

ỦY BAN NHÂN DÂN QUẬN 5
TRƯỜNG TRUNG CẤP NGHỀ KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ HÙNG VƯƠNG



GIÁO TRÌNH
Vật liệu điện
Nghề: Điện công nghiệp
TRÌNH ĐỘ TRUNG CẤP

MỤC LỤC

TT	NỘI DUNG	TRANG
1.	Giới thiệu về môn học	2
2.	Yêu cầu về đánh giá hoàn thành môn học	3
3.	Bài 1. KHÁI NIỆM VỀ VẬT LIỆU ĐIỆN	5
4.	Bài 2. VẬT LIỆU CÁCH ĐIỆN	14
5.	Bài 3: VẬT LIỆU DẪN ĐIỆN	51
6.	Bài 4: VẬT LIỆU DẪN TỪ	90
7.	Tài liệu tham khảo	124

GIỚI THIỆU VE MÔN HỌC

Vị trí, ý nghĩa, vai trò môn học:

Vật liệu kỹ thuật điện gọi tắt là "Vật liệu điện" là một môn học cơ sở trong chương trình đào tạo cán bộ kỹ thuật ngành điện với thời lượng tùy theo cấp bậc học và nhu cầu của các ngành khác nhau.

- Khối lượng kiến thức của môn học "Vật liệu điện" rất lớn, song với mục tiêu và yêu cầu đào tạo của bậc công nhân lành nghề cho nên cuốn giáo trình này chỉ trình bày ngắn gọn các vấn đề chính sau:

- Những kiến thức cơ bản về vật liệu dẫn điện, vật liệu cách điện và vật liệu dẫn từ. Những ứng dụng chủ yếu của vật liệu điện trong thiết bị, máy điện, khí cụ điện và trong các lĩnh vực truyền tải, phân phối và sử dụng điện.

- Môn học này phải học trước môn học khí cụ điện và sau khi học xong các môn học An toàn lao động; Điện kỹ thuật, Vẽ điện, Đo lường điện.

Mục tiêu của môn học:

Sau khi hoàn tất môn học này, học viên có năng lực:

- Nhận dạng được các loại vật liệu điện thông dụng.
- Phân loại được các loại vật liệu điện thông dụng.
- Trình bày được đặc tính của các loại vật liệu điện.
- Sử dụng thành thạo các loại vật liệu điện.
- Xác định được các dạng và nguyên nhân gây hỏng ở vật liệu điện.
- Tính chọn, thay thế vật liệu điện.

Mục tiêu thực hiện của môn học:

Học xong môn học này, học viên có năng lực:

- Nhận dạng được các loại vật liệu điện thông dụng theo tiêu chuẩn đã nêu trong nội dung bài đã học.
- Phân loại được các loại vật liệu điện thông dụng theo nội dung bài đã học.
- Trình bày được đặc tính của các loại vật liệu điện theo nội dung bài đã học.
- Sử dụng thành thạo các loại vật liệu điện đúng tiêu chuẩn kỹ thuật.
- Xác định được các dạng nguyên nhân gây hỏng ở vật liệu điện trên cơ sở các đặc tính kỹ thuật.
- Tính chọn, thay thế vật liệu điện đúng yêu cầu kỹ thuật.

YÊU CẦU VEĨNH GIAIHOAN THANH MÔN HỌC

L THUYẾT:

- **BÀIKIỂM TRA 1:** Thời l- ợng 30 phút. Đảnh giá mức độ tiếp thu của học viên về các kiến thức:
 - Các khái niệm về vật liệu điện.
 - Công dụng, đặc tính kỹ thuật của vật liệu cách điện.
 - Cách sử dụng, tính chọn và thay thế vật liệu cách điện.
- **BÀIKIỂM TRA2:** Thời l- ợng 30 phút. Đảnh giá mức độ tiếp thu của học viên về các kiến thức:
 - Công dụng, đặc tính kỹ thuật của vật liệu dân điện.
 - Công dụng, đặc tính kỹ thuật của vật liệu dẫn từ.
 - Cách sử dụng, tính chọn và thay thế vật liệu nói trên.
- **BÀIKIỂM TRA3:** (Thực hành): Thời l- ợng 60 phút. Đảnh giá kỹ năng của học viên về:
 - Nhận dạng các loại vật liệu điện.
 - Chọn các loại vật liệu điện.
 - Xác định các h- hỏng, nguyên nhân gây ra h- hỏng. Học viên phải phát hiện đ- ợc từ hai đến ba sai lỗi và sửa chữa/thay thế các vật liệu h- hỏng trong thiết bị.
- **BÀIKIỂM TRA4:** Kiểm tra kết thúc môn học: Thời l- ợng (45 - 60) phút: Gồm 2 phần:
 - **L thuyết:** Đảnh giá kết quả tiếp thu của cả môn học bao gồm tất cả các ý trọng tâm.
 - **Thực hành:** Nhằm đảnh giá các kỹ năng của học viên về phát hiện sai lỗi, nguyên nhân gây lỗi và sửa chữa thay thế các vật liệu điện trong các tr- ờng hợp xác định.

- Bài kiểm tra này có thể thực hiện tại x-ởng, giáo viên giao cho học viên các thiết bị hoặc mạch điện có lỗi. Học viên tìm nguyên nhân gây ra lỗi, xác định và sửa chữa lỗi / thay thế.
- Hoặc giáo viên giao cho học viên thiết bị của doanh nghiệp (hoặc đến doanh nghiệp) để bảo d-ởng, sửa chữa. Qua việc sửa chữa thực tế giáo viên đánh giá trình độ của học viên.

Bài 1

KHÁI NIỆM VỀ VẬT LIỆU NHIÊN

1. Khái niệm về vật liệu nhiên:

1.1. Khái niệm

Tất cả những vật liệu dùng để chế tạo máy điện, khí cụ điện, dây dẫn hoặc những vật liệu dùng làm phụ kiện đ- ồng dây, đ- ợc gọi chung là vật liệu điện. Như vậy vật liệu điện bao gồm: Vật liệu dẫn điện, vật liệu cách điện, vật liệu dẫn từ. Để thấy đ- ợc bản chất dẫn điện hay cách điện của vật liệu, chúng ta cần hiểu khái niệm về cấu tạo vật liệu cũng nh- sự hình thành các phần tử mang điện trong vật liệu.

1.2. Cấu tạo nguyên tử của vật liệu:

Nh- chúng ta đã biết, mọi vật chất đ- ợc cấu tạo từ nguyên tử và phân tử. Nguyên tử là phần tử cơ bản của vật chất. Theo mô hình nguyên tử của Bor, nguyên tử đ- ợc cấu tạo bởi hạt nhân mang điện tích d- ơng và các điện tử (êlêctron e) mang điện tích âm chuyển động xung quanh hạt nhân theo quỹ đạo nhất định. Hạt nhân nguyên tử đ- ợc tạo nên từ các hạt prôton và nơtron. Nơtron là các hạt không mang điện tích còn prôton có điện tích d- ơng với số l- ợng bằng Zq. Trong đó:

Z: số l- ợng điện tử của nguyên tử đồng thời cũng là số thứ tự của nguyên tố đó ở trong bảng tuần hoàn Mendêlêép.

q: điện tích của điện tử e ($q_e = 1,601 \cdot 10^{-19}$ culông). Prôton có khối l- ợng bằng $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg, êlêctron (e) có khối l- ợng bằng $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

Ở trạng thái bình th- ờng nguyên tử đ- ợc trung hòa về điện, tức là trong nguyên tử có tổng các điện tích d- ơng của hạt nhân bằng tổng các điện tích âm của các điện tử. Nếu vì lý do nào đó nguyên tử mất đi một hay nhiều điện tử thì sẽ trở thành điện tích d- ơng mà ta th- ờng gọi là ion d- ơng. Ng- ợc lại nếu nguyên tử trung hòa nhận thêm điện tử thì trở thành ion âm.

Để có khái niệm về năng l- ợng của điện tử ta xét nguyên tử của hiđro, nguyên tử này đ- ợc cấu tạo từ một prôton và một điện tử.

Khi điện tử chuyển động trên quỹ đạo tròn bán kính r xung quanh hạt nhân thì điện tử sẽ chịu lực hút f_1 của hạt nhân và đ- ợc xác định bởi công thức sau:

$$f_1 = \frac{q^2}{r^2} \quad (1.1)$$

Lực hút f_1 đ- ợc cân bằng bởi lực ly tâm của chuyển động f_2 , f_2 đ- ợc xác định bởi công thức sau:

$$f_2 = \frac{mv^2}{2} \quad (1.2)$$

Trong đó:

- m: là khối lượng của điện tử.
- v: là tốc độ chuyển động của điện tử.

Từ (1.1) và (1.2) ta có: $f_1 = f_2$ hay là: $mv^2 = \frac{q^2}{r}$ (1.3)

Trong quá trình chuyển động điện tử có một điện năng: $T = \frac{mv^2}{2}$ và một thế năng $U = -\frac{q^2}{r}$, nên năng lượng của điện tử sẽ bằng:

$$W = T + U = -\frac{q^2}{2r} \quad (1.4)$$

Biểu thức (1.4) ở trên chứng tỏ mỗi điện tử của nguyên tử có một mức năng lượng nhất định, năng lượng tỉ lệ nghịch với bán kính quỹ đạo chuyển động của điện tử. Để di chuyển điện tử từ quỹ đạo chuyển động bán kính r ra xa vô cùng ta cần phải cung cấp thêm cho nó một năng lượng lớn hơn $\frac{q^2}{2r}$.

Năng lượng tối thiểu cung cấp cho điện tử để điện tử tách rời khỏi nguyên tử trở thành điện tử tự do người ta gọi là năng lượng ion hóa (W_i), khi bị ion hóa (bị mất điện tử), nguyên tử trở thành ion dương. Quá trình biến nguyên tử trung hòa thành ion dương và điện tử tự do gọi là quá trình ion hóa.

Trong một nguyên tử, năng lượng ion hóa của các lớp điện tử khác nhau cũng khác nhau, các điện tử hóa trị ngoài cùng có mức năng lượng ion hóa thấp nhất vì chúng xa hạt nhân nhất.

Khi điện tử nhận được năng lượng nhỏ hơn năng lượng ion hóa chúng sẽ bị kích thích và có thể di chuyển từ mức năng lượng này sang mức năng lượng khác, song chúng luôn có xu thế trở về vị trí ban đầu. Phần năng lượng cung cấp để kích thích nguyên tử sẽ được trả lại dưới dạng năng lượng quang học. (quang năng)

Trong thực tế ion hóa và năng lượng kích thích nguyên tử có thể nhận được từ nhiều nguồn năng lượng khác nhau như: nhiệt năng, quang năng, điện năng, năng lượng của các tia sóng ngắn như các tia: α, β, γ hay tia rơnghen v.v...

1.3. Cấu tạo phân tử

Phân tử được tạo nên từ những nguyên tử thông qua các liên kết phân tử. Trong vật chất tồn tại bốn loại liên kết sau:

1.3.1. Liên kết cộng hóa trị

Liên kết đồng hóa trị đ-ợc đặc tr- ng bởi sự dùng chung những điện tử của các nguyên tử trong phân tử. Khi đó mật độ đám mây điện tử giữa các hạt nhân trở thành bảo hòa, liên kết phân tử bền vững.

Tùy thuộc vào cấu trúc đối xứng hay không đối xứng mà phân tử liên kết đồng hóa trị có thể là trung tính hay l- ỡng cực.

- Phân tử có trọng tâm điện tích d- ơng và âm trùng nhau là phân tử trung tính. Các chất đ- ợc tạo nên từ các phân tử trung tính gọi là chất trung tính.

- Phân tử có trọng tâm điện tích d- ơng và điện tích âm không trùng nhau, cách nhau một khoảng cách "a" nào đó gọi là phân tử cực tính hay còn gọi là l- ỡng cực. Phân tử cực tính đặc tr- ng bởi mômen l- ỡng cực $m = q.a$. Dựa vào trị số mômen l- ỡng cực của phân tử ng- ời ta chia ra thành chất cực tính yếu và cực tính mạnh. Những chất đ- ợc cấu tạo bằng các phân tử cực tính gọi là chất cực tính.

Liên kết đồng hóa trị còn thấy ở cả chất rắn vô cơ có mạng tinh thể cấu tạo từ các nguyên tử.

1.3.2. Liên kết ion

Liên kết ion đ- ợc xác lập bởi lực hút giữa các ion d- ơng và các ion âm trong phân tử. Liên kết ion là liên kết khá bền vững. Do vậy, vật rắn có cấu tạo ion đặc tr- ng bởi độ bền cơ học và nhiệt độ nóng chảy cao. ví dụ các muối halôgen của các kim loại kiềm.

Khả năng tạo nên một chất hoặc một hợp chất mạng không gian nào đó phụ thuộc chủ yếu vào kích th- ớc nguyên tử và hình dáng lớp điện tử ngoài cùng.

1.3.3. Liên kết kim lo i.

Dạng liên kết này tạo nên các tinh thể vật rắn. Kim loại đ- ợc xem nh- là một hệ thống cấu tạo từ các ion d- ơng nằm trong môi tr- ờng các điện tử tự do. Lực hút giữa các ion d- ơng và các điện tử tạo nên tính nguyên khối của kim loại. Chính vì vậy liên kết kim loại là liên kết bền vững, kim loại có độ bền cơ học và nhiệt độ nóng chảy cao.

Sự tồn tại các điện tử tự do làm cho kim loại có tính ánh kim và tính dẫn điện, dẫn nhiệt cao. Tính dẻo của kim loại đ- ợc giải thích bởi sự dịch chuyển và tr- ợt trên nhau giữa các lớp ion, cho nên kim loại dễ cán, kéo thành lớp mỏng.

1.3.4. Liên kết Vandec - Vanx.

Liên kết này là dạng liên kết yếu, cấu trúc mạng tinh thể phân tử không vững chắc. Do vậy những liên kết phân tử là liên kết Vandec - Vanx có nhiệt độ nóng chảy và có độ bền cơ thấp.

1.4. Khuyết tật trong cấu tạo vật rắn:

Các tinh thể vật rắn có thể có cấu tạo đồng nhất. Sự phá hủy các kết cấu đồng nhất và tạo nên các khuyết tật trong vật rắn thường gặp nhiều trong thực tế. Những khuyết tật có thể được tạo nên bằng sự ngẫu nhiên hay cố ý trong quá trình chế tạo vật liệu.

Khuyết tật của vật rắn là bất kỳ hiện tượng nào phá vỡ tính chất chu kỳ của trường tinh điện mạng tinh thể như: phá vỡ thành phần hợp thức; sự có mặt của các tạp chất lạ; áp lực cơ học; các lượng tử của giao động đàn hồi, lỗ xấp v.v...

Khuyết tật sẽ làm thay đổi các đặc tính cơ học, lý học, hóa học và các tính chất về điện của vật liệu. Khuyết tật có thể tạo nên các tính năng đặc biệt tốt và cũng có thể làm cho tính chất của vật liệu kém đi.

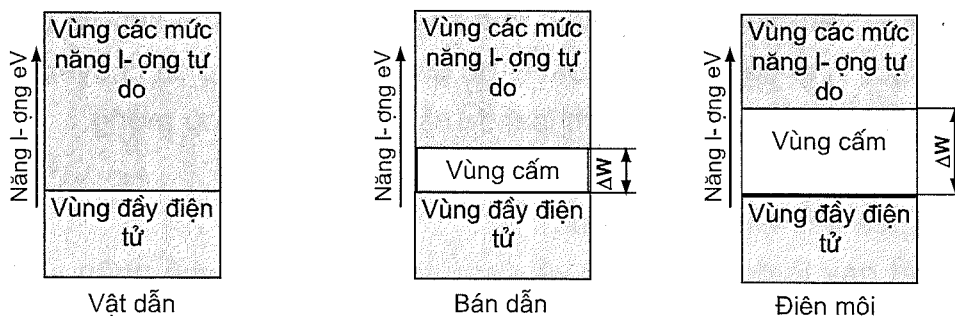
1.5. Lý thuyết phân vùng năng lượng trong vật rắn:

Có thể sử dụng lý thuyết phân vùng năng lượng để giải thích, phân loại vật liệu thành các nhóm vật liệu dẫn điện, cách điện và vật liệu bán dẫn.

Khi nguyên tử ở trạng thái bình thường không bị kích thích, một số trong các mức năng lượng được các điện tử lấp đầy, còn ở các mức năng lượng khác điện tử chỉ có thể có mặt khi nguyên tử nhận được năng lượng từ bên ngoài tác động (trạng thái kích thích). Nguyên tử luôn có xu hướng quay về trạng thái ổn định. Khi điện tử chuyển từ mức năng lượng kích thích sang mức năng lượng nguyên tử nhỏ nhất, nguyên tử phát ra phần năng lượng thừa.

Do không có năng lượng của chuyển động nhiệt nên vùng năng lượng bình thường của nguyên tử ở vị trí thấp nhất và được gọi là vùng hóa trị hay còn gọi là vùng điện đầy (ở 0°K các điện tử hóa trị của nguyên tử lấp đầy vùng này).

Những điện tử tự do có mức năng lượng hoạt tính cao hơn, các dải năng lượng của chúng tập hợp thành vùng điện dẫn (phần trên cùng của sơ đồ phân bố vùng năng lượng ở hình ...sau).



Hình 1.1: Sơ đồ phân bố vùng năng lượng của vật rắn ở nhiệt độ 0°K

2. Phân loại vật liệu điện

2.1. Phân loại vật liệu điện theo khả năng dẫn điện

Trên cơ sở giản đồ năng lượng người ta phân loại theo vật liệu dẫn điện, vật liệu dẫn từ, vật liệu cách điện và vật liệu bán dẫn.

2.1.1. Vật liệu dẫn điện:

Vật liệu dẫn điện là chất có vùng tự do nằm sát với vùng đầy điện tử thậm chí có thể chồng lên vùng đầy điện tử ($\Delta W < 0,2\text{eV}$). Vật liệu dẫn điện có số lượng điện tử tự do rất lớn; ở nhiệt độ bình thường các điện tử hóa trị ở vùng điền đầy có thể chuyển sang vùng tự do rất dễ dàng, dưới tác dụng của lực điện trường các điện tử này tham gia vào dòng điện dẫn. Chính vì vậy vật dẫn có tính dẫn điện tốt.

2.1.2. Vật liệu bán dẫn:

Vật liệu bán dẫn là chất có vùng cấm hẹp hơn so với vật liệu cách điện, vùng này có thể thay đổi nhờ tác động năng lượng từ bên ngoài. Chiều rộng vùng cấm chất bán dẫn bé ($\Delta W = 0,2 \div 1,5\text{eV}$), do đó ở nhiệt độ bình thường một số điện tử hóa trị ở vùng điền đầy được tiếp xúc của chuyển động nhiệt có thể di chuyển tới vùng tự do để tham gia vào dòng điện dẫn.

2.1.3. Điện môi (vật liệu cách điện):

Điện môi là chất có vùng cấm lớn đến mức ở điều kiện bình thường sự dẫn điện bằng điện tử không xảy ra. Các điện tử hóa trị tuy được cung cấp thêm năng lượng của chuyển động nhiệt vẫn không thể di chuyển tới vùng tự do để tham gia vào dòng điện dẫn. Chiều rộng vùng cấm của vật liệu cách điện ($\Delta W = 1,5 \div 2\text{eV}$).

2.2. Phân loại vật liệu điện theo từ tính:

Theo từ tính người ta chia vật liệu thành: nghịch từ, thuận từ và dẫn từ.

2.2.1. Vật liệu nghịch từ:

Là những vật liệu có độ từ thẩm $\mu < 1$ và không phụ thuộc vào từ trường bên ngoài. Loại này gồm có: hydro, các khí hiếm, đa số các hợp chất hữu cơ, muối mỏ và các kim loại như: đồng, kẽm, bạc, vàng, thủy ngân, gali, antimon.

2.2.2. Vật liệu thuận từ:

là những vật liệu có độ từ thẩm $\mu > 1$ và không phụ thuộc vào từ trường bên ngoài. Loại này gồm có: oxy, oxit nitơ, muối đất hiếm, muối sắt, muối coban và niken, kim loại kiềm, nhôm và bạch kim.

Vật liệu thuận từ và nghịch từ có độ từ thẩm μ xấp xỉ bằng 1.

2.2.3. Vật liệu dẫn từ là những vật liệu có độ từ thẩm $\mu > 1$ và phụ thuộc vào từ trường bên ngoài. Loại này gồm có: sắt, coban, niken và các hợp kim của chúng: hợp kim crom và mangan, gadolonit, pherit có các thành phần khác nhau.

Ngoài ra ta cũng có thể phân loại vật liệu điện:

+ Theo công dụng: có vật liệu dẫn điện, vật liệu cách điện, vật liệu dẫn từ và vật liệu bán dẫn.

+ Theo nguồn gốc: có vật liệu vô cơ và vật liệu hữu cơ.

+ Theo trạng thái vật thể có vật liệu ở thể rắn, thể lỏng và vật liệu ở thể khí.

CÂU HỎI ÔN TẬP BÀI 1

1. Trình bày cấu tạo nguyên tử, phân tử của vật liệu?
2. Trình bày các mối liên kết trong vật liệu? So sánh đặc điểm của các mối liên kết đó?
3. Thế nào gọi là khuyết tật trong cấu tạo vật rắn và các khuyết tật đó ảnh hưởng như thế nào tới các tính chất của vật rắn?
4. Trình bày lý thuyết phân vùng năng lượng trong vật rắn? Nêu cách phân loại vật liệu theo lý thuyết phân vùng năng lượng?
5. Vật liệu điện được phân loại như thế nào? trình bày các cách phân loại đó?

❖ Câu hỏi trắc nghiệm lựa chọn:

Đọc kỹ các câu hỏi, chọn ý trả lời đúng nhất và tô đen vào ô thích hợp ở cột bên.

TT	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
1.1	Vật liệu điện bao gồm những loại vật liệu dùng để: a. Chế tạo dây dẫn điện. b. Chế tạo dây quấn máy điện. c. Chế tạo máy điện, khí cụ điện, dây dẫn và phụ kiện đường dây. d. Dùng để chế tạo mạch từ của máy điện, khí cụ điện.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2	Vật liệu nghịch từ là những vật liệu có độ từ thẩm: a. $\mu > 1$ và không phụ thuộc vào từ trường bên ngoài. b. $\mu > 1$ và phụ thuộc vào từ trường bên ngoài. c. $\mu < 1$ và không phụ thuộc vào từ trường bên ngoài. d. $\mu < 1$ và phụ thuộc vào từ trường bên ngoài.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3	Theo nguồn gốc, vật liệu điện được chia làm các loại:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<p>a. Vật liệu ở thể rắn, thể lỏng và vật liệu ở thể khí.</p> <p>b. Vật liệu vô cơ và vật liệu hữu cơ.</p> <p>c. Vật liệu dẫn điện, vật liệu cách điện, vật liệu dẫn từ.</p> <p>d. Kim loại và các hợp kim của chúng.</p>				
1.4	<p>Theo lý thuyết phân vùng năng lượng, vật liệu dẫn điện là những chất có vùng cấm:</p> <p>a. Nằm chồng lên vùng đầy (hoặc không có vùng cấm)</p> <p>a. Rất lớn ($\Delta W = 1,5 \div 2eV$).</p> <p>c. Chiều rộng vùng cấm ($\Delta W = 0,2 \div 1,5eV$).</p> <p>d. Không xác định được.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5	<p>Theo lý thuyết phân vùng năng lượng, vật liệu cách điện là những chất có vùng cấm :</p> <p>a. Nằm chồng lên vùng đầy (hoặc không có vùng cấm)</p> <p>b. Rất lớn ($\Delta W = 1,5 \div 2eV$).</p> <p>c. Chiều rộng vùng cấm ($\Delta W = 0,2 \div 1,5eV$).</p> <p>d. Không xác định được.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6	<p>Tất cả mọi loại vật liệu được cấu tạo từ:</p> <p>a. Những hạt nhân mang điện tích dương.</p> <p>b. Những hạt proton và neutron.</p> <p>c. Những hạt nhân mang điện tích dương và các điện tử.</p> <p>d. Những nguyên tử và phân tử</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.7	<p>Vật liệu điện được chia thành các nhóm lớn như sau:</p> <p>a. Vật liệu dẫn điện, vật liệu cách điện.</p> <p>b. Vật liệu dẫn từ, vật liệu dẫn điện, vật liệu cách điện</p> <p>c. Vật liệu cách điện, vật liệu dẫn từ.</p> <p>d. Cả a,b và c đều sai.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.8	<p>Theo mô hình nguyên tử của Bor, nguyên tử đ-ợc cấu tạo bởi:</p> <p>a. Hạt nhân mang điện tích d-ợng và các điện tử mang điện tích âm.</p> <p>b. Hạt nhân mang điện tích d-ợng và hạt prôtôn.</p> <p>c. Hạt nhân mang điện tích d-ợng và nơtron.</p> <p>d. Các hạt prôtôn và nơtron.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.9	<p>Theo lý thuyết phân vùng năng l-ợng để giải thích, phân loại vật liệu thành các nhóm vật liệu:</p> <p>a. Dẫn điện, cách điện.</p> <p>b. Dẫn điện, cách điện và vật liệu bán dẫn.</p> <p>c. Dẫn điện, vật liệu bán dẫn, dẫn từ.</p> <p>d. Dẫn điện, cách điện, dẫn từ.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.10	<p>Điện môi là chất có vùng cấm lớn đến mức ở điều kiện bình th-ờng sự dẫn điện bằng điện tử:</p> <p>a. Không xác định đ-ợc</p> <p>b. Có xảy ra nh- ng yếu.</p> <p>c. Xảy ra mạnh.</p> <p>d. Không xảy ra.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.11	<p>Liên kết Vandec – Vanx là dạng liên kết:</p> <p>a. Bền vững.</p> <p>b. Rất bền vững.</p> <p>c. Yếu.</p> <p>d. Không xác định đ-ợc.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.12	<p>Liên kết đồng hóa trị là dạng liên kết:</p> <p>a. Bền vững.</p> <p>b. Rất bền vững.</p> <p>c. Yếu.</p> <p>d. Không xác định đ-ợc.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.13	<p>Năng I- ợng ion hóa (W_i) là năng I- ợng tối thiểu cung cấp cho điện tử để:</p> <p>a. Các điện tử liên kết lại với nhau.</p> <p>b. Tăng lực liên kết giữa các điện tử .</p> <p>c. Điện tử tách rời khỏi nguyên tử trở thành điện tử tự do.</p> <p>d. Phá hủy điện tử.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.14	<p>Trong thực tế ion hóa và năng I- ợng kích thích nguyên tử có thể nhận đ- ợc từ nhiều nguồn năng I- ợng khác nhau nh- :</p> <p>a. Nhiệt năng, điện năng,</p> <p>b. Quang năng.</p> <p>c. Năng I- ợng của các tia sóng ngắn.</p> <p>d. Cả a, b và c đều đúng.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.15	<p>Phân tử đ- ợc tạo nên từ những nguyên tử thông qua các liên kết phân tử. Trong vật chất tồn tại các loại liên kết sau:</p> <p>a. Liên kết đồng hóa trị, liên kết kim loại.</p> <p>b. Liên kết ion.</p> <p>c. Liên kết Vandec – Vanx.</p> <p>d. Cả a, b và c đều đúng.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.16	<p>Vật liệu thuận từ là những vật liệu có độ từ thẩm:</p> <p>a. $\mu > 1$ và không phụ thuộc vào từ tr- ờng bên ngoài.</p> <p>b. $\mu > 1$ và phụ thuộc vào từ tr- ờng bên ngoài.</p> <p>c. $\mu < 1$ và không phụ thuộc vào từ tr- ờng bên ngoài.</p> <p>d. $\mu = 1$ và phụ thuộc vào từ tr- ờng bên ngoài.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bài 2

VẬT LIỆU CÁCH ĐIỆN

2.1. Khái niệm về vật liệu cách điện:

Phần điện của các thiết bị có phần dẫn điện và phần cách điện. Phần dẫn điện là tập hợp các vật dẫn khép kín mạch để cho dòng điện chạy qua. Để đảm bảo mạch làm việc bình thường, vật dẫn cần được cách ly với các vật dẫn khác trong mạch, vật dẫn của mạch khác hoặc vật dẫn nào đó trong không gian. Ngoài ra còn phải cách ly vật dẫn với các nhân viên làm việc với mạch điện. Như vậy vật dẫn phải được bao bọc bởi các vật liệu cách điện.

Vật liệu cách điện còn được gọi là điện môi. Điện môi là những vật liệu làm cho dòng điện đi đúng nơi qui định.

2.2. Phân loại vật liệu cách điện:

2.2.1. Phân loại theo trạng thái vật lý

Vật liệu cách điện (điện môi) có thể ở thể khí, thể lỏng và thể rắn. Vật liệu cách điện thể khí và thể lỏng luôn luôn phải sử dụng với vật liệu cách điện thể rắn thì mới hình thành được cách điện vì các phần tử kim loại không thể giữ chặt được ở trong khí. Vật liệu cách điện thể rắn còn phân loại thành các nhóm: cứng, đàn hồi, có sợi, băng, màng mỏng. Ở giữa thể lỏng và thể lỏng rắn, còn có một thể trung gian, gọi là thể mềm nhão như: các vật liệu có tính chất bôi trơn, các loại sơn tẩm.

2.2.2. Phân loại theo thành phần hóa học:

Theo thành phần hoá học, người ta chia vật liệu cách điện thành: vật liệu cách điện hữu cơ và vật liệu cách điện vô cơ.

❖ Vật liệu cách điện hữu cơ:

Chia làm hai nhóm: nhóm có nguồn gốc trong thiên nhiên và nhóm nhân tạo. Nhóm có nguồn gốc trong thiên nhiên sử dụng các hợp chất cơ bản có trong thiên nhiên, hoặc giữ nguyên thành phần hóa học như: vải sợi, giấy, sơn vecni, bitum... hoặc biến đổi hóa học như: cao su, xenluloit, píp, lụa... Nhóm nhân tạo thường được gọi là nhựa nhân tạo, gồm có: nhựa phenol, nhựa amino, nhựa polieste, poliamit, poliuretán, nhựa epoxi, xilicon, polietilen, vinyl v.v...

Trong kỹ thuật điện, khi lựa chọn các vật liệu cách điện, thì trước tiên chúng ta phải biết trạng thái vật lý, hình dáng và phương pháp gia công của vật liệu mà chúng ta cần sử dụng đồng thời phải nắm đầy đủ tính chất điện, lý hoá cần thiết.

❖ Vật liệu cách điện vô cơ:

Vật liệu cách điện vô cơ: gồm các chất khí, các chất lỏng không cháy, các loại vật liệu như: sứ gốm, thủy tinh, mica, amiăng v.v...

2.2.3. Phân loại i theo t nh ch u nhiệt:

Phân loại vật liệu cách điện theo tính chịu nhiệt là cách phân loại rất cơ bản. Khi lựa chọn vật liệu cách điện, tr-ớc tiên ta phải biết vật liệu có khả năng chịu nhiệt theo cấp nào trong số bảy cấp chịu nhiệt của vật liệu cách điện theo bảng sau: (bảng 2.1).

Bảng 2.1: Các cấp chịu nhiệt của vật liệu cách điện.

Cấp c̣ch ăiện	Nhiệt ă độ cho ph p (°C)	C̣c ṿt liệu c̣ch ăiện chủ yếu
Y	90	Giấy, vải sợi, lụa, phíp, cao su, gỗ và các vật liệu t-ong tự, không tẩm và ngâm trong vật liệu cách điện lỏng. Các loại nhựa nh-: nhựa polietilen, nhựa polistirol, vinyl clorua, anilin...
A	105	Giấy, vải sợi, lụa đ-ợc ngâm hay tẩm dầu biến áp. Cao su nhân tạo, nhựa polieste, các loại sơn cách điện có dầu làm khô, axetyl, tẩm gỗ dán, êmây gốc sơn nhựa dầu.
E	120	Nhựa trắng polivinylphocman, poliamit, eboxi. Giấy ép hoặc vải có tẩm nha phenolfocmandehit (gọi chung là bakelit giấy). Nhựa melaminfocmandehit có chất độn xenlulo, tectôlit. Vải có tẩm poliamit. Nhựa poliamit, nhựa phênol - phurol có độn xenlulo, nhựa êboxi.
B	130	Nhựa polieste, amiăng, mica, thủy tinh có chất độn. Sơn cách điện có dầu làm khô, dùng ở cá bộ phận không tiếp xúc với không khí. Sơn cách điện alkit, sơn cách điện từ nhựa phênol. Các loại sản phẩm mica (micanit, mica màng mỏng). Nhựa phênol-phurol có chất độn khoáng. Nhựa eboxi, sợi thủy tinh, nhựa melamin focmandehit, amiăng, mica, hoặc thủy tinh có chất độn.
F	155	Sợi amiăng, sợi thủy tinh không có chất kết dính. Bao gồm micanit, êpoxi poliête chịu nhiệt, silíc hữu cơ.
H	180	Xilicon, sợi thủy tinh, mica có chất kết dính, nhựa silíc hữu cơ có độ bền nhiệt đặc biệt cao.
C	Trên 180	Gồm các vật liệu cách điện vô cơ thuần túy, hoàn toàn không có thành phần kết dính hay tẩm. Chất vật liệu cách điện oxit nhôm và florua nhôm. Micanit không có chất kết dính, thủy tinh, sứ. Politetraflotilen, polimonoclortrifloetilen, ximăng amiăng v.v..

2.3. Tính chất chung của vật liệu cách điện:

Vật liệu cách điện có ý nghĩa cực kỳ quan trọng đối với kỹ thuật điện hơn nữa vật liệu cách điện có nhiều chủng loại khác nhau và ngay trong mỗi loại, do đặc tính kỹ thuật và công nghệ chế tạo cũng có nhiều vật liệu cách điện khác nhau. Trong quá trình lựa chọn vật liệu cách điện để sử dụng vào một mục đích cụ thể, cần phải chú ý tới tính chất cách điện của nó trong những điều kiện bình thường và xem xét tới độ ổn định của những tính chất nh- tính chất hóa học, lý học, cơ học, độ bền nhiệt, hệ số giãn nở nhiệt, khả năng chống ăn mòn hóa học, thời gian lão hóa của vật liệu v v... Vì vậy ở bài học này chỉ tìm hiểu những tính chất chung của các loại vật liệu cách điện để tạo ra nh- ng thiết bị chất l- ợng cao đảm bảo làm việc lâu dài và đem lại hiệu quả kinh tế cao. Tính chất của vật liệu cách điện đ- ợc thể hiện qua các tính chất:

+ Tính hút ẩm của vật liệu cách điện:

Các vật liệu cách điện nói chung ở mức độ ít hay nhiều đều hút ẩm vào bên trong từ môi tr- ờng xung quanh hay thấm ẩm tức là cho hơi n- ớc xuyên qua chúng. Khi bị thấm ẩm các tính chất cách điện của vật liệu cách điện bị giảm nhiều. Những vật liệu cách điện không cho n- ớc đi vào bên trong nó khi đặt ở môi tr- ờng có độ ẩm cao thì trên bề mặt có thể ng- ng tụ một lớp ẩm làm cho dòng rò bề mặt tăng, có thể gây ra sự cố cho các thiết bị điện.

+ Tính chất cơ học của vật liệu cách điện:

Các chi tiết bằng vật liệu cách điện trong các thiết bị điện khi vận hành ngoài sự tác động của điện tr- ờng còn phải chịu tác động của phụ tải cơ học nhất định. Vì vậy khi chọn vật liệu cách điện cần phải xem xét tới độ bền cơ của các vật liệu và khả năng chịu đựng của chúng mà không bị biến dạng.

- Độ bền ch u k o, ch u n n và uốn:

Các dạng đơn giản nhất của phụ tải tĩnh cơ học: nén, kéo và uốn đ- ợc nghiên cứu trên cơ sở quy luật cơ bản ở giai đoạn sức bền vật liệu. Trị số của độ bền chịu kéo (σ_k), chịu nén (σ_n), và uốn (σ_u), đ- ợc đo bằng kG/cm^2 hoặc trong hệ SI bằng N/m^2 , ($1 \text{ N/m}^2 \approx 10^{-5} \text{ kG/cm}^2$). Các vật liệu kết cấu không đẳng h- ớng (vật liệu có nhiều lớp, sợi v v...) thì độ bền cơ học phụ thuộc vào ph- ơng tác dụng của tải trọng theo các h- ớng không gian khác nhau thì có độ bền khác nhau. Đối với các vật liệu nh- : thủy tinh, sứ, chất dẻo v v... độ bền uốn có trị số bé. Ví dụ: thủy tinh thạch anh có độ bền chịu nén $\sigma_n = 20.000 \text{ kG/cm}^2$, còn khi kéo đứt thì ch- a đến 500 kG/cm^2 ,

chính vì vậy người ta sử dụng nó ở vị trí đỡ. Ngoài ra độ bền cơ phụ thuộc diện tích tiết diện ngang và nhiệt độ, khi nhiệt độ tăng thì độ bền giảm.

- **Tính giòn**: nhiều vật liệu giòn tức là trong khi có độ bền tương đối cao đối với phụ tải tĩnh thì lại dễ bị phá hủy bởi lực tác động bất ngờ đặt vào. Để đánh giá khả năng của vật liệu chống lại tác động của phụ tải động người ta xác định ứng suất dai va đập.

Polietylen có ứng suất dai va đập rất cao $\sigma_{vd} > 100 \text{kg.cm/cm}^2$, còn với vật liệu gốm và mica chỉ khoảng (2-5) kg.cm/cm^2 , Việc kiểm tra độ giòn và độ dai va đập rất quan trọng đối với vật liệu cách điện trong trang bị điện của máy bay.

- **Độ cứng**: Độ cứng vật liệu là khả năng của bề mặt vật liệu chống lại biến dạng gây nên bởi lực nén truyền từ vật có kích thước nhỏ vào nó. Độ cứng được xác định theo nhiều phương pháp khác nhau:

Theo thang khoáng vật hay là thang thập phân quy - ước của độ cứng. Nếu ta quy - ước hoạt thạch là một đơn vị thì thạch cao có độ cứng là 1,4; apatit là 4,4, thạch anh là 1500; hoàng ngọc (topa) 5500; kim cương là 5.000.000.

- **Độ nhớt**: đối với vật liệu cách điện thể lỏng hoặc nửa lỏng như dầu, sơn, hỗn hợp tráng, tẩm, dầu biến áp v.v... thì độ nhớt là một đặc tính cơ học quan trọng. Có ba khái niệm độ nhớt của chất lỏng như sau:

Độ nhớt động lực học (η) hay còn gọi là hệ số ma sát bên trong của chất lỏng. Độ nhớt động học (ν) bằng tỉ số độ nhớt động lực học của chất lỏng và mật độ của nó:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (2.1)$$

Trong đó:

- ρ là mật độ của chất lỏng
- η là độ nhớt động lực học của chất lỏng.

Độ nhớt tương đối theo Angle: đây là độ nhớt đo bằng tỉ số giữa thời gian chảy từ nhớt kế Angle của 200ml chất lỏng (ở nhiệt độ thí nghiệm cho trước)

+ **Tính chất hóa học của vật liệu cách điện**:

Chúng ta phải nghiên cứu tính chất hóa học của vật liệu cách điện vì:

❖ Độ tin cậy của vật liệu cách điện cần phải đảm bảo khi làm việc lâu dài: nghĩa là không bị phân hủy để giải thoát ra các sản phẩm phụ và không ăn mòn kim loại tiếp xúc với nó, không phản ứng với các chất khác (khí, nước, axit, kiềm, dung dịch muối v.v...). Độ bền đối với tác động của các vật liệu cách điện khác nhau thì khác nhau.

❖ Khi sản xuất các chi tiết có thể có thể gia công vật liệu bằng những phương pháp hóa công khác nhau: dính đ-ợc, hòa tan trong dung dịch tạo thành sơn.

Độ hòa tan của vật liệu rắn có thể đánh giá bằng khối lượng vật liệu chuyển sang dung dịch trong một đơn vị thời gian từ một đơn vị thời gian tiếp xúc giữa vật liệu với dung môi. Độ hòa tan nhất là các chất có bản chất hóa học gần với dung môi và chứa các nhóm nguyên tử giống nhau trong phân tử. Các chất lỏng cực dễ hòa tan hơn trong chất lỏng lỏng cực, các chất trung tính dễ hòa tan trong chất trung tính. Các chất cao phân tử có cấu trúc mạch thẳng dễ hòa tan hơn so với cấu trúc trung gian. Khi tăng nhiệt độ thì độ hòa tan tăng.

2.3.2. Hiện tượng đánh thủng điện môi:

Trong điều kiện bình thường, vật liệu cách điện có điện trở rất lớn nên nó làm cách ly các phần mang điện với nhau. Nhưng nếu các vật liệu này đặt vào môi trường có điện áp cao thì các mối liên kết bên trong của vật liệu sẽ bị phá hủy làm nó mất tính cách điện đi. Khi đó, người ta nói vật liệu cách điện đã bị đánh thủng.

Giá trị điện áp đánh thủng (U_{dt}) đ-ợc tính:

$$U_{dt} = E_{bd} \cdot d \quad (2.2)$$

Trong đó:

- E_{bd} : độ bền cách điện của vật liệu (kV/mm).
- d : độ dày của tấm vật liệu cách điện (mm)
- U_{dt} : điện áp đánh thủng (kV).

2.3.3. Độ bền cách điện:

Giới hạn điện áp cho phép mà vật liệu cách điện còn làm việc đ-ợc, đ-ợc gọi là độ bền cách điện của vật liệu.

Độ bền cách điện của vật liệu phụ thuộc vào bản chất của vật liệu. Giá trị độ bền cách điện của một số vật liệu đ-ợc cho trong bảng sau: (bảng 2.2).

Bảng 2.2: Độ bền cách điện của một số vật liệu cách điện.

Vật liệu	Độ bền cách điện E_{bd} [kV/mm]	Giới hạn điện áp an toàn ε
Không khí	3	1
Giấy tẩm dầu	10 ÷ 25	3,6
Cao su	15 ÷ 20	3 ÷ 6
Nhựa PVC	32,5	3,12
Thủy tinh	10 ÷ 15	6 ÷ 10

Mica	50 ÷ 100	5,4
Dầu máy biến áp	5 ÷ 18	2 ÷ 2,5
Sứ	15 ÷ 20	5,5
Cáctông	8 ÷ 12	3 ÷ 3,5

Nh- vậy để vật liệu làm việc an toàn mà không bị đánh thủng thì điện áp đặt vào vật phải bé hơn $U_{đt}$ một số lần tùy vào các vật liệu khác nhau.

Tỉ số giữa điện áp đánh thủng và điện áp cho phép vật liệu còn làm việc gọi là hệ số an toàn (ε).

$$\varepsilon = \frac{U_{đt}}{U_{cp}} \quad (2.3)$$

Với:

- $U_{đt}$: điện áp đánh thủng (kV).
- U_{cp} : điện áp cho phép vật liệu làm việc [kV]
- ε : giới hạn an toàn, phụ thuộc vào bản chất vật liệu.

2.3.4. Độ bền nhiệt:

Khả năng của vật liệu cách điện và các chi tiết chịu đựng không bị phá hủy trong thời gian ngắn cũng nh- lâu dài d- ới tác động của nhiệt độ cao và sự thay đổi đột ngột của nhiệt độ gọi là độ bền nhiệt của vật liệu cách điện.

Độ bền nhiệt của vật liệu cách điện vô cơ th- ờng đ- ợc xác định theo điểm bắt đầu biến đổi tính chất điện. Ví dụ nh- : tgđ tăng rõ rệt hay điện trở suất giảm. Đại l- ợng độ bền nhiệt đ- ợc đánh giá bằng trị số nhiệt độ (đo bằng $^{\circ}\text{C}$) xuất hiện sự biến đổi tính chất.

Độ bền nhiệt của vật liệu cách điện hữu cơ th- ờng đ- ợc xác định theo điểm bắt đầu biến dạng cơ học kéo hoặc uốn. Đối với các điện môi khác có thể xác định độ bền nhiệt theo các đặc tính điện.

Nâng cao nhiệt độ làm việc của cách điện có ý nghĩa rất quan trọng. Trong các nhà máy điện và thiết bị điện việc nâng cao nhiệt độ cho phép ta sẽ nhận đ- ợc công suất cao hơn khi kích th- ớc không đổi, hoặc giữ nguyên công suất thì có thể giảm kích th- ớc, trọng l- ợng và giá thành của thiết bị ... Theo quy định của IEC (hội kỹ thuật điện quốc tế) các vật liệu cách điện đ- ợc phân theo các cấp chịu nhiệt sau đây: (bảng 2.3)

Bảng 2.3: Phân cấp vật liệu cách điện theo độ bền nhiệt.

Ký hiệu cấp chịu nhiệt	Nhiệt độ làm việc lớn nhất cho phép	Ký hiệu cấp chịu nhiệt	Nhiệt độ làm việc lớn nhất cho phép
------------------------	-------------------------------------	------------------------	-------------------------------------

	(°C)
Y	90
A	105
E	120
B	130

	(°C)
P	155
H	180
C	>180

* Các vật liệu cách điện t- ứng với các cấp chịu nhiệt đ- ợc cho trong bảng 2.1.

+ **Sự giãn nở nhiệt:** Sự giãn nở nhiệt của vật liệu cách điện cũng nh- các vật liệu khác cũng th- ờng đ- ợc quan tâm khi sử dụng vật liệu cách điện. Bảng 2.4.

Bảng 2.4: Hệ số giãn nở dài theo nhiệt độ.

Tần vật liệu	$\alpha_l \cdot 10^6$ (ă độ ¹⁾	Ghi chú
- Thủy tinh	0,55	Chất vô cơ
- Sứ cao tần	4,5	
- Steatit	7	
- Phenolfómaldêhit và các chất dẻo có độn khác.	25 ÷ 70	Chất hữu cơ
- Tấm chất dẻo clorua polivinyli	70	
- Polistirol	60 ÷ 80	
- Polietilen	100	

Các điện môi vô cơ có có hệ số giãn nở dài theo nhiệt độ bé nên các chi tiết chế tạo từ vật liệu vô cơ có kích th- ớc ổn định khi nhiệt độ thay đổi. Ng- ợc lại, ở các vật liệu cách điện hữu cơ hệ số giãn nở dài có trị số lớn gấp hàng trăm lần so với vật liệu cách điện vô cơ. Khi sử dụng trong điều kiện nhiệt độ thay đổi cần chú ý đến tính chất này của vật liệu để tránh tr- ờng hợp xấu xảy ra.

2.4. T nh chọn vật liệu cách điện:

Khi cần chọn lựa vật liệu cách điện, ng- ời ta căn cứ vào các tiêu chuẩn sau đây:

+ Độ cách điện:

Tùy vào điện áp làm việc của thiết bị, người ta chọn loại vật liệu có bề dày thích hợp, sao cho vật liệu làm việc an toàn mà không bị đánh thủng. Ta áp dụng công thức (2.2) và (2.3) để tính toán.

+ Độ bền cơ:

Tùy vào điều kiện làm việc của thiết bị mà ta chọn loại vật liệu cách điện có độ bền cơ thích hợp.

+ Độ bền nhiệt:

Căn cứ vào sự phát nóng khi thiết bị làm việc, người ta sẽ chọn các loại vật liệu cách điện có nhiệt độ cho phép phù hợp.

Ví dụ: Các vật liệu cách điện các dụng cụ đốt nóng (bàn ủi, nồi cơm điện) thường dùng vật liệu từ cấp B trở lên...

2.5. Hồ hỏng thông gặp:

Các loại vật liệu cách điện được sử dụng để cách điện cho máy điện, thiết bị điện và khí cụ điện lâu ngày sẽ bị hỏng và thường gặp các dạng hỏng sau:

- Hỏng do điện: do các máy điện, thiết bị điện và khí cụ điện khi làm việc với các đại lượng, thông số vượt quá trị số định mức như: các đại lượng về dòng điện, điện áp, công suất v.v... làm cho vật liệu cách điện giảm tuổi thọ hoặc bị đánh thủng.

- Hỏng do bị già hóa của vật liệu cách điện: trong quá trình làm việc các loại vật liệu cách điện đều bị ảnh hưởng của các điều kiện của môi trường như: nhiệt độ, độ ẩm và hơi nước v.v.... Làm cho các vật liệu cách điện giảm tính chất cách điện của chúng đi và dễ bị đánh thủng.

- Hỏng do các lực tác động từ bên ngoài: các vật liệu cách điện khi bị lực tác động từ bên ngoài có thể làm hỏng ví dụ lớp emay trên các dây điện từ có đường kính lớn nếu bị uốn cong với bán kính nhỏ sẽ làm lớp cách điện bằng bị vỡ hoặc khi vào dây không cẩn thận làm lớp cách điện bị chày nát hoặc là khi lột cách điện không cẩn thận làm gãy hoặc rách cách điện v.v...

- Hỏng do sự mài mòn giữa các bộ phận: các chi tiết khi làm việc tiếp xúc và có sự chuyển động tương đối với nhau thì sẽ bị hỏng do sự mài mòn và dễ bị đánh thủng v.v...

2.6. Một số vật cách điện thông dụng:

2.6.1. Vật liệu sợi:

Vật liệu cách điện sợi được chế tạo bằng vật liệu hữu cơ như: gỗ, giấy, phíp, vải bông và vật liệu vô cơ như: Amiang, sợi thủy tinh. Vật liệu cách điện hữu cơ rất xốp thể tích lỗ xốp chiếm (40 ÷ 50)%. Do đó độ ngấm ẩm lớn.

Để nâng cao tính năng cách điện của vật liệu này cần phải sấy và tẩm dầu cách điện.

2.6.2. Giấy và Cactong:

Là những vật liệu hình tấm hoặc quấn lại bằng cuộn có cấu tạo xơ ngắn thành phần chủ yếu là xenlulô đ-ợc dùng phổ biến làm cách điện trong máy điện, máy biến áp, khí cụ điện, giấy và cactong đ-ợc sản xuất từ vật liệu sợi hữu cơ nh- gỗ, bông vải, tơ lụa... Vật liệu vô cơ nh- : Amiăng, thủy tinh.

Một số giấy có công dụng lớn đối với kỹ thuật điện đó là:

a) Giấy cáp:

Đ-ợc dùng làm cách điện của cáp điện lực, có các ký hiệu sau:

K - 080; K - 120; K - 170; KM - 120; KB - 030; KB - 045; KB - 080; KB - 120; KBY - 015....KBY- 120; KBM - 080... KBM - 240.

Trong ký hiệu: K thuộc về cáp;

M: nhiều lớp.

B: điện áp cao.

Y: đ-ợc ép chặt.

Còn các con số là định mức chiều dày

Vì chất cách điện của cáp có tẩm chất nhớt bị hóa già nên loại cáp này chỉ làm việc lâu dài trong điện tr-ờng có c-ờng độ thấp ($3 \div 4$) kV/mm.

- Giấy cáp điện thoại.

- Giấy tụ điện: loại giấy này khi đã đ-ợc tẩm làm điện môi cho tụ điện giấy, có hai loại giấy làm tụ điện: KOH- là loại giấy làm tụ điện thông th-ờng và silicon là loại giấy làm tụ động lực. Giấy làm tụ điện th-ờng đ-ợc sản xuất thành từng cuộn có chiều rộng từ 12 đến 750mm. Những đặc tính giấy làm tụ điện có chiều dày 15 μ m đ-ợc cho trong bảng sau: (bảng 2.5).

Bảng 2.5: Đặc tính của giấy làm tụ điện có chiều dày 15 μ m.

Các đặc tính	Loại và nhãn hiệu giấy				
	KOH - I	KOH - II	Silicon - 0,8	Silicon - 1	Silicon - 2
Điện áp đánh thủng của giấy khô, (V) không nhỏ hơn	430	450	420	460	490
Tgđ của giấy khô không quá: - Ở 60°C	0,0016	0,0018	0,0009	0,0012	0,0015

- Ở 100°C	0,0028	0,0035	0,0010	0,0015	0,0020
Số lượng điểm có tạp chất dẫn điện trên 1m ²	100	130	10	15	30

b) Các công cách nện: có hai loại công cách nện sđ dùng:

- + Loại để ngoài không khí cứng và đàn hồi dùng làm cách điện ở trong không khí (lót vào rãnh của máy điện, các lõi cuộn dây, các vòng đệm v.v...)
- + Loại dùng trong dầu có cấu trúc xốp và mềm hơn đ-ợc dùng chủ yếu trong dầu máy biến áp.

2.6.3. Phíp:

Là một loại giấy đ-ợc ngâm trong dung dịch clorua kẽm (ZnCl₂) nóng rồi đem quấn vào một tang quay bằng thép để có đ-ợc chiều dày cần thiết, rồi đ-ợc đem ép và trải qua quá trình gia công thành một vật liệu mịn thuần nhất gọi là phíp, phíp đ-ợc dùng chủ yếu để chế tạo các chi tiết cách điện có hình dạng phức tạp.

Màu của phíp có thể là đen, nâu, đỏ v.v... đó là màu của giấy dùng để sản xuất ra phíp. Tính chất cơ của phíp khá tốt: $\sigma_{kéo} = (550 \div 750) \text{ kG/cm}^2$, $\sigma_{nén} = (1500 \div 2000) \text{ kG/cm}^2$, $\sigma_{uốn} = (800 \div 1000) \text{ kG/cm}^2$ ứng suất dai va đập vào khoảng (20 ÷ 30) kGcm/cm². Phíp dễ gia công, c- a, cắt, bào, tiện, ren, vít đ-ợc. Ngâm phíp vào n-ớc nóng nó sẽ mềm đến mức có thể định hình đ-ợc. Tỷ trọng của phíp là (1 ÷ 1,5) G/cm², tỷ trọng của phíp càng cao thì đặc tính cơ và tính cách điện càng cao. Nh-ợc điểm của phíp là độ hao n-ớc cao (50 ÷ 60)%. Khi độ ẩm môi tr-ờng xung quanh cao thì các chi tiết làm bằng phíp dễ bị biến dạng và khi đó sẽ tạo ra điện dẫn điện phân lớn. Để giảm độ hao n-ớc của phíp có thể tẩm phíp bằng dầu biến áp hoặc prafin v.v...

2.6.4. Amiăng

Là tên th-ờng gọi của nhóm khoáng vật, có cấu trúc xơ, amiăng có -u điểm chịu đ-ợc nhiệt độ cao, ở nhiệt độ mà các xơ hữu cơ khác hoàn toàn bị phá hủy thì amiăng vẫn còn bền và uốn đ-ợc. Khi nhiệt độ từ (300 ÷ 400)^oC thì amiăng mất đi độ bền cơ.

Amiăng rất thấm n-ớc nên khi sử dụng phải tẩm. Loại amiăng thông th-ờng (Crizotin) có thể hòa tan trong axit ngoại trừ một vài loại đặc biệt rất hiếm lại có tính chịu đ-ợc axit. Tính cách điện của amiăng không cao lắm nên không đ-ợc dùng

cách điện trong điện cao thế và cao tần. Điện trở suất của khối amiăng là $10^{10} \div 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$.

Để phù hợp với yêu cầu sử dụng ng-ời ta sản xuất amiăng thành giấy, vải, băng v v...

2.6.5. Ximăng amiăng

Ximăng amiăng đ-ợc sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật điện, là một chất dẻo đ-ợc ép nguội. Thành phần chủ yếu là các chất vô cơ, trong đó chất độn là amiăng, còn chất kết dính là xi măng. Ximăng amiăng đ-ợc sản xuất ra thành tấm, ống và các sản phẩm theo hình mẫu. Có độ bền cơ không cao lắm và chịu nhiệt tốt, chịu đ-ợc sự phóng điện của hồ quang nh-ng tính cách điện thấp và hút ẩm. Th-ờng đ-ợc dùng làm băng phân phối, tấm chắn ngăn các buồng dập hồ quang.

2.6.6. Gỗ và tre:

Cần phải đ-ợc xử lý chống ẩm, chống nấm mốc tr-ớc khi dùng. Tre, gỗ đ-ợc dùng phổ biến làm nêm cách điện trong máy điện, tre đ-ợc sấy khô ở nhiệt độ 100°C từ (4 ÷ 5) giờ sau đó nấu trong dầu ở nhiệt độ từ $(125 \div 130)^{\circ}\text{C}$ trong 3 giờ cuối cùng để nguội trong dầu 24 giờ sau đó cho dầu chảy bớt và tiến hành sấy ở nhiệt độ 105°C trong 6 giờ sấy xong đ-ợc tẩm parapin, làm tăng khối l-ợng (60 ÷ 70)% độ bền cách điện tăng từ (1,5 ÷ 2) lần. Gỗ tre có cấu tạo liên kết sợi theo thớ dọc, do đó rất dễ bị ngấm ẩm cần quét lớp sơn bảo vệ. Đối với các máy điện làm việc vùng nhiệt đới có độ ẩm cao nên dùng nêm bằng bakêlit.

2.6.7. Băng cách điện:

Các loại vải lụa, amiăng mạ tráng thủy tinh th-ờng đ-ợc dùng để bảo vệ các cuộn dây máy điện. Băng amiăng đ-ợc làm từ các sợi amiăng đàn hồi có chứa oxit sắt dùng làm băng bảo vệ cho các cuộn dây của máy điện, điện áp từ 6 kV trở lên. Các loại này tr-ớc khi sử dụng phải tẩm sơn, sau khi tẩm độ chịu nhiệt sẽ giảm, băng thủy tinh có độ chịu nhiệt, chịu ẩm tốt hơn loại trên.

2.6.8. Vải sơn cách điện:

Là loại vải bông, lụa, thủy tinh có tẩm sơn, có độ đàn hồi và độ mềm đ-ợc dùng làm cách điện rãnh của các máy điện có điện áp thấp. Trong các máy điện có điện áp cao vải sơn đ-ợc dùng làm cách điện ở các đầu dây quấn, cách điện giữa các cuộn dây, ngoài ra vải sơn còn đ-ợc dùng cách điện cho các bộ phận bị uốn cong nhiều. Độ bền điện của loại băng sợi bông có trị số khoảng $(35 \div 50)\text{kV/mm}$,

loại bằng tơ (55 ÷ 90)kV/mm. Vải sơn cách điện thường được sản xuất ở dạng cuộn rộng (700 ÷ 1000)mm, chiều dày của vải cách điện là (0,15 ÷ 0,24) mm. Gần đây có xu hướng thay thế vải sơn và giấy sơn cách điện bằng vật liệu cách điện dẻo đó là màng dẻo.

2.6.9. Chất dẻo:

Chất dẻo là loại vật liệu được dùng rộng rãi trong kỹ thuật cũng như trong đời sống. Đặc điểm của chất dẻo là dưới tác dụng của sức ép từ bên ngoài sẽ nhận được hình dáng đã định trước của khuôn ép để chế tạo ra các sản phẩm. Trong kỹ thuật điện người ta thường dùng chất dẻo để làm vật liệu cách điện cũng như dùng làm các kết cấu thuần túy.

a. Hêtinắc: được sản xuất ra bằng cách ép nóng giấy đã được tẩm nhựa bakêlít. Hêtinắc có khối lượng riêng từ 1,25 đến 1,4 G/cm³. Độ bền điện cao khoảng (20÷25)kV/mm, $\epsilon = 5\div 6$ Hêtinắc được sử dụng trong việc chế tạo các thiết bị và dụng cụ điện cao áp và hạ áp. Ngoài ra Hêtinắc cũng được sử dụng trong kỹ thuật thông tin.

b. Têctôlít: được sản xuất ra bằng cách ép nóng vải đã được tẩm nhựa bakêlít, nó cũng tương tự Hêtinắc nhưng có giới hạn bền kéo dọc và ứng suất dai và đập theo chiều thẳng góc với lớp cách điện không cao hơn Hêtinắc nhưng độ bền nhiệt cao hơn.

Trong những năm gần đây người ta đã chế tạo được nhiều loại chất dẻo nhiều lớp có đặc tính cách điện, độ bền cơ và độ chịu nhiệt cao. Chất kết dính dùng trong các chất dẻo ấy là nhựa polieste, êpoxi, nhựa poliimít, nhựa silíc hữu cơ và các loại nhựa khác. Thành phần tạo thành là tổ hợp cách điện compozit có đặc tính cách điện và độ bền cơ rất cao, chịu được ẩm... ứng dụng nhiều trong các thiết bị điện cao áp. Những đặc tính của Hêtinắc, Têctôlít, Têctôlít thủy tinh được cho trong bảng sau: (Bảng 2.6)

Bảng 2.6: Đặc tính của Hêtinắc, Têctôlít, Têctôlít thủy tinh

Các đặc tính	Hêtinắc		Têctôlít	Têctôlít
	A	B	B	-
Giới hạn bền kéo theo chiều dọc, kG/cm ² , không	800	1000	650	900

nhỏ hơn.				
Giới hạn bền uốn theo chiều thẳng góc với lớp cách điện, kG/cm ² , không nhỏ hơn.	1000	1300	1200	1100
Ứng suất dai va đập theo chiều thẳng góc với lớp cách điện, kG/cm ² , không d-ới.	13	20	25	50
Độ bền nhiệt °C không thấp hơn	150	150	125	185
Điện trở suất khối ρ_v (Ω .cm) không d-ới	10^{11}	10^{10}	10^9	10^{10}

+ **Cỹp rắn:** vật liệu có tính chịu hồ quang cao đ-ợc dùng chế tạo làm khung cuộn dây, màng và sợi cách điện.

+ **Cỹp san:** vật liệu trong suốt theo dạng màng cách điện th-ờng dùng để cách điện rãnh máy điện hạ áp và trong tụ điện.

+ **Polyfocmandãhit:** vật liệu rắn, cứng có tính chống mài mòn chống ma sát cao. Các chi tiết đ-ợc chế tạo bằng chất này đ-ợc thực hiện bằng cách đúc áp lực.

2.6.10. Nhựa cách ãiễn:

Nhựa là tên gọi của một nhóm các vật liệu có nguồn gốc và bản chất rất khác nhau nh-ng có một số đặc điểm giống nhau về bản chất hóa học cũng nh- tính chất vật lý. ở nhiệt độ thấp nó là những chất vô ãnh hình. Khi ở nhiệt độ cao nhựa mềm ra trở thành dẻo và sau đó hóa lỏng. Nh- vậy nhiệt độ hóa lỏng của nhựa không thể hiện rõ rệt. Phần lớn các loại nhựa đ-ợc sử dụng trong kỹ thuật cách điện không hòa tan trong n-ớc và ít hút ẩm, nh-ng chúng lại hòa tan trong các dung môi hữu cơ thích hợp. Thông th-ờng nhựa có tính kết dính và khi chuyển từ trạng thái lỏng sang trạng thái rắn nhựa sẽ gắn chặt vào vật rắn tiếp xúc với nó. Trong kỹ thuật cách điện nhựa đ-ợc dùng làm thành phần quan trọng của các loại sơn, các hỗn hợp, các chất dẻo, các vật liệu xơ nhân tạo và xơ tổng hợp... Dựa theo nguồn gốc của các loại nhựa, ã-ời ta chia ra thành các loại nhựa tự nhiên, nhựa nhân tạo và nhựa tổng hợp.

Nhựa tự nhiên là những chất do một số động vật (cánh kiến) hoặc các loại cây có nhựa (nh- nhựa thông) tiết ra.

Trong những năm gần đây nhựa nhân tạo và nhựa tổng hợp trở nên rất quan trọng đối với kỹ thuật cách điện. Dựa theo bản chất hóa học, nhựa tổng hợp đ-ợc chia nhỏ thành nhựa trùng hợp và nhựa trùng ng-ng (ng-ng tụ). Đa số các loại nhựa tổng hợp là loại nhiệt dẻo, còn các loại trùng ng-ng có thể là loại nhiệt cứng (ví dụ nhựa poliamít, nhựa nôvôlac...) Về mặt cách điện thì nhựa tổng hợp có -u điểm hơn.

a) Nhựa tổng hợp:

❖ **Pôliêtilen:**

Pôliêtilen có đặc tính cơ tốt, có độ trong suốt cao đối với các tia sáng nhìn thấy đ-ợc và các tia cực tím, chịu đ-ợc axit và kiềm. Pôliêtilen dùng để làm cách điện cho cáp điện tần số cao và cáp điện lực điện áp cao làm việc trong môi tr-ờng ẩm. Nh-ợc điểm là khả năng chịu nhiệt không cao, ở nhiệt độ bình th-ờng Pôliêtilen không bị hòa tan với bất cứ dung môi nào.

❖ **Pôliprôpilin:**

Pôliprôpilin là một chất trùng hợp mới có tỉ trọng $(0,90\div 0,91)\text{G/cm}^3$, rất dẻo. Tính chất cách điện của nó t-ơng đ-ơng với Pôliêtilen, nh- ng độ bền nhiệt cao hơn nhiều. Nhiệt độ hóa dẻo khoảng $(165\div 170)^\circ\text{C}$.

❖ **Nhựa PVC: (polivinyclorua).**

Là hợp chất cao phân tử, đ-ợc trùng hợp từ Vinyclorua $[\text{C}_2\text{H}_3\text{CL};(\text{CH}_2=\text{CHCL})_n]$, chịu đ-ợc tác dụng của axit, kiềm, n-ớc, dầu...Dùng làm vỏ bọc dây dẫn điện, cáp điện, đầu ra các thiết bị điện, vỏ bình accu...

❖ **Pôliizôbutilen:**

Pôliizôbutilen là chất trùng hợp từ Izôbutilen $(\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)_2)$, cao phân tử. Pôliizôbutilen là một chất giống cao su và rất dính. Nó có tính chịu lạnh tốt (ở nhiệt độ âm 80°C) vẫn giữ đ-ợc tính dẻo. Tỉ trọng của Pôliizôbutilen là $(0,91\div 0,93)\text{G/cm}^3$. Có độ bền hóa học và độ hút ẩm nhỏ.

❖ **Pôlistirol:**

Pôlistirol nhận đ-ợc bằng cách trùng hợp stirol. Stirol là sản phẩm phụ khi ch- ng khô than đá.

Stirol rất dễ trùng hợp ngay cả khi để nó ở nhiệt độ bình th-ờng, trong bóng tối không cần chất xúc tác. Pôlistirol trong suốt, giống nh- thủy tinh dạng khối mang hình dạng của bình chứa nó hoặc là trong nhũ t-ơng (Pôlistirol nhũ t-ơng).

Pôlistirol có thể đem chế biến nh- chất dẻo hoặc cũng có thể gia công bằng cơ khí. Pôlistirol nhũ t-ơng có tính cách điện và tính chịu nhiệt thấp hơn Pôlistirol khối song không nhiều.

+ Nhöôc ñiêm:

- Ở nhiệt độ thấp thì khá giòn, dễ tạo ra vết nứt trên bề mặt.
- Kém bền đối với dung môi nhất là hydro cacbon lỏng.
- Tính chịu nhiệt không cao ($70\div 80$)^oC.

+ Công dụng: dùng làm điện môi trong kỹ thuật cao tần, vì có tổn hao điện môi bé. Nó dùng làm vỏ bọc các cuộn dây, các chi tiết và cách điện cáp cao tần, cũng đ-ợc dùng làm sơn và hỗn hợp cách điện, màng mỏng để chế tạo tụ điện ...

❖ **Păliacrilat:**

Là chất trùng hợp các este của axit acrylic. Là điện môi chịu lạnh, chịu dầu và chịu kiềm tốt. Ng-ời ta còn gọi nó là “thủy tinh hữu cơ” đó là vật liệu không màu, trong suốt đ-ợc dùng làm vật liệu kỹ thuật cách điện kết cấu, vật liệu cho các tạp phẩm khác nhau...Đ-ợc dùng làm vật liệu dập hồ quang trong các cầu chì cao áp hay chống sét ống.

❖ **Nhựa êpoxi:**

Nhựa êpoxi đ-ợc đặc tr-ng bởi nhóm êpoxi. Nó là chất lỏng nhớt có thể hòa tan trong axêton và trong các dung môi thích hợp khác. Nhựa êpoxi có thể đ-ợc bảo quản lâu dài ở dạng tinh khiết mà không bị biến chất. Nh-ng sau khi cho chất đóng rắn vào thì nhựa êpoxi cứng lại khá nhanh, đồng thời chuyển thành cấu trúc không gian. Tùy vào loại chất đóng rắn mà sự hóa cứng của êpoxi có thể diễn ra ở nhiệt độ bình th-ờng hay phải đun nóng từ ($80\div 150$)^oC và áp suất bình th-ờng hay áp suất cao. Khi đóng rắn ở áp suất cao, thu đ-ợc chất cách điện có độ bền cơ cao hơn. Khi cứng lại độ co ngót của nhựa êpoxi khá nhỏ (0,5-2)%, lực bám dính rất cao (bám vào nhiều loại vật liệu khác nhau nh-: chất dẻo, thủy tinh, sứ, kim loại..), đó chính là -u điểm của nhựa êpoxi. Nhựa êpoxi khi đã đóng rắn có khả năng chịu nhiệt tốt, trong nhiều tr-ờng hợp nhựa êpoxi có thể thay thế cho nhựa silíc hữu cơ là loại nhựa đắt tiền và có độ bền cơ học không cao. Trong thực tế ng-ời ta dùng riêng nhựa êpoxi hoặc hỗn hợp với các vật liệu khác để sản xuất keo dán, sơn, hợp chất để đổ rót vào máy biến áp nhỏ, hộp nối đầu cáp điện lực.

❖ **Nhựa fannolfomandăhyt:**

Ng-ời ta có thể chế tạo ra nhựa fênofomandêhyt loại nhiệt cứng và nhiệt dẻo. Cứ một phân tử gam fênoI thì có ít nhất một phân tử gam fomandêhyt tham gia vào phản ứng tạo thành nhựa nhiệt cứng và có tên gọi bakêlít.

Bakêlít là chất cách điện nhiệt cứng tốt. Vật liệu cách điện bằng bakêlít có độ bền cơ học cao, ít co giãn, nh- ng nh- ợc điểm là dễ tạo vết nứt trên bề mặt, nhất là khi bị tác động của hồ quang khi phóng điện. Ng-ời ta th- ờng dùng bakêlít để tẩm gỗ và các vật liệu khác trong việc chế tạo các chất dẻo nhiều lớp.

❖ Nhựa silíc hữu cơ (silicon)

Trong thành phần của nhựa silíc hữu cơ, ngoài cacbon là chất đặc tr- ng cho polime hữu cơ còn có silíc. Silíc là một trong những thành phần cấu tạo quan trọng nhất của nhiều điện môi vô cơ nh- mica, amiăng, một số thủy tinh, vật liệu gốm v... Trong cấu tạo phân tử của silicon có khung silíc ôxy làm nền tảng. Polime hữu cơ là chất nhiệt dẻo. Tính cách điện của các chất hữu cơ khá cao ngay cả khi ở nhiệt độ cao. Nó đ- ợc sử dụng trong các hỗn hợp với các vật liệu vô cơ có độ bền chịu nhiệt cao (nh- mica, amiăng, sợi thủy tinh...) ở dạng micanít, vải sơn thủy tinh. Hỗn hợp silíc hữu cơ không thấm n- ớc. Vật liệu silíc hữu cơ khá đắt tiền nên sử dụng bị hạn chế. vật liệu này có độ bền thấp.

❖ Nhựa Pôlieste:

Pôlieste là sản phẩm của sự ng- ng tụ các loại r- ợu và axit khác nhau. Nhựa pôlieste bao gồm nhiều loại và có tính chất khác nhau. Các loại nhựa thu đ- ợc từ các loại r- ợu hai nguyên tử glicon có hai nhóm hydroxít – OH trong phân tử và từ các axit hữu cơ hai gốc có hai nhóm các boxít – COOH trong phân tử là những chất có tính nhiệt dẻo. Còn loại nhựa thu đ- ợc từ r- ợu ba nguyên tử và loại axit có ít nhất hai gốc là những chất có tính nhiệt cứng. Trong công nghiệp điện th- ờng dùng loại có ba nguyên tử glixerin có nhiệt độ đông cứng lớn hơn so với bakelít, có tính đàn hồi, độ dính, độ bền hóa già vì nhiệt và độ bền chống sự tạo vết . Chúng đ- ợc dùng để dán mica thành băng mica hay micanit, đ- ợc dùng để tẩm cách điện trong máy điện và thiết bị điện.

b) Nhựa thiên nhiên:

❖ Cánh kiến:

Loại nhựa này do một số côn trùng tiết ra trên các cành cây ở các xứ nóng thuộc vùng nhiệt đới. Ng-ời ta thu gom cánh kiến theo kiểu thủ công làm sạch rồi

nấu chảy. Cánh kiến có màu vàng nhạt hoặc nâu, thành phần chủ yếu của cánh kiến là những axit hữu cơ phức tạp. Cánh kiến dễ hòa tan trong r-ợu cồn nh-ng không hòa tan trong hydrocacbon cánh kiến có đặc tính cách điện nh- sau: $\epsilon = 3,5$; $\rho_V = (10^{15} \div 10^{16}) \Omega.cm$, $tg\delta = 0,01$; $E_{đt} = 20 \div 30kV/mm$. Ở $(50 \div 60^\circ C)$ cánh kiến trở nên dễ uốn và ở nhiệt độ cao hơn thì trở thành dẻo và nóng chảy ra. Khi đun nóng kéo dài thì cánh kiến đ-ợc nung kết, đồng thời trở nên không nóng chảy và không hòa tan, nhiệt độ càng cao thì thời gian nung kết càng giảm. Trong kỹ thuật cách điện cánh kiến đ-ợc dùng ở dạng sơn dán chế tạo micanít. Khi không có cánh kiến ng-ời ta thay bằng nhựa gliptan và các loại nhựa tổng hợp khác.

❖ Nhựa thông (colofan).

Nhựa thông là một loại nhựa giòn có màu vàng hoặc nâu có tên gọi là colofan có tính chất cách điện nh- sau: $\rho = (10^{14} \div 10^{15}) \Omega.cm$, $E_{đt} = 10 \div 15kV/mm$ và có hằng số điện môi ϵ và $tg\delta$ phụ thuộc vào nhiệt độ. Nhiệt độ hóa dẻo của các loại nhựa thông khác nhau vào khoảng $(50 \div 70)^\circ C$. Colofan ôxy hóa từ từ trong không khí, khi đó nhiệt độ hóa dẻo của nó tăng nh-ng độ hòa tan lại giảm. Nhựa thông hòa tan trong dầu mỡ đ-ợc dùng vào việc ngâm tẩm cáp, ngoài ra nó cũng đ-ợc dùng để sản xuất ra rezinat là chất làm khô cho sơn dầu.

Bảng 2.7: ĐẶC TÍNH CƠ-LÝ CỦA CÁC LOẠI NHỰA TỔNG HỢP THÔNG DỤNG

Phân loại nhựa theo bản chất lý hóa của chúng				Tên nhựa	Tỉ trọng [G/cm ³]	Giới hạn bền kéo [kG/cm ²]	Độ giãn dài tương đối khi kéo đứt	Độ chịu nóng [°C]	Nhiệt dẫn xuất W/độ cm]	Hệ số giãn nở nhiệt theo chiều dài TKI 10 ⁵ [$\frac{1}{°C}$]	Độ thấm nước sau 24 giờ [%]	$\rho\Omega.cm$	ϵ	tg δ	E [kV/m]
Hữu cơ	Trùng hợp	Nhiệt dẻo	Trung tính	Pôliêtilen	0,91 đến 0,97	100-150	300-750	90-120	3	16 - 18	0,01	10 ¹⁵ -10 ¹⁷	2,3-2,3	0,0001-0,0005	15 - 20
				Pôlistrol	1,05	350-600	1-4	70-90	0,8	6 - 8	0,04	10 ¹⁶ -10 ¹⁷	2,4-2,6	0,0001-0,0003	20 - 35
				Pôlitetrafloêtilen	2,3	150-300	250-300	250	3,4	10	0,01	10 ¹⁷ -10 ¹⁸	1,9 - 2,2	0,0001-0,0002	20 - 30
				polivinylclorua	1,4 đến	300-500	50-	60-	0,8	5 -	0,1	10 ¹⁵ -	3 -	0,03 -	15 -

Hữu cơ cơ bản	Đa trị	Nhiệt C-c cứng tính		1,7		150	70		8		10 ¹⁶	5	0,08	20
			Politylmetacrilat	1,2	400- 700	2 - 10	70- 90	2	9	0,35	10 ¹³ - 10 ¹⁴	3,5 - 4,5	0,02 - 0,08	20 - 35
			Pôliamit	1,1 đến 1,15	700- 900	90	100- 120	3	10 - 13	1,5	10 ¹³ - 10 ¹⁴	3 - 4	0,015 - 0,035	15 - 20
			Nhựa êpoxi	1,1 đến 1,25	800- 900	-	120- 140	2	6 - 6,5	0,1	10 ¹⁴ - 10 ¹⁵	3 - 4	0,01 - 0,03	20 - 80
			fênolfomandêhyt	1,25 đến 1,3	500- 550	1 - 1,5	110- 180	2	4 - 7	0,15	10 ¹³ - 10 ¹⁴	5 - 6,5	0,01 - 0,1	10 - 20
			Pôlieste	1,1 đến 1,45	250- 700	5 - 10	110- 150	1,7	8 - 10	0,1 - 0,6	10 ¹³ - 10 ¹⁵	3 - 4,5	0,02 - 0,02	15 - 20
			Silíc hữu cơ	1,6 đến 1,75	200 - 500	-	180 - 220	0,8	10,5	0,1	10 ¹³ - 10 ¹⁶	3 - 5	0,01 - 0,03	15 - 20

2.6.11. Dầu thực vật:

Dầu thực vật rất quan trọng trong kỹ thuật cách điện, đó là những chất lỏng nhớt thu được từ hạt của các loại thực vật khác nhau. Trong số các loại dầu đó cần đặc biệt chú ý tới dầu khô. Đặc tính tác dụng của ánh sáng và khi tiếp xúc với oxy của không khí cũng như đặc tính tác dụng của các yếu tố khác dầu khô có khả năng chuyển qua trạng thái rắn. Những màng dầu khô đã cứng lại khá bền đối với tác dụng của dung môi, chúng không hòa tan ngay cả khi được đun nóng trong hydrocacbon nặng như dầu máy biến áp, vì vậy, chúng có tính chất chịu dầu. Ngược lại đối với hydrocacbon thơm (benzen) thì chúng kém bền hơn. Khi đốt nóng lớp màng đã cứng lại vẫn không hóa dẻo, vì vậy dầu khô là loại nhiệt cứng. Những loại thông dụng nhất là dầu gai, dầu trẩu, dầu thầu dầu.

❖ **Dầu gai:** là một chất lỏng, màu vàng thu được từ các hạt gai. Tỷ trọng của nó là $(0,93 \div 0,94)G/cm^3$, nhiệt độ đông đặc khoảng $-20^{\circ}C$.

❖ **Dầu trẩu:** ngược lại ta thu được dầu này từ các hạt cây trẩu. Dầu trẩu không ăn được và còn độc hơn dầu gai. So với dầu gai thì dầu trẩu chóng khô hơn và khô đồng đều. Dầu trẩu tạo ra lớp màng ít thấm nước. Dầu khô được dùng trong công nghiệp điện để chế tạo sơn dầu cách điện, vải sơn cách điện, dùng để tẩm gỗ cách điện.

❖ **Dầu thầu dầu:** loại dầu này thu được từ hạt thầu dầu, dùng để tẩm tụ điện giấy. Tỷ trọng của dầu thầu dầu là: $(0,95 \div 0,9)G/cm^3$, nhiệt độ đông đặc từ $(-10$ đến $-18^{\circ}C)$, $\epsilon = (4 \div 4,5)$ ở nhiệt độ $20^{\circ}C$ và $\epsilon = (3,5 \div 4)$ ở nhiệt độ $90^{\circ}C$, $tg\delta = (0,01 \div 0,03)$ ở nhiệt độ $20^{\circ}C$, và $tg\delta = (0,02 \div 0,08)$ ở nhiệt độ $100^{\circ}C$, độ bền cách điện $(15 \div 20)kV/mm$. Dầu thầu dầu không hòa tan trong étxăng nhưng lại hòa tan trong rượu êtyl. Khác với dầu mỡ, dầu thầu dầu không làm cho cao su phồng lên.

2.6.12. Điện môi sáp:

Vật liệu sáp được sử dụng trong kỹ thuật điện là những chất rắn, dễ nóng chảy, màu trắng hay màu vàng tơi, có độ bền cơ thấp và ít hút ẩm. Vật liệu sáp dùng vào việc ngâm tẩm, song chúng có nhược điểm là khi đông đặc thì có độ co ngót lớn, khoảng $(15 \div 20)\%$. Vì vậy dễ sinh ra bọt khí trong vật liệu cách điện và làm cho cường độ cách điện của khối điện môi giảm. Để khắc phục được vấn đề này ngược lại ta thường tẩm chất cách điện đặc biệt áp suất cao.

❖ Parafin:

Là chất sáp không cực tính rẻ tiền, được điều chế từ dầu mỏ. Parafin khi đã được làm sạch là một chất kết tinh màu trắng có tỷ trọng là: $(0,85 \div 0,9)G/cm^3$ và có nhiệt độ nóng chảy $(50 \div 55)^{\circ}C$, hằng số điện môi $\epsilon = (2,1 \div 2,2)$, khi nhiệt độ tăng

thì ε giảm, $\text{tg}\delta = (0,0003 \div 0,0007)$, ρ_V có trị số lớn hơn $10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$, parafin không thấm nước, độ bền cách điện $(20 \div 25) \text{kV/mm}$. ở nhiệt độ bình thường parafin có tính ổn định hóa học cao, nhưng ở nhiệt độ cao dễ bị oxy hóa trong không khí. Người ta dùng parafin để tẩm các tụ giấy điện áp thấp, tẩm gỗ, bìa cách điện, ngâm các cuộn dây làm việc ở nhiệt độ thấp và môi trường ẩm. Parafin không tan trong nước, nhưng lại tan trong hydrocacbon lỏng như dầu mỏ, etxăng benzen.

❖ **Serezin:**

Là hỗn hợp những hydrocacbon rắn của dãy metan với công thức chung là C_nH_{2n+2} . Serezin được sản xuất ra bằng cách làm sạch quặng sáp mỏ (ozokerit), là sản phẩm của sự chuyển hóa tự nhiên dầu mỏ trong điều kiện có không khí. So với parafin thì Serezin có nhiệt độ nóng chảy cao hơn $(65 \div 80)^\circ\text{C}$, điện trở suất cũng cao hơn, $\text{tg}\delta$ thấp hơn nhưng giá thành cao hơn parafin, nhưng người ta vẫn dùng nó cho việc tẩm tụ điện giấy và tụ điện mica.

❖ **Vazelin:**

Là chất gần giống với các chất sáp. Ở nhiệt độ thường đây là chất nửa lỏng dùng để tẩm tụ điện giấy. Vazelin là hỗn hợp của những hydrocacbon rắn và lỏng thu được từ dầu mỏ.

Điện trở suất ρ_V không thấp hơn $5 \cdot 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ ở nhiệt độ 20°C và không dưới $5 \cdot 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ ở nhiệt độ 100°C , có độ bền cách điện không nhỏ hơn 20kV/mm .

2.6.13. Sơn và các hợp chất cách điện:

Trong kỹ thuật cách điện, sơn và các hợp chất cách điện có tầm quan trọng rất to lớn, chúng ở dạng lỏng trong quá trình chế tạo cách điện, nhưng sau đó đông rắn lại, khi dùng thì ở trạng thái rắn. Vì vậy sơn và hợp chất cách điện được xếp vào loại vật liệu cách điện rắn.

❖ **Sơn:**

Là dung dịch keo của nhựa, của bitum của dầu khô và các chất tan trong dung môi bay hơi còn nền sơn chuyển trạng thái rắn tạo thành một màng sơn.

Dựa theo cách sử dụng, sơn cách điện có thể chia thành ba nhóm chính: sơn tẩm, sơn phủ và sơn dán.

+ **Sơn tẩm:** dùng để tẩm những chất cách điện xốp và đặc biệt là chất cách điện ở dạng xơ (giấy, bìa, vải, sợi, dây quấn máy điện và thiết bị điện). Sau khi tẩm các lỗ xốp trong chất cách điện không còn chứa khí nữa. Sau khi đã lấp kín bằng sơn khô, chất cách điện có độ bền điện và độ dẫn nhiệt cao hơn nhiều.

+ **Sơn phủ:** dùng để tạo ra trên bề mặt của vật liệu một lớp màng nhẵn bóng, chịu ẩm và có độ bền cơ học. Người ta dùng loại sơn này quét lên chất cách điện rắn xốp đã được tẩm sơ bộ nhằm cải thiện đặc tính cách điện và làm đẹp mặt ngoài của sản phẩm. Có một số loại sơn phủ (êmay) dùng để quét trực tiếp lên kim loại nhằm tạo ra trên bề mặt của nó lớp cách điện (cách điện dây êmay, lá tôn silíc của máy điện và thiết bị điện).

+ **Sơn dán:** dùng để dán các vật liệu lại với nhau (dán mica thành băng hay mica canit) hoặc để gắn vật liệu cách điện vào kim loại. Ngoài tính chất cách điện cao, tính hút ẩm ít và có độ bám dính cao.

Trong kỹ thuật điện người ta thường dùng các loại sơn sau:

- **Sơn bakalit:** là dung dịch hòa tan trong rượu, được dùng để tẩm hoặc dán và dùng rộng rãi trong việc sản xuất Hêtinắc, Tectolit để chế tạo chất cách điện cao áp.

- **Sơn gliptan:** là loại sơn nhiệt cứng có khả năng bám dính rất tốt dùng để dán mica mít v v...

- **Sơn silic hệ cơ:** là loại sơn khi sử dụng tạo thành màng sơn chịu nhiệt và chịu ẩm cao.

- **Sơn policlovinyl:** là loại sơn rất bền đối với xăng, dầu và các chất có hoạt tính hóa học. Được dùng làm sơn phủ.

- **Sơn polistirol:** tạo ra màng và có đặc tính cách điện cao và ít hút ẩm, được dùng trong sản xuất thiết bị tần số cao.

- **Sơn cynh kiến:** được dùng làm sơn dán trong công nghệ sản xuất mica nit cũng như trong việc lắp ráp sửa chữa.

- **Sơn xenlulô:** sơn xenlulô có công dụng rất lớn, màng sơn xenlulô bền về cơ học, rất bóng có sức chịu đựng cao đối với tác dụng của không khí, hơi ẩm, dầu. Trong kỹ thuật điện người ta dùng sơn nitơ để tẩm vỏ bọc dây dẫn bằng sợi bông dùng trên ô tô và máy bay.

- **Sơn dầu:** nền của các loại sơn dầu là dầu khô mà chủ yếu là dầu gai và dầu trẩu. Ngoài ra sơn dầu còn chứa chất làm khô để đẩy mạnh quá trình sấy khô và dung môi để bay hơi, làm giảm độ nhớt của sơn.

- **Sơn thuần bitum:** các loại sơn này không dùng vào mục đích cách điện vì màng sơn của nó có nhiều nhược điểm như: ít dẻo, kém chịu nhiệt và kém bền với dung môi. Người ta dùng sơn này để làm lớp sơn phủ chống ăn mòn.

- **Sơn dầu bitum:** được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật cách điện, trong nền của loại sơn này, ngoài bitum còn chứa cả dầu khô, nhờ có dầu khô nên màng của

loại sơn này dễ uốn hơn, ít chịu ảnh hưởng của dung môi và ít bị hóa dẻo khi đốt nóng.

- **Sơn dầu nhựa:** đây là loại sơn dầu cho thêm vào nhựa thiên nhiên hoặc nhựa tổng hợp. Ngày nay sử dụng rộng rãi loại sơn này để tẩm dây quấn máy biến áp dầu, tẩm dây quấn khi phải chịu tác dụng của hơi axit và clo, dùng tẩm vật liệu cách điện có chứa nhựa phenol formaldehyt.

❖ Các hợp chất cách điện:

Các hợp chất cách điện cũng được phân thành hai nhóm:

- **Hợp chất tẩm:** có công dụng tương tự như sơn tẩm.

- **Hợp chất làm đầy:** hợp chất rớt dùng để lấp đầy các lỗ trống tương đối lớn nằm ở giữa các chi tiết khác nhau trong thiết bị điện, tạo ra một lớp phủ khá dày trên bề mặt chi tiết, các mối nối hoặc cụm chi tiết kỹ thuật điện (ví dụ rớt vào dây cáp). Trong các trường hợp khác nhau các hợp chất làm đầy bảo vệ chất cách điện chống ẩm và chống lại tác dụng của các chất có hoạt tính hóa học, tăng cường độ bền cách điện, điện áp phóng điện và cải thiện sự tỏa nhiệt, truyền nhiệt v.v...

2.6.14. Dầu mỡ cách điện (dầu máy biến áp):

Trong số các vật liệu cách điện thể lỏng thì dầu biến áp được ứng dụng nhiều nhất vào kỹ thuật điện. Dầu máy biến áp có hai chức năng chính:

- Lấp đầy các lỗ rỗng trong vật liệu cách điện gốc sợi và khoảng trống giữa các dây dẫn của cuộn dây, giữa cuộn dây và vỏ máy biến áp làm nhiệm vụ cách điện và tăng độ bền cách điện của lớp cách điện lên rất nhiều.

- Dầu máy biến áp có nhiệm vụ làm mát, tăng cường sự thoát nhiệt do tổn hao công suất trong dây quấn và lõi thép của máy biến áp sinh ra, đồng thời một ứng dụng quan trọng khác của dầu máy biến áp là sử dụng làm cách điện và dập tắt hồ quang điện giữa các đầu cực trong các máy cắt dầu, điện áp cao, dầu máy biến áp tạo điều kiện làm nguội dòng hồ quang và nhanh chóng dập tắt hồ quang. Ngày nay còn dùng dầu máy biến áp làm cách điện và làm mát trong một số kháng điện, biến trở và các thiết bị điện khác.

Dầu biến áp có những ưu nhược điểm sau:

❖ Ưu điểm:

- Có độ bền cách điện cao, trường hợp dầu chất lượng cao có thể đạt tới 160 kV/cm (trị số hiệu dụng).

- Hằng số điện môi $\epsilon = 2,2 \div 2,3$, tương đương một nửa chất cách điện thể rắn

- Sau khi bị đánh thủng, khả năng cách điện của dầu phục hồi trở lại mặc dù sau nhiều lần bị đánh thủng một phần dầu bị cháy hoặc bị phân hủy về mặt hóa học.

- Có thể thâm nhập vào các khe rãnh hẹp, vừa cách điện vừa có tác dụng làm mát trong tr- ởng hợp có dòng chảy mạnh.

- Có thể sử dụng làm môi tr- ởng dập tắt hồ quang điện.

- Điện trở suất lớn: $(10^{14} \div 10^{15}) \Omega \cdot \text{cm}$,

- Nhiệt độ làm việc ở chế độ dài hạn là $(90 \div 95)^\circ\text{C}$ dầu không bị hóa già nhiều.

❖ Nhược điểm:

- Các tính năng điện của dầu máy biến áp biến đổi lớn nếu dầu bị bẩn, và nhạy cảm với độ ẩm vì lớp dầu ở trên mặt có tính chất hút ẩm.

- Ở nhiệt độ cao nh- ững còn trong giới hạn cho phép dầu có những thay đổi về hóa học, sự thay đổi này có hại và tạo bọt trong dầu làm giảm độ nhớt và giảm tính cách điện của dầu.

- Dễ cháy, khi cháy thì phát sinh khói đen, hơi dầu bốc lên hòa lẫn với không khí tạo thành hỗn hợp nổ.

- Tốc độ hóa già tăng lên khi có không khí lọt vào, nhiệt độ làm việc tăng, khi có tác dụng của ánh sáng và khi có tác dụng của c- ởng độ điện tr- ởng cao.

Bảng 2.8: Tiêu chuẩn độ bền điện của dầu biến áp

Đối với thiết bị có điện áp làm việc, kV	Điện áp phóng điện của dầu kV/2.5 mm, không nhỏ hơn	
	Đối với dầu mới	Đối với dầu đã vận hành
6 và thấp hơn.	25	20
35	30	25
110 và 220.	40	35
330 và cao hơn.	50	45

2.6.15. Chất đàn hồi:

Những vật liệu trên cơ sở của cao su và những chất có đặc tính gần giống cao su gọi là chất đàn hồi có ý nghĩa lớn trong nhiều kỹ thuật khác nhau và trong đời sống. Cao su có một số tính chất quan trọng sau: tính đàn hồi cao, tính ít thấm ẩm và ít thấm khí.

a) Cao su thiên nhiên:

Về thành phần hóa học, cao su thiên nhiên là hydro cacbon trùng hợp có thành phần là $(C_5H_8)_n$ và cấu tạo của nó được đặc trưng bằng sự có mặt của liên kết kép. Người ta không dùng cao su nguyên chất vào việc sản xuất vật liệu cách điện vì nó không chịu được nhiệt độ cao cũng như nhiệt độ thấp và tác dụng của dung môi. Để khắc phục được các nhược điểm này người ta tiến hành lưu hóa cao su, tức là nung nóng lên khi cho thêm lưu huỳnh vào cao su.

b) Cao su lưu hóa:

Sau khi lưu hóa tính chịu nhiệt, chịu lạnh của cao su tốt hơn, làm tăng độ bền cơ và độ bền với dung môi. Tùy theo lượng lưu huỳnh cho thêm vào cao su mà thu được các sản phẩm khác nhau. Cao su được dùng rộng rãi trong công nghiệp điện để làm chất cách điện cho các dây dẫn trong thiết bị điện, chế tạo găng tay, ủng, thảm cách điện và ống cách điện. Khi dùng cao su làm vật liệu cách điện cần chú ý các nhược điểm sau của cao su: độ bền nhiệt, ít chịu được tác dụng của dầu mỡ, không chịu được các chất benzen, xăng... kém bền với ánh sáng nhất là tia tử ngoại.

Cao su cách điện thường có:

$$\rho_V = 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}; \quad \varepsilon = 3 \div 7; \quad \text{tg}\delta = 0,02 \div 0,10; \quad E_{đt} = 20 \div 30 \text{ kV/mm.}$$

c) Cao su tổng hợp:

Người ta dùng nguyên liệu dầu mỏ và khí thiên nhiên làm nguyên liệu để sản xuất cao su tổng hợp thay thế cho cao su thiên nhiên và ứng dụng trong công nghiệp sản xuất cáp điện, thiết bị điện.

❖ Cao su butan:

Là loại cao su tổng hợp phổ biến nhất. Được dùng thay thế cho cao su thiên nhiên hoặc hợp chất của nó để sản xuất cao su dẻo cũng như sản xuất êbonít. Cao su butan dùng vào mục đích cách điện phải rửa sạch chất xúc tác còn lại (natri).

❖ Escapon:

Là do cao su butan được trùng hợp bổ sung tạo nên, là chất có đặc tính cơ gần giống êbonít nhưng có độ bền nhiệt cao hơn và ít chịu được sự tác dụng của axit và các dung môi hữu cơ.

Escapon có đặc tính cách điện cao:

$$\rho_V = 10^{17} \Omega \cdot \text{cm}, \quad \varepsilon = 2,7 \div 3, \quad \text{tg}\delta = 5,10^{-4}, \quad E_{đt} = 20 \div 30 \text{ kV/mm.}$$

❖ Cao su chloropren:

Có đặc tính cách điện thấp, nh- ng lại rất bền với tác dụng của dầu, etxăng, ôzôn và các chất ôxy hóa khác. Đ- ợc dùng làm vỏ bảo vệ cho các sản phẩm cáp, làm đệm cách điện.

❖ **Cao su butađien:**

Có đặc tính cách điện gần giống cao su tự nhiên. Nó có tính chịu dầu và chịu etxăng.

❖ **Cao su butyl:**

Có độ bền nhiệt khá cao, độ thấm khí nhỏ có đặc tính chịu lạnh tốt nh- ng lại không chịu đ- ợc dầu mỡ.

❖ **Cao su silíc hệ cơ:** (ký hiệu CKT)

Có độ bền nhiệt cao (khoảng 250°C) và chịu lạnh tốt, có đặc tính cách điện tốt nh- ng độ bền cơ thấp, kém bền với tác dụng của dung môi và đất kiềm.

2.6.16. Niền môi vô cơ:

Là loại vật liệu quan trọng trong kỹ thuật điện và vô tuyến điện. Đa số những điện môi vô cơ có những đặc tính tốt nh- : tính chịu nhiệt cao, không hút ẩm, độ bền cơ cao và ổn định, chịu đ- ợc tác dụng của bức xạ năng lượng và là vật liệu rẻ tiền. Điện môi vô cơ có thể chia thành các nhóm sau:

❖ **Thủy tinh:**

Là những chất vô cơ không định hình và là hệ phức tạp của nhiều ôxít khác nhau. Trong thành phần thủy tinh ngoài những ôxít tạo thành thủy tinh (SiO_2 , B_2O_3) còn có các ôxít khác nh- : Na_2O , K_2O , CaO , BaO , PbO , Al_2O_3 v v...

+ Những **đặc tính của thủy tinh:** các đặc tính của thủy tinh biến đổi trong phạm vi rộng, chúng phụ thuộc vào thành phần và công nghệ chế tạo thủy tinh.

- Khối lượng thủy tinh biến động trong khoảng 2 đến 8,1 G/cm^3

- Độ bền nén lớn hơn nhiều so với độ bền kéo: $\sigma_n = 6000 \div 21000n \text{ kG/cm}^2$, $\sigma_k = 100 \div 300n \text{ kG/cm}^2$, trong điều kiện bình thường thủy tinh rất giòn, dễ vỡ khi chịu tải trọng động.

- Thủy tinh có nhiệt độ nóng chảy không ổn định. Nhiệt độ hóa dẻo của các loại thủy tinh nằm trong khoảng 400 đến 1600°C. Điện dẫn bề mặt phụ thuộc bề mặt thủy tinh, nó tăng lên khi bề mặt thủy tinh bị nhiễm bẩn và khi độ ẩm của môi

tr- ờng xung quanh tăng lên. Tuy nhiên cách điện thủy tinh có nhiều - u điểm nh- sau:

- Tính chịu nhiệt cao. Cuộn dây cách điện bằng thủy tinh có thể chịu nhiệt độ trên 100°C.
- Khả năng dẫn nhiệt gấp vài 4 lần.
- Có khả năng chịu dầu, axit, xút trừ axit flohydric, axit photphoric nóng.
- Không bị mục, nấm mốc không mọc đ- ợc, không thấm ẩm, không hóa già.
- Điện trở cách điện lớn hơn bất kỳ vật liệu cách điện sợi nào. Độ bền cách điện cao.
- Sợi thủy tinh không hút ẩm. Cuộn dây có cách điện thủy tinh ít tiêu hao chất tẩm, thời gian tẩm cũng ngắn hơn...

Bảng 2.9: Tính năng của thủy tinh

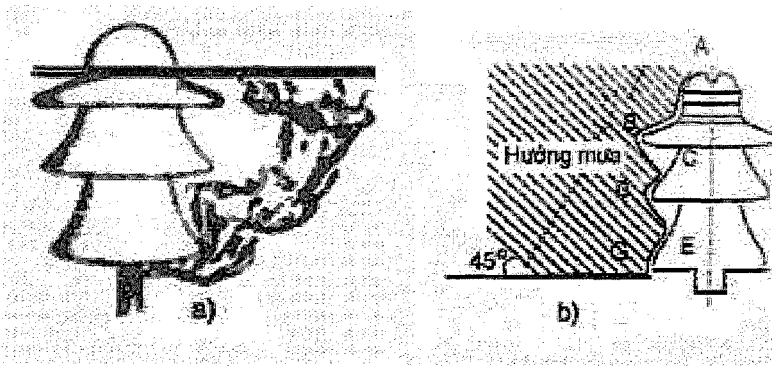
T nh n ớng	Thủy tinh	Thủy tinh th ch anh
Khối l- ợng riêng. kg/dm ³	2,2 ÷ 2,6	2,21
Độ bền nén. kg/cm ²	6000 ÷ 10000	19000
Độ bền kéo. kg/cm ²	400 ÷ 800	700
Độ bền uốn. kG/cm ²	1000 ÷ 2.500	700
Độ bền va đập. kG/cm ²	-	-
Hệ số đàn hồi. kG/cm ²	600000	720000
Hệ số giãn nở 1/°C	8 ÷ 9,4.10 ⁻⁶	0,55.10 ⁻⁶
Hệ số dẫn nhiệt. W/cm ⁰ C	0,0075 ÷ 0,012	0,008 ÷ 0,01
Hằng số điện môi ở 50Hz, ε	3 ÷ 12	4,9
Hệ số tổn hao ở 50 Hz 10 ⁴ tgδ	-	-
Hệ số tổn hao ở 10 Hz 10 ⁴ tgδ	50 ÷ 80	8
Điện trở cách điện ở 20 °C	10 ¹¹ ÷ 10 ¹⁷	4.10 ¹⁹
Độ bền cách điện ở 50 Hz . kV/mm	15 ÷ 45	35 ÷ 40

❖ Vật liệu cách n iền bằng gốm sợi

+ Sứ cách điện : Đ- ợc chế tạo từ đất sét, sau đó gia công định hình đ- ợc nung và tráng men, có độ bền cách điện, độ bền nhiệt cao. Là một trong những vật liệu chủ yếu dùng trong l- ới điện cao thế, trung thế và hạ thế, dùng cách điện trong máy điện, khí cụ điện... Vật liệu cách điện bằng sứ rất đa dạng:

- Sứ đ- ờng dây gồm có sứ treo dùng cho điện áp cao hơn 35 kV, sứ đỡ dùng cho điện áp thấp hơn.
- Sứ trong các trạm điện là các loại sứ đỡ và sứ xuyên.
- Sứ tham gia vào kết cấu của các thiết bị nh- máy biến áp, máy cắt dầu, dao cách ly, chống sét van.
- Sứ định vị gồm có các sứ puli, những linh kiện ở đuôi đèn, trong công tắc, cầu chì, cầu dao phích cắm, sứ thông tin.vv...

Đặc tính quan trọng nhất của sứ cách điện điện áp cao là: trị số điện áp phóng điện giữa hai điện cực. Do sứ cách điện có chiều dày lớn và c- ờng độ cách điện cao, nên khó có thể xảy ra phóng điện chọc thủng sứ mà chỉ diễn ra phóng điện trên bề mặt của sứ. Cần phân biệt hai loại điện áp phóng điện bề mặt sứ : điện áp phóng điện khô và điện áp phóng điện - ớt khi thử nghiệm sứ. (hình 2.1).



Hình 2.1: Đồ- ờng phóng điện khi thử nghiệm phóng điện
a. Khi khô
b. Khi - ớt

Điện áp phóng điện khô là trị số điện áp phóng điện thu đ- ợc khi thử nghiệm sứ trong điều kiện bình th- ờng (Hình 2.1.a). Điện áp phóng điện - ớt là trị số điện áp phóng điện thu đ- ợc khi thử nghiệm sứ d- ới m- a nhân tạo với c- ờng độ $4,5 \div 5,5$ mm/phút, m- a rơi theo góc 45° so với mặt phẳng ngang của sứ. Điện áp phóng điện khô bao giờ cũng lớn hơn điện áp phóng điện - ớt và nhỏ hơn điện áp đánh thủng. Ng- ời ta xác định điện áp đánh thủng khi nhúng sứ thử nghiệm vào trong dầu cách điện. Khi thử nghiệm sứ treo, cần xác định điện áp đánh thủng cho từng bát sứ một, điện áp phóng điện khô đ- ợc xác định cho cả toàn bộ chuỗi sứ.

Nh- ợc điểm của sứ: độ bền va đập không cao, góc tổn hao điện môi khá lớn, tổn hao điện môi lại tăng nhanh ở nhiệt độ cao, gây trở ngại cho việc dùng sứ làm chất cách điện ở tần số cao cũng nh- ở nhiệt độ cao.

❖ **Mica và các vật liệu trên cơ sở mica:**

Mica là vật liệu cách điện vô cơ có tính năng đặc biệt đó là độ bền điện và độ bền cơ cao, tính chịu nhiệt và chịu ẩm tốt, khá dẻo khi có độ dày mỏng nên đ- ợc dùng làm vật liệu cách điện ở những vị trí quan trọng nh- : cách điện của các máy điện cao áp công suất lớn và dùng làm điện môi trong một số loại tụ điện. Mica trong tự nhiên có dạng tinh thể, đặc điểm đặc tr- ng của nó là có thể tách ra từng bản mỏng một cách dễ dàng theo chiều song song giữa các bề mặt thớ.

Mica muscôvít th- ờng không màu hoặc có màu đỏ nhạt, xanh nhạt, và các màu sắc khác; flogopít th- ờng có màu sẫm hơn giống nh- màu hổ phách, màu vàng ánh, màu nâu, màu đen tuyền, tuy nhiên cũng có khi gặp loại flogopít có màu sáng hơn.

Đặc tính cách điện của mica muscôvít tốt hơn và cao hơn so với flogopít, ngoài ra nó có độ bền cơ cao hơn, rắn hơn, dễ uốn và co giãn hơn flogopít. Các trị số về 2 loại mica đ- ợc cho trong bảng sau: (bảng 2.10).

Bảng 2.10: Đặc tính của mica

Loại mica	Khối l- ợng riêng, G/cm ³	$\rho, \Omega \cdot \text{cm}$	$\text{tg}\delta \cdot 10^4$ ở tần số		
			50Hz	1kHz	1MHz
Muscôvít	2,80 ÷ 2,90	$10^{14} \div 10^{15}$	150	25	3
flogopít	2,65 ÷ 2,80	$10^{13} \div 10^{14}$	500	150	15

Muscôvít chịu mài mòn tốt hơn flogopít. Điều đó có giá trị quan trọng đối với micanít dùng cho vành góp, loại micanít đ- ợc chế tạo bằng Muscôvít này ít bị chổi than của máy điện làm mòn hơn là chất đồng dùng làm vành góp. Còn loại micanít làm bằng flogopít dùng cho vành góp cũng bị mài mòn nh- đồng cho nên có thể dùng nó không đòi hỏi phải đánh nhẵn vành góp. Phần lớn các loại mica đ- ợc dùng trong kỹ thuật điện vẫn giữ đ- ợc đặc tính cách điện và đặc tính cơ khá tốt khi đốt nóng lên vài trăm độ, vì thế mica đ- ợc xếp vào cách điện cấp C là cấp chịu nóng cao nhất. Khi nhiệt độ càng cao thì mica không còn trong suốt nữa, chiều dày

của nó tăng lên, đặc tính cơ và điện giảm. Mica bị nấu chảy ở nhiệt độ (1250 ÷ 2300)°C.

+ Micanit:

Là loại vật liệu được sản xuất thành từng tấm hoặc từng cuộn do những cánh mica dán lại với nhau bằng sơn dán hoặc bằng nhựa khô, đôi khi còn dùng thêm lớp nền bằng xơ giấy hoặc xơ bông để dán những cánh mica lên một mặt hoặc cả hai mặt của nó. Nền bằng xơ tăng độ bền kéo đứt của vật liệu và giữ cho các cánh mica khó bị tách ra khi vật liệu bị uốn. Micanit có thể sử dụng làm cách điện cho vành góp, dùng để lót đệm, để tạo hình, băng mica cách điện cho thiết bị điện và cáp điện.

+ Mica bằng các hạt vụn:

Mica vụn rửa sạch, nghiền thành vảy nhỏ và lợi dụng khả năng dính liền lại với nhau của các tinh thể mica vừa mới được tách ra để biến thành phôi ta thu được từng lá. Việc sử dụng các chất kết dính có thể tăng độ bền cơ và độ bền điện của mica làm bằng các hạt vụn. Để sản xuất ra loại mica này ta có thể sử dụng các chất thải của mica muscovit và flogopit để làm chất cách điện mà phương pháp khác không sử dụng được. Bằng phương pháp này người ta chế tạo ra vật liệu chịu được hồ quang điện, đúc ép định hình bằng khuôn tạo ra các chi tiết cách điện cần thiết cho các thiết bị điện.

+ Mica tổng hợp:

Thủy tinh mica là một trong số các điện môi có chất lượng cao. Nó chịu được nhiệt độ cao, có độ bền cơ lớn, nhất là độ bền uốn, va đập, chịu được phóng điện hồ quang, có tgδ nhỏ, có thể gia công bằng cơ khí được. Tuy nhiên quá trình công nghệ sản xuất ra mica thủy tinh tốn nhiều công, đòi hỏi phải có lò điện có công suất lớn, máy ép thủy lực và khuôn ép bằng thép không rỉ. Thủy tinh mica có các đặc tính:

- Khối lượng riêng: 2,6 ÷ 3,0G/cm³;
- Nhiệt độ làm việc cho phép: (300 ÷ 350)°C;
- Giới hạn bền kéo: $\sigma_{\text{kéo}} = (300 \div 700) \text{ kG/cm}^2$; $\sigma_{\text{nén}} = (1000 \div 4000) \text{ kG/cm}^2$;
 $\sigma_{\text{uốn}} = (700 \div 1400) \text{ kG/cm}^2$;
- Ứng suất dai và đập ở tần số 1MHz:
 - + (2 ÷ 5) kG.cm/cm²,
 - + $\alpha = (8 \div 9) \cdot 10^{-6} \text{ 1/độ}$;
 - + $\rho_y = (10^{12} \div 10^{14}) \Omega \cdot \text{cm}$;

$$+ \rho_s = (10^{10} \div 10^{12}) \Omega \cdot \text{cm};$$

$$+ \varepsilon = (6 \div 8,5); \text{tg}\delta = (0,003 \div 0,01)$$

- Độ bền cách điện (10 ÷ 20) kV/mm.
- Mica thủy tinh chịu đ- ợc ẩm, nh- ng kém bền đối với tác dụng của các axit clohydric, nitơric cũng nh- đối với chất kiềm.
- Khi thủy tinh mica bị rở có khả năng hút ẩm làm cho phẩm chất cách điện bị giảm đi.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày cách phân loại vật liệu cách điện?
2. Vật liệu cách điện có mấy cấp chịu nhiệt? Cho biết tên và nhiệt độ cho phép của từng cấp?
3. Trình bày tính chất chung của vật liệu cách điện?
4. Nêu tính chất hóa học của vật liệu cách điện?
5. Trình bày hiện t- ợng đánh thủng điện môi và độ bền cách điện của vật liệu?
6. Thế nào là vật liệu cách điện sợi? Trình bày một số vật liệu cách điện sợi mà em đã đ- ợc học?
7. Dầu thực vật đ- ợc sử dụng làm vật liệu cách điện nh- thế nào? Nêu tính chất của dầu trẩu, dầu gai và dầu thầu dầu?
8. Thế nào là vật liệu cách vô cơ? Trình bày một số vật liệu cách điện vô cơ mà em đã đ- ợc học?
9. Trình bày công dụng và cách chế tạo sứ cách điện?
10. Mica cách điện có mấy loại? Cho biết công dụng của từng loại?

BÀI TẬP

Bài tập 2.1:

Xác định điện áp đánh thủng và điện áp làm việc của một tấm cátông dày 0,15 cm khi áp nó vào hai điện cực.

Bài tập 2.2:

Tính bề dày của một tấm nhựa PVC dùng làm cách điện cho I- ới 15kV. Biết rằng nhựa PVC có $E_{bd} = 32,5\text{kV/mm}$, giới hạn điện áp an toàn $\varepsilon = 3,12$.

Bài tập 2.3:

Xác định điện áp đánh thủng và điện áp làm việc của một tấm mica dày 0,15 cm khi áp nó vào hai điện cực. Biết rằng mica có $E_{bd} = (50 \div 100)\text{kV/mm}$, giới hạn điện áp an toàn $\varepsilon = 5,4$.

Bài tập 2.4:

Tính bề dày của một tấm cao su dùng làm cách điện cho I- ới 15kV. Biết rằng cao su có $E_{bd} = (15 \div 20)$ kV/mm, giới hạn điện áp an toàn $\varepsilon = (3 \div 6)$

Bài tập 2.5:

Xác định điện áp đánh thủng và điện áp làm việc của một tấm giấy tẩm dầu dày 0,02 cm khi áp nó vào hai điện cực. Biết rằng giấy tẩm dầu có $E_{bd} = (10 \div 25)$ kV/mm, giới hạn điện áp an toàn $\varepsilon = 3,6$.

Bài tập 2.6:

Tính bề dày của một tấm thủy tinh dùng làm cách điện cho I- ới 15kV. Biết rằng thủy tinh có $E_{bd} = (10 \div 15)$ kV/mm, giới hạn điện áp an toàn $\varepsilon = (6 \div 10)$.

❖ Câu hỏi trắc nghiệm lựa chọn:

Đọc kỹ câu hỏi, chọn ý trả lời đúng nhất và tô đen vào ô thích hợp ở cột bên:

TT	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
2.1	Vật liệu cách điện đ- ợc chia ra làm các loại: a. Vật liệu cách điện thể rắn. b. Vật liệu cách điện thể lỏng. c. Vật liệu cách điện thể khí. d. Cả a,b và c đều đúng.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2	Một loại vật liệu đ- ợc dùng làm sơn dán trong công nghệ sản xuất micanít và trong việc lắp ráp sửa chữa. a. Sơn dầu bitum. b. Sơn cánh kiến. c. Sơn policlovinyl. d. Sơn polistirol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3	Một loại vật liệu sau khi bị đánh thủng, có khả năng cách điện đ- ợc phục hồi trở lại mặc dầu sau nhiều lần bị đánh thủng một phần bị cháy hoặc bị phân hủy về mặt hóa học, loại vật liệu đó là: a. Các hợp chất cách điện. b. Dầu mỏ cách điện. c. Sơn và các hợp chất cách điện. d. Điện môi sáp.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4	Một loại vật liệu đ- ợc sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật cách điện, trong nền của loại sơn này, ngoài bitum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<p>còn chứa cả dầu khô, nhờ có dầu khô nên màng của loại sơn này dễ uốn hơn, ít chịu ảnh hưởng của dung môi và ít bị hóa dẻo khi đốt nóng.</p> <p>a. Sơn dầu bitum. b. Sơn thuần bitum. c. Sơn policlovinyl. d. Sơn polistirol.</p>				
2.5	<p>Để sản xuất cao su tổng hợp, người ta dùng:</p> <p>a. Cao su I- u hóa làm nguyên liệu. b. Cao su thiên nhiên làm nguyên liệu. c. Cao su thiên nhiên, cao su I- u hóa làm nguyên liệu. d. R- ợu công, dầu mỏ và khí thiên nhiên làm nguyên liệu.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.6	<p>Thủy tinh là những chất vô cơ:</p> <p>a. Không định hình. b. Có định hình. c. Định hình luôn thay đổi. d. Không xác định đ- ợc.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.7	<p>Loại sơn đ- ợc dùng để tẩm những chất cách điện xốp và đặc biệt là chất cách điện ở dạng xơ (giấy, bìa, vải, sợi, dây quấn máy điện và thiết bị điện) đ- ợc gọi là:</p> <p>a. Sơn phủ. b. Sơn tẩm. c. Sơn dán. d. Sơn cánh kiến.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.8	<p>Các hợp chất cách điện đ- ợc phân thành các nhóm là:</p> <p>a. Hợp chất tẩm, hợp chất làm dây. b. Hợp chất tẩm và dung môi. c. Hợp chất làm dây và dung môi. d. Cả a, b và c đều sai.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.9	<p>Một loại cao su có đặc tính cách điện thấp, nh- ng lại rất bền với tác dụng của dầu, etxăng, ôzôn và các</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<p>chất ôxy hóa khác. Đ-ợc dùng làm vỏ bảo vệ cho các sản phẩm cáp, làm đệm cách điện đó là:</p> <p>a. Cao su butadien. b. Cao su butyl. c. Cao su silíc hữu cơ. d. Cao su cloropren.</p>				
2.10	<p>Điện trở suất phụ thuộc vào các yếu tố:</p> <p>a. Bản chất của vật liệu. b. Kích th-ớc của vật liệu. c. Chiều dài của vật liệu. d. Cả a,b và c đều sai</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.11	<p>Căn cứ vào nguồn gốc chế tạo vật liệu cách điện đ-ợc chia ra làm các loại:</p> <p>a. Vật liệu cách điện vô cơ, vật liệu cách điện hữu cơ. b. Vật liệu cách điện thể rắn. c. Vật liệu cách điện thể khí. d. Cả a, b và c đều sai.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.12	<p>Là loại sơn nhiệt cứng có khả năng bám dính rất tốt dùng để dán micamít v v...Có tên gọi là:</p> <p>a. Sơn silíc hữu cơ. b. Sơn policlovinyl. c. Sơn gliptan. d. Sơn bakêlít.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.13	<p>Độ bền cách điện của vật liệu phụ thuộc vào:</p> <p>a. Điện trở của vật liệu. b. Bản chất của vật liệu. c. Kích th-ớc của vật liệu. d. Cả a,b và c đều sai.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.14	<p>Xác định điện áp đánh thủng của một tấm các tông dày 0,2cm khi áp nó vào hai điện cực. biết: $E_{bđ} = 10KV/mm$; $\epsilon = 3$.</p> <p>a. 15KV. b. 10KV. c. 30KV.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	d. 20 KV.				
2.15	Điện trở suất của vật liệu cách điện có giá trị: a. Rất nhỏ. b. Rất lớn. c. Trung bình. d. Cả b, c đúng.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.16	Giá trị điện áp đánh thủng đ-ợc tính theo công thức: a. $U_{dt} = E_{bd} \cdot d$. b. $U_{dt} = E_{bd} \cdot \varepsilon$. c. $U_{dt} = U_{cp} \cdot d$. d. Cả a,b và c đều đúng.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.17	Một loại sơn là dung dịch hòa tan trong r-ợu, đ-ợc dùng để tẩm hoặc dán và dùng rộng rãi trong việc sản xuất Hêtinắc, Tectôlít để chế tạo chất cách điện cao áp : a. Sơn silíc hữu cơ. b. Sơn policlovinyl. c. Sơn gliptan. d. Sơn bakêlít.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.18	Vật liệu cách điện đ-ợc chia thành các cấp chịu nhiệt theo thứ tự nh- sau: a. A, Y, E , F , H, C, B. b. Y, E , F , H, C, B, A. c. Y, A , E , B , F, H , C. d. H, C, B, A, Y, E , F.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.19	Khi cần chọn lựa vật liệu cách điện ng-ời ta căn cứ vào: a. Vật liệu cách điện thể rắn. b. Vật liệu cách điện thể khí. c. Kích th-ớc của vật liệu. d. Độ bền nhiệt, độ cách điện.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.20	Vật liệu cách điện có tính chịu hồ quang cao đ-ợc dùng chế tạo khung cuộn dây, màng hoặc sợi cách	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<p>điện là:</p> <p>a. Polyetylen</p> <p>b. Pôliprôpilen.</p> <p>c. Cáp rôn.</p> <p>d. Polyfocmandehit.</p>				
2.21	<p>Dựa theo cách sử dụng, sơn cách điện có thể chia thành các nhóm chính:</p> <p>a. Sơn silíc hữu cơ.</p> <p>b. Sơn tẩm, sơn phủ và sơn dán.</p> <p>c. Sơn cánh kiến.</p> <p>d. Sơn dầu.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.22	<p>Vật liệu rắn, cứng có tính chống mài mòn chống ma sát cao và các sản phẩm của nó đ-ợc thực hiện bằng đúc áp lực là:</p> <p>a. Polyetylen .</p> <p>b. Pôliprôpilen.</p> <p>c. Cáp rôn.</p> <p>d. Polyfocmandehit</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.23	<p>Phép cách điện đ-ợc dùng một loại vật liệu đem ngâm trong dung dịch clorua kẽm, rồi ép và trải qua quá trình gia công thành một vật liệu mịn thuần nhất, vật liệu đó là:</p> <p>a. Gỗ.</p> <p>b. Tre.</p> <p>c. Giấy .</p> <p>d. Sợi amiăng</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.24	<p>Độ bền cách điện của vật liệu là:</p> <p>a. Giới hạn điện áp cho phép một tấm vật liệu cách điện còn làm việc đ-ợc.</p> <p>b. Giới hạn điện áp an toàn ε .</p> <p>c. Giới hạn điện áp cho phép một tấm vật liệu cách điện dày 1mm còn làm việc đ-ợc</p> <p>d. Giới hạn điện áp cho phép một tấm vật liệu cách điện dày 1mm bị chọc thủng.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.25	<p>Tính bề dày 1 tấm nhựa PVC cách điện cho I-ới</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<p>15KV, Biết: $\epsilon = 3,12$; $E_{b\grave{a}} = 32,5KV/mm$.</p> <p>a. 14,4mm. b. 1,44mm. c. 1,8mm. d. 144mm.</p>				
2.26	<p>Véncni cách điện đ- ợc dùng để:</p> <p>a. Sơn tẩm, tăng c- ờng cách điện, chống ẩm. b. Nâng cao độ bền cơ cho dây quấn máy điện c. Nâng cao tính thẩm mỹ cho bộ dây quấn. d. Cả a và b đều đúng.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.27	<p>Một loại vật liệu có đặc tính cơ tốt, có độ trong suốt cao, chịu đ- ợc axit và kiềm. Đ- ợc dùng để làm cách điện cho cáp điện tần số cao và cáp điện lực điện áp cao làm việc trong môi tr- ờng ẩm vật liệu đó là:</p> <p>a. Pôliêtilen. b. Pôliprôpilên. c. Nhựa PVC. d. Pôliizôbutilen.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.28	<p>Một loại nhựa giòn có màu vàng hoặc nâu có tính chất cách điện nh- sau: $\rho=(10^{14} \div 10^{15})\Omega.cm$, $E_{đt}=(10\div 15)kV/mm$ và có hằng số điện môi ϵ và $tg\delta$ phụ thuộc vào nhiệt độ đó là:</p> <p>a. Nhựa tổng hợp. b. Nhựa fênofomandêhyt. c. Nhựa silíc hữu cơ. d. Nhựa thông.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

BÀI 3

VẬT LIỆU DẪN ĐIỆN

3.1. Khái niệm vật liệu dẫn điện:

Vật liệu dẫn điện là vật chất mà ở trạng thái bình thường có các điện tích tự do. Nếu đặt những vật liệu này vào trong một từ trường, các điện tích sẽ chuyển động theo hướng nhất định của từ trường và tạo thành dòng điện. Người ta gọi là vật liệu có tính dẫn điện.

Vật liệu dẫn điện có thể là chất rắn, chất lỏng và trong những điều kiện nhất định có thể là chất khí. Ở dạng chất rắn vật liệu dẫn điện gồm có kim loại và các hợp kim của chúng. Trong một số trường hợp là những chất không phải là kim loại mà là chất lỏng dẫn điện, kim loại ở trạng thái chảy lỏng và những chất điện phân.

Khí là hơi có thể trở nên dẫn điện ở cường độ điện trường lớn, chúng tạo nên ion hóa do va chạm hay sự ion hóa quang.

3.2. Tính chất của vật liệu dẫn điện:

Vật liệu dẫn điện có các tính chất cơ bản sau:

- + Điện dẫn suất của vật liệu $\left[\gamma = \frac{1}{\rho} \right]$
- + Hệ số nhiệt của điện trở suất
- + Nhiệt dẫn suất.
- + Hiệu điện thế tiếp xúc và sức nhiệt điện động
- + Giới hạn bền khi kéo và độ giãn dài tương đối khi đứt.

Ta biết rằng đa số các vật liệu dẫn điện là các kim loại và hợp kim của chúng. Vì vậy tính chất của vật liệu dẫn điện cũng chính là các tính chất của kim loại và các hợp kim, chúng được thể hiện:

❖ Tầm quan trọng của kim loại và hợp kim:

Hiện nay kim loại và hợp kim được dùng rất rộng rãi trong các ngành kinh tế. Các kim loại đặc biệt là sắt và các hợp kim của nó như gang, thép là những vật liệu chủ yếu của công nghiệp cơ khí, xây dựng và các phương tiện giao thông vận tải. Kim loại và hợp kim được sử dụng rộng rãi để làm máy móc và công cụ đặc biệt là trong ngành điện vì chúng có ưu điểm hơn hẳn các vật liệu khác: có tính dẫn điện, dẫn nhiệt, độ bền, độ cứng và độ dẻo dai cao.

* **Kim lo i:**

Để nhận biết đ- ợc kim loại ng- ời ta dựa vào hệ số nhiệt điện trở. ở kim loại hệ số này đ- ợng tức là nhiệt độ tăng thì điện trở kim loại tăng.

* **Hợp kim:**

Hợp kim là sản phẩm của sự nóng chảy của hai hay nhiều nguyên tố mà trong đó chủ yếu là kim loại. Trong thành phần hợp kim có thể có một l- ợng nhỏ các nguyên tố á kim.

Ví dụ: Thép là hợp kim của sắt và các bon.

Nói chung kim loại nguyên chất có nhiều nh- ợc điểm nh- : độ dẻo, độ bền và độ cứng thấp, do đó các cơ cấu của thiết bị không làm bằng kim loại nguyên chất mà phải làm bằng hợp kim. Trong tr- ờng hợp dùng làm dây dẫn điện thì ta sử dụng các kim loại nguyên chất.

❖ **Tính chất:**

* **Tính chất lýhọc:**

+ **Veısang mặt ngoài của kim lo i:** theo vẽ sáng bề ngoài của kim loại có thể chia thành kim loại đen và kim loại màu:

- Kim loại và hợp kim đen: gồm sắt và các hợp kim của sắt, tức là gang và thép.

- Kim loại màu và hợp kim màu: là tất cả các kim loại và hợp kim còn lại.

+ **Trọng l- ợng riêng:** là trọng l- ợng của một đơn vị thể tích của vật:

$$\frac{\rho}{V} \text{ (G/cm}^2\text{)}$$

+ **T nh nóng chảy:** kim loại có tính chảy lỏng khi đốt nóng và đông đặc khi làm nguội. Nhiệt độ ứng với khi kim loại chuyển đổi từ thể đặc sang thể lỏng hoàn toàn gọi là điểm nóng chảy. Điểm nóng chảy có ý nghĩa rất quan trọng trong công nghệ đúc. Điểm nóng chảy của nhiều hợp kim lại khác điểm nóng chảy của từng kim loại tạo nên hợp kim đó.

+ **T nh dẫn nhiệt:** là tính chất truyền nhiệt của kim loại khi bị đốt nóng hoặc làm lạnh. Kim loại có tính dẫn nhiệt tốt thì càng dễ đốt nóng nhanh và đồng đều, cũng nh- càng dễ nguội nhanh.

+ **T nh giãn nở nhiệt:** khi đốt nóng các kim loại giãn nở ra và khi làm nguội nó co lại. Sự giãn nở nhiệt của các kim loại không giống nhau. Để đánh giá sự giãn nở nhiệt của một vật nào đó, ng- ời ta đo chính xác độ giãn dài của 1 mm vật đó khi nhiệt độ thay đổi 1°C. Độ giãn dài đo đ- ợc gọi là hệ số giãn nở nhiệt theo chiều dài.

+ **T nh dẫn ñiện:** là khả năng dẫn điện của kim loại. Khi nhiệt độ cao tính dẫn điện giảm. Ở nhiệt độ 0°K điện trở của kim loại bằng không.

+ **Tính nhiễm từ** là khả năng kim loại bị từ hoá sau khi được đặt trong một từ trường. Sắt và hầu hết các hợp kim của sắt đều có tính nhiễm từ. Ni ken và cô ban cũng có tính nhiễm từ và được gọi là chất sắt từ. Còn hầu hết các kim loại khác không có tính nhiễm từ.

+ **Nhiệt dung riêng**: là nhiệt độ cần thiết làm tăng nhiệt độ của kim loại lên 1°C .

Bảng 3.1: Tính chất vật lý của một số kim loại.

TT	Kim loại	Khối lượng riêng g/cm ³	Nhiệt độ nóng chảy °C	Nhiệt dung riêng W/(m.độ)	Nhiệt dẫn riêng W/(m.độ)	Điện trở suất ρ ở 20 °C ($\Omega\text{mm}^2/\text{m}$).	Hệ số thay đổi của Điện trở suất theo nhiệt độ α 1/độ.
1.	Bạc	10,5	961	234	415	0,0160 - 0,0165	0,0034 - 0,00429
2.	Đồng	8,9	1083	385	390	0,0168 - 0,0182	0,00392 - 0,00445
3.	Vàng	19,3	1063	126	293	0,0220 - 0,0240	0,00350 - 0,00399
4.	Nhôm	2,7	657	922	209	0,0262 - 0,0400	0,0040 - 0,0049
5.	Côban	8,7	1492	435	79	0,0620	0,0060
6.	Molipđen	10,2	2620	264	251	0,0476 - 0,0570	0,0033 - 0,00512
7.	Wolfram	19,3	3380	138	168	0,0530 - 0,0612	0,0040 - 0,0052
8.	Kẽm	7,1	420	390	111	0,0535 - 0,0630	0,0035 - 0,00419
9.	Niken	8,9	1455	444	95	0,06141 - 0,138	0,0044 - 0,00692
10.	Cadmi	8,6	321	230	93	0,0760	0,0042
11.	Platin	21,4	1770	134	71	0,0866 - 0,116	0,00247 - 0,00398
12.	Thiếc	7,3	232	226	65	0,113 - 0,143	0,00420 - 0,00465
13.	Chì	11,4	327	130	35	0,205 - 0,222	0,0038 - 0,00428
14.	Thủy ngân	13,6	- 39	138	10	0,952 - 0,959	0,0009 - 0,00099
15.	Titan	4,5	1725	577	15	0,420	0,0044
16.	Côban	8,7	1492	435	79	0,062	0,0060
17.	Tantan	16,6	2977	142	54	0,135	0,0038
18.	Paladi	12	1555	213	75	0,1100	0,0038

* **Tính chất hoá học:**

Tính chất hoá học là biểu thị khả năng của kim loại và hợp kim chịu tác dụng hoá học của môi trường có hoạt tính khác nhau và được biểu thị ở hai dạng chủ yếu:

+ **Tính chống ăn mòn:** là khả năng chống lại sự ăn mòn của hơi nước hay ôxi của không khí ở nhiệt độ thường hoặc nhiệt độ cao.

+ **Tính chịu axit:** là khả năng chống lại tác dụng của các môi trường axit.

* **Tính chất cơ học:**

Tính chất cơ học của kim loại hay còn gọi là cơ tính là khả năng chống lại tác dụng bên ngoài lên kim loại. Cơ tính của kim loại bao gồm: độ đàn hồi, độ bền, độ dẻo, độ cứng, độ dai va chạm và độ mỏi.

* **Tính công nghệ:**

Tính công nghệ là khả năng kim loại có thể thực hiện được các phương pháp công nghệ để sản xuất các sản phẩm. Tính công nghệ bao gồm: tính cắt gọt, tính hàn, tính đúc, tính nhiệt luyện.

+ **Tính cắt gọt:** là khả năng của kim loại gia công cắt gọt dễ hay khó, được xác định bằng tốc độ cắt, lực cắt và độ bóng bề mặt của kim loại sau khi cắt gọt.

+ **Tính hàn:** là khả năng tạo thành sự liên kết khi nung nóng cục bộ chỗ nối đến trạng thái chảy hoặc dẻo

+ **Tính ròn:** là khả năng biến dạng vĩnh cửu của kim loại khi chịu lực tác dụng lực từ bên ngoài để tạo thành hình dạng của chi tiết máy, mà không bị phá hỏng.

+ **Tính nở:** được xác định bởi độ chảy loãng của kim loại khi nấu chảy để đổ đầy vào khuôn đúc, độ co và tính thiên tích (tính thiên tích là độ không đồng nhất về thành phần hoá học trong từng phần của vật đúc và trong nội bộ các hạt của kim loại hay hợp kim).

+ **Tính nhiệt luyện:** là khả năng làm thay đổi độ cứng, độ dẻo, độ bền của kim loại bằng cách nung nóng kim loại tới nhiệt độ nhất định, giữ ở nhiệt độ đó một thời gian rồi sau đó làm nguội theo một chế độ nhất định. Sau khi nhiệt luyện, mức độ thay đổi của các kim loại cũng khác nhau, có kim loại thay đổi nhiều, có kim loại thay đổi ít và có kim loại hầu như không thay đổi.

+ **Tính kéo giãn:** là tính chất của vật liệu có thể gia công được thành sợi. Yêu cầu vật liệu phải có cấu trúc dính chắc và phải có độ dẻo dai cao. Đây là một tính chất quan trọng trong công nghệ chế tạo dây dẫn điện.

* Tính già hóa của kim loại:

Tính già hóa của kim loại là sự thay đổi theo thời gian của các tính chất kim loại hay hợp kim. Ở nhiệt độ môi trường xung quanh, thông thường sau một thời gian kéo dài nó sẽ tạo nên sự già hóa (tính già hóa tự nhiên), còn khi nhiệt độ tăng lên thì tính già hóa nhanh hơn (tính già hóa nhân tạo).

3.2.1. Điện trở:

Là đại lượng đặc trưng cho sự "cản trở" dòng điện của vật liệu hay nói cách khác Điện trở R là quan hệ giữa hiệu điện thế không đổi đặt ở hai đầu của dây dẫn và cường độ dòng điện một chiều tạo nên trong dây dẫn đó (chú ý: *dây dẫn không hề có sức điện động nội tại nào*). Xét về mặt kết cấu, điện trở của vật liệu điện được tính theo công thức sau:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Trong đó:

l : chiều dài của vật dẫn [m].

S : là tiết diện của vật dẫn [m²].

ρ : là điện trở suất, phụ thuộc vào bản chất của vật liệu [Ωm].

R : là điện trở của vật dẫn [Ω].

Dựa vào biểu thức trên ta thấy: Nếu có hai vật dẫn khác nhau (khác chất), nhưng có cùng chiều dài, cùng tiết diện thì vật nào có điện trở suất lớn hơn thì vật đó sẽ có điện trở cao hơn, nghĩa là dòng điện chạy qua nó sẽ "khó khăn" hơn.

Điện dẫn G của vật dẫn là đại lượng nghịch đảo của điện trở.

$$G = \frac{1}{R}$$

Điện dẫn được tính với đơn vị $\frac{1}{\Omega} = \Omega^{-1}$.

3.2.2. Điện trở suất (ρ):

Là đại lượng đặc trưng cho tính dẫn điện hay cách điện của vật liệu hay nói cách khác: điện trở suất là điện trở của vật dẫn có chiều dài là một đơn vị chiều dài và tiết diện là một đơn vị diện tích. Nó phụ thuộc vào bản chất của vật liệu. Nếu vật có điện trở suất càng nhỏ thì dẫn điện càng tốt và ngược lại.

Trên thực tế điện trở suất ρ của vật dẫn đ-ợc tính theo: $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ và trong một số tr-ờng hợp đ-ợc tính bằng: $\mu\Omega \cdot \text{cm}$. Trong hệ CGS điện, điện trở suất đ-ợc tính bằng: Ωcm , còn ở hệ MKSA tính bằng: Ωm .

Những đơn vị nêu trên chúng đ-ợc liên hệ với nhau qua biểu thức sau:

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

Điện dẫn suất γ là đại l-ợng nghịch đảo của điện trở suất.

$$\left[\gamma = \frac{1}{\rho} \right]$$

Điện dẫn suất γ đ-ợc tính theo: $\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$; $\Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$; $\Omega^{-1} \text{m}^{-1}$.

3.2.3. Sự phụ thuộc của nhiệt tr-ở vào nhiệt ñ-ộ

Điện trở suất của kim loại và của rất nhiều hợp kim tăng theo nhiệt ñ-ộ, điện trở suất của cacbon và của dung dịch điện phân giảm theo nhiệt ñ-ộ.

Thông th-ờng điện trở suất của kim loại tăng theo nhiệt ñ-ộ và theo qui luật sau:

$$\rho_t = \rho_o (1 + \alpha t + \beta t^2 + \gamma t^3 + \dots)$$

Ở nhiệt ñ-ộ sử dụng t_2 điện trở suất sẽ đ-ợc tính toán xuất phát từ nhiệt ñ-ộ t_1 theo công thức:

$$\rho_{t_2} = \rho_{t_1} [1 + \alpha(t_2 - t_1)].$$

Trong đó:

- α : là hệ số thay ñ-ổi điện trở suất theo nhiệt ñ-ộ ñ-ối với vật liệu t-ương ứng và ứng với những khoảng nhiệt ñ-ộ đ-ợc nghiên cứu.
- Hệ số α gần nh- giống nhau ñ-ối với các kim loại tinh khiết và có trị số gần ñúng bằng $4 \cdot 10^{-3} 1/^\circ\text{C}$
- ñ-ối với khoảng chênh lệch nhiệt ñ-ộ ($t_2 - t_1$) thì hệ số α trung bình sẽ là:

$$\alpha = \frac{\rho_{t_2} - \rho_{t_1}}{\rho_{t_1} (t_2 - t_1)}$$

Giá trị α và ρ ñ-ối với những kim loại chính đ-ợc sử dụng trong kỹ thuật điện đ-ợc cho trong bảng sau: (Bảng 3.2).

Bảng 3.2: Đặc tính vật lý và điện trở suất của một số kim loại.

TT	Kim loại	Khối lượng riêng [g/cm ³]	Nhiệt độ nóng chảy [°C].	Điện trở suất ρ ở 20 °C [Ω mm ² /m].	Hệ số thay đổi của Điện trở suất theo nhiệt độ α [1/độ].
1.	Bạc	10,5	961	0,0160 - 0,0165	0,0034 - 0,00429
2.	Đồng	8,9	1083	0,0168 - 0,0182	0,00392 - 0,00445
3.	Vàng	19,3	1063	0,0220 - 0,0240	0,00350 - 0,00399
4.	Nhôm	2,7	657	0,0262- 0,0400	0,0040 - 0,0049
5.	Magiê	1,74	651	0,0446 - 0,0460	0,00390 - 0,0046
6.	Molipđen	10,2	2620	0,0476 - 0,0570	0,0033 - 0,00512
7.	Wolfram	19,3	3380	0,0530 - 0,0612	0,0040 - 0,0052
8.	Kẽm	7,1	420	0,0535 - 0,0630	0,0035 - 0,00419
9.	Niken	8,9	1455	0,06141 - 0,138	0,0044 - 0,00692
10.	Thép	7,8	1535	0,0 918 - 1,1500	0,0045 - 0,00657
11.	Platin	21,4	1770	0,0866 - 0,116	0,00247- 0,00398
12.	Paladi	12	1555	0,1100	0,0038
13.	Thiếc	7,3	232	0,113 - 0,143	0,00420 - 0,00465
14.	Chì	11,4	327	0,205 - 0,222	0,0038 - 0,00428
15.	Thủy ngân	13,6	- 39	0,952 - 0,959	0,0009 - 0,00099
16.	Titan	4,5	1725	0,420	0,0044
17.	Cadmi	8,6	321	0,076	0,0042
18.	Coban	8,7	1492	0,062	0,0060
19.	Vàng	19,3	1063	0,024	0,0036
20.	Tantan	16,6	2977	0,135	0,0038

- Hệ số nhiệt độ α của điện trở suất nói lên sự thay đổi điện trở suất của vật liệu khi nhiệt độ thay đổi.

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

Nhiệt độ của môi trường làm việc ảnh hưởng đến tính dẫn điện của vật liệu khi nhiệt độ tăng thì điện trở của vật liệu tăng lên và làm cho tính dẫn điện của vật liệu giảm.

- Ở nhiệt độ không tuyệt đối (0°K), điện trở suất của kim loại tinh khiết giảm đột ngột, chúng thể hiện "hiện tượng siêu dẫn". Về phương diện lý thuyết ở độ không tuyệt đối, kim loại tinh khiết không còn điện trở.

- Sự biến dạng đàn hồi, mức độ tinh khiết của kim loại ảnh hưởng đến giá trị của điện trở suất của vật liệu dẫn điện.

- Khi nóng chảy, điện trở suất của kim loại biến đổi, thông thường giá trị tăng lên (ngoại trừ: antimoan, gali và bitmut khi nóng chảy, điện trở suất giảm).

- Sự không tinh khiết của kim loại dẫn đến làm tăng điện trở suất.

- Ảnh hưởng của từ trường và ánh sáng đối với điện trở suất: thực nghiệm cho thấy rằng điện trở suất của kim loại cũng biến đổi khi kim loại đặt trong từ trường và điện trở suất của một số vật liệu cũng biến đổi dưới ảnh hưởng của ánh sáng.

- Hiệu điện thế tiếp xúc và sức nhiệt động

Khi tiếp giáp hai kim loại khác nhau với nhau, giữa chúng sẽ sinh ra hiệu điện thế. Sự xuất hiện hiệu điện thế đóng vai trò quan trọng ở hiện tượng ăn mòn điện hóa và được ứng dụng trong một số dụng cụ đo lường.

Thế điện hóa bình thường của một số kim loại khác nhau so sánh với hydro được cho ở bảng sau (Bảng 3.3).

Bảng 3.3: Thế điện hóa bình thường của một số kim loại

Kim loại	Thế điện hóa ở nhiệt độ bình thường (V)
Vàng	+ 1,500
Platin	+ 0,860
Thủy ngân	+ 0,860
Bạc	+ 0,808
Đồng	+ 0,345
Hydro	\pm 0,000
Thiếc	- 0,100
Chì	- 0,130
Niken	- 0,250

Kim loại	Thế điện hóa ở nhiệt độ bình thường (V)
Cadmium	- 0,400
Sắt	- 0,440
Crôm	- 0,557
Wolfram	- 0,580
Kẽm	- 0,760
Mangan	- 1,040
Nhôm	- 1,340
Magiê	- 2,350
Bari	- 2,960

Coban	- 0,255
-------	---------

--	--

Sức nhiệt động sinh ra của hai kim loại khác nhau, tiếp giáp nhau đ- ợc ứng dụng để chế tạo các cặp nhiệt điện.

Hiệu điện thế tiếp xúc giữa các cặp kim loại dao động trong phạm vi từ vài phần m- ời vôn đến vài vôn, nếu nhiệt độ của cặp bằng nhau, tổng hiệu điện thế trong mạch kín bằng không. Nh- ng khi một đầu của cặp nhiệt có nhiệt độ khác đầu kia thì trong tr- ờng hợp này sẽ phát sinh sức nhiệt điện động.

3.3. Tính chọn vật liệu dẫn nhiệt:

Khi cần lựa chọn vật liệu dẫn điện ta căn cứ vào:

+ **Nh- ớ dẫn nhiệt:** tùy vào nhu cầu sử dụng mà ng- ời ta sẽ chọn vật liệu có điện trở suất phù hợp. Ví dụ nh- khi chế tạo dây dẫn th- ờng dùng đồng, nhôm (có điện trở suất (ρ) bé), còn khi làm các dây đốt nóng thì dùng các loại hợp kim nh- constantan, maisto, manganin v. v...(có điện trở suất (ρ) lớn hơn).

+ **Nh- ớ bền cơ:** tùy vào qui trình làm việc của thiết bị mà chọn vật liệu có độ bền cơ thích hợp, ví dụ: để tăng độ bền kéo cho dây dẫn ng- ời ta dùng dây có lõi thép, tiếp điểm thì dùng đồng thau, đồng thanh.

+ **Nh- ớ bền chống ăn mòn:** căn cứ vào điều kiện và môi tr- ờng làm việc của chi tiết, bộ phận hay thiết bị điện mà ng- ời ta chọn vật liệu có tính chống ăn mòn thích hợp.

Ví dụ mối tiếp xúc cố định ng- ời ta không dùng những kim loại có điện thế hóa học khác nhau để tránh kim loại bị ăn mòn điện hóa, hoặc là khi môi tr- ờng làm việc ẩm - ốt và có nhiều khí hóa học thì ta lựa chọn những vật liệu có tính chống lại sự ăn mòn của môi tr- ờng v.v...

3.4. Hồ hỏng thông gặp:

Các loại vật liệu dẫn điện đ- ợc sử dụng để chế tạo các bộ phận dẫn điện của máy điện, thiết bị điện và khí cụ điện đa phần là những kim loại và hợp kim của chúng khi sử dụng lâu ngày sẽ bị h- hỏng và ta th- ờng gặp các dạng h- hỏng sau:

- H- hỏng do bị ăn mòn kim loại.
- H- hỏng do điện.
- H- hỏng do bị già hóa của vật liệu dẫn điện.
- H- hỏng do các lực tác động từ bên ngoài.
- H- hỏng do sự mài mòn giữa các bộ phận của thiết bị.

3.4.1. Ăn mòn kim loại:

1) Khái niệm về ăn mòn kim loại:

Sự ăn mòn kim loại là một quá trình phá hủy kim loại và hợp kim d-ới hình thức hóa học và điện hóa do tác dụng của môi tr-ờng xung quanh.

Sự ăn mòn kim loại xảy ra th-ờng xuyên và d-ới nhiều hiện t-ợng khác nhau. Sắt thép để lâu ngày không đ-ợc bảo vệ tốt sẽ bị rỉ, đồng để trong không khí ẩm hoặc môi tr-ờng có chất chua mặn sẽ tạo nên lớp vẩy màu xanh lục đó là rỉ đồng.

Môi tr-ờng xung quanh có tác dụng ăn mòn kim loại th-ờng là: không khí ẩm, n-ớc, n-ớc biển, axit, kiềm và các chất khác. Ở nhiệt độ cao kim loại càng bị ăn mòn mạnh hơn. Sự ăn mòn đó là do tác dụng của môi tr-ờng xung quanh và tác dụng đó diễn ra d-ới hai hình thức ăn mòn: Ăn mòn hóa học và Ăn mòn điện hóa.

2) Phương pháp chống ăn mòn kim loại:

Trong kỹ thuật có rất nhiều ph-ơng pháp chống ăn mòn kim loại đó là:

- + Phủ bằng lớp kim loại không bị ăn mòn.
- + Phủ một lớp bảo vệ không kim loại.
- + Ph-ơng pháp bảo vệ bằng lớp ôxít.

a) Phương pháp lớp kim loại không bị ăn mòn:

Các ph-ơng pháp phủ lớp kim loại bảo vệ là: ph-ơng pháp nóng chảy, ph-ơng pháp mạ, ph-ơng pháp phun kim loại và cán dính kim loại.

* Phương pháp nóng chảy:

Th-ờng ph-ơng pháp đ-ợc áp dụng để phủ lớp kẽm, thiếc, chì lên bề mặt chi tiết.

+ **Phủ kẽm** để phủ kẽm ng-ời ta đun nóng chảy kẽm ở nhiệt độ 450°C - 480°C sau đó nhúng chi tiết cần phủ kẽm vào. Lớp kẽm nóng chảy sẽ bám lên bề mặt ngoài của chi tiết và có bề dày từ (0,06 ÷ 0,13)mm. Phủ kẽm đơn giản, nhanh nh-ng ít đ-ợc dùng vì khó khống chế bề dày lớp kẽm nóng chảy hơn nữa làm giảm độ cứng của chi tiết.

+ **Phủ thiếc**: khi phủ thiếc ng-ời ta nhúng chi tiết vào thiếc nóng chảy ở nhiệt độ 270°C - 300°C.

+ **Phủ chì**: ta nhúng chi tiết vào chì nóng chảy ở nhiệt độ 350°C. Chiều dày lớp chì bám vào chi tiết khoảng (0,5 ÷ 0,7) mm. Th-ờng ng-ời ta phủ lớp chì - thiếc, lớp phủ này có độ bám chắc và độ dẻo cao hơn.

* M kim lo i:

Ngoài mục đích để bảo vệ kim loại không bị rỉ, mạ kim loại còn có tác dụng làm đẹp cho các chi tiết máy. Mạ kim loại cho phép ta khống chế được bề dày lớp kim loại phủ lên chi tiết. Tiết kiệm được kim loại và không phải nung nóng chi tiết cần mạ.

* **Phun một lớp kim loại bảo vệ**

Được thực hiện bằng cách phun đắp lên chi tiết một lớp kim loại nóng chảy. Phương pháp này có thể tiến hành với các lớp kim loại bảo vệ như: đồng, nhôm, kẽm, chì v.v...

* **Cán dính một lớp kim loại bảo vệ**

Thực hiện cho các tấm kim loại, bằng cách cán dính vào các tấm kim loại một lớp kim loại bảo vệ mỏng. Các kim loại được cán dính vào để bảo vệ là: đồng, nhôm, niken v.v...

b) Phủ một lớp bảo vệ phi kim loại:

Để bảo vệ các vật dẫn hoặc thiết bị không bị môi trường ăn mòn người ta thường áp dụng các phương pháp sau: sơn, sơn emay, bôi dầu mỡ, phủ một lớp chất dẻo v.v... lên trên bề mặt vật dẫn hoặc thiết bị.

c) Phương pháp bảo vệ bằng lớp axit:

Người ta dùng những ôxít bền vững với môi trường để bọc lên trên những kim loại chịu ảnh hưởng nhiều của môi trường.

3.4.2. Hồ hỏng do nhiệt:

Là do các loại máy điện, thiết bị điện, khí cụ điện, vật dẫn điện khi làm việc với các đại lượng, thông số vượt quá trị số định mức như: các đại lượng về dòng điện, điện áp, công suất v.v...

V dụ:

+ **Quá dòng nhiệt:**

Dòng điện vượt quá trị số định mức như, quá tải, ngắn mạch, khi đó các tổn hao trong dây quấn, vật dẫn điện vượt quá mức bình thường làm nhiệt độ tăng cao gây hỏng.

+ **Quá nhiệt áp:** điện áp vượt quá trị số định mức như trong trường hợp quá điện áp do sét. Khi đó điện trường trong vật liệu cách điện tăng cao có thể xảy ra phóng điện gây hỏng cách điện dẫn đến vật dẫn xảy ra hiện tượng ngắn mạch.

+ **Các lo i ng n m ch:** Ngắn mạch 3 pha, ngắn mạch 2 pha, ngắn mạch 1 pha, ngắn mạch 2 pha chạm đất. Khi có ngắn mạch dòng điện rất lớn, đây là tr- ờng hợp sự cố của mạch điện nên cần thiết phải có thiết bị bảo vệ.

3.4.3. HỒ HỎNG DO B GIÀ HÓA CỦA KIM LO I:

Tính già hóa của kim loại là sự thay đổi theo thời gian của các tính chất kim loại hay hợp kim. Ở nhiệt độ môi tr- ờng xung quanh, thông th- ờng sau một thời gian kéo dài nó sẽ tạo nên sự già hóa (tính già hóa tự nhiên), còn khi nhiệt độ tăng lên thì tính già hóa nhanh hơn (tính già hóa nhân tạo).

3.4.4. HỒ HỎNG DO CÁC LỰC TÁC ĐỘNG TỪ BÊN NGOÀI:

Trong quá trình các loại máy điện, thiết bị điện, khí cụ điện, vật dẫn điện làm việc do các lực bên ngoài tác động hoặc bị chấn động làm chúng bị biến dạng thậm chí làm hỏng bộ dây quấn hay vật dẫn.

3.4.5. HỒ HỎNG DO SÔI MÀI MÒN NHIÊN GIỮA CÁC BỘ PHẬN

Trong quá trình làm việc nếu các bộ phận tiếp xúc luôn có sự chuyển động t- ơng đối với nhau thì sẽ bị mài mòn dẫn đến bị h- hỏng.

3.5. Một số vật liệu dẫn điện thông dụng:

3.5.1. Đồng và hợp kim của ñồng:

1) Đồng: Ký hiệu: Cu

a) Tầm quan trọng của ñồng trong kỹ thuật ñiện:

Đồng là loại vật liệu quan trọng nhất trong tất cả những vật liệu dẫn điện đ- ợc dùng trong kỹ thuật điện. Nó có điện dẫn suất lớn và chỉ đứng sau bạc. Đồng đ- ợc sử dụng rộng rãi làm vật dẫn bởi nó có - u điểm sau:

- Điện trở suất nhỏ (trong tất cả các kim loại chỉ có bạc và thiếc có điện trở suất nhỏ hơn đồng một ít).

- Độ bền cơ t- ơng đối cao .

- Trong nhiều tr- ờng hợp đồng có tính chất chống ăn mòn tốt (đồng bị ôxi hoá t- ơng đối chậm so với sắt ngay cả khi có độ ẩm cao, đồng chỉ bị ôxi hóa mạnh ở nhiệt độ cao).

- Khả năng gia công tốt, đồng cán đ- ợc thành tấm, thanh, kéo thành sợi, độ nhỏ của dây có thể đạt tới vài phần trăm milimét.

- Hàn và gắn t- ơng đối dễ dàng.

b) Phân loại:

Đồng được sử dụng trong kỹ thuật là đồng tinh chế, nó được phân loại trên cơ sở các tạp chất có lẫn ở trong đồng tức là mức độ tinh khiết hay không tinh khiết.

- Đồng tinh chế: được cho trong bảng sau: (bảng 3.4)
- Đồng điện phân.

Bảng 3.4: Đồng tinh chế

Ký hiệu	%Cu (tối thiểu)	Hướng dẫn sử dụng
Cu E	99,95	Đồng điện phân, dây dẫn điện. Hợp kim nguyên chất mịn.
Cu 9	99,90	Dây dẫn điện. Hợp kim mịn để dát mỏng, bán thành phẩm với những yêu cầu đặc biệt.
Cu 5	99,50	Bán thành phẩm nh- tấm, ống, thanh. Dùng sản xuất đồng thau với tỉ lệ chứa d- ới 60% đồng.
Cu 0	99,00	Hợp kim với các nguyên tố khác với tỉ lệ chứa ít hơn 60% đồng dùng để dát mỏng và rót. Những chi tiết được đúc từ đồng.

Trong kỹ thuật điện, người ta sử dụng đồng điện phân Cu E, và Cu 9. Một loại đồng điện phân đặc biệt là đồng khử oxy hóa ($O_2 < 0,02\%$) với điện dẫn suất cao. Nhiều loại đồng khác được sử dụng trong kỹ thuật điện dưới dạng hợp kim của đồng.

Sự tạo thành đồng tinh khiết được cho theo bảng sau:(bảng 3.5).

Bảng 3.5: Giới hạn các tạp chất cho phép đối với đồng tinh chế.

Ký hiệu	Hàm lượng tạp chất % tối đa											
	Al	As	Bi	Fe	O	Pb	S	Sb	Sn	Zn	Se+Te	Ni
Cu E	0,00 2	0,00 2	0,00 2	0,00 5	0,02 0	0,00 5	0,00 5	0,00 2	0,00 2	0,00 5	0,00 5	0,00 2
Cu 9	0,00 2	0,00 2	0,00 2	0,0 05	0,08 0	0,00 5	0,00 5	0,00 2	0,00 2	0,00 5	0,00 5	0,00 2

Cu 5	0,01 0	0,05 0	0,00 3	0,05 0	0,10 0	0,05 0	0,01 0	0,05 0	0,05 0	0,05 0	0,03 0	0,20 0
Cu 0	0,05 0	0,20 0	0,01 0	0,10 0	0,15 0	0,30 0	0,02 0	0,10 0	0,10 0	0,10 0	0,05 0	1,00 0

Việc thêm vào các chất As, P, Sb, Fe, Ni, Mn, Mg hay Si sẽ cải thiện đặc tính cơ của đồng trong những điều kiện nhất định. Các chất nh- Pb, S, Se, Te và đặc biệt Bi đ- ợc xem nh- các tạp chất không có ích làm xấu đi tính chất công nghệ ép khi nóng. Oxy với một hàm l- ợng bé sẽ làm tăng độ dẫn điện của đồng lên một ít tuy nhiên nếu tăng tỉ lệ phần trăm của Oxy lớn hơn 0,10% thì sẽ làm cho đồng dẫn điện giảm đi.

c) Sản xuất và chế tạo:

Đồng đ- ợc tìm thấy trong tự nhiên không nhiều. Ng- ời ta sản xuất từ mỏ can- copirit (CuFeS_2), cancozin (Cu_2S), coverit (CuS), cupric (Cu_2O), bocnit ($3\text{Cu}_2\text{SFeS}_2\text{S}_3$), ênegit ($3\text{Cu}_2\text{SAs}_2\text{S}_3$)vv...

Từ các mỏ trên ng- ời ta sẽ thu đ- ợc sunfua thông qua ph- ơng pháp nấu nóng chảy trong lò luyện hay sunfua hóa.

Tùy theo hàm l- ợng tạp chất có trong đồng của lò luyện mà ng- ời ta chia ra làm hai loại:

- **Lo i A:** với phần trăm đồng tối đa là 98% đ- ợc dùng để sản xuất loại đồng: CuO, Cu5, Cu9, Cu E.

- **Lo i B:** với phần trăm đồng tối đa là 97,5% đ- ợc dùng d- ới dạng điện cực d- ơng để tinh luyện theo ph- ơng pháp điện phân và ta nhận đ- ợc đồng điện phân.

Khi chế tạo dây dẫn, thổi đồng lúc đầu (20 ÷ 80)kg đ- ợc cán nóng thành dây có đ- ờng kính (6,5 ÷ 7,2) mm, sau đó đ- ợc rửa sạch trong dung dịch axit sunfuric loãng để khử đồng ôxít CuO_2 sinh ra trên bề mặt khi đốt nóng đồng, cuối cùng kéo nguội thành sợi có đ- ờng kính cần thiết đến (0,03 ÷ 0,02) mm.

Đồng tiêu chuẩn là đồng ở trạng thái ủ, ở 20°C có điện trở suất là $0,017241\Omega\text{mm}^2/\text{m}$. Ng- ời ta th- ờng dùng số liệu này làm gốc để đánh giá điện dẫn suất của các kim loại và hợp kim khác.

- Tính chất cơ của dây dẫn bằng đồng đ- ợc cho trong bảng sau (bảng 3.6)

Bảng 3.6: Tính chất cơ của dây dẫn đồng cứng và dây đồng mềm.

Tính chất	Đơn vị đo	Đồng
-----------	-----------	------

		Cứng (không ủ nhiệt)	Mềm (ủ nhiệt)
Giới hạn bền kéo không nhỏ hơn	kG/mm ²	36 ÷ 39	26 ÷ 28
Độ giãn dài t-ong đối khi đứt không nhỏ hơn	%	0,5 ÷ 2,5	18 ÷ 35
Điện trở suất không nhỏ hơn	Ωmm ² /m	0,0179	0,017241

Qua bảng trên ta thấy ảnh hưởng rất mạnh của quá trình gia công đến tính chất cơ của vật liệu làm dây dẫn, cũng như ảnh hưởng của nhiệt luyện đến điện trở suất của kim loại.

2) Hợp kim đồng

Trong một số trường hợp, ngoài đồng tinh khiết còn sử dụng cả hợp kim đồng với một lượng nhỏ thiếc, silic, photpho, beri, crôm, magiê, cadmi v.v... làm vật dẫn bởi chúng có đặc điểm là sức bền cơ lớn, độ cứng cao, có độ dai tốt, màu sắc đẹp và có tính chất dễ nóng chảy. Có hai loại hợp kim đồng thường được sử dụng là đồng thau và đồng thanh

a) Đồng thau:

Là hợp kim của đồng với kẽm với thành phần kẽm chứa trong đồng thau không quá 46%. Nếu thành phần kẽm chứa ít hơn 25% thì đồng thau có độ dẻo như độ bền giảm. Nếu thành phần kẽm chứa nhiều hơn 25% thì đồng thau có độ bền tăng như độ dẻo.

Nếu thành phần kẽm chứa nhiều hơn 25% thì lớp bảo vệ của oxyt kẽm sẽ tạo nên trên bề mặt của vật liệu càng nhanh khi nhiệt độ càng lớn. Còn thành phần kẽm chứa ít hơn 25% thì trên bề mặt của vật liệu sẽ tạo một lớp hơi đen giàu oxyt đồng, tạo nên lớp bảo vệ ở 300°C và đôi khi được sử dụng để bảo vệ các chi tiết chống lại sự ăn mòn của không khí, amôniac.

❖ Theo thành phần và việc sử dụng hợp kim đồng thau người ta chia thành:

- Đồng thau dùng để đúc.
- Đồng thau dùng để cán mỏng.
- Đồng thau dùng để hàn gắn (dính kết).

Đồng thau được sử dụng nhiều trong ngành điện để gia công các chi tiết dẫn dòng điện như: các đầu cực, các thanh cái ở các bảng phân phối, các đầu nối đến hệ thống tiếp đất, các móc giữ, các móc hình chữ T, các mối nối nhánh, các đầu để gắn cầu chì, lõi và ngâm trong cầu dao v.v...

b) Đồng thanh:

Là hợp kim của đồng với các nguyên tố kim loại khác trừ kẽm. Nếu trong đồng thanh chỉ có hai nguyên tố kim loại thì ta gọi là đồng thanh nhị nguyên, nếu có nhiều hơn hai nguyên tố kim loại thì ta gọi là đồng thanh đa nguyên. Đồng thanh có đặc tính dễ cắt gọt và tính chống ăn mòn cao, một số đồng thanh còn có tính chống mài mòn làm hợp kim đỡ sát, chế tạo ổ trục. Đồng thanh có tính đúc tốt, đồng thanh với những thành phần thích hợp nó có những tính chất cơ học tốt hơn đồng. Điện trở suất của đồng thanh cao hơn đồng tinh khiết. Đồng thanh cũng đ-ợc sử dụng rộng rãi để chế tạo lò xo dẫn điện, làm các tiếp điểm đặc biệt là tiếp điểm trượt.

Tính chất của hợp kim đồng kỹ thuật đ-ợc cho trong bảng 3.7.

Bảng 3.7: Tính chất của hợp kim đồng kỹ thuật.

Hợp kim	Trạng thái	Điện dẫn [%] so với đồng (Cu)	Giới hạn bền kéo [kG/mm ²]	Độ dẫn dài t-ơng đối khi đứt, [%]
Đồng thanh cadmi (0,9% cd)	ủ	95	Đến 31	50
	Kéo nguội	83 ÷ 90	Đến 73	4
Đồng thanh (0,8 %Cd; 0,6 %Sn)	ủ	55 ÷ 60	29	55
	Kéo nguội	50 ÷ 55	Đến 73	4
Đồng thanh (2,5%Al; 2% Sn)	ủ	15 ÷ 18	37	45
	Kéo nguội	15 ÷ 18	Đến 97	4
Đồng thanh phốt pho	ủ	10 ÷ 15	40	60
	Kéo nguội	10 ÷ 15	105	3
Đồng thau	ủ	25	32 ÷ 35	60 ÷ 70
	Kéo nguội	25	Đến 88	5

3.5.2. Nhóm va hợ kim của nhôm:

1) Nhôm:

a) Tầm quan trọng của nhôm trong kỹ thuật điện:

Sau đồng, nhôm là vật liệu quan trọng thứ hai đ-ợc sử dụng trong kỹ thuật điện, nhôm có điện dẫn suất cao (nó chỉ thua bạc, đồng và thiếc), trọng l-ợng riêng giảm (2,76 G/cm³), tính chất vật liệu và hoá học cho ta khả năng dùng nó làm dây dẫn điện. Nhôm có cấu trúc mạng tinh thể là "lập ph-ơng diện tâm" và không đổi cho đến khi nguội ở nhiệt độ th-ờng.

Nhôm có màu bạc trắng là kim loại tiêu biểu cho các kim loại nhẹ (nghĩa là kim loại có khối l-ợng riêng nhỏ hơn 5 G/cm³). Khối l-ợng riêng của nhôm đúc gần bằng 2,6 G/cm³, nhôm cán là 2,76 G/cm³, nhẹ hơn đồng 3,5 lần. Hệ số nhiệt độ dẫn

nở dài, nhiệt dung và nhiệt nóng chảy của nhôm đều lớn hơn đồng. Nhôm có sức bền đối với sự ăn mòn của môi trường do có lớp màng mỏng oxyt tạo ở bề mặt khi tiếp xúc với không khí. Lớp màng mỏng oxyt này có điện trở lớn nên cản trở việc thực hiện tiếp xúc tốt giữa các dây dẫn. Cũng tương tự lớp này tạo khó khăn cho hàn và dính kết các dây dẫn.

Ngoài ra nhôm còn có một số ưu nhược điểm sau:

* Ưu điểm:

- Giá thành thấp hơn nhiều lần so với đồng.
- Trọng lượng nhẹ nên được dùng để chế tạo các ống dây tải điện trên không, những ống cáp này để có điện trở nhỏ, ống kính dây phải lớn nên giảm được hiện tượng phóng điện vầng quang.

* Nhược điểm

- Sức bền cơ khí tương đối bé và gặp khó khăn trong việc thực hiện tiếp xúc điện khi nối với nhau.
- Cùng một tiết diện và độ dài, nhôm có điện trở cao hơn đồng 1,63 lần.
- Khó hàn nối hơn đồng, chỗ nối tiếp xúc không hàn dễ hình thành lớp ôxít có trị số điện trở suất khá cao phá hủy chỗ tiếp xúc.
- Khi cho nhôm và đồng tiếp xúc nhau, nếu bị ẩm sẽ hình thành pin cục bộ có trị số suất điện động khá cao, dòng điện đi từ nhôm sang đồng phá hủy mối tiếp xúc rất nhanh.

b) Phân loại:

Nhôm được dùng trong công nghiệp được phân loại trên cơ sở tỉ lệ phần trăm kim loại tinh khiết và của các tạp chất. Tùy theo hàm lượng tạp chất có trong nhôm của lò luyện mà người ta chia nhôm khối ra làm các loại:

- Nhôm có ký hiệu: AB1 có không nhỏ hơn 99,90% nhôm.
- Nhôm có ký hiệu: AB2 có không nhỏ hơn 99,85% nhôm.
- Nhôm có ký hiệu: A-00 có không nhỏ hơn 99,70% nhôm.
- Nhôm có ký hiệu: A-0 có không nhỏ hơn 99,60% nhôm.
- Nhôm có ký hiệu: A-1 có không nhỏ hơn 99,50% nhôm.
- Nhôm có ký hiệu: A-2 có không nhỏ hơn 99,00% nhôm.
- Nhôm có ký hiệu: A-3 có không nhỏ hơn 98,00% nhôm.

Các tạp chất có trong nhôm chiếm từ 0,10% từ nhôm có ký hiệu AB1 đến 2,00% ở nhôm có ký hiệu A-3 và các tạp chất đó chủ yếu là: Fe, Si, Cu và Fe+Si.

Nhôm sử dụng trong kỹ thuật điện có tạp chất trong thành phần không quá 0,5%. Nhôm tinh khiết hơn có các nhãn hiệu là AB00 (không quá 0,03% tạp chất)

được sử dụng để sản xuất nhôm lá, các điện cực và vỏ tụ điện điện phân. Nhôm có độ tinh khiết cao hơn nữa là AB000 có tạp chất không quá 0,004%.

Các tạp chất khác nhau ở trong nhôm sẽ làm giảm điện dẫn của nhôm ở mức độ khác nhau. Nếu thêm niken, silic, kẽm hay sắt vào nhôm không quá 0,5% sẽ làm giảm điện dẫn của nhôm đã ủ không quá (2 ÷ 3%). Một điều đáng chú ý là với cùng một trọng lượng, tác dụng các tạp chất đồng, bạc, magiê sẽ làm giảm điện dẫn của nhôm đến (5 ÷ 10)%. Điện dẫn của nhôm giảm rất nhiều nếu chất phụ của nhôm là titan và mangan.

Công nghệ gia công nhôm nh- cán, kéo và ủ cũng tự nh- đối với đồng. Nhôm có thể cán thành lá rất mỏng từ (6 ÷ 7 μ m) dùng làm bản cực trong các tụ giấy.

c) Sản xuất và chế tạo:

Thông thường người ta sản xuất nhôm theo hai cách sau:

- Nhôm nhận được từ bôxít, qua quá trình công nghệ của oxit nhôm khan Al_2O_3 hầu như không có tạp chất.

- Tách kim loại nhôm thông qua điện phân của oxit hòa tan thành criolit nóng chảy ở nhiệt độ (900 ÷ 950 $^{\circ}$ C). Tuy nhiên dùng phương pháp điện thì tiêu thụ một lượng điện năng rất lớn (18.000 Kwh/tấn) và tiêu thụ khoảng 750kg điện cực cacbon.

Kim loại thô được nóng chảy trong lò dùng ngọn lửa hay dùng điện sau đó rót thành khối hay thanh để dát mỏng hoặc kéo thành sợi cùng với ủ nhiệt trở lại.

2) Hợp kim nhôm:

Hợp kim nhôm là hợp kim của nhôm với các nguyên tố kim loại khác như đồng, silic, mangan, magiê, kẽm ...

Tùy theo thành phần và đặc tính công nghệ của hợp kim nhôm người ta chia nó làm hai nhóm:

Nhóm hợp kim nhôm biến dạng và nhóm hợp kim nhôm đúc.

a) Nhóm hợp kim nhôm biến dạng:

Được dùng để chế tạo các tấm nhôm, các băng, các dây nhôm cũng như các chi tiết có thể rèn và ép được.

Điển hình của nhóm hợp kim nhôm biến dạng là Đura. Đura là hợp kim của nhôm với đồng, magiê và mangan. Magiê và đồng làm tăng độ bền, còn mangan làm tăng tính chịu ăn mòn của đura. Thành phần hóa học của đura là (2,5 ÷ 6)%

Cu, (0,4 ÷ 2,8)% Mg và (0,4 ÷ 1)% . Đura đ-ợc ký hiệu bằng chữ kèm theo con số chỉ số hiệu của đura nh- đura 1, đura 6, đura 16...

b) Nhóm hợp kim nhôm ñuic

Đ-ợc dùng để sản xuất các chi tiết đúc. Điển hình của nhóm hợp kim nhôm đúc là Silumin. Là hợp kim nhôm với silic (có chứa từ 6÷13% Si). Ngoài thành phần silic silumin còn chứa đồng, magiê, kẽm. Silumin có tính đúc tốt (dễ chảy loãng) và độ co ngót nhỏ.

Trong kỹ thuật điện hợp kim nhôm chủ yếu đ-ợc dùng làm dây dẫn điện là hợp kim mang tên "aldrey". Chúng là tổ hợp của nhôm với Mg(0,3 ÷ 0,5)%, Silic (0,4 ÷ 0,7)%, và sắt (0,2 ÷ 0,3)%. Tổ hợp làm cho hợp kim có tính chất cơ khí tốt nhất là nhôm với Mg₂Si. Sự hòa tan dung dịch rắn (ở nhiệt độ 500°C) của tổ hợp này sẽ làm tăng tính dẫn điện của hợp kim.

Dây dẫn bằng hợp kim "aldrey" sẽ nhận đ-ợc thông qua việc "tôi" hợp kim (nung nóng đến 500 ÷ 600°C) kéo nó thành sợi ở kích th-ớc mong muốn và làm già hóa nhân tạo bằng cách nung nóng ở nhiệt (đô 150 ÷ 200)°C. Dây dẫn bằng hợp kim "aldrey" có đặc tính nh- sau:

- Điện trở suất ở 20°C: là 0,0333 Ωmm²/m.
- Điện dẫn suất ở 20°C: 30m/Ωmm².
- Hệ số thay đổi điện trở suất theo nhiệt độ đối với 1°C: là 0,0035.
- Sức bền lâu dài: 24kG/mm² > nhôm = 12 kG/mm².
- Sức bền đứt: 30kG/mm² > nhôm = 16 kG/mm².

3.5.3. Chì và hợp kim chì :

1) Chì :

a) Sản xuất và chế t o:

Chì nhận đ-ợc từ các mỏ nh- : Galen (PbS), xeruzít (PbCO₃), Anglezít(PbSO₄) vv...và th-ờng qua nhiều ph-ơng pháp để thu đ-ợc chì thô. Sản phẩm thu đ-ợc (chì thô) gồm (92 ÷ 96)% chì.

- Chì thô đ-ợc tinh luyện theo ph-ơng pháp khô, thông qua nóng chảy hay theo ph-ơng pháp điện phân để loại bỏ tạp chất và cuối cùng thu đ-ợc chì với mức độ tinh khiết là (99,5 ÷ 99,994)% chì kỹ thuật đ-ợc cung cấp d-ới dạng thỏi (35 ÷ 55)kg và đ-ợc dùng trong cấu tạo cáp điện và nhiều lĩnh vực khác.

- Chì dùng trong acquy cung cấp d-ới dạng thỏi (35 ÷ 45)kg.

b) Năc tđnh:

Chđ là kim loại có màu tro sáng ngà, hơi xanh da trời là kim loại công nghiệp rất mềm. Ng- ời ta có thể uốn cong dễ dàng hoặc cắt bằng dao cắt công nghiệp. Chỗ mới cắt sẽ ánh kim loại sáng nh- ng nó sẽ mờ đi nhanh do oxy hoá bề mặt bởi lớp oxyt thiếu (Pb_2O) và (PbO). Chđ có điện trở xuất cao ($0,205 \div 0,222\Omega mm^2/m$ ở nhiệt độ: $20^{\circ}C$). Chđ có thể chuyển sang trạng thái siêu dẫn.

- Nó có sức bền với thời tiết xấu do có những tổ hợp bảo vệ hình thành ở bề mặt ($PbCO_3$, $PbSO_4.v.v..$).
- Nó không bị tác dụng của axit clohydric, axit sunfuaric, axit sunfuarơ, fluorhydric, phosphoric hoặc amoniăc, sđt, borax và clo.
- Nó hoà tan dễ dàng trong axit HNO_3 pha loãng hay axit axetic (CH_3COOH) pha loãng, bị phá hủy bởi các chất hữu cơ mục nát, vôi và một vài hợp chất khác.
- Sự bay hơi của chđ rất độc.
- Chđ là kim loại dễ dát mỏng, có thể đ- ợc dát và kéo thành những lá mỏng.
- Chđ dễ chảy lỏng ($327,3^{\circ}C$).
- Chđ không có sức đề kháng ở dao động, đặc biệt ở nhiệt độ cao nó rất dễ bị nứt khi có lực va đập (dao động).

2) Hợp kim ch :

- Là hợp kim của chđ với các nguyên tố: Sb, Te, Cu, Sn với một hàm l- ợng nhỏ thì có cấu trúc mịn hơn và chịu đ- ợc sự rung động song ít bền với sự ăn mòn.
 - Hợp kim chđ - thiếc: là chất hàn mềm có nhiệt độ nóng chảy $400^{\circ}C$.
 - Chđ kỹ thuật: $PbTc_1 = 99,92\%$; $PbTc_2 = 99,80\%$; $PbTc_3 = 99,50\%$.
- Hàm l- ợng tạp chất của chđ kỹ thuật đ- ợc cho trong bảng (bảng 3.8).
- Chđ dùng sản xuất bình ăcquy: $PbAc_1 = 99,99\%$; $PbAc_2 = 99,98\%$; $PbAc_3 = 99,96\%$.

Hàm l- ợng các tạp chất của chđ dùng sản xuất bình ăcquy đ- ợc cho trong bảng (bảng 3.9).

- Chđ atimon: $PbSb_3 = (96,5 \div 99,2)\%$;
 $PbSb_6 = (93,4 \div 96,3)\%$;
 $PbSb_{12} = (86,8 \div 92,7)\%$;
 $PbSb_{20} = (77,1 \div 85)\%$;
 $PbSb_{30} = (66,5 \div 76,4)\%$

Hàm l- ợng tạp chất của chđ atimon đ- ợc cho trong bảng (bảng 3.10).

3) Ứng dụng của chđ và hợp kim chđ :

- Chì và hợp kim chì đ- ợc dùng để làm lớp vỏ bảo vệ cáp điện nhằm chống lại ẩm - ột. Vỏ chì ở cáp đ- ợc chế tạo từ.
- Đôi khi lớp vỏ này sử dụng nh- dây dẫn thứ t- (ví dụ: tr- ờng hợp cáp có 3 dây dẫn thì vỏ dây dẫn đ- ợc sử dụng nh- làm dây nguội).
- Chì còn đ- ợc dùng chế tạo ắc quy điện có các tấm bản chì PbAc_{1,c2}.
- Một ứng dụng quan trọng của chì là tham gia vào các hợp kim.
- Nó đ- ợc sử dụng nh- một vật liệu bảo vệ đối với tia X (rơnghen). Những tấm chì bảo vệ th- ờng theo tiêu chuẩn chiều dày (4 ÷ 9)mm (1mm chiều dày ở 200 ÷ 300kv) có tác dụng bảo vệ nh- tấm thép dày 11,5mm hay lớp gạch có chiều dày 110mm.

Bảng 3.8: Chì kỹ thuật

Ký hiệu (Phẩm chất)	% chì (min)	Hàm l- ợng tạp chất % (max)								
		Ag	Cu	As	Sb	Sn	Zn	Fe	Bi	Mg + Ca +Na
PbTc ₁	99,92	0,002	0,005	0,005	0,009	0,002	0,005	0,006	0,050	0,012
PbTc ₂	99,80	0,002	0,010	0,008	0,020	0,002	0,008	0,006	0,120	0,022
PbTc ₃	99,50	0,002	0,090	0,050	0,200	0,100	0,070	0,010	0,150	0,030

Bảng 3.9: Chì dùng sản xuất bình ắc quy

Ký hiệu (Phẩm chất)	% chì (min)	Hàm l- ợng tạp chất % (max)								
		Ag	Cu	As	Sb	Sn	Zn	Fe	Bi	Mg + Ca +Na
PbAc ₁	99,99	0,0003	0,0005	0,0005	0,0005	0,0010	0,0010	0,0020	0,004	0,003
PbAc ₂	99,98	0,0005	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,005	0,003
PbAc ₃	99,96	0,0010	0,0050	0,0050	0,0050	0,0020	0,0020	0,0040	0,010	0,005

Bảng 3.10: Chì antimoan

Ký hiệu (Phẩm chất)	% chì (min)	Hàm l- ợng tạp chất % (max)			
		Sb	Cu	Zn	Các tạp chất khác

PbSb ₃	96,5 ÷ 99,2	0,03 ÷ 3	0,3	-	0,20
PbSb ₆	93,4 ÷ 96,3	3,1 ÷ 6	0,3	0,05	0,25
PbSb ₁₂	86,8 ÷ 92,7	6,1 ÷ 12	0,6	0,10	0,50
PbSb ₂₀	77,1 ÷ 85,0	12,1 ÷ 20	1,8	0,25	0,85
PbSb ₃₀	66,5 ÷ 76,4	20,1 ÷ 30	2,0	0,50	1,00

3.5.4. S t (th p)

Thép là hợp kim của sắt với cacbon với hàm l- ợng cacbon không quá 2,14%. Thép là kim loại rẻ tiền và dễ kiếm nhất, nó có độ bền cơ cao nên đôi lúc cũng đ- ợc dùng làm vật dẫn. Nh- ng ngay cả sắt tinh khiết cũng có điện trở suất lớn hơn rất nhiều so với đồng và nhôm (khoảng 0,1 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$). Trong kỹ thuật điện ng- ời ta th- ờng dùng thép có hàm l- ợng cacbon thấp.

Dòng điện xoay chiều trong thép sẽ gây nên hiệu ứng bề mặt đáng kể, vì vậy điện trở dây thép đối với dòng điện xoay chiều cao hơn điện trở cao hơn điện trở đối với dòng điện một chiều. Ngoài ra dòng điện xoay chiều trong thép còn gây ra tổn thất từ trễ. Để làm dây dẫn điện ng- ời ta th- ờng dùng thép mềm có từ (0,10 ÷ 0,15)% cacbon, giới hạn bền kéo (70 ÷ 75)kG/mm², độ giãn dài t- ơng đối khi đứt (5 ÷ 8)%, điện dẫn suất nhỏ hơn đồng sáu bảy lần. Vì thế thép dùng làm dây dẫn đ- ờng dây tải điện trên không với công suất t- ơng đối nhỏ. Trong tr- ờng hợp này sử dụng thép có lợi vì khi trị số dòng điện nhỏ, tiết diện dây không xác định theo điện trở mà theo độ bền cơ của nó.

Thép cũng dùng làm vật liệu dẫn điện d- ới dạng thanh dẫn, đ- ờng ray tàu điện, đ- ờng sắt chạy điện, tàu điện ngầm vv... Để làm lõi của dây nhôm, lõi dây dùng dây thép có độ bền đặc biệt với giới hạn bền kéo từ (120 ÷ 150)kG/mm² và độ giãn dài t- ơng đối từ (4 ÷ 5)%. Nh- ợc điểm của thép là khả năng chống ăn mòn kém ngay cả ở nhiệt độ bình th- ờng và đặc biệt khi độ ẩm cao thép bị gỉ rất nhanh, nhiệt độ càng cao tốc độ ăn mòn càng mạnh. Vì vậy bề mặt dây thép cần đ- ợc bảo vệ bằng lớp kim loại bền hơn. Thông th- ơng dây thép đ- ợc mạ bằng kẽm để bảo vệ cho thép khỏi bị gỉ. Dây dẫn bằng thép có độ bền cơ khí lớn gấp (2 ÷ 2,5) lần so với đồng do đó dây dẫn thép đ- ợc dùng ở những khoảng cột lớn, ở những tuyến v- ợt sông rộng vv...và có thể sử dụng cho những khoảng cột từ (1500 ÷ 1900)m. Dây dẫn bằng thép có thể đ- ợc mắc với độ võng bé hơn các dây dẫn khác.

Bảng 3.12: Thành phần của một số thép đ- ợc sử dụng trong kỹ thuật điện.

Tên	Thành phần %							
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Các tạp chất
Sắt armco	< 0,03	< 0,05	< 0,35	< 0,015	< 0,025	< 0,01	-	N+O+ xỉ
Sắt kỹ thuật điện nóng chảy trong chân không	0,017	0,009	0,035	0,01	0,05	-	0,068	0,05÷ 0,08
Thép dùng làm dây dẫn	0,1÷ 0,13	< 0,08	< 0,04	< 0,04	< 0,05			

3.5.5. Wonfram: (Còn gọi là Tungstene) ký hiệu là:W.

Là vật liệu chủ yếu làm dây tóc của bóng đèn có tim.

- Điện trở suất: $(0,0530 \div 0,0612)\Omega\text{mm}^2/\text{m}$.
- Nhiệt độ nóng chảy: 3380°C (cao nhất trong các kim loại).
- Hệ số nhiệt độ: $(0,0040 \div 0,0052)$.

Là kim loại rắn, rất nặng, có màu xám. Vonfram đ- ợc dùng làm tiếp điểm, làm các điện trở phát nóng cho các lò điện.

a) Ưu điểm:

- Ổn định khi làm việc.
- Độ mài mòn cơ nhỏ do vật liệu có độ cứng cao.
- Có khả năng chống tác dụng của hồ quang, không làm dính tiếp điểm do khó nóng chảy.

- Độ ăn mòn bề mặt nhỏ, nghĩa là ăn mòn điện tạo thành những vết rỗ và gờ do bị làm nóng cục bộ.

b) Nhược điểm:

- Khó gia công.
- Ở điều kiện khí quyển tạo thành màng oxít.
- Cần có áp lực lớn để giảm điện trở tiếp xúc.
- Đối với các tiếp điểm có công suất cắt lớn dùng kim loại gốm. Ng- ời ta ép phôi từ bột wonfram đ- ợc ép với áp lực lớn và thiêu kết trong khí hydrô ở nhiệt độ cao để có độ bền cao nh- ng lại xốp, sau đó thấm bạc hoặc đồng nóng chảy để tăng điện dẫn.

3.5.6. Kim loại dùng làm tiếp điểm vanco gộp:

1) Nối công va kim loại dùng làm tiếp điểm va công:

Vật liệu đ- ợc dùng làm các tiếp điểm điện cần phải thoả mãn những điều kiện sau:

- Có sức bền cơ khí và độ rắn tốt.
- Có điện trở suất nhỏ và dẫn nhiệt tốt không bị nung nóng quá nhiệt độ cho phép khi những tiếp điểm có dòng điện định mức lâu dài đi qua.
- Có sức bền đối với sự ăn mòn do tác nhân bên ngoài.
- Có nhiệt độ nóng chảy và hoá hơi cao.
- Ôxyt của nó phải có điện dẫn suất lớn $\frac{1}{\rho}$ (tức ρ nhỏ).
- Có thể gia công dễ dàng.
- Giá thành hạ.

Bên cạnh những điều kiện trên vật liệu làm tiếp điểm còn phải thoả mãn với các điều kiện khác nữa tùy vào dạng tiếp điểm nh- :

- Đối với các tiếp điểm cố định.
- Đối với các tiếp điểm di động.
- Đối với các tiếp điểm tr- ợt.

2) Sức bền va các yếu tố ảnh hưởng đến sức bền tiếp điểm: (không cháy, không dính, phá hỏng do lực điện động).

Sức bền của tiếp điểm bị ảnh h- ưởng bởi:

a) Bản chất bề mặt:

Điện trở của tiếp điểm càng lớn thì điện trở tiếp xúc càng lớn và điện trở càng nhỏ khi ứng suất nghiền đập của vật liệu càng nhỏ. Ví dụ vật liệu mềm dẫn đến điện trở tiếp xúc nhỏ trong một số tr- ờng hợp các tiếp điểm cứng hơn song lại đ- ợc bọc bằng vật liệu mềm hơn (thiếc đối với đồng và đồng thau, thiếc và cadimi đối với thép...).

- Bản chất của vật liệu ảnh h- ưởng đến điện trở của tiếp điểm.
- Bản chất của vật liệu và những điều kiện làm việc ảnh h- ưởng đến sự ăn mòn các tiếp điểm nh- : sự tác động của không khí, hơi n- ớc, các chất hoá học...

Tạo nên trên bề mặt tiếp điểm làm tăng điện trở tiếp xúc.

b) Lỗ rò tiếp điểm:

Là yếu tố rất quan trọng ảnh h- ưởng tới điện trở tiếp xúc của tiếp điểm.

c) Nhiệt độ tiếp điểm:

Với nhiệt độ < 250°C thì điện trở suất tăng theo nhiệt độ. Giữa (250 ÷ 400)°C sức bền cơ sẽ giảm. Vật liệu trở nên mềm hơn, tức là tăng diện tích tiếp xúc thực tế làm giảm điện trở tiếp xúc. Nếu vượt quá trị số này thì điện trở tiếp xúc sẽ không tăng nữa và làm nóng chảy vật liệu.

d) Traing thail voi be ma th khi tiep xuc

Việc gia công bề mặt tiếp xúc cần phải loại trừ lớp màng ôxyt và những vật chất xa lạ, đồng thời phải tạo ra lớp tiếp xúc tối đa số điểm tiếp xúc khi tiếp xúc bề mặt.

3) Phân loại liệu dung lam tiep niem niem:

Có 3 dạng tiếp điểm: tiếp điểm cố định, tiếp điểm di động, tiếp điểm trượt.

a) Vật liệu dung lam tiep niem co anh:

Đối với vật liệu dùng làm tiếp điểm cố định người ta sử dụng đồng, nhôm, thép và kẽm.

- Đồng: có độ dẫn điện và dẫn nhiệt cao, với phẩm chất tương đối cứng, cho phép tác động đóng cắt thông xuyên. Được dùng ở điện áp nhỏ, điều kiện làm việc bình thường. Để tăng sức bền đối với sự ăn mòn các tiếp điểm người ta mạ niken hoặc tấm thiếc khi nóng hay bạc.

- Nhôm có độ dẫn điện và dẫn nhiệt tương đối lớn có sức bền cơ thấp và có điện trở suất lớn hơn đồng, do vậy không dùng ở nơi có dòng ngắn mạch lớn.

- Thép có tổn thất lớn trong dòng điện xoay chiều nên được sử dụng ở nơi có công suất bé và điện áp lớn. Nó bị ăn mòn mạnh trong không khí ẩm ướt.

b) Vật liệu dung lam tiep niem cat:

Những kim loại và hợp kim dùng làm tiếp điểm cắt gồm: Rôđi, platin, palađi, vàng, bạc, vonfram, molipden, đồng, niken...

- **Platin:** có tính ổn định cao đối với sự ăn mòn trong không khí, không tạo màng ôxyt nên đảm bảo được sự ổn định điện của tiếp điểm, tuy nhiên platin độ cứng thấp nên mài mòn nhanh chóng do đó ít sử dụng platin tinh khiết. Hợp kim platin với iriđi có độ cứng cao và nhiệt độ nóng chảy cao, sức bền tốt đối với sự tác động của hồ quang, được dùng chế tạo các tiếp điểm quan trọng có độ chính xác cao và dòng điện nhỏ.

- **Palađi:** có tính chất tương tự như platin song nó có sức bền tốt hơn đối với sự ôxyt hoá trong không khí.

- **Rôđi:** rất thông dụng để làm các tiếp điểm có yêu cầu chính xác, nó có độ cứng cao, nhiệt độ nóng chảy và điện dẫn suất cao, có sức bền đối với sự ăn mòn.

- **Vàng:** có đặc điểm là sức bền kém, do vậy ít dùng vàng nguyên chất để làm tiếp điểm.

- **Bạc:** được dùng làm tiếp điểm vì có độ dẫn điện và dẫn nhiệt, lớp oxy hóa bề mặt từ bạc có điện trở suất giống như bạc tinh khiết nhưng độ bền cơ khí kém và nhanh chóng bị phá hủy khi tiếp điểm bị phát nóng. Tiếp điểm bạc bền vững, yêu cầu lực ép tiếp điểm nhỏ. Một đặc điểm cơ bản nữa của bạc là có điện trở tiếp xúc R_{tx} nhỏ. Bạc bị ăn mòn nhiều khi có sự xuất hiện của hồ quang điện. Độ cứng thấp của bạc đã hạn chế ứng dụng nó vào trong các tiếp điểm đóng, cắt dòng điện lớn và có tần số thao tác cao.

Ngược lại ta dùng hợp kim bạc với đồng có độ cứng cao, hợp kim này có độ cứng và sức bền đối với sự mài mòn cơ khí, không bị dính trong thời gian làm việc có tuổi thọ cao được dùng ở các tiếp điểm có áp suất cần thiết.

- **Molipđen:** bị ăn mòn lớn hơn vonfam bị ăn mòn mạnh ở nhiệt độ trên 600°C . Oxyt molipđen tạo nên lớp không dẫn điện nên không dùng molipđen nguyên chất mà sử dụng hợp kim vonfam với molipđen ở những máy cắt điện trong chân không, trong khí trơ.

- **Đồng:** được sử dụng làm tiếp điểm làm việc có ứng lực cơ khí lớn, dòng điện lớn.

- **Niken:** dùng làm tiếp điểm có dòng điện nhỏ, điện áp lớn trong môi trường hydrocacbua.

- **Coban:** được dùng dưới dạng hợp kim cho những tiếp điểm có yêu cầu tăng độ cứng.

c) Vật liệu dùng làm tiếp điểm trong môi trường:

Đối với tiếp điểm trong môi trường:

- **Đồng hợp kim:** được dùng làm cổ góp máy điện và tiếp điểm máy cắt, dao cách ly. Để có sức bền cơ khí cao ngược lại ta tạo hợp kim với cadmi. Các hợp kim đồng thanh (đồng thanh - antimon, đồng với berili, đồng với cadmi), đồng thau được dùng làm vòng tiếp xúc hay cổ góp. Chúng có sức bền cơ khí cao đối với sự mài mòn và ăn mòn.

- **Gang cầu** (thép có 8% Mn) cũng có thể đôi khi được dùng làm cổ góp.

- **Nhôm:** được dùng làm các chi tiết tiếp xúc ở cần lấy điện của các ph-ông tiện vận tải bằng điện.

- **Carbon đen graphit:** được dùng làm khí cụ điện vì nó không mài mòn, dây dẫn điện và điện cực vì có tuổi thọ cao.

d) Các vật liệu kim loại gồm:

Các đặc điểm xem xét của các vật liệu nguyên chất cho thấy rằng không một vật liệu nào trong số đó đáp ứng được đầy đủ các yêu cầu đối với vật liệu tiếp điểm.

Các tính chất cơ bản của vật liệu tiếp điểm nh- tính dẫn điện cao và tính chịu hồ quang cao, không thể nhận đ- ợc ở hợp kim giữa các vật liệu có tính chất trội ở cùng các đặc tính nh- vậy, ví dụ nh- bạc và Wolfram, đồng và Wolfram, bởi vì các vật liệu này không thể tạo nên đ- ợc hợp kim.

Các vật liệu có tính chất mong muốn nổi trội đ- ợc kết hợp với nhau qua ph- ơng pháp luyện kim bột (kim loại gồm). Các tính chất vật lý của vật liệu thành phần bên trong vật liệu kim loại gồm đ- ợc đáp ứng. Ví dụ nh- tính chịu đựng hồ quang trong vật liệu kim loại gồm là do các thành phần wolfram hoặc Molipđen chứa trong đó. Để nhận điện trở tiếp xúc nhỏ, thành phần thứ hai trong tiếp điểm có thể là bạc hoặc đồng. Thành phần wolfram càng lớn thì tính chịu hồ quang, độ bền cơ, tính chống hàn dính càng cao nh- ng đồng thời lại làm tăng điện trở tiếp xúc và giảm tính dẫn điện của tiếp điểm. Thông th- ờng các kim loại gồm có chứa 50% hoặc lớn hơn, wolfram đ- ợc ứng dụng trong các thiết bị đóng cắt phụ tải nặng nề hoặc cắt các dòng điện ngắn mạch.

Tính chất và thành phần của một số loại kim loại gồm th- ờng gặp của Nga đ- ợc cho trong (bảng 3.13).

Bảng 3.13: Tính chất và thành phần của một số loại kim loại gồm.

Mã hiệu vật liệu	Các thành phần chính	Trọng l- ợng riêng kg/m ³	Điện trở suất $\mu.\Omega.m$	Độ cứng Brinel
KMK – A 10	Bạc ôxyt Cadmi	9700	0,030	45 - 75
KMK – A20	Bạc ôxyt đồng	9500	0,025	45 - 60
KMK – A31	Bạc - Nikel	9500	0,032	60 - 80
MKM – A60	Bạc - Wolfram - Nikel	13500	0,041	120 - 160
MKM – A61	Bạc - Wolfram - Nikel	15000	0,045	170 - 210
KMK – B20	Đồng - Wolfram - Nikel	12100	0,06	120 - 150
KMK – B21	Đồng - Wolfram - Nikel	13800	0,07	170 - 200

Đối với các tiếp điểm của khí cụ điện cao áp th- ờng sử dụng kim loại gồm MKM – A60, MKM – A61, KMK – B20, KMK – B21.

Trong các khí cụ điện hạ áp thường áp dụng vật liệu: KMK – A 10, từ Bạc và ôxyt cadmium (CdO). Đặc điểm cơ bản của vật liệu này là sự phân hủy của CdO thành Cd và O₂. Khí O₂ nhận được dưới tác động của hồ quang có tác dụng làm giảm nhiệt độ của tiếp điểm và đẩy mạnh quá trình khử ion.

3.5.7. Hợp kim có nhiệt trở cao và chịu nhiệt:

1) Khai niệm:

Các hợp kim điện trở cao là những hợp kim có điện trở suất tương đối lớn nên có tính chất cản trở dòng điện cao gây sự tỏa nhiệt trên dây điện trở.

* Đặc tính:

- Điện trở suất tương đối lớn nên hạn chế được chiều dài dây dẫn.
- Chịu nhiệt độ cao (yếu tố cần thiết đối với điện trở tỏa nhiệt).
- Có độ bền về cơ cao.
- Hệ số nhiệt độ thấp.
- Chống sự oxy hoá.

2) Một số hợp kim thông dụng:

a) Mai so: (Mailiehort) (60% Cu+ 25% Zn + 15%Ni)

Được sử dụng làm dây điện trở các bếp điện và cũng được dùng làm điện trở không tỏa nhiệt như: Điện trở phòng thí nghiệm, biến trở khởi động, biến trở điều tốc.

- Điện trở suất: 0,30 Ωmm²/m (ở 20°C)
- Nhiệt độ nóng chảy: 1300°C.

b) Constantan: (60% Cu+ 40%Ni)

Có hệ số nhiệt độ thấp nên điện trở ít phụ thuộc nhiệt, sử dụng làm điện trở chuẩn trong phòng thí nghiệm, không làm điện trở tỏa nhiệt. Hợp kim maganin cũng có đặc tính tương tự như constantan.

- Điện trở suất: 0,49 Ωmm²/m (ở 20°C)
- Nhiệt độ nóng chảy: 1240°C.

c) Ferro - Niken: (74% Fe+ 25% Ni + 1%Cr)

Là loại hợp kim điện trở được sử dụng làm điện trở hoặc biến trở và có thể làm điện trở tỏa nhiệt chịu được đến 500°C. Tuy nhiên hợp kim này không bền so với điện trở tỏa nhiệt loại RNC vì nó dễ giòn gãy khi vận hành và nhiệt độ mới đạt đến màu đỏ sậm.

- Điện trở suất: 0,80 Ωmm²/m (ở 20°C).
- Nhiệt độ nóng chảy: 1500°C.

d) S t - Niken - Crome: (50% Fe+ 40% Ni + 10%Cr)

Đây là hợp kim điện trở chủ yếu làm điện trở tỏa nhiệt trong bàn ủi, bếp điện, mỏ hàn điện. Vì đặc tính của điện trở RNC chịu đ-ợc nhiệt độ vận hành cao đến 900°C.

- Điện trở suất: 1,02 Ωmm²/m (ở 20°C)
- Nhiệt độ nóng chảy: 1450°C.

e) Niken - Crome: (80% Ni + 20%Cr)

Hợp kim có đặc tính chịu đ-ợc nhiệt độ vận hành rất cao (1100°C) và nó có tính chất đ-ợc bảo vệ bởi 1 lớp oxit cách điện nhờ thế có thể quấn các vòng dây điện trở khít lại với điều kiện điện áp giữa các vòng dây không lớn. Công suất tiêu tán trên bề mặt của dây điện trở tỏa nhiệt khoảng:

- 2W/cm² khi ở nhiệt độ 600°C đến 800°C.
- 1W/cm² khi ở nhiệt độ 900°C
- 0,7W/cm² khi ở nhiệt độ 1000°C.

Bảng 3.14: Hợp kim có điện trở cao và chịu nhiệt.

Tên hợp kim	Thành phần	ρ Ωmm ² /m (ở 20°C)	Hệ số α độ ⁻¹	Nhiệt nóng chảy (°C)	Nhiệt độ làm việc cho phép (°C)
Maiso	60 Cu+ 25 Zn + 15Ni	0,300	0,0003	1290	400
Constantan	60 Cu+ 40Ni	0,460	0	1240	400
Ferro- Niken	74 Fe+ 25 Ni + 1Cr	0,800	0,00090	1500	500
Manganin	86Cu+12Mn+2Ni	0,420	0,00002		200
Hợp kim: RNC1	55Fe+35Ni+10Cr	1,020	0,00032	1450	700
Hợp kim: RNC2 (Feronicrôm)	25Fe+60Ni+15Cr	1,110	0,00015	1450	900
Hợp kim: RNC3	80Ni+20Cr	1,030	0,00009	1475	1100

3.5.8. Lỗ ổng kim:

1) Đ nh nghĩa:

Ng-ời ta gọi sản phẩm dùng vật liệu I-ống kim là những sản phẩm kỹ thuật đ-ợc chế tạo bằng nhiều cách để tạo thành một khối liên hệ chặt chẽ của 2 kim loại.

2) Dây dẫn lõi ống kim thép - nhôm:

Ở những đ-ờng dây thông tin dùng dòng điện có tần số cao ($2000 \div 8000\text{Hz}$) thì hiệu ứng màng ngoài rất rõ. Dòng điện chạy qua lớp bề mặt chiều dày ($0,5 \div 0,6$)mm, còn bên trong trở thành mất tác dụng dẫn điện. Vì vậy ng-ời ta chế tạo lõi dây dẫn bằng thép nh- vậy sẽ tiết kiệm đ-ợc đồng (kim loại màu) mà vẫn không làm ảnh h-ởng tới điện trở ở dòng điện xoay chiều. Đồng thời nó làm tăng sức bền cơ cho dây dẫn và lớp đồng bên ngoài cũng là lớp bảo vệ tốt đối với sự ăn mòn của môi tr-ờng.

Do vậy ng-ời ta dùng dây dẫn bằng vật liệu I-ống kim đồng thép đối với đ-ờng dây thông tin có đ-ờng kính từ ($1 \div 4$)mm. Dây dẫn I-ống kim để chế tạo thanh góp trong các thiết bị dùng để nối.

Việc bọc lõi thép có thể thực hiện theo:

- Ph-ơng pháp dát mỏng khi nóng.
- Ph-ơng pháp điện phân.

a) Phương pháp bóc khi nóng:

Thanh thép đ-ợc làm sạch lớp oxyt và đặt vào giữa khuôn mẫu, xung quanh thanh thép ng-ời ta rót đồng nóng chảy ($1200 \div 1260^\circ\text{C}$). Lõi thép có $d = (80 \div 85)$ mm, dài ($700 \div 800$)mm. Sau đó để nguội về sau sẽ dát mỏng hoặc kéo thành sợi theo kích th-ớc mong muốn.

b) Phương pháp bóc theo cách n-iên phân:

Đồng sẽ bám vào dây thép, trong bể galvanic sulfat đồng đảm bảo có một lớp bọc bằng đồng, đồng nhất song không cho một sự dính chặt hoàn toàn. Đồng thời ph-ơng pháp này tiêu thụ I-ơng điện năng lớn.

Ngoài ra ng-ời ta còn dùng dây dẫn I-ống kim nhôm.

3) Nhiệt l-ống kim:

Nhiệt I-ống kim là sự ghép nối từ 2 dải băng hẹp có cùng chiều dày bằng những kim loại hay hợp kim có hệ số giãn nở theo chiều dài rất khác nhau, chúng đ-ợc chế tạo bằng ph-ơng pháp dát mỏng khi nóng. Tỷ lệ trọng I-ợng là 1:1.

- Khi nung nóng I-ống kim loại sẽ cong và tác động lên các chi tiết để mở role nhiệt hay những thiết bị tự động.

- Việc uốn cong của tấm I-ống kim khi nung nóng phụ thuộc vào chiều dày của thanh và độc lập với chiều rộng của thanh. để tránh ứng suất cục bộ thì thanh I-ống kim phải đ-ợc xử lý nhiệt tr-ớc.

- Đối với hợp kim có hệ số giãn nở theo chiều dài ít ng-ời ta dùng hợp kim niken (36 ÷ 46%) hợp kim đ-ợc dùng nhiều là hợp kim inva (H36) có: 36,1%Ni, 63,1%Fe, 0,4% Mn, 0,4%Cu.

- Đối với hợp kim giãn nở theo chiều dài nhiều thì ng-ời ta dùng hợp kim đồng - kẽm, thép hợp kim crôm - niken, hợp kim với niken và molipđen.

CÂU HỎI ÔN TẬP

- 1) Trình bày khái niệm về vật liệu dẫn điện? Nêu tính chất của vật liệu dẫn điện?
- 2) Trình bày điện trở và điện trở suất? Cho biết nhiệt độ ảnh hưởng như thế nào đến điện trở của vật liệu?
- 3) Các tác nhân của môi trường ảnh hưởng như thế nào đến vật liệu dẫn điện?
- 4) Thế nào là hiệu điện thế tiếp xúc và sức nhiệt động?
- 5) Nêu các tính chất chung của kim loại và hợp kim?
- 6) Nêu những hỏng hóc thường gặp của vật liệu dẫn điện, nguyên nhân và biện pháp khắc phục?
- 7) Nêu tính chất, đặc điểm và công dụng của đồng và hợp kim đồng, nhôm và hợp kim nhôm, chì và hợp kim chì?
- 8) Trình bày các yếu tố ảnh hưởng đến điện trở tiếp xúc và độ bền tiếp điểm? Cho biết các vật liệu đ-ợc dùng làm tiếp điểm?
- 9) Nêu những hợp kim có điện trở cao và chịu nhiệt? Nêu một số hợp kim điển hình?
- 10) Thế nào là I-ống kim, nhiệt I-ống kim hãy trình bày và cho một vài ví dụ minh họa.

❖ Câu hỏi trắc nghiệm lựa chọn.

Đọc kỹ các câu hỏi, chọn ý trả lời đúng nhất và tô đen vào ô thích hợp ở cột bên:

TT	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
3.1	Vật liệu có thành phần gồm (60% Cu+ 40%Ni) có tên gọi là: a. Constantan. b. Mai so. c. Ferro – Niken. d. Niken - Crome	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2	Một loại vật liệu rất thông dụng để làm các tiếp điểm cắt có yêu cầu chính xác, nó có độ cứng cao, nhiệt độ nóng chảy và điện dẫn suất cao, có sức bền đối với sự ăn mòn loại vật liệu đó là: a. Paladi. b. Platin. c. Molipđen. d. Rơđi.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3	Đối với tiếp xúc cố định làm việc trong môi trường ẩm - ướt người ta không dùng đồng và nhôm tiếp xúc với nhau là do: a. Chúng có điện trở suất khác nhau. b. Chúng có trọng lượng khác nhau. c. Chúng có điện thế hóa học khác nhau. d. Chúng có tính chất vật lý khác nhau.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4	Hợp kim điện trở chủ yếu làm điện trở tỏa nhiệt trong bàn ủi, bếp điện, mỏ hàn và có nhiệt độ vận hành cao 900°C và có điện trở suất: 1,02 Ωmm ² /m (ở 20°C) hợp kim đó là: a. Niken - Crome: (80% Ni + 20%Cr). b. Sắt - Niken – Crome. c. Ferro – Niken. d. Constantan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.5	Dây dẫn l- ống kim thép - đồng đ- ọc dùng nhiều để làm:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<p>a. Đ- ờng dây thông tin dùng dòng điện có tần số cao.</p> <p>b. Đ- ờng dây trung thế.</p> <p>c. Đ- ờng dây hạ. thế.</p> <p>d. Đ- ờng dây cao thế.</p>				
3.6	<p>Hợp kim có thành phần (74% Fe+ 25% Ni + 1%Cr) có tên gọi là:</p> <p>a. Constantan.</p> <p>b. Sắt - Niken – Crome.</p> <p>c. Ferro – Niken.</p> <p>d. Niken – Crome.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.7	<p>Trong nhiệt độ kim khí cần lựa chọn vật liệu có hệ số giãn nở theo chiều dài ít thì người ta dùng:</p> <p>a. Hợp kim đồng – kẽm.</p> <p>b. Hợp kim đồng thanh nhôm.</p> <p>c. Thép hợp kim crôm – Niken.</p> <p>d. Hợp kim Niken (H36: Inva).</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.8	<p>Hợp kim có điện trở cao, thành phần:(60% Cu+ 25% Zn + 15%Ni), có tên gọi là:</p> <p>a. Constantan.</p> <p>b. Mai so.</p> <p>c. Ferro - Niken.</p> <p>d. Niken - Crome</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.9	<p>Lực ấn tiếp điểm là yếu tố rất quan trọng ảnh hưởng tới điện trở tiếp xúc của tiếp điểm, khi lực ấn tăng thì điện trở tiếp xúc sẽ:</p> <p>a. Tăng.</p> <p>b. Không thay đổi.</p> <p>c. Giảm.</p> <p>d. Tăng rất nhiều.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.10	<p>Với khoảng nhiệt độ nào của tiếp điểm thì nó sẽ làm</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<p>giảm điện trở tiếp xúc:</p> <p>a. Với nhiệt độ < 250⁰C.</p> <p>b. Với nhiệt độ < 100⁰C.</p> <p>c. Với nhiệt độ > 500⁰C.</p> <p>d. Với nhiệt độ giữa (250 ÷ 400)⁰C.</p>				
3.11	<p>Đồng thau là hợp kim của đồng với:</p> <p>a. Niken.</p> <p>b. Thiếc.</p> <p>c. Kẽm.</p> <p>d. Chì</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.12	<p>Đura là hợp kim của nhôm với đồng, magiê và mangan nó thuộc nhóm:</p> <p>a. Hợp kim nhôm đúc.</p> <p>b. hợp kim nhôm biến dạng.</p> <p>c. Silumin.</p> <p>d. Không xác định.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.13	<p>Nhôm có độ tinh khiết cao nhất đ- ợc ký hiệu:</p> <p>a. AB1.</p> <p>b. AB2.</p> <p>c. A - 00.</p> <p>d. A -1.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.14	<p>Đồng thanh là hợp kim của đồng với các nguyên tố:</p> <p>a. Y kim.</p> <p>b. Kim loại đen.</p> <p>c. Là đồng đ- ợc chế tạo thành thanh.</p> <p>d. Với các nguyên tố kim loại khác trừ kẽm.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.15	<p>Tính già hóa của kim loại là:</p> <p>a. Sự thay đổi theo thời gian của các tính chất kim loại.</p> <p>b. Thay đổi về độ cứng do nhiệt luyện.</p> <p>c. Thay đổi về thành phần hóa học khi sản xuất.</p> <p>d. Thay đổi do sự ăn mòn hóa học của môi tr- ờng.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.16	<p>Ở nhiệt độ không tuyệt đối (0°K), điện trở suất của kim loại tinh khiết sẽ:</p> <p>a. Giảm đột ngột. b. Tăng đột ngột. c. Tăng từ từ. d. Không ảnh hưởng.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.17	<p>Điện dẫn suất có công thức tính như sau:</p> <p>a. $G = \frac{1}{R}$. b. $\frac{1}{\Omega} = \Omega^{-1}$. c. $\left[\gamma = \frac{1}{\rho} \right]$. d. $R = \rho \frac{l}{S}$</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.18	<p>Kim loại không bị tác dụng của axit clohydric, axit sunfuric, axit sunfuơng, fluorhydric, phosphoric hoặc amoniac, sít, borax và clo, nh- ng lại hòa tan dễ dàng trong axit nitơric đó là:</p> <p>a. Chì b. Nhôm. c. Đồng. d. Thiếc.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.19	<p>Khi cần lựa chọn vật liệu dẫn điện ta căn cứ vào:</p> <p>a. Độ dẫn điện, độ bền chống ăn mòn. b. Độ bền cơ, độ bền chống ăn mòn. c. Độ dẫn điện, độ bền cơ, độ bền chống ăn mòn. d. Chọn vật liệu đồng nguyên chất.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.20	<p>Sức bền của tiếp điểm bị ảnh hưởng bởi:</p> <p>a. Bản chất bề mặt tiếp điểm, lực ấn tiếp điểm. b. Nhiệt độ, bản chất bề mặt, lực ấn tiếp điểm. c. Trạng thái về bề mặt khi tiếp xúc. d. Bản chất, trạng thái bề mặt, nhiệt độ và lực ấn tiếp điểm.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.21	<p>Tính điện trở của một dây dẫn bằng đồng có tiết diện $0,2\text{cm}^2$, điện trở suất $1,75 \times 10^{-8}$, chiều dài 100m.</p> <p>a. $8,75 \times 10^{-2}\Omega$.</p> <p>b. $8,75 \times 10^{-4}\Omega$.</p> <p>c. $8,75 \times 10^{-5}\Omega$.</p> <p>d. $8,75 \times 10^{-6}\Omega$</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.22	<p>Một dây dẫn bằng đồng có chiều dài 1km thì có điện trở là $8,7\Omega$; nếu ta đ- a dây dẫn đó chập đôi lại để đ- ợc dây dẫn lớn hơn và có chiều dài là 500m. Vậy điện trở của dây dẫn sau khi chập lại có giá trị là:</p> <p>a. $8,7\Omega$.</p> <p>b. $17,4\Omega$.</p> <p>c. $4,35\Omega$.</p> <p>d. $2,175\Omega$</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.23	<p>Vật liệu dẫn điện đ- ợc chia thành các nhóm chính nh- sau:</p> <p>a. Nhóm có điện trở suất bé.</p> <p>b. Nhóm có điện trở suất lớn hơn.</p> <p>c. Nhóm có điện trở suất rất lớn.</p> <p>d. Câu a và b đúng.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.24	<p>Silumin là hợp kim điển hình của nhóm hợp kim nhôm đúc là hợp của kim nhôm với:</p> <p>a. Mangan.</p> <p>b. Đồng.</p> <p>c. Silíc.</p> <p>d. kẽm.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.25	<p>Vật liệu đ- ợc dùng làm các tiếp điểm điện cần phải thoả mãn những điều kiện sau:</p> <p>a. Có sức bền cơ khí và độ rắn tốt.</p> <p>b. Có điện trở suất nhỏ và dẫn nhiệt và dẫn điện tốt.</p> <p>c. Có nhiệt độ nóng chảy và hoá hơi cao.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	d. Cả a,b và c đều đúng.				
3.26	<p>Các hợp kim có ký hiệu $PbTc_1= 99,92\%$; $PbTc_2= 99,80\%$; $PbTc_3= 99,50\%$ là:</p> <p>a. Hợp kim chì - thiếc. b. Chì kỹ thuật. c. Chì dùng sản xuất bình ắc quy. d. Chì atimon.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.27	<p>Khi lựa chọn vật liệu dẫn điện ta căn cứ vào đặc điểm sau đây:</p> <p>a. Độ dẫn điện, độ bền cơ, độ bền chống ăn mòn. b. Điện trở suất nhỏ, độ dẫn nhiệt cao. c. Dẻo dễ dát mỏng, dễ kéo sợi. d. Cả a,b và c đều đúng.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bài 4

VẬT LIỆU DẪN TỪ

4.1. Khái niệm về vật liệu dẫn từ

Một trong những tác dụng cơ bản của dòng điện là tác dụng từ. Đó chính là cơ sở để chế tạo các loại máy điện. Để truyền tải đ-ợc năng l-ợng từ tr-ờng cần phải có những vật liệu có từ tính, đó chính là nhóm vật liệu dẫn từ (còn gọi là vật liệu sắt từ). Kim loại chủ yếu có từ tính là sắt cacbon, niken và các hợp kim của chúng, bên cạnh đó còn có coban cũng đ-ợc gọi là chất sắt từ đã qua quá trình tinh luyện.

4.2. Tính chất vật liệu dẫn từ

4.2.1. Các đặc tính của vật liệu dẫn từ

Các nguyên tố có tính chất sắt từ là: sắt cacbon, niken và các hợp kim của chúng, bên cạnh đó còn có coban cũng đ-ợc gọi là chất sắt từ. Nguyên nhân chủ yếu gây nên từ tính của vật liệu là các điện tích luôn chuyển động nằm theo quỹ đạo kín, tạo nên những dòng điện vòng đó là sự quay của các điện tử xung quanh trục của mình và sự quay theo quỹ đạo của các điện tử trong nguyên tử.

Hiện tượng sắt từ là do trong một số vật liệu ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ nhất định đã phân thành những vùng mà trong từng vùng ấy các điện tử đều định h-ớng song song với nhau. Các vùng ấy đ-ợc gọi là đômên từ.

Nh- vậy tính chất đặc tr-ng cho trạng thái sắt từ của các chất là nó có độ nhiễm từ tự phát ngay khi không có từ tr-ờng ngoài. Mặc dù trong chất sắt từ có những vùng từ hóa tự phát nh- ng mômen từ của các đômên lại có h-ớng rất khác nhau. Các chất sắt từ đơn tinh thể có khả năng từ hóa dị h-ớng nghĩa là theo các trục khác nhau mức từ hóa khó hay dễ cũng khác nhau. Trong tr-ờng hợp các chất sắt từ đa tinh thể có tính dị h-ớng thể hiện rất rõ ng-ời ta gọi chất đó là có cấu tạo thớ từ tính. Tạo đ-ợc thớ từ theo ý muốn có ý nghĩa lớn, nó đ-ợc sử dụng trong kỹ thuật để nâng cao đặc tính từ của vật liệu theo h-ớng xác định. Quá trình từ hóa vật liệu sắt từ d-ới ảnh h-ớng của từ tr-ờng bên ngoài gồm có các hiện tượng sau:

- + Tăng thể tích của các đômên có mômen từ tạo với h-ớng từ tr-ờng góc nhỏ nhất và giảm kích th-ớc của các đômên khác (quá trình chuyển dịch mặt phân cách của các đômên).

- + Quay các véc tơ mômen từ hóa theo h-ớng từ tr-ờng ngoài (quá trình định h-ớng).

Quá trình từ hóa vật liệu sắt từ có thể đặc tr-ng bằng đ-ờng cong từ hóa $B = f(H)$, có dạng t-ơng tự với tất cả các vật liệu sắt từ.

Khi từ hóa chất sắt từ đơn tinh thể thì kích th-ớc của chúng có thay đổi.

Quá trình từ hoá lại vật liệu sắt từ trong từ trường biến đổi bao giờ cũng có tổn hao năng lượng dưới dạng nhiệt do tổn hao từ trễ và tổn hao động học.

Tổn hao động học là do dòng điện xoáy cảm ứng trong khối sắt từ và một phần còn do hiệu ứng gọi là hậu quả từ hoá hay độ nhớt từ. Tổn hao dòng điện xoáy phụ thuộc vào điện trở. Điện trở suất chất sắt từ càng cao thì tổn hao dòng điện xoáy càng nhỏ.

Công suất tổn hao dòng điện xoáy có thể tính theo công thức:

$$P_f = \xi \cdot f^2 \cdot B_{\max}^2 \cdot V$$

Trong đó:

ξ : là hệ số phụ thuộc vào loại chất sắt từ (trong đó phụ thuộc vào điện trở suất) và hình dáng của nó.

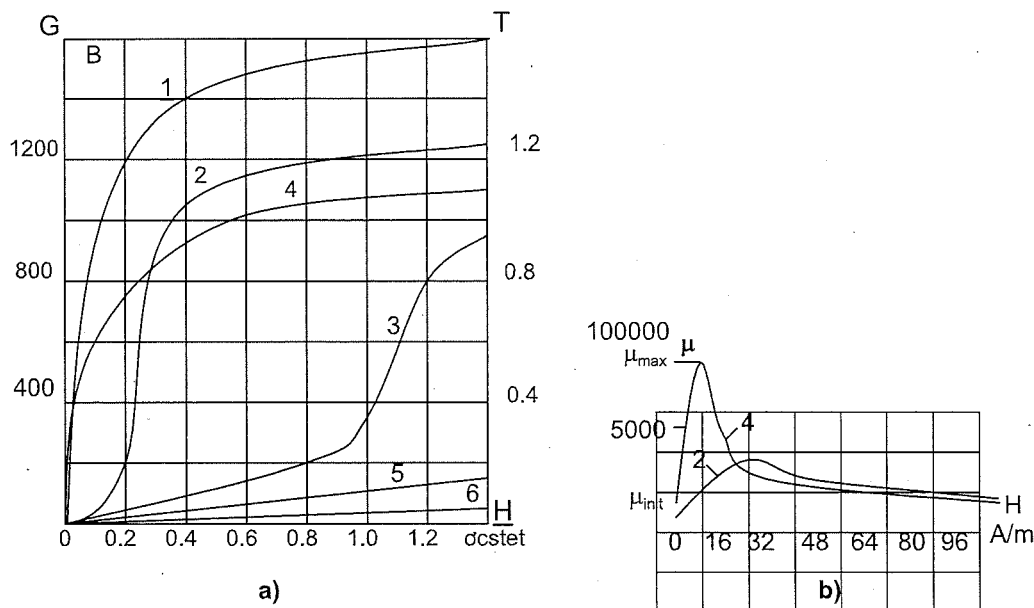
f : là tần số dòng điện.

B_{\max} : là cảm ứng từ lớn nhất đạt được trong một chu trình.

V : là thể tích chất sắt từ.

Chú ý đến các tổn hao có liên quan tới hậu quả từ hoá khi chất sắt từ làm việc ở chế độ xung.

4.2.2. Đồ thị cong từ hóa:



Hình 4.1 : ĐỒ THỊ CONG TỪ HÓA VÀ ĐỒ THỊ CONG C-ỒNG ẨỘ TR-ỒNG THỂM TỪ CƠ BẢN C-A MỘT SỐ VỐT LIỆU TỪ.

- a) Đồ thị cong từ hóa
- b) Đồ thị cong c-ờng độ tr-ờng thắm từ
 1. Sắt đặc biệt tinh khiết
 2. Sắt tinh khiết (99,98%Fe)
 3. Sắt kỹ thuật tinh khiết (99,92%Fe)
 4. Pécmalôi (78%Ni)
 5. Niken
 6. Hợp kim sắt - Niken (26%Ni)

Độ từ thẩm là tỉ số của đại lượng cảm ứng từ B và cường độ từ trường H ở điểm xác trên đường cong từ hóa cơ bản. Trong hệ SI hằng số $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{H/m}$.

Trên hình vẽ trục dọc bên trái đặt giá trị cảm ứng từ tính theo gauss, Bên phải tính theo hệ SI - tesla (T), $1 \text{gauss} = 10^{-4} \text{T}$. Trên trục ngang là cường độ từ trường H đơn vị là oerstet, theo hệ SI là A/m, $1 \text{oerstet} = 79,6 \text{ A/m} \approx 80 \text{ A/m}$. Việc tính đổi các trị số của cảm ứng từ hoặc cường độ từ trường từ thứ nguyên của một hệ đơn vị này sang hệ đơn vị khác rất đơn giản.

Độ từ thẩm μ_{bd} khi $H = 0$ gọi là độ từ thẩm ban đầu, đó là trị số của nó trong trường yếu khoảng 0,001 oerstet. Giá trị lớn nhất của độ từ thẩm gọi là độ từ thẩm cực đại ký hiệu μ_{max} . Ở trường mạnh, trong vùng bão hòa từ độ từ thẩm tiến tới bằng 1.

Hệ số từ thẩm động μ_{\sim} là đại lượng đặc trưng cho vật liệu sắt từ trong trường xoay chiều, nó là tỉ số giữa biên độ cảm ứng từ với biên độ cường độ từ trường:

$$\mu_{\sim} = \frac{B_{max}}{H_{max}}$$

Với sự tăng của tần số trường xoay chiều, độ từ thẩm động giảm vì quán tính của các quá trình từ.

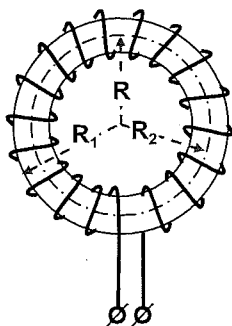
Nếu tiến hành từ hóa vật liệu sắt từ trong trường ngoài, sau đó bắt đầu ở một điểm nào đó trên đường cong từ hóa cơ bản, giảm cường độ từ trường thì cảm ứng từ cũng giảm, nhưng không theo đường từ hóa cơ bản mà giảm chậm hơn do hiện tượng từ trễ. Khi tăng trường theo chiều ngược lại thì mẫu vật liệu có thể bị khử từ, sau đó lại được từ hóa lại, nếu đổi chiều trường thì cảm ứng từ lại có thể quay lại điểm ban đầu. Ta có đường cong kín đặc trưng cho tình trạng từ hóa của mẫu, đó là vòng từ trễ của chu trình từ hóa.

Ở giai đoạn đầu khi tăng dòng điện từ hóa trong cuộn dây thì cường độ trường H sẽ tăng và cảm ứng từ B cũng tăng tỉ lệ thuận. Sau đó khi ta tăng H thì B tăng ít hơn. Giai đoạn gần bão hòa, hệ số giảm dần đến khi cường độ trường H đủ lớn thì từ cảm B hầu như không tăng nữa. Giai đoạn bão hòa từ và hệ số sẽ tiến tới 1.

Hệ số từ thẩm của chất sắt từ không phải là hằng số. Quan hệ giữa từ cảm B và cường độ trường H không phải là đường thẳng.

4.2.3. Mạch từ và tính toán mạch từ:

Mạch từ là gồm lõi sắt từ có hay không có các khe không khí và từ thông sẽ đóng kín qua chúng. Việc sử dụng vật liệu sắt từ nhằm mục đích thu được từ trở cực tiểu, đối với từ trở này, sức từ động cần thiết để đảm bảo cảm ứng từ hay từ thông mong muốn có giá trị của nó nhỏ nhất. Mạch từ rất đơn giản bao gồm bởi lõi cuộn dây hình xuyên (hình 4.2) hoặc ngược lại ta dùng các mạch từ nối tiếp hay rẽ nhánh mà các đoạn có thể thực hiện bằng các vật liệu khác nhau, hay vật liệu cùng một bản chất (hình 4.4). Tính toán một mạch từ tức là xác định sức từ động theo các giá trị của từ thông đã cho, các kích thước của mạch và bản chất của các vật liệu được sử dụng.



Hình 4.2: Cuộn dây hình xuyên

1) Các công thức cơ bản:

Khi tính toán mạch từ, có thể áp dụng các định luật cơ bản của mạch điện bởi vì giữa chúng tồn tại sự tương tự qua lại.

a) Định luật Kirchauffe 1:

Áp dụng cho mạch từ được phát biểu như sau.

Đối với một nút bất kỳ trong mạch từ, tổng các từ thông đi vào (có chiều về phía điểm nút) và đi ra (có chiều đi ra khỏi điểm nút) bằng zero.

$$\sum_{i=1}^n \Phi_i = 0 \quad (4.1)$$

b) Định luật Kirchauffe 2:

Phát biểu như sau: đối với một mạch vòng khép kín trong mạch từ, tổng các từ áp rơi trên mạch vòng đó và các sức từ động bằng zero.

$$\sum_{i=1}^n F_i + \sum_{k=1}^m \Phi_k R_{mk} = 0. \quad (4.2)$$

c) Nêu luật Ohm phát biểu như sau:

Đối với một nhánh bất kỳ trong mạch từ tích số giữa từ thông chảy qua và tổng trở từ bằng từ áp rơi giữa hai đầu của nhánh đó.

$$\Phi_i Z_{mi} = U_{mi}. \quad (4.3)$$

Trong các công thức trên:

- Φ_i : là từ thông chảy qua các nhánh của mạch từ (wb).
- F_i : là sức từ động của các nhánh từ t- ứng (A.t).
- R_{mk} : từ trở của nhánh từ t- ứng (1/H).
- Z_{mi} : tổng trở từ của các nhánh (1/H).
- U_{mi} : từ áp rơi trên các nhánh từ (A).

Tổng trở Z_{mi} của nhánh từ bao gồm hai thành phần là từ trở R_{mi} và từ kháng X_{mi} , giữa chúng có quan hệ tam giác vuông.

$$Z_{mi} = \sqrt{R_{mi}^2 + X_{mi}^2} \quad (4.4)$$

Đối với mạch từ một chiều (DC) không tồn tại thành phần từ kháng X_{mi} vì vậy trong đó chỉ bao gồm các thành phần từ trở R_{mi} .

$$R_{mi} = \frac{l_i}{\mu_i S_i}. \quad (4.5)$$

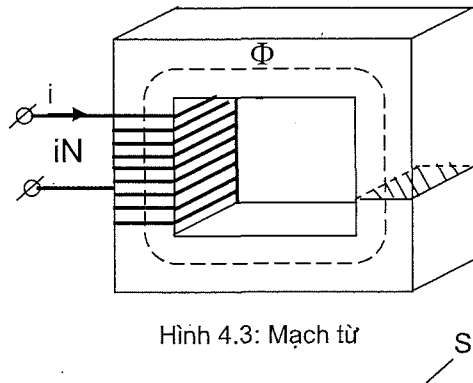
Trong đó:

- l_i : là chiều dài của nhánh từ t- ứng (m).
- S_i : tiết diện của nhánh từ đó (m^2).
- μ_i : là từ thẩm vật liệu từ của nhánh từ t- ứng (H/m).

Ví dụ:

Mạch từ đ- ợc trình bày nh- (hình 4.3). Lõi đ- ợc làm từ vật liệu từ có độ từ thẩm μ lớn hơn rất nhiều với từ thẩm của chân không μ_0 với: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ (H/m).

Lõi có tiết diện không đổi và đ- ợc kích từ bởi cuộn dây có N vòng dây, trong đó chảy dòng điện I (A). Cuộn dây N sẽ sinh ra từ tr- ờng trong lõi thép và đ- ợc biểu diễn trong (hình 4.3).



Hình 4.3: Mạch từ

Từ thông Φ đi qua bề mặt S bằng tích phân mặt của các thành phần pháp tuyến của từ cảm B . Như vậy.

$$\Phi = \int B \cdot dS \quad (4.6)$$

Trong hệ đo lường SI, từ thông Φ có thứ nguyên là weber (wb).

Khi từ cảm là đồng nhất bên trong một mặt cắt bất kỳ của lõi thép, phương trình trên có thể được biểu diễn:

$$\Phi_i = B_i \cdot S_i \quad (4.7)$$

Trong đó:

- Φ_i : từ thông trong lõi thép.
- B_i : từ cảm.
- S_i : là tiết diện của lõi thép.

Từ phương trình $\int_c H \cdot dL = \int_s J \cdot dS$, quan hệ giữa sức từ động và cường độ từ trường H có thể được biểu diễn:

$$F = NI = \int \vec{H} \cdot d\vec{l} \quad (4.8a)$$

Lõi thép có độ dài trung bình chính bằng chiều dài khép kín của đường sức từ bất kỳ l_i .

Kết quả là tích phân đường (4.8) trở thành tích của các đại lượng vô hướng H_i , l_i . Từ phương trình (4.8a) có thể viết lại:

$$F = NI = H_i l_i \quad (4.8b)$$

Với H_i là giá trị trung bình phần thực của vectơ H trong lõi thép. Chiều của H_i trong lõi thép đ-ợc xác định theo quy tắc bàn tay phải, nó có thể đ-ợc biểu diễn bằng hai cách t-ơng tự nh- nhau. Hãy hình dung rằng có một vật dẫn điện đặt trong bàn tay phải, ngón tay cái chỉ chiều của từ tr-ờng H_i . Hoàn toàn t-ơng tự nếu nh- cuộn dây trong hình vẽ (hình 4.3) đ-ợc nắm bởi bàn tay phải, khi đó các ngón tay chỉ chiều dòng điện và ngón tay cái sẽ chỉ chiều từ tr-ờng.

Trong mỗi nhánh từ của mạch từ, quan hệ giữa từ cảm B_i (T) và c-ờng độ từ tr-ờng H_i (A/m) đ-ợc biểu diễn bằng đ-ờng cong từ hóa $B = f(H)$ của vật liệu từ nhận đ-ợc từ thực nghiệm. Đối với các vật liệu phi từ tính nh- đồng nhôm, đồng v.v..., các vật liệu cách điện nh- Fibre, bakelite v.v... và không khí, quan hệ này đ-ợc biểu diễn nh- sau:

$$B = \mu_0 \cdot H. \quad (4.9)$$

Với μ_0 là từ thẩm của chân không (H/m).

Trong mạch từ ta phân biệt các từ thông sau:

- ◆ Từ thông làm việc Φ_{lv} là từ thông đi qua khe hở không khí chính của mạch từ.
- ◆ Từ thông rò Φ_{δ} là từ thông không đi qua khe hở không khí chính của mạch từ mà khép kín theo các đ-ờng khác.
- ◆ Từ thông tổng Φ_0 , là tổng của hai từ thông Φ_{lv} và Φ_{δ} và th-ờng đi qua phần gông của mạch từ (hình 4.3).

Tỷ số giữa từ thông tổng và từ thông làm việc đ-ợc định nghĩa là hệ số rò δ của một mạch từ cho tr-ớc:

$$\delta = \frac{\Phi_0}{\Phi_{lv}} = \frac{\Phi_{lv} + \Phi_{\delta}}{\Phi_{lv}} = 1 + \frac{\Phi_{\delta}}{\Phi_{lv}}. \quad (4.10)$$

Khi tính toán mạch từ th-ờng gặp hai dạng bài toán cơ bản sau đây.

❖ Bài toán thuận với nội dung nh- sau: 1.

Cho tr-ớc từ thông Φ hoặc từ cảm B và hình dạng, kích th-ớc của mạch từ, cần xác định sức từ động cần thiết để sinh ra từ thông đó.

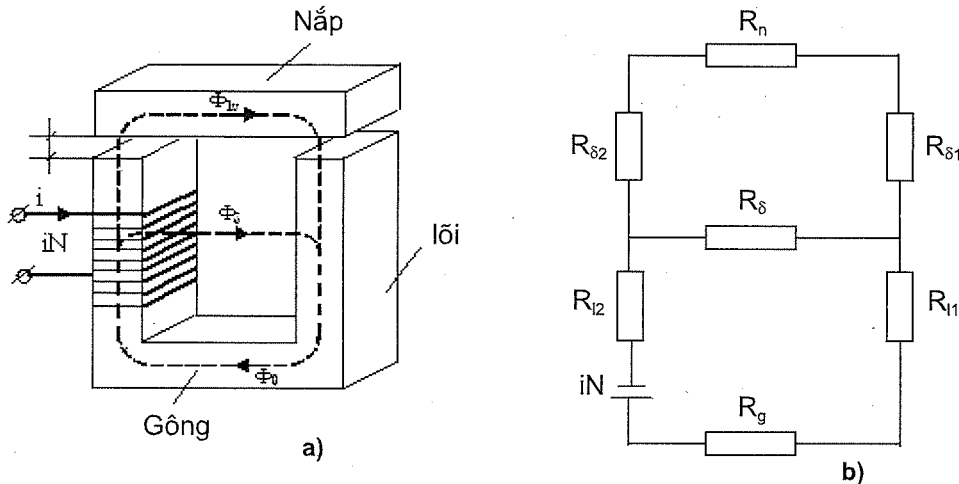
❖ Bài toán ngược nh-õc phát biểu nh-õc sau:

Cho tr-ớc sức từ động hình dạng, kích th-ớc và vật liệu của mạch từ, cần xác định giá trị các từ thông trong mạch từ.

2) Sơ đồ thay thế của mạch từ:

Sự tương tự giữa mạch từ và mạch điện cho phép ta xây dựng sơ đồ thay thế của mạch từ. Trong đó sức từ động của mạch từ sẽ tương ứng với sức điện động của mạch điện, từ thông Φ tổng tương tự với cường độ dòng điện I , từ trở R_m tương tự với điện trở R , tổng trở từ Z_m tương tự với tổng trở điện Z v.v...

Xét một mạch từ điển hình:



Hình 4.4: a. Mạch từ
b. Sơ đồ thay thế

Cùng với sơ đồ thay thế của nó được biểu diễn như trong hình (hình 4.4), trong đó R_n là từ trở của nắp mạch từ; R_{δ} là từ trở của khe hở không khí δ , nó thường được biểu diễn trong sơ đồ thay thế bằng giá trị nghịch đảo gọi là từ đảo gọi là từ dẫn của khe hở không khí G_{δ} ; R_l từ trở của lõi mạch từ và R_g từ trở của gông mạch từ. Ở đây không biểu diễn bề dày của mạch từ, mà đối với mạch từ thực tế bất kỳ luôn tồn tại, vì vậy cần phải hiểu là ở tất cả các phần của mạch từ như nắp, gông, lõi đều phải kể đến tiết diện của chúng.

Đối với các mạch từ xoay chiều (AC) vì có sự xuất hiện của các tổn hao trong lõi thép (tổn hao do từ trễ và do dòng điện Foucault) nên thay vì các từ trở R_n , R_l , R_g ta phải biểu diễn bằng các tổng trở từ tương ứng Z_n , Z_l , Z_g .

Ngoài ra để tránh các loại ký hiệu chồng chéo lên nhau, khi biểu diễn các đại lượng từ trong các sơ đồ thay thế ta đã cố ý bỏ đi các ký hiệu mạch đã biểu diễn các công thức trên.

3) Mạch từ xoay chiều:

a) Mạch từ xoay chiều (AC), không xét tới từ trở của lõi thép.

Mạch từ xoay chiều có đặc điểm khác mạch từ một chiều:

❖ Dòng điện trong cuộn dây xoay chiều phụ thuộc tổng trở của nó.

$$I = \frac{U}{Z}. \quad (4.13)$$

Với: $Z = \sqrt{r^2 + (\omega L)^2}$.

Trong đó:

- r: điện trở của cuộn dây. (Ω).
- ω : Tần số góc của nguồn điện (s^{-1}).
- L: Hệ số tự cảm của cuộn dây (H)

$$L = N^2 \cdot G. \quad (4.14 \text{ a})$$

$$L = \frac{IN^2 \cdot G\delta}{I} + \frac{IN^2}{3I} \cdot g \cdot l = N^2 \left[G\delta + \frac{g \cdot l}{3} \right]. \quad (4.14 \text{ b})$$

$$L = \frac{\psi}{I} = \frac{\psi_{lv} + \psi_{\delta}}{I}. \quad (4.14 \text{ c})$$

Trong đó:

N: số vòng dây của cuộn dây.

G: Từ dẫn của mạch từ (H).

ψ : Từ thông móc vòng.

I: Dòng điện

Khi không xét đến từ trở của lõi thép thì: $G \approx G \cdot \delta$ vì vậy.

$$I = \frac{U \cdot \delta}{\omega \cdot N^2 \cdot S \cdot \mu_0}. \quad (4.15)$$

Trong đó:

S: là tiết diện lõi từ (m^2).

δ : độ lớn của khe hở không khí.

Để thấy rằng trong biểu thức 3 khi $U = \text{Const}$ thì dòng điện I chủ yếu phụ thuộc vào độ lớn của khe hở không khí δ và phụ thuộc này là theo tỷ lệ thuận.

❖ Đối với mạch từ xoay chiều, khi khe hở không khí δ tăng lên dẫn đến sự tăng theo của từ trở mạch từ và ngược lại. nh- ng đồng thời dòng điện trong cuộn dây cũng tăng lên có nghĩa là sức từ động ($F = IN$) của mạch từ cũng tăng lên, ta

thấy rằng từ thông trong mạch từ lúc này bị tác động của hai yếu tố thứ nhất khi từ trở tăng nó có xu hướng bị giảm xuống, đồng thời sức từ động F tăng nó có xu hướng. Tổng hợp hai yếu tố này lại ta thấy rằng từ thông không thay đổi nhiều khi khe hở không khí δ biến đổi.

❖ Đối với mạch từ xoay chiều cuộn dây điện áp, số vòng dây N có quan hệ chặt chẽ tới giá trị từ thông Φ trong mạch từ và điện áp U .

$$N = \frac{U}{4,44 \cdot f \cdot \Phi_m} \quad (4.16)$$

Trong đó:

f : tần số của nguồn điện (Hz).

Φ_m : giá trị biên độ của từ thông xoay chiều trong mạch từ (wb).

Từ đó ta thấy rằng khi $U = \text{const}$ và $\Phi_m = \text{const}$ thì N là đại lượng xác định.

Khi cuộn dây trong mạch từ là cuộn dây dòng, dòng điện chảy qua cuộn dây phụ thuộc vào phụ tải, số vòng dây của nó được xác định bởi:

$$N = \frac{F}{I} \quad (4.17)$$

❖ Vì có tổn hao trong lõi thép và trong vòng ngắn mạch của mạch từ xoay chiều, nên từ thông Φ không cùng pha với sức từ động cuộn dây.

Từ thông tổng và các thành phần của nó chảy trong các nhánh từ khác nhau có thể lệch pha với nhau. Sự chênh lệch pha này là do tổng trở từ của mỗi nhánh có thể khác nhau.

Sự lệch pha giữa từ thông và sức từ động cho thấy rằng trong thành phần của tổng trở từ của mạch từ xoay chiều có sự hiện diện của từ kháng X .

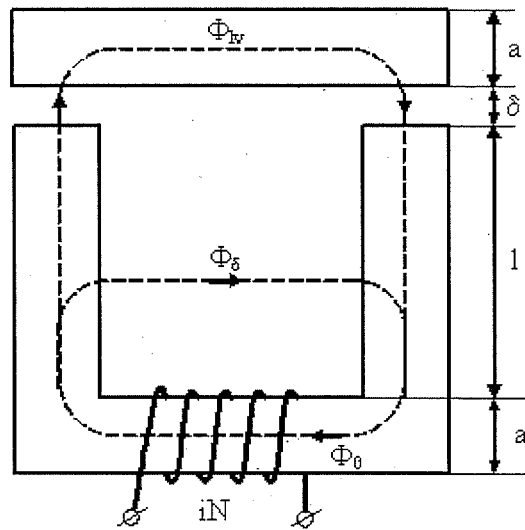
Từ kháng là do tổn hao trong mạch từ sinh ra.

❖ Lực hút điện từ xoay chiều có dạng đập mạch với tần số gấp đôi tần số của nguồn điện. Vì vậy xuất hiện hiện tượng rung nắp mạch từ xoay chiều khi nó vận hành. Để làm giảm hiện tượng rung này có thể sử dụng biện pháp đặt vòng ngắn mạch ôm lấy một phần cực từ của nó.

Xét mạch từ xoay chiều có cuộn dây đặt trên gông nh- hình (hình 4.5).

Bài toán được đặt ra nh- sau:

Cho tr-ớc điện áp cuộn dây xoay chiều U , hình dạng và kích th-ớc mạch từ, từ thông làm việc Φ_{lv} . Hãy xác định dòng điện I chảy trong cuộn dây đó bỏ qua từ trở của lõi thép mạch từ.



Hình 4.5: mạch từ xoay chiều có cuộn dây đặt trên gông

Giai

- Sức từ động của cuộn dây có thể đ-ợc xác định từ:

$$\sqrt{2}.I.N = \frac{\Phi_{lv}}{G\delta} \quad (4.18)$$

$G\delta$ là tổng từ dẫn của hai khe hở không khí trong mạch từ và có công thức tính nh- sau:

$$G\delta = \mu_0 \frac{S}{\delta} \quad (4.19)$$

Từ thông rò Φ_δ đ-ợc xác định từ giá trị từ dẫn rò quy đổi:

$$\Phi_\delta = \sqrt{2}N.g.I \quad (4.20)$$

Từ thông tổng:

$$\Phi_0 = \Phi_{lv} + \Phi_\delta = \sqrt{2}.I.N.(G\delta + g.l) \quad (4.19)$$

Số vòng dây:

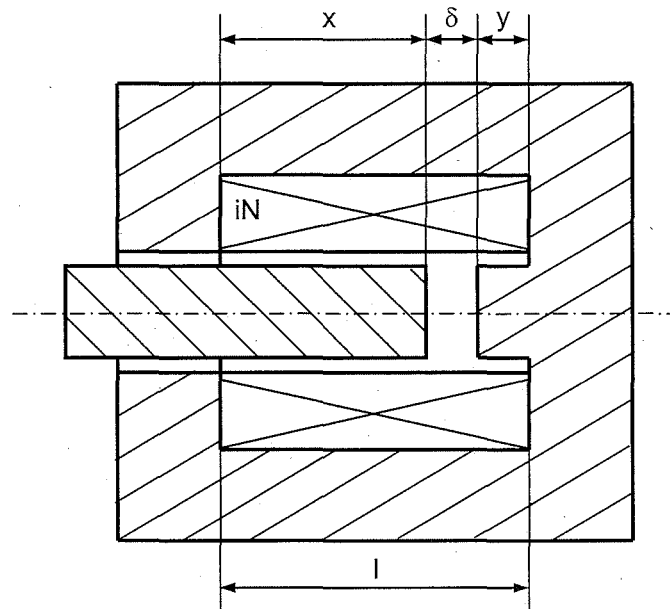
$$N = \frac{U}{4,44.f.\Phi_{0m}} \quad (4.20)$$

Từ (4.18) và (4.19) xác định đ-ợc giá trị dòng điện:

$$I = \frac{4,44.f.\Phi_{0m}}{\sqrt{2}.U.(G\delta + g.l)} = \frac{\omega\Phi_{0m}^2}{2U(G\delta + g.l)} \quad (4.21)$$

Trong tr- ờng hợp, khi mạch từ có cuộn dây đặt trên lõi, thì trình tự giải không có gì khác, tuy nhiên cần l- u ý tới việc xác định đúng giá trị từ dẫn rò quy đổi G_{δ} .

Đối với mạch từ kiểu Solenoide nh- hình (hình 4.6). Với bài toán cho tr- ớc giá trị từ thông Φ_{lv} và số vòng dây N của cuộn dây xác định theo trình tự sau:



Hình 4.6: mạch từ kiểu Solenoide

- Tính sức từ động cuộn dây kích thích:

$$\sqrt{2}.I.N = \frac{\Phi_{lv}}{G_{\delta}}$$

- Từ thông tổng, móc vòng với tất cả các cuộn dây bằng:

$$\Phi_0 = \Phi_{lv} + \Phi_{\delta x} + \Phi_{\delta y} = \sqrt{2}.I.N(G_{\delta} + g \frac{x^3 + y^3}{3l^2})$$

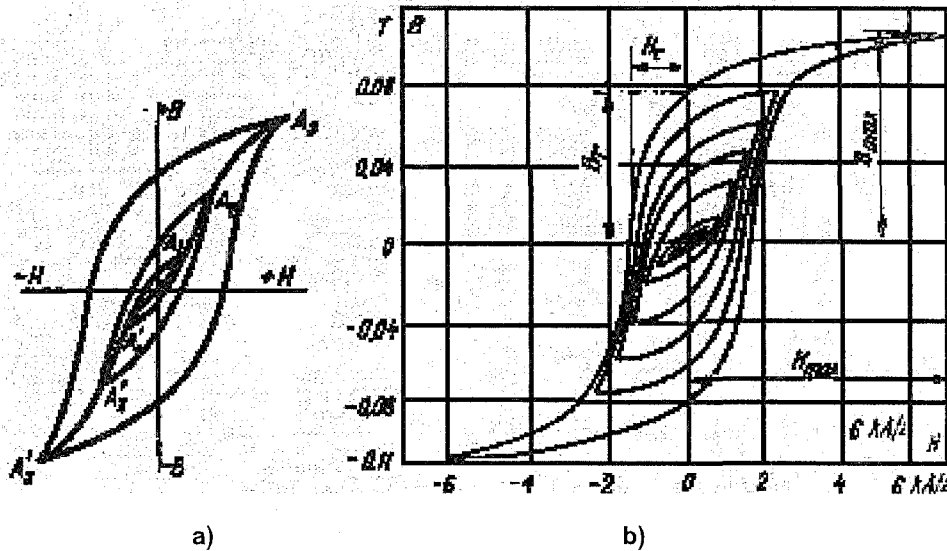
- Số vòng dây:

$$N = \frac{U}{4,44.f.\Phi_{0m}} = \frac{UG_{\delta}}{4,44.f.\Phi_{lv} \left[G_{lv} + g \frac{x^3 + y^3}{3l^2} \right]}$$

- Dòng điện cuộn dây.

$$I = \frac{\Phi_{lv}}{\sqrt{2}.N.G_{\delta}}$$

Ta cũng có thể tính toán bằng cách là mạch từ đ-ợc chia nhỏ ra thành các đoạn $l_1, l_2, v.v....$ có cùng một tiết diện trên toàn bộ chiều dài của nó, tức là phải chịu một từ tr-ờng giống hệt nhau. Kế tiếp ta xác định cảm ứng từ $B = \frac{\Phi}{S}$ trên mỗi đoạn và ta tìm c-ờng đ-ộ t-ơng ứng của tr-ờng từ theo các đ-ờng cong từ hóa tự nhiên (hình 4.7)



Hình 4.7: a) Các chu trình từ trễ và đ-ờng cong từ hóa tự nhiên
b) Vòng từ trễ (mắc từ trễ) ở một số giá trị giới hạn khác nhau của lực từ

C-ờng đ-ộ từ tr-ờng trong khe hở hay trong vật liệu không từ sẽ đ-ợc tính theo công thức:

$$H_0 = \frac{B_0}{\mu_0} \approx 0,8 \cdot 10^6 B_0$$

Ở đây: H_0 đ-ợc xác định bằng A/m),

B_0 : bằng tesla.

Hay $H_0 = 0,8 \cdot B_0$ nếu H_0 đ-ợc xác định bằng A/cm và B_0 bằng gauss.

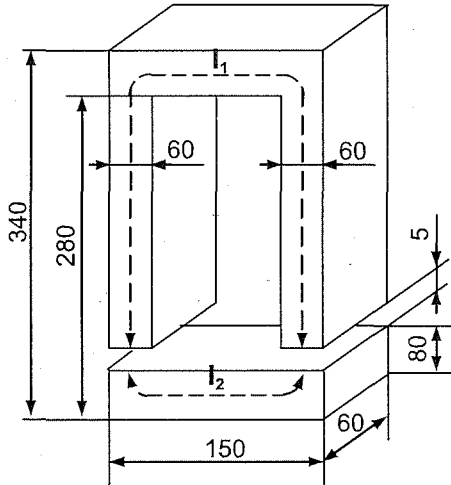
Theo lý thuyết của Ampe, tổng số của các từ áp trên tất cả các đoạn của mạch từ là bằng với dòng tổng.

$$H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_0 l_0 + \dots = I \omega.$$

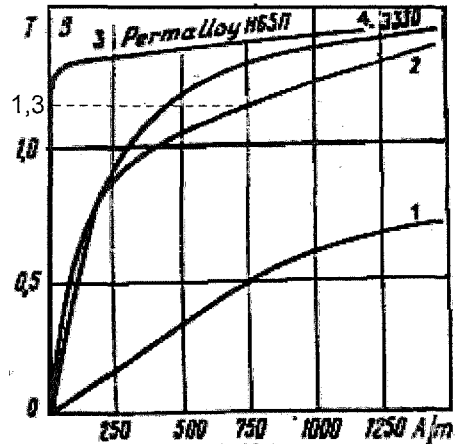
Ví dụ:

Cần bao nhiêu vòng dây quấn trên lõi (hình 4.8) d-ới đây để có một từ thông $47 \cdot 10^{-4} \text{Wb}$, giả thiết rằng dòng điện trong cuộn dây là 25A và phần phía trên của lõi đ-ợc làm bằng thép 330 và phần phía d-ới làm bằng thép khuôn?

Đoạn đầu trên của ba đoạn bằng thép $\sigma 330$ có chiều dài 540 (0,54m) và tiết diện $S_1 = 36\text{cm}^2$ (0,0036 m²), đoạn thứ hai bằng thép khuôn có $l_2 = 17$ cm (0,17m) và $S_2 = 48\text{cm}^2$ (0,0048m²), đoạn thứ ba đ-ợc tạo nên bởi một khe hở $l_0 = 5 \times 2 = 10$ mm (0,01m) và $S_0 = 36\text{cm}^2$ (0,0036m²).



Hình 4.8: Mạch từ của ví dụ



Hình 4.9: Đ-ờng cong từ hóa thép $\sigma 330$ (đ-ờng số 2)

Bài giải:

Cảm ứng từ trong các đoạn thứ nhất, hai và thứ ba là:

$$B_1 = \frac{\Phi}{S_1} = \frac{47 \cdot 10^{-4}}{36 \cdot 10^{-4}} = 1,3T$$

$$B_2 = \frac{\Phi}{S_2} = \frac{47 \cdot 10^{-4}}{48 \cdot 10^{-4}} = 0,98T$$

$$B_0 = \frac{\Phi}{S_0} = \frac{47 \cdot 10^{-4}}{36 \cdot 10^{-4}} = 1,3T$$

Theo đ-ờng cong từ hóa tự nhiên đối với thép $\sigma 330$ (Hình 4.9) ta thấy rằng cảm ứng từ 1,3T t-ơng ứng với c-ờng độ từ tr-ờng 750A/m.

- Từ áp trên đoạn thứ nhất là:

$$U_{m1} = H_1 l_1 = 750 \times 0,54 = 405 \text{ A.}$$

- C-ờng độ từ tr-ờng trên đoạn thứ hai là:

$$H_2 = 400 \text{ A/m}$$

- Từ áp trên đoạn thứ hai là:

$$U_{m2} = H_2 l_2 = 400 \times 0,17 = 68 \text{ A.}$$

- Cường độ từ trường trong khe hở là:

$$H_0 = 0,8 \cdot 10^6 \cdot B_0 = 0,8 \cdot 10^6 \times 1,3 = 1,04 \cdot 10^6 \text{ A/m}$$

- Từ áp trong khe hở là:

$$U_{m0} = H_0 l_0 = 1,04 \cdot 10^6 \times 0,01 = 10400 \text{ A.}$$

- Sức từ động là:

$$F_m = U_{m1} + U_{m2} + U_{m0} = 405 + 68 + 10400 = 10873 \text{ A.}$$

- Số vòng của cuộn dây là:

$$\omega = \frac{F_m}{I} = \frac{10873}{25} = 435 \text{ vòng.}$$

4.3. Hồ hỏng thông gặp:

Các loại vật liệu dẫn từ được sử dụng để chế tạo các mạch từ của các thiết bị điện, máy điện và khí cụ điện, nên khi sử dụng lâu ngày sẽ bị hỏng và ta thường gặp các dạng hỏng sau:

+ Hồ hỏng do ăn mòn kim loại

Đa phần chúng là các chất sắt từ và các hợp chất sắt từ nên chúng cũng bị tác dụng của môi trường xung quanh và tác dụng đó diễn ra dưới hai hình thức ăn mòn, ăn mòn hóa học và ăn mòn điện hóa như những kim loại khác mặc dầu trên bề mặt chúng có sơn lớp sơn cách điện.

+ Hồ hỏng do nhiệt:

Trong quá trình làm việc do xảy ra các hiện tượng quá điện áp, do bị ngắn mạch nên các cuộn dây đặt trên mạch từ bị cháy nên làm hỏng các mạch từ.

+ Hồ hỏng do biến hóa của kim loại:

Dưới tác dụng của thời gian và môi trường làm cho các tính chất của vật liệu từ thay đổi.

+ Hồ hỏng do các lực tác động bên ngoài:

Dưới tác dụng của ngoại lực làm cho các vật liệu từ bị biến dạng hoặc bị hỏng.

+ Dôi lệch của nhiệt độ

Khi nhiệt độ tăng lên (khoảng 125°C) các vật liệu có từ tính sẽ mất từ tính.

4.4. Một số vật liệu dẫn từ thông dụng:

Trong kỹ thuật điện thông thường sử dụng các loại vật liệu dẫn sắt từ sau đây:

4.4.1. Vật liệu sắt từ mềm:

Vật liệu từ mềm có độ từ thẩm cao, lực kháng từ và tổn hao từ trễ nhỏ. Được dùng để chế tạo mạch từ của các thiết bị điện, đồ dùng điện. Đặc điểm của loại vật liệu này là độ dẫn từ lớn, tổn hao bé.

Các vật liệu chính là:

1) Sắt (thép cacbon thấp).

Nhìn chung sắt thép chứa một lượng nhỏ tạp chất, như là cacbon, sulfur, mangan, silic, và các nguyên tố khác làm yếu đi những tính chất từ tính của nó. Bởi vì điện trở suất của nó tương đối thấp, thép thép phần lớn chỉ dùng cho các lõi từ. Nó thông thường được làm bằng sắt đúc tinh chế trong các lò luyện kim hoặc lò thổi với tổng lượng chứa (0,08 – 0,1)% tạp chất. Vật liệu này được biết đến với cái tên là thép armco được sản xuất theo nhiều cấp độ khác nhau.

Thép điện cacbon thấp, hoặc tấm điện, một trong những loại khác nhau của thép thép, độ dày của tấm từ 0,2 đến 4mm, không chứa trên 0,04% cacbon và không quá 0,6% của các nguyên tố khác. Độ từ thẩm cao nhất đối với những loại thép khác nhau không trên mức 3500 ÷ 4500, lực kháng từ tương ứng không cao hơn (100 ÷ 62)A/m...

Sắt đặc biệt tinh khiết được sản xuất bằng cách điện phân trong dung dịch của sulfat sắt hay clorua sắt. Nó chứa 0,05 tạp chất.

Vì có điện trở tương đối thấp nên sắt tinh khiết kỹ thuật được sử dụng tương đối ít, chủ yếu làm mạch từ từ thông không đổi.

Bảng 4.1: Các thành phần hóa học và các tính chất từ của một vài loại sắt.

Vật liệu	Tạp chất (%)		Các tính chất từ		
			Độ từ thẩm		Lực kháng từ HC (A/m)
	C	O ₂	Ban đầu μ_{\min}	Lớn nhất μ_{\max}	
Sắt thép	0,02	0,06	250	7000	64
Sắt điện phân	0,02	0,01	600	15000	28
Sắt cacbonyl	0,005	0,005	3300	21000	6,4
Sắt điện phân nóng chảy trong chân	0,01	-	-	61000	7,2

không					
Sắt tinh chế trong hydro	0,005	0,003	6000	200000	3,2
Sắt tinh chế cao trong hydro	-	-	20000	340000	2,4
Tinh chế đơn của sắt tinh khiết nhất đ-ợc ủ ram trong hydro	-	-	-	1430000	0,8

2) Thép kỹ thuật niên

a. Tính chất:

Từ những lá thép cacbon thấp có thành phần C < 0,04% và các tạp chất khác nhỏ hơn 0,6%, có trị số từ thấm t-ơng đối từ 3500 ÷ 4500, c-ờng độ từ tr-ờng khử từ (64÷96)A/m.

Ng-ời ta đ-a thêm silic vào thành phần của những lá thép này. Hàm l-ợng silic này dùng để hạn chế tổn hao do từ trễ và tăng điện trở của thép để giảm tổn hao do dòng điện xoáy. Nếu thành phần silic nhiều (trên 5%) thì làm tăng độ dòn, giảm độ dẻo nên vật liệu rất khó gia công.

Tùy theo thành phần silic có trong thép nhiều hay ít mà tính chất từ thay đổi khác nhau. Thép có hàm l-ợng silic cao chủ yếu làm mạch từ cho máy biến áp. Thép có hàm l-ợng silic rất nhỏ đ-ợc dùng làm mạch từ trong tr-ờng hợp từ thông không đổi.

b. Phân lo i.

- Theo thành phần ta có: sắt kỹ thuật; thép silic.
- Theo công nghệ chế tạo ta có 2 loại: thép cán nóng và thép cán nguội.

Trong thép cán nóng và thép cán nguội ta có:

- + Thép đẳng h-ớng: có tính năng từ tính tốt hơn th-ờng dùng làm lõi thép máy biến áp.
- + Thép vô h-ớng: th-ờng dùng trong máy điện quay.

c. Giải th ch k hiệu:

Nếu lá thép kỹ thuật điện có hàm l-ợng C < 0,4% và tạp chất < 0,6% ta gọi là sắt kỹ thuật.

Th p silic: có ký hiệu bằng chữ \wp và các con số.

Ví dụ:

- + $\wp 11$, $\wp 12$, $\wp 13$.

- + 21, 22.
- + 31, 32.
- + 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48.
- + 310, 320, 330, 330A, 340, 370, 380.
- + 1100, 1200, 1300, 3100, 3200.

Trong đó:

- ❖ Con số thứ nhất chỉ hàm l- ợng gần đúng của silíc theo phần trăm; khi tăng hàm l- ợng silíc, khối l- ợng riêng giảm và điện trở suất của nó tăng lên.
- ❖ Con số thứ hai đặc tr- ng cho tính chất điện và từ của thép.
 - + Các con số 1, 2, 3 đảm bảo suất tổn hao xác định khi từ hoá lại ở tần số Pécmaloi(50Hz) và cảm ứng từ trong từ tr- ờng mạnh.
 - + Chữ A ký hiệu suất tổn hao rất thấp.
 - + Số 4 cho biết thép đ- ợc định mức tổn hao khi từ hóa ở tần số 400Hz và cảm ứng từ trong từ tr- ờng trung bình.
 - + Thép có ký hiệu số 5, 6 dùng trong từ tr- ờng yếu từ (0,002÷ 0,008)A/cm và trị số μ_{bd} của chúng đ- ợc đảm bảo.
 - + Con số 7, 8 chỉ đặc điểm chủ yếu của độ từ thẩm trong c- ờng độ từ tr- ờng trung bình từ (0,03 ÷10)A/cm.
 - + Con số 0 thứ 3 chỉ thép đ- ợc cán nguội (thép có thớ).
 - + Có hai số 0 liên tiếp là thép đ- ợc cán nguội và ít thớ.

Bảng 4.2: ảnh h- ớng của hàm l- ợng silíc đến tính chất của thép lá kỹ thuật điện.

Con số thứ nhất của Nhãn hiệu thép	Mức hợp kim hóa silíc của thép	Hàm l- ợng Si, [%]	Khối l- ợng riêng, [g/cm ³]	Điện trở suất [Ω.mm ² /m]
1	Hợp kim hóa yếu	0,8 - 1,8	7,80	0,25
2	Hợp kim hóa trung bình	1,8 - 2,8	7,75	0,40
3	Hợp kim hóa tăng cao	2,8 - 3,8	7,65	0,50
4	Hợp kim hóa cao	3,8 - 4,8	7,55	0,60

d. Công dụng:

- Thép với hàm l- ợng silic cao chủ yếu dùng để làm lõi thép máy biến áp mà ta th- ờng gọi là tôn silic.

- Thép có thớ đ- ẳng h- ớng: có tính năng từ tính tốt hơn th- ờng dùng làm lõi thép máy biến áp. Sử dụng các thép này làm máy biến áp điện lực giảm đ- ợc trọng l- ợng và kích th- ớc.

- Thép có thớ vô h- ớng: th- ờng dùng trong máy điện quay.

Các kích th- ớc th- ờng dùng nhất của thép kỹ thuật điện đ- ợc cho trong bảng

Bảng 4.3: Kích th- ớc th- ờng dùng của thép kỹ thuật điện

Kích th- ớc	Đơn vị đo	Trị số th- ờng dùng nhất
Dày	mm	0,1; 0,2; 0,35; 0,5, 1
Rộng	m	0,24; 0,6; 0,7; 0,75; 0,86; 1
Dài	m	0,72; 1,2; 1,34; 1,5; 1,75; 2

Các tiêu chuẩn quy định tính chất điện và từ đối với các nhãn hiệu thép kỹ thuật điện là:

- Cảm ứng từ (ký hiệu bằng chữ B với con số chỉ c- ờng độ từ tr- ờng t- ơng ứng tính theo A/cm);

- Tổng suất tổn hao công suất dòng điện xoay chiều tính bằng W trên 1kg thép đặt trong từ tr- ờng xoay chiều, đ- ợc ký hiệu bằng chữ P với con số ở dạng phân số; tử số giá trị biên độ cảm ứng từ tính theo kilôgam, mẫu số là tần số tính bằng héc.

Bảng 4.4: Giá trị giới hạn cảm ứng từ và suất tổn hao thép kỹ thuật điện.

Nhãn hiệu thép	Bề dày (mm)	B ₂₅ – B ₃₀₀ k.gauss, không nhỏ hơn	P _{10/50} – P _{15/50} , W/kg, không lớn hơn	B ₅ – B ₂₅ k.gauss, không nhỏ hơn	P _{7,5} + P _{10/400} , W/kg, không lớn hơn
↻ 11- ↻ 43A (Cán nóng)	0,35 – 1	14,4 – 20	0,9 – 14,4	–	–
↻ 1100- ↻ 3200	0,5	14,8 – 20	1,5 – 7,5	–	–
↻ 310- ↻ 330A	0,35 –	17,5 – 20	0,5 – 2,45	–	–

	0,5				
↻44 - ↻430	0,1 – 0,35	–	–	11,9 – 17	6 – 19

Bảng 4.5: Giá trị cảm ứng từ của một số loại thép kỹ thuật điện.

Nhãn hiệu thép	Bề dày (mm)	$B_{0,002} - B_{0,009}$ gauss, không nhỏ hơn	$B_{0,1} - B_{10}$ gauss, không nhỏ hơn
↻45 và ↻46	0,2 – 0,35	1,2 – 8,8	–
↻47 và ↻48	0,2 – 0,35	–	0,3 – 1,3
↻370 và ↻380	0,2 – 0,5	–	1,4 – 1,7

3) P cmaloi: (permallois) là hợp kim của sắt - niken có độ từ thẩm ban đầu rất lớn trong từ trường yếu, bởi vì chúng không có hiện tượng dị hướng và từ giảo.

Pécmalôi được chia làm 2 loại:

+ **Loại nhiều niken:** (72÷80)%Ni được dùng làm lõi cuộn cảm có kích thước từ nhỏ, mạch từ trong máy biến áp âm tần nhỏ, mạch từ trong máy biến áp xung và trong các máy khuếch đại từ.

+ **Loại ít niken:** (40÷50)%Ni có cường độ từ cảm bão hòa lớn hơn gấp 2 lần loại có nhiều niken. Được dùng làm mạch từ cho máy biến áp điện lực, lõi cuộn cảm và các dụng cụ có mật độ từ thông cao.

Các tính chất của Pécmaloi được cho trong bảng 4.6.

Bảng 4.6: Tính chất của các loại Pécmaloi.

Các hợp chất	Nhãn hiệu	Đặc tính của hợp kim	Bề dày (mm)	$\mu_{bđ}$	μ_{nax}	H_k đcste t	B_{max} k.gau ss	$\rho,$ $\Omega.mm^2/m$
Pécmaloi nhiều niken	79HM	Hợp kim có độ từ thẩm cao và điện trở suất cao	0,02	1400	60000	0,01	7	0,55
	88HX C		đến 2,5	0 đến 5000 0	đến 30000 0	đến 0,06	đến 7,5	đến 0,63
Pécmal	45H,	Hợp kim có	0,02	400	12000	0,1	9,5	0,25

oi ít Niken	50H, 50HII , 60HII , 38HC , 42HC ,50H CX	độ từ thẩm đ- ọc nâng cao, từ cảm bảo hòa, điện trở suất đ- ọc nâng cao và cao	đến 2,5	đến 3200	đến 10000 0	đến 0,45	đến 15	đến 0,9
Alusife	-	Hợp kim giòn, độ từ thẩm cao và điện trở suất cao	-	2000 0	11700 0	0,02 2	11	0,81

4) Alusife:

Hợp kim sắt với silic và nhôm có tên gọi là alusife. Thành phần tốt nhất của alusife là 9,5% Si, 5,6% Al. còn lại là Fe. Hợp kim này có đặc tính cứng và giòn, nh- ng cũng có thể chế tạo ở dạng đúc định hình. Các tính chất cho trong bảng 4.6.

Các sản phẩm chế từ alusife nh- : màn từ, thân các dụng cụ v.v...đ- ọc chế tạo bằng ph- ơng pháp đúc với thành của chi tiết không mỏng hơn (2-3) mm vì hợp kim này giòn. Điều này làm hạn chế rất nhiều khi sử dụng vật liệu này. Vf vật liệu này giòn nên có thể nghiền thành bột để sản xuất lõi ép cao tần.

5) Ferit: là những vật liệu sắt từ nó là bột các oxýt sắt, kẽm và một số vật liệu ở dạng mịn, có thể định dạng theo ý muốn thông qua công nghệ kết dính và đôn kết dính các bột kim loại. Ferit có điện trở suất rất lớn nên dòng điện xoáy chạy trong đó rất nhỏ. Dùng làm mạch từ của các cuộn dây trong máy móc điện tử, máy khuếch đại tần số . . .

4.4.2. Vốt liệu s t từ cứng:

Các vật liệu sắt từ cứng th- ờng có tổn hao do từ trễ lớn, c- ờng độ từ tr- ờng khử từ cao, độ từ thẩm nhỏ hơn so với vật liệu sắt từ mềm.

Tùy theo thành phần trạng thái và ph- ơng pháp chế tạo các vật liệu sắt từ cứng đ- ọc chia làm nhiều loại:

- Thép hợp kim hóa, đ- ọc tôi đến trạng thái máctenxít.

- Các hợp kim từ cứng. alni, alnisi, alnico, macnico...

- Các nam châm dạng bột.

Là loại có độ dẫn từ thấp hơn, có từ d- lớn, nh- ng có khả năng luyện từ, chủ yếu dùng để chế tạo nam châm vĩnh cửu trong máy điện, trong các cơ cấu đo. Vật liệu chủ yếu là thép cacbon, thép crom, thép vonfram, thép coban .

1) Hợp kim làm nam châm vĩnh cửu:

a. Thép hợp kim hóa đ- ợc tải đến trạng thái mactenxit:

Là loại thép đ- ợc hợp kim hoá với các chất nh- : vonfram, crôm, molipden, coban. Loại thép này là vật liệu đơn giản và dễ kiếm nhất để làm nam châm vĩnh cửu. Thành phần và tính chất của thép này cho trong bảng. Các tính chất cho trong bảng (bảng4.6.) đ- ợc đảm bảo đối với thép mactenxit sau khi nhiệt luyện đặc biệt đối với từng loại một và sau đó đ- ợc ổn định trong nước sôi 5 giờ.

b. Các hợp kim từ cứng.

Th- ờng đ- ợc gọi là hợp kim aluni: (Al - Ni - Fe) Loại này có năng lượng từ lớn. Nếu cho thêm coban hoặc silic thì tính chất từ của hợp kim tăng lên. Hợp kim aluni, nếu cho thêm silic gọi là alunisi, nếu cho thêm coban gọi là alunico.

Nếu trong hợp kim alunico có hàm lượng coban là lớn nhất ta gọi là macnico.

Bảng4.7: Thành phần và tính chất thép mactenxit làm nam châm vĩnh cửu.

Nhãn hiệu	Thành phần hóa học %					Các tính chất từ (không nhỏ hơn)	
	C	Cr	VV	Co	Mo	Cảm ứng từ d- B _d k.gauss	Lực kháng từ H _k oerstet
EX	0,95 đến 1,10	1,30 đến 1,60	-	-	-	9,0	58
EX3	0,90 đến 1,10	2,80 đến 3,60	-	-	-	9,5	60
E7B6	0,68 đến 0,78	0,30 đến 0,50	5,20 đến 6,20	-	-	10,0	62
EX5K5	0,90 đến 1,05	5,50 đến 6,50	-	5,50 đến 6,5	-	8,5	100
EX9K15M	0,90 đến 1,05	8,0 đến 10,0	-	13,5 đến 16,5	1,20 đến 1,70	8,0	170

Tất cả các hợp kim trên đều có khuyết điểm khó chế tạo thành các chi tiết có kích thước chính xác do hợp kim có tính chất cứng và giòn. Nên chỉ có thể gia công bằng phương pháp mài. Tùy theo thành phần và phương pháp gia công mà tính chất từ có thể thay đổi. Nam châm hợp kim manicô nhẹ hơn nam châm aluni cùng năng lượng 4 lần và nhẹ hơn nam châm thép crôm thông thường 22 lần.

c. Các nam châm bột:

Chế tạo nam châm vĩnh cửu bằng phương pháp luyện kim bột được đề ra vì hợp kim đúc sắt – niken – nhôm không thể chế tạo sản phẩm nhỏ và có kích thước chính xác được. Chúng ta cần phân biệt hai loại nam châm bột kim loại gốm và nam châm bột có các hạt gắn bằng chất kết dính nào đó (nam châm kim loại dẻo).

Loại thứ nhất được chế tạo bằng cách ép bột nghiền từ các hợp kim từ cứng, sau đó thiêu kết ở nhiệt độ cao. Các chi tiết nhỏ chế tạo bằng công nghệ này có kích thước tương đối chính xác, không cần gia công thêm.

Loại thứ hai được chế tạo bằng phương pháp ép giống như ép các chi tiết bằng chất dẻo như chất dẻo ở đây được nghiền từ hợp kim từ cứng. Vì chất dẻo cứng nên cần áp suất riêng để ép cao (5 tấn/cm²). Nam châm kim loại bột kinh tế nhất khi sản xuất tự động hóa hàng loạt nam châm có cấu tạo phức tạp và kích thước không lớn. Công nghệ hợp kim dẻo có thể chế tạo nam châm có lõi. Tính chất từ của các nam châm kim loại dẻo kém nhiều, lực kháng từ giảm (10 ÷ 15)%, từ độ giảm (35 ÷ 50)%, năng lượng tích lũy giảm (40 ÷ 60)% so với nam châm đúc. Nam châm kim loại dẻo có điện trở cao, do đó có thể sử dụng nó trong các thiết bị có tần số biến đổi tần số cao.

4.4.3. Các vật liệu từ mềm dùng đặc biệt:

1) Các chất sắt từ mềm đặc biệt:

Các vật liệu từ mềm có thể chia thành các nhóm dựa vào các tính chất từ đặc biệt của chúng đó là:

a) Các hợp kim có độ thấm thay đổi rất ít khi công nghệ trong không khí:

Loại hợp kim thuộc nhóm này có tên gọi là pecminva, là hợp kim của ba nguyên tố: Fe – Ni – Co với hàm lượng các thành phần là 25; 45 và 30%. Hợp kim ủ ở nhiệt độ 1000°C, sau đó giữ ở nhiệt độ (400 ÷ 500)°C rồi làm nguội chậm. Pecminva có lực kháng từ nhỏ, độ từ thẩm ban đầu của nó bằng 300 và giữ không

đổi trong khoảng c-ờng độ tr-ờng đến 3 ocsitet với cảm ứng từ 1000 gauss. Pecminva ổn định từ kém, nhạy cảm với nhiệt độ và ứng suất cơ.

b) Các hợp kim có độ từ thẩm phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt độ

Là hợp kim nhiệt từ gồm: Ni – Cu; Fe – Ni; Fe – Ni – Cr. Các hợp kim này dùng để bù sai số nhiệt độ trong các thiết bị, sai số này gây bởi sự biến đổi từ cảm của nam châm vĩnh cửu hay điện trở của dây dẫn trong các dụng cụ điện khi nhiệt độ môi trường khác với nhiệt độ lúc chia độ. Để có độ từ thẩm phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ, người ta sử dụng tính chất của các chất sắt từ là cảm ứng từ giảm khi tăng nhiệt độ đến gần điểm Quiri. Đối với các chất sắt từ này điểm Quiri nằm trong khoảng 0 đến 100°C tùy thuộc vào nguyên tố hợp kim hóa phụ. Hợp kim Ni – Cu với hàm lượng 30% Cu có thể bù sai số trong giới hạn từ (20 đến 80)°C; với 40% Cu từ (- 50 đến 10)°C.

c) Các hợp kim có độ từ giảo cao:

Là hợp kim của Fe – Cr; Fe – Co và Fe – Al. Các hợp kim này dùng làm lõi máy phát dao động âm ở tần số âm thanh và siêu âm. Độ từ giảo các hợp kim này có dấu d-ương. Để chế tạo vật liệu này có thể dùng niken lá mỏng rất tinh khiết với độ từ giảo âm.

d) Các hợp kim có độ từ giảo bão hòa rất cao:

Là hợp kim của Fe – Co có từ cảm bão hòa từ rất cao đến 24000 gauss. Điện trở của hợp kim không lớn. Hợp kim có tên gọi là Pecmenduyara với hàm lượng coban từ 50 đến 70%. Pecmenduyara có giá thành cao nên chỉ dùng ở các thiết bị đặc biệt, trong các bộ phận của loa động, màng ống điện thoại, dao động ký v.v...

2) Ferit:

Ferit là gốm từ có điện dẫn điện tử không đáng kể, do đó nó có thể xếp vào loại bán dẫn điện tử. Trị số điện trở suất rất lớn do đó năng lượng tổn hao ở vùng tần số cao và cao tần đối nhỏ cùng với tính chất từ tính tốt làm cho ferit được dùng rất rộng rãi ở tần số cao. Người ta chia ferit thành 3 loại:

a) Ferit từ mềm:

Loại ferit từ mềm có từ cảm lớn nhất (hơn 3000gauss) và lực kháng từ nhỏ khoảng 0,2 ocsitet. Ferit với trị số μ lớn có trị số tổn hao lớn và tăng nhanh khi tần

số tăng. Ferít có hằng số điện môi t- ơng đối lớn, trị số này phụ thuộc vào tần số và thành phần ferít. Khi tần số tăng hằng số điện môi giảm. Tang góc tổn hao (tgδ) của ferít từ 0,005 đến 0,1. Ferít có hiện t- ơng từ giảo và ở các ferít khác nhau hiệu ứng này cũng khác nhau. Đặc tính của vật liệu Ferít đ- ợc cho trong bảng sau: (bảng 4.8)

Bảng 4.8: Các đặc tính vật liệu của Ferít.

Mật độ	Nhiệt dung riêng J (g.độ)	Nhiệt dẫn riêng W(cm.độ)	Hệ số giãn nở nhiệt theo chiều dài α .độ ⁻¹	Điện trở suất ρ , Ω .cm.
3 ÷ 5	0,7	5 ÷ 10 ²	10 ⁻⁵	10 ÷ 10 ⁷

Hiện nay ng- ời ta th- ờng sử dụng các nhóm ferít hỗn hợp nh- : mangan – kẽm; Niken – kẽm, liti – kẽm.

b) Ferít từ cao tần:

Ngoài ferít từ mềm, ở tần số cao có thể dùng thép kỹ thuật điện hoặc pecmalôi cán nguội và điện môi từ.

Bề dày tấm thép đạt tới (25 ÷ 30) μ m. Các tính chất từ của vật liệu cán mỏng gần giống với khi ch- a cán nh- ng giá thành chúng cao hơn và công nghệ lắp ghép mạch từ bằng vật liệu mỏng khá phức tạp.

Vật liệu điện môi từ chế tạo bằng cách nén bột sắt từ có chất kết dính cách điện hữu cơ hay vô cơ. Các chất sắt từ th- ờng dùng là sắt cacbonyl, pecmalôi, alusife v.v.... Chất dính kết cách điện là nh- a Fenol – Foócmađêhyt, Polistirol, Thủy tinh v.v..Các chất sắt từ cần phải có từ tính cao, còn các chất kết dính thì phải tạo thành lớp cách điện liên tục không gián đoạn giữa các hạt ferít. Các lớp này cần có bề dày đồng nhất và độ bền kết dính giữa các hạt với nhau.

c) Ferít có vòng từ trễ chữ nhật đ- ợc đặc biệt chú ý:

Ferít có vòng từ trễ chữ nhật đ- ợc đặc biệt chú ý trong kỹ thuật máy tính để làm bộ nhớ. Vật liệu và các sản phẩm của nó có một loạt yêu cầu đặc biệt. Để đặc tr- ng cho chúng th- ờng dùng một vài tham số phụ. Trong số này phải kể đến tham

số cơ bản của hệ số chữ nhật K_{cn} của chu trình từ trễ, nó là tỉ số giữa cảm ứng từ B_d và cảm ứng từ lớn nhất B_{max} .

$$K_{cn} = \frac{B_d}{B_{max}}$$

Để xác định B_{max} thường đo nó ở trị số $H_{max} = 5H_k$. Hệ số K_{cn} càng gần tới 1 càng tốt. Ferit từ trễ chữ nhật khi sử dụng cần chú ý đến sự thay đổi tính chất của chúng theo nhiệt độ. Ví dụ khi nhiệt độ biến đổi từ -20°C đến 60°C thì lực kháng từ giảm (1,5 ÷ 2) lần, cảm ứng từ giảm (5 ÷ 35)%.

CÂU HỎI ÔN TẬP

- 1) Trình bày khái niệm vật liệu từ? Nêu các đặc tính của vật liệu dẫn từ?
- 2) Thế nào là từ hóa? Trình bày công thức từ hóa của một số vật liệu từ điển hình?
- 3) Trình bày khái niệm về mạch từ? Nêu các cách tính toán một số mạch từ đơn giản?
- 4) Nêu các định luật cơ bản về mạch từ? Thế nào là bài toán thuận, bài toán nghịch?
- 5) Từ một mạch từ hãy vẽ ra sơ đồ thay thế và nêu các đại lượng có trong sơ đồ?
- 6) Cho biết các hỏng hóc xảy ra của mạch từ?
- 7) Thế nào là vật liệu từ mềm, từ cứng và vật liệu từ có công dụng từ đặc biệt?
- 8) Nêu tính chất của thép lá kỹ thuật điện? Cách phân loại và giải thích các ký hiệu của thép lá kỹ thuật điện?
- 9) Nêu tính chất và công dụng của các loại vật liệu từ đã học?

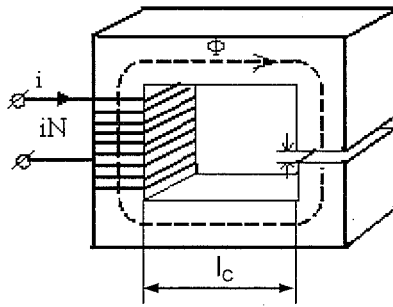
BÀI TẬP

Bài tập 4.1:

Mạch từ trong hình vẽ (hình BT: 4.1) có các kích thước $S = S_{\delta} = 9 \text{ cm}^2$, $\delta = 0,050 \text{ cm}$, $L_C = 30 \text{ cm}$ và $N = 500$ vòng. Giả sử nh- đối với sắt $\mu_r = 70000$.

a. tập y xác định từ trở R_C và R_{δ} . Giả sử mạch từ làm việc tại $B_C = 0,1 \text{ T}$.

b. Hãy xác định từ thông Φ và dòng điện I .



Bài tập 4.2:

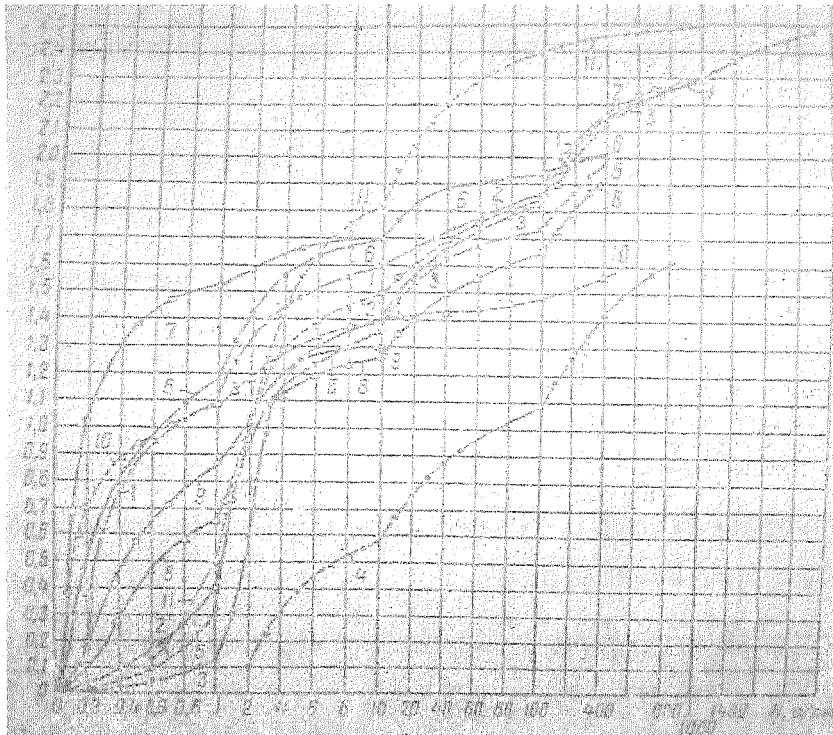
Hình BT: 4.1

Đối với mạch từ trong (hình BT: 4.1). Hãy xác định:

- Tự cảm L.
- Năng lượng dự trữ w khi $B_c = 1T$.
- Điện áp cảm ứng e. Cho tần số $f = 60Hz$, $B_c = 1,0 \sin \omega t$ với $\omega = 2\pi/60 = 377$.

Bài tập 4.3:

Cho rằng vật liệu của lõi thép (hình BT: 4.1) có đường từ hóa như trong hình (hình BT: 4.2). Hãy xác định dòng điện I đối với.



Hình BT: 2

- Thép kỹ thuật điện - đúc chân không ủ ở $900^\circ C$.
- Thép ít cacbon.
- Thép kết cấu mác 10.
- Gang cán mác 00,
- Thép kỹ thuật điện mác 311 dày 0,5mm,
- Thép kỹ thuật điện cán nguội 330 dày 0,35mm.
- Thép cán nguội định hướng 380 dày 0,5mm.
- Thép kỹ thuật điện mác 41 dày 0,35mm.
- Thép kỹ thuật điện mác 48, có độ từ thẩm tăng cường dày 0,35mm.

❖ Câu hỏi trắc nghiệm lựa chọn:

Đọc kỹ các câu hỏi, chọn ý trả lời đúng nhất và tô đen vào ô thích hợp ở cột bên:

TT	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
4.1	Đ- ờng cong từ hoá là: a. Đ- ờng biểu diễn c- ờng độ từ tr- ờng. b. Đ- ờng biểu diễn quan hệ B(H). c. Đ- ờng biểu diễn c- ờng độ từ cảm. d. Cả a,b và c đều đúng.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2	Pécmaloi (permallois) là hợp kim của sắt với: a. Nikel. b. Mangan. c. Côban. d. Nhôm.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3	Các vật liệu th- ờng có tổn hao do từ trễ lớn, c- ờng độ từ tr- ờng khử từ cao, độ từ thẩm nhỏ đó là loại: a. Thép hợp kim hóa đ- ợc tôi đến trạng thái mactenxít. b. Ferít có vòng từ trễ chữ nhật. c. Vật liệu sắt từ mềm. d. Vật liệu sắt từ cứng.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4	Hợp kim của Fe - Co có từ cảm bão hòa từ rất cao đến 24000 gauss. Điện trở của hợp kim không lớn và có hàm l- ợng côban từ 50 đến 70%, có tên gọi là: a. Ferít từ mềm. b. Ferít từ cao tần. c. Pecmenduyara. d. Ferít có vòng từ trễ chữ nhật.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.5	Đặc điểm của vật liệu sắt từ cứng là: a. Có độ dẫn từ thấp, có từ d- lớn. b. Độ dẫn từ lớn, tổn hao bé. c. Cả a và b đều đúng.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	d. Cả a và b đều sai.				
4.6	Đ- ờng cong khép kín đặc tr- ng cho tình trạng từ hoá của vật liệu còn đ- ợc gọi là: a. Đ- ờng cong từ hoá của vật liệu. b. Đ- ờng biểu diễn c- ờng độ từ tr- ờng. c. Chu trình từ trễ của vật liệu . d. Cả a, b và c đều sai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.7	Hệ số từ thẩm của chất sắt từ là: a. Thay đổi. b. Không thay đổi c. Phụ thuộc vào cảm ứng từ B. d. Phụ thuộc vào c- ờng độ từ tr- ờng.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.8	Vật liệu sắt từ đ- ợc phân làm các loại sau: a. Vật liệu: sắt và các hợp kim của sắt. b. Vật liệu: sắt các hợp kim của sắt, niken và coban. c. Vật liệu: sắt từ cứng, sắt từ mềm và có công dụng từ đặc biệt. d. Câu a và b đúng	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.9	Vật liệu dẫn từ đ- ợc dùng để chế tạo: a. Bộ dây quấn máy điện. b. Mạch từ của các thiết bị, đồ dùng điện. c. Mạch từ của các cuộn dây trong các thiết bị điện tử, máy khuếch đại từ. d. Câu b và c đúng	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.10	Đặc điểm của vật liệu sắt từ mềm là: a. Có độ dẫn từ thấp, có từ d- lớn. b. Độ dẫn từ lớn, tổn hao bé. c. Cả a và b đều đúng. d. Cả a và b đều sai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.11	Để truyền tải đ- ợc năng l- ợng từ tr- ờng ta phải dùng vật liệu; a. Vật liệu cách điện. b. Vật liệu dẫn điện.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<p>c. Vật liệu dẫn từ.</p> <p>d. Cả a,b và c đều sai</p>				
4.12	<p>Trong hình (1) đ-ờng cong từ hoá số 2 là đ-ờng cong từ hoá của:</p> <p>a. Sắt đặc biệt tinh khiết.</p> <p>b. Sắt kỹ thuật tinh khiết (99,92%Fe).</p> <p>c. Sắt tinh khiết (99,98%Fe).</p> <p>d. Hợp kim sắt – Niken (26%).</p> <div style="text-align: center;"> <p>Hình 1</p> </div>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.13	<p>Trong hình (1) đ-ờng cong từ hoá số 3 là đ-ờng cong từ hoá của:</p> <p>a. Sắt đặc biệt tinh khiết.</p> <p>b. Sắt kỹ thuật tinh khiết (99,92%Fe)</p> <p>c. Sắt tinh khiết (99,98%Fe)</p> <p>d. Hợp kim sắt – Niken (26%)</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.14	<p>Hợp kim có độ từ thẩm cao gồm các loại:</p> <p>a. Pécmaloi, Alusife .</p> <p>b. Pécmaloi, Alusife, Alunico</p> <p>c. Pécmaloi, Alusife, Alunisi .</p> <p>d. Pécmaloi, Alusife, Alunij</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.15	<p>Các vật liệu sắt từ mềm bao gồm:</p> <p>a. Pécmaloi, Alusife, sắt kỹ thuật, thép silíc.</p> <p>b. Alusife, sắt kỹ thuật, thép silíc</p> <p>c. Pécmaloi, sắt kỹ thuật, thép silíc .</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	d. Sắt kỹ thuật, thép silíc.				
4.16	Các vật liệu sắt từ cứng bao gồm: a. Thép hợp kim hoá, Các nam châm dạng bột b. Các hợp kim từ cứng, Alunico, Alusife c. Thép hợp kim hoá, Các nam châm dạng bột, Các hợp kim từ cứng. d. Thép hợp kim hoá, các nam châm dạng bột, pécmaloj.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.17	Trong hình (1) đ- ờng cong từ hoá số 6 là đ- ờng cong từ hoá của: a. Sắt đặc biệt tinh khiết. b. Sắt kỹ thuật tinh khiết (99,92%Fe) c. Sắt tinh khiết (99,98%Fe) d. Hợp kim sắt – Niken (26%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.18	Trong ký hiệu thép kỹ thuật điện đ- ọc ký hiệu bằng chữ và các con số, con số thứ nhất chỉ: a. Đặc tr- ng cho tính chất điện và từ của thép. b. Chỉ thép đ- ọc cán nguội. c. Thép đ- ọc cán nguội và ít thớ. d. Chỉ hàm l- ợng gần đúng của silíc theo %.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.19	Thép kỹ thuật điện đ- ọc ký hiệu bằng chữ và các con số, con số thứ hai chỉ: a. Đặc tr- ng cho tính chất điện và từ của thép. b. Chỉ thép đ- ọc cán nguội. c. Thép đ- ọc cán nguội và ít thớ. d. Chỉ hàm l- ợng gần đúng của silíc theo %.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.20	Vật liệu sắt từ có các loại sau: a. Vật liệu sắt từ mềm, vật liệu sắt từ cứng, b. Vật liệu sắt từ mềm, vật liệu sắt từ cứng và vật liệu có công dụng từ đặc biệt c. Vật liệu sắt từ mềm, vật liệu có công dụng từ đặc	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<p>biệt</p> <p>d. Vật liệu sắt từ cứng, vật liệu có công dụng từ đặc biệt, Vật liệu sắt từ mềm</p>				
4.21	<p>Theo công nghệ chế tạo thép lá kỹ thuật điện có các loại:</p> <p>a. Sắt kỹ thuật, thép silíc</p> <p>b. Thép đẳng h- ứng.</p> <p>c. Thép cán nóng và thép cán nguội.</p> <p>d. Thép vô h- ứng</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.22	<p>Một hợp kim có hàm l- ợng (40-50)% Nikel số phần trăm còn lại là sắt và các tạp chất có tên gọi là:</p> <p>a. Pécmaloi</p> <p>b. Alusife.</p> <p>c. Pécmaloi loại nhiều niken.</p> <p>d. Pécmaloi loại ít niken.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.23	<p>Các hợp kim có độ từ thẩm phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ đ- ợc gọi là:</p> <p>a. Vật liệu sắt từ mềm.</p> <p>b. Pécmaloi loại nhiều niken.</p> <p>c. Vật liệu có công dụng từ đặc biệt.</p> <p>d. Sắt kỹ thuật tinh khiết (99,92%Fe).</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.24	<p>Để truyền tải đ- ợc năng l- ợng từ tr- ờng ta phải dùng vật liệu;</p> <p>a. Vật liệu cách điện.</p> <p>b. Vật liệu dẫn điện.</p> <p>c. Vật liệu dẫn từ.</p> <p>d. Cả a,b và c đều sai</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.25	<p>Trong ký hiệu của thép kỹ thuật điện nếu sau ký hiệu có chữ A chứng tỏ đó là:</p> <p>a. Sắt kỹ thuật tinh khiết (99,92%Fe).</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<p>b. Thép có suất tổn hao lớn</p> <p>c. Thép có suất tổn hao nhỏ</p> <p>d. Tất cả đều sai.</p>				
--	---	--	--	--	--

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. VẬT LIỆU ĐIỆN

Tác giả: Nguyễn Xuân Phú - NXB Khoa học và Kỹ thuật - 1998.

2. KHÍ CỤ ĐIỆN - KẾT CẤU SỬ DỤNG VÀ SỬA CHỮA

Tác giả: Nguyễn Xuân Phú - NXB Khoa học và Kỹ thuật - 1998.

3. MÁY ĐIỆN 1,2

Tác giả: Trần Khánh Hà - NXB Khoa học và Kỹ thuật - 1997

4. CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO VÀ TÍNH TOÁN SỬA CHỮA MÁY ĐIỆN 1,2,3

Tác giả: Nguyễn Trọng Thắng - NXB Giáo Dục - 1995

5. QUẤN DÂY, SỬ DỤNG VÀ SỬA CHỮA ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU VÀ MỘT CHIỀU THÔNG DỤNG

Tác giả: Nguyễn Xuân Phú (chủ biên) - NXB Khoa học và Kỹ thuật - 1997.

6. KỸ THUẬT ĐIỆN

Tác giả: Đặng Văn Đào - NXB Giáo Dục - 1999.

7. KỸ THUẬT ĐIỆN 1

Tác giả: Nguyễn Chu Hùng - Tôn Thất Cảnh H-ng. Tr-ờng Đại học Bách khoa TP.HCM – 1995.

8. GIÁO TRÌNH VẬT LIỆU ĐIỆN

Tác giả: TS. Nguyễn Đình Thắng – Nhà xuất bản giáo dục - 2004

