

TÒA GIÁM MỤC XUÂN LỘC
TRƯỜNG CAO ĐẲNG HÒA BÌNH XUÂN LỘC



GIÁO TRÌNH
MÔN HỌC: VẬT LIỆU ĐIỆN LẠNH
NGÀNH: KỸ THUẬT MÁY LẠNH VÀ ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ
TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*(Ban hành kèm theo Quyết định số: /QĐ-CDHBXL ngày.....tháng..... năm.....
của Hiệu Trưởng Trường Cao đẳng Hòa Bình Xuân Lộc)*

Đồng Nai, năm 2021

(Lưu hành nội bộ)

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

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

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

Tailieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

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

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

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

Chương I: Vật liệu kỹ thuật điện

Chương II: Vật liệu kỹ thuật lạnh

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

Đồng Nai, ngày tháng năm 2021

Tham gia biên soạn

1. Chủ biên ThS. Nguyễn Đức Duy
2. KS. Nguyễn Phi Trường An
3. KS. Phạm Ngọc Hân
4. ThS. Nguyễn Thị Thu Vân
5. Th.S. Lê Văn Chung

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU	2
MỤC LỤC.....	3
GIÁO TRÌNH MÔN HỌC	4
CHƯƠNG 1.VẬT LIỆU KỸ THUẬT ĐIỆN	Error! Bookmark not defined.
CHƯƠNG 2. VẬT LIỆU KỸ THUẬT LẠNH	Error! Bookmark not defined.

Tailieu.vn

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

1. Tên môn học: VẬT LIỆU ĐIỆN LẠNH

2. Mã môn học: MH 10

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

3.1. Vị trí: Giáo trình dành cho người học trình độ Trung cấp tại trường Cao đẳng Hòa Bình Xuân Lộc.

3.2. Tính chất: Là môn học bắt buộc.

3.3. Ý nghĩa và vai trò của môn học: môn học này dành cho đối tượng là người học thuộc chuyên ngành Kỹ thuật máy lạnh và điều hoà không khí. Môn học này đã được đưa vào giảng dạy tại trường Cao đẳng Hòa Bình Xuân Lộc từ năm 2021 đến nay. Nội dung chủ yếu của môn học này nhằm cung cấp các kiến thức thuộc lĩnh vực vật liệu điện lạnh: Biết các kiến thức về vật liệu kỹ thuật điện và vật liệu kỹ thuật nhiệt lạnh.

4. Mục tiêu của môn học:

4.1. Về kiến thức:

A1. Biết các kiến thức về vật liệu kỹ thuật điện và vật liệu kỹ thuật nhiệt lạnh.

4.2. Về kỹ năng:

B1. Lựa chọn được các vật liệu để lắp đặt và sửa chữa hệ thống điện lạnh.

4.3. Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

C1. Nghiêm túc tìm hiểu về các đặc tính của các vật liệu để sử dụng đúng mục đích.

5. Nội dung của môn học

5.1. Chương trình khung

Mã MH/ MĐ	Tên môn học/mô đun	Năm	Học kỳ	Số tín chỉ	Thời gian học tập (giờ)			
					Tổng số	Trong đó		
						Lý thuyết	Thực hành/ thực tập/ thí nghiệm/ bài tập/	Thi/ Kiểm tra

							thảo luận	
I	Các môn học chung			13	255	106	134	15
MH 01	Giáo dục chính trị	I	1	2	30	15	13	2
MH 02	Pháp luật	I	1	1	15	9	5	1
MH 03	Giáo dục thể chất	I	1	1	30	4	24	2
MH 04	Giáo dục Quốc phòng và An ninh	I	1	2	45	21	21	3
MH 05	Tin học	I	1	2	45	15	29	1
MH 06	Tiếng Anh	I	1	5	90	42	42	6
II	Các môn học, mô đun chuyên môn							
II.1	Môn học, mô đun cơ sở			21	390	168	187	35
MH 07	Cơ sở kỹ thuật điện	I	1	2	30	26		4
MH 08	Cơ sở kỹ thuật Nhiệt- Lạnh và Điều hòa không khí	I	1	3	45	30	11	4
MH 09	An toàn lao động Điện - Lạnh và vệ sinh công nghiệp	I	1	2	30	26		4
MH 10	Vật liệu điện lạnh	I	1	2	30	26		4
MD 11	Kỹ thuật điện tử	I	1	2	30	15	11	4
MD 12	Trang bị điện 1	I	1	2	45	10	32	3
MD 13	Trang bị điện 2	I	2	4	90	15	69	6
MD 14	Hàn điện Cơ Bản	I	2	2	45	10	32	3
MD 15	Hàn khí cơ bản	I	1	2	45	10	32	3
II.2	Môn học, mô đun chuyên			37	1055	216	783	56

	môn							
MD 16	Lạnh cơ bản	I	2	5	120	30	81	9
MD 17	Đo lường Điện - Lạnh	II	3	1	30	10	17	3
MD 18	Hệ thống máy lạnh dân dụng và thương nghiệp	II	3	5	120	30	81	9
MD 19	Hệ thống ĐHKK cục bộ	II	4	5	120	30	81	9
MD 20	Thực tập tốt nghiệp	II	4	7	335		335	Báo cáo
MD 21	Hệ thống lạnh công nghiệp	II	4	5	120	30	81	9
MD 22	Bơm, quạt, máy nén	I	1	2	45	15	27	3
MH 23	Tiếng Anh chuyên ngành	II	3	2	30	26		4
MD 24	Tự động hóa hệ thống lạnh cơ bản	II	3	4	90	15	69	6
MD 25	Chuyên đề lạnh cơ bản	II	4	1	45	30	11	4
Tổng cộng				71	1700	490	1104	106

6. Điều kiện thực hiện môn học:

6.1. Phòng học Lý thuyết/Thực hành: phòng học theo tiêu chuẩn.

6.2. Trang thiết bị dạy học: Phòng máy vi tính, bảng, phấn, tô vít.

6.3. Học liệu, dụng cụ, mô hình, phương tiện: Giáo trình, mô hình học tập,...

6.4. Các điều kiện khác: Người học tìm hiểu thực tế về công tác xây dựng phương án khắc phục và phòng ngừa rủi ro tại doanh nghiệp.

7. Nội dung và phương pháp đánh giá:

7.1. Nội dung:

- Kiến thức: Đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kiến thức
- Kỹ năng: Đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kỹ năng.
- Năng lực tự chủ và trách nhiệm: Trong quá trình học tập, người học cần:

- + Nghiên cứu bài trước khi đến lớp.
- + Chuẩn bị đầy đủ tài liệu học tập.
- + Tham gia đầy đủ thời lượng môn học.
- + Nghiêm túc trong quá trình học tập.

7.2. Phương pháp:

Người học được đánh giá tích lũy môn học như sau:

7.2.1. Cách đánh giá

- Áp dụng quy chế đào tạo Trung cấp hệ chính quy ban hành kèm theo Thông tư số 09/2017/TT-LĐTBXH, ngày 13/3/2017 của Bộ trưởng Bộ Lao động – Thương binh và Xã hội.

- Hướng dẫn thực hiện quy chế đào tạo áp dụng tại Trường Cao đẳng Hòa Bình Xuân Lộc như sau:

Điểm đánh giá	Trọng số
+ Điểm kiểm tra thường xuyên (Hệ số 1)	40%
+ Điểm kiểm tra định kỳ (Hệ số 2)	
+ Điểm thi kết thúc môn học	60%

7.2.2. Phương pháp đánh giá

Phương pháp đánh giá	Phương pháp tổ chức	Hình thức kiểm tra	Chuẩn đầu ra đánh giá	Số cột	Thời điểm kiểm tra
Thường xuyên	Viết/ Thuyết trình	Tự luận/ Trắc nghiệm/ Báo cáo	A1,C1	1	Sau 8 giờ.
Định kỳ	Viết/ Thuyết trình	Tự luận/ Trắc nghiệm/ Báo cáo	A1,B1	2	Sau 12 giờ
Kết thúc môn học	Viết	Tự luận và trắc nghiệm	A1 B1,C1	1	Sau 28 giờ

7.2.3. Cách tính điểm

- Điểm đánh giá thành phần và điểm thi kết thúc môn học được chấm theo thang điểm 10 (từ 0 đến 10), làm tròn đến một chữ số thập phân.

- Điểm môn học là tổng điểm của tất cả điểm đánh giá thành phần của môn học nhân với trọng số tương ứng. Điểm môn học theo thang điểm 10 làm tròn đến một chữ số thập phân, sau đó được quy đổi sang điểm chữ và điểm số theo thang điểm 4 theo quy định của Bộ Lao động Thương binh và Xã hội về đào tạo theo niên chế.

8. Hướng dẫn thực hiện môn học

8.1. Phạm vi, đối tượng áp dụng: Đối tượng Trung cấp kỹ thuật máy lạnh và điều hoà không khí

8.2. Phương pháp giảng dạy, học tập môn học

8.2.1. Đối với người dạy

* **Lý thuyết:** Áp dụng phương pháp dạy học tích cực bao gồm: thuyết trình ngắn, nêu vấn đề, hướng dẫn đọc tài liệu, bài tập tình huống, câu hỏi thảo luận....

* **Bài tập:** Phân chia nhóm nhỏ thực hiện bài tập theo nội dung đề ra.

* **Thảo luận:** Phân chia nhóm nhỏ thảo luận theo nội dung đề ra.

* **Hướng dẫn tự học theo nhóm:** Nhóm trưởng phân công các thành viên trong nhóm tìm hiểu, nghiên cứu theo yêu cầu nội dung trong bài học, cả nhóm thảo luận, trình bày nội dung, ghi chép và viết báo cáo nhóm.

8.2.2. Đối với người học: Người học phải thực hiện các nhiệm vụ như sau:

- Nghiên cứu kỹ bài học tại nhà trước khi đến lớp. Các tài liệu tham khảo sẽ được cung cấp nguồn trước khi người học vào học môn học này (trang web, thư viện, tài liệu...)

- Tham dự tối thiểu 70% các buổi giảng lý thuyết. Nếu người học vắng >30% số tiết lý thuyết phải học lại môn học mới được tham dự kì thi lần sau.

- Tự học và thảo luận nhóm: là một phương pháp học tập kết hợp giữa làm việc theo nhóm và làm việc cá nhân. Một nhóm gồm 8-10 người học sẽ được cung cấp chủ đề thảo luận trước khi học lý thuyết, thực hành. Mỗi người học sẽ chịu trách nhiệm về 1 hoặc một số nội dung trong chủ đề mà nhóm đã phân công để phát triển và hoàn thiện tốt nhất toàn bộ chủ đề thảo luận của nhóm.

- Tham dự đủ các bài kiểm tra thường xuyên, định kỳ.

- Tham dự thi kết thúc môn học.

- Chủ động tổ chức thực hiện giờ tự học.

9. Tài liệu tham khảo:

1. Kỹ thuật điện - Cơ bản và nâng cao, PGS.TS. Nguyễn Hữu Tuấn, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2015
2. Kỹ thuật điện và ứng dụng, TS. Đào Văn Thanh, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, 2016
3. Giáo trình kỹ thuật điện, TS. Lê Thị Minh Hồng, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2018
4. Kỹ thuật điện trong công nghiệp, PGS.TS. Nguyễn Quang Hưng, Nhà xuất bản Đại học Bách Khoa TP.HCM, 2020
5. Cơ sở kỹ thuật Nhiệt - Lạnh và Điều hòa không khí, PGS.TS. Nguyễn Hữu Tuấn, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2016
6. Nguyên lý và ứng dụng kỹ thuật Nhiệt - Lạnh, TS. Đào Văn Thanh, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, 2017
7. Hướng dẫn thiết kế hệ thống Điều hòa không khí và Lạnh, TS. Lê Thị Minh Hồng, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2018
8. Kỹ thuật Nhiệt - Lạnh và Điều hòa không khí nâng cao, TS. Nguyễn Quang Hưng, Nhà xuất bản Đại học Bách Khoa TP.HCM, 2020
9. Vật liệu kỹ thuật lạnh và ứng dụng, TS. Lê Thị Minh Hồng, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2018
10. Đo lường trong kỹ thuật Điện - Lạnh, PGS.TS. Nguyễn Hữu Tuấn, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2016

CHƯƠNG1: VẬT LIỆU KỸ THUẬT ĐIỆN

❖ GIỚI THIỆU CHƯƠNG1

Chương này cung cấp cho sinh viên học sinh những kiến thức cơ bản ban đầu về vật liệu kỹ thuật điện: Khái niệm và đặc tính của chất cách điện

MỤC TIÊU CHƯƠNG1

Sau khi học xong Bài này, người học có khả năng:

➤ Về kiến thức:

-Hiểu được những kiến thức cơ bản về cơ, lý, hoá và tính năng tác dụng của vật liệu cách điện.

➤ **Về kỹ năng:**

- Phân tích được những kiến thức cơ bản về cơ, lý, hoá và tính năng tác dụng của vật liệu dẫn điện đồng thời giúp học sinh nắm được phạm vi ứng dụng của vật liệu dẫn điện;

➤ **Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:**

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

❖ **PHƯƠNG PHÁP GIẢNG DẠY VÀ HỌC TẬP CHUỖNG1**

- *Đối với người dạy: sử dụng phương pháp giảng dạy tích cực (diễn giảng, vấn đáp, dạy học theo vấn đề); yêu cầu người học thực hiện câu hỏi thảo luận và bài tập CHUỖNG1(cá nhân hoặc nhóm).*
- *Đối với người học: chủ động đọc trước giáo trình (CHUỖNG1) trước buổi học; hoàn thành đầy đủ câu hỏi thảo luận và bài tập tình huống CHUỖNG1 theo cá nhân hoặc nhóm và nộp lại cho người dạy đúng thời gian quy định.*

❖ **ĐIỀU KIỆN THỰC HIỆN CHUỖNG1**

- **Phòng học chuyên môn hóa/nhà xưởng:** phòng học theo tiêu chuẩn.
- **Trang thiết bị máy móc:** Máy chiếu và các thiết bị dạy học khác
- **Học liệu, dụng cụ, nguyên vật liệu:** Bài trình môn học, giáo trình, tài liệu tham khảo, giáo án, phim ảnh, và các tài liệu liên quan.
- **Các điều kiện khác:** Không có

❖ **PHƯƠNG PHÁP KIỂM TRA VÀ ĐÁNH GIÁ CHUỖNG1**

- **Nội dung:**

- ✓ **Kiến thức:** Kiểm tra và đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kiến thức
- ✓ **Kỹ năng:** Đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kỹ năng.
- ✓ **Năng lực tự chủ và trách nhiệm:** Trong quá trình học tập, người học cần:
 - + Nghiên cứu bài trước khi đến lớp
 - + Chuẩn bị đầy đủ tài liệu học tập.
 - + Tham gia đầy đủ thời lượng môn học.
 - + Nghiêm túc trong quá trình học tập.

- **Phương pháp:**

- ✓ **Điểm kiểm tra thường xuyên:** 1 điểm kiểm tra (hình thức: hỏi miệng)

✓ **Kiểm tra định kỳ:** 1 điểm kiểm tra

❖ NỘI DUNG CHƯƠNG 1

Chương 1: Vật liệu kỹ thuật điện

2. Nội dung chương:

Chương 1: Vật liệu kỹ thuật điện

1.1. Vật liệu cách điện (chất điện môi):

1.1.1. Khái niệm và đặc tính của chất cách điện

1.1.1.1 Khái niệm:

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

1.1.1.2. Phân loại các chất điện môi:

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

1.1.1.3. Tính chất chung của vật liệu cách điện:

a. Tính hút ẩm:

- Hút ẩm: Là khả năng hút ẩm từ môi trường xung quanh.
 - + Tác hại: tăng dòng điện rò, tổn hao điện môi và giảm điện áp phóng điện
 - + Biện pháp khắc phục: thực hiện sơn phủ trên bề mặt điện môi.
- Tính thấm thấu: là khả năng cho hơi nước xuyên qua vật liệu.
 - + Lượng hơi ẩm m trong thời gian τ giờ đi qua mặt phẳng S (cm²) của lớp vật liệu cách điện có chiều dày h (cm), dưới tác dụng của hiệu số áp suất hơi nước P_1 và P_2 (mmHg) ở hai phía bề mặt vật liệu được tính theo công thức sau:

$$m = \frac{\phi(P_1 - P_2) \cdot S \cdot \tau}{h} \quad \text{Trong đó: } \phi \text{ là độ thấm ẩm của vật liệu}$$

- + Tác hại: tương tự như tính hút ẩm.

- Tính dính ước: Khả năng hình thành màng ẩm trên bề mặt vật liệu khi bề mặt vật liệu đặt trong môi trường có độ ẩm cao.

+ Tác hại: tăng dòng điện rò và giảm đáng kể điện áp phóng điện.

+ Biện pháp khắc phục: thực hiện sơn phủ trên bề mặt điện môi.

b. Tính cơ học:

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

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

- Tính giòn: Khả năng của bề mặt vật liệu chống lại các tải cơ học động.

- Độ cứng: Biểu thị khả năng của bề mặt vật liệu chống lại các biến dạng gây nên bởi lực nén truyền từ vật liệu có kích thước bé hơn.

- Ngoài ra đối với các chất lỏng hoặc nửa lỏng như: dầu, sơn, hỗn hợp các chất trắng, tẩm thì độ nhớt là một đặc tính quan trọng.

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

- Khi làm việc lâu dài, không bị phân huỷ để giải thoát ra các sản phẩm phụ và không bị ăn mòn khi kim loại tiếp xúc với nó, không phản ứng với các chất khác như nước, axit ...

- Khi sản xuất các chi tiết có thể dùng các hoá chất khác như: Chất kết dính, chất hoà tan, trong các điện môi khác.

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

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

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

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

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

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

e. Độ bền điện:

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

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

f. Tính chịu nhiệt:

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

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

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

1.1.2. Chất cách điện thể khí

1.1.2.1. Không khí:

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

1.1.2.2. Nitơ:

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

1.1.2.3. Elaga (SF_6):

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

1.1.2.4. Hydrô:

- Đó là một chất khí nhẹ, có những đặc tính rất thuận lợi để dùng làm môi trường làm mát thay cho không khí. Sự làm mát máy điện được cải thiện hơn nhiều khi ta sử dụng hydrô.

Dùng hydro thay cho không khí sẽ giảm được nhiều tổn thất công suất do ma sát của roto với chất khí và do quạt gió gây ra, bởi vì tổn hao ấy gần như tỷ lệ với tỷ trọng của chất khí.

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

1.1.2.5. Các loại khí khác:

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

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

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

1.1.3. Chất cách điện thể lỏng

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

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

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

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

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

1.1.3.2. Dầu tụ điện:

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

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

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

1.1.3.3. Dầu cáp điện:

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

- Loại cáp chứa dầu làm việc ở điện cao áp trên 110kV, người ta dùng loại dầu có độ nhớt thấp $\eta \leq 3,5 \text{ mm}^2/\text{s}$. Ở nhiệt độ 100°C , ở nhiệt độ 50°C $\eta \leq 10 \text{ mm}^2/\text{s}$, ở nhiệt độ 20°C $\eta \leq 40 \text{ mm}^2/\text{s}$.

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

1.1.3.4. Điện môi lỏng tổng hợp:

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

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

1.1.4. Chất cách điện hữu cơ

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

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

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

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

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

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

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

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

- Các vật liệu nhiệt dẻo khi ở nhiệt độ thấp ở trạng thái rắn, nhưng khi được đốt nóng thì chúng trở thành mềm dẻo và dễ biến dạng. Chúng có thể hòa tan trong những dung môi thích hợp. Tính chất đặc biệt của các vật liệu nhiệt dẻo là khi được đốt nóng tới những nhiệt độ tương ứng với trạng thái dẻo của chúng thì không gây ra sự biến đổi không phục hồi tính chất của chúng. Các vật liệu nhiệt cứng khi được đốt nóng thì thay đổi tính chất không hồi phục được, chúng bị cứng lại, mất tính hòa tan và tính nóng chảy.

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

1.1.5. Sơn và êma cách điện

1.1.5.1. Thành phần chung:

Sơn là vật liệu có vai trò quan trọng trong kỹ thuật điện. Sơn được tạo ra từ nền sơn (nhựa, Bitum, dầu khô...) hòa tan trong dung môi hữu cơ, dễ bay hơi. Khi sơn bị sấy khô, dung

môi bay hơi còn lại nền sơn chuyển sang trạng thái rắn tạo thành màng sơn có đặc tính cách điện và rắn chắc.

1.1.5.2. Tính chất:

Theo công dụng chia ra 3 nhóm:

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

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

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

- Sơn dán:

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

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

1.1.5.3. Các loại sơn:

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

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

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

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

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

1.1.6. Vật liệu cách điện dạng xơ

1.1.6.1. Gỗ:

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

1.1.6.2. Giấy và cactông:

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

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

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

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

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

1.1.6.3. Vật liệu dệt:

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

- Một số loại vải và băng thường dùng:

- + Vải và băng bằng sợi bông

- + Lụa tơ tằm tự nhiên.

- + Vật liệu bằng xơ tổng hợp

1.1.6.4. Vải sơn cách điện:

a. Đặc điểm:

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

- Tùy theo loại sơn tẩm mà các đặc tính của vải sơn có khác nhau. Nếu dùng sơn dầu vải có màu vàng, loại này chịu được dầu và dung môi hữu cơ, song có khuynh hướng già hóa do

nhiệt. Độ bền điện của vải sơn bằng sợi bông $30 \div 50$ KV/mm, bằng sợi tổng hợp $50 \div 90$ KV/mm.

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

b. Công dụng:

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

1.1.7. Vật liệu cách điện dạng dẻo

1.1.7.1. Màng dẻo:

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

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

1.1.7.2. Chất dẻo:

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

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

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

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

1.1.8. Vật liệu cách điện từ Mica