

GIỚI THIỆU MÔN HỌC

1. Tổng quan về môn học

Vật liệu điện là gì?

Đối tượng học là cái gì?

Học để làm gì, phục vụ cái gì? Khả năng nghề nghiệp tương lai?

2. Cấu trúc kết cấu môn học

Học phần được bố cục gồm mấy chương.

Thời lượng các chương

3. Tài liệu tham khảo

Giáo trình chính: Nguyễn Đình Thắng, Vật liệu kỹ thuật điện, NXB KHKT, 2009.

Tài liệu tham khảo:

1. Võ Viết Đạn, Kỹ thuật điện cao áp, NXB KHKT, 1972.

2. Các giáo trình và tài liệu khác từ Internet.

CHƯƠNG 1: CẤU TẠO VẬT CHẤT

III - NỘI DUNG BÀI GIẢNG

1.1. Nguyên tử, phân tử và các dạng liên kết

1. Cấu tạo nguyên tử

Theo mô hình nguyên tử của Borh, cấu tạo của nguyên tử gồm một hạt nhân mang điện tích dương và các điện tử mang điện tích âm chuyển động xung quanh trên các quỹ đạo nhất định.

Điện tử là một hạt tích điện âm với điện tích $q_e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Coulomb có khối lượng $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg. Hạt nhân lại gồm các neutron và các proton. Proton là các hạt tích điện dương $q_p = -q_e$, còn neutron là các hạt không mang điện và cả hai đều có cùng một khối lượng $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg. Hạt nhân có điện tích $Z \cdot e$. Bình thường, nguyên tử là một phân tử trung hoà về điện.

Khi nguyên tử mất e (vì một lý do nào đó) thì nó trở thành ion dương, nếu nhận thêm e trở thành ion âm.

Electron trong nguyên tử có năng lượng bao gồm năng lượng động năng và thế năng. Năng lượng này phụ thuộc vào khoảng cách giữa quỹ đạo chuyển động và hạt nhân do đó các điện tử có các mức năng lượng nhất định.

Năng lượng tối thiểu để tách một e ra khỏi nguyên tử gọi là năng lượng ion hóa (W_i). Quá trình biến đổi nguyên tử trung hòa thành ion dương gọi là quá trình ion hóa.

Trong một nguyên tử, năng lượng ion hóa các e các lớp khác nhau cũng khác nhau. Các e ngoài cùng có mức năng lượng ion hóa thấp nhất. Điện tử có thể chuyển từ lớp này sang lớp khác. Khi chuyển e từ lớp ngoài vào lớp trong thì năng lượng thoát ra dưới dạng quang. Ngược lại khi nhận năng lượng thì e chuyển từ lớp trong ra lớp ngoài.

2. Phân tử và các dạng liên kết

Phân tử tạo ra từ các nguyên tử thông qua các loại liên kết phân tử.

Các nguyên tử có mối liên kết đảm bảo nguyên tắc

- Phân bố các điện tử phải tuân theo nguyên lý Pauli

- Các điện tích như ion và điện tử hóa trị phải sắp xếp sao cho lực đẩy của điện tích cùng dấu là ít nhất, lực hút giữa các điện tích khác dấu là lớn nhất

- Tổng năng lượng là thấp nhất

a. Liên kết cộng hóa trị

Liên kết này tạo ra khi hai hoặc nhiều nguyên tử gộp chung nhau một số điện tử để có đủ tám điện tử ở lớp ngoài cùng (điện tử hóa trị).

Đặc điểm của liên kết đồng hóa trị :

1- Liên kết có tính định hướng, nghĩa là xác suất tồn tại các điện tử liên kết lớn nhất theo phương nối tâm các nguyên tử.

2- Cường độ liên kết phụ thuộc rất mạnh vào đặc tính liên kết giữa các điện tử hóa trị với hạt nhân.

3- Liên kết đồng hóa trị có thể xảy ra giữa các nguyên tử cùng loại (của một nguyên tố hóa học trong các nhóm từ IVA đến VIIA), gọi là *liên kết đồng hóa trị đồng cực*.

Liên kết đồng hóa trị giữa các nguyên tử khác loại (các nguyên tố hóa học nhóm IIIA với nhóm VIA) gọi là *liên kết đồng hóa trị dị cực*.

Liên kết cộng hóa trị có thể đối xứng hoặc không đối xứng do đó sẽ tạo ra các chất trung hòa hoặc các chất cực tính. Chất trung hòa thì phân tử có trọng tâm điện tích dương và âm trùng nhau.

b. Liên kết ion

Các nguyên tử cho bớt điện tử lớp ngoài cùng và trở thành ion dương hay nhận thêm điện tử để bão hòa lớp ngoài cùng và trở thành ion âm. Liên kết ion được tạo thành bởi lực hút giữa các ion trong phân tử.

Ví dụ : trong liên kết LiF, Li cho bớt một điện tử lớp ngoài cùng trở thành Li^+ , còn F nhận thêm một điện tử và trở thành F^-

c. Liên kết kim loại

Các ion dương kim loại tạo thành mạng xác định, đặt trong không gian điện tử tự do chung. Năng lượng liên kết là tổng hợp lực đẩy và hút tĩnh điện giữa các ion dương và mây điện tử tự do.

Liên kết kim loại thường được tạo nên từ những nguyên tử có ít điện tử hóa trị.

d. Liên kết yếu (liên kết Val der Val) :

Trong nhiều phân tử có liên kết đồng hóa trị, do sự khác nhau về tính âm điện của các nguyên tử, trọng tâm điện tích dương và điện tích âm không trùng nhau sẽ tạo thành ngẫu cực điện và phân tử bị phân cực. Liên kết Val der Val là liên kết do hiện tượng hút nhau giữa các nguyên tử hoặc phân tử bị phân cực ở trạng thái rắn.

1.2. Phân loại vật chất theo độ dẫn điện và từ tính

1. phân loại vật chất theo độ dẫn điện

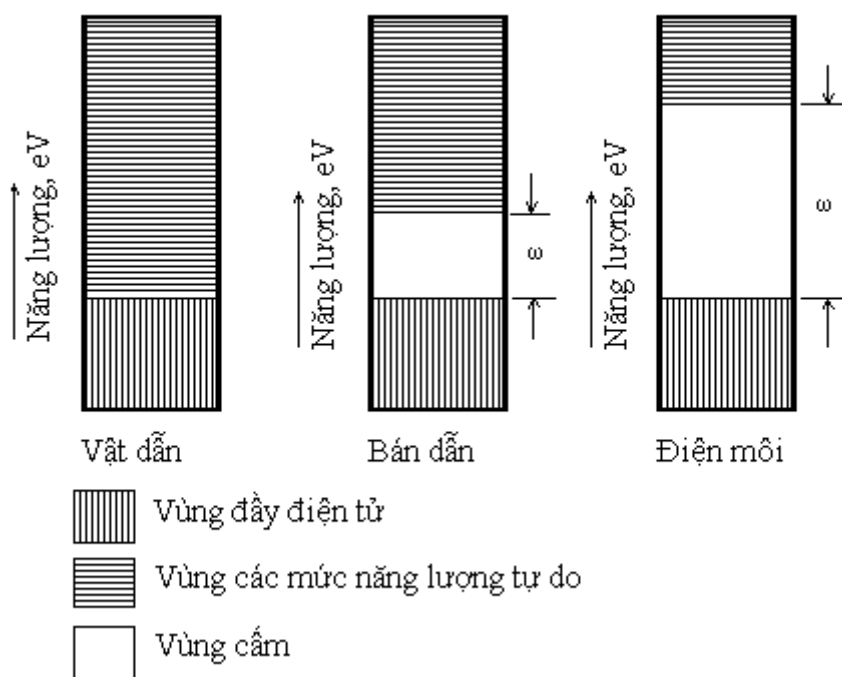
Tất cả các vật thể, tùy theo tính chất điện của nó, có thể nằm trong nhóm điện môi, dẫn điện hoặc bán dẫn. Sự khác nhau giữa các chất dẫn điện, bán dẫn và điện môi có thể chỉ rõ bằng đồ thị năng lượng theo lý thuyết vùng năng lượng của vật rắn.

Việc nghiên cứu quang phổ phát xạ của các chất khác nhau ở trạng thái khí cho thấy nguyên tử của mỗi chất khác nhau có những trạng thái (mức) năng lượng xác định khác nhau.

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

Khi chất khí hóa lỏng và sau đó tạo nên mạng tinh thể của vật rắn, tất cả các mức năng lượng của loại nguyên tử đó (kể cả các mức được lấp đầy cũng như còn trống) bị dịch chuyển do tác động của các nguyên tử kề nhau tạo nên một dải năng lượng gọi là vùng các mức năng lượng.

Vùng mà năng lượng bình thường của điện tử ở vị trí thấp nhất gọi là vùng đầy hay vùng hóa trị. Những điện tử tự do có mức năng lượng cao hơn, các dải năng lượng của chúng tập hợp thành vùng tự do hay vùng điện dẫn. Giữa vùng tự do và vùng đầy là vùng cấm.



Hình 1.11 : Biểu đồ năng lượng của điện môi, bán dẫn và vật dẫn

Điện môi là chất có vùng cấm lớn đến mức ở điều kiện bình thường sự dẫn điện bằng điện tử không xảy ra.

Bán dẫn là chất có vùng cấm hẹp hơn, vùng này có thể được khắc phục nhờ tác động năng lượng từ bên ngoài.

Ở vật dẫn kim loại vùng đáy nằm sát với vùng các mức năng lượng tự do hoặc thậm chí có thể chồng lên. Do đó điện tử trong kim loại được tự do vì nó có thể chuyển sang các mức năng lượng còn trống của vùng tự do dưới tác động của cường độ điện trường yếu đặt vào dây dẫn.

Khi trong chất bán dẫn không có điện tử tự do ($T=0^0K$) thì hiệu điện thế đặt vào nó không gây nên dòng điện. Nếu năng lượng đưa từ ngoài vào đủ lớn để chuyển các điện tử qua vùng cấm thì các điện tử này, sau khi trở thành tự do, sẽ có thể chuyển dịch dưới tác động của điện trường, tạo nên dẫn điện bằng điện tử của chất bán dẫn.

Khi các điện tử thoát khỏi vùng đáy thì tại đó hình thành những lỗ trống, vì thế trong chất bán dẫn, thì các điện tử khác bắt đầu chuyển động hoán vị để lấp vào lỗ trống đó. Dưới tác dụng của điện trường lỗ trống sẽ chuyển động theo hướng của trường giống như một điện tích dương. Cùng với quá trình điện tử chuyển sang trạng thái tự do còn xảy ra hiện tượng ngược lại là hiện tượng điện tử quay về trạng thái bình thường. Kết quả là trong vật chất sẽ duy trì một trạng thái cân bằng, nghĩa là số

điện tử chuyển sang vùng tự do bằng số điện tử chuyển về trạng thái bình thường.

Khi nhiệt độ tăng thì số điện tử tự do trong chất bán dẫn tăng lên, còn khi nhiệt độ giảm đến độ không tuyệt đối số lượng điện tử tự do giảm đến số không. Như vậy, một chất là điện môi ở một nhiệt độ nào đó có thể trở thành dẫn điện ở nhiệt độ khác cao hơn: khi ấy chất đó đã biến đổi bản chất.

Năng lượng cần thiết để điện tử chuyển sang trạng thái tự do hoặc để tạo nên lỗ trống, có thể đạt được không những do chuyển động nhiệt mà còn do các nguồn năng lượng khác, ví dụ năng lượng của ánh sáng được vật liệu hấp thụ, năng lượng của tia điện tử và hạt nhân, năng lượng cơ học...

Số lượng các điện tử tự do hoặc lỗ trống trong một chất tăng lên dưới tác dụng của dạng năng lượng nào đó sẽ làm tăng độ dẫn điện, làm tăng cường độ dòng điện, xuất hiện sức điện động. Các tính chất về điện phụ thuộc vào những điều kiện tương tác giữa các nguyên tử vật chất. Những tính chất ấy không phải là tính chất vĩnh cửu của một nguyên tử nào đó. Ví dụ: carbon ở dạng kim cương là chất điện môi, còn khi ở dạng graphit nó có tính chất dẫn điện cao. Tạp chất và các khuyết tật liên quan đến nó của mạng tinh thể cũng giữ vai trò to lớn đối với các tính chất điện của vật dẫn điện rắn.

2. Phân loại vật liệu theo từ tính

Theo từ tính, người ta phân biệt chất nghịch từ, thuận từ và dẫn từ.

Nghịch từ: là chất có độ từ thẩm $\mu < 1$ và không phụ thuộc vào cường độ từ trường ngoài. Loại này gồm có hydro và các chất khí hiếm, đa số các hợp chất hữu cơ, muối mỏ và một loạt kim loại đồng, kẽm, bạc, vàng, thủy ngân...

Thuận từ: là chất có độ từ thẩm $\mu > 1$ và cũng không phụ thuộc vào cường độ từ trường ngoài, loại này gồm có oxy, nito, oxyt, muối đất hiếm, nhôm, bạch kim.

Chất nghịch từ và thuận từ có độ từ thẩm xấp xỉ bằng 1.

Chất dẫn từ: là các chất có $\mu \gg 1$ và phụ thuộc vào cường độ từ trường ngoài. Loại này gồm có sắt, niken, coban và các hợp kim của chúng.

CHƯƠNG 2: VẬT LIỆU DẪN ĐIỆN VÀ BÁN DẪN ĐIỆN

III - NỘI DUNG BÀI GIẢNG

2.1. Tính dẫn điện của kim

2.1.1. Các khái niệm cơ bản về chất dẫn điện (10 phút)

Khái niệm

Chất 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.

Vật liệu dẫn điện có thể là các vật liệu ở thể rắn, lỏng và trong một số trường hợp đặc biệt có thể là cả ở thể khí.

Phân loại

a/ Vật liệu với tính dẫn điện tử hay còn gọi vật dẫn loại 1 (vật dẫn kim loại): Là vật chất mà cơ cấu của sự dẫn điện của nó do các điện dẫn là điện tử.

Đặc điểm vật dẫn loại 1: sự hoạt động của các điện tích không làm biến đổi thực thể đã làm nên vật thể đó.

Vật dẫn loại 1 bao gồm những kim loại ở trạng thái rắn hay lỏng, hợp kim và một số chất không phải là kim loại (như than).

b/ Vật liệu với tính dẫn ion hay còn gọi là vật dẫn loại 2 (vật dẫn điện phân): Là vật chất mà cơ cấu sự dẫn điện của nó do sự dịch chuyển các phần tử mang điện (ion) dưới tác dụng của điện trường.

Đặc điểm vật dẫn loại 2: dòng điện đi qua sẽ tạo nên sự biến đổi hóa học.

Vật dẫn loại hai là các dung dịch Axít, kiềm và muối.

Ngoài ra đối với các chất khí khi ở đặt ở điện trường cao sẽ bị ion hóa mạnh mẽ tạo ra lượng lớn điện tử tự to và các ion dương bằng nhau trong một đơn vị thể tích là môi trường dẫn điện đặc biệt gọi là plasma.

2.1.2. Sự dẫn điện của kim loại

Kim loại mang tính dẫn điện tử, khác với tính dẫn ion là không có sự chuyển dịch nhìn thấy trong vật chất khi có dòng điện chảy qua.

Mặc dù trong kim loại có một số lượng lớn các điện tích chảy qua trong một thời gian dài nhưng không phát hiện bất kỳ sự thay đổi nào về khối lượng cũng như thay đổi về cấu tạo hóa học (không kể tới sự ôxi hóa kim loại); các electron nằm ở không gian giữa các nút tinh thể; chúng dao động một cách hỗn loạn, tốc độ của chúng phụ thuộc vào nhiệt độ. Kích thước của các electron không đáng kể so với kích thước nguyên tử lại càng không đáng kể so với khoảng cách trung bình giữa các nguyên tử;

như vậy các electron trong mức độ nào đó có thể xem như là các phân tử khí. Vì thế đôi khi chúng được gọi là khí điện tử. Khi kim loại không bị tác dụng của điện trường ngoài thì sự phân bố tốc độ chuyển động nhiệt của các electron (v_t) theo các hướng có xác suất như nhau, dòng điện không tồn tại khi không có điện trường ngoài.

a. Một số thông số đặc trưng quan trọng

Điện Trở R: Là quan hệ giữa hiệu điện thế không đổi đặt ở hai đầu của dây dẫn và cường độ dòng điện 1 chiều tạo nên trong dây dẫn đó.

Điện trở của dây dẫn được tính theo công thức:

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

Trong đó R là điện trở : Ω

ρ là điện trở suất : $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$

L là chiều dài dây dẫn: m

S là tiết diện của dây dẫn: mm^2

Điện dẫn G của một dây dẫn là đại lượng nghịch đảo của điện trở:

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

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

Điện trở suất ρ : Là điện trở của dây dẫn có chiều dài là một đơn vị chiều dài và tiết diện là một đơn vị diện tích.

Trên thực tế, điện trở suất của dây dẫn được tính theo $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ và trong một số trường hợp được tính bằng $\Omega \cdot \text{cm}$ hoặc tính bằng $\Omega \cdot \text{m}$

Những đơn vị nêu trên, chúng được liên hệ qua biểu thức sau đây:

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

Điện dẫn suất γ : là đại lượng nghịch đảo của điện trở suất.

$$\gamma = \frac{1}{\rho}$$

Điện dẫn suất ρ được tính theo: $\text{m} / \Omega \cdot \text{mm}^2, \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}, \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$.

$$\gamma = n_0 q_e K$$

trong đó : n_0 – mật độ điện tử tự do của vật dẫn.

q_e – điện tích của điện tử.

K – độ linh hoạt của điện tử

Câu hỏi 2.5. Điện dẫn suất và điện trở suất là gì? Công thức tính của chúng?

Hệ số nhiệt của điện trở suất

Điện trở suất của kim loại phụ thuộc vào nhiệt độ.

Trong khoảng nhiệt độ hẹp quan hệ giữa điện trở suất và nhiệt độ là quan hệ tuyến tính. Trị số điện trở suất ở cuối đoạn nhiệt độ Δt có thể tính theo công thức:

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

ρ_t – điện trở suất của kim loại ở nhiệt độ to ;

ρ_0 – điện trở suất tại nhiệt độ ban đầu;

α_p – hệ số nhiệt của điện trở suất

Sự biến đổi của điện trở suất theo biến dạng

Đối với kim loại bị kéo hay bị nén điện trở suất của kim loại có thể được tính như sau:

$$\rho_L = \rho(1 \pm \varphi \sigma)$$

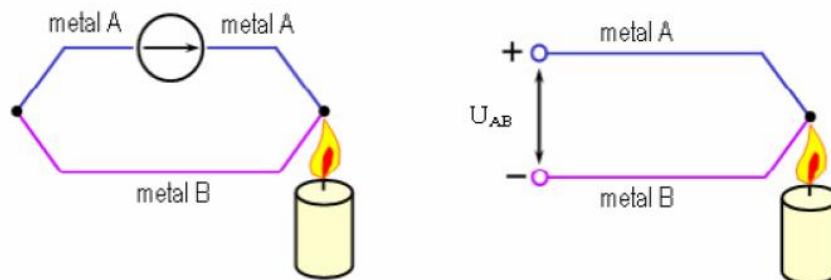
với: σ - ứng suất cơ ở tiết diện mẫu;

φ – hệ số ứng suất cơ;

Dấu (+) ứng với trường hợp biến dạng kéo, dấu (-) ứng với trường hợp biến dạng nén.

Sức nhiệt động: Khi cho hai kim loại khác nhau tiếp xúc thì giữa chúng phát sinh hiệu điện thế.

Hiệu điện thế tiếp xúc rất bé từ vài phần mười vôn đến vài vôn.



Nếu nhiệt độ bằng nhau thì tổng điện thế trong mạch kín bằng 0. Nhưng khi một phần cặp có nhiệt độ T_1 còn phần kia là T_2 thì sức điện động sinh là khá lớn và phụ thuộc vào nhiệt độ. Đây là cơ sở để chế tạo cặp nhiệt.

b. Một số tính chất vật lý (tự học)

Tính chất vật lý của kim loại là: vẻ sáng mặt ngoài, mật độ tính chảy loãng, tính giãn dài khi đốt nóng, tính dẫn nhiệt, nhiệt dung độ dẫn điện, độ thấm từ.

-Vẻ sáng của kim loại : theo vẻ sáng bề ngoài của kim loại có thể chia thành kim loại đen và kim loại màu.

Kim loại đen là gồm các hợp kim của sắt tức là gang và thép, còn kim loại màu là tất cả các kim loại và hợp kim còn lại.

Kim loại không trong suốt, ngay những tấm kim loại được cán rất mỏng cũng không để cho ánh sáng xuyên qua. Tuy nhiên kim loại lại có độ phản chiếu ánh sáng ở mặt ngoài, mỗi kim loại phản chiếu ánh sáng theo một màu sắc riêng mà ta quen gọi là màu của kim loại.

- *Tính nóng chảy*: kim loại có tính chảy loãng khi đốt nóng và đông đặc lại khi làm nguội. nhiệt độ ứng với kim loại chuyển từ thể đặc sang thể lỏng hoàn toàn gọi là điểm nóng chảy.

- *Tính dẫn nhiệt*: là tính chất truyền nhiệt của kim loại khi bị đốt nóng hoặc làm lạnh.

Các vật có tính dẫn nhiệt kém, muốn đốt nóng hoàn toàn phải mất nhiều thời gian, và nếu làm nguội quá nhanh có thể gây nên nứt, vỡ.

- *Tính giãn nở nhiệt*: khi đốt nóng, các kim loại giãn nở ra và khi nguội lạnh nó co lại.

- *Tính nhiễm từ*: chỉ có một số kim loại có tính nhiễm từ. Sắt và hầu hết các hợp kim của sắt đều có tính nhiễm từ. Niken và Côban cũng có tính nhiễm từ.

c. Tính chất hóa học (tự học và đọc thêm trong các tài liệu)

Tính chất hóa học biểu thị khả năng của kim loại và hợp kim chống lại tác dụng hóa học của các môi trường có hoạt tính khác nhau.

Trong kỹ thuật điện tính chất hóa học của kim loại và hợp kim được quan tâm ở 2 dạng chủ yếu:

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

- Tính chịu axit là khả năng chống lại môi trường của axit.

d. Tính chất cơ học (Tự đọc)

Tính cơ học là khả năng chống lại tác dụng của lực bên ngoài bao gồm: độ đàn hồi, độ bền, độ dẻo, độ cứng, độ dai, va chạm, độ chịu mỏi...

e. Tính chất công nghệ (tự đọc)

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

- *Tính nhiệt luyện*: là khả năng làm thay đổi độ cứng, độ bền, độ dẻo... của kim loại.

- Sau khi nhiệt luyện, mức độ thay đổi của kim loại cũng khác nhau, có kim loại hầu như không thay đổi, hoặc thay đổi rất ít, nhưng cũng có kim loại lại thay đổi rất nhiều sau nhiệt luyện.

2.2. Vật liệu có dẫn điện cao

Vật liệu thuộc nhóm này là vật liệu có điện trở suất ở điều kiện bình thường không vượt quá $0,1\mu\Omega\text{m}^2/\text{m}$. Thông dụng nhất trong số này là đồng và nhôm.

2.2.1. Đồng (Cu)

1. Đồng

Đồng có cấu trúc tinh thể là loại lập phương diện tâm. Điện dẫn suất rất cao (chỉ sau bạc Ag), cơ tính lớn, chống được sự ăn mòn của không khí nhờ lớp ôxit CuO bảo vệ, tính đàn hồi cao. Màu sắc đỏ nhạt, dễ dát mỏng (giấy đồng có thể mỏng đến $0,0008\text{mm}$), có sức bền lớn khi bị va đập, có khả năng gấn và hàn dễ dàng. Đồng không nhiễm từ.

Điện dẫn của Cu có thể thay đổi rất mạnh khi có tạp chất. Ví dụ nếu trong đồng có 0.5%Zn, Cd, Mg thì điện dẫn của Cu có thể giảm đi 5%, và nếu cũng có chừng đó các chất Ni, Sn, Al thì có thể giảm đến 25%-40%; còn nếu có tạp chất Ba, As, P, Si thì có thể đến 55%. Vì vậy để làm vật dẫn thường chỉ dùng đồng điện phân chứa 99,9% Cu; nếu có ôxi thì đồng sẽ bị giòn.

Các ưu điểm của Cu làm cho nó được dùng rộng rãi để làm vật dẫn là:

- Điện trở suất bé, chỉ lớn hơn Ag nhưng do Ag đắt tiền hơn nên ít được sử dụng.

- Có sức bền cơ học lớn.

- Có thể chịu được tác dụng của sự ăn mòn (đồng chỉ bị oxi hoá nhiều ở nhiệt độ cao, còn khi làm việc trong môi trường có độ ẩm cao Cu bị oxi hoá chậm hơn so với Fe).

- Dễ gia công: Cán mỏng thành lá, kéo thành sợi...

- Dễ hàn, nối ...

Đồng có nhiều loại:

Đồng tiêu chuẩn: Là loại đồng có điện dẫn suất $\gamma = 58 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$ hay $\rho = 0,017 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$.

Đồng không có ôxi: Là đồng có độ bền cơ học rất tốt, trong nó không chứa quá 0,05% tạp chất và trong lượng tạp chất ấy thì lượng ôxi không quá 0,02%.

Đồng cứng: có sức bền cao, độ giãn dài bé, rắn và đàn hồi khi uốn.

Đồng mềm: được nung nóng xong để nguội, nó ít rắn, sức bền cơ học kém, độ dẫn khi đứt rất lớn, điện dẫn suất cao.

Câu hỏi 2.8. Trình bày các loại đồng dùng trong kỹ thuật điện?

Cả 2 loại đều có hệ số thay đổi điện trở suất theo nhiệt độ như nhau. Về công dụng thì đồng cứng dùng ở nơi nào cần có sức bền cơ học cao, độ rắn lớn chịu được sự mài mòn còn đồng mềm thì được dùng ở nơi nào cần có độ uốn lớn và sức bền cơ giới không đáng kể.

Một số ứng dụng của đồng (xem thêm trong các tài liệu khác).

2. Các hợp kim của đồng

Hợp kim đồng thường gặp là đồng thanh và đồng thau.

a. Đồng thanh: Hợp kim của đồng với Thiếc, Cadimi, photpho... Người ta dùng đồng thanh để gia công các vòng cổ góp điện, các giá đỡ chổi than các khung, các tiếp điểm, các vòng cung... Đồng thanh còn được sử dụng cho việc chế tạo các dây dẫn viễn thông các đường dây trên không và các dây dẫn tải điện, chế tạo máy và các khí cụ điện, để gia công các chi tiết dùng để nối dây dẫn điện, dùng để giữ dây, vòng đầu dây và các đế đai vít, đai ốc cho hệ thống nối đất...

Đồng thanh cadimi: Nếu trong đồng có Cd thì hợp kim có độ bền cơ học, điện dẫn và độ rắn cao; loại này có tính dẫn điện cao nhất dùng để chế tạo dây dẫn cho tàu điện, các cổ góp điện, vòng trượt, làm đầu tiếp xúc các phiến đồng trong cổ góp của máy điện.

Đồng thanh photpho: có độ bền cao và tính đàn hồi lớn. Do tính dẫn điện thấp nên dùng để sản xuất các chi tiết lò xo cần mật độ dòng điện bé. Đồng thanh có tính dễ đúc cao nên dùng trong các chi tiết dẫn điện có hình dáng phức tạp.

b. Đồng thau (Latun): Đồng thau là một hợp kim đồng với kẽm (Zn), trong đó kẽm không vượt quá 46%... Dùng để gia công các chi tiết dẫn điện như: các đầu cực ở các bảng điện phân phối, các nối phân cách, các đầu nối đến hệ thống tiếp đất, các móc

giữ, các móc hình chữ T cho các mối nối nhánh, các đế đèn, các ổ cắm điện.... đồng thau có điện trở suất cao hơn so với đồng, có thể chịu được các quá trình gia công nên thường được dùng để chế tạo các chi tiết có độ bền cao như roto lồng sóc trong động cơ điện, các chi tiết như vít, chốt, khóa, làm các chi tiết dẫn điện trong vô tuyến điện.

2.2.2. Nhôm(Al)

1. Nhôm

Nhôm dẫn điện tốt chỉ sau Ag, Cu, Au, nhôm có điện trở suất $\rho = 0,029 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$, dẫn nhiệt tốt $\lambda = 3,12 \text{W}/\text{cm}^{\circ}\text{C}$, tương đối nhẹ $\gamma = 2,7 \text{g}/\text{cm}^3$. Nhôm chịu ăn mòn tốt do có lớp oxit Al_2O_3 bảo vệ. Nhôm dễ dát mỏng, kéo dài và tương đối mềm, có điểm nóng chảy thấp ($t_{nc}=680^{\circ}\text{C}$).

Nhôm là loại vật liệu thứ hai sau đồng sử dụng rất rộng rãi; nó là loại vật liệu có màu bạc, trắng và là một kim loại nhẹ (nếu 2 dây dẫn đồng và nhôm bằng nhau về độ dài, bằng nhau về điện trở thì mặc dù nhôm có tiết diện lớn hơn 1,68 lần, đường kính lớn hơn 1,3 lần nhưng nó lại nhẹ hơn đồng gần 2 lần); còn các hệ số giãn nở nhiệt, nhiệt dung, nhiệt lượng để cho chảy thì lớn hơn đồng (do đó để cho nhôm chuyển sang trạng thái lỏng cần nhiều nhiệt năng hơn so với đồng, tuy rằng điểm nóng chảy của nhôm thấp hơn đồng); điện trở suất của nhôm gấp 1,6 lần đồng, nhưng nhẹ hơn đồng 3,5 lần; **nhôm lại có nhiều trong thiên nhiên**, giá thành rẻ hơn đồng (khi thay dây cần chú ý đến việc giá thành của cách điện tỉ lệ với chu vi của tiết diện nên có khi dùng nhôm sẽ đắt hơn so với đồng). Nhược điểm của nhôm là có độ bền cơ học thấp và khó hàn so với đồng.

Nhôm có tính dẻo lớn nên có thể sản xuất thành lá, dây, thanh, giấy nhôm. Nhôm nguyên chất dùng làm bản cực cho tụ điện, vỏ bọc bảo vệ dây cáp thay cho chì vì có tính mềm dẻo, chống ăn mòn tốt. Cũng như đồng, nhôm được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật làm dây dẫn, làm dụng cụ gia đình... Nhôm dễ bị oxi hóa và khi đó sẽ hình thành lớp ôxi mỏng có điện dẫn bé có tác dụng bảo vệ không cho nhôm bị tiếp tục ăn mòn, nhưng lại làm cho chỗ tiếp xúc có điện trở lớn, không cho phép tiến hành hàn nhôm bằng phương pháp thông thường (khi hàn nhôm phải dùng que hàn đặc biệt hay phương pháp siêu âm).

Lớp ôxit nhôm dày có thể dùng làm cách điện, do đó khi dùng nhôm đã bị oxi hoá để làm cuộn dây thì có thể không dùng cách điện giữa các vòng dây và các lớp

dây, nhược điểm chính của cách điện loại này là hạn chế tính dẻo và có tính hút ẩm cao.

Trong thực tế đối với nhôm cần chú ý đến hiện tượng ăn mòn điện phân chỗ tiếp xúc giữa đồng và nhôm. Nếu chỗ tiếp xúc bị ẩm thì ở đây sẽ xuất hiện một sức điện động có chiều sao cho dòng điện đi từ nhôm sang đồng, do đó phần nhôm ở chỗ tiếp xúc bị ăn mòn rất nhiều; vì vậy chỗ tiếp xúc giữa đồng và nhôm cần chú ý bảo vệ chống ẩm (quét sơn). Ôxit nhôm sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật chế tạo tụ điện, bộ nắn và các bộ chống sét. Nhôm là vật liệu dễ phun thành bụi và kết dính với Si và màng cách điện từ SiO_2 sử dụng trong kỹ thuật bán dẫn.

Một số loại nhôm:

- Nhôm kỹ thuật kỹ thuật điện A: có lượng tạp chất nhỏ hơn 0,5%, được ủ mềm ở nhiệt độ từ 330°C đến 370°C được dùng làm dây dẫn có điện trở suất nhỏ.

- Nhôm A-97: chứa không quá 0,03% tạp chất (ABOO)

- Nhôm A-999: lượng tạp chất nhỏ $\approx 0,001\%$ (ABOOO)

- Nhôm kỹ thuật điện: chứa các tạp chất chủ yếu là Fe và Si.

Các tạp chất làm giảm tính dẫn điện của nhôm là Ni, Si, Zn, Fe, Pb ... cứ 0,5% lượng tạp chất sẽ làm giảm điện dẫn suất 2% đến 3%, đồng làm giảm 5% đến 10%, Mn giảm hơn 10 %. Ngoài ra, người ta còn dùng nhiều loại dây nhôm lõi thép để làm dây tải điện. Loại này độ bền cơ do lõi thép quyết định, còn tính dẫn điện do nhôm.

Đường kính ngoài của dây nhôm lõi thép lớn hơn so với dây đồng. Khi dùng làm dây tải điện trên không, với điện áp cao, có thể giảm được tổn thất do phát sinh vàng quang điện ở bề mặt dây dẫn.

2. Hợp kim của nhôm

- Hợp kim Andrei: có khoảng 0,4% Mg, 0,5% Si, 0,3% Fe.

Điện trở suất $\rho = 0,0317 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$, độ bền cơ học gần bằng đồng nhưng nhẹ như nhôm nguyên chất nên được dùng làm đường dây tải điện trên không có khoảng cách giữa các cột lớn.

- Hợp kim nhôm đúc: có điện trở suất cao để đúc roto lồng sóc có hệ số trượt cao, có moment khởi động cao, đúc các động cơ nhiều tốc độ và các động cơ có những công dụng đặc biệt khác.

2.3. Vật liệu có điện trở

2.3.1. Hợp kim có điện trở cao (13 phút)

Hợp kim có điện trở cao là hợp kim ở nhiệt độ bình thường có điện trở suất ρ lớn hơn $0,3\mu\Omega\text{m}^2/\text{m}$, được sử dụng để sản xuất dụng cụ đo lường, điện trở mẫu, thiết bị đốt nóng...

- Khi làm thiết bị đo không chỉ yêu cầu điện trở suất cao mà còn phải có hệ số nở dài nhỏ và sức nhiệt động nhỏ so với đồng. Dây điện trở phải có khả năng hoạt động ở nhiệt độ cao trong không khí ở thời gian dài.

- Vật liệu dùng làm điện trở chính xác sử dụng trong dụng cụ đo lường điện và điện trở chuẩn: cần có sức nhiệt điện động nhỏ so với các vật liệu khác.

- Vật liệu dùng làm bộ biến trở: cần có sức bền khi rung, sức bền đối với sự ăn mòn trong quá trình nung nóng, có giá thành hạ.

- Vật liệu sử dụng ở khí cụ điện sưởi nóng và đun nóng: cần có sức bền đối với thời gian, ở nhiệt độ cao không bị nóng chảy, không bị ôxy hóa, gia công được dễ dàng.

- *Manganium (maganin)*: là hợp kim gốc đồng (khoảng 86%), 12% Mn, 2% Ni có điện trở suất $0,48 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, nhiệt độ làm việc cho phép 200°C . Thường được sử dụng trong các dụng cụ đo và điện trở mẫu. Maganium là hợp kim chủ yếu dùng trong thiết bị nung và điện trở màu, maganium có thể kéo thành sợi đường kính $0,02\text{mm}$, cũng có thể dùng để chế tạo các băng dày $0,01\text{mm} - 1\text{mm}$, rộng $10\text{mm} - 300\text{mm}$.

Để có hệ số nhiệt của điện trở suất bé và điện trở ổn định với thời gian, yêu cầu cho maganium qua gia công đặc biệt (nung trong chân không từ $350^{\circ}\text{C} - 550^{\circ}\text{C}$) sau đó sấy nguội dần và giữ lâu ở nhiệt độ phòng.

- *Constantan (conxtantan)*: 60% Cu, 40% Ni, điện trở suất $0,48 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, nhiệt độ làm việc cho phép 500°C . Dùng để sản xuất dây biến trở và dụng cụ đốt nóng bằng điện, sản xuất các cặp nhiệt điện để đo nhiệt độ không quá vài trăm độ. Constantan có sức nhiệt điện động đối với đồng hay sắt tương đối lớn nên sẽ là nguyên nhân gây sai số trong đo lường, hệ số nhiệt của điện trở suất có trị số rất bé, thường có dấu âm. Constantan được dùng để làm biến trở, phần tử của thiết bị nung khi nhiệt độ không quá $400^{\circ}\text{C} - 450^{\circ}\text{C}$.

- *Hợp kim nicrom*: là hợp kim của Ni và Cr, điện trở suất $1,2 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, nhiệt độ làm việc cho phép 1100°C . Nicrom chống được oxy hóa ở nhiệt độ cao trong không

khí, dễ kéo sợi, sử dụng trong các dụng cụ đốt nóng bằng điện như lò điện, bếp điện, mỏ hàn...

- *Hợp kim fercra (hợp kim Sắt – Crom – Nhôm)*: là hợp kim của sắt, crôm, nhôm có điện trở suất $1,5 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$, nhiệt độ làm việc cho phép 1500°C , rẻ tiền vì giòn, cứng, khó kéo sợi. Dùng trong lò điện công nghiệp với công suất lớn.

- Hợp kim trên cơ sở kim loại quý: Là các hợp kim có vàng với crôm (20%), bạc với mangan và thiếc, bạc với niken ...chúng có điện trở suất lớn và hệ số biến đổi nhiệt nhỏ. Sử dụng làm điện trở chính xác.

2.3.2. Vật liệu dùng làm nhiệt ngẫu

Vật liệu làm nhiệt ngẫu phải có sức nhiệt điện động lớn và có quan hệ tuyến tính với nhiệt độ để dễ đo nhiệt độ (cặp nhiệt ngẫu). VD: Cu, Fe, Pt, Ni, Mo, W, Au, Ag và những hợp kim như Copen, Alumen, Cromel, Contum... Ứng dụng làm nhiệt kế, dụng cụ đo điện xoay chiều không hình sin có tần số lớn 107 Hz VD: Ở nhiệt độ $t_1 = 100^\circ\text{C}$ và $t_2 = 0^\circ\text{C}$ cặp nhiệt ngẫu:

- Đồng – niken có sức nhiệt điện động 2,24 mV: $0,75 - (-1,49)$
- Đồng – constantan có sức nhiệt điện động 4,10 mV: $0,75 - (-3,35)$

Trong các đồng hồ đo lường và các điện trở mẫu, người ta thường có xu hướng sử dụng kim loại và hợp kim có sức nhiệt điện động tương đối bé hơn đồng để tránh các sai số.

Để làm cặp nhiệt ngẫu thường dùng các hợp kim sau:

- Copen (56%Cu;44%Ni)
- Alumen (95% Ni và 5% Al,Si,Mg)
- Cromel (90% Ni;10% Cr)
- Platin –Rodi (90% Pt;10% Rh)

Phạm vi đo được của các loại cặp nhiệt ngẫu:

- Platin – platinrodi: đo đến 1600°C
- Đồng – Copen : đo đến 350°C
- Sắt – Copen : đo đến 600°C
- Cromel –Alumel : đo đến $900 - 1000^\circ\text{C}$

3. Một số vật liệu khác (đọc thêm trong các tài liệu)

- Vật liệu phi kim loại
- Kim loại quý hiếm

2.4. Vật liệu bán dẫn điện

2.4.1. Khái niệm và phân loại

Bán dẫn là nhóm các loại vật chất có điện dẫn điện tử mà trị số điện trở suất của chúng ở nhiệt độ bình thường nằm trong khoảng giữa điện trở suất của vật dẫn và điện môi.

Vì chất bán dẫn có hai điện dẫn là điện tử e và lỗ trống p , cho nên ta có thể tạo ra các sản phẩm bán dẫn với lớp tiếp giáp $p - n$. Khi có lớp tiếp giáp $p - n$ trong bán dẫn xuất hiện lớp chắn gây ra hiện ứng nắn điện đối với dòng điện xoay chiều. Nếu có hai lớp tiếp giáp với nhau sẽ tạo ra hệ thống điều khiển được là tranzitor. Khả năng sử dụng mặt tiếp giáp $p - n$ là cơ sở để ứng dụng chất bán dẫn trong kỹ thuật điện.

Ứng dụng, chất bán dẫn được dùng chế tạo các thiết bị chỉnh lưu công suất lớn cũng như công suất nhỏ, khếch đại và phát sóng. Các hệ thống bán dẫn có thể dùng để biến đổi các dạng năng lượng khác thành năng lượng điện trở với hiệu ứng tương đương, đôi khi cao hơn loại biến đổi khác.

Ưu điểm của các dụng cụ chế tạo bằng vật liệu bán dẫn:

- Thời gian làm việc lâu dài;
- Kích thước và trọng lượng nhỏ;
- Cấu trúc đơn giản và chắc chắn;
- Chỉnh lưu bán dẫn thay thế đèn điện tử, không cần máy biến áp đốt, công suất tiêu thụ ít và có quán tính nhỏ.
- Có thể sản xuất hàng loạt theo dây chuyền tự động hóa đem lại hiệu quả kinh tế cao.

Các loại chất bán dẫn

Theo sự tương quan về mật độ của điện tử và mật độ của lỗ trống người ta chia bán dẫn thành các loại sau:

- Bán dẫn tinh khiết: Bán dẫn có mật độ điện tử tự do bằng mật độ lỗ trống, điển hình là Si tinh khiết;
- Bán dẫn loại N: Bán dẫn có mật độ điện tử tự do lớn hơn mật độ lỗ trống, ví dụ khi ta pha các nguyên tố hóa trị năm vào mạng tinh thể Si ta được bán dẫn loại N;
- Bán dẫn loại P: Bán dẫn có mật độ điện tử tự do nhỏ hơn mật độ lỗ trống, bán dẫn này được tạo thành khi ta pha vào mạng tinh thể Si các nguyên tố hóa trị ba như B, Ga...

2.4.2. Tiếp giáp $p - n$

Khi cho một tấm bán dẫn loại n ghép với tấm bán dẫn loại p thì ranh giới giữa vùng p và vùng n gọi là lớp tiếp giáp p – n.

Vì điện tử tự do trong vùng n lớn hơn trong vùng p, còn nồng độ lỗ trống trong vùng p lớn hơn trong vùng n, cho nên dưới tác dụng của nhiệt độ, một số điện tử khếch tán sang vùng p còn một số lỗ sang vùng n. Lúc này ở trong vùng p gần tiếp giáp tích điện âm, còn trong vùng n gần tiếp giáp tích điện dương tạo nên trường khếch tán, điện trường này có chiều từ n sang p. Điện trường này ngăn cản sự dịch chuyển tiếp theo của các điện tích di động, nghĩa là khi không có điện trường ngoài nó sẽ tạo ra lớp chắn khoảng 10^{-3} cm.

Khi đặt lớp bán dẫn này dưới một điện áp. Điện áp này tạo ra một điện trường ngoài. Nếu điện trường ngoài trùng với chiều điện trường khếch tán, thì lớp tiếp giáp khóa và dòng điện không chạy được. Khi thay đổi cực tính điện áp đặt vào lớp bán dẫn này, trường ngoài sẽ có chiều ngược với chiều của trường khếch tán, tiếp giáp bão hòa điện tích, điện trở của nó giảm đột ngột, nghĩa là sẽ có dòng điện một chiều trị số lớn chạy qua nó.

Quá trình trên xảy ra đối với chỉnh lưu lý tưởng. Trong chỉnh lưu thực tế tại vùng p luôn có một lượng nhỏ các hạt điện dẫn không cơ bản là các điện tử tự do, còn lại vùng n cũng có một vài lỗ trống là những hạt dẫn điện không cơ bản.

2.4.3. Các nguyên tố bán dẫn cơ bản

Giecmani

Kết quả điều chế hóa học nguyên liệu ban đầu cho ta tetraclorua giecmani, tiếp tục điều chế thành điôxit giecmani, điôxit giecmani được khử trong lò hydro ở nhiệt độ $650^{\circ} - 700^{\circ}$ C thành giecmani có dạng bột xám.

Ge được dùng để sản xuất chỉnh lưu dòng điện xoay chiều với các công suất khác nhau, các loại tranzitor. Ge còn được dùng để chế tạo ra bộ cảm biến sức điện động Holl và các hiệu ứng từ điện để đo cường độ từ trường, dòng điện, công suất, để nhân đôi đại lượng trong các dụng cụ tính toán kỹ thuật...

Các tính chất quang của Ge cho phép dùng nó làm tranzitor quang, điện trở quang, thấu kính quang mạnh, các bộ lọc quang học, điều biến ánh sáng và sóng vô tuyến ngắn.

Khoảng nhiệt độ làm việc của Ge từ -60°C đến $+70^{\circ}\text{C}$.

2. Silic

Silic thường được điều chế bằng cách khử tetraclorua silic bằng hơi kẽm ở nhiệt độ 1000°C trong môi trường chân không.

Silic được dùng để sản xuất dụng cụ bán dẫn tương tự như giécmani: diốt, triốt, tế bào quang có lớp chắn của biến hiệu ứng Holl... Giới hạn nhiệt độ làm việc của các dụng cụ silic phụ thuộc vào mức thuần khiết của vật liệu, có thể đến $120 - 200^{\circ}\text{C}$, cao hơn nhiều so với Ge.

3. Selen

Selen là nguyên tố ở nhóm VI bảng tuần hoàn Mendelep được sản xuất trong nhà máy sản xuất axit sunfuric khi làm sạch đồng bằng điện phân. Selen có các dạng khác nhau, vô định hình cũng như tinh thể, màu sắc khác nhau.

Selen tinh thể màu xám, cấu tạo sáu cạnh. Điện trở suất của selen giao động trong phạm vi rất rộng, nó phụ thuộc vào loại và nồng độ tạp chất, nhiệt độ và độ chiếu sáng.

Selen được dùng để chế tạo các loại chỉnh lưu các loại BC, ABC, TC và tế bào quang điện có lớp chắn.

Selen thường là bán dẫn loại p và dòng điện thuận chiều trong chỉnh lưu hướng từ điện cực lót đến điện cực thứ hai bằng hợp kim. Nhiệt độ làm việc của chỉnh lưu selen trong khoảng từ -60°C đến $+75^{\circ}\text{C}$.

Độ nhạy của tế bào quang điện selen, phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng chiếu vào.

2.5. Hiện tượng siêu dẫn (đọc thêm trong tài liệu)

Ở nhiệt độ xác định (T_C) điện trở của một chất đột ngột biến mất, nghĩa là chất đó cho phép dòng điện chảy qua trong trạng thái không có điện trở, trạng thái đó được gọi là trạng thái siêu dẫn. Chất có biểu hiện trạng thái siêu dẫn được gọi là chất siêu dẫn.

CHƯƠNG 3: NHỮNG HIỆN TƯỢNG XẢY RA TRONG ĐIỆN MÔI ĐẶT TRONG ĐIỆN TRƯỜNG

III - NỘI DUNG BÀI GIẢNG

Khi đặt điện môi trong điện trường sẽ xảy ra hiện tượng như: dẫn điện, phân cực, tổn hao và phóng điện trong điện môi.

3.1. Tính dẫn điện của điện môi

3.1.1. Hiện tượng dẫn điện trong điện môi và điện dẫn điện môi

1. Hiện tượng dẫn điện trong điện môi

Theo lý thuyết thì vật liệu cách điện dưới điện áp một chiều sẽ không cho dòng điện chạy qua. Hay nói một cách khác thì điện trở suất của vật liệu cách điện là vô cực.

Tuy nhiên, vật liệu cách điện trên thực tế khi đặt dưới điện áp một chiều sẽ có một dòng điện rất nhỏ chạy qua (dòng điện rò). Như vậy, điện trở suất của vật liệu cách điện là có giới hạn, mặc dù rất lớn. Điện trở suất của vật liệu cách điện càng lớn thì chất lượng của nó càng cao.

Khi đặt điện môi trong điện trường E , điện áp U , đo trị số dòng điện qua điện môi ta thấy dòng điện biến thiên theo thời gian.

Dòng điện trong điện môi gồm hai thành phần là dòng điện rò (i_r) và dòng điện phân cực (i_{pc}) hay còn gọi là dòng điện chuyển dịch hoặc dòng điện hấp thụ.

$$i = i_r + i_{pc}$$

Ở điện áp một chiều, dòng điện phân cực chỉ tồn tại trong thời gian quá độ, khi điện áp là xoay chiều nó tồn tại suốt cả quá trình.

2. Điện dẫn của điện môi

Tính chất cách điện của điện môi được đánh giá qua điện dẫn suất và điện trở suất.

Điện dẫn suất của điện môi ở điện áp một chiều được xác định theo dòng điện rò. Khi điện áp là xoay chiều điện dẫn suất tác dụng được xác định không phải chỉ do dòng điện rò mà còn do cả thành phần tác dụng của dòng điện phân cực.

Điện trở thật của điện môi R_{cd} , xác định trị số dòng điện rò, có thể tính được theo công thức sau:

$$R_{cd} = \frac{U}{i - i_{pc}}$$

trong đó i – dòng điện đo được ; U – điện áp một chiều đặt vào ;

$i_{pc} = i_{ht}$ - tổng các dòng điện do các dạng phân cực chậm gây nên.

Vì việc xác định các dòng điện phân cực ngay cả khi phân cực chậm gặp khó khăn, nên điện trở của điện môi thường được tính toán như là thương số của điện áp trên trị số dòng đo được sau một phút kể từ lúc có điện áp (không tính đến giá trị $\sum i_{pc} = i_{ht}$). Khi ấy trị số R_{cd} tính được có thể thấp hơn trị số thật.

Đối với vật liệu cách điện rắn, cần phân biệt điện dẫn suất khối và điện dẫn suất mặt.

Để so sánh, đánh giá các vật liệu khác nhau theo điện dẫn khối và bề mặt người ta dùng trị số điện trở suất khối ρ và điện trở suất mặt ρ_s . Dựa vào điện trở suất khối có

thể xác định được điện dẫn suất khối bằng biểu thức $\gamma = \frac{1}{\rho}$ và xác định điện dẫn suất mặt cũng tương tự $\gamma_s = \frac{1}{\rho_s}$.

Về trị số, điện trở suất khối ρ bằng điện trở của khối lập phương có cạnh bằng 1 cm, được tưởng tượng cắt ra từ vật liệu nghiên cứu, khi dòng điện chạy qua hai mặt đối diện của khối đó; ρ được đo bằng Ohm-centimét (Ωcm).

Trường hợp mẫu vật liệu phẳng và điện trường đồng nhất, điện trở suất khối được tính theo công thức :

$$\rho_v = R \frac{S}{h} (\Omega\text{cm}) .$$

trong đó R-điện trở khối của khối mẫu, Ω ; S – diện tích của điện cực, cm^2 ; h – chiều dày khối mẫu, cm.

Điện dẫn suất khối γ được đo bằng $\Omega^{-1}.\text{cm}^{-1}$. trong hệ SI người ta lấy khối lập phương có cạnh 1m và tương ứng có ρ đo bằng Ωm , còn γ đo bằng $\Omega^{-1}.\text{cm}^{-1}$; $1\Omega\text{m} = 100\Omega\text{cm}$; $1\text{S/m} = 0,01\Omega^{-1}.\text{cm}^{-1}$.

Về trị số, điện trở suất mặt bằng điện trở của một hình vuông (kích thước bất kỳ) được tách ra một cách tưởng tượng trên bề mặt của vật liệu, khi dòng điện đi qua hai cạnh đối diện của hình vuông đó; ρ_s được đo bằng ohm.

Có thể tính điện trở suất mặt ρ_s theo công thức:

$$\rho_s = R_s \frac{d}{l} (\Omega) .$$

Trong đó R_s – điện trở bề mặt của mẫu vật liệu giữa các điện cực song song có chiều dài d, nằm cách nhau một khoảng l.

Điện dẫn suất mặt γ_s được đo bằng ohm^{-1} tức là S (simen).

Điện dẫn toàn phần tương ứng với điện trở R_{cd} của điện môi rắn bằng tổng các điện dẫn khối và mặt.

Trong vật liệu kỹ thuật điện có nhiều loại điện tích khác nhau tham gia vào quá trình dẫn điện. Dựa vào thành phần dòng điện người ta chia điện dẫn thành 3 loại sau:

- Điện dẫn điện tử: Các điện tử tự do trong điện môi.
- Điện dẫn ion: ion âm và ion dương có trong điện môi
- Điện dẫn điện di: Các phân tử hay tạp chất được tích điện tồn tại trong điện môi.

3.1.2. Dẫn điện của điện môi khí

Các chất khí có độ dẫn điện bé khi cường độ điện trường yếu. Dòng điện trong chất khí chỉ có thể xuất hiện khi trong chất khí có các ion hay điện tử tự do. Những ion và điện tử này xuất hiện do quá trình ion hóa các phân tử chất khí trung hòa.

Sự ion hóa các phân tử trung hòa của khí xuất hiện do tác dụng của các yếu tố bên ngoài hoặc do sự va chạm giữa các hạt tích điện với phân tử.

Các yếu tố bên ngoài gây nên hiện tượng ion hóa chất khí là các tia rơngơn, tia cực tím, tia vũ trụ, sự phóng xạ và cả tác dụng nhiệt (nung nóng chất khí). Độ dẫn điện của khí được gây nên bởi các yếu tố ion hóa bên ngoài được gọi là không tự duy trì.

Mặt khác, đặc biệt trong chất khí loãng, có thể gây nên độ dẫn điện do các ion được tạo ra bởi va chạm giữa các hạt mang điện trong khi bay trong điện trường đạt đến giá trị đủ lớn.

Điện dẫn của chất khí gây nên bởi ion hóa và va chạm được gọi là điện dẫn tự duy trì.

3.1.3. Tính dẫn điện của chất lỏng

Dòng điện trong chất lỏng được tạo ra bởi sự chuyển dịch của các ion hoặc các phân tử mang điện tích.

Độ dẫn điện của điện môi lỏng liên quan chặt chẽ với cấu tạo phân tử của chất lỏng. Trong chất lỏng trung hòa, độ dẫn điện phụ thuộc vào sự có mặt của các tạp chất phân ly, trong đó kể cả nước lẫn. Trong chất lỏng có cực tính độ dẫn điện không chỉ được xác định bởi các tạp chất, mà đôi khi còn phụ thuộc vào sự phân ly các phân tử của bản thân chất lỏng nữa.

Vì không thể loại bỏ hoàn toàn các tạp chất có khả năng phân cực ra khỏi các điện môi lỏng nên ta gặp khó khăn trong việc tạo ra các điện môi lỏng có điện dẫn suất nhỏ.

Chất lỏng có cực tính bao giờ cũng có độ dẫn cao hơn chất lỏng không cực tính, và khi hằng số điện môi tăng thì độ dẫn cũng tăng lên.

Chất lỏng cực tính mạnh có đặc điểm là độ dẫn điện cao đến mức có thể xem nó không phải là điện môi mà là vật dẫn có điện dẫn ion.

3.1.4. Tính dẫn điện của chất rắn

Sự dẫn điện của chất rắn tồn tại cả ở bề mặt và trong lòng chất rắn.

Trong chất rắn là do sự tồn tại của các điện tích tự do: ion và điện của bản thân điện môi và của tạp chất. Dòng điện này đi xuyên qua lòng điện môi.

Điện môi rắn do bề mặt của vật liệu bị nhiễm bẩn. Điện của lớp ẩm hấp thụ phụ thuộc vào bản chất của vật liệu nên điện dẫn mặt thường được xem như một thuộc tính của bản thân điện môi.

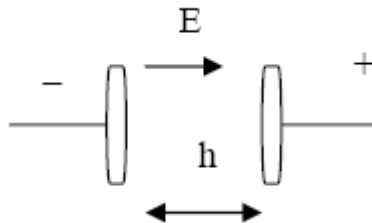
Sự hấp thụ hơi ẩm trên bề mặt điện môi có quan hệ chặt chẽ với độ ẩm tương đối của môi trường xung quanh. Vì thế độ ẩm tương đối là yếu tố quyết định đối với điện dẫn suất mặt của điện môi. Điện trở suất thường thấy giảm rõ rệt khi độ ẩm tương đối cao hơn 60% – 80%.

Điện dẫn suất bề mặt càng thấp khi cực tính của vật liệu càng yếu, bề mặt điện môi càng sạch và nhẵn.

3.2. Sự phân cực điện môi

3.2.1. khái niệm sự phân cực điện môi

Khi đặt điện môi trong điện trường E trong điện môi xảy ra quá trình phân cực: trên bề mặt điện môi phía điện cực dương xuất hiện điện tích âm, còn trên bề mặt phía điện cực âm xuất hiện điện tích dương.



Trên thực tế do điện môi là các phân tử trung hòa hoặc phân cực, dưới tác dụng của điện trường ngoài các điện tích ràng buộc trong phân tử nguyên tử điện môi bị xoay theo hướng lực điện trường. Trong các điện môi lưỡng cực khi không có điện trường thì chúng phân bố ngẫu nhiên do chuyển động nhiệt, khi có điện trường ngoài các lưỡng cực này được định hướng lại theo chiều của điện trường.

Vậy hiện tượng phân cực là sự chuyển dịch có giới hạn của các điện tích liên kết hoặc định hướng các phân tử lưỡng cực dưới tác dụng của lực điện trường.

3.2.2. Hằng số điện môi

1. Khái niệm

Khi xảy ra phân cực thì trên bề mặt điện môi có điện tích do đó điện môi hình thành nên một tụ điện với điện dung C , điện tích là Q . Ta có:

$$Q = C.U$$

Trong đó C – điện dung của tụ điện, U điện áp đặt vào tụ.

Điện tích Q gồm 2 thành phần: Q_0 – điện tích có ở điện cực nếu giữa các cực của tụ là chân không, Q' – điện tích tạo nên bởi sự phân cực của điện môi.

Một trong đặc tính quan trọng của điện môi là hằng số điện môi tương đối ϵ . Đại lượng này là tỷ số giữa Q và Q_0 .

$$\epsilon = \frac{Q}{Q_0} = \frac{Q_0 + Q'}{Q_0} = 1 + \frac{Q'}{Q_0}$$

Hằng số này lớn hơn một và chỉ bằng 1 khi điện môi là chân không. (hằng số điện môi của chân không trong hệ SI là $\frac{1}{36\pi \cdot 10^9}$ F/m).

Như vậy ta có: $Q = CU = Q_0 \cdot \epsilon = \epsilon \cdot C_0 \cdot U$ với C_0 – điện dung của tụ khi giữa các điện cực là chân không.

Vậy $\epsilon = C/C_0$.

2. Các thông số đặc trưng và cách xác định hằng số điện môi

a. Mô men điện và cường độ phân cực

Trên bề mặt điện môi xuất hiện các điện tích nên khối điện môi hình thành nên mô men điện:

$$M = Q \cdot l$$

l – chiều dài của khối điện môi.

Véc tơ cường độ phân cực P là mô men điện trong một đơn vị thể tích:

$$\vec{P} = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{M}}{\Delta V}$$

Trong trường hợp điện môi đồng nhất P như nhau vì vậy ta có: $\vec{M} = \vec{P} \cdot V$

V thể tích điện môi

b. Mật độ điện tích do phân cực gây nên

Do bề mặt điện môi không phải lúc nào cũng song song với bề mặt điện cực, giả sử nó nghiêng so với bề mặt điện cực 1 góc là θ . Khối điện môi dài l khi đó:

$$M = P \cdot V = P \cdot S \cdot l \cdot \cos\theta = Q \cdot l = \delta \cdot S \cdot l$$

Trong đó: δ – mật độ điện tích trên bề mặt điện cực, S – diện tích đáy (bề mặt đối diện bề mặt điện cực).

Vậy $\delta = P \cdot \cos\theta = P_n$.

Vậy mật độ điện tích trên bề mặt điện môi bằng thành phần pháp tuyến của cường độ phân cực.

c. Sự tương quan giữa hằng số điện môi ϵ và cường độ phân cực P

Ngoài hai đại lượng P và E còn một đại lượng vector khác, đó là vector cảm ứng điện $\vec{D}$ (điện dịch). Đây là tổng hình học của hai vector cường độ điện trường nhân với hằng số điện và vector phân cực.

$$\vec{D} = \epsilon_0 \cdot \vec{E} + \vec{P}$$

Mặt khác giữa điện dịch và điện trường có quan hệ công thức sau:

$$\vec{D} = \epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot \vec{E}$$

$$\text{Do đó: } \vec{P} = \epsilon_0 (\epsilon - 1) \vec{E}$$

Như vậy P cùng chiều với E bên ngoài. Cũng từ công thức trên ta có:

$$\epsilon = 1 + \frac{\vec{P}}{\epsilon_0 \vec{E}}$$

d. Hệ số phân cực

Đối với các điện môi cực tính thì được đặc trưng bởi mô men lưỡng cực m_i . ($m_i = q \cdot a$; q điện tích trung tâm điện tích dương, a khoảng cách giữa hai trọng tâm điện tích). Khi không có điện trường ngoài thì m_i phân bố ngẫu nhiên và tổng của nó bằng không. Khi có điện trường ngoài các mô men này xếp theo hướng của điện trường nên tổng của chúng khác không. Do vậy bên trong điện môi sẽ có một điện trường E_{dm} khác với điện trường ngoài.

Mô men trung bình của mỗi phân tử tỷ lệ với điện trường tác động lên nó và được xác định bởi công thức sau:

$$\vec{m}_{tb} = \alpha \cdot \vec{E}_{dm}$$

Trong đó α – hệ số phân cực điện môi, nó đặc trưng cho khả năng phân cực của các phân tử có mô men điện.

Mặt khác véc tơ P là tổng của tất cả véc tơ phân cực của từng phân tử do vậy ta có:

$$\vec{P} = \sum_{i=1}^N \vec{m}_i = N \cdot \alpha \cdot \vec{E}_{dm}$$

N – mật độ phân tử của điện môi.

$$\text{Do đó: } \epsilon = 1 + \frac{N \cdot \alpha \cdot \vec{E}_{dm}}{\epsilon_0 \vec{E}}$$

3.2.4. Hằng số điện môi của chất khí, lỏng, rắn (tự đọc trong tài liệu)

1. Hằng số điện môi chất khí

Các chất khí có hằng số điện môi xấp xỉ bằng 1, do sự ảnh hưởng của sự phân cực là không đáng kể vì mật độ phân tử thấp.

Đối với chất khí trung tính: Hằng số điện môi xấp xỉ bằng hệ số khúc xạ ánh sáng của chất khí đó.

Hằng số điện môi của chất khí trung tính giảm khi nhiệt độ tăng.

Đối với chất khí cực tính: Hằng số điện môi của chất khí cực tính lớn hơn hệ số khúc xạ ánh sáng của chất khí, tuy nhiên do mật độ phân tử của chất khí nhỏ nên trị số này lớn hơn hệ số khúc xạ không đáng kể. Hằng số điện môi của chất khí cực tính giảm khi nhiệt độ tăng.

2. Hằng số điện môi của chất lỏng

Đối với chất lỏng trung tính: Hằng số điện môi chất lỏng trung tính không lớn lắm và gần bằng bình phương hệ số khúc xạ ánh sáng (khoảng từ 2 đến 2,5).

Hằng số điện môi chất lỏng trung tính phụ thuộc vào nhiệt độ và giảm khi nhiệt độ tăng. Hằng số điện môi chất lỏng cực tính không phụ thuộc vào tần số. Do đó có thể làm việc ở mọi tần số.

Đối với chất lỏng cực tính: Các chất lỏng cực tính có hằng số điện môi càng lớn khi trị số mô men lưỡng cực lớn và khi mật độ phân tử cao.

Hằng số điện môi chất lỏng cực tính phụ thuộc vào nhiệt độ và tần số. Hằng số điện môi tăng khi nhiệt độ tăng từ thấp đến T_{gh} khi nhiệt độ tiếp tục tăng hằng số điện môi lại giảm xuống. Khi tần số thấp hằng số điện môi gần bằng hằng số điện môi của điện môi chiều khi tần số tăng cao hằng số điện môi giảm xuống đến giá trị giới hạn. Lúc này sự phân cực lưỡng cực coi như không tồn tại chỉ còn phân cực điện tử nhanh.

3. Hằng số điện môi chất rắn

Đối với chất rắn trung tính: Hằng số điện môi có trị số bằng bình phương hệ số khúc xạ ánh sáng bình phương. Hằng số điện môi chất rắn trung tính phụ thuộc vào nhiệt độ và giảm khi nhiệt độ tăng.

Đối với chất rắn có kết cấu tinh thể ion: Hằng số điện môi nằm trong giải rộng và tăng lên khi nhiệt độ tăng.

Đối với thủy tinh vô cơ: Hằng số điện môi biến thiên từ khoảng 4 đến 20. Hằng số điện môi thủy tinh phụ thuộc vào nhiệt độ. Khi nhiệt độ tăng thì hằng số điện môi tăng, và khi đến gần nhiệt độ nóng chảy thì có giá trị rất lớn, khi nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ hóa lỏng thì hằng số điện môi giảm nhanh.

Đối với chất rắn cực tính: Hằng số điện môi phụ thuộc vào nhiệt độ và tần số như chất lỏng cực tính.

3.3. Tổn hao điện môi

3.3.1. Khái niệm tổn hao điện môi

Tổn thất điện môi là phần năng lượng tản ra trong điện môi trên 1 đơn vị thời gian làm cho điện môi nóng lên khi có điện trường tác động.

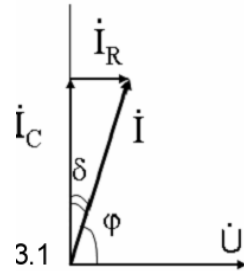
Đối với dòng điện một chiều tổn hao chủ yếu do dòng điện rò: $P = I^2.R = U^2/R$.

Đối với điện áp xoay chiều tổn thất do cả dòng điện rò và dòng phân cực gây:

$$P = UI \cos \varphi = U \cdot I_R = UI_C \cdot \tan \delta = U^2 \cdot \omega \cdot C \cdot \tan \delta.$$

Tổn hao điện môi thường có mối quan hệ với hằng số điện môi ϵ và $\tan \delta$ của chất đó. Tích số của chúng gọi là hệ số tổn hao điện môi:

$$\epsilon' = \epsilon \cdot \tan \delta$$



Các dạng tổn hao điện môi

- Tổn hao điện môi do phân cực: thấy rõ ở các chất có sự phân cực chậm, điện môi có cấu tạo lưỡng cực, điện môi có cấu tạo ion ràng buộc không chặt chẽ.
- Tổn hao điện môi do dòng điện rò: thường thấy ở điện môi có điện dẫn khối hoặc điện dẫn mặt lớn đáng kể.
- Tổn hao điện môi do ion hóa: có trong các điện môi ở trạng thái khí, tổn thất này thường biểu hiện trong các trường không đồng nhất khi cường độ điện trường vượt quá trị số bắt đầu ion hóa của khí đó.
- Tổn hao điện môi do cấu tạo không đồng nhất (gây nên bởi các tạp chất)

3.4. Phóng điện trong điện môi

3.4.1. Phóng điện trong chất khí

Các dạng phóng điện

- Phóng điện tỏa sáng: xảy ra khi áp suất thấp, plasma không thể có điện dẫn lớn vì số phân tử khí hữu hạn.
- Phóng điện tia lửa: xảy ra khi áp suất lớn, plasma không chiếm hết toàn bộ khoảng không gian mà chỉ một tia dòng nhỏ nối giữa các điện cực. Mật độ điện tích trong dòng plasma rất lớn nên có thể dẫn được dòng điện lớn nhưng không quá lớn vì bị giới hạn bởi công suất nguồn.
- Phóng điện hồ quang: Giống phóng điện tia lửa nhưng ở đây công suất nguồn lớn và tác dụng trong thời gian dài.

d) Phóng điện vàng quang: là dạng phóng điện chỉ xảy ra trong môi trường không đồng nhất và xuất hiện trong khu vực chung quanh điện cực.

3.4.2. Phóng điện trong các vật liệu cách điện thể lỏng (tự đọc)

CHƯƠNG 4 : VẬT LIỆU CÁCH ĐIỆN

III - NỘI DUNG BÀI GIẢNG

4.1. Đặc tính cơ lý hóa nhiệt của vật liệu cách điện

4.1.1. Tính hút ẩm

Các vật liệu cách điện nhiều hay ít đều hút ẩm từ môi trường xung quanh vào hay thấm ẩm là cho hơi nước xuyên qua chúng. Khi thấm ẩm các tính chất cách điện của vật liệu giảm đi nhiều.

1. Độ ẩm của vật liệu cách điện

Khi vật liệu cách điện làm việc trong môi trường không khí với độ ẩm $\varphi\%$ và nhiệt độ $t^{\circ}\text{C}$ nào đó, sau một thời gian độ ẩm của vật liệu φ – là lượng hơi nước chứa trong vật liệu sẽ đạt tới giới hạn độ ẩm cân bằng ứng với độ ẩm của môi trường không khí. Trị số độ ẩm cân bằng phụ thuộc vào độ ẩm không khí và đặc tính hút ẩm của vật liệu cách điện.

Nếu vật liệu khô hơn đặt trong môi trường không khí ẩm thì vật liệu hút dần hơi ẩm từ không khí. Thời gian đặt vật liệu trong môi trường tăng lên thì độ ẩm trong vật liệu tăng dần lên đến độ ẩm cân bằng với độ ẩm của không khí. Ngược lại nếu vật liệu ẩm hơn thì khi đặt vào môi trường một thời gian vật liệu sẽ được sấy khô, độ ẩm trong vật liệu sẽ giảm xuống tiệm cận với độ ẩm của không khí.

Độ ẩm của vật liệu được xác định bằng lượng hơi nước thấm vào hay thoát ra khỏi vật liệu bằng số phần trăm:

$$\varphi_{vl} = \frac{M_2 - M_1}{M_1} 100\%,$$

với M_1 , M_2 là trọng lượng của mẫu vật liệu trước và sau khi út ẩm.

Đối với vật liệu dệt hay giấy bìa cát tông, người ta dùng khái niệm độ ẩm quy ước, tương ứng với độ ẩm cân bằng khi đặt để trong không khí ở điều kiện bình thường.

Khả năng hút ẩm của không khí không phản ánh mức độ hoàn toàn biến đổi tính chất của vật liệu đó. Trong trường hợp nếu hơi ẩm hút vào có khả năng tạo nên sợi hay màng mỏng theo chiều dày cách điện, lớp màng và sợi có thể xuyên qua toàn bộ khoảng cách giữa các điện cực, thì chỉ cần một lượng hơi ẩm nhỏ cũng làm cách điện giảm đi rất nhiều.

2. Tính thấm ẩm

Tính thấm ẩm là khả năng của vật liệu cho hơi ẩm đi qua nó. Phần lớn các vật liệu đều thấm ẩm qua các lỗ xốp nhỏ và có độ ẩm đo được. Cũng có vật liệu không thấm ẩm.

Đối với vật liệu loại này, để giảm độ hút ẩm và thấm ẩm đối với vật liệu xốp người ta thường dùng biện pháp tẩm. Những vật liệu được tẩm sẽ làm cho sự hút ẩm của vật liệu chậm lại làm cho điện trở suất của vật liệu ít thay đổi sau thời gian tác động lâu dài.

3. Sự hấp thụ nước trên bề mặt điện môi

Đối với vật liệu không thấm ẩm khi đặt vào trong môi trường có độ ẩm cao thì trên bề mặt vật liệu thường có nước đọng. Quá trình ngưng tụ nước trên bề mặt vật liệu gọi là sự hấp thụ nước của vật liệu.

Lớp nước hấp thụ phụ thuộc độ ẩm không khí và cấu trúc bề mặt của vật liệu. Độ ẩm càng lớn thì bề dày của lớp hấp thụ càng lớn. Những vật liệu có kết cấu ion hay cực tính mạnh thì khả năng hấp thụ mạnh vì lực tác dụng giữa phân tử nước và vật liệu mạnh.

Khi bề mặt vật liệu hút ẩm thì dòng điện dẫn mặt tăng lên, tổn hao năng lượng tăng và gây ra hiện tượng phóng điện bề mặt, gây ra các sự cố trong các thiết bị điện.

Biện pháp khắc phục: sấy khô hoặc sấy trong chân không để hơi ẩm thoát ra ngoài, tẩm các vật liệu xốp bằng sơn cách điện, quét lên bề mặt điện môi lớp sơn phủ ngăn chặn hơi ẩm. Tăng cường chiều dài rò điện chống phóng điện bề mặt.

4.1.2. Tính cơ học

Đối với các vật liệu cách điện khác nhau thì tính chất cơ học cũng khác nhau, các tham số của chúng thường được cung cấp bởi các nhà sản xuất.

- Tính giòn: Nhiều vật liệu giòn tức là những vật liệu có độ bền tương đối cao với các tải trọng tĩnh nhưng lại rất dễ vỡ đối với các lực tác dụng bất ngờ, ví dụ các vật liệu bằng gốm. Để đánh giá các vật liệu loại này người ta dựa vào tham số ứng suất dai va đập. Các thông số này được cung cấp bởi các nhà sản xuất.

- Độ cứng: biểu thị khả năng bề mặt của vật liệu chống lại biến dạng gây nên bởi lực nén truyền từ vật có kích thước nhỏ truyền vào nó.

- Độ nhớt: đối với cách điện thể lỏng như dầu sơn, dầu MBA ... thì độ nhớt là một đặc tính cơ học quan trọng. Có ba khái niệm về độ nhớt.

- + Độ nhớt động lực học η : là hệ số bên trong của chất lỏng.

- + Độ nhớt động học ν bằng tỉ số độ nhớt động lực học của chất lỏng và mật độ của nó.

+ Độ nhót tương đối theo Angle: đây là độ nhót đo bằng tỷ số giữa thời gian chảy bằng nhót kế Angle của 200 ml chất lỏng.

4.1.3. Tính chất nhiệt

1. Tính chịu nóng

Tính chịu nóng là khả năng của vật liệu chịu đựng không bị hư hỏng trong thời gian ngắn cũng như lâu dài dưới tác động của nhiệt độ cao và sự thay đổi đột ngột nhiệt độ.

Độ bền chịu nóng của vật liệu được xác định theo điểm bắt đầu biến đổi tính chất cách điện, đại lượng độ bền chịu nóng được đánh giá bằng trị số nhiệt độ xuất hiện sự biến đổi các tính chất.

Đối với vật liệu cách điện hữu cơ thường được xác định theo điểm bắt đầu biến dạng cơ học kéo hoặc uốn, hoặc theo độ lún sâu của kim loại dưới áp lực khi nung nóng điện môi.

Đối với điện môi lỏng người ta đánh giá theo nhiệt độ chớp cháy và nhiệt độ cháy. **Nhiệt độ chớp cháy là nhiệt độ chất lỏng mà khi nung nóng đến nhiệt độ đó hỗn hợp hơi của nó với không khí sẽ bốc cháy khi đưa lửa vào gần. Còn nhiệt độ cháy là nhiệt độ cao hơn mà khi đó ngọn lửa đưa lại gần, bản thân chất thử nghiệm đã bắt đầu cháy.**

2. Độ dẫn nhiệt

Độ dẫn nhiệt có ý nghĩa rất quan trọng. Thông thường các thiết bị điện khi làm việc thường có tổn thất, năng lượng tổn thất thường chuyển thành nhiệt năng đốt nóng thiết bị. Các năng lượng tổn hao này thường được truyền qua các lớp cách điện ra môi trường xung quanh.

3. Sự giãn nở nhiệt

Sự giãn nở nhiệt được đánh giá bằng hệ số giãn nở dài theo nhiệt độ. Những vật liệu có hệ số giãn dài nhỏ thường có độ bền chịu nóng cao hơn và ngược lại.

4.1.4. Tính chất hoá học và khả năng chịu phóng xạ (xem thêm trong tài liệu)

4.2 Vật liệu cách điện thể khí

4.2.1. Khái niệm chung

Trong số các vật liệu cách điện thể khí trước tiên phải nói đến 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 làm việc trong không khí, hoặc phối hợp với các chất cách điện rắn và lỏng. Đối với cách điện của máy điện và cáp điện, máy biến áp tụ điện ... nếu quá trình tâm không được cẩn thận thì sẽ còn có những bọt khí

bên trong. Những bọt khí này sẽ làm giảm chất lượng cách điện vì khi cách điện làm việc dưới điện áp hay điện trường lớn bọt khí sẽ thành ổ phát sinh vàng quang, phát sinh nhiệt.

Về tính chất cách điện của chất khí đã được giới thiệu ở phần trước, còn những tính lí hóa nói chung đã được học ở các giáo trình vật lý và hóa học. Vì vậy, ở đây ta chỉ xét tới một số chất khí khác đang được sử dụng trong kĩ thuật điện.

4.2.2. Các chất khí cách điện thường dùng

Ni tơ. So với không khí thì cường độ cách điện của các chất khí đều kém hơn. Song nitơ được dùng thay không khí để lấy đầy các tụ điện khí hay trong các tụ điện khác vì nó có đặc tính giống với không khí lại không chứa ôxy – là chất khí có thể gây ra ôxy hóa các vật các vật liệu khi tiếp xúc với nó.

Các khí là hợp chất halogen, có khối lượng phân tử và tỉ trọng cao, năng lượng ion hóa lớn, có cường độ cách điện cao hơn hẳn so với không khí. Ở đây hợp chất hiện nay đang sử dụng phổ biến nhất hiện nay là SF₆ hay còn gọi là êlêgaz là chất khí có độ bền điện lớn hơn không khí 2,5 lần, nặng hơn không khí 5 lần, có nhiệt độ sôi là – 64°C và trong nhiệt độ bình thường có thể nén tới 20 at mà vẫn không hóa lỏng. Elêgaz không độc không màu, không mùi, chịu được tác động hóa học, không bị phân hủy khi bị đốt nóng tới 800°C. SF₆ được dùng rộng rãi làm cách điện cho các máy cắt cao áp, cáp điện và trong tụ điện ... mang lại hiệu quả kinh tế cao, đặc biệt có những ưu điểm lớn khi ở áp suất cao.

Khí hydro. Trong kĩ thuật điện khí hydro là 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 roto với chất khí và do quạt gió gây ra. Khí hydro sẽ làm chậm sự hóa già của các chất cách điện hữu cơ trong dây quấn và sẽ loại trừ hỏa hoạn trong trường hợp bị ngắn mạch ở bên trong máy điện, đồng thời khí hydro cải thiện điều kiện làm việc của chổi than. Do làm mát bằng khí hydro cho phép tăng công suất và hiệu suất làm việc của máy điện, người ta thường chế tạo các máy phát nhiệt điện và máy bù đồng bộ công suất lớn làm mát bằng hydro. Tuy nhiên nhược điểm của hydro là khi kết hợp với oxy theo tỉ lệ nhất định sẽ gây ra hỗn hợp nổ, vì vậy để tránh nguy hiểm do không khí lọt vào người ta thường duy trì áp suất trong máy cao hơn áp suất khí quyển để chống sự thâm nhập của oxy trong không khí.

Ngoài ra còn một số loại khí hiếm như Ar, Ne, He ... được dùng làm cách điện trong một số thiết bị như bóng đèn.

4.3. Vật liệu cách điện thể lỏng

4.3.1. Dầu mỏ cách điện

Đây là vật liệu cách điện thể lỏng dùng nhiều nhất trong kĩ thuật điện. Dầu biến áp có hai chức năng chính: một là, lấp đầy 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 cường cách điện của các lớp cách điện lên rất nhiều; hai là, dầu có nhiệm vụ làm mát, tăng cường sự thoát nhiệt do tổn thất công suất trong dây quấn và lõi thép máy biến áp gây ra.

Một ứng dụng quan trọng nữa là người ta dùng dầu biến áp làm cách điện và dập tắt hồ quang điện giữa các đầu cực trong máy cắt dầu điện áp cao, dầu tạo điều kiện làm nguội dòng hồ quang và nhanh chóng dập tắt hồ quang. Người ta còn dùng dầu máy biến áp làm cách điện và làm mát trong các kháng điện, biến trở và các thiết bị điện khác.

Dầu máy biến áp được chưng cất từ dầu mỏ theo phương pháp chưng cất từng cấp. Dựa vào nhiệt độ sôi khác nhau của các thành phần có thể tách ra dầu thô, sau đó tẩy sạch các tạp chất không bền vững hóa học bằng cách xử lý bằng axit sunfuric, với kiềm rồi đem rửa sạch bằng nước, sau đó loại trừ nước và các tạp chất cực tính bằng chất hấp phụ.

Dầu máy biến áp có thành phần hóa học là hỗn hợp các hydrocacbon khác nhau và có màu biến đổi từ chỗ hầu như không màu sang màu vàng sẫm. Độ nhớt của dầu máy biến áp phụ thuộc nhiệt độ, tiêu chuẩn quy định độ nhớt động lực học của dầu biến áp không quá $30 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{giây}$ ở nhiệt độ 20° C và không được quá $9,6 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{giây}$ ở 50° C . Dầu máy biến áp là chất dễ cháy nên nhiệt độ chớp cháy của dầu máy biến áp quy định không quá 135° C . Nhiệt độ đông đặc của dầu máy biến áp không quá -45° C .

Một trong những đặc tính đặc biệt quan trọng có ý nghĩa đến thực tiễn đó là độ bền điện. Trị số độ bền điện rất nhạy cảm với độ ẩm của dầu, chỉ một lượng nước nhỏ lẫn vào dầu ở dạng nhũ tương cũng làm cho độ bền điện của cách điện giảm đi nhiều. Điều đó được giải thích như sau: vì ϵ của nước lớn hơn nhiều so với của dầu, dưới tác dụng của lực điện trường các hạt nước trong dầu tồn tại dưới dạng nhũ tương bị hút vào nơi có cường độ điện trường lớn và tại đó sự phóng điện bắt đầu phát triển. Độ bền điện của dầu còn giảm đi nhiều nếu trong dầu còn chứa những tạp chất, chúng làm cầu nối cho sự phóng điện phát triển.

Tỷ trọng của dầu máy biến áp là $0,87 - 0,89 \text{ G/cm}^3$. Đặc tính nhiệt của dầu: tỷ nhiệt: $0,43 - 0,58 \text{ calo/g.độ}$, nhiệt dẫn suất ở 20° C là $0,0015$, ở 80° C là $0,02 \text{ W/cm.độ}$. So với không khí thì khả năng tản nhiệt của dầu lớn hơn 28 lần.

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

Tốc độ hóa già tăng lên trong những trường hợp sau:

Bài giảng vật liệu điện

- Khi có không khí lọt vào, khi có không khí lọt vào gây ra hiện tượng oxy hóa dầu bằng oxy trong không khí.

- Khi nhiệt độ tăng.

- Khi tiếp xúc giữa dầu và kim loại và các chất khác là những chất xúc tác của hiện tượng hóa già.

- Khi có tác dụng của ánh sáng.

- Khi có tác dụng của cường độ điện trường cao.

Khi dầu bị hóa già ta có thể khôi phục lại các đặc tính của dầu bằng phương pháp tái sinh dầu: sấy khô, lọc sạch hoặc bằng phương pháp hóa học.

4.3.2. Dầu tụ điện

Dầu tụ điện dùng để tẩm tụ điện giấy nhất là tụ điện động lực. Dầu tụ điện cũng được chế từ dầu mỏ, có đặc tính rất giống dầu máy biến áp nhưng được làm sạch đặc biệt cẩn thận bằng chất hấp thụ.

4.3.3. Dầu cáp điện

Dầu cáp được dùng trong việc sản xuất cáp điện lực được dùng để tẩm lớp giấy cách điện của cáp làm cho độ bền của nó tăng lên.

4.4. Vật liệu cách điện thể rắn

4.4.1. Vật liệu nhựa và sáp

1. Nhựa cách điện

Nhựa có tên gọi của một nhóm các vật liệu có nguồn gốc và bản chất rất khác nhau nhưng có một số đặc điểm giống nhau về bản chất hóa học cũng như một số tính chất vật lý chung. Ở nhiệt độ thấp đây là những chất vô định hình như dạng thủy tinh với một độ giòn nhất định. Khi ở nhiệt độ cao, nhựa mềm ra, trở thành dẻo và sau đó hóa lỏng, như vậy nhiệt độ nóng chảy không thể hiện rõ rệt.

Phần lớn các nhựa sử dụng trong kỹ thuật điện không hòa tan trong nước và ít hút ẩm. Nhưng chúng lại hòa tan trong các dung môi hữu cơ thích hợp. Thông thường nhựa có tính kết dính khi chuyển từ trạng thái lỏng sang rắn nhựa sẽ gắn chặt với vật rắn tiếp xúc với nó.

Theo nguồn gốc người ta phân nhựa ra làm các loại sau: nhựa tự nhiên, nhựa tổng hợp và nhựa nhân tạo.

Nhựa tự nhiên là những chất do động vật hoặc những loại cây có nhựa tiết ra. Người ta khai thác chúng ở những dạng có sẵn và sau đó gia công.

Trong thời gian gần đây nhựa nhân tạo và nhựa tổng hợp có vai trò quan trọng trong kĩ thuật điện. Dựa theo bản chất hóa học nhựa tổng hợp được chia nhỏ thành nhựa trùng hợp và nhựa ngưng tụ. Đa số các loại nhựa trùng hợp là loại nhiệt dẻo, còn các loại nhựa trùng ngưng có thể là loại nhiệt cứng. Về mặt cách điện thì nhựa ngưng tụ có nhược điểm là khi hóa cứng sẽ sinh ra nước và các chất phân tử thẩm lẫn trong nhựa làm cho tính chất cách điện của nhựa kém đi. Ngoài ra, trong nhựa ngưng tụ có chứa các nhóm cực tính làm tăng tổn hao điện môi và độ hút ẩm; còn nhựa trùng hợp có thể là không cực tính và có tính chất cách điện tốt hơn.

Sinh viên tìm hiểu thêm về các loại nhựa trong sách cũng như các loại nhựa đang sử dụng trên thị trường.

2. Sáp

Những vật liệu sáp dùng trong kĩ thuật điện là những chất rắn dễ nóng chảy màu trắng hay màu vàng tươi, có cấu tạo tinh thể, có độ bền cơ thấp và ít hút ẩm. Vật liệu sáp dùng vào việc ngâm tẩm song chúng có đặc điểm là khi đông đặc độ co ngót lớn, vì vậy dễ sinh ra các bọt khí trong vật liệu cách điện và làm cho cường độ cách điện của khối điện môi giảm.

a) parafin

Parafin là chất sáp không cực tính, rẻ tiền, được điều chế từ dầu mỏ. Parafin được làm sạch là một chất kết tinh màu trắng có tỉ trọng $0,85 - 0,90 \text{ G/cm}^3$ có nhiệt độ nóng chảy $50 - 55^\circ\text{C}$. Hằng số điện môi của nó $\epsilon = 2,1 - 2,2$; khi nhiệt độ tăng thì ϵ giảm, tgđ của parafin bé $0,0003 - 0,0007$ nhưng điện trở suất rất lớn lớn hơn $10^{16} \Omega\cdot\text{cm}$. Parafin không bị dính nước, độ bền điện của parafin có tính ổn định hóa học.

Ở nhiệt độ bình thường parafin có tính ổn định hóa học cao nhưng ở nhiệt độ cao dễ bị oxy hóa trong không khí.

Ứng dụng : parafin dùng để tẩm các tụ giấy điện áp thấp, để tẩm gỗ, bìa cát tôn, để ngâm các cuộn dây làm việc ở nhiệt độ thấp và trong môi trường ẩm.

b) Sêrêzin

Gần giống với parafin song có nhiều ưu điểm hơn, nhiệt độ nóng chảy cao hơn $65 - 80^\circ\text{C}$, được dùng thay thế cho parafin

c) Vazelin

Là một chất nửa lỏng, cũng là sản phẩm từ chưng cất dầu mỏ dùng để ngâm tẩm

d) parafin và sêrêzin tổng hợp

Chúng có tính chất gần giống như parafin và Sêrêzin ở trên song có khả năng chịu nhiệt cao hơn $100 - 130^\circ\text{C}$.

4.4.2. Vật liệu dẻo và đàn hồi

1. Chất dẻo

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

Phân nhiều chất dẻo có hai thành phần cơ bản: chất kết dính và chất độn

Chất kết dính là hợp chất hữu cơ, thường là hợp chất cao phân tử có khả năng biến dạng dẻo, dưới tác dụng của áp suất bên ngoài.

Chất độn dính kết chặt chẽ các chất kết dính, nó có thể ở dạng bột, dạng sợi, dạng tấm. Chất độn làm giảm đáng kể giá tiền của chất dẻo đồng thời làm cho đặc tính cơ của nó tốt hơn.

Đôi khi người ta cho thêm chất tăng dẻo vào thành phần chất dẻo để tăng độ dẻo và giảm độ giòn của vật liệu, thêm bột màu cho chất dẻo có màu nhất định và thêm các chất phụ gia khác.

Chất kết dính về cơ bản 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. Đa số chất dẻo có chất kết dính hữu cơ đòi hỏi phải ép nóng, các chất dẻo ấy lại chia thành chất nhiệt dẻo và chất nhiệt cứng.

2. Chất đàn hồi

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

Cao su thiên nhiên

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

Về thành phần hóa học thì cao su thiên nhiên là hydrocarbon trùng hợp có thành phần $(C_5H_8)_n$, cấu tạo của nó được đặc trưng bằng liên kết kép.

Khi nóng lên đến nhiệt độ 50°C thì cao su trở thành dẻo và kết dính, còn khi ở nhiệt độ thấp thì giòn. Cao su hòa tan được trong hydrocarbon và cacbondisunfua.

Tính đàn hồi của cao su gắn liền với hình dáng chữ chi và dạng “bản lề” của các chuỗi xích trong các phân tử của nó, khi cao su chịu tác dụng của lực kéo thì chuỗi

xích trong phân tử nó có dạng gần giống mạch thẳng. Sau khi bỏ lực kéo ra, cao su lại có những đặc tính của vật thể định hình cũ.

Người ta không dùng cao su nguyên chất vào việc sản xuất vật liệu cách điện vì nó không chịu nhiệt độ cao và nhiệt độ thấp cũng như tác dụng của dung môi.

Cao su lưu hóa

Sau khi lưu hóa 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 mà ta được các sản phẩm khác nhau.

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

Nếu cho lưu huỳnh từ 30 – 35 % thì thu được cao su rắn còn gọi là ebonite chịu được tải trọng và đập lớn.

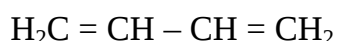
Trong khi sản xuất cao su lưu hóa và êbonít, ngoài cao su thiên nhiên và lưu huỳnh người ta còn cho vào thành phần của hợp chất cao su những chất độn khác nhau làm thay đổi cơ bản tính chất cao su, ngoài ra còn có chất nhuộm màu, chất xúc tác đẩy nhanh quá trình lưu hóa.

Cao su được dùng rộng rãi trong công nghiệp điện để làm chất cách điện cho các dây dẫn trong thiết bị điện, dùng để lắp ráp, dây cáp mềm, chế tạo ra gối ủng thảm cách điện và các ống cách điện. Tuy nhiên khi dùng làm vật liệu cách điện cao su có nhược điểm là: Độ bền nhiệt thấp, ít chịu được tác dụng của dầu mỡ, phồng rộp lên khi ngâm trong dầu mỡ....kém bền đối với tác dụng của ánh sáng nhất là tia tử ngoại làm cho cao su bị già hóa nhanh, cao su bị già hóa nhanh khi chịu tác động của ôzôn.

Cao su tổng hợp

Người ta dùng rượu cồn, dầu mỡ, khí thiên nhiên làm nguyên liệu để sản xuất cao su tổng hợp thay thế cao su thiên nhiên.

- Cao su butadien là loại cao su tổng hợp phổ biến nhất, là loại cao su thu được khi trùng hợp hydrocacbon loại butadien thể khí. Phân tử butadien gồm hai nhóm divinyl:



Khi trùng hợp có xúc tác butadien chuyển hóa thành cao su butadien.

Thành phần của cao su butadien hoàn toàn giống với cao su thiên nhiên. Người ta dùng cao su butadien để thay thế cao su thiên nhiên hoặc hợp chất của nó để sản xuất cao su dẻo cũng như êbonít.

- Escapon. Khi nung nóng tới 200-300°C các liên kết kép bị đứt cục bộ, do đó cao su butadien được trùng hợp bổ sung chuyển thành escapon là chất có đặc tính cơ

gần giống êbonít nhưng có độ bền nhiệt cao hơn và ít chịu tác dụng của axit và các dung môi hữu cơ.

- Cao su cloropren. Trùng hợp cloropren để tạo ra loại cao su cloropren. Loại cao su này cực tính, tuy có đặc tính cách điện thấp, nhưng lại rất bền đối với tác dụng của dầu và xăng, của ôzôn và các chất ôxy hóa khác, vì thế nó dùng để làm vỏ bảo vệ cho các sản phẩm cáp, làm tấm đệm chịu dầu.

- Cao su butadien – stirolo thu được khi trùng hợp chung butadien với stirolo. Loại cao su này có đặc tính cách điện gần giống cao su tự nhiên.

- Cao su butyl là loại cao su thu được khi đồng trùng hợp izobutilen $H_2C = C(CH_3)_2$ cùng với một lượng nhỏ isopren hoặc butadien. Số liên kết kép trong butyl ít hơn nhiều so với cao su thiên nhiên. Đây là nguyên nhân làm cho cao su butyl có độ bền nhiệt khá cao, có tính chịu ôxy ôzôn và axit cao. Nhược điểm của nó không chịu được tác dụng của dầu mỡ, nó bị phồng rộp hay tan một phần khi ngâm trong dầu mỡ.

4.4.3. Sứ cách điện

1. Định nghĩa, tính chất của sứ

Người ta dùng loại đất sét đặc biệt là cao lanh. 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.

Trên bề mặt sứ được tráng một lớp mỏng đó là men. Trong khi nung men nóng chảy và bao lấy mặt ngoài của sứ thành một lớp sang bóng. Cần phải tráng men bởi vì bản thân sứ là một chất xốp và trong khi nung bề mặt của nó trở nên gồ gề. Lớp men có tác dụng ngăn không cho hơi ẩm thấm vào trong các lỗ xốp đó làm giảm được độ hút nước của sứ, nhờ vậy sứ có thể chịu được nước và làm việc được ngoài trời. Men còn có tác dụng độ rò điện trên bề mặt và tăng điện áp phóng điện trên bề mặt sứ, tăng thêm độ bền cơ học cho sứ.

Những tính chất cơ bản của sứ đã nung: khối lượng riêng vào khoảng 2,3 - 2,5 G/cm^3 ; hệ số giãn nở nhiệt dài khoảng 3- 4,5.10⁻⁶/độ, trị số này nhỏ hơn trị số giãn nở nhiệt dài của thép và xi măng, cần phải cân nhắc khi đặt cột thép cho sứ và cho gắn ti sứ. Giới hạn bền nén rất lớn từ 4000 đến 6000 kg/cm^2 . Giới hạn bền kéo của sứ có tráng men vào khoảng 400 - 500 kg/cm^2 , của sứ không tráng men là 200 - 300 kg/cm^2 , và giới hạn bền uốn rất nhỏ chỉ là 80 – 100 kg/cm^2 . Sứ rất bền với các phản ứng hóa học.

Ở nhiệt độ bình thường đặc tính cách điện khá cao: độ bền điện 10 – 30kV/mm. Song ở nhiệt độ cao đặc tính cách điện của sứ kém đi nhiều.

2. Một số loại sứ cách điện thường dùng

Vật liệu cách điện bằng sứ rất đa dạng và ta có thể phân thành: sứ đường dây gồm có sứ treo dùng cho điện áp cao hơn 35 kV, sứ đỡ cho điện áp thấp hơn; sứ trong các trạm là sứ đỡ và sứ xuyên; sứ dùng cho các thiết bị là loại sứ tham gia vào kết cấu của các thiết bị như máy biến áp, máy cắt, sứ định vị như puli sứ, trong những linh kiện như đèn, cầu dao, cầu chì, ...

Sứ cách điện đường dây

Yêu cầu về cách điện của đường dây:

- Cách điện đường dây phải chịu được tác dụng của đa số các loại quá điện áp nội bộ.

- Đối với quá điện áp khí quyển phải giải quyết hợp lý về kinh tế kỹ thuật. Ở cấp điện áp cao 110 kV trở lên yêu cầu này dễ dàng đáp ứng. Còn đối với điện áp từ 35 kV trở xuống thì để thỏa mãn yêu cầu quá điện áp khí quyển cách điện phải tăng rất cao, như vậy sẽ rất tốn kém. Bởi vậy, cách điện đường dây chỉ cần chọn tới mức cần thiết hợp lý kết hợp với các biện pháp để hạn chế sự cố do sét gây ra.

Ở điện áp dưới 35 kV người ta dùng sứ đỡ vì dây dẫn đặt trên cách điện, chân sứ vịn chặt vào xà đỡ.

Ở điện áp 110 kV trở lên người ta dùng sứ treo, người ta nối nhiều chuỗi sứ treo riêng biệt thành từng chuỗi và treo ngay dây dẫn vào đấy. Tùy theo các cấp điện áp mà chuỗi sứ có độ dài khác nhau. Số lượng bát sứ trong một chuỗi sứ được xác định theo điện áp làm việc. Ví dụ cấp điện áp 110 kV thường có 7 bát, 220 kV thường 12 -13 bát.

Thời gian gần đây người ta dùng thêm loại sứ mới đó là sứ thanh có độ bền cơ và độ bền kéo cao. Người ta chế tạo loại sứ thanh cho đường dây tải điện cao áp ngoài trời. Loại sứ này có một thanh liền bằng sứ trên đó có mũ sứ gắn bằng xi măng. Tuy nhiên loại này rất khó khăn trong chế tạo và rất đắt.

Sứ dùng trong các trạm biến áp và nhà máy điện

- Cách điện đỡ kiểu thanh và kiểu có chân sắt. Cách điện kiểu thanh dùng cho điện áp trong nhà 3 - 10 - 35 kV. Thường là loại sứ đỡ bên trong rỗng. Cách điện kiểu có chân sắt dùng ở ngoài trời, có đai kim loại đầu sứ để bắt dây.

- loại cách điện xuyên bằng sứ. Dùng để dẫn dây dẫn điện áp cao xuyên qua tường, sàn nhà, xuyên qua các vách ngăn khác nhau.

- Sứ định vị, loại này bao gồm các puli sứ, các chi tiết của ổ cắm và phích cắm, đui đèn, cầu chì bằng sứ...

CHƯƠNG 5 : VẬT LIỆU TỪ

III - NỘI DUNG BÀI GIẢNG

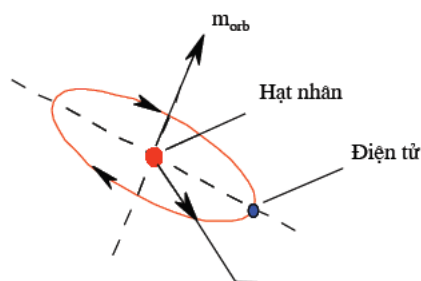
5.1. Khái niệm về tính chất từ của vật liệu

5.1.1. Tính chất từ của vật liệu

Các vật liệu từ tính như sắt từ và các hợp chất hóa học ferít là những loại có giá trị lớn trong kỹ thuật điện.

Nguyên nhân gây nên từ tính của các vật liệu điện là do các điện tích luôn luôn chuyển động ngẫu nhiên theo các quỹ đạo kín tạo nên dòng điện vòng. Cụ thể hơn đó là sự quay của các điện tử xung quanh trục của chúng – spin điện tử và sự quay theo quỹ đạo của điện tử trong nguyên tử.

Hiện tượng sắt từ là do trong một số vật liệu ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ Quyri (T_C) đã phân sẵn thành những vùng vĩ mô mà trong từng vùng ấy các spin điện tử đều định hướng song song với nhau. Các vùng ấy gọi là đômen điện 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. Mặc dù trong sắt từ có những vùng từ hóa tự phát, nhưng mômen từ của các đômen lại có hướng rất khác nhau, điều đó rút ra từ định luật tối thiểu của hệ năng lượng tự do. Từ thông ở bên ngoài vật liệu bằng không. Người ta xác định được kích thước của các đômen của một số vật liệu cỡ 10^{-2} đến 10^{-6}cm^3 , với bề dày lớp giới hạn giữa chúng bằng khoảng vài chục đến vài trăm lần khoảng cách của các nguyên tử.

5.2. Vật liệu từ cứng

Vật liệu từ cứng là vật liệu từ có lực từ kháng từ lớn, từ cảm dư cao, độ từ thẩm thấp hơn vật liệu từ mềm nhiều, được dùng nhiều làm nam châm vĩnh cửu. Vật liệu từ cứng dùng làm nam châm được đặc trưng bằng các tham số: H_k ; B_{dur} và năng lượng lớn nhất đưa ra không gian khe hở.

Một nam châm kín thì không đưa năng lượng ra không gian bên ngoài. Khi có khe hở thì năng lượng được đưa ra không gian khe hở, giá trị năng lượng phụ thuộc vào chiều dài khe hở. Từ cảm trong khe hở B_t nhỏ hơn B_{dur} do tác động khử từ của các cực từ nam châm.

Năng lượng đưa vào một đơn vị thể tích không gian trong khe hở không khí được biểu diễn bằng công thức sau:

$$W_L = H_L \cdot B_L / (8\pi);$$

- Với nam châm kín $L = 0$; $B_L = B_{\text{đr}}$, $H_L = 0$ nên $W_L = 0$;
- Khi khe hở lớn $L = \infty$ độ khử từ của các cực từ càng lớn: $H_L \rightarrow H_k$; $B_L \rightarrow 0$; $W_L \rightarrow 0$. Tồn tại một giá trị khe hở mà W_L đạt giá trị max.
- Giá trị năng lượng W_{max} xác định mức độ sử dụng nam châm là tốt nhất và cũng là giá trị đặc trưng cho chất lượng vật liệu làm nam châm vĩnh cửu.

Hợp kim từ đúc cứng

Là hợp kim ba nguyên tố Al – Ni – Fe, thường được gọi là Alumi có năng lượng từ lớn. Cho nên khi cho thêm coban hay silic tính chất từ của hợp kim tăng lên. Hợp kim alumi có chất độn thêm là silic gọi là alunisi, còn khi thêm coban có tên là alunico. Hợp kim alunico có hàm lượng coban lớn nhất gọi là macnicô.

Tính chất từ của vật liệu từ cứng phụ thuộc nhiều vào cấu tạo tinh thể và cấu trúc từ. Nam châm hợp kim manico nhẹ hơn nam châm aluni cùng năng lượng 4 lần và nhẹ hơn nam châm thép crôm thông thường 22 lần.

Nhược điểm các hợp kim aluni và alunisi và macnicô là khó chế tạo các chi tiết có kích thước chính xác, do hợp kim giòn và cứng.

Nam châm bột

Là các nam châm vĩnh cửu được chế tạo bằng phương pháp luyện kim bột. Gồm hai loại:

- Loại 1: nam châm bột kim loại gồm được chế tạo bằng cách ép bột nghiền từ các hợp kim từ cứng sau đó thêu kết nhiệt độ cao tương tự như quá trình nung gốm.
- Loại 2: nam châm bột có các hạt gắn kết bằng chất kết dính nào đó được chế tạo tương tự như ép các chi tiết bằng chất dẻo nhưng chất độn ở đây nghiền từ hợp kim từ cứng.

5.3. Vật liệu từ mềm

Vật liệu từ mềm có độ từ thẩm cao, lực kháng từ và tổn hao từ trễ nhỏ, được dùng làm lõi thép máy biến áp, nam châm điện, trong các dụng cụ đo điện.

Để giảm tổn hao dòng điện xoáy, trong các máy biến áp dùng vật liệu sắt từ mềm có điện trở lớn.

Sắt từ

Thép lá kĩ thuật điện là loại vật liệu từ mềm được dùng rộng rãi nhất. Việc đưa silic vào thành phần của thép làm tăng điện trở suất, do đó tổn hao do dòng điện xoáy giảm xuống.

Ngoài ra silic trong thép còn tạo khả năng tách cacbon ở dạng grafit, cũng như khử toàn bộ ôxy của thép. Điều này làm tăng μ_{bd} , giảm H_k và giảm tổn hao từ trễ. Tuy nhiên silic ảnh hưởng xấu đến tính cơ học của thép như tăng độ giòn và khó cán thành tấm.

Với hàm lượng Si lên đến 4% thép còn có đặc tính cơ tương đối tốt, nhưng hàm lượng Si quá 5% nó trở nên giòn. Thép với hàm lượng silic cao chủ yếu dùng để làm lõi thép máy biến áp mà ta thường gọi là tôn silic.

Ferit

Ferit là vật liệu oxít phức tạp, là hệ thống oxít sắt và ôxít kim loại hóa trị hai, còn kim loại hóa trị một ít gặp hơn, tương ứng với kim loại chung:



trong đó: n – hàm lượng các thành phần;

X – kí hiệu kim loại hóa trị hai.

Ferit là vật liệu rắn, giòn, chỉ có thể gia công bằng phương pháp mài, điện trở suất cao và rất cao. Độ từ thẩm thường cao nhưng phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ và cường độ từ trường.

Ferit gồm có các loại:

- Ferit từ mềm: Vật liệu từ này có độ từ thẩm cao, lực kháng từ nhỏ, điện trở suất cao, độ từ thẩm phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ. Ferit có độ từ thẩm ban đầu lớn thì điểm Curie càng thấp.

Loại ferit này dùng làm lõi cuộn cảm, màn từ, lõi biến áp xung...

- Ferit từ có vòng từ trễ hình chữ nhật: loại này có B_{dr} và B_{bd} gần bằng nhau, loại này dùng làm các chuyển mạch không tiếp điểm.

- Ferit từ cứng: Được sử dụng nhiều là ferit Bari. Các nam châm Bari có tính ổn định tương đối cao đối với tác dụng của từ trường ngoài, chịu được lắc va đập, khối lượng riêng tương đối nhỏ, điện trở suất rất lớn nên được dùng ở tần số cao.

Nhược điểm của nam châm Bari là rất giòn, tính chất từ phụ thuộc vào nhiệt độ.