

TỔNG CÔNG TY ĐIỆN LỰC MIỀN BẮC
TRƯỜNG CAO ĐẲNG ĐIỆN LỰC MIỀN BẮC



GIÁO TRÌNH VẬT LIỆU ĐIỆN

NGÀNH/NGHỀ: QUẢN LÝ VẬN HÀNH, SỬA CHỮA ĐƯỜNG
DÂY VÀ TRẠM BIẾN ÁP CÓ ĐIỆN ÁP 110KV TRỞ XUỐNG

TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*(Ban hành kèm theo Quyết định số /QĐ-NEPC ngày .../.../2020
của Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Điện lực miền Bắc)*

Hà Nội, năm 2020

Tuyên bố bản quyền:

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

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

LỜI NÓI ĐẦU

Để nâng cao hơn nữa những hiểu biết về vật liệu điện, trên cơ sở đó có được những biện pháp sử dụng hợp lý và bảo quản tốt các loại vật liệu kỹ thuật điện. Là giáo viên tham gia giảng dạy môn Vật liệu điện đã lâu năm, chúng tôi biên soạn giáo trình **Vật liệu điện** làm tài liệu phục vụ cho công tác giảng dạy và là tài liệu tham khảo cho những người quan tâm đến nội dung này.

Nội dung cuốn sách đề cập đến những đặc tính cơ bản về các vật liệu cách điện; đặc điểm, tính chất và công dụng của vật liệu dẫn điện; khái niệm về vật liệu từ.

Cuốn sách được biên soạn với rất nhiều cố gắng, tuy không tránh khỏi những thiếu sót nhất định. Chúng tôi rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến xây dựng của các bạn đồng nghiệp, các nhà chuyên môn cùng độc giả để cuốn sách được hoàn thiện hơn.

Chân thành cảm ơn!

**Tập thể giảng viên
KHOA KHOA HỌC CƠ BẢN**

MỤC LỤC

Chương 1: MỞ ĐẦU	5
Bài 1. Khái niệm về vật liệu điện	5
Bài 2. Phân loại vật liệu điện	8
Chương 2: VẬT LIỆU CÁCH ĐIỆN	10
Bài 1. Khái niệm và phân loại vật liệu cách điện.....	10
Bài 2. Tính chất chung của vật liệu cách điện	13
Bài 3. Những hư hỏng thường gặp và cách chọn vật liệu.....	18
Bài 4. Vật liệu cách điện thể khí	20
Bài 5. Vật liệu cách điện thể lỏng	21
Bài 6. Vật liệu cách điện thể rắn	26
Chương 3: VẬT LIỆU DẪN ĐIỆN.....	37
Bài 1. Khái niệm, phân loại và các tính chất cơ bản của vật liệu dẫn điện	38
Bài 2. Những hư hỏng thường gặp và tính chọn VLDD.....	41
Bài 3. Một số vật liệu dẫn điện thông dụng	45
Chương 4: VẬT LIỆU TỪ	55
Bài 1. Khái niệm chung về tính chất từ của vật liệu từ tính	55
Bài 2. Vật liệu từ mềm	56
Bài 3. Vật liệu từ cứng	59
Bài 4. Các vật liệu từ có công dụng đặc biệt.....	62
Tài liệu tham khảo.....	64

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: VẬT LIỆU ĐIỆN

Mã môn học: MH 11

I. VỊ TRÍ, TÍNH CHẤT, Ý NGHĨA, VAI TRÒ MÔN HỌC:

-Vị trí của môn học: Môn học được bố trí vào học kỳ I, năm học thứ nhất, sau các môn học chung, trước các môn học, mô-đun đào tạo chuyên môn nghề.

-Tính chất của môn học: là môn học lý thuyết kỹ thuật cơ sở bắt buộc.

-Ý nghĩa và vai trò của môn học: Môn học giúp người học có lựa chọn vật liệu điện phù hợp với mục đích sử dụng cụ thể và đánh giá được chất lượng của vật liệu.

II. MỤC TIÊU CỦA MÔN HỌC:

Học xong môn học này, người học có khả năng:

-Về kiến thức: Trình bày được các tính chất cơ, lý, hoá của các loại vật liệu điện sử dụng trong ngành điện; Phân biệt được đặc điểm, tính chất và công dụng của các loại vật liệu cách điện, vật liệu dẫn điện và vật liệu từ.

-Về kỹ năng: Lựa chọn đúng loại vật liệu điện phục vụ cho công tác sửa chữa, thay thế; Bảo quản tốt các loại vật liệu dưới dạng nguyên mẫu, bán thành phẩm và thành phẩm theo quy định kỹ thuật.

-Về thái độ: Rèn luyện được tính cẩn thận, chính xác, chủ động trong công việc.

III. NỘI DUNG MÔN HỌC

.

CHƯƠNG 1: MỞ ĐẦU

Giới thiệu :

Vật liệu điện có vai trò rất to lớn trong công nghiệp điện. Để thấy rõ được bản chất cách điện hay dẫn điện của các loại vật liệu, chúng ta cần hiểu những khái niệm về cấu tạo của vật liệu cũng như sự hình thành các phần tử mang điện trong vật liệu. Bên cạnh đó chúng ta cũng cần nắm rõ về nguồn gốc, cách phân loại các loại vật liệu đó như thế nào để tiện lợi cho quá trình lựa chọn và sử dụng sau này. Nội dung bài học này nhằm trang bị cho học viên những kiến thức cơ bản trên nhằm giúp cho học viên có những kiến thức cơ bản để học tập những bài học sau có hiệu quả hơn.

Mục tiêu thực hiện:

Học xong bài học này, người học có khả năng:

- Nhận dạng các loại vật liệu điện, đạt chính xác 90% trong mọi trường hợp.
- Phân loại các loại vật liệu điện có trong xưởng trường, đạt chính xác 90% theo cách phân loại do giáo viên đưa ra.
- Có ý thức tự giác trong học tập, tích cực tìm hiểu, nghiên cứu để có kết quả học tốt.

Nội dung chính:

BÀI 1: KHÁI NIỆM VỀ VẬT LIỆU ĐIỆN

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 đường dây, được 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 được bản chất dẫn điện hay cách điện của vật liệu, chúng ta cần hiểu khái niệm về cấu tạo vật liệu cũng như sự hình thành các phần tử mang điện trong vật liệu.

2. Cấu tạo nguyên tử của vật liệu

Như chúng ta đã biết, mọi vật chất được 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 được cấu tạo bởi hạt nhân mang điện tích dương và các điện tử (electron e) mang điện tích âm, chuyển động xung quanh hạt nhân theo quỹ đạo nhất định. Hạt nhân nguyên tử được tạo nên từ các hạt proton và neutron. Neutron là các hạt không mang điện tích còn proton có điện tích dương với số lượng bằng Z . Trong đó:

Z : số lượng điện tử của nguyên tử đồng thời cũng là số thứ tự của nguyên tố đó ở trong bảng tuần hoàn Mendelêép.

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

Ở trạng thái bình thường, nguyên tử được trung hòa về điện, (tức là trong nguyên tử có tổng các điện tích dương 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 dương mà ta thường gọi là ion dương. Ngược lại nếu nguyên tử trung hòa nhận thêm điện tử thì trở thành ion âm.

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 song ngắn như các tia: α, β, γ hay tia Rôghen v.v...

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:

3.1. Liên kết đồng hóa trị

Liên kết đồng hóa trị được đặc trưng 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 bão 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 lưỡng cực.

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

-Phân tử có trọng tâm điện tích dương 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 lưỡng cực.

3.2. Liên kết ion

Liên kết ion được xác lập bởi lực hút giữa các ion dương 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 trưng 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 thước nguyên tử và hình dáng lớp điện tử ngoài cùng.

3.3. Liên kết kim loại

Dạng liên kết này tạo nên các tinh thể vật rắn. Kim loại được xem như là một hệ thống cấu tạo từ các ion dương nằm trong môi trường các điện tử tự do. Lực hút giữa các ion dương 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 được giải thích bởi sự dịch chuyển và trượt trên nhau giữa các lớp ion, cho nên kim loại dễ cán, kéo thành lớp mỏng.

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.

BÀI 2: PHÂN LOẠI VẬT LIỆU ĐIỆN

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.

1.1. Vật liệu dẫn điện

Vật liệu dẫn điện là chất có vùng tự do nằm sát với vùng điền đầy, thậm chí có thể chồng lên vùng đầy ($\Delta W < 0,2\text{eV}$). 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.

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 sức của chuyển động nhiệt có thể di chuyển tới vùng tự do để tham gia vào dòng điện dẫn.

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. Phân loại vật liệu điện theo từ tính

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

2.1. 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, antimoan.

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.

2.3. 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, gadôlinít, pherit có các thành phần khác nhau.

3. Phân loại theo các dạng khác

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.

CHƯƠNG 2: VẬT LIỆU CÁCH ĐIỆN

Giới thiệu :

Vật liệu cách điện có ý nghĩa cực kỳ quan trọng đối với kỹ thuật điện. Chúng được dùng để tạo ra cách điện bao bọc quanh những bộ phận dẫn điện trong các thiết bị điện và để tách rời các bộ phận có điện thế khác nhau. Nhiệm vụ của cách điện là chỉ cho dòng điện đi theo những con đường trong mạch điện đã được sơ đồ qui định. Rõ ràng là nếu thiếu vật liệu cách điện sẽ không thể chế tạo được bất kỳ thiết bị điện nào kể cả loại đơn giản nhất. Vật liệu cách điện có ý nghĩa quan trọng như vậy nhưng muốn sử dụng đạt hiệu quả cao thì đòi hỏi người công nhân phải am hiểu về tính chất, các đặc tính kỹ thuật của từng loại vật liệu cách điện. Nội dung bài học này nhằm trang bị cho người học những kiến thức cơ bản của vật liệu cách điện và ứng dụng của nó.

Mục tiêu:

Học xong chương này, người học có khả năng:

- Trình bày và phân loại được các loại vật liệu cách điện, các đặc tính của vật liệu cách điện
- Nhận dạng các loại vật liệu cách điện, sử dụng được các loại vật liệu cách điện. Xác định được các dạng hư hỏng thường gặp.
- Có ý thức tự giác trong học tập, tích cực tìm hiểu, nghiên cứu để có kết quả học tốt.

Nội dung chính:

BÀI 1: KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI VẬT LIỆU CÁCH ĐIỆN

1. Khái niệm

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. Phân loại

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. 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.

a. 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, phíp, lụa...Nhóm nhân tạo thường được gọi là nhựa nhân tạo, gồm có: nhựa phenol, nhựa amino, nhựa polieste, poliamit, poliuretan, 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.

b. 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...

2.3. Phân loại theo tính chịu 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, trước 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 1.1).

Bảng 1.1: Các cấp chịu nhiệt của vật liệu cách điện

Cấp cách điện	Nhiệt độ cho phép ($^{\circ}\text{C}$)	Các vật liệu cách điện chủ yếu
Y	90	Giấy, vải sợi, lụa, phíp, cao su, gỗ và các vật liệu tong tụt, không tẩm và ngâm trong vật liệu cách điện lỏng. Các loại nhựa như: nhựa polietilen, nhựa polistirol, vinyl clorua, anilin...
A	105	Giấy, vải sợi, lụa được 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 tráng 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 phenol - 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 phenol. Các loại sản phẩm mica (micanit, mica màng mỏng). Nhựa phenol-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..

BÀI 2: 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 như 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 những thiết bị chất lượng cao đảm bảo làm việc lâu dài và đem lại hiệu quả kinh tế cao.

1. 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 trường xung quanh hay thấm ẩm tức là cho hơi nước 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 nước di vào bên trong nó khi đặt ở môi trường có độ ẩm cao thì trên bề mặt có thể ngưng tụ một lớp ẩm làm cho dòng rò bề mặt tăng, có thể gây ra sự cố cho các thiết bị điện.

2. 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 trường 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.

2.1. Độ bền chịu kéo, chịu nén và uốn

Các dạng đơn giản nhất của phụ tải tĩnh cơ học: nén, kéo và uốn được 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), được 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 hướng (vật liệu có nhiều lớp, sợi v.v...) có độ bền cơ học phụ thuộc vào phương tác dụng của tải trọng theo các hướng không gian khác nhau thì có độ bền khác nhau. Đối với các vật liệu như: 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 chưa 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.

a. 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 và đập.

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

b. 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) là 5500; kim cương là 5.000.000.

c. Độ nhót: 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 nhót là một đặc tính cơ học quan trọng.

2.2. 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 như lâu dài dưới 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 thường được xác định theo điểm bắt đầu biến đổi tính chất điện.

Ví dụ như: tgđ tăng rõ rệt hay điện trở suất giảm. Đại lượng độ bền nhiệt được 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 thường được 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.

Theo quy định của IEC (hội kỹ thuật điện quốc tế) các vật liệu cách điện được phân theo các cấp chịu nhiệt sau đây: (Bảng 1.2)

Bảng 1.2: Phân cấp vật liệu cách điện theo độ bền nhiệt

Ký hiệu cấp chịu nhiệt	Nhiệt độ làm việc lớn nhất cho phép ($^{\circ}\text{C}$)	Ký hiệu cấp chịu nhiệt	Nhiệt độ làm việc lớn nhất cho phép ($^{\circ}\text{C}$)
Y	90	P	155
A	105	H	180
E	120	C	>180
B	130		

Sự giãn nở nhiệt: Sự giãn nở nhiệt của vật liệu cách điện cũng như các vật liệu khác cũng thường được quan tâm khi sử dụng vật liệu cách điện.

BẢNG 1.3: HỆ SỐ GIÃN NỞ DÀI THEO NHIỆT ĐỘ

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

Các điện môi vô cơ có hệ số giãn nở dài theo nhiệt độ bé nên các chi tiết chế tạo từ vật liệu vô cơ có kích thước ổn định khi nhiệt độ thay đổi. Ngược 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 trường hợp xấu xảy ra.

3. 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 gia công vật liệu bằng những phương pháp hóa công khác nhau: dính được, 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 lưỡng cực dễ hòa tan hơn trong chất lỏng lưỡng 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.

4. 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}) được tính :

$$U_{dt} = E_{bd} \cdot d$$

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).

5. Độ bền cách điện

Giới hạn điện áp cho phép mà vật liệu cách điện còn làm việc được, được 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 được cho trong bảng sau: (bảng 1.4).

Bảng 1.4: 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
Thuỷ tinh	$10 \div 15$	$6 \div 10$
Mica	$50 \div 100$	5,4
Dầu máy biến áp	$5 \div 18$	$2 \div 2,5$
Sứ	$15 \div 20$	5,5
Cáctông	$8 \div 12$	$3 \div 3,5$

Như 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).

$$\varepsilon = \frac{U_{dt}}{U_{cp}}$$

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.

BÀI 3: NHỮNG HƯ HỎNG THƯỜNG GẶP VÀ TÍNH CHỌN VẬT LIỆU

1. Những hư hỏng thường 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 hư hỏng và ta thường gặp các dạng hư hỏng sau:

-Hư 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.

-Hư 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.

-Hư 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 hư hỏng ví dụ lớp emay trên các dây điện từ có đường kính tương đối 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 trầy xước hoặc là khi lột cách điện không cẩn thận làm gãy hoặc rách cách điện v.v...

-Hư 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 hư hỏng do sự mài mòn và dễ bị đánh thủng v.v...

2. Tính chọn vật liệu cách điện

Khi cần chọn lựa vật liệu cách điện, người 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.

Độ bền cơ: tùy vào điều kiện làm việc của thiết bị mà ta chọn 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 (bàn là), nồi cơm điện) thường dùng vật liệu từ cấp B trở lên.

BÀI 4 VẬT LIỆU CÁCH ĐIỆN THỂ KHÍ

1. Không khí

Không khí được sử dụng rộng rãi để làm cách điện chủ yếu của các đường dây tải điện trên không, cách điện của các thiết bị điện trong không khí hoặc phối hợp với các chất cách điện rắn và lỏng.

Đối với cách điện của máy điện, cáp điện, máy biến áp, tụ điện ... nếu quá trình tẩm không được cẩn thận sẽ còn có những bọt khí ở bên trong. Những bọt khí này sẽ làm giảm chất lượng cách điện làm việc dưới điện áp cao hay điện trường lớn bọt khí sẽ thành ổ phát sinh vàng quang, phát sinh ra nhiệt gây tổn hao.

Không khí có cường độ cách điện lớn hơn so với các chất khí khác. Nito (N_2) đôi khi được dùng thay thế cho không khí để lấp đầy các tụ điện khí hay trong thiết bị điện khác vì nó có đặc tính gần giống với không khí lại chứa ôxy – là chất có thể gây ra ôxy hoá các vật liệu khi tiếp xúc với nó.

2. Một số loại khí được sử dụng trong kỹ thuật điện:

2.1. Êlêgaz (SF_6)

Khí êlêgaz có độ bền điện lớn hơn không khí khoảng 2,5 lần và nặng hơn không khí 5 lần có nhiệt độ sôi là $-64^{\circ}C$ ($209^{\circ}K$), ở nhiệt độ bình thường có thể nén tới 20at vẫn không hoá lỏng, êlêgaz không độc, chịu được tác dụng hoá học, không bị phân huỷ khi đốt nóng tới $800^{\circ}C$.

Khí êlêgaz có thể được sử dụng trong tụ điện, cáp điện, máy cắt ở các cấp điện áp khác nhau ... đem lại hiệu quả kinh tế cao đặc biệt có rất nhiều ưu điểm lớn khi ở áp suất cao.

2.2. Khí frêôn (CCL_2F_2)

Khí frêôn có độ bền điện gần bằng khí êlêgaz, nhiệt độ sôi của nó chỉ bằng $-28^{\circ}C$ ($245^{\circ}K$) và ở nhiệt độ bình thường nó chỉ có thể nén tới 6at. Khí frêôn ăn mòn một số hữu cơ ở thể rắn. Đó là điều cần chú ý khi dùng loại khí này trong tủ lạnh, máy điều hoà và máy làm lạnh ...

2.3. Khí hiđrô (H_2)

Trong kỹ thuật điện thì khí hiđrô là một loại khí nhẹ có đặc tính truyền dẫn nhiệt tốt nên được dùng làm mát thay cho không khí trong các máy điện công

suất lớn, làm giảm tổn thất công suất do ma sát của rôto với chất khí và quạt gió gây ra.

Khi dùng hiđrô sẽ làm chậm sự hoá già các chất cách điện hữu cơ trong dây quấn và loại trừ trường hợp hoả hoạn xảy ra trong trường hợp bị ngắn mạch ở bên trong máy điện đồng thời khí hiđrô làm cải thiện điều kiện làm việc của chổi than. Do làm mát bằng khí hiđrô cho phép tăng công suất và hiệu suất làm việc của máy điện, người ta thường chế tạo các máy phát nhiệt điện và các máy bù đồng bộ công suất lớn làm mát bằng khí hiđrô.

Khí hiđrô nếu kết hợp với ôxy theo tỷ lệ nhất định sẽ tạo ra hỗn hợp dễ nổ. Vì vậy để tránh nguy hiểm do không khí lọt vào máy cần phải duy trì áp suất trong máy cao hơn áp suất khí quyển hay không để cho khí hiđrô tiếp xúc với không khí.

BÀI 5 VẬT LIỆU CÁCH ĐIỆN THỂ LỎNG

1. Dầu máy biến áp

Dầu máy biến áp có thành phần hoá học là hỗn hợp của các hiđrô các bon khác nhau và có màu biến đổi từ chỗ không có màu sang màu vàng sẫm. Dầu được lấy từ các mỏ khác nhau nên có các đặc tính khác nhau và các đặc tính đó cũng phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ.

1.1. Các đặc tính

a. Độ nhớt

Độ nhớt của dầu máy biến áp phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ tiêu chuẩn quy định độ nhớt động học của dầu biến áp không quá $30.10^2 \text{cm}^2/\text{giây}$ ở nhiệt độ 20°C và không được quá $9,6.10^2 \text{cm}^2/\text{giây}$ ở 50°C . Nhiệt độ đông đặc của dầu không được cao hơn -45°C (228°K). Đặc tính này có ý nghĩa quan trọng đối với các loại dầu được dùng trong các máy cắt điện tại các trạm ngoài trời ở những khu vực có mùa đông lạnh.

b. Tổn hao điện môi

Tiêu chuẩn trị số $tg\delta$ quy định ở tần số 50Hz không được lớn hơn 0,003 khi nhiệt độ là 20°C và không được lớn hơn 0,025 khi ở nhiệt độ 75°C . Khi nhiệt độ tăng thì $tg\delta$ cũng tăng theo.

c. Cường độ cách điện

Cường độ điện trường cách điện là một đặc tính quan trọng của dầu máy biến áp và được quy định theo bảng sau:

Cấp điện áp làm việc (kV)	E_{dt} dầu mới (kV/mm)	E_{dt} dầu đang vận hành (kV/mm)
Nhỏ hơn 6	10	8
6 – 35	12	10
Lớn hơn 35	16	14

Nước và khí ẩm ảnh hưởng rất lớn tới cường độ cách điện (E_{dt}) của dầu. Nếu là vải, sợi, giấy thì E_{dt} của dầu càng bị giảm vì nó dễ bị hút ẩm. Vì vậy nếu thí nghiệm không đạt kết quả trên phải lọc tái sinh hoặc thay dầu mới.

d. Đặc tính nhiệt của dầu

So với không khí thì dầu tản nhiệt ra khỏi dây quấn và lõi thép của máy biến áp lớn hơn khoảng 28 lần, hệ số giãn nở nhiệt khối của dầu vào khoảng $0,0065 \text{ (Độ}^{-1}\text{)}$.

Trong quá trình làm việc dầu biến áp trong các thiết bị điện bị hoá già, các tính chất của dầu bị giảm đi, màu của dầu trở lên sẫm hơn. Khi bị hoá già trong dầu có chứa các axit các chất nhựa hoà tan hay bị lắng xuống đáy thùng. Axit sinh ra trong thùng sẽ bị phá huỷ cách điện của dây quấn và ăn mòn kim loại.

Tốc độ hoá già của dầu tăng lên trong các trường hợp sau:

+ Khi có không khí lọt vào: Hiện tượng hoá già của dầu gắn liền với hiện tượng ôxy hoá dầu bằng ôxy của không khí, đặc biệt sự hoá già dầu phát triển mạnh khi tiếp xúc với ôzôn.

+ Khi nhiệt độ làm việc tăng.

+ Khi có tác dụng của ánh sáng.

+ Khi có sự tác dụng của cường độ điện trường cao.

+ Khi có sự tiếp xúc giữa dầu với kim loại.

1.2. Công dụng

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

Làm mát tăng cường sự thoát nhiệt do tổn hao công suất trong dây quấn và lõi thép máy biến áp sinh ra.

Làm cách điện và dập tắt hồ quang điện trong các đầu cực trong các máy cắt dầu điện áp cao, dầu biến áp tạo điều kiện làm nguội dừng hồ quang và nhanh chóng dập tắt hồ quang. Người ta còn dùng dầu biến áp làm cách điện và làm mát trong các kháng điện, biến trở và một số thiết bị điện khác.

2. Dầu cáp

2.1. Đặc điểm

Dầu cáp phải có áp suất cao phải có độ nhớt động học như sau: ở 0°C không quá $5.10^5\text{cm}^2/\text{giây}$, ở 20°C không quá $8.10^4\text{cm}^2/\text{giây}$, ở 50°C không nhỏ hơn $5.10^3\text{cm}^2/\text{giây}$, ở 100°C không nhỏ hơn $11.10^{12}\text{cm}^2/\text{giây}$. Lượng tro trong dầu không quá 0,001%, nhiệt độ chớp cháy không thấp hơn 180°C . Độ bền điện (E_{dt}) không thấp hơn 20kV/mm, $tg\delta$ không lớn hơn 0,003 khi ở tần số 50Hz và 100°C .

Loại dầu mỏ nhớt hơn được dùng cho cáp điện lực thông thường có chất tẩy quánh làm việc ở điện áp dưới 35kV, để tăng thêm độ nhớt người ta cho thêm côlôfan hoà tan trong dầu để tạo thành hỗn hợp dầu côlôfan, loại này cũng được dùng để tẩy cáp.

2.2. Công dụng

Dầu cáp được dùng trong việc sản xuất cáp điện lực, để tẩy lớp giấy cách điện của cáp làm cho độ bền điện của nó tăng lên. Dầu cáp cũng được dùng làm cách điện trong các cáp điện áp cao 110kV, 220kV.

3. Dầu tụ

3.1. Đặc điểm

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

Do cũng được điều chế từ dầu mỏ, các đặc tính của dầu tụ điện rất giống của dầu biến áp, nhưng dầu tụ phải được làm sạch đặc biệt cẩn thận với chất hấp thụ. Nếu quá trình làm sạch tốt thì $tg\delta$ bé, cường độ cách điện (E_{dt}) cao, nhưng có nhược điểm là dễ cháy nổ, ít ổn định hoá học khi ở nhiệt độ cao và tiếp xúc với không khí, hằng số điện môi bé, phạm vi làm việc bị giới hạn bởi nhiệt độ gây nên sự già cỗi khi có sự tác dụng của điện trường.

Theo tiêu chuẩn $tg\delta$ của dầu tụ đo ở nhiệt độ $\pm 100^{\circ}\text{C}$ không được lớn hơn 0,002 với tần số 1KHz và phải nhỏ hơn 0,005 với tần số 50Hz, khối lượng riêng $d = 0,88\text{g/cm}^3$, điện trở suất $\rho = 10^{14} - 10^{15} \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, hằng số điện môi $\varepsilon = 2,1 - 2,5$. Độ bền điện của dầu tụ được làm sạch trong chân không phải có trị số lớn hơn 20kV/mm.

3.2. Công dụng

Dầu tụ được dùng để tẩm tụ điện giấy nhất là tụ điện động lực, dùng để bù công suất trong hệ thống điện.

4. 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 hạt khác nhau.

Trong số các loại dầu thực vật cần chú ý tới những dầu khô. Dưới tác dụng của nhiệt độ ánh sáng và khi tiếp xúc với ôxy của không khí và tác dụng của các yếu tố khác dầu khô có khả năng chuyển sang trạng thái rắn.

4.1. Dầu gai

Là dầu thu được từ hạt của cây gai, là một chất lỏng màu vàng, dầu gai còn được gọi là dầu tự khô, vì dưới tác dụng của nhiệt độ, ánh sáng và không khí chúng chuyển sang trạng thái rắn gắn chặt với vật tiếp xúc với nó.

Tỷ trọng của dầu gai là $0,93-0,94\text{g/cm}^3$; nhiệt độ đông đặc vào khoảng 20°C .

4.2. Dầu trầu

Người ta thu được dầu này từ hạt của cây trầu. Dầu trầu không ăn được và cùn độc hại hơn dầu gai. Tỷ trọng của dầu trầu là $0,94 \text{ G/cm}^3$, nhiệt độ đông đặc từ 0 đến -5°C so với dầu gai thì dầu trầu chúng khô hơn và khô không đều. Dầu trầu tạo ra lớp màng ít thấm nước hơn dầu gai.

Dầu khô được dùng trong công nghiệp điện để chế tạo ra sơn dầu cách điện, vải sơn, dùng để tẩm gỗ, nó có thể dùng làm chất điện môi lỏng.

4.3. Dầu thầu dầu

Loại dầu này thu được từ hạt thầu dầu để tẩm tụ điện giấy khối lượng riêng của dầu thầu dầu đến $0,95 \text{ G/cm}^3$, nhiệt độ đông đặc từ -10 đến -18°C , hằng số điện môi $\varepsilon = 4,0 - 4,5$ ở nhiệt độ 20°C và $\varepsilon = 3,5 - 4,0$ ở nhiệt độ 90°C ; góc tổn hao điện môi $\tan\delta = 0,01$ đến $0,03$ ở nhiệt độ 20°C và $\tan\delta = 0,2$ ở nhiệt độ là 100°C , độ bền điện $E_{dt} = 15 - 20 \text{ kV/mm}$ ở nhiệt độ là 20°C .

Khác với dầu gai và dầu trầu, dầu thầu dầu không hoà tan trong xăng nhưng lại hoà tan trong rượu êtyl. Khác với dầu mỏ dầu thầu dầu không làm cho cao su phồng lên. Ở nhiệt độ cao các tính chất về điện đều bị giảm.

5. Nhựa thực vật

5.1. Nhựa thông (Cônôfan)

Cônôfan là một loại nhựa giòn có màu vàng hoặc nâu được sản xuất bằng nhựa thông bằng cách chưng cất từ dầu thông. Cônôfan gồm chủ yếu là các axit hữu cơ, khi đun nóng chảy với những kim loại thích hợp hoặc các ôxít của kim loại đó thu được các loại muối gọi tên rezinát. Cônôfan hoà tan trong dầu mỏ (khi đun nóng) và các hydrocacbon khác, dầu thực vật, rượu, dầu thông

Cônôfan có các tính chất cách điện như sau:

Điện trở suất $\rho = 10^{14}$ đến $10^{15} \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$; $E_{dt} = 10$ đến 15 kV/mm ; có hằng số điện môi ε , góc tổn hao điện môi $\tan\delta$ phụ thuộc vào nhiệt độ, nhiệt độ hoá dẻo của các loại cônôfan khác nhau vào khoảng 50 đến 70°C . Cônôfan ôxy hoá từ tỷ trọng không khí, khi đó nhiệt độ hoá dẻo của nó tăng nhưng độ hoà tan của nó lại giảm đi.

Côlôfan hoà tan trong dầu mỡ dùng vào việc ngâm tẩm cáp, dùng để sản xuất ra rezinat là chất làm khô cho sơn dầu.

5.2. Nhựa cánh kiến

Nhựa cánh kiến do một số côn trùng tiết ra trên các cành cây ở các xứ nóng ở vùng nhiệt đới. Người ta thu nhặt cánh kiến theo kiểu thủ công, làm sạch bản và nấu chảy đây là những lớp dạng vẩy cá mỏng, màu vàng nhạt hoặc màu nâu. Thành phần chủ yếu là các axit hữu cơ phức tạp. Cánh kiến dễ hoà tan trong rượu, cồn nhưng không hoà tan trong hiđrô các bon.

Nhựa cánh kiến có đặc tính cách điện như sau:

$\varepsilon = 3,5$; $\rho = 10^{15}$ đến $10^{16} \Omega\text{mm}^2/\text{m}$; $\text{tg}\delta = 0,01$; $E_{\text{đt}} = 20$ đến 30kV/mm . ở 50 đến 60°C cánh kiến trở lên dễ uốn và ở nhiệt độ cao hơn thì trở thành dẻo và nóng chảy ra. Khi đun nóng kéo dài thì cánh kiến được nung kết, đồng thời trở nên không nóng chảy và không hoà tan, nhiệt độ càng cao thì thời gian nung kết càng giảm.

Trong kỹ thuật điện được dùng để chế tạo sơn gián, dùng trong công nghệ sản xuất micamít, khi không có cánh kiến người ta thay bằng nhựa gliptan và các loại nhựa tổng hợp khác.

BÀI 6: VẬT LIỆU CÁCH ĐIỆN THỂ RẮN

1. Vật liệu xơ

Vật liệu xơ được cấu tạo từ các loại phân tử nhỏ và dài gọi là xơ, nó được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật điện như: giấy, gỗ, caton, vải sợi ... vật liệu xơ có các ưu điểm: Rẻ tiền độ bền cơ và độ dẻo cao, sản xuất thuận tiện. Song chúng cũng có nhược điểm độ bền điện và độ dẫn nhiệt không cao, độ hút ẩm lớn hơn so với các loại vật liệu đặc có cùng thành phần hoá học.

1.1. Giấy và bìa

a. Giấy tụ điện

Loại giấy này khi đó được tẩm làm điện môi cho các tụ điện giấy, có hai loại giấy tụ điện: KOH là loại giấy được làm tụ điện giấy thông thường và silicôn là loại giấy tụ động lực.

Điện môi của tụ điện giấy thường làm việc ở cường độ điện trường cao; nhiệt độ từ 70-100°C. Do đó yêu cầu về phẩm chất cách điện khác là giấy phải mỏng (0,007-0,022) mm.

+ Giấy tụ loại I có khối lượng riêng $d = 8 - 10\text{G/cm}^3$; chiều dày định mức tính bằng micron là 7, 8, 9, 11, 13, 15, 22, 30.

+ Giấy tụ loại II có khối lượng riêng $d = 1,17 - 1,25\text{G/cm}^3$; chiều dày định mức tính bằng micron là 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 15, 22, 30.

Giấy làm tụ điện được sản xuất thành từng cuộn ống chiều rộng từ 12 đến 750mm, giấy cán mỏng thì suất điện dung của tụ điện càng cao, loại có khối lượng riêng cao dùng trong các tụ điện với điện áp một chiều vì nó có cường độ cách điện lớn, loại có khối lượng riêng thấp ρ nhỏ và có cường độ cách điện lâu dài lớn nên dùng trong các tụ công suất làm việc với điện áp xoay chiều.

Yêu cầu sức bền cơ của giấy tụ phải cao để khi quấn không bị rách. Ở nhiệt độ 110-120°C giấy bị ôxy hoá, ở nhiệt độ 150 – 160°C thì bị phá huỷ.

Khi xác định giới hạn nhiệt độ trên cần chú ý tới tính chịu nhiệt của vật liệu tẩm giấy, trừ trường hợp tẩm silic hữu cơ. Cường độ cách điện của giấy khô chưa tẩm $E_{dt} = 35-40\text{kV/mm}$; sau khi tẩm $E_{dt} = 250 - 300\text{kV/mm}$.

Những giấy tẩm làm việc trong điện trường nhanh bị già cỗi nên phải có hệ số an toàn nếu cường độ cách điện của giấy tụ ẩm chất lượng.

b. Giấy cáp

Thường được sản xuất với bề dày 0,08mm; 0,12mm; 0,17mm dùng làm cách điện và cáp điện lực, giấy cáp điện phải đặc biệt chú ý tới tính chịu xoắn của giấy.

Cường độ cách điện của giấy chưa tẩm $E_{dt} = 8-10\text{KV/mm}$. Sau khi tẩm hỗn hợp dầu nhựa thông $E_{dt} = 70-80\text{kV/mm}$.

Giấy cáp không được ép có khối lượng riêng $d = 0,76 - 0,87\text{G/cm}^3$, còn các giấy ép có khối lượng riêng $d = 1,09 - 1,10\text{G/cm}^3$, các giấy ép có hằng số điện môi cao hơn giấy không ép; hằng số điện môi của các loại giấy được tẩm $\varepsilon = 4,3$ (đối với giấy ép); và $\varepsilon = 3,5$ (đối với giấy không ép).

c. Bìa

Bìa được sử dụng trong kỹ thuật cách điện được sản xuất từ xơ như giấy nhưng có bề dày lớn hơn, bìa có hai loại:

+ Loại dùng trong không khí thì rắn và có tính đàn hồi cao dùng nót rãnh máy điện, các lõi cuộn dây, các vòng đệm.

+ Loại dùng trong dầu thì có cấu trúc xốp, mềm hơn khi có E_{dt} sẽ cao và được dùng chủ yếu trong dầu máy biến áp.

Tuỳ theo độ dày của bìa mà chế tạo thành tấm hoặc là cuộn (0,1-0,8)mm. Loại bìa làm việc trong không khí có bề dày từ 0,1-0,5 mm thì có $E_{dt} = 11\text{kV/mm}$; loại có bề dày 2,5-3mm có $E_{dt} = 7,5\text{kV/mm}$.

1.2. Phíp

a. Phương pháp sản xuất

Cho giấy mỏng đi qua dung dịch clorua kẽm (ZnCl_2) nóng rồi đem quấn vào một tang quay bằng thép để có được chiều dày cần thiết, sau đó cắt lớp giấy ra khỏi tang quay, đem rửa cẩn thận bằng nước và ép thu được sản phẩm gọi là phíp. Việc đem rửa phíp là rất cần thiết để thải hết ZnCl_2 vớ nếu để lại nó sẽ làm cho tính chất cách điện bị xấu đi. Phíp được sản xuất thành lá hay là tấm dày từ 0,1 đến 25mm và có thể là dạng ống với các đường kính khác nhau.

b. Tính chất

Màu của phíp có thể là màu đen, nâu, đỏ ... tuỳ thuộc vào màu của giấy dùng để sản xuất ra phíp. Tính chất cơ của phíp khá tốt: $\sigma_K = 550 - 750\text{kG/cm}^2$; $\sigma_n = 1500 - 2000\text{kG/cm}^2$; $\sigma_u = 800 - 1000\text{kG/cm}^2$ ứng suất dai và đập vào khoảng 20-30 kG.cm/cm².

Phíp dễ gia công cưa, cắt, bào, tiện, ren, vít được với chiều dày từ 6-8mm thì đập được và có $E_{dt} = 1\text{kV/mm}$, khối lượng riêng của phíp $d = 1 - 1,5\text{G/cm}^3$, khối lượng riêng của phíp càng cao thì đặc tính cơ và tính chất cách điện của nó càng cao.

Nhược điểm của phíp là độ hao nước cao, tới 50-60%. Khi độ ẩm môi trường xung quanh cao thì các chi tiết bằng phíp dễ bị biến dạng. Khi phíp bị thấm ẩm thì lượng ZnCl_2 còn lại trong phíp sẽ tạo ra điện dẫn diện phân lớn. Trên các vật có mang điện thế dương trong điện áp một chiều khi tiếp xúc với các chi tiết phíp sẽ có các ion clo từ ZnCl_2 tách ra dẫn đến hiện tượng ăn mòn vật dẫn. Có thể giảm độ hao nước của phíp bằng cách tẩm phíp bằng dầu máy biến áp parafin.

c. Công dụng

Phíp được dùng làm cách điện trong một số thiết bị điện, làm vỏ chống sét ồng, chèn rãnh máy điện, buồng dập hồ quang vì phíp khi có tia hồ quang tác dụng sinh ra lượng khí lớn có tác dụng dập tắt tia hồ quang.

1.3. Vật liệu dệt

a. Tính chất

Người ta dùng những phương pháp gia công: Kéo sợi và dệt các nguyên vật liệu có xơ dài để sản xuất ra vải dệt. Trong cùng các điều kiện như nhau thì vật liệu dệt có độ bền cơ cao hơn giấy và giấy tằm, khi bị uốn, bị mài mòn và khi bị ẩm độ bền không bị giảm quá nhiều.

Một số loại vật liệu bị giảm thường dùng:

+ Vải và bông bằng sợi bông: Trong kỹ thuật điện người ta dùng loại vải được dệt theo kiểu đơn giản nhất như vải phin uốn dày 0,15mm mịn dày 0,12mm, vải cứng dày 0,04mm. Ngoài ra trong sửa chữa máy điện người ta dùng băng dệt sợi bông có viền mép: Băng mỏng dày 0,12mm; băng nhám dệt chéo dày 0,45mm.

+ Vải Sơn cách điện: Người ta dùng vải sơn cách điện rất rộng rãi để dùng làm chất cách điện trong máy điện và các thiết bị điện, trong sản phẩm cáp trong các cuộn dây điện, dùng làm vật liệu để gói bảo quản và để làm lớp đệm .. loại vải thường dùng nhiều nhất để sản xuất ra vải sơn cách điện là vải dệt bằng sợi bông hoặc bằng tơ tằm. Tùy theo loại sơn tằm mà ta có các loại vải sơn có màu sắc khác nhau.

Độ bền điện của vải sơn màu sáng. Nếu loại vải bằng sợi bông $E_{dt} = 35 - 50\text{kV/mm}$; loại bằng tơ tằm $E_{dt} = 55 - 90\text{kV/mm}$. Khối lượng riêng của vải màu vàng cũng như màu đen gần bằng $1,1\text{G/cm}^3$.

Vải sơn cách điện màu đen có đặc tính cách điện tốt hơn và ít hao nước hơn nhưng khả năng chịu tác dụng của dung môi hữu cơ thấp hơn vải sơn màu vàng. Vải sơn cách điện không chịu được dầu nên không dùng nó làm cách điện ngâm trong dầu, trong xăng, nó chỉ làm cách điện cho máy điện, cáp đặc biệt.

Vải sơn cách điện thường được sản xuất dạng cuộn rộng từ 700-1000mm, chiều dày của vải là 0,15-0,24mm.

b. Công dụng

Trong kỹ thuật cách điện người ta dùng vật liệu dẻo để làm cách điện cho dây dẫn, dây cáp mềm bằng phương pháp quấn và tết. Vải và băng được dùng để bảo vệ phần cách điện chủ yếu của máy điện và các thiết bị điện chống lại các tác dụng có từ phía ngoài vào, được sử dụng làm ống lồng cách điện trong máy biến áp cao áp.

2. Chất dẻo

2.1. Khái niệm

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 vào nó sẽ nhận được những hình dáng đó được định trước của khuôn ép để chế tạo ra sản phẩm.

Chất dẻo gồm có hai thành phần cơ bản là chất kết dính và chất độn.

+ Chất kết dính: Là một hỗn hợp chất hữu cơ thường là hợp chất cao phân tử có khả năng biến dạng dưới dạng dẻo, dưới tác dụng của áp suất bên ngoài. Trong trường hợp đặc biệt người ta còn có thể sử dụng chất kết dính vô cơ: Như thủy tinh trong mica, xi măng trong xi măng amiăng. Chất kết dính quyết định những đặc điểm của công nghệ chế tạo sản phẩm bằng chất dẻo. Tùy theo loại chất kết dính mà người ta chia thành chất dẻo ép nóng và chất dẻo ép nguội.

2.2. Tính chất

Đặc tính của các sản phẩm phụ thuộc vào các thành phần của chất dẻo và chế độ ép. Ví dụ: Khi dập nén bột ép K21-22 (nhựa crozofocmandêhít có trộn chất độn) dưới áp suất khuôn ép 250 – 300kg/cm², nhiệt độ của khuôn ép từ 155-160°C giữ trong thời gian từ 0,5 đến 1 phút tính cho mỗi mm chiều dày của sản phẩm thì sản phẩm ép có đặc tính sau: Khối lượng riêng $d = 1,35 - 1,40 \text{ g/cm}^3$; $\sigma_{\text{kéo}} \geq 300 \text{ kg/cm}^2$; $\sigma_{\text{nén}} \geq 1500 \text{ kg/cm}^2$; có độ bền nhiệt không thấp hơn 100°C; độ hút nước sau 24 giờ không quá 0,25%; $\tan \delta \leq 0,09$.

Chất dẻo bằng polivinylclorit (không có chất độn) gọi tên là vinoplasl được sản xuất ra thành từng tấm với chiều dày từ 0,3 – 1,0mm. Ngoài ra còn chế tạo ra các ống, các thanh hay các sản phẩm định hình khác, các tấm vinoplasl có $\sigma_{\text{kéo}} \geq 500 \text{ kg/cm}^2$. Nó có độ hút ẩm thấp và độ bền hoá học cao đối với dung môi và các chất có hoạt tính hoá học. Đặc tính cách điện của vinoplast là điện trở suất khối.

$\rho_v = 10^{15} \Omega\text{cm}$; điện trở suất mặt $\rho_s = 10^{14} \Omega$; $\varepsilon = 3,2 - 4,0$; $\tan \delta = 0,01 - 0,05$; $E_{dt} = 15 - 35\text{kV/mm}$.

2.3. Các loại chất dẻo nhiều lớp

a. Hêtinắc

Được sản xuất ra bằng cách ép nóng giấy dó được tẩm bakêlít. Phương pháp tẩm giấy phổ biến nhất là tẩm bằng sơn tức là dung dịch bakêlít trong rượu sau đó đem sấy khô. Giấy dó tẩm được cắt ra thành tờ theo khuôn khổ quy định xếp lại thành từng chồng ứng với chiều dày cần thiết. Bakêlít trong vật liệu nóng chảy sẽ lấp kín các lỗ rỗng giữa các xơ giấy và từng tờ giấy riêng biệt. Áp lực khi ép tạo ra áp suất $100-200\text{kG/cm}^2$, nhiệt độ ép từ $160 - 165^\circ\text{C}$ duy trì từ 2-5 phút. Hêtinắc thu được có khối lượng riêng $d = 1,25 - 1,4\text{G/cm}^3$, độ bền điện vào khoảng $20 - 25\text{kV/mm}$; $\varepsilon = 5 - 6$.

b. Téctôlít

Các tấm này cũng tương tự như hêtinắc nhưng được chế tạo bằng vải tẩm. Téctôlít thủy tinh là téctôlít đặc biệt được sản xuất trên cơ sở xoi thủy tinh nó có độ bền nhiệt, sức chịu ẩm độ bền cơ và đặc tính cách điện rất cao. Người ta chế tạo téctôlít thành các ống, các thanh, các sản phẩm định hình có hình dạng phức tạp khác bằng téctôlít như buồng dập hồ quang trong máy cắt, nó còn được dùng làm vật liệu kết cấu, chế tạo bộ truyền động bánh răng, các ổ trục ...

2.4. Công dụng

Trong kỹ thuật điện người ta dùng rộng rãi chất dẻo làm vật liệu cách điện cũng như vật liệu kết cấu thuần túy, sử dụng chế tạo các thiết bị và dụng cụ điện áp và thấp áp, nó cũng được dùng trong kỹ thuật thông tin.

3. Sứ cách điện

3.1. Thành phần

Thành phần gồm có đất sét đặc biệt là cao lanh thạch anh, loại đất trắng tinh khiết có chất lượng cao, cũng như các loại đất sét dẻo chịu lửa khác cùng với khoáng thạch anh (SiO_2) và fenspat để chế tạo ra sứ cách điện.

3.2. Phương pháp sản xuất

Lọc sạch tạp chất ra khỏi tất cả các thành phần hợp thành của sứ, nghiền ra và nhào kỹ với nước thành một chất đồng nhất.

Để tạo thành sản phẩm có cấu hình cần thiết ta áp dụng phương pháp gia công: Đùn ép qua áp lực, tiện mặt ngoài, ép hay đổ vào khuôn thạch cao. Sau khi tạo hình sau đó đem ra sấy khô để loại hết lượng nước thừa ra, sau đó là tráng men và nung.

Muốn tráng men ta nhúng sứ đỏ chế tạo xong vào bình trong đó có trộn bột men mịn trong thời gian ngắn hay tráng men bằng phương pháp lăn. Ngoài ra người ta còn dùng phương pháp tưới hoặc phun để tráng men cho những sứ cách điện có kích thước lớn và nặng. Sau khi tráng men sản phẩm được phơi khô và đem vào lò nung.

Nung là một nguyên công rất cơ bản để làm cho sứ có được độ bền cơ học cao, chịu được nước và có đặc tính cách điện tốt. Thời gian nung của sứ cách điện kéo dài từ 20 đến 70 giờ tùy theo kích thước chiều dày của sứ. Giai đoạn nung ở nhiệt độ cao nhất (đối với sứ định vị là 1300 đến 1350°C; đối với sứ cao áp từ 1330 đến 1410°C). Sau đó để sản phẩm nguội dần trong thời gian dài để tránh sự xuất hiện của ứng suất nhiệt và các vết nứt trước khi lấy ra khỏi lò.

Trong lúc nung, kích thước của các sản phẩm được nung bị giảm đi nhiều vì các thành phần hợp thành sứ bị mất nước và kết cấu của sứ bị lèn chặt lại. Đó là hiện tượng co ngót. Độ co ngót toàn phần của sứ rất lớn có thể đạt tới 20%. Do đó có hiện tượng co ngót nên khi tạo hình cho sứ cách điện phải làm theo kích thước lớn hơn để cuối cùng nhận được thành phần gần đúng với yêu cầu (dung sai về kích thước phải tính từ 2 đến 5%).

3.3. Tính chất

Khối lượng riêng của sứ: $d = 2,3 - 2,5 \text{ g/cm}^3$, hệ số giãn nở dài của sứ $\alpha_L = 4,5 \cdot 10^{-6} (\text{độ})^{-1}$; độ bền chịu nén lớn $\sigma_{\text{nén}} = 4000 - 6000 \text{ kg/cm}^2$. Độ bền kéo của sứ tráng men là $\sigma_{\text{kéo}} = 300-500 \text{ kg/cm}^2$; còn sứ không tráng men thì $\sigma_{\text{kéo}} = 200-300 \text{ kg/cm}^2$; và độ khi uốn là nhỏ $\sigma_{\text{uốn}} = 80 - 100 \text{ kg/cm}^2$. Sứ kém giòn hơn là thủy tinh (ứng suất dai và đập của sứ là từ 1,8 – 2,2 kg/cm^2 ; sứ rất dễ vỡ khi va chạm. Sứ rất bền đối với phản ứng hoá học, vì vậy nó được sử dụng rộng rãi để chế tạo các dụng cụ hoá nghiệm như cốc; chén nung.

Ở nhiệt độ bình thường đặc tính cách điện của sứ rất cao: Độ bền điện $E_{\text{dt}} = 10-30 \text{ kV/mm}$. Điện trở suất khối $\rho_v = 10^{14} - 10^{15} \Omega \text{ cm}$; $\varepsilon = 6-7$; $\tan \delta = 0,015 - 0,02$. Song ở nhiệt độ cao đặc tính cách điện của sứ kém đi nhiều vì pha thủy tinh do các loại khoáng fenspat có chứa một lượng natri và kali rất lớn tạo ra loại thủy tinh kiềm.

3.4. Công dụng

Sứ đường dây gồm có sứ treo dùng cho điện áp cao hơn 35kV, sứ đỡ dùng cho điện áp thấp hơn, sứ dùng trong các trạm điện là các loại sứ đỡ và sứ xuyên.

Sứ được dùng trong các thiết bị là các loại sứ tham gia vào kết cấu, vào các thiết bị như máy biến áp; máy cắt dầu, dao cách ly, chống sét van.

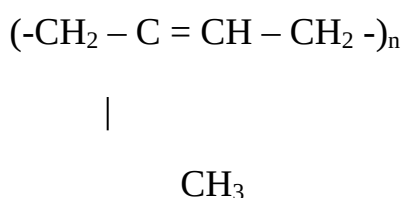
Sứ định vị là sứ puli, những linh kiện ở đui đèn, trong công tắc, cầu chì cầu dao, phích cắm, sứ thông tin ...

4. Cao su

4.1. Cao su thiên nhiên

Cao su thiên nhiên là loại cao su được lấy từ nhựa cây cao su ở dạng lơ lửng của các phần tử rất nhỏ có hình mạch vòng trong nước (gọi là vi cầu). Những vi cầu ấy bên trong là cao su thiên nhiên và bao bên ngoài là một màng mỏng bằng chất protit và các axit béo. Khi làm đông tụ mỏng cao su và thải hết tạp chất tách riêng ra được cao su.

Về thành phần hoá học thì cao su thiên nhiên là hiđrô cacbon trùng hợp có thành phần là $(C_5H_8)_n$ và đặc trưng của nó có sự xuất hiện của liên kết kép:



Khi nóng lên nhiệt độ là 50⁰C thì cao su trở thành dẻo và dính, còn khi ở nhiệt độ thấp thì giòn, cao su thiên nhiên hoà tan được trong hydrocacbon. Dung dịch cao su trong dầu xăng thường gọi là keo cao su, có thể dùng vào việc dán cao su tự nhiên với cao su đó được lưu hoá một cách chắc chắn.

Người ta không dùng cao su nguyên chất vào việc sản xuất các 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 các nhược điểm này người ta tiến hành lưu hoá cao su, tức là nung nóng lên khi cho thêm lưu huỳnh vào cao su.

4.2. Cao su lưu hoá

Sau khi lưu hoá với lưu huỳnh làm cho 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 ta được các sản phẩm khác nhau.

Nếu cho từ 1-3% lưu huỳnh thì thu được cao su dẻo có khả năng chịu kéo và tính đàn hồi rất cao.

Nếu pha thêm 30-35% lưu huỳnh thì thu được cao su rắn (thường gọi là êbonít) chịu được tải trọng va đập lớn.

Các loại cao su kỹ thuật khác nhau có độ dãn dài tương đối khi đứt khoảng 100-500%, còn êbonít chỉ từ 2-6%.

Trong khi sản xuất cao su lưu hoá và êbonít, ngoài cao su tự nhiên và lưu huỳnh, người ta còn cho vào thành phần của hợp chất cao su những chất độn khác nhau (đá phấn, hoạt thạch ...) làm thay đổi tính chất của cao su, ngoài ra còn cho thêm chất nhuộm màu, chất xúc tác để làm nhanh quá trình lưu hoá.

Cao su lưu hoá được dùng rộng rãi trong công nghiệp điện để làm chất cách điện cho các dây dẫn trong các thiết bị điện, dùng để lắp ráp, dây cáp mềm, chế tạo ra găng tay, ủng, thảm cách điện và các ống cách điện.

Khi dùng cao su lưu hoá làm vật liệu cách điện cần chú ý tới các nhược điểm: Độ bền nhiệt thấp, ít chịu được sự tác dụng của dầu mỡ, nó bị phồng rộp lên khi ngâm trong dầu mỡ, ben zen, xăng ... kém bền đối với tác dụng của ánh sáng nhất là tia tử ngoại làm cho cao su bị hoá già nhanh, cao su có thể gây tác hại cho vật liệu đồng.

Cao su lưu hoá cách điện thường có điện trở suất khối $\rho_v = 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$;

$\epsilon = 3 - 7$; $\text{tg } \delta = 0,02 - 0,10$; độ bền điện $E_{\text{đt}} = 20 - 30 \text{ kV/mm}$.

Êbonít để làm cách điện được sản xuất thành các tấm ống hay thanh. Nó có thể gia công cơ khí dễ dàng được dùng làm sản phẩm khác nhau, dùng làm bình ắc quy ...

4.3. Cao su tổng hợp

Thành phần của cao su tổng hợp gồm có rượu còn dầu mỡ và khí thiên nhiên được ứng dụng chủ yếu sản xuất cáp điện, thiết bị điện ...

a. Cao su butadien

Là loại cao su tổng hợp phổ biến nhất, loại này thu được khi trùng hợp hiđrôcacbon loại butadien ở thể khí ($\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$) khi trùng hợp có sự tham gia của chất xúc tác của natri kim loại

Người ta thường dùng cao su butadien để thay thế cao su thiên nhiên hoặc là hợp chất của nó để sản xuất cao su dẻo cũng như êbonít. Muốn dùng cao su butadien vào mục đích cách điện phải rửa sạch chất xúc tác còn dư lại (natri) vì chất này sẽ làm giảm đặc tính cách điện của cao su.

b. Escapon

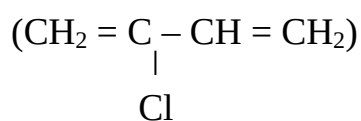
Khi nung nóng tới $200 - 300^\circ\text{C}$ (không cho thêm chất lưu hoá) cao su butadien được trùng hợp bổ sung và chuyển thành escapon là chất có đặc tính cơ gần giống với êbonít nhưng có độ bền nhiệt cao hơn và ít chịu được tác dụng của axit và dung môi hữu cơ.

Escapon có đặc tính cách điện cao: Điện trở suất khối $\rho_v = 10^{17} \Omega \cdot \text{cm}$;

$\epsilon = 2,7 - 3,0$; $\text{tg } \delta = 5 \cdot 10^{-4}$. Escapon có thể dùng làm điện môi cao tần. Trên cơ sở của escapon người ta cũng sản xuất ra được nhiều vật liệu mới như sơn, hợp chất cách điện ...

c. Cao su cloropren

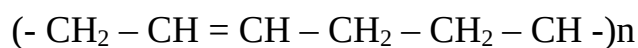
Được sản xuất bằng việc trùng hợp cloropren có sự tham gia của chất xúc tác của natri kim loại



Loại cao su này cực tính, tuy có đặc tính cách điện thấp nhưng rất bền đối với tác dụng của dầu và xăng, ôzôn và các chất ôxy hoá khác. Có thể dùng nó làm vỏ bảo vệ cho các sản phẩm cáp, làm tấm đệm chịu được dầu vv ... so với cao su tự nhiên thì loại cao su này bền hơn và về sự hoá già nhiệt và ít thấm khí.

d. Cao su butadien – stirol

Thu được khi trùng hợp chung với butadien với stirol. Loại cao su này có đặc tính cách điện gần giống với cao su tự nhiên. Nó có tính chịu nhiệt, tính chịu xăng dầu cao. Cấu tạo phân tử của butadien – stirol:



e. Cao su silic hữu cơ

Loại cao su này trong phân tử của nó có liên kết kép, vì vậy khó lưu hoá cao su nên khi chế tạo phải đưa phụ gia đặc biệt vào (peroxit hữu cơ) thành phần của hợp chất. Cao su silic hữu cơ có độ bền nhiệt cao (khoảng 250⁰C) và chịu lạnh tốt (ở -70 đến -100⁰C) và vẫn giữ được dẻo, các đặc tính cách điện tốt nhưng lại có đặc tính cơ thấp, kém bền đối với sự tác dụng của dung môi và giá thành cao.

CHƯƠNG 3: VẬT LIỆU DẪN ĐIỆN

Giới thiệu :

Cùng với sự phát triển của các ngành công nghiệp kỹ thuật, ngành công nghiệp điện năng cũng không ngừng được hoàn thiện và phát triển cho nên các vật liệu dẫn điện đóng vai trò rất quan trọng, nếu không có chúng thì ta không thể có các thiết bị điện. máy điện và cũng không tồn tại ngành công nghiệp điện.

Các vật liệu dẫn điện được dùng dẫn điện trong các thiết bị điện, máy điện, khí cụ điện và truyền tải điện năng từ nơi sản xuất tới hộ tiêu thụ. Vật liệu dẫn điện rất đa dạng, nhiều chủng loại và chúng có những tính chất, đặc tính tính kỹ thuật khác nhau. Vì vậy đòi hỏi người công nhân làm việc trong các ngành, nghề và đặc biệt trong các nghề điện phải hiểu rõ về các tính chất, đặc tính tính kỹ thuật và ứng dụng của chúng để không ngừng nâng cao hiệu quả kinh tế và tiết kiệm điện năng trong sử dụng.

Nội dung bài học này nhằm trang bị cho học viên những kiến thức cơ bản và cần thiết về tính chất, các đặc tính của các loại vật liệu dẫn điện thông dụng nhằm ứng dụng có hiệu quả trong ngành nghề của mình.

Mục tiêu thực hiện:

Học xong chương này, người học có khả năng:

-Trình bày được đặc tính của các vật liệu dẫn điện được học; Nhận dạng và phân loại được các loại vật liệu dẫn điện có trong chương trình giới thiệu.

-Xác định được các dạng hư hỏng và nguyên nhân gây hư hỏng của các loại vật liệu dẫn điện được giới thiệu trong chương trình.

- Có ý thức tự giác trong học tập, tích cực tìm hiểu, nghiên cứu để có kết quả học tốt.

Nội dung chính:

BÀI 1: KHÁI NIỆM, PHÂN LOẠI, TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA VẬT LIỆU DẪN ĐIỆN

1. Khái niệm về 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 trường điện, các điện tích sẽ chuyển động theo hướng nhất định của 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.

2. Phân loại về vật liệu dẫn điện

Vật liệu dẫn điện có thể là những vật rắn, lỏng, trong những điều kiện nhất định có thể là thể khí.

-Vật liệu dẫn điện ở thể rắn là các kim loại và các hợp kim

+ Loại có điện dẫn cao: Dùng làm dây dẫn điện, dây cáp điện, dây quấn máy biến áp và máy điện...

+ Loại có điện trở cao: Dùng trong các dụng cụ đốt nóng bằng điện, đèn thấp sáng, biến trở và điện trở mẫu...

- Vật liệu dẫn điện ở thể lỏng: Là các kim loại nóng chảy và các dung dịch điện phân: Các kim loại nóng chảy ở nhiệt độ cao, trừ thủy ngân có nhiệt độ nóng chảy ở -39°C . Do đó ở nhiệt độ bình thường chỉ có thủy ngân là kim loại lỏng được sử dụng trong thực tế kỹ thuật.

- Vật liệu dẫn điện ở thể khí: Nếu cường độ điện trường ngoài thấp sẽ không phải là vật dẫn (cách điện). Nhưng nếu cường độ điện trường vượt quá một giới hạn nào đó đủ gây ion hoá quang và ion hoá va chạm thì chất khí đó trở thành vật dẫn.

3. Tính chất về vật liệu dẫn điện

3.1. Tính chất cơ học

Là khả năng chống lại sự phá huỷ của kim loại khi có ngoại lực tác dụng vào các chi tiết máy đang làm việc.

a. Tính bền

Là khả năng chịu kéo, nén, uốn, xoắn, cắt, đập mà kim loại không bị phá huỷ.

b. Tính cứng

Là khả năng chịu lực nén trên một diện tích truyền lực nhỏ. Xác định độ cứng của kim loại bằng phương pháp brinen. Độ cứng ảnh hưởng đến công nghệ cắt gọt, khả năng chịu mài mòn của kim loại.

c. Tính dai

Là khả năng chịu tải trọng va đập của kim loại, kim loại có độ bền cao tính dai càng cao.

d. Tính đàn hồi

Là khả năng trở lại hình dáng và kích thước ban đầu sau khi ngoại lực thôi tác dụng. Lợi dụng tính đàn hồi của kim loại người ta chế tạo ra lò xo các loại.

e. Tính công nghệ

Tính đúc, cắt, gọt, rèn, đập, hàn nối.

3.2. Tính chất vật lý

Là những phản ánh của các hiện tượng vật lý trong tự nhiên đối với kim loại.

a. Màu sắc

Mỗi kim loại đều có màu sắc riêng biệt.

Ví dụ: Đồng (Cu) màu đỏ; nhôm (Al) màu trắng bạc; Bạc (Ag) có màu xám.

b. Khối lượng riêng

Là khối lượng của kim loại trên một đơn vị thể tích.

m: Là khối lượng của kim loại (g).

v: Là thể tích của khối lượng đó (cm^3).

d: Là khối lượng riêng của kim loại.

Trong đó: $d = m/v$ (g/cm^3).

- Nếu kim loại có $d > 5\text{g}/\text{cm}^3$ thì thuộc nhóm kim loại nặng
- Nếu kim loại có $d \leq 5\text{g}/\text{cm}^3$ thì thuộc nhóm kim loại nhẹ.
- Căn cứ vào khối lượng riêng ta lựa chọn vật liệu để chế tạo máy.

Ví dụ: Khối lượng riêng của Pb = $11,4\text{g}/\text{cm}^3$; Cu = $8,9\text{g}/\text{cm}^3$; Fe = $7,8\text{g}/\text{cm}^3$; Al = $2,9\text{g}/\text{cm}^3$; Mg = $1,7\text{g}/\text{cm}^3$.

c. Tính nóng chảy

Kim loại khi nung nóng tới nhiệt độ nhất định thì chuyển từ thể rắn sang thể lỏng không qua thể nhão. Tính chất này được gọi là tính nóng chảy của kim loại.

Nhiệt độ để kim loại chuyển từ thể rắn sang thể lỏng được gọi là nhiệt độ nóng chảy. Nhờ có tính nóng chảy mà ta nấu luyện được kim loại và đúc kim loại; Hàn nối các chi tiết với nhau.

Ví dụ: Nhiệt độ nóng chảy của Fe = 1539°C ; Cu = 1083°C ; Sn = 232°C ;

W = 3410°C .

d. Tính nhiễm từ

Là khả năng nhiễm từ tính của kim loại tạo thành nam châm. Trong các kim loại chỉ có sắt (Fe); coban (Co); Niken (Ni) và các hợp kim của nó là có khả năng nhiễm từ.

3.3. Tính chất hoá học

Tính chất hoá học của kim loại được xác định bằng khả năng tác dụng của các chất khác đối với kim loại như: axit, bazơ, muối, nước, không khí ...

a. Tính ăn mòn kim loại

Vàng, bạc, bạch kim gần như không bị ăn mòn, còn các kim loại khác đều bị axit, bazơ, muối, nước tác dụng tạo thành gỉ phá hỏng kim loại.

b. Ôxy hoá

Kim loại khi tiếp xúc với không khí đều bị ôxy hoá, trong không khí đốt cháy tạo thành ôxít kim loại ... để bảo vệ kim loại người ta thường dùng phương pháp sơn, mạ, tráng men.

3.4. Tính dẫn điện và tính dẫn nhiệt

Là khả năng truyền điện và truyền nhiệt của kim loại. Những kim loại có khả năng dẫn nhiệt tốt thì khả năng dẫn điện cũng tốt. Kim loại có khả năng dẫn nhiệt và dẫn điện tốt đó là: Ag, Cu, Al.

Tính nhiễm từ của kim loại và hợp kim thay đổi theo nhiệt độ, nếu nhiệt độ tăng thì tính nhiễm từ giảm.

BÀI 2: NHỮNG HƯ HỎNG THƯỜNG GẶP VÀ TÍNH CHỌN VẬT LIỆU DẪN ĐIỆN

1. Những hư hỏng thường gặp

Các loại vật liệu dẫn điện được 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 hư hỏng và ta thường gặp các dạng hư hỏng sau:

Hư hỏng do bị ăn mòn kim loại.

Hư hỏng do điện.

Hư hỏng do bị già hóa của kim loại.

Hư hỏng do các lực tác động từ bên ngoài.

Hư hỏng do sự mài mòn giữa các bộ phận.

1.1 Ăn mòn kim loại

a. Khái niệm về ăn mòn kim loại

Sự ăn mòn kim loại là một quá trình phá hủy kim loại và hợp kim dưới hình thức hóa học và điện hóa do tác dụng của môi trường xung quanh.

Sự ăn mòn kim loại xảy ra thương xuyên và dưới nhiều hiện tượng khác nhau. Sắt thép để lâu ngày không được bảo vệ tốt sẽ bị rỉ, đồng để trong không khí ẩm hoặc môi trường có chất chua mặn sẽ tạo nên lớp vẩy màu xanh lục đó là rỉ đồng.

Môi trường xung quanh có tác dụng ăn mòn kim loại thường là: không khí ẩm, nước, nước 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 trường xung quanh và tác dụng đó diễn ra dưới hai hình thức ăn mòn .

+ Ăn mòn hóa học.

+ Ăn mòn điện hóa.

b. Phương pháp chống ăn mòn kim loại

Trong kỹ thuật có rất nhiều phương 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.

+ Phương pháp bảo vệ bằng lớp ôxít.

Phủ bằng lớp kim loại không bị ăn mòn. Các phương pháp phủ lớp kim loại bảo vệ là: phương pháp nóng chảy, phương pháp mạ, phương pháp phun kim loại và cán dính kim loại.

Phương pháp nóng chảy: Thường phương pháp được áp dụng để phủ lớp kẽm, thiếc, chì lên bề mặt chi tiết

Phủ kẽm: Để phủ kẽm người 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 $(0,06 \div 0,13)\text{mm}$. Phủ kẽm đơn giản, nhanh nhưng ít được 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 người 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 $(0,5 \div 0,7)\text{mm}$. Thường người ta phủ lớp chì - thiếc, lớp phủ này có độ bám chắc và độ dẻo cao hơn.

Mạ kim loại: 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

ché 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 vv...

Cán dính một lớp kim loại bảo vệ: thường 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 vv...

Phủ lớp bảo vệ phi kim loại :

Người ta thường áp dụng các phương pháp sau: sơn, sơn êmay, bôi dầu mỡ, phủ một lớp chất dẻo vv...

Phương pháp bảo vệ bằng lớp ôxít: người ta dùng những ôxít bền vững với môi trường để bọc lên trên những kim loại chịu ảnh hưởng nhiều của môi trường.

1.2. Hư hỏng do điện

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...

Ví dụ:

+ Quá dòng điện: 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 hư hỏng.

+ Quá điện 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 hư hỏng cách điện dẫn đến vật dẫn xảy ra hiện tượng ngắn mạch.

+ Các loại ngắn mạch: 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 trường hợp sự cố của mạch điện nên cần thiết phải có thiết bị bảo vệ.

1.3. Hư hỏng do bị 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).

1.4. Hư 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.

1.5. Hư hỏng do sự mài mòn giữa các bộ phận

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

1.6. Tính chọn vật liệu dẫn điện

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

+ **Độ dẫn điện:** tùy vào nhu cầu sử dụng mà người ta sẽ chọn vật liệu có điện trở suất phù hợp. Ví dụ như khi chế tạo dây dẫn thường dùng đồng, nhôm (có điện trở suất (ρ) bé), còn khi làm các dây đốt nóng thì dùng các loại hợp kim như constantan, maisto, manganin v. v...(có điện trở suất (ρ) lớn hơn).

+ **Độ bền cơ:** tùy vào qui trình làm việc mà chọn vật liệu có độ bền cơ thích hợp, ví dụ: để tăng độ bền kéo cho dây dẫn người ta dùng dây có lõi thép, tiếp điểm thì dùng đồng thau, đồng thanh.

+ **Độ bền chống ăn mòn:** căn cứ vào điều kiện và môi trường làm việc của chi tiết, bộ phận hay thiết bị điện mà người ta chọn vật liệu có tính chống ăn mòn thích hợp.

Ví dụ mỗi tiếp xúc cố định người 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 trường làm việc ẩm ướt và có nhiều khí hóa học thì ta lựa chọn những vật liệu có tính chống lại sự ăn mòn của môi trường v v....

BÀI 3: MỘT SỐ VẬT LIỆU DẪN ĐIỆN THÔNG THƯỜNG

1. Đồng và hợp kim của đồng.

1.1. Đồng: ký hiệu (Cu)

a. Tầm quan trọng của đồng trong kỹ thuật điện

Đồng là loại vật liệu quan trọng nhất trong tất cả những vật liệu dẫn điện được dùng trong kỹ thuật điện. Nó có điện dẫn suất lớn và chỉ đứng sau bạc.

Đồng được sử dụng rộng rãi làm vật dẫn bởi nó có ưu 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 tương đối cao.

Trong nhiều trường hợp đồng có tính chất chống ăn mòn tốt (đồng bị ôxi hoá tương 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 được thành tấm, thanh, kéo thành sợi, độ nhỏ của dây có thể đạt tới vài phần trăm milimet.

Hàn và gắn tương 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 2.1)

BẢNG 2.1: 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 dễ dát mỏng, bán thành phẩm với những yêu cầu đặc biệt
Cu 5	99,50	Bán thành phẩm như tấm, ống, thanh. Dùng sản xuất đồng thau với tỉ lệ chứa dưới 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. 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.

Việc thêm vào các chất As, P, Sb, Fe, Ni, Mn, Mg hay Si sẽ cải thiện được đặc tính cơ của đồng trong những điều kiện nhất định.

c. Sản xuất và chế tạo

Đồng được tìm thấy trong tự nhiên không nhiều. Người ta sản xuất từ mỏ can-copirit ($CuFeS_2$), cancozin (Cu_2S), coverit (CuS), cupric (Cu_2O), bocnit ($3Cu_2SFeS_2S_3$), ênegit ($3Cu_2SAs_2S_3$)vv...

Từ các mỏ trên người ta sẽ thu được người ta sẽ thu được sunfua thông qua phương pháp nấu nóng chảy trong lò luyện hay sunfua hóa.

Tùy theo hàm lượng tạp chất có trong đồng của lò luyện mà người ta chia ra làm hai loại:

Loại A: với phần trăm đồng tối đa là 98% được dùng để sản xuất loại đồng: CuO, Cu5, Cu9, Cu E.

Loại B: với phần trăm đồng tối đa là 97,5% được dùng dưới dạng điện cực dương để tinh luyện theo phương pháp điện phân và ta nhận được đồng điện phân.

Khi chế tạo dây dẫn, thỏi đồng lúc đầu ($20 \div 80$)kg được cán nóng thành dây có đường kính ($6,5 \div 7,2$) mm, sau đó được 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 đường kính cần thiết đến ($0,03 \div 0,02$) mm. Đồng tiêu chuẩn là đồng ở trạng thái ủ, ở $20^\circ C$ có điện trở suất là $0,017241 \Omega mm^2/m$. Người ta thường 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 được cho trong bảng sau (bảng 2.2)

BẢNG 2.2: 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 dẫn dài tương 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.

1.2. 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 vv... 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 nhưng độ bền giảm. Nếu thành phần kẽm chứa nhiều hơn 25% thì đồng thau có độ bền tăng nhưng giảm 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, lưỡi và ngàm trong cầu dao vv...

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 sắt, 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 được 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 được cho trong bảng 2.3.

BẢNG 2.3: 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 giãn dài tương đối khi đứt, %
Đồng thanh cadmi (0,9% cd)	ủ Kéo nguội	95 83 ÷ 90	Đến 31 Đến 73	50 4
Đồng thanh (0,8 %Cd; 0,6 %Sn)	ủ Kéo nguội	55 ÷ 60 50 ÷ 55	29 Đến 73	55 4
Đồng thanh (2,5%Al; 2% Sn)	ủ Kéo nguội	15 ÷ 18 15 ÷ 18	37 Đến 97	45 4
Đồng thanh phốt pho	ủ Kéo nguội	10 ÷ 15 10 ÷ 15	40 105	60 3
Đồng thau	ủ Kéo nguội	25 25	32 ÷ 35 Đến 88	60 ÷ 70 5

2. Nhôm và hợp kim nhôm

2.1. Nhôm

a. Tầm quan trọng của nhôm trong kỹ thuật điện

Sau đồng, nhôm là vật liệu quan trọng thứ hai được sử dụng trong kỹ thuật điện, nhôm có điện dẫn suất cao (nó chỉ thua bạc, đồng và thiếc), trọng lượng riêng giảm ($2,76 \text{ G/cm}^3$), 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 phương diện tâm” và không đổi cho đến khi nguội ở nhiệt độ thường.

Nhôm có màu bạc trắng là kim loại tiêu biểu cho các kim loại nhẹ (nghĩa là kim loại có khối lượng riêng nhỏ hơn 5 G/cm^3). Khối lượng riêng của nhôm đúc gần bằng $2,6 \text{ G/cm}^3$, nhôm cán là $2,76 \text{ G/cm}^3$, 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 đường dây tải điện trên không, những đường cáp này để có điện trở nhỏ, đường 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.

c. 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 $(2 \div 3)\%$. 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 $(5 \div 10)\%$. Điện dẫn của nhôm giảm rất nhiều nếu chất phụ của nhôm là titan và mangan.

Công nghệ gia công nhôm như cán, kéo và ủ cũng tương tự như đối với đồng. Nhôm có thể cán thành lá rất mỏng từ $(6 \div 7) \mu\text{m}$ dùng làm bản cực trong các tụ giấy.

d. Sản xuất và chế tạo

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

-Nhôm nhận được từ bauxit, 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 $(900 \div 950)^\circ\text{C}$. 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.

2.2. 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 $(2,5 \div 6)\%$ Cu, $(0,4 \div 2,8)\%$ Mg và $(0,4 \div 1)\%$. Đura được ký hiệu bằng chữ kèm theo con số chỉ số hiệu của đura như đura 1, đura 6, đura 16...

b. Nhóm hợp kim nhôm đúc

Được 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 $6 \div 13\%$ 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 được dùng làm dây dẫn điện là hợp kim mang tên "aldrey". Chúng là tổ hợp của nhôm với Mg $(0,3 \div 0,5)\%$, Silic $(0,4 \div 0,7)\%$, và sắt $(0,2 \div 0,3)\%$. Tổ hợp làm cho hợp kim có tính chất cơ khí tốt nhất là nhôm với Mg_2Si . Sự hòa tan dung dịch rắn (ở nhiệt độ $500^{\circ}C$) của tổ hợp này sẽ làm tăng tính dẫn điện của hợp kim.

3. Chì và hợp kim chì

3.1. Chì

a. Sản xuất và chế tạo

Chì nhận được từ các mỏ như: Galen (PbS), xeruzít (PbCO₃), Anglezít(PbSO₄) vv...và thường qua nhiều phương pháp để thu được chì thô. Sản phẩm thu được (chì thô) gồm (92 ÷ 96)% chì.

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

Chì dùng trong acquy cung cấp dưới dạng thỏi (35 ÷ 45)kg.

b. Đặc tính

Chì là kim loại có màu tro sáng ngả hơi xanh da trời là kim loại công nghiệp rất mềm. Người ta có thể uốn cong dễ dàng hoặc cắt bằng dao cắt công nghiệp. Chỗ mới cắt sẽ ánh kim loại sáng nhưng nó sẽ mờ đi nhanh do oxy hoá bề mặt bởi lớp oxyt thiếu (Pb₂O) và (PbO). Chì có điện trở suất cao (0,205 ÷ 0,222Ωmm²/m ở nhiệt độ: 20⁰C). Chì 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 (PbCO₃, PbSO₄.v.v..).

Nó không bị tác dụng của axit clohydric, axit sunfuaric, axit sunfuaro, fluorhydric, phosphoric hoặc amoniắc, sút, borax và clo.

Nó hoà tan dễ dàng trong axit HNO₃ pha loãng hay axit axetic (CH₃COOH) pha loãng, bị phá hủy bởi các chất hữu cơ mục nát, vôi và một vài hợp chất khác.

Sự bay hơi của chì rất độc.

Chì là kim loại dễ dát mỏng, có thể được dát và kéo thành những lá mỏng.

Chì dễ chảy lỏng (327,3⁰C).

Chì 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).

3.2. Hợp kim chì

-Là hợp kim của chì với các nguyên tố: Sb, Te, Cu, Sn với một hàm lượng nhỏ thì có cấu trúc mịn hơn và chịu được sự rung động song ít bền với sự ăn mòn.

-Hợp kim chì - thiếc: là chất hàn mềm có nhiệt độ nóng chảy 400⁰C.

-Chì kỹ thuật: PbTc₁= 99,92%; PbTc₂= 99,80%; PbTc₃= 99,50%.

Hàm lượng tạp chất của chì kỹ thuật được cho trong bảng (bảng 3.8).

-Chì dùng sản xuất bình ắc quy: $PbAc_1 = 99,99\%$; $PbAc_2 = 99,98\%$; $PbAc_3 = 99,96\%$.

Hàm lượng các tạp chất của chì dùng sản xuất bình ắc quy được cho trong bảng (bảng 3.9).

-Chì 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 lượng tạp chất của chì atimon được cho trong bảng (bảng 3.10).

Ứng dụng của chì và hợp kim chì:

-Chì và hợp kim chì được dùng để làm lớp vỏ bảo vệ cáp điện nhằm chống lại ẩm ướt. Vỏ chì ở cáp được chế tạo từ.

-Đôi khi lớp vỏ này sử dụng như dây dẫn thứ tư (ví dụ: trường hợp cáp có 3 dây dẫn).

-Chì còn được 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 được sử dụng như một vật liệu bảo vệ đối với tia X (ronghen). Những tấm chì bảo vệ thường theo tiêu chuẩn chiều dày $(4 \div 9)\text{mm}$ (1mm chiều dày ở $200 \div 300\text{kV}$) có tác dụng bảo vệ như tấm thép dày 11,5mm hay lớp gạch có chiều dày 110mm.

4. Sắt (thép)

Thép là hợp kim của sắt với cacbon với hàm lượng 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 được dùng làm vật dẫn. Nhưng 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 người ta thường dùng thép có hàm lượng cacbon thấp.

Để làm dây dẫn điện người ta thường dùng thép mềm có từ $(0,10 \div 0,15)\%$ cacbon, giới hạn bền kéo $(70 \div 75)\text{kG/mm}^2$, độ dẫn dài tương đối khi đứt $(5 \div 8)\%$, điện dẫn suất nhỏ hơn đồng sáu bảy lần. Vì thế thép dùng làm dây dẫn đường dây tải điện trên không với công suất tương đối nhỏ. Trong trường 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 dưới dạng thanh dẫn, đường ray tàu điện, đường 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 $(120 \div 150)\text{kG/mm}^2$ và độ giãn dài tương đối từ $(4 \div 5)\%$.

Nhược điểm của thép là khả năng chống ăn mòn kém ngay cả ở nhiệt độ bình thường 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 được bảo vệ bằng lớp kim loại bền hơn. Thông thường dây thép được mạ bằng kẽm để bảo vệ cho thép khỏi bị gỉ. Dây dẫn bằng thép có độ bền cơ khí lớn gấp $(2 \div 2,5)$ lần so với đồng do đó dây dẫn thép được dùng ở những khoảng cột lớn, ở những tuyến vượt sông rộng vv... và có thể sử dụng cho những khoảng cột từ $(1500 \div 1900)\text{m}$. Dây dẫn bằng thép có thể được mắc với độ võng bé hơn các dây dẫn khác.

CHƯƠNG 4: VẬT LIỆU TỪ

Giới thiệu:

Nội dung chương này đề cập đến khái niệm chung về chất từ và vật liệu từ; vật liệu từ mềm; vật liệu từ cứng.

Mục tiêu:

Học xong chương này, người học có khả năng:

- Trình bày được tính chất và công dụng của các loại vật liệu từ mềm; vật liệu từ cứng;
- Biết cách lựa chọn vật liệu phù hợp với mục đích sử dụng;
- Có ý thức tự giác trong học tập, tích cực tìm hiểu, nghiên cứu để có kết quả học tốt.

Nội dung chính:

BÀI 1: KHÁI NIỆM CHUNG VỀ TÍNH CHẤT TỪ CỦA VẬT LIỆU TỪ TÍNH

Các vật liệu từ tính như các chất sắt từ và các hợp chất hoá học ferít là những loại có giá trị lớn trong kỹ thuật điện. Nguyên nhân chủ yếu gây nên từ tính của vật liệu điện là do các điện tích luôn luôn chuyển động ngẫu nhiên theo quỹ đạo kín tạo nên những dòng điện vòng, cụ thể hơn đó là hơn sự quay của các điện tử quay xung quanh trục của chúng – spin điện tử và sự quay theo các quỹ đạo điện tử trong nguyên tử. Hiện tượng sắt từ là do trong một số vật liệu ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ quyri đã phân sẵn thành những vùng vĩ mô mà trong từng vùng ấy các spin điện tử đều định hướng song song với nhau (phân cực tự nhiên). Các vùng ấy gọi là đômen từ.

Như vậy tính chất đặc trưng cho trạng thái sắt từ của các chất là nó có độ nhiễm từ tự phát ngay khi không có từ trường ngoài. Từ thông ở không gian bên ngoài vật liệu bằng không, các vật liệu tinh khiết có các đômen lớn hơn.

Quá trình từ hoá vật liệu sắt từ dưới ảnh hưởng của từ trường bên ngoài gồm các hiện tượng sau:

+ Tăng thể tích của các đômen có mômen từ tạo với hướng từ trường góc nhỏ nhất và giảm kích thước của các đômen khác (quá trình dịch chuyển mặt phân cách của các đômen).

+ Quay các vectơ mômen từ hoá theo hướng từ trường ngoài (Quá trình định hướng).

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 do hiệu ứng gọi là hậu quả từ hoá hay độ nhót 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.

Để đặc trưng cho từ tính của vật liệu người ta đưa ra đại lượng gọi là hệ số từ thẩm tương đối (Ký hiệu là μ). Nó là tỷ số giữa cường độ từ cảm trong môi trường đang xét (B) với cường độ từ cảm trong môi trường chân không (B_0) do cùng một dòng điện sinh ra.

$$\mu = B/B_0.$$

Nếu vật liệu từ có $\mu > 1$. Đó là vật liệu thuận từ. Ví dụ nhôm (Al) có $\mu = 1,000073$.

Nếu vật liệu từ có $\mu < 1$. Đó là vật liệu nghịch từ. Ví dụ: Đồng (Cu) có $\mu = 0,999995$.

Nếu vật liệu có $\mu > 1$ từ vài trăm đến hàng vạn lần gọi là vật liệu từ. Những vật liệu từ tính cao đó là sắt, niken, coban và các hợp kim của chúng: có $\mu = 7500 - 60000$.

Vật liệu từ chia ra làm hai loại: vật liệu từ mềm và vật liệu từ cứng.

BÀI 2: VẬT LIỆU TỪ MỀM

1. Khái niệm

Vật liệu từ mềm có độ từ thẩm cao, lực kháng từ và tổn hao từ trễ nhỏ được dùng làm lõi máy biến áp, nam châm điện, trong các dụng cụ đo điện và trong các trường hợp cần có cảm ứng từ lớn nhất với lực tiêu phí năng lượng nhỏ nhất. Để giảm tổn hao dòng điện xoáy, trong các máy biến áp dùng vật liệu sắt từ mềm có điện trở lớn, thường là dùng gông từ bằng cách ghép những tấm tôn silic cách điện với nhau.

2. Các loại vật liệu từ mềm

2.1. Sắt từ

Trong sắt kỹ thuật tinh khiết thường có một lượng nhỏ các bon, lưu huỳnh, mangan, silic và các nguyên tố khác làm xấu tính chất của sắt. Vì điện trở tương đối thấp nên sắt tinh khiết kỹ thuật được sử dụng tương đối ít, chủ yếu là mạch từ thông không đổi.

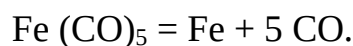
Sắt tinh khiết kỹ thuật được chế tạo bằng cách tinh chế gang trong lò Mác Tanh hay lò thổi, hàm lượng tạp chất tổng cộng dưới 0,08 – 0,1%.

Thép lá kỹ thuật điện các bon thấp là một trong nhiều dạng của sắt kỹ thuật tinh khiết được sản xuất thành tấm mỏng từ 0,2 – 4mm, thành phần có không quá 0,04% cácbon và không quá 0,6% các tạp chất khác. Trị số độ từ thẩm tương đối không nhỏ hơn 3500 – 4500, lực kháng từ không lớn hơn 0,8 – 1,2 Oersted.

Sắt tinh khiết với lượng tạp chất thấp có thể thu được từ hai phương pháp:

- + Sắt điện phân chế tạo bằng cách điện phân dung dịch sunfat hay clorua sắt trong đó anốt là sắt tinh khiết, còn catốt là phiến thép mềm. Sắt bám ở catốt sau khi rửa và nghiền thành bột trong máy nghiền sau đó được ủ hay nghiền lại trong chân không.

- + Sắt cacbonyl thu được bằng cách nhiệt phân sắt cacbonyl theo phương trình:



Sắt cacbonyl là chất lỏng thu được khi tác dụng với axit cacbon nên sắt ở nhiệt độ gần -200°C, áp suất gần 150ata. Sắt cacbonyl có dạng bột mịn rất thuận tiện để chế lõi sắt cao tần nén.

2.2. Thép

Thép lá kỹ thuật điện là vật liệu từ mềm được dùng rộng rãi nhất. Việc đưa silic vào trong thành phần của thép sẽ làm tăng điện trở suất của thép. Do đó tổn hao do dòng điện xoáy giảm. Ngoài ra silic trong thép còn tạo ra khả năng tách cacbon ở dạng grafit, cũng như khử gần toàn bộ ôxít của thép và giảm được tổn hao từ trễ. Tuy nhiên silic ảnh hưởng xấu tới tính cơ học của thép như tăng độ giòn và khó cán thành tấm.

Thép lá kỹ thuật điện ở Liên Xô cũ được chia thành các loại:

Э 11; Э 12; Э 13

Э 21; Э 22

๓ 31 ; ๓ 32

๓ 41; ๓ 42; ๓ 43; ๓ 44; ๓ 45; ๓ 46; ๓ 47; ๓ 48.

๓ 310; ๓ 320; ๓ 330; ๓ 330A; ๓ 340; ๓ 370; ๓ 380.

๓ 1100; ๓ 1200; ๓ 1300; ๓ 3100; ๓ 3200.

Trong đó:

+ ๓ chỉ loại thép thuộc về thép kỹ thuật điện.

+ Con số thứ nhất chỉ hàm lượng gần đúng của silíc theo phần trăm.

+ Con số thứ hai đặc trưng cho tính cách 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 50 Hz) và cảm ứng từ trong từ trường mạch.

Chữ A ký hiệu suất tổn hao rất thấp.

Số 4 cho biết thép được định mức tổn hao khi từ hoá ở tần số 400Hz và cảm ứng từ trong trường có cường độ trung bình.

Thép có ký hiệu số 5,6 dùng trong trường yếu từ 0,002 – 0,008A/cm.

Con số 7,8 chỉ đặc điểm chủ yếu của độ từ thẩm trong cường độ trung bình 0,03 – 10A/cm.

Con số 0 thứ ba chỉ bằng thép được cán nguội (thép có thớ). Hai con số 0 liên tiếp là thép được cán nguội ít thớ.

Thép hàm lượng silíc cao chủ yếu dùng để làm lõi máy biến áp mà ta thường gọi là tôn silíc. Thép có thớ dị hướng dùng để chế tạo lõi thép cuộn của máy biến áp. Sử dụng các thép này làm máy biến áp điện lực sẽ giảm được trọng lượng và kích thước của máy. Máy biến áp 20 – 25% còn làm máy biến áp trong vụ tuyến điện giảm 40%.

2.3. Pécmalôi

Pécmalôi là hợp kim sắt – Niken có trị số từ thẩm ban đầu rất lớn trong vùng từ trường yếu.

Người ta chia Pécmalôi nhiều Niken có khoảng 72-80% niken và Pécmalôi ít niken. Khi đưa vào thành phần Pécmalôi các tạp chất môlítđen, Cr, Si, Mn, để nâng cao điện trở suất của nó. Tạp chất môlít đen cũng có khả năng giảm độ

nhảy biến dạng của Pécmalôi, còn tạp chất là đồng sẽ làm cho hệ số từ thẩm μ không thay đổi trong những khoảng hẹp của cường độ từ trường.

Các loại Pécmalôi nhiều niken dùng làm lõi của cuộn cảm ứng có kích thước nhỏ, máy biến áp âm tần nhỏ, các biến áp xung và trong các khuyếch đại từ Pécmalôi ít niken có từ cảm bão hoà lớn hơn gần hai lần Pécmalôi nhiều niken, điều đó cho phép dùng nó làm lõi thép máy biến áp điện lực, cuộn cảm và các dụng cụ cần có mật độ từ thông cao.

Các Pécmalôi với vòng từ trễ hình chữ nhật có thể dùng làm lõi khuyếch đại từ cơ cấu chuyển mạch, thiết bị chỉnh lưu và các phần tử của máy tính.

Khi tăng tần số thì từ thẩm của Pécmalôi giảm do phát sinh dòng điện xoáy, bởi vì điện trở suất của nó không lớn lắm. Sự giảm cảm ứng từ khi tần số tăng ở cùng một cường độ từ trường ngoài.

2.4. 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 sắt. Hợp kim này có đặc tính cứng và giòn, nhưng cũng có thể chế tạo ở dạng đúc định hình, độ từ thẩm, điện trở suất cao.

Các sản phẩm được chế tạo Alusife: màn từ, thân các dụng cụ ... được chế tạo bằng phương pháp đúc với thành của chi tiết không mỏng hơn 2-3mm. Do tính giòn của hợp kim Alusife có thể nghiền nhỏ thành bột như: Cácbonyl sắt để sản xuất lõi thép cao tần.

BÀI 3 VẬT LIỆU TỪ CỨNG

1. Khái niệm

Độ từ thẩm của vật liệu từ cứng thấp hơn vật liệu từ mềm và lực kháng từ càng cao thì độ thẩm càng nhỏ.

Công dụng chủ yếu của vật liệu từ cứng được dùng để chế tạo nam châm vĩnh cửu mạch từ trong các dụng cụ đo, như cơ cấu đo điện từ (ampe mét, vôn mét). Cực từ của máy điện công suất nhỏ.

Tính chất của vật liệu từ cứng phụ thuộc vào cấu tạo tinh thể và cấu trúc từ. Tất cả các vật liệu từ cứng đạt được tính chất tốt khi có sự biến dạng mạng tinh thể lớn.

Các vật liệu dùng làm nam châm vĩnh cửu được đặc trưng bằng các tham số: lực kháng từ, từ dư và năng lượng lớn nhất được vào không gian xung quanh. Nam châm kín (dạng hình xuyên) không mất năng lượng cho không gian bên ngoài. Khi các khe hở không khí giữa các cực sẽ xuất hiện năng lượng truyền ra không gian, giá trị năng lượng phụ thuộc vào chiều dài của khe hở.

2. Các loại vật liệu từ cứng

2.1. Hợp kim từ cứng đúc

Hợp kim ba nguyên tố Al – Ni – Fe thường được gọi alumi có năng lượng từ lớn. Khi cho thêm coban hay silic tính chất từ của hợp kim này tăng lên hợp kim alumi có chất phụ silic gọi là alumisi, nếu cho chất phụ là coban gọi là alunicô, nếu hợp kim alunicô có hàm lượng coban lớn nhất gọi là macnicô.

Hợp kim macnicô được tăng cường không chỉ thành phần của nó, mà còn nhờ gia công đặc biệt làm nguội nam châm sau khi rót ra trong từ trường mạnh. Không đẳng hướng là một đặc tính mạnh của hợp kim manicô. Tính chất từ tốt nhất theo hướng khi làm nguội nó có từ trường tác động.

Nam châm hợp kim manicô nhẹ hơn nam châm alumi cùng năng lượng là 4 lần và nhẹ hơn nam châm thép – crôm thông thường là 22 lần.

Nhược điểm của các hợp kim alumi, alunicô và macnicô là khó chế tạo các chi tiết có kích thước chính xác, hợp kim giòn và cứng, chỉ có thể gia công bằng phương pháp mài.

2.2. 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 kích thước chính xác được. Có hai loại nam châm bột: 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).

Nam châm bột kim loại gốm được chế tạo ép bột nghiền từ hợp kim từ cứng sau đó thiêu kết ở nhiệt độ cao tương tự như quá trình nung gốm. Các chi tiết nhỏ chế tạo theo công nghệ này tương đối chính xác, không cần gia công thêm.

Nam châm ngược gắn bằng chất kết dính chế tạo bằng cách ép các chi tiết bằng chất dẻo nhưng chất độn ở đây nghiền bằng hợp kim từ cứng. Vì chất độn cứng nên cần áp suất riêng để ép cao và có thể bằng 5 tấn/cm².

Nam châm kim loại bột kinh tế nhất khi sản xuất tự động hoá 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 của các nam châm kim loại dẻo kém nhiều: Lực kháng từ giảm 19-15%, từ dư giảm 35-50%, năng lượng tích lũy giảm 40-60% so với nam châm đúc. Sự giảm các tính chất từ là do hàm lượng chất kết dính không từ tính lớn (khoảng 30%). Nam châm kim loại dẻo có điện trở cao, do đó có thể sử dụng nó trong các thiết bị có biến đổi từ trường biến đổi tần số cao.

2.3. Ferít từ cứng

Trong số các ferít từ cứng được biết nhiều nhất là ferít bari ($\text{BaO}_6\text{Fe}_2\text{O}_3$); khác với ferít từ mềm nó không có cấu trúc lập phương mà là mạng tinh thể hình lục giác có dị hướng một trục.

Công nghệ sản xuất loại nam châm bari đẳng hướng tương tự như ferít từ mềm, còn công nghệ sản xuất loại nam châm bari dị hướng là việc ép tiến hành trong từ trường định hướng có cường độ 650 – 800 kA/m.

Nam châm bari được sản xuất ở dạng vòng đen và đĩa mỏng. Chúng có tính ổn định cao đối với tác dụng của từ trường ngoài, chịu được sốc, va đập. Khối lượng riêng ferít bari $d = 4,4 - 4,9\text{g/cm}^3$, nhỏ hơn hợp kim sắt – niken đúc 1,5 lần, cho nên nam châm nhẹ hơn. Điện trở suất khối ferít bari $\rho = 10^6 - 10^9 \Omega\cdot\text{cm}$, nghĩa là lớn hơn điện trở suất của hợp kim, kim loại đúc hàng triệu lần. Nam châm ferít bari có thể dùng ở tần số cao và giá thành rẻ.

Tuy có nhiều ưu điểm nhưng nó có nhược điểm đó là: Độ bền cơ thấp, độ giòn lớn, tính chất từ phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ. Ngoài ra nó còn có tính chất từ không thuận nghịch sau khi làm lạnh nó từ nhiệt độ trong phòng đến nhiệt độ thấp -60°C rồi lại làm nóng lên đến nhiệt độ ban đầu.

BÀI 4. CÁC VẬT LIỆU TỪ CÓ CÔNG DỤNG ĐẶC BIỆT

1. Các chất sắt từ mềm đặc biệt

1.1. Pécmimva

Thành phần là hợp kim của ba nguyên tố, ferít là 25%, niken là 45%, côban là 30%; hợp kim được ủ ở 1000°C, sau đó giữ ở nhiệt độ 400-500°C rồi làm nguội chậm, pecmimva có lực kháng từ nhỏ. độ từ thẩm ban đầu có nhỏ bằng 300 và giữ không đổi trong khoảng từ trường đến oerstet với cảm ứng từ 100gaus. Pecmimva ổn định từ kém, nhạy cảm với nhiệt độ và ứng suất cơ.

Hợp kim có đặc tính độ ổn định từ cao gọi là izôpécơ trong thành phần của nó có sắt, niken, đồng. Nó có độ từ thẩm 30-80, trị số này biến đổi rất ít trong từ trường và cường độ đến vài oerstet.

1.2. Hợp kim nhiệt từ

Thành phần hợp kim này gồm có niken - đồng; sắt – niken; sắt – niken – crôm, các hợp kim này dùng để bù sai số nhiệt độ trong các thiết bị, sai số này gây nên sự biến đổi của nam châm vĩnh cửu hay điện trở của dây dẫn trong các dụng cụ điện khi nhiệt độ của môi trường khác với nhiệt độ lúc khắc độ. Đối với các chất sắt từ này điểm quyri nằm trong khoảng từ 0-100°C tùy thuộc vào nguyên tố hợp kim hoá phụ. Hợp kim niken - đồng với hàm lượng 30% là đồng có thể bù sai số trong giới hạn 20-80°C, với 40% là đồng có thể bù -50 đến 10°C.

1.3. Nhóm hợp kim sắt – côban

Loại hợp kim này có từ cảm bão hoà rất lớn 24000 gaus. Điện trở của hợp kim này nhỏ. Hợp kim có tên gọi là pecmenduyara với hàm lượng côban từ 50 đến 70%. Nó có giá cao nên chỉ dùng ở các thiết bị đặc biệt, trong các bộ phận của loa điện động, màng ống điện thoại ...

2. Gang và thép kết cấu

2.1. Gang xám

Trong thành phần gồm có: Cacbon, silic, mangan, photpho, lưu huỳnh. Độ bền uốn $\sigma_{uốn} = 40-45 \text{ kG/mm}^2$. Gang xám dùng để đúc vỏ máy điện, các chi tiết gộp chặt, các tấm ... gang đúc các chi tiết có kích thước đặc biệt lớn không cần nhiệt luyện sau khi đúc, nhưng nếu ủ được thì các tính chất sẽ tốt hơn. Các trục,

các chi tiết quay nhanh của các máy điện bộ máy chịu rung và va đập không thể chế tạo bằng gang.

2.2. Thép cacbon

Được dùng để đúc các sản phẩm và được ủ chậm từ 850-900°C với hàm lượng cacbon từ 0,08 – 0,2%.

Các máy điện chuyên dùng và đặc biệt quan trọng cũng như các máy điện cần cấu trúc giảm nhẹ dùng thép có độ bền cơ tăng cường là thép được hợp kim hoá với niken, vanadi, crôm, molybden. Sản phẩm chế tạo bằng thép hợp kim hoá sau khi tôi để khử ứng suất cần ủ 650-700°C. Độ bền uốn của nó là $\sigma_{uốn} = 50 - 95 \text{ kG/mm}^2$.

2.3. Gang không từ tính

Vật liệu này được dùng trong các trường hợp kết cấu không được có từ tính nếu có từ tính sẽ làm ảnh hưởng đến dụng cụ và các thiết bị.

Vật liệu không từ tính dùng nhiều là gang có pha thêm các chất niken, mangan để đảm bảo cấu trúc. Thành phần của gang này gồm có: 2,6 – 3,0% cacbon; 2,5% silic; 5,6% mangan; 9-12% là niken; còn lại là sắt.

Độ từ thẩm của gang không từ tính trên khoảng 1,03; điện trở suất $\rho = 1,4 \text{ } \Omega \text{mm}^2/\text{m}$; độ bền $\sigma_{uốn} = 25 - 35 \text{ kG/mm}^2$. Gang không từ tính dễ gia công. Khi đốt nóng đến 400°C nó vẫn giữ được tính thuận từ. Điện trở của gang không từ tính lớn nên nó có ưu việt hơn hợp kim màu về mặt tổn hao dòng điện xoáy.

Gang không từ tính dùng để chế tạo nắp, vỏ, các ống của máy cắt dầu, vùng cách của máy biến áp điện lực, thân máy biến áp hàn .

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- *Giáo trình Vật liệu điện* - Tổng cục dạy nghề-Bộ LĐ TB và XH - NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2013
- *Giáo trình Vật liệu điện* - Nguyễn Viết Hải-Trần Thị Kim Thanh - NXB Lao động và Xã Hội, 2006
- *Kỹ thuật điện* - Đặng Văn Đào, NXB Giáo dục, 1999.
- *Giáo trình Vật liệu điện*- - Đỗ Hữu Thanh - NXB Hà Nội, 2006.
- *Vật liệu điện* - Nguyễn Xuân Phú, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1998
- *Giáo trình vật liệu điện*- Nguyễn Đình Thắng, NXB Giáo dục, 2006
- *Giáo trình vật liệu điện và từ*- PGS-TS Hoàng Trọng Bá, NXB Đại học Quốc gia HCM,2012