

ỦY BAN NHÂN DÂN TỈNH ĐỒNG THÁP
TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ ĐỒNG THÁP



GIÁO TRÌNH

**MÔN HỌC: CƠ SỞ KỸ THUẬT NHIỆT LẠNH
VÀ ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ**

**NGÀNH, NGHỀ: KỸ THUẬT MÁY LẠNH VÀ ĐIỀU
HÒA KHÔNG KHÍ**

TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

*(Ban hành kèm theo Quyết định Số: 257/QĐ-TCĐNĐT ngày 13 tháng 07 năm 2017
của Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Nghề Đồng Tháp)*

Đồng Tháp, năm 2017

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

Kinh tế Việt Nam ngày càng phát triển cao, cùng với sự tốc độ phát triển của thế giới ngành điện lạnh cũng không thể thiếu trong mọi lĩnh vực, trong hệ thống lạnh các thiết bị trao đổi nhiệt hầu như chiếm khá cao và đóng vai trò quan trọng trong hệ thống, và đòi hỏi người thiết kế phải tính toán rất kỹ để đưa ra sản phẩm đáp ứng cho thị trường, và đòi hỏi người kỹ thuật vận hành, sử dụng phải am hiểu quá trình hoạt động của hệ thống

Cấu trúc của giáo trình gồm bốn chương trong thời gian 60 giờ qui chuẩn. Nội dung của giáo trình đưa ra những kiến thức nền cơ bản về nhiệt, quá trình hoạt động các hệ thống lạnh và vấn đề về điều hoà không khí. Từ đó người kỹ thuật sẽ được vận dụng kiến thức này đưa vào thực hành những môn sau vững vàng nhạy bén hơn

Cùng giúp chủ biên biên soạn giáo trình là các giáo viên tổ môn Điện lạnh của Trường Cao Đẳng nghề Đồng Tháp

Chắc chắn giáo trình không tránh khỏi thiếu sót. Chúng tôi mong nhận được ý kiến đóng góp để giáo trình được chỉnh sửa và ngày càng hoàn thiện hơn.

Mọi đóng góp xin gửi về tổ điện lạnh khoa Điện - Điện Tử trường Cao Đẳng nghề Đồng Tháp tỉnh Đồng Tháp

Đồng Tháp, ngày tháng năm 2017

Tham gia biên soạn

Chủ biên: K.S HUỲNH TUẤN KIỆT

MỤC LỤC



Trang

LỜI GIỚI THIỆU	i
Chương 1: Cơ sở kỹ thuật nhiệt động và truyền nhiệt	1
1. Nhiệt động kỹ thuật	1
1.1. Chất môi giới và các thông số trạng thái của chất môi giới	1
1.2. Hơi và các thông số trạng thái của hơi	5
1.3. Các quá trình nhiệt động cơ bản của hơi	9
1.4. Chu trình nhiệt động của máy lạnh và bơm nhiệt	11
2. Truyền nhiệt	15
2.1. Dẫn nhiệt :	15
2.2. Trao đổi nhiệt đối lưu	20
2.3. Trao đổi nhiệt bức xạ	23
2.4. Truyền nhiệt và thiết bị trao đổi nhiệt	25
BÀI TẬP ỨNG DỤNG	32
Chương 2: Kỹ Thuật Lạnh	33
1. Những khái niệm cơ bản	33
1.1. Ý nghĩa của kỹ thuật lạnh trong đời sống và kỹ thuật	33
1.2. Các phương pháp làm lạnh nhân tạo:	35
1.3. Môi chất lạnh và chất tải lạnh :	36
2. Các hệ thống lạnh thông dụng	43
2.1. Hệ thống lạnh với 1 cấp nén	43
2.2. Sơ đồ hai cấp nén có làm mát trung gian:	50
2.3. Các sơ đồ khác :	54
2.4. Bài tập ứng dụng	59
BÀI TẬP MỞ RỘNG	61
Chương 3: Thiết bị trong hệ thống lạnh	63

1. Máy nén lạnh	63
1.1. Khái niệm	63
1.2. Máy nén pittong :.....	64
1.3. Giới thiệu một số chủng loại máy nén khác	72
2. Giới thiệu chung về các thiết bị khác của hệ thống lạnh.....	78
2.1. Các thiết bị trao đổi nhiệt chủ yếu.....	78
2.2. Thiết bị tiết lưu (giảm áp).....	97
2.3. Các thiết bị tự động và bảo vệ của hệ thống lạnh	100
BÀI TẬP ỨNG DỤNG	107
Chương 4: Cơ sở kỹ thuật điều hoà không khí.....	108
1. Không khí ẩm	108
1.1. Các thông số trạng thái của không khí ẩm	108
1.2. Đồ thị I-d và d-t của không khí ẩm	110
1.3. Một số quá trình của không khí ẩm khi ĐHKK	113
2. Hệ thống điều hoà không khí	115
2.1. Khái niệm về thông gió và ĐHKK.....	115
2.2. Các hệ thống ĐHKK	116
2.3. Các phương pháp và thiết bị xử lý không khí	124
BÀI TẬP ỨNG DỤNG	131
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	132

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: CƠ SỞ KỸ THUẬT NHIỆT LẠNH VÀ ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ

Mã số môn học: MH11

Vị trí, tính chất của môn học:

- **Vị trí:** Môn học cơ sở kỹ thuật chuyên ngành, chuẩn bị các kiến thức cần thiết cho các phân học kỹ thuật chuyên môn tiếp theo.

- **Tính chất:** Môn học thiên về lý thuyết chuyên môn hỗ trợ cho các mô đun chuyên môn nghề: Hệ thống lạnh dân dụng, Hệ thống ĐHKK dân dụng, Hệ thống máy lạnh công nghiệp

- **Ý nghĩa và vai trò của môn học :** Là môn cơ sở lý thuyết quan trọng trong ngành nghề kỹ thuật máy lạnh và điều hoà không khí môn này làm tiền đề cho những môn thực hành sau này, giúp cho chúng ta nắm rõ các quá trình nhiệt động môi chất, truyền nhiệt của các thiết bị, những hệ thống lạnh thông dụng và quá trình, các dạng máy điều hoà không khí thông dụng

Mục tiêu của môn học:

- **Về kiến thức:**

+ Trình bày được các khái niệm, định nghĩa về truyền nhiệt, chất môi giới, chu trình nhiệt động học, quá trình hóa hơi đẳng áp, quá trình nhiệt động của máy lạnh và bơm nhiệt, quá trình nhiệt động của máy lạnh và bơm nhiệt, các quy luật truyền nhiệt

+ Giải thích được quá trình lưu động và tiết lưu.

+ Trình bày được các khái niệm và định nghĩa về truyền nhiệt.

+ Trình bày được các khái niệm về kỹ thuật Nhiệt-Lạnh, nguyên lý làm việc của máy lạnh và các quy luật truyền nhiệt cơ bản.

+ Mô tả được cấu tạo, nguyên lý làm việc của máy nén lạnh thông dụng

+ Nhận dạng và trình bày được chức năng các thiết bị trong hệ thống lạnh, điều hoà không khí.

+ Trình bày được khái niệm về không khí ẩm, kỹ thuật điều hoà không khí và các quá trình, nguyên lý làm việc của hệ thống điều hoà không khí.

+ Trình bày được chức năng của hệ thống vận chuyển khí.

- Về kỹ năng:

- + Tra được bảng các thông số trạng thái của môi chất, sử dụng được đồ thị.
- + Tính toán được các chu trình lạnh cơ bản.
- + Tính toán được chuyển đổi một số đơn vị đo lường trong hệ thống lạnh và ĐHKK

- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

- + Rèn luyện tính cẩn thận, khả năng tư duy sáng tạo, phong cách làm việc độc lập cũng như kỹ năng hoạt động theo nhóm.

Nội dung của môn học:

TaiLieu.vn

Chương 1: CƠ SỞ KỸ THUẬT NHIỆT ĐỘNG VÀ TRUYỀN NHIỆT

Mã chương: MH11-01

Giới thiệu:

Trong chương này khá chi tiết về quá trình truyền nhiệt và quá trình biến đổi pha của môi chất trong hệ thống lạnh ứng dụng trong thực tế, sau khi học xong bài này người kỹ thuật có kiến thức nền cơ bản để đáp ứng cho những môn thực hành sau này

Mục tiêu:

Kiến thức:

- *Hiểu và nắm vững các quá trình, nguyên lý làm việc của máy lạnh và*
- *Biết được các quy luật truyền nhiệt sử dụng trong ngành kỹ thuật máy lạnh*

Kỹ năng:

- *Tính toán được các chu trình nhiệt động được sử dụng trong ngành kỹ thuật lạnh*
- *Tính toán được tổn thất nhiệt, các quá trình truyền nhiệt*

Năng lực tự chủ và trách nhiệm:

- *Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ trong học tập và tính toán*

Nội dung chính:

1. NHIỆT ĐỘNG KỸ THUẬT

1.1. Chất môi giới và các thông số trạng thái của chất môi giới

1.1.1. Các khái niệm và định nghĩa

Để thực hiện quá trình chuyển hoá giữa nhiệt và công và chuyển tải năng lượng trong các hệ thống nhiệt động người ta phải dùng một chất trung gian được gọi là chất môi giới. Chất môi giới thường gặp trong kỹ thuật ở dạng khí hoặc hơi, vì thể khí có khả năng thay đổi thể tích rất lớn do đó có khả năng sinh công lớn.

1.1.2. Chất môi giới và các thông số trạng thái của chất môi giới

a/ Nhiệt độ (Temperature) : Nhiệt độ là đại lượng vật lý, nó biểu thị mức độ nóng, lạnh của một vật hoặc của chất khí. Nhiệt độ trong nhiệt động kỹ thuật là nhiệt độ tuyệt đối ký hiệu là T , đơn vị là $^{\circ}\text{K}$ (nhiệt độ Kelvin)

Dụng cụ để đo nhiệt độ ta gọi là nhiệt kế. Để đo nhiệt độ người ta dựa vào các tính chất vật lý của vật thay đổi theo nhiệt độ

Trong nhiệt động kỹ thuật ta thường dùng hai thang đo nhiệt độ là nhiệt độ bách phân và nhiệt độ tuyệt đối

Nhiệt độ bách phân ($^{\circ}\text{C}$): là thang nhiệt độ Celsius xây dựng trên cơ sở lấy điểm nước đá tan ở 0°C và nước sôi ở 100°C

Nhiệt độ tuyệt đối ($^{\circ}\text{K}$) được tính bằng số nhiệt độ bách phân cộng thêm 273,15 nghĩa là: $T = t + 273,15 \approx t + 273$

Ngoài ra trong hệ thống nhiệt độ ở Mỹ, Anh và một số nước khác còn dùng thang nhiệt độ Fahrenheit (ký hiệu là $^{\circ}\text{F}$), nhiệt độ Rankine ký hiệu là $^{\circ}\text{R}$

Quan hệ giữa nhiệt độ C , nhiệt độ F và nhiệt độ R như sau:

$$C^{\circ} = \frac{5}{9}(^{\circ}\text{F} - 32) \quad (1-1)$$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5}(^{\circ}\text{C} + 32) \quad (1-2)$$

$$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{R} - 160 \quad (1-3)$$

b/ Áp suất (Pressure)

Áp suất là lực tác dụng của các phân tử chất khí theo phương pháp tuyến lên một đơn vị thể tích thành bình chứa chất khí đó, áp suất được ký hiệu là p

$$\text{Ta có: } P = \frac{F}{S}, (N/m^2), \text{ hay Pa (Pascal)} \quad (1-4)$$

Trong đó:

F : là tổng lực tác dụng của các phân tử khí trong bình chứa (N)

S : diện tích thành bình chứa chất khí (m^2)

Đơn vị của áp suất là Nui ton trên mét vuông (N/m^2). Vì N/m^2 rất nhỏ nên trong thực tế người ta thường dùng bội số của N/m^2 và gọi là bar, $1 \text{ bar} = 10^5 N/m^2$, N/m^2 còn gọi là pascal (Pa). Trước đây người ta dùng đơn vị áp suất là kg/cm^2 hoặc còn gọi là atmosphere kỹ thuật (at) hoặc dùng mm cột thủy ngân

(mmHg) hoặc mm cột nước (mmH₂O) quan hệ của các thông số được biểu thị như sau :

$$1 \text{ at} = 1 \text{ kg/cm}^2 = 0,981 \text{ bar} = 0,981 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ mmH}_2\text{O} = 0,1 \text{ at} = 0,098 \text{ bar}$$

$$1 \text{ mmHg} = 133,322 \text{ N/m}^2$$

Ngoài ra ở Mỹ, Anh người ta còn dùng một số đơn vị khác như PSI (pound per square inch , Lb/in²) , công thức chuyển đổi như sau :

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 14,2 \text{ PSI}$$

Dụng cụ để đo áp suất gọi là áp kế , trong thực tế áp kế có 3 loại :

Loại dùng để đo áp suất khí quyển (Atmospheric pressure) gọi là Barometer

Loại dùng để đo áp suất của các chất khí lớn hơn áp suất khí quyển (áp suất dư – Gauge pressure) được gọi là Manometer

Loại dùng để đo áp suất của chất khí thấp hơn áp suất khí quyển (áp suất chân không – Vacuum pressure) thì gọi là vacuumeter

c/ Thể tích riêng (specific volume) và khối lượng riêng (specific mass)

Một khối khí có khối lượng là G kg và choán thể tích là V (m³), thể tích riêng được định nghĩa bằng trình sau:

$$v = \frac{V}{G}, (\text{m}^3 / \text{kg}) \quad (1-5)$$

Vì vậy ta có khối lượng riêng ký hiệu là:

$$\rho = \frac{1}{v} = \frac{G}{V}, (\text{kg} / \text{m}^3) \quad (1-6)$$

Thể tích riêng là một thông số trạng thái của chất khí

d/ Nội năng (u)

Là nhiệt động gồm nhiều vật tác dụng lên nhau đều có năng lượng tổng E. Năng lượng tổng này bao gồm động năng và thế năng, nội năng U bao gồm :

Động năng U_d là động năng của chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay của các nguyên tử và phân tử (năng lượng)

Thế năng U_t là năng lượng của lực liên kết giữa các phân tử và nguyên tử

Thí dụ : Đối với nước , theo quy ước quốc tế chọn u₀ ở nhiệt độ nước bằng 0,01 °C và áp suất bằng 0,006228 at , giá trị u₀ được chọn tùy ý và không ảnh

hưởng đến trị của độ biến thiên Δu . Đơn vị dùng để đo nội năng là KJ. Trong một số tài liệu cũ còn dùng kCal, trong các sách và tạp chí của Anh Mỹ còn dùng các đơn vị khác như : Btu, v.v..

$$1 \text{ KJ} = 0,2392 \text{ Kcal hay } 1 \text{ Kcal} = 4,18 \text{ KJ}$$

e/ Entanpi (i)

Entanpy (i) là hàm số nhiệt độ. Entanpi không trực tiếp đo được mà phải tính toán. Trong nhiệt động học kỹ thuật ta chỉ cần biết lượng biến đổi entanpi Δi , vì vậy có thể chọn một điểm tùy ý nào đó để làm gốc. Về ý nghĩa vật lý entanpy trong nhiều trường hợp nó biểu thị năng lượng của chất khí, đơn vị tính cũng như đơn vị của nội năng và các dạng năng lượng khác. Vì u , p_v đều là những thông số trạng thái nên i cũng là một thông số trạng thái

f/ Entropi (s)

Là một thông số trạng thái được ký hiệu là s . Entropy không đo được bằng trực tiếp mà phải tính toán. Trong nhiệt động học kỹ thuật không quan tâm đến trị số tuyệt đối của entropy mà chỉ quan tâm đến hàm lượng biến đổi entropy (Δs). Đơn vị của entropy là $\text{Kj/kg} \cdot ^\circ\text{K}$ (hay $\text{J/kg}^\circ\text{K}$). Độ biến đổi của entropy không phụ thuộc vào đặc tính của quá trình thay đổi trạng thái của chất khí mà chỉ phụ thuộc vào trạng thái đầu và trạng thái cuối của quá trình

1.1.3. Nhiệt dung riêng và tính nhiệt lượng theo nhiệt dung riêng

a. Định nghĩa nhiệt dung riêng:

Nhiệt dung riêng (NDR) của một chất nào đó là nhiệt lượng cần thiết để làm cho một đơn vị chất đó thay đổi một độ theo quá trình nào đó

NDR ký hiệu là C , đơn vị là $\text{kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$

b. Tính nhiệt lượng theo nhiệt dung riêng

Nhiệt lượng Q chất khí trao đổi với môi trường khi nhiệt độ của nó thay đổi từ t_1 đến t_2 là :

$$Q = G.C.\Delta t \quad (1-7)$$

$$\text{Hoặc : } Q = V_{t/c}.C'.\Delta t$$

$$\text{Hoặc : } Q = M.C_p.\Delta t$$

Ở đây : G : là khối lượng của khối khí, kg

$V_{t/c}$ là thể tích khối khí ở điều kiện tiêu chuẩn $m_{t/c}^3$

M là số kilomol khí

$$\Delta t = t_1 - t_2$$

C, C' và C_p là nhiệt dung riêng của chất khí, có thể là nhiệt dung riêng trung bình hoặc nhiệt dung riêng thực

1.2. Hơi và các thông số trạng thái của hơi

1.2.1. Các thể (pha) của vật chất

Như ta đã biết vật chất thường tồn tại 3 thể : thể rắn , thể lỏng và thể hơi .
Mỗi trạng thái của vật chất đều có các thông số trạng thái xác định

Nhiệt độ $^{\circ}\text{C}$ hoặc độ $^{\circ}\text{K}$ độ (kenlvin)

Áp suất, Pa, bar hoặc MPa

Thể tích riêng m^3/kg

Entanpy riêng kJ/kg

Entropy riêng kJ/kg

Hơi có thể được hình thành từ vật rắn bằng thăng hoa khi trạng thái của nó ở dưới điểm 3 thể hoặc có thể được hình thành từ chất lỏng bằng hoá hơi khi trạng thái của nó ở dưới điểm 3 thể. Ngược với hiện tượng thăng hoa và hoá hơi là quá trình hơi ngưng kết thành thể rắn hoặc ngưng tụ thành thể lỏng. Tất cả các hiện tượng trên gọi là biến đổi pha

Khi thăng hoa hoặc hoá hơi chất môi giới nhận nhiệt, nhiệt chuyển pha này gọi là nhiệt thăng hoa hoặc nhiệt hoá hơi, khi ngưng kết hoặc ngưng tụ , chất môi giới nhả nhiệt. Nhiệt lượng nhả ra khi ngưng kết hoặc ngưng tụ có trị số tuyệt đối bằng với nhiệt thăng hoa hoặc nhiệt hoá hơi. Ở đây ta chỉ xét quá trình hoá hơi từ chất lỏng

a/ Nóng chảy và đông đặc :

Nóng chảy là quá trình chuyển rắn sang thể lỏng và ngược lại quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể rắn gọi là đông đặc. Khi nóng chảy môi chất nhận nhiệt, khi đông đặc môi chất nhả nhiệt, hai nhiệt lượng đó có giá trị bằng nhau, gọi là nhiệt ẩn nóng chảy hoặc nhiệt ẩn đông đặc

Mỗi đơn chất khác nhau có giá trị nhiệt ẩn khác nhau, cùng một chất nhưng ở áp suất khác nhau cũng có giá trị nhiệt ẩn khác nhau

b/ Hoá hơi và ngưng tụ

Hóa hơi là quá trình chuyển từ pha lỏng sang pha hơi và ngược lại gọi là ngưng tụ

Khi hoá hơi môi chất nhận nhiệt, khi ngưng tụ môi chất nhả nhiệt, hai nhiệt lượng đó có trị số bằng nhau gọi là nhiệt ẩn hoá hơi hoặc nhiệt ẩn ngưng tụ. Nhiệt ẩn hoá hơi (ngưng tụ) phụ thuộc vào bản chất và thông số của môi chất

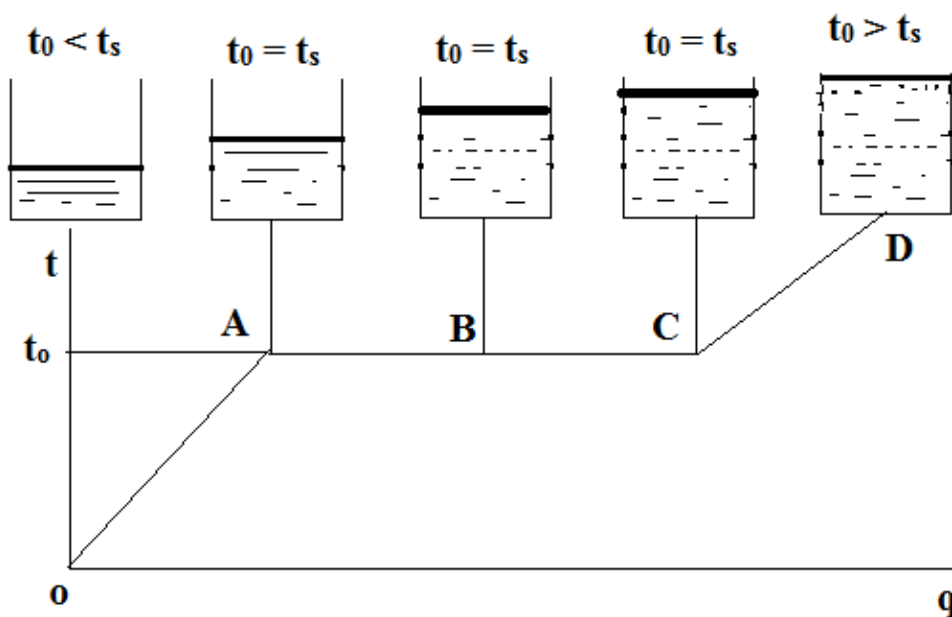
c/ Thăng hoa và ngưng kết

Thăng hoa là quá trình chuyển từ pha rắn sang pha hơi và ngược lại gọi là quá trình ngưng kết

Khi thăng hoa môi chất nhận nhiệt và khi ngưng kết môi chất nhả nhiệt, hai nhiệt lượng đó bằng nhau về trị số gọi là ẩn nhiệt thăng hoa hoặc ẩn nhiệt ngưng kết

1.2.2. Quá trình hoá hơi đẳng áp

Hình dưới đây biểu diễn quá trình hoá hơi đẳng áp trong đó nhiệt độ của nước phụ thuộc vào lượng nhiệt cung cấp (đây không phải là đồ thị vì q không phải là thông số trạng thái)



Hình 1.1. Mô tả quá trình hoá hơi của nước

*/ Đoạn OA: biểu diễn quá trình đốt nóng nước từ nhiệt độ ban đầu t_0 đến t_s . Trong quá trình này nhiệt độ tăng lên khi lượng nhiệt cung cấp tăng. Nước ở nhiệt độ ban đầu $t_0 < t_s$ gọi là nước chưa sôi

*/ Đoạn AC : biểu diễn quá trình sôi , ở đây nhiệt độ $t_A = t_C = t_s = \text{const}$ mặt dù vẫn cấp nhiệt cho nước . Nhiệt lượng cấp cho nước trong đoạn này chỉ để biến nước đổi pha gọi là nhiệt ẩn hoá hơi , kí hiệu là r (kJ.kg)

+/ Nước ở trạng thái điểm A gọi là nước sôi , các thông số của nước sôi kí hiệu là : i' , s' , u' , v' ...

+/ Hơi ở điểm C gọi là hơi bão hoà khô , các thông số của hơi bão hoà khô kí hiệu là : i'' , s'' , u'' , v'' ...

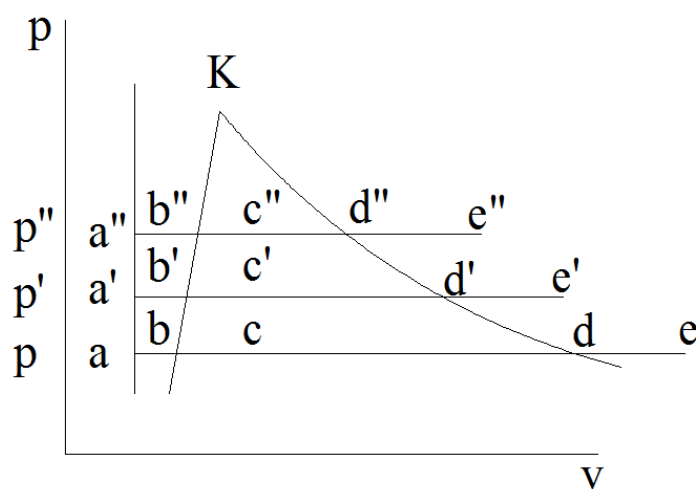
+/ Hơi tại điểm B hay một điểm bất kì trên đoạn AC là hỗn hợp giữa nước sôi. Và hơi bão hoà khô , và được gọi là hơi bão hoà ẩm , các thông số của hơi bão hoà ẩm kí hiệu là : i_x , s_x , u_x , v_x ,

*/ Trong đoạn CD , khi hơi nhận nhiệt tiếp thì nhiệt độ của hơi lại tăng lên , và hơi tại điểm D gọi là hơi quá nhiệt , hơi này có nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ sôi , $t_D > t_s$ (ở cùng áp suất)

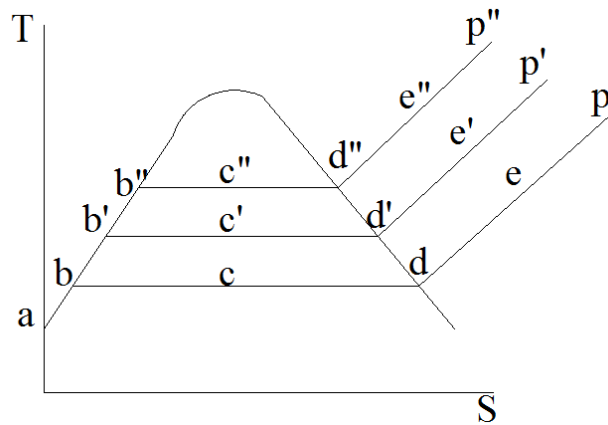
1.2.3 Các đường giới hạn và các miền trạng thái của nước và hơi

Quá trình hoá hơi đẳng áp của nước ở các điều kiện áp suất khác nhau được biểu hiện trên đồ thị p-v và T – s

Ở áp suất p đã biết , khi đó thể tích của nước tại điểm O, A, C và biểu diễn chúng trên đồ thị trạng thái p-v ta được các điểm a , b, c , d Tương tự , nếu tiến hành ở áp suất p_1 , p_2 , ...ta được các điểm biểu diễn a' , b' , c' , d' , a'' , b'' , c'' , d'' ...



Hình 1.2. Đồ thị p - v



Hình 1.3. Đồ thị T-s

Ta nhận thấy trên đồ thị p-v (hoặc T-s, i-s) vùng bên trái đường giới hạn dưới ($x=0$) là vùng chất lỏng chưa sôi, vùng giữa hai đường giới hạn ($x=0$ và $x=1$) là vùng hơi bão hoà ẩm, vùng bên phải đường giới hạn trên ($x=1$) là vùng hơi quá nhiệt

Nhiệt lượng cần cấp cho nước sôi từ nhiệt độ thường to (entanpy i_0) đến nhiệt độ sôi t_s (entanpy i_s) là :

$$Q = q_n + r + q_h \quad (1-8)$$

Trong đó :

q_n – nhiệt lượng cần đốt nóng nước từ nhiệt độ ban đầu đến nhiệt độ sôi

$$q_n = i' - i_0 \text{ hay } q_n = C_{pn} (t_s - t_0)$$

r – nhiệt ẩn hoá hơi $r = i' - i''$

q_h – nhiệt cần đốt nóng hơi bão hoà khô thành hơi quá nhiệt

$$q_h = I - I' \text{ hoặc } q_h = C_{ph} (t - t_s)$$

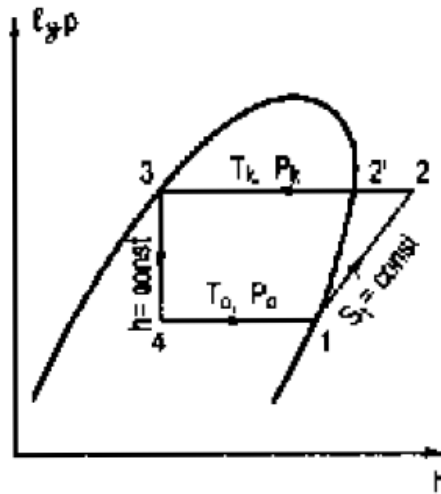
1.2.4. Cách xác định các thông số hơi bằng đồ thị lgp-h

Đồ thị lgp-h là đồ thị được sử dụng nhiều nhất trong kỹ thuật lạnh, dùng để tính toán chu trình, nên đồ thị lgp-h được sử dụng rộng rãi hơn

Đồ thị lgp-h lấy trục tung là áp suất chia theo thang logarit, trục hoành là entanpy h. Các đường $s = \text{const}$ là các đường nghiêng có độ dốc lớn và các đường $v = \text{const}$ là các đường nghiêng xoắn đều từ góc trái phía dưới lên góc phải phía trên. Riêng đường đẳng nhiệt $t = \text{const}$ chia làm 3 phần : phần bên trái đường bão hoà lỏng $x = 0$ nằm gần thẳng đứng, phần trong vùng hơi ẩm nằm ngang song song với trục hoành và phần bên phải đường $x = 1$ là các đường rất dốc từ phía trên xuống dưới (hình đồ thị)

1.3. Các quá trình nhiệt động cơ bản của hơi

1.3.1. Các quá trình nhiệt động cơ bản của hơi trên đồ thị $lgp-h$



Hình 1.4. Đồ thị $lgp-h$

+/- Quá trình 1 – 2 : là quá trình ép nén hơi đoạn nhiệt, được xảy ra trong vùng hơi quá nhiệt, đẳng entropy ($S_1 = S_2$ hoặc $\Delta S = 0$)

+/- Quá trình 2 – 2' : là quá trình hạ nhiệt độ từ nhiệt độ cuối tầm nén đến nhiệt độ ngưng tụ

+/- Quá trình 2' – 3: là quá trình ngưng tụ hơi môi chất ở áp suất cao và nhiệt độ cao qua quá trình thải nhiệt cho môi trường bên ngoài (môi trường là không khí hoặc là nước), đẳng áp $p = \text{const}$

+/- Quá trình 3 – 4: là quá trình tiết lưu môi chất lỏng từ nhiệt độ cao và áp suất cao xuống nhiệt độ thấp áp suất thấp ($p_k, t_k \downarrow p_0, t_0$) quá trình đẳng entanpy $i_3 = i_4$ ($\Delta I = 0$)

+/- Quá trình 4 – 1: là quá trình bay hơi môi chất lỏng đẳng áp và đẳng nhiệt ($p = \text{const}, t = \text{const}$) để thu nhiệt của môi trường cần làm lạnh, đây chính là quá trình làm lạnh mà ta muốn thực hiện

1.3.2. Quá trình lưu động và tiết lưu

1.3.3. Quá trình lưu động

+/- Khái niệm

- Lưu động là quá trình đoạn nhiệt của sự chuyển động dòng môi chất, ở đây ta chủ yếu nghiên cứu sự chuyển động của dòng chất khí hoặc hơi

Dòng môi chất chuyển động liên tục, ổn định với vận tốc xem là phân bố đều trong mỗi tiết diện. Được biểu thị bằng phương lưu động liên tục và ổn định

$$G = \omega \cdot \rho \cdot f = f \cdot \frac{\omega}{v} \quad (1-9)$$

Trong đó :

G – lưu lượng khối lượng (kg/s)

ω - Vận tốc của dòng (m/s)

f – diện tích – tiết diện ngang của dòng chất khí s,t (m²)

ρ - khối lượng riêng của môi chất (kg/m³)

v - thể tích riêng của môi chất (m³/kg)

1.3.4. Quá trình tiết lưu

+/- Khái niệm cơ bản

Tiết lưu là hiện tượng giảm áp suất của dòng môi chất lưu động qua tiết diện thay đổi đột ngột, qua đó áp suất giảm nhưng không sinh ra công, tiết lưu là quá trình không thuận nghịch

+ Đặc điểm :

Khi tiết lưu môi chất không trao đổi nhiệt với môi trường xung quanh nên được xem là quá trình đoạn nhiệt

Qua quá trình tiết lưu để cần 1 công ($p_1 v_1 - p_2 v_2$), công này làm tăng nội năng ($u_2 - u_1$) và động năng $\left(\frac{\omega_2^2}{2} - \frac{\omega_1^2}{2} \right)$

Thông thường quá trình tiết lưu thường gặp là :

$$\omega_2 \approx \omega_1 \Rightarrow \frac{\omega_2^2}{2} - \frac{\omega_1^2}{2} = 0 \quad (1-10)$$

Vậy quá trình tiết lưu entanpi không đổi (entanpi trước tiết lưu bằng entanpi sau tiết lưu)

$$\Rightarrow i_1 = i_2$$