ tạo vết nứt dưới tác dụng của tải trọng kéo.
- Trong gang xám, gang dẻo, gang cầu tổ chức graphit như là các lỗ hổng có sẵn trong gang là nơi tập trung ứng suất lớn làm gang kém bền. Ngoài ra sự có mặt graphit trong gang có một số ảnh hưởng tốt đến cơ tính như tăng khả năng chống mài mòn do ma sát, làm tắt rung động và dao động cộng hưởng.

* Tổ chức tế vi:

- Theo tổ chức tế vi người ta chia ra các loại gang: trắng, xám, cầu và dẻo:
+ Gang trắng là loại gang trong đó tất cả cacbon nằm ở dạng liên kết trong hợp chất xêmentit Fe_3C

+ Gang xám, cầu, dẻo là loại gang trong đó phần lớn hay toàn bộ cacbon ở dạng tự do – graphit với các hình dạng khác nhau: tấm, cầu, cụm.

- Tổ chức tế vi của gang có graphit còn phụ thuộc vào tỉ lệ phân bố của cacbon ở pha graphit và xêmentit. Tổ chức tế vi của gang gồm 2 phần: phần phi kim loại – graphit và nền kim loại gồm ferit và xêmentit.

* Tính công nghệ:

Gang có tính đúc và tính gia công cắt gọt tốt: các loại gang thường dùng có thành phần gần cùng tinh nên nhiệt độ nóng chảy thấp, do đó độ chảy loãng cao và đó là một trong những yếu tố quan trọng của tính đúc, graphit trong các loại gang xám, dẻo và cầu làm phoi dễ gây vụn khi gia công (tiện, phay, bào,...)

* Công dụng:

- Gang có cơ tính tổng hợp không cao như thép, nhưng có tính đúc tốt, gia công cắt dễ, nấu luyện đơn giản hơn và rẻ. Vì vậy các loại gang có graphit được dùng rất nhiều trong công nghiệp.

- Gang được dùng để chế tạo các chi tiết chịu tải trọng tĩnh và ít chịu va đập như bộ máy, vỏ, nắp, các bộ phận ít hải di chuyển.

1.1.2. Thép:

Thép là hợp kim của sắt và cacbon với $\%C \leq 2,14$. Trong tất cả các vật liệu, thép là loại vật liệu có cơ tính tổng hợp cao nhất, dùng làm các chi tiết chịu tải nặng nhất và trong các điều kiện phức tạp. Theo thành phần hóa học thép chia làm 2 loại: thép cacbon và thép hợp kim.

* Thép cacbon:

- Thành phần hóa học: Thép cacbon là loại thép thông thường, ngoài sắt và cacbon ra còn chứa các tạp chất sau: mangan và silic, phốt pho và lưu huỳnh.

- Tính chất: Thép cacbon chiếm tới 80% khối lượng thép đang dùng do chúng có những tính chất sau:

- + Độ bền cao, có khả năng chịu kéo, nén, uốn, xoắn tốt.
- + Độ cứng tương đối cao, có thể nhiệt luyện để nâng cao cơ tính.
- + Độ dẻo khá tốt, có khả năng chịu được va chạm nhất là loại thép ít C.
- + Có khả năng chống lại sự mài mòn, có tính đàn hồi tốt.
- + Có tính công nghệ tốt, rẻ tiền.

* Thép hợp kim:

- Thành phần hóa học: thép hợp kim là loại thép người ta cố ý đưa vào các nguyên tố đặc biệt với một lượng nhất định để làm thay đổi tổ chức và tính chất của thép, các nguyên tố đặc biệt đó gọi là các nguyên tố hợp kim (Cr, Mn, Si, Ni, W, V, Mo, Ti, Cu và B)

- Đặc tính: Thép hợp kim có những đặc tính trội hơn so với thép cacbon:
- + Về cơ tính: có độ bền cao hơn hẳn so với thép cacbon, điều này thể hiện đặc biệt rõ ràng sau khi nhiệt luyện tôi và ram.
- + Tính chịu nhiệt độ cao: Khác với thép cacbon, thép hợp kim giữ được cơ tính cao của trạng thái tôi ở nhiệt độ cao hơn 200°C.
- + Tính chất lý hóa đặc biệt: không gỉ trong không khí, không bị ăn mòn trong các môi trường axit, bazơ, muối, có từ tính, có tính chất dẫn nở đặc biệt, chịu được nhiệt độ cao,...
- Phân loại: theo công dụng người ta chia thép hợp kim thành 3 nhóm:
 - + Thép kết cấu hợp kim.
 - + Thép dụng cụ hợp kim.
 - + Thép hợp kim đặc biệt

1.1.3. Sự phụ thuộc của các tính chất cơ lý của vật liệu vào độ lạnh:

- Các tính chất cơ lý của vật liệu luôn phụ thuộc ít hay nhiều vào nhiệt độ. Khi sử dụng vật liệu ở nhiệt độ - 40°C trở xuống cần đặc biệt chú ý đến sự thay đổi của các tính chất cơ lý đặc biệt là tính chất cơ học.
- Hầu hết các kim loại đen và màu đều có sự thay đổi tính chất cơ học khái quát như sau: khi nhiệt độ tăng, độ bền kéo và giới hạn kéo tăng vì vậy không gây trở ngại và không cần lưu ý. Ngược lại, khi nhiệt độ giảm độ kéo giãn và độ bền dẻo va đập giảm nhanh. Tuy nhiên tốc độ giảm tùy thuộc vào từng loại vật liệu riêng biệt. Các loại thép cacbon giảm rất nhanh nhưng đồng, nhôm và các hợp kim không những có độ kéo giãn và độ bền dẻo va đập không giảm mà lại có xu hướng tăng.

Bảng 6. Độ bền dẻo va đập của một số kim loại ở nhiệt độ thấp

| TT | Vật liệu | Độ bền dẻo va đập, Nm/cm ² của kim loại ở nhiệt độ khác nhau, °C | | | | |
|----|--|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 20 | -80 | -120 | -196 | -253 |
| 1 | a) Kim loại đen | | | | | |
| | - Thép xây dựng và thép tôi thấm cacbon | 100...200 | 0,3...1,5 | 0,2...0,5 | - | - |
| | - Thép Niken 5% | 130 | 110 | 70 | - | - |
| | - Thép Niken 36% | 170 | 100 | 80 | 40...80 | |
| | -Thép hợp kim cao austenit X8GniTi 18.10 | 200...250 | - | - | 150...200 | 140...160 |
| 2 | b) Kim loại màu | | | | | |
| | - Đồng | 140...180 | 150...200 | - | 160...205 | - |
| | - Đồng thau CuZn37 | 125 | 142 | - | 155 | - |
| | - Hợp kim đồng Niken sắt (CuNi10Fe) | 192 | 190 | - | 195 | 195 |

| | | | | | |
|---|-----|-----|---|---------------|----|
| - Đồng bạch (hợp kim đồng niken kẽm CuNi31Zn14) | 110 | 115 | - | 120 | - |
| - Nhôm Al199,5 | 40 | 52 | - | 60 | - |
| - Hợp kim nhôm manhê | 100 | 110 | - | 100 | - |
| - Kẽm | 60 | 3,5 | - | - | - |
| - Chì | 24 | - | - | 38 (ở -183°C) | 45 |

* Tóm lại: Các vật liệu kim loại được sử dụng chính trong kỹ thuật lạnh là sắt, đồng, nhôm và các hợp kim của chúng. Xét quan hệ nhiều thành phần: vật liệu kim loại – phi kim loại – môi chất – dầu bôi trơn - ẩm và sản phẩm thứ cấp.

Có thể nói rằng phần lớn các vật liệu là phù hợp, chỉ có một số ít các vật liệu cần thận trọng hoặc cần loại bỏ ứng với môi chất lạnh. Cụ thể các vật liệu kim loại được sử dụng bình thường cho đến nhiệt độ -50°C , nhưng từ nhiệt độ -50°C trở xuống cần phải chú ý đến độ bền vật liệu, đặc biệt là sự biến dạng giòn và độ bền dẻo va đập.

1.2. Vật liệu phi kim:

Vật liệu phi kim loại sử dụng trong kỹ thuật lạnh chủ yếu gồm cao su, amiăng, chất dẻo, thủy tinh và gốm,... Chúng được sử dụng làm đệm kín và vật liệu cách điện, cách nhiệt. Ngoài ra, thủy tinh còn được dùng làm kính quan sát mức dầu, mức gas,..., chất dẻo dùng làm gioăng, đệm kín, màng cách điện.

1.2.1. Cao su:

- Cao su và một số vật liệu tương tự gần với cao su có tầm quan trọng trong lĩnh vực kỹ thuật và đời sống.

- Đặc tính nổi bật của cao su là tính đàn hồi và ít thấm ẩm. Cao su có hai loại: cao su tự nhiên và cao su nhân tạo:

Bảng 7. Độ tương phòng của một số vật liệu đàn hồi trong môi chất lạnh

| Môi chất lạnh | | Cao su tự nhiên | Cao su tổng hợp | | |
|---------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----|-----|
| Kí hiệu | Công thức hóa học | | (1) | (2) | (3) |
| R40 | CH_3Cl | 26 | 22 | 35 | 20 |
| R30 | CH_2Cl_2 | 34 | 37 | 52 | 26 |
| R20 | CHCl_3 | 45 | 43 | 54 | 32 |
| R10 | CCl_4 | 43 | 35 | 11 | 31 |
| R21 | CHCl_2F | 34 | 28 | 48 | 49 |
| R22 | CHClF_2 | 6 | 25 | 26 | 4 |
| R23 | CHF_3 | 1 | 0 | 2 | 0,5 |
| R11 | CCl_3F | 23 | 17 | 6 | 21 |
| R12 | CCl_2F_2 | 6 | 0 | 2 | 3 |
| R13 | CClF_3 | 1 | 0 | 1 | 0,5 |
| R13B1 | CBrF_3 | 1 | 2 | 1 | 1 |

| | | | | | |
|------|--------------|----|---|---|-----|
| R113 | $C_2Cl_3F_3$ | 17 | 3 | 1 | 9 |
| R114 | $C_2Cl_2F_4$ | 2 | 0 | 0 | 1,5 |
| R115 | C_2ClF_5 | 0 | 0 | 0 | 0 |

(1) Cao su tổng hợp trùng hợp từ 2 clobutadien

(2) Cao su tổng hợp trùng hợp từ butadien và acrylnitril

(3) Cao su tổng hợp trùng hợp từ butadien và styrol

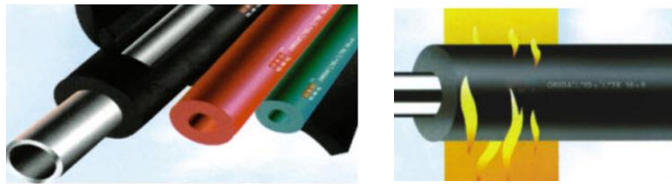
Nói chung độ tương phong <10: phù hợp; <20 và >10: hạn chế sử dụng; >20: không phù hợp, không thể sử dụng được

* Cao su tự nhiên: là nhựa lấy từ cây cao su, do ngưng tụ mủ cao su và các tạp chất. Thành phần hóa học của nó là cacbua hydro. Không chịu được tác dụng ở nhiệt độ cao, ở nhiệt độ 50⁰C thì nó trở nên mềm và dính.

* Cao su nhân tạo (còn gọi là cao su tổng hợp):

+ Cao su butadien: Nó có cường độ cơ giới, tính chịu nhiệt cao và chịu được tác dụng của axit và dung môi hữu cơ. Trong thực tế còn dùng cao su Butdien acrilonitril được tạo ra từ axetylen có tính chịu nhiệt và chịu dầu rất tốt, thường dùng để đệm kín dầu trong các máy nén và các thiết bị khác.

+ Cao su Polycloropen: Cao su này ít bị oxy hoá, đàn hồi tốt, khó cháy, chịu được ẩm, chịu tác dụng cơ học nhưng sẽ mất tính đàn hồi khi ở nhiệt độ cao, ít chịu được dầu, ozon.



Hình 2.1. Ống cách nhiệt bằng cao su

1.2.2. Amiăng:

- Amiăng Là tên gọi của 1 nhóm vật liệu khoáng chất có cấu trúc xơ, phổ biến là crizotin có độ bền kéo khoảng 300-400kG/cm², nhiệt độ nóng chảy trên 1150⁰C.

- Có độ bền cơ cao và độ bền điện không lớn lắm nhược điểm là háo nước. thường được sản xuất thành sợi, băng, vải, ... để làm cách điện cho các dây quấn máy điện.

1.2.3. Thủy tinh:

- Tính chất cơ lý của thủy tinh hầu như phụ thuộc rất ít vào nhiệt độ, độ dẫn nở nhiệt của nó cũng rất nhỏ.

- Độ bền phá hủy, độ bền uốn phụ thuộc vào nhiệt độ từ nhiệt độ môi trường đến -40⁰C đã được nghiên cứu kỹ. Các kết quả cho thấy chúng tăng khi nhiệt độ giảm, và phụ thuộc nhiều vào tốc độ biến dạng. Độ bền phá hủy tăng gấp 2 khi hạ nhiệt độ từ 20⁰C xuống -190⁰C.

- Thủy tinh được dùng làm các chi tiết trong chế tạo máy, đặc biệt dùng làm mắt dầu, mắt gas, mức lỏng kế và các chi tiết không chịu va đập. Thủy tinh cũng có thể làm ổ trượt nếu đạt độ biến dạng nhỏ cho phép.

1.2.4. Chất dẻo:

- Độ bền kéo, nén và uốn của chất dẻo tăng khi nhiệt độ giảm, trong khi độ bền dẻo và đập giảm.

- Riêng loại chất dẻo flour là có tính đàn hồi tương đối ổn định và ít phụ thuộc vào nhiệt độ khi nhiệt độ giảm. Các chất dẻo loại này có độ đàn hồi lớn nhất và các tính chất cơ học cũng tương đối ổn định nhất so với các vật liệu chất dẻo khác.

- Khối lượng riêng của vật liệu chất dẻo nhỏ hơn nhiều so với kim loại. Hệ số dẫn nở nhiệt của các vật liệu chất dẻo ngược lại lớn hơn của kim loại.

- Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu chất dẻo nằm trong khoảng 0,15...0,5W(mK) bằng 1/100 đến 1/1000 hệ số dẫn nhiệt trung bình của kim loại. Với hệ số dẫn nhiệt nhỏ như vậy, các vật liệu chất dẻo thích ứng rất tốt với kỹ thuật cryô.

Bảng 8. Tính chất của một số vật liệu chất dẻo đối với môi chất lạnh Freon

| TT | Vật liệu chất dẻo | Một vài tính chất vật lý và hóa học, sự thích ứng với môi chất freon |
|----|---------------------------|--|
| 1 | Polytêtrafloêtylen (PTFE) | Nói chung có đặc tính chống ăn mòn tốt, phù hợp tốt, bị chảy ở tải nén lớn. |
| 2 | Polyvinyl clorit (PVC) | Tính chất có khác nhau tùy từng loại nhưng nói chung không bền (không phù hợp) với môi trường frêon. |
| 3 | Polyêtylen (PE) | Bị trương phồng và bị hòa tan từng phần. |
| 4 | Polypropylen (PP) | Bị trương phồng, không phù hợp giống như PE và PVC, bị ăn mòn đặc biệt ở nhiệt độ cao. |
| 5 | Polyamit | Nói chung là phù hợp, có thể bị biến giòn, khả năng giữ đúng kích thước tốt. |
| 6 | Polyimit | Phù hợp tốt. |
| 7 | Polystyrol (PS) | Không phù hợp. |
| 8 | Polyacrylnitril | Phù hợp. |
| 9 | Polyutheran (PU) | Cần thận trọng, còn nhiều vấn đề cần phải tiếp tục |
| 10 | Polycarbonat | Bền, không bị ăn mòn. |
| 11 | Polymethylmethacrylat | Không bền, bị hóa giòn, bị môi chất R22 hòa tan |
| 12 | Nhựa êpoxi | Tùy theo từng loại, phần lớn là phù hợp, khả năng giữ đúng kích thước tốt. |
| 13 | Polyeste | Bền, không bị frêon ăn mòn. |

1.2.5. Gốm:

- Vật liệu cách điện bằng gốm, sứ là những vật liệu vô cơ, có thể sx ra các sản phẩm có hình dáng bất kỳ, sau đó được nung ở nhiệt độ cao.

- Tùy theo thành phần cấu tạo, công nghệ chế tạo thích hợp vật liệu cách điện bằng gốm, sứ có thể có độ bền cơ học cao, góc tổn hao điện môi nhỏ, hằng số điện môi cao, chịu nóng tốt, độ bền hóa già vì nhiệt cao, không bị biến dạng khi chịu tải trọng cơ học.

1.2.6. Gỗ:

Là loại vật liệu rất phù hợp với kỹ thuật lạnh. Rất nhiều loại gỗ có độ bền cơ học cao ở nhiệt độ thấp đặc biệt khi độ ẩm nhỏ. Mô đun đàn hồi và độ bền nén đều tăng khi nhiệt độ giảm. Độ bền nén của gỗ từ 800kg/cm^2 ở 80°C tăng lên 1600kg/cm^2 ở -160°C .

1.3. Vật liệu cách nhiệt cơ bản:

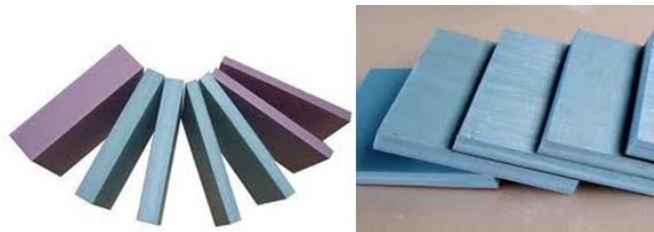
Các vật liệu cách nhiệt chế tạo từ chất hữu cơ hiện nay được sử dụng nhiều nhất để cách nhiệt lạnh. Chúng có khả năng cách nhiệt tốt, được sản xuất với quy trình công nghệ ổn định về chất lượng, kích thước, dễ gia công lắp ghép và ứng dụng kinh tế hơn. Các vật liệu có ý nghĩa nhất hiện nay là polystyrol và polyurethan.

1.3.1. Polystyrol:

- Bọt xốp polystyrol được sử dụng làm vật liệu cách nhiệt trong các công trình điều hòa không khí và kỹ thuật lạnh chúng được sử dụng rộng rãi trong dải nhiệt độ từ $30^\circ\text{C} \div -170^\circ\text{C}$. Nhiệt độ giới hạn trên là 70°C , không được sử dụng cách nhiệt cho nhiệt độ cao hơn 70°C . Bọt xốp polystyrol sản xuất trong thiết bị tĩnh tạo bọt bằng chất tạo bọt hoặc xử lý nhiệt ở 100°C .

Bọt polystyrol được chia làm 2 loại theo phương pháp sản xuất khác nhau: bọt xốp dạng trực và bọt dạng hạt. Độ bền nén khá cao, đạt $0,1 \div 0,2 \text{ N/mm}^2$

- Polystyrol dễ bị cháy, hiện nay đã có các loại polystyrol khó cháy do được trộn các phụ gia chống cháy.



Hình 2.2. Xốp cách nhiệt

1.3.2. Polyurethan:

- Xốp polyurethan được sử dụng rộng rãi để cách nhiệt cho các buồng lạnh đến nhiệt độ -180°C . Ngoài ra còn dùng để cách nhiệt tủ lạnh, đường ống hệ thống lạnh công nghiệp.

- Polyutheran có ưu điểm là độ bền đảm bảo, dễ chế tạo do khi tạo bọt không cần phải gia nhiệt, không cần áp suất. Các lỗ rỗng, các không gian giới hạn bởi các tấm cách âm, các không gian giữa hai vỏ,... dễ dàng được tạo bọt polyutheran điền đầy.

- Với polyutheran người ta áp dụng phương pháp cách nhiệt rất kinh tế với hiệu quả cách nhiệt cao trong dây chuyền sản xuất tủ lạnh, các loại buồng lạnh lắp ghép với các tấm hoặc đơn vị cách nhiệt tiêu chuẩn. Ngay cả trong cách nhiệt các đường ống, các thiết bị và các bình, Polyutheran cũng có ưu điểm hơn hẳn các loại bọt xốp khác. Đặc biệt có thể phun trực tiếp bọt lỏng vào trong vách cách nhiệt ngay tại nơi thi công.

Bảng 9. Tính chất của một số vật liệu cách nhiệt

| Vật liệu | ρ (kg/m ³) | λ (W/mK) | μ | $\sigma_{\text{nén}}$ (N/cm ²) | t_{max} (°C) |
|---------------------|-----------------------------|------------------|----------|--|-----------------------|
| Bọt xốp styrôpo | 10 ÷ 60 | 0,03÷0,04 | 40÷150 | 10 ÷ 25 | 80 |
| Bọt xốp polyutheran | 30 ÷ 50 | 0,023÷0,03 | 30 ÷ 60 | 15 ÷ 30 | 120 |
| Bọt xốp nhựa urê | 10 ÷ 15 | 0,035 | 1,5÷3,5 | 1 | 120 |
| Bọt xốp PVC | 40 ÷ 60 | 0,03÷0,04 | 150÷300 | 30 ÷ 50 | 70 |
| Bọt xốp nhựa phenon | 30 ÷ 60 | 0,035÷0,04 | 30 ÷ 50 | 20 ÷ 40 | 150 |
| Bọt thủy tinh | 130÷150 | 0,05÷0,06 | ∞ | 70 | 430 |
| Lie | 150÷350 | 0,04÷0,05 | 3 ÷ 20 | - | - |
| Các loại sợi khoáng | 20÷250 | 0,035÷0,05 | 1 ÷ 7 | | |
| Bọt polyetylen | 35 | 0,033 | 1000 | 25 ÷ 35 | 110 |
| Bột perlit | 35÷100 | 0,03÷0,05 | | | |
| Bột acrosil | 60 ÷ 80 | 0,023÷0,03 | | | |
| Alfol nhiều lớp | 1 ÷ 8 | 0,023÷0,05 | | | |
| Wellit nhiều lớp | 40-100 | 0,04÷0,06 | | | |

1.3.3. Một số vật liệu cách nhiệt cơ bản khác:

a. Không khí:

Không khí có hệ số dẫn nhiệt rất nhỏ, ở áp suất khí quyển $\lambda = 0,025\text{W/mK}$. Để tạo ra các vật liệu cách nhiệt có khả năng dẫn nhiệt nhỏ hơn nữa, cần phải tìm được các chất khí có hệ số dẫn nhiệt nhỏ hơn của không khí.

b. Các chất vô cơ tự nhiên:

Các vật liệu cách nhiệt là những chất vô cơ tự nhiên như gốm, thủy tinh, amiăng thường được gia công thành sản phẩm hay bán sản phẩm trước khi sử dụng ở dạng tấm, sợi, bông,... đó là các loại bông thủy tinh, bông xi, thủy tinh bột, sợi amiăng, sợi gốm,...

c. Các chất hữu cơ tự nhiên:

Các chất hữu cơ tự nhiên như trấu, sơ dừa, mùn cưa, ... cũng có thể dùng làm vật liệu cách nhiệt lạnh, tuy nhiên cần phải có các biện pháp chống chuột, chống mối, chống ẩm và có công nghệ tiện dùng, kinh tế.

1.4. Dầu bôi trơn:

1.4.1. Nhiệm vụ của dầu bôi trơn:

Dầu bôi trơn được sử dụng trong các hệ thống lạnh có máy nén cơ. Nhiệm vụ chủ yếu của dầu bôi trơn là:

- Bôi trơn các chi tiết chuyển động của máy nén, các bề mặt ma sát, giảm ma sát và tổn thất do ma sát gây ra. Riêng máy nén và máy dẫn nở ôxy không có dầu bôi trơn vì khi nén, dầu gây ra cháy nổ và khi dẫn nở, nhiệt độ hạ đột ngột và dầu đông cứng lập tức;

- Làm nhiệm vụ tải nhiệt từ các bề mặt ma sát pittông, xilanh, ổ bi, ổ bạc, ... ra vỏ máy để tỏa ra môi trường, đảm bảo nhiệt độ ở các vị trí trên không quá cao;

- Chống rò rỉ các môi chất cho các cụm bịt kín và đệm kín cô trực;

- Giữ kín các khoang nén trong máy nén trực vít.

1.4.2. Yêu cầu đối với dầu bôi trơn:

Dầu bôi trơn nằm trong máy nén do đó dầu tham gia vào vòng tuần hoàn môi chất lạnh, đi qua tất cả các thiết bị chính và phụ của hệ thống. Chính vì vậy, dầu kỹ thuật lạnh có yêu cầu rất khắc khe:

- Có đặc tính chống mài mòn và chống sây sát bề mặt tốt;

- Có độ nhớt thích hợp đảm bảo bôi trơn các chi tiết;

- Có độ tinh khiết cao, không chứa các thành phần có hại đối với hệ thống lạnh như: ẩm, axit, lưu huỳnh không được hút ẩm;

- Nhiệt độ bốc cháy phải cao, cao hơn nhiều so với nhiệt độ cuối quá trình nén;

- Nhiệt độ đông đặc phải thấp, thấp hơn nhiều so với nhiệt độ tiết lưu và ở dàn bay hơi;

- Nhiệt độ lưu động phải thấp hơn nhiệt độ bay hơi để đảm bảo tuần hoàn được trong hệ thống và có thể hồi dầu dễ dàng về máy nén (nếu dầu hòa tan hoàn toàn vào môi chất lạnh, việc tuần hoàn dầu càng dễ dàng);

- Không tạo lớp trở nhiệt trên bề mặt trao đổi nhiệt trong trường hợp này dầu phải hòa tan hoàn toàn vào môi chất;

- Không làm giảm nhiệt độ bay hơi, qua đó làm giảm năng suất lạnh, trong trường hợp này dầu không được hòa tan vào môi chất lạnh;

- Không được dẫn điện, có độ cách điện cao cả ở pha hơi và pha lỏng đặc biệt khi sử dụng cho hệ thống lạnh kín và nửa kín;

- Không gây cháy, nổ;

- Không phân hủy trong phạm vi nhiệt độ vận hành (thường từ -60°C đến 150°C , đặc biệt cho máy lạnh ghép tầng -80°C thậm chí -110°C);

- Không được tác dụng với môi chất lạnh, với các vật liệu chế tạo máy vô cơ và hữu cơ, dây điện, sơn cách điện, dây quấn động cơ, với vật liệu hút ẩm để tạo ra các sản phẩm có hại trong hệ thống lạnh, nhất là có hại cho động cơ và máy nén;

- Tuổi thọ phải cao và bền vững, đặc biệt trong hệ thống lạnh kín, có thể làm việc liên tục từ 20 đến 25 năm ngang với tuổi thọ của lốc tủ lạnh;

- Phải không được độc hại;

- Phải rẻ tiền và dễ kiếm;

Trong thực tế, tất nhiên không thể tìm được một loại dầu bôi trơn lý tưởng đáp ứng đầy đủ các yêu cầu trên (các yêu cầu nhiều khi cũng mâu thuẫn nhau), ta chỉ có thể tìm được các loại dầu cho từng trường hợp ứng dụng cụ thể để phát huy được các ưu điểm và khắc phục được các nhược điểm của nó.

1.4.3. Phân loại dầu bôi trơn:

Dầu kỹ thuật lạnh có thể chia thành 02 nhóm chính là dầu khoáng và dầu tổng hợp. Ngoài ra còn một nhóm phụ nữa là dầu khoáng có phụ gia tổng hợp.

- Dầu khoáng: các loại dầu khoáng không có công thức hóa học cố định mà là hỗn hợp của nhiều thành phần gốc hydrocacbon từ dầu mỏ. Hiện nay dầu khoáng được sử dụng rộng rãi nhất trong các hệ thống lạnh.

- Dầu tổng hợp: Dầu tổng hợp được sản xuất từ các chất khác nhau như polycyclo, các loại este, silicol hoặc các dầu tổng hợp gốc hydrocacbon. So với dầu khoáng, dầu tổng hợp có chất lượng bôi trơn tốt hơn khi hỗn hợp với môi chất lạnh, nhiệt độ đông đặc cũng thấp hơn, sự mài mòn chi tiết thấp hơn nhưng giá thành cao hơn.

- Dầu khoáng có phụ gia tổng hợp: để cải thiện một số tính chất của dầu khoáng, người ta cho thêm vào dầu khoáng một số phụ gia tổng hợp. Trên thực tế có thể sử dụng hỗn hợp dầu khoáng và dầu tổng hợp nhưng phải rất thận trọng vì có thể hỗn hợp không phát huy được các đặc tính yêu cầu mà lại tăng thêm các nhược điểm. Chính vì vậy, phải tiến hành các thử nghiệm thận trọng trước khi sử dụng.

- Dầu este là loại dầu đặc biệt dùng cho các môi chất freon không có clo.

1.4.4. Các tính chất cơ bản:

- Độ nhớt: Độ nhớt của dầu bôi trơn là thông số quan trọng nhất, quyết định chất lượng của việc bôi trơn, giảm tổn thất do ma sát, giảm mài mòn thiết bị, tăng cường độ kín cho đệm kín cổ trục, các đệm khác. Độ nhớt của dầu giảm đi khi bị môi chất lạnh hòa tan. Đặc biệt khi nhiệt độ bay hơi thấp cần có tỷ lệ hòa trộn thích hợp để đảm bảo dòng chảy, hồi lưu được dầu về máy nén.

- Khối lượng riêng: của dầu lạnh nằm trong khoảng $0,87 \div 1,01 \text{g/cm}^3$, phụ thuộc vào nhiệt độ, áp suất và hàm lượng cacbua hydro thơm.

- Nhiệt độ đông đặc và nhiệt độ lưu động: Nhiệt độ đông đặc là nhiệt độ khi dầu đã hóa đặc. Nhiệt độ lưu động là nhiệt độ mà dầu còn có khả năng lưu

động trong thiết bị và đường ống, bảo đảm vòng tuần hoàn của dầu bôi trơn trong hệ thống. Thường nhiệt độ lưu động cao hơn nhiệt độ đông đặc $3 \div 5^{\circ}\text{C}$

- Nhiệt độ bốc cháy: phụ thuộc vào sự có mặt của nhóm dễ bay hơi trong dầu. Yêu cầu nhiệt độ bốc cháy của dầu khoáng là $160 \div 180^{\circ}\text{C}$ trở lên.

- Tính axit của dầu lạnh phải thấp để tránh ăn mòn chi tiết, các hàm lượng lưu huỳnh tự do, các chất cặn như hắc ín phải nhỏ vì chúng là các thành phần cơ bản làm biến chất, lão hóa và tạo bùn của dầu.

- Hàm lượng nước và tính hút ẩm của dầu: Nước hòa tan ít trong dầu, tuy nhiên dầu lạnh có tính hút ẩm. Tính hút ẩm tăng khi nhiệt độ tăng. Nước có thể hòa tan trong dầu khoáng. Tốc độ hút ẩm của dầu phụ thuộc vào từng loại dầu.

- Sức căng bề mặt của dầu ảnh hưởng đến chất lượng bôi trơn và chống mài mòn của chúng. Sức căng bề mặt của dầu phụ thuộc vào nhiệt độ, loại dầu, độ hòa tan, loại môi chất lạnh và quyết định độ nhớt của dầu.

- Điểm anilin: là nhiệt độ tới hạn của sự hòa tan dầu vào anilin để tạo ra dung dịch đồng nhất. Điểm anilin dùng để định hướng đánh giá tính ổn định và sự hòa tan dầu trong môi chất lạnh.

- Màu sắc của dầu rất sáng hoặc có màu gián sáng. Căn cứ vào màu sắc có thể đánh giá được chất lượng dầu. Màu của dầu càng tốt chứng tỏ hàm lượng hắc ín trong dầu cao.

- Hình dạng của dầu đặc trưng cho sự trong suốt hay không trong suốt khi quan sát qua một chiều dày dầu nhất định. Dầu lạnh phải có độ trong suốt cao.

- Nhiệt dung riêng của các loại dầu lạnh nằm trong khoảng $1,6 \div 2,2$ kJ/kgK

- Độ dẫn điện: Đối với các máy lạnh kiểu kín và nửa kín, vì động cơ được bố trí nằm trong vỏ máy nén nên dầu có độ cách điện cao, điện áp xuyên thủng lớn để đảm bảo động cơ làm việc an toàn.

- Độ dẫn nhiệt: hệ số dẫn nhiệt của dầu tương đối nhỏ, nằm trong khoảng $0,1 \div 0,16\text{W/mK}$. Trong hệ thống lạnh, hệ số dẫn nhiệt càng lớn càng thuận lợi cho các quá trình trao đổi nhiệt.

2. VẬT LIỆU CÁCH ẨM HÚT ẨM:

* Mục tiêu:

- Trình bày được tính chất và công dụng của các loại vật liệu cách ẩm, hút ẩm;

- Nhận biết được các loại vật liệu cách ẩm, hút ẩm; sử dụng đúng trong các trường hợp cụ thể.

- Nghiêm túc tìm hiểu về các đặc tính của các vật liệu để sử dụng đúng mục đích.

2.1. Vật liệu cách ẩm

2.1.1. Yêu cầu đối với vật liệu cách ẩm:

- Do có hiện tượng ngưng đọng ẩm trong vách cách nhiệt lạnh nên phải có các lớp cách hơi ẩm để tăng trở ẩm cho vật liệu, trường hợp vật liệu không đủ độ trở thấm ẩm.

- Vật liệu cách ẩm cần có các yêu cầu sau đây:

+ Có trở ẩm lớn hoặc có hệ số thấm ẩm nhỏ.

+ Không ngậm nước.

+ Phải bền nhiệt, không bị cứng, giòn, lão hóa ở nhiệt độ thấp và bị mềm hoặc nóng chảy ở nhiệt độ cao.

+ Không có mùi lạ, không độc, không ảnh hưởng tới sản phẩm bảo quản.

+ Không gây ăn mòn và tác dụng hóa học với các vật liệu cách nhiệt và xây dựng.

+ Phải rẻ tiền và dễ kiếm.

2.1.2. Một số vật liệu cách ẩm thông dụng:

- Vật liệu cách ẩm hiện nay chủ yếu là bitum. Trong kỹ thuật sử dụng 3-4 mức bitum NH-3, BH-4, BH-5 và BH-5K (Liên xô cũ). Hệ số dẫn nhiệt từ 0,3...0,35W/mK.

- Ngoài bitum, một số vật liệu khác cũng được sử dụng để ngăn ẩm như giấy nhôm, màng polyetylen, màng PVC, giấy dầu,... (bảng 10). Trong các buồng lạnh lắp ghép, các tấm lợp bằng tôn được sử dụng làm vỏ tấm cách nhiệt polyutheran đồng thời làm tấm cách ẩm.

Bảng 10. Một số vật liệu cách ẩm

| Vật liệu cách ẩm | Hệ số khuếch tán g/(mhMPa) |
|------------------|----------------------------|
| Giấy nhôm | 0,0054 |
| Bitum | 0,86 |
| Hydrozol | 11,38 |
| Pergamin | 1,20 |
| Màng Polyetylen | 0,0018 |
| Giấy dầu | 1,35 |

Bảng 11. Đặc tính kỹ thuật của một số mức Bitum

| Đặc tính | Mức Bitum | | | |
|-------------------------------------|-----------|--------|--------|---------|
| | BH – 3 | BH – 4 | BH – 5 | BH – 5K |
| Nhiệt độ nóng chảy, °C | 45 | 70 | 90 | 90 |
| Nhiệt độ bắt cháy, °C | 200 | 230 | 230 | 230 |
| Khối lượng riêng, kg/m ³ | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |

2.1.3. Các phương pháp cách ẩm:

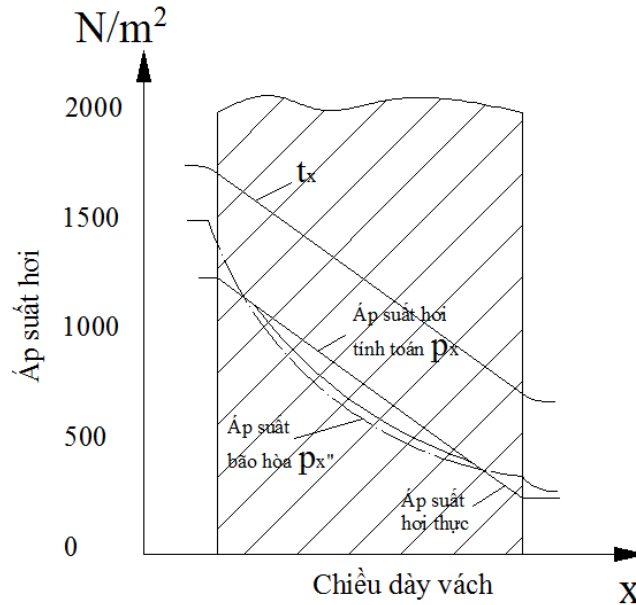
Nói chung có 5 phương pháp chống nhiễm ẩm cho cách nhiệt như sau:

- Sử dụng các lớp cách ẩm cùng với cách nhiệt.

- Nâng cao hệ số trở ẩm của vật liệu cách nhiệt.

- Sử dụng các lớp vữa có độ khuếch tán ẩm lớp phía trong phòng lạnh.
- Tạo áp suất dương trong phòng lạnh, qua đó có thể tạo ra một dòng không khí đi qua vách ngược chiều với độ giáng phân áp suất hơi nước.
- Tác động nhân tạo vào áp suất riêng phần hơi nước trên bề mặt lạnh của vách cách nhiệt.

Tuy nhiên chỉ có ba phương pháp đầu tiên là có ý nghĩa thực tiễn hơn cả.



Hình 2.3. Biến thiên áp suất và nhiệt độ trong vách

Hình 2.3. biểu diễn sự biến thiên nhiệt độ t_x , áp suất riêng hơi nước p_x và áp suất hơi nước bão hòa p_x'' phụ thuộc vào độ dày x của vách cách nhiệt; t_x , p_x và p_x'' được xác định qua độ chênh nhiệt độ hai bên vách và các thông số vật lý của vách cũng như môi trường hai bên vách; t_x và p_x là các đường thẳng (hàm tuyến tính) và p_x'' là hàm mũ.

Có hai trường hợp có thể xảy ra:

Trường hợp 1: Hai đường p_x và p_x'' không cắt nhau, p_x nằm dưới p_x'' , trong vách cách nhiệt không có vùng ngưng đọng ẩm.

Trường hợp 2: hai đường p_x và p_x'' cắt nhau ở hai điểm. Trong vách cách nhiệt xảy ra hiện tượng ngưng đọng ẩm do áp suất riêng phần p_x cao hơn áp suất bão hòa p_x'' . Đường áp suất hơi thực nằm giữa hai đường p_x tính toán và áp suất bão hòa p_x'' (đường liền trên hình 1)

Để tránh hiện tượng đọng sương trong vách cách nhiệt phải áp dụng các biện pháp để đẩy đường p_x xuống dưới không cắt đường p_x'' hoặc để lượng ẩm khuếch tán từ phía nóng vào vách nhỏ hơn lượng ẩm khuếch tán từ vách vào phòng lạnh.

2.2. Vật liệu hút ẩm:

2.2.1. Nhiệm vụ của vật liệu hút ẩm:

* Trong các hệ thống lạnh amoniac và Freon, ẩm (nước) lẫn trong vòng tuần hoàn môi chất lạnh có nhiều tác hại nghiêm trọng như:

- Tác dụng với dầu bôi trơn tạo ra các axit vô cơ, các keo dầu và bùn, làm lão hóa dầu.

- Kết hợp với môi chất lạnh tạo ra các khí lạ, axit do phân hủy môi chất và thủy phân, cản trở trao đổi nhiệt.

- Kết hợp với vật liệu chế tạo máy, chặn bản kim loại vô cơ và hữu cơ tạo ra các liên kết oxy hóa, ăn mòn và phá hủy các chi tiết máy và thiết bị.

- Do hòa tan hoàn toàn trong môi chất (NH_3) nên làm tăng nhiệt độ bay hơi, giảm năng suất lạnh, tiêu tốn năng lượng cao hơn.

- Do không hòa tan trong môi chất (freon) nên gây tắc ẩm cho tiết lưu.

* Do tác hại của hơi ẩm trong hệ thống lạnh nên người ta đã đề ra nhiều biện pháp loại trừ sự có mặt ẩm trong vòng tuần hoàn môi chất lạnh như:

- Sấy khô nghiêm ngặt các chi tiết máy và thiết bị trước khi lắp ráp mới hoặc sau khi bảo dưỡng, sửa chữa.

- Hạn chế độ ẩm tối thiểu trong môi chất lạnh, đối với ammoniac không vượt quá 0,2% khối lượng, đối với Freon công nghiệp không vượt quá 25 phần triệu, đối với Frêon nạp tủ lạnh và máy lạnh kín không quá 6 phần triệu khối lượng.

- Sấy chân không nhiều giờ trước khi nạp gas và hệ thống lạnh.

- Sử dụng phin sấy lắp trên vòng tuần hoàn môi chất đường lỏng và đường hơi. Phin sấy đường lỏng lắp trước bộ phận tiết lưu và phin sấy đường hơi thường lắp sau dàn bay hơi theo chiều chuyển động của môi chất lạnh.

Tóm lại, vật liệu hút ẩm trong hệ thống lạnh có các nhiệm vụ chính sau:

- Hút ẩm và giữ lạ các axit, các chất lạ có hại sinh ra trong quá trình vận hành máy lạnh, “sấy khô” môi chất lạnh, loại trừ tác hại của ẩm trong hệ thống lạnh có thể gây ra cho dầu bôi trơn và chi tiết máy cũng như thiết bị.

- Chống tắc ẩm trong hệ thống lạnh Frêon.

2.2.2. Yêu cầu đối với vật liệu hút ẩm:

Bảng 12 giới thiệu một số vật liệu hút ẩm dựa trên ba nguyên tắc hút ẩm đã nêu, khả năng và phạm vi ứng dụng của nó trong kỹ thuật lạnh.

Bảng 12. Phân loại vật liệu hút ẩm

| STT | Nguyên tắc hút ẩm | Ký hiệu hút ẩm Thành phần hóa học | Phạm vi ứng dụng Ghi chú |
|-----|------------------------------|--|---|
| 1 | Hấp phụ (Liên kết cơ học) | Silicagel SiO_2 Đất sét hoạt tính Al_2O_3 Rây phân tử, zeolit (Silicat nhôm kali, natri và canxi) | Nói chung sử dụng được cho tất cả các loại môi chất lạnh, đặt trên đường lỏng và đường hơi. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 | Hấp thụ (Tạo tinh thể ngậm nước và các hydrat) | Sunphat canxi CaSO_4 Clorua canxi CaCl_2 Perclorat manhê $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ | Hạn chế sử dụng. Ví dụ CaCl_2 không thích hợp với môi chất lạnh, đặc biệt không đặt ở đường lỏng, chỉ có CaSO_4 còn có thể ứng dụng được. |
| 3 | Phản ứng hóa học (Tạo các axit và bazơ) | Ôxít canxi CaO (vôi sống) Oxyt bari BaO Pentôxít photpho P_2O_5 | Về nguyên tắc chỉ dùng trên đường hơi, P_2O_5 không thích hợp cho NH_3 cả trên đường hơi. Tuy hiệu quả hút ẩm rất tốt song do các chất hóa học tạo ra không nên sử dụng trong hệ thống lạnh. |

Căn cứ vào chức năng của vật liệu hút ẩm trong hệ thống lạnh, các vật liệu hút ẩm phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- Có khả năng hút ẩm cao tính theo lượng ẩm hút được trên một đơn vị khối lượng ngay ở áp suất riêng hơi nước thấp.
- Có khả năng hút được các loại axit và khí lạ có hại sinh ra trong quá trình vận hành hệ thống lạnh.
- Khả năng hút ẩm và các sản phẩm có hại không phụ thuộc vào nhiệt độ trong phạm vi nhiệt độ vận hành.
- Có khả năng tái sinh dễ dàng nhờ nhiệt hoặc hóa chất.
- Không tác dụng với môi chất lạnh, dầu bôi trơn, ẩm và các sản phẩm phụ cũng như vật liệu chế tạo máy vô cơ và hữu cơ tạo ra các chất có hại khác.
- Không làm chất xúc tác cho các phản ứng có hại trong hệ thống lạnh.
- Có hình dạng cố định, không bị toi rã cuốn theo môi chất lạnh làm tắc bộ phận tiết lưu và các đường ống.
- Rẻ tiền, dễ kiếm.

Trong thực tế không có vật liệu hút ẩm lý tưởng. Người ta phải chọn các vật liệu hút ẩm cho từng trường hợp ứng dụng để phát huy được các ưu điểm và hạn chế được các nhược điểm của chúng.

* Tác dụng hút ẩm dựa trên ba nguyên tắc sau:

- + Liên kết cơ học với ẩm gọi là quá trình hấp phụ ẩm.
- + Liên kết hóa học với hơi nước tạo ra các tinh thể ngậm nước hoặc các hydrat gọi là quá trình hấp thụ.
- + Phản ứng hóa học với nước tạo ra các chất mới.

2.2.3. Một số vật liệu hút ẩm thường dùng trong kỹ thuật lạnh:

a. Zelôit silicat:

- Zelôit dùng trong hệ thống lạnh có công thức $\text{Na}_{12}(\text{AlO}_2)_{12}(\text{SiO}_2)_{12}$, kí hiệu là 4A hay A4 dùng cho môi chất freon R12 và R22. Hiện nay người ta có thể chế tạo được các loại zelôit có diện tích bề mặt lớn đến $800\text{m}^2/\text{g}$ với kích

thước lỗ 4Å . Khi thay thế Na bằng Kali (K) hoặc canxi (Ca) có thể chế tạo được zeolit đường kính lỗ từ 3Å đến 9Å

- Zelôit có khả năng hấp phụ ẩm rất tốt và ít chịu ảnh hưởng của nhiệt độ, vì vậy nó được dùng nhiều để hút ẩm trong các hệ thống lạnh frêon. Khả năng hấp phụ của nó lớn gấp 5 lần silicagel. Các phin sấy zelôit có thể đặt ngay cạnh máy nén, dàn ngưng hay bình chứa cao áp mà không sợ nhiệt độ cao.

- Về nguyên tắc, khi đã bão hòa zelôit có thể được tái sinh phục hồi khả năng hút ẩm bằng cách gia nhiệt tới nhiệt độ $450 - 500^{\circ}\text{C}$. Tuy nhiên, thực tế là các zelôit đã làm việc trong hệ thống lạnh thường đã bị nhiễm bẩn và dầu nên việc tái sinh là ít hiệu quả. Vì vậy, nói chung không nên tái sinh phin sấy cũ mà nên thay mới khi cần.

b. Silicagel SiO_2 :

- Cùng với zelôit, silicagel là chất rắn hấp phụ ẩm có thể dùng cho các hệ thống lạnh frêon. Silicagel là SiO_2 ở dạng xốp không định hình, kích thước lỗ không cố định, diện tích riêng bề mặt khoảng $500\text{m}^2/\text{g}$.

- Khả năng hấp phụ của silicagel giảm ngay từ khi nhiệt độ tăng đến $40 - 50^{\circ}\text{C}$. Vì thế không bố trí phin sấy silicagel gần các thiết bị có nhiệt độ cao như máy nén, dàn ngưng hay bình chứa cao áp. Khả năng hấp phụ của silicagel có thể được tái sinh nếu sấy nó ở nhiệt độ 120 đến 200°C trong vòng 12 giờ. Tuy vậy, cũng như đối với zelôit, hiệu quả tái sinh silicagel rất hạn chế, nên thay phin sấy mới khi cần thiết.

c. Một số vật liệu hút ẩm khác:

- Đất sét hoạt tính cũng có cấu trúc tương tự, có khả năng hút ẩm, các loại axit, bazơ và các chất lạ hình thành trong quá trình vận hành máy lạnh như CO_2 , NH_3 , SO_2 , H_2S và hydrocacbon. Hiện nay người ta đang nghiên cứu để sử dụng đất sét hoạt tính làm chất chống ẩm trong hệ thống lạnh.

- Các chất lỏng hấp thụ ẩm thực tế như sunfat canxi CaSO_4 , clorua canxi CaCl_2 hoặc perelorat magiê $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ không được sử dụng để hút ẩm trong các hệ thống lạnh vì nhiều nhược điểm do tính chất cơ, hóa, lý của nó. Nếu sử dụng không được bố trí trên đường lỏng.

- Các chất có phản ứng hóa học với nước tuy có hiệu quả khử ẩm rất cao, nhưng vì khi tác dụng hóa học chúng lại tạo ra các chất mới khác nên thực tế không thể dùng trong các hệ thống lạnh được. Các vật liệu hút ẩm loại này như: vôi sống (CaO), oxitbari, penoxit phốt pho P_2O_5 bố trí trong hệ thống lạnh có thể tạo ra các loại axit và bazơ gây ăn mòn thiết bị, làm lão hóa và phá hủy dầu bôi trơn, phá hủy sơn cách điện làm chập mạch cuộn dây trong các máy nén kín và nửa kín,...

* Câu hỏi và bài tập:

* Câu hỏi:

1. Đặc điểm, yêu cầu của các vật liệu sử dụng trong các máy và thiết bị lạnh?

2. Quan hệ giữa tính chất của các vật liệu kim loại dung trong các máy và thiết bị với tính chất hoá lý của môi chất và dầu bôi trơn? từ đó rút ra kết luận gì khi sử dụng?
3. các vật liệu phi kim loại chủ yếu có thể dung trong các hệ thống máy và thiết bị lạnh? Tính chất của chúng thay đổi như thế nào theo nhiệt độ, trong môi trường dầu và môi chất lạnh?
4. Các vật liệu cách nhiệt thường được sử dụng ở đâu trong hệ thống máy và thiết bị lạnh? Đặc điểm và những yêu cầu kỹ thuật chính?
5. Kể tên và nêu vắn tắt tính chất của các vật liệu cách nhiệt hay được sử dụng trong các máy và hệ thống lạnh
6. Vật liệu hút ẩm dùng trong kỹ thuật lạnh có mấy loại chính? Tính chất và công nghệ sử dụng zeôlit và sillicagen?
7. Đặc điểm và yêu cầu của dầu bôi trơn máy lạnh?
8. Các loại dầu, tính chất và phạm vi ứng dụng của nó trong các hệ thống máy lạnh?

*** Bài tập thực hành của học sinh, sinh viên:** Nhận biết vật liệu kỹ thuật lạnh

Giáo viên:

- Chia lớp thành nhiều nhóm, mỗi nhóm từ (5 ÷ 7) học sinh
- Chuẩn bị các mẫu vật liệu kỹ thuật lạnh: vật liệu kim loại và phi kim, vật liệu cách nhiệt, vật liệu hút ẩm và một số loại dầu bôi trơn thông dụng.
- Hướng dẫn học sinh phân biệt và nhận biết được các loại vật liệu kỹ thuật lạnh:
 - + Nhận biết vật liệu kim loại và phi kim
 - + Nhận biết vật liệu cách nhiệt cơ bản: polyutheran và polystyrol
 - + Phân biệt được các loại dầu bôi trơn
 - + Nhận biết các loại vật liệu hút ẩm và cách ẩm, phân biệt vật liệu zêolit và sillicagen.

*** Yêu cầu về đánh giá kết quả học tập:**

| <i>Mục tiêu</i> | <i>Nội dung</i> | <i>Điểm</i> |
|-------------------------|---|-------------|
| <i>Kiến thức</i> | - Trả lời đầy đủ 8 câu hỏi; | 4 |
| <i>Kỹ năng</i> | - Nhận dạng đúng vật liệu kim loại, phi kim loại, vật liệu cách nhiệt, hút ẩm, dầu bôi trơn thông dụng, hút ẩm, cách ẩm, zêolit, sillicagen | 5 |
| <i>Thái độ</i> | - Nộp bài tập đúng hạn (1 tuần về nhà), vở bài tập nghiêm túc, sạch sẽ | 1 |
| <i>Tổng</i> | | 10 |

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] PGS.TS Nguyễn Đức Lợi, Vũ Diễm Hương, Nguyễn Khắc Xương (1998), *Vật liệu kỹ thuật nhiệt và kỹ thuật lạnh*, Nhà xuất bản Giáo Dục.
- [2] Nguyễn Xuân Phú, Hồ Xuân Thanh, (2001), *Vật liệu kỹ thuật điện*, NXB Khoa học và kỹ thuật.
- [3] Nguyễn Đình Thắng (2006), *Vật liệu kỹ thuật điện*, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
- [4] Nguyễn Đình Thắng (2004), *Giáo trình vật liệu điện*, Nhà xuất bản Giáo Dục.