

## Chương 10

# MỘT SỐ VẬT LIỆU CÁCH ĐIỆN

### I Một số yêu cầu vật liệu cách điện:

- Có độ bền điện cao, để giảm bớt kích thước của thiết bị.
- Có khả năng dẫn nhiệt tốt
- Có nhiệt độ hóa lỏng thấp
- Trơ về mặt hóa học
- Rẻ tiền và dễ kiếm

### II. Vật liệu cách điện thể khí:

#### 2.1. Không khí:

- Cách điện chính của đường dây trên không
- Kết hợp với cách điện rắn tạo ra cách điện hỗn hợp
- Gây bất lợi khi xuất hiện trong cách điện rắn, lỏng.
- Trong các điều kiện làm việc giống nhau nhưng vật

$$E_{bd}=28kV/cm, \epsilon \approx 1,$$

**2.2. Nitơ:** có độ bền điện tương tự như không khí, được sử dụng để làm cách điện cho tụ khí.

**2.3. SF<sub>6</sub>(elegas):** có độ bền điện cao gấp 2,5 lần không khí, khối lượng riêng cao gấp 5,1 lần không khí, nhiệt độ sôi thấp -64°C, có thể nén ở nhiệt độ thường tới 2MPa mà không bị hoá lỏng. Elegas không độc, độ bền vững hoá học cao, không bị phân huỷ ở nhiệt độ 800°C.

**2.4. CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>(Freon -12):** có độ bền điện xấp xỉ Elegas, nhiệt độ sôi 247,7°K(-30,5°C), khí Freon-12 gây ăn mòn một số điện môi hữu cơ.

**2.5. CF<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>...** có độ bền điện rất cao 8->10 lần so với không khí, độ bền điện tương đương với chất lỏng nhưng có khối lượng riêng nhỏ hơn chất lỏng, tính chịu nhiệt cao, bền vững chống già cỗi

#### 2.6. Khí H<sub>2</sub>:

- Nhẹ, tính dẫn nhiệt và nhiệt dung cao
- Làm cách điện cho máy điện công suất lớn( giảm ma sát, tránh oxi hoá, hoả hoạn khi chạm chập cuộn dây...)

**2.7. Khí trơ:** được dùng làm cách điện cho các bộ phóng điện khí. Các khí trơ có nhiệt dẫn thấp, độ bền điện kém, Kc, Kr và Xe được dùng trong công nghiệp chế tạo đèn huỳnh quang.

### III. Vật liệu lỏng:

#### 3.1 Dầu biến thế:

- Làm mát và cách điện của máy biến áp
- Làm cách điện và dập tắt hồ quang trong máy cắt dầu.
- Dầu máy biến áp còn đổ vào đầu ra của cáp, biến trở, và rất nhiều thiết bị khác.

**\*Ưu điểm:**

- Có độ bền cách điện cao, trong trường hợp dầu chất lượng cao có thể đạt tới 160kV/cm,  $\epsilon = 2,2 \div 2,3$
- Dầu có tính phục hồi cách điện
- Có thể xâm nhập vào các khe rãnh hẹp.

**\*Nhược điểm:**

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

**Dầu biến thế có các tính chất sau:**

- Tạp chất trong dầu làm giảm sút rất lớn độ bền cách điện của dầu. Vì vậy trước khi cho dầu vào máy, phải làm sạch rất kỹ và khuấy trong chân không
- Điện trở suất của dầu khoảng  $10^{14} \div 10^{16} (\Omega.cm)$
- Làm việc dài hạn ở nhiệt độ  $90 \div 95^{\circ}C$
- Đồng xúc tác nhanh quá trình oxy hoá trong dầu.

**3.2. Dầu tụ điện:**

- Tẩm cho tụ giấy làm tăng  $\epsilon$  và  $E_{ct}$  => tăng điện dung, giảm kích thước và giá thành của tụ.

**3.3. Dầu dùng cho cáp:**

- Tẩm trong cáp giấy=> làm mát và tăng độ bền điện.
- Để tẩm cho cáp dưới 35kV có vỏ nhôm hoặc chì dùng loại dầu có độ nhớt cao, không nhỏ hơn  $23mm^2/s$  ở nhiệt độ  $100^{\circ}C$ . Để tăng độ nhớt người ta còn thêm nhựa thông vào dầu.

Để tẩm cho cáp từ 110kV-220kV dùng dầu có độ nhớt thấp hơn  $\eta \leq 3,5mm^2/s$  ở nhiệt độ  $100^{\circ}C$ ,  $\eta \leq 10mm^2/s$  ở nhiệt độ  $50^{\circ}C$ ,  $\eta \leq 40mm^2/s$  ở nhiệt độ  $20^{\circ}C$

**3.4. Một số chất lỏng hữu cơ**

**3.4.1 Dầu Sovol( $C_{12}H_5Cl_5$ ):** ( $f=50Hz$ ,  $t=20^{\circ}C$   $\epsilon = 5$ ; khi  $t=90^{\circ}C$   $\epsilon = 4,1$ )

- Không cháy nhưng rất độc.
- Do có cực nên tính cách điện của nó bị ảnh hưởng rất nhiều bởi tạp chất

-Khi nhiệt độ giảm hằng số điện môi giảm nên điện dung của tụ giảm.

### 3.4.2 Chất lỏng Silic hữu cơ:

Có tg  $\delta$  thấp, hút nước và tính chịu nhiệt cao, giá thành cao, hằng số điện môi biến đổi lớn, nhiệt độ làm việc lâu dài 250°C

### c. Chất lỏng Flor hữu cơ:

-Có tính chịu nhiệt cao, tg  $\delta$  thấp, độ bền điện cao, hơi của chất lỏng Flor bền vững ở thể khí

-Độ nhớt thấp nên rất dễ tẩm cho vật liệu xốp, có độ nổ nhiệt cao và hốc hơi mạnh nên thiết bị chứa chất lỏng Flor phải rất kín.

-Tản nhiệt cao hơn dầu biến áp và chất lỏng Silic hữu cơ

-Không cháy và chịu được hồ quang

-Giá thành cao

## IV. Vật liệu cách điện rắn:

### 4.1. Nhựa tổng hợp:

#### 4.1.1. Nhựa PE:

- Ứng dụng trong kĩ thuật điện cao tầng.

#### 4.1.2. Nhựa Poliizobutilen: $(-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-)_n$

-Có tính chất giống cao su, có tính kéo dãn, đàn hồi

-Có tính chịu lạnh cao và độ bền vững giống PE

-Có tính hút ẩm thấp

#### 4.1.3 Nhựa Polistirol: $(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-)_n$

-Giòn ở nhiệt độ thấp và tạo vết nứt trên bề mặt

-Chịu nhiệt thấp

-Cũng như PE, Poliizobutilen, Polistirol là nhựa không cực có tính cách điện cao và tính hút nước thấp => Ứng dụng trong kĩ thuật điện cao tầng.

#### 4.1.4 Nhựa PVC $(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{Cl})-)_n$ :

- Điện môi có cực

-Tính cách điện thấp hơn điện môi không cực

-Ít chịu tác động của độ ẩm, bền vững với tác động của nước, kiềm, axit, rượu, nó dùng làm cách điện hạ áp, lớp vỏ bảo vệ

#### 4.1.5 Nhựa Poliacrilat $(\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{COOH})$ :

- Chịu lạnh, chịu dầu mỡ và kiềm.

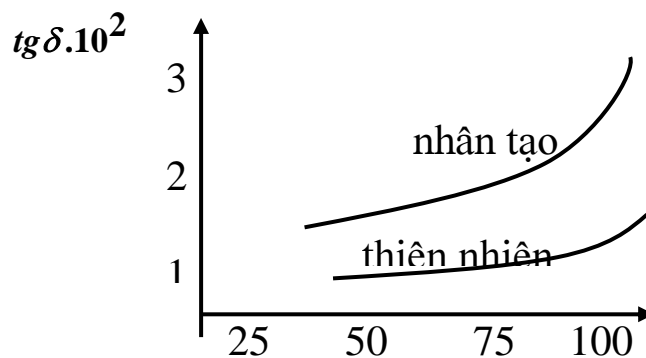
- Đại diện cho poliacrilat nó là Metimetylacrilat  $(\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COO}-\text{CH}_3)$ : gọi là thủy tinh hữu cơ, có tính trong suốt. Dưới tác dụng của hồ quang thì nó sinh khí CO, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O và CO<sub>2</sub> có tác dụng dập tắt hồ quang => chế tạo các thiết bị chống sét.

#### 4.1.6 Nhựa thông:

- Giòn, điện trở suất cao  $10^{12} \div 10^{13} \Omega m$ , độ bền điện cao  $E_{ct} = 10-15 \text{ MV/m}$ , nhiệt độ nóng chảy  $50-70^\circ\text{C}$ , dần dần bị oxi hoá
- Nhựa thông tan trong dầu mỡ, dùng để tẩm cho cáp

#### 4.1.7 Bitum:

- Giòn và dễ tan trong benzol, tolnol, không tan trong rượu và nước, có tính hút nước thấp
- Bitum là một chất có cực yếu,  $E_{bd}=25\text{MV/m}$   $\rho = 10^{13} \div 10^{14} \Omega m$
- Được dùng để sản xuất sơn và các hỗn hợp



#### 4.2 Điện môi nền(Sáp):

-Dễ nóng chảy, có cấu tạo tinh thể, độ bền cơ học yếu và tính hút nước thấp các vật liệu này dùng để tẩm hoặc rót lấp kẽ hở, nhưng sẽ co rút nhiều khi nguội đi

**4.2.1 Parafin:** rẻ, không cực, không dính ướt, độ bền điện ổn định,  $t_{nc} = 50-55^\circ\text{C}$ ,  $tg \delta = 3-7 \cdot 10^{-4}$ ,  $\epsilon = 1,5 - 2,3$ . Parafin có khi dùng tẩm cho giấy của tụ điện có điện áp thấp, tẩm dây và giấy carton, để rót lấp kẽ hở cuộn dây máy điện có nhiệt độ làm việc thấp

**4.2.2 Xerezin:** Nhiệt độ nóng chảy cao, bền với không khí, điện trở suất lớn và  $tg \delta$  thấp hơn => làm tụ giấy.

**4.2.3 Vazelin:** Mang tính chất chung của sáp, ở nhiệt độ thường ở dạng nửa lỏng, sử dụng để tẩm giấy tụ. Vazelin là hỗn hợp của carbua hydro lỏng và rắn

Thông số	$20^\circ\text{C}$	$100^\circ\text{C}$
$\rho [\Omega m]$	$5 \cdot 10^{12}$	$5 \cdot 10^9$
$tg \delta$	0,0002	0,002

#### 4.3. Sơn cách điện và hỗn hợp:

**4.3.1 Sơn cách điện:** dung dịch keo bitum và dầu bốc hơi. Khi sấy khô thì ở trạng thái rắn và tạo thành lớp màng mỏng. Yêu cầu sơn phải cách điện và không được hút ẩm.

-**Sơn tẩm:** tẩm các lỗ mọt hoặc cách điện dạng sợi (giấy, carton, vải, cách điện cuộn dây máy điện).

-**Sơn che phủ:** tạo ra một lớp có độ bền cơ học, bằng phẳng và không thấm nước trên bề mặt điện môi. Sơn Emay còn sơn trực tiếp lên dây dẫn làm cách điện hoặc các lá thép trong mạch từ máy biến áp.

-**Sơn kết dính:** Dùng để kết dính các lớp của điện môi hoặc giữa điện môi với kim loại.

**4.3.2 Sơn nhựa:** dung dịch nhựa tổng hợp hay nhựa thiên nhiên gồm các loại sau:

+ **Sơn bakelit:** dung dịch của bakelit trong rượu. Sơn này dùng để kết dính, có độ bền cơ học cao, ít dẻo, dễ bị già cỗi do nhiệt.

+ **Sơn Gliftan:** dung dịch nhựa gliftan trong hỗn hợp rượu với hydro cacbua lỏng. Dùng kết dính mica, có tính uốn dẻo tốt hơn bakelit nhưng tính chịu ẩm kém hơn.

+ **Sơn silic:** cần sấy ở nhiệt độ cao, nó có tính chịu nhiệt và chống ẩm tốt.

+**Sơn Policlovinil:** chịu được dầu mỡ và nhiều vật chất khác, dùng để sơn phủ cho cách điện hoạt động ở môi trường axit

+**Sơn xenlulo:** quan trọng nhất là Nitroxenlulo nó có độ bền cơ học cao, chịu đựng được tác động của không khí nhưng không bám vào kim loại. Vì vậy, phải sơn bằng gliftan vào kim loại rồi mới sơn Nitroxenlulo.

+ **Sơn dầu:** có nguồn gốc từ dầu tự khô và thêm thành phần làm tăng tốc độ khô của dầu. Sơn này dùng để sản xuất giấy sơn, vải sơn và tẩm cho cuộn dây máy điện, sơn cách điện cho các lá thép máy biến áp.

+**Sơn đen:** thành phần chính là bitum, nó rẻ hơn có tính hút ẩm thấp và có độ cách điện cao nhưng không chịu đựng được xăng dầu và chịu nhiệt thấp.

**4.4 Hỗn hợp cách điện:** là hỗn hợp các loại nhựa khác nhau bitum, sáp, dầu, nén.

\*Tẩm cho giấy cách điện có nguồn gốc từ dầu mỡ, và nhằm tăng độ nhớt của hỗn hợp, người ta thêm nhựa thông hay nhựa tổng hợp nhân tạo.

\*Lắp đầy các măng sang rẽ nhánh, măng sang đầu cuối để tránh tiếp xúc với không khí. Hỗn hợp lấp đầy có thành phần chủ yếu là bitum và dầu thông.

**4.5 Vật liệu sợi:** Rẻ, độ bền cơ học cao, có tính dẻo, dễ gia công nhưng nhược điểm là độ bền điện thấp, và dễ hút ẩm

**Gỗ:** là cách điện quan trọng trong kỹ thuật điện, để nâng cao tính chất cách điện của gỗ người ta tẩm bằng các loại sơn khác

**Giấy và carton cách điện:** được chế tạo từ xenlulo và được hoà tan trong dung dịch kiềm

**Giấy cáp:** có thể chế tạo cho cáp cáp 110kV hoặc cao hơn. Giấy cáp dùng cho cáp lực có các ký hiệu: KB, KM, KBY, KBM. . .(K: cáp, M: nhiều lớp, B: cao áp, Y: giấy có độ khít cao)

Cáp lực có cách điện yếu nhất là chỗ kẽ hở của từng lớp giấy và vì vậy cần phải tẩm bằng dầu thông và nhựa tự khô. Loại này dùng cho cáp điện áp không quá 35kV. Ở cấp cao hơn dùng cáp dầu.

#### 4.6 Vật liệu đàn hồi:

**Cao su thiên nhiên( $C_5H_8$ )<sub>n</sub>:** Ở nhiệt độ 50°C cao su đã bị nóng chảy và ở nhiệt độ thấp có tính giòn. Cao su hoà tan trong dung môi carbua hydro. Để tăng tính chịu nhiệt chịu lạnh người ta tiến hành lưu hoá cao su

**Cao su lưu hoá:** ngoài tăng tính chịu nhiệt chịu lạnh cao su lưu hoá còn tăng độ bền cơ học, bền vững với các dung dịch. Nhưng dễ bị già cỗi do nhiệt, không bền vững bị tác động của chất lỏng không cực.

#### Cao su nhân tạo:

+ Cao su butan( $-CH_2-CH=CH-CH_2-$ )<sub>n</sub>: là điện môi không cực, có  $\rho = 10^{15} \Omega m$ ,  $tg \delta = 5^{-4}$

+Cao su butan- Stiro: là polime hoá đồng thời Polistiro và butan, tính chất cách điện gần giống như cao su thiên nhiên nhưng chịu nhiệt, chịu dầu mỡ, xăng rất cao

+ Cao su silic hữu cơ: Chịu nhiệt cao 250°C chịu lạnh tới -100°C nhưng có độ bền cơ kém, tính bền vững hoá học không cao và giá thành cao

#### 4.7 Thủy tinh:

-Khối lượng riêng: lớn từ 2-8Mg/m<sup>3</sup>, thủy tinh nặng chứa nhiều chì

-Tính chất cơ học: Độ bền nén lớn hơn rất nhiều so với độ bền kéo(6000-21000Mpa >100-300Mpa)

-Tính chất nhiệt: Nhiệt nóng chảy của thủy tinh nằm trong giới hạn 400-1600°C

Tùy theo công dụng người ta chia ra làm các loại thủy tinh như sau:

Thủy tinh dùng cho tụ điện, trong bộ lọc cao tần, máy phát xung, mạch dao động.. Nó cần có  $tg \delta$  nhỏ và  $\mathcal{E}$  cao

**Thủy tinh thiết bị:** Dùng để chế tạo các thiết bị, linh kiện sứ. Loại thủy tinh này yêu cầu có độ bền cơ học cao, tính cách điện tốt.

**Thủy tinh kiềm:** có chứa nhiều kim loại nặng, loại thủy tinh này có  $\mathcal{E}$  cao và  $tg \delta$  thấp dùng làm tụ điện

**Thuỷ tinh trung tính:** Thuỷ tinh thạch anh có độ trong suốt cao, dùng trong kĩ thuật quang và loại này có tính cách điện cao

#### **4.8 Vật liệu gốm sứ:**

-Là vật liệu cực kì quan trọng trong KTD, dùng để chế tạo cách điện và đỡ đường dây trên không. Được sản xuất từ đất sét và một số chất phụ gia, trên bề mặt sứ có trăn men để tăng tính nhẵn bóng trên bề mặt của sản phẩm.

-Góc tổn hao lớn và tăng rất nhanh theo nhiệt độ

Các loại gốm sứ như sau:

\*Gốm có hệ số điện môi nhỏ: thành phần chủ yếu thạch anh  $\beta$  -SiO<sub>2</sub>

\*Sứ radio: có thành phần oxit kim loại nặng

\*Sứ cao tần: chứa thành phần Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, sứ này có đặc điểm tg  $\delta$  nhỏ, điện trở suất lớn và có độ bền cơ học cao.

\*Stealit: thành phần chủ yếu là Silic mangie

\*Gốm có hệ số điện môi lớn: Thành phần chủ yếu là TiO<sub>2</sub>, loại này dùng để sản xuất tụ, kích thước nhỏ, khối lượng thấp. Vật liệu có  $\epsilon$  rất cao.

Phạm vi sử dụng : cách điện và đỡ cho các phần tử đốt nóng, hộp buôn dập hồ quang, tấm ngăn hồ quang .Nói chung dùng làm các chi tiết ở nhiệt độ cao và có độ biến đổi nhiệt lớn