

CHƯƠNG 1
CƠ SỞ KỸ THUẬT NHIỆT NÔNG
VÀ TRUYỀN NHIỆT

1. NHIỆT NÔNG KỸ THUẬT

1.1. KHAI NIỆM CHUNG

1.1.1 : NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA MÁY NHIỆT

Nhiệt và công: là các đại lượng đặc trưng cho sự trao đổi năng lượng giữa môi chất và môi trường khi thực hiện một quá trình. Khi môi chất trao đổi công với môi trường thì kèm theo các chuyển động vĩ mô, còn khi trao đổi nhiệt thì luôn tồn tại sự chênh lệch nhiệt độ.

Nhiệt lượng: Trong một vật thì các phân tử và nguyên tử của nó sẽ chuyển động hỗn loạn và vật mang một năng lượng gọi là nhiệt năng.

Nhiệt lượng là nhiệt năng trao đổi do chênh lệch nhiệt độ và là hàm quá trình (ký hiệu Q [J, cal] hoặc q [J/kg, cal/kg])

Nói cách khác: Là lượng năng lượng đi xuyên qua bề mặt ranh giới khi chất môi giới và môi trường có sự chênh lệch nhiệt độ

Công: Là lượng năng lượng đi qua bề mặt ranh giới có khả năng dịch chuyển 1 vật nào đó (ký hiệu là L [J = Nm, cal] hoặc l [J/kg, cal/kg])

Công không thể chứa trong một vật bất kỳ nào, mà nó chỉ xuất hiện khi có quá trình thay đổi trạng thái kèm theo chuyển động của vật.

Máy nhiệt là thiết bị thực hiện quá trình chuyển hóa giữa nhiệt năng và công năng ở hai nguồn nóng (T_1) và lạnh (T_2).

Máy nhiệt nội đốt chia làm hai nhóm: Nhóm động cơ nhiệt và nhóm máy lạnh, bơm nhiệt

Nông cơ nhiệt: Gồm máy hơi nước, động cơ đốt trong, động cơ phản lực, turbine hơi, turbine khí,... loại này làm việc theo nguyên lý chất môi giới nhận nhiệt (Q_1) từ nguồn nóng (qua trình cháy nhiên liệu), kế tiếp là giãn nở biến một phần nhiệt thành công (L_0), sau đó chất môi giới nhận phần nhiệt (Q_2) cho nguồn lạnh. $Q_1 - Q_2 = L_0$

Máy lạnh và bơm nhiệt: Làm việc theo nguyên lý máy tiêu hao năng lượng công L_0 , chất môi giới nhận nhiệt (Q_2) từ nguồn lạnh để làm lạnh vật, rồi truyền (Q_2) và (L_0) cho nguồn nóng. Máy lạnh sử dụng nhiệt (Q_2) để làm lạnh vật còn bơm nhiệt sử dụng (Q_1) để sưởi ấm hoặc sấy.

Nhiệt và công là các dạng năng lượng là các đại lượng vật lý phụ thuộc vào quá trình.

Qui ước: Nhiệt nhận $Q > 0$
 Nhiệt nhả $Q < 0$
 Công sinh ra $L > 0$
 Công tiêu hao $L < 0$

Đơn vị: 1 Cal = 4,18 J

1 Btu = 252 cal (British Thermal Unit)

1 Btu/h = 0,3 W.

1.1.2 : HỆ NHIỆT NÔNG VÀ PHÂN LOẠI.

Hệ nhiệt nông là một vật hoặc nhiều vật nối tiếp nhau để nghiên cứu những tính chất nhiệt nông của nó. Hệ nhiệt nông bao gồm:

1.1.2.1 : Hệ kín và hệ hở:

Nói với hệ kín chất môi giới không bao giờ đi xuyên qua bề mặt ranh giới ngăn cách giữa hệ thống với môi trường, khối lượng chất môi giới xem là không đổi. (môi chất trong máy lạnh...).

Ngược lại hệ thống hở chất môi giới có thể vào và ra khỏi hệ thống. (nông cơ đốt trong, nông cơ phân lọc, nông cơ turbine...).

1.1.2.2 : Hệ cơ lập và hệ đẳng nhiệt:

Một hệ thống nối tiếp gọi là cơ lập khi hoàn toàn không trao đổi năng lượng nào (nhiệt và công) giữa chất môi giới và môi trường.

Nếu giữa hệ và môi trường chỉ không có sự trao đổi nhiệt mà thôi thì gọi là hệ đẳng nhiệt.

1.1.3 : CHẤT MÔI GIỚI.

Chất môi giới (CMG) là chất trung gian dùng để thực hiện các chuyển biến về năng lượng. Chất môi giới nối tiếp sẽ dùng trong nhiệt nông thông thường ở dạng khí hoặc hơi. (chất môi giới nối tiếp xem là ở dạng khí khi các thông số thông gap ở xa trạng thái bão hòa, loại này nhiệt độ tối đa thấp. Ngược lại chất môi giới nối tiếp gọi là dạng hơi.)

Trong nhiệt nông kỹ thuật chất môi giới ở dạng khí nối tiếp chia làm hai loại: Khí lý tưởng và khí thực.

Chất khí nối tiếp xem là khí lý tưởng khi hội đủ 2 yêu cầu:

- Thể tích ban đầu phân tử khí bằng không.
- Lực tương tác giữa các phân tử cũng bằng không.
- Khối lượng riêng không đổi

Còn lại nối tiếp gọi là khí thực.

1.1.4 : TRẠNG THÁI VÀ CÁC THÔNG SỐ TRẠNG THÁI .

Trạng thái là tập hợp các đại lượng xác định tính chất vật lý của chất môi giới tại thời điểm nào đó. Các thông số dùng để xác định trạng thái của chất môi giới nối tiếp gọi là thông số trạng thái, ở mỗi trạng thái xác định thì thông số trạng thái cũng có những giá trị xác định.

Một trạng thái nối tiếp gọi là cân bằng của chất môi giới khi các thông số trạng thái có cùng một giá trị ở mọi điểm trong toàn bộ khối chất môi giới. Ngược lại gọi là trạng thái chất môi giới không cân bằng.

1.1.4.1 : Thông số trạng thái.

Nếu biểu diễn trạng thái của chất môi giới ngòai ta nhô ãn ba thông số trạng thái cô ban: Nhiệt ão, áp suất, thể tích riêng. Ngoai 3 thông số nay còn dùng ãn các thông số khác nhô: Nội năng, Enthanpy, Entropy, Exergy, ...

a) Nhiệt ão:

Nhiệt ão là thông số biểu thô mức ão nóng lạnh của vat, còn theo thuyết ãng học phân tử nhiệt ão biểu thô gia trò ãng năng trung bình của các phân tử chuyển ãng tồnh tiến.

$$U = \frac{2}{3} m \bar{v}^2 = \frac{1}{2} m \bar{v}^2 \quad (1-1)$$

Trong ão: T : Nhiệt ão tuyệt ão, K

m : Khối lôông phân tử, kg

$\bar{v}$: Vận tốc trung bình các phân tử, m/s

k : Hằng số Boltzmann. $k = 1,3805 \cdot 10^{-23}$ (J/ão)

Nếu xác ãnh nhiệt ão ngòai ta thôông dùng 2 thang ão nhiệt ão:

Nhiệt ão bách phân. (Nhiệt ão Celcius : t , $^{\circ}\text{C}$)

Nhiệt ão tuyệt ão. (Nhiệt ão Kelvin : T , K)

$$T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273,15$$

Ngoai ra còn có các thang nhiệt ão khác nhô : Nhiệt ão Fahrenheit $t(^{\circ}\text{F})$, Rankine $T(^{\circ}\text{R})$.

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

$$t(^{\circ}\text{C}) = \frac{5}{9} (T(^{\circ}\text{R}) - 273,15) \quad (1-3)$$

b) Áp suất:

Áp suất là lôc tác dụng các phân tử theo phôông pháp tuyền lên một ãnh vò diện tích thành bình chôa.

$$p = \frac{F}{S} \quad (\text{N/m}^2) \quad (1-4)$$

Ô ãy: p : áp suất tuyệt ão (N/m^2)

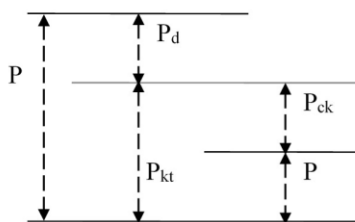
F : lôc tác dụng (N) ($1 \text{ N} = 1 \text{ kgm/s}^2$)

S : diện tích thành bình (m^2)

Nếu ão áp suất ngòai ta dùng nhiều ãnh vò ão khác nhau, ta có mối quan hệ giữa các ãnh vò ão áp suất nhô sau :

$$\begin{aligned} 1 \text{at} &= 9,81 \cdot 10^4 (\text{N/m}^2) \approx 0,981 \text{bar} \approx 9,81 \cdot 10^4 \text{Pa} \\ &= 1 \text{ kg/cm}^2 = 14,7 \text{ psi} \\ &= 10 \text{ mH}_2\text{O} = 735,5 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

Ngoài ra ta có các khái niệm khác về áp suất như:



Hình 1.1: Mối quan hệ áp suất

Trong đó: p : áp suất tuyệt đối

p_d : áp suất đo

p_{KT} : áp suất khí trời

p_{CK} : áp suất chân không

*) Chú ý: Khi nào áp suất bằng chiều cao cột thủy ngân phải qui về điều kiện 0°C trước khi chuyển đổi lên, theo công thức:

$$h_{0^\circ\text{C}} = h (1 - 0,000172.t)$$

Trong đó :

$h_{0^\circ\text{C}}$: chiều cao cột thủy ngân ở 0°C .

h : chiều cao cột thủy ngân ở $t^\circ\text{C}$.

c) The tích riêng:

The tích riêng là the tích của một đơn vị khối lượng.

Nếu một khối khí có khối lượng là G (kg), the tích là V (m^3) thì the tích riêng sẽ là:

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

Khối lượng riêng là nghịch đảo của the tích riêng.

$$\rho = \frac{1}{\gamma} \quad (\text{kg}/\text{m}^3) \quad (1-6)$$

d) Nội năng: (ký hiệu: u , J/kg)

Nội năng của một vật bao gồm: nhiệt năng, hóa năng, năng lượng nguyên tử.

Nếu qua quá trình nhiệt động hóa năng và năng lượng nguyên tử không thay đổi nên sẽ thay đổi nội năng của vật chất là sẽ thay đổi nhiệt năng.

Nội năng bao gồm: Nội động năng và nội thế năng.

Nội động năng sinh ra là do chuyển động tịnh tiến, chuyển động dao động, chuyển động quay của các phân tử.

Nội thế năng sinh ra là do lực tương tác các phân tử.

Theo thuyết động học phân tử thì nội động năng phụ thuộc vào nhiệt độ, nội thế năng phụ thuộc vào khoảng cách các phân tử, là hàm đơn trị của the tích, do vậy:

$$u = f(T, \gamma)$$

Nếu với khí lý tưởng thì:

$$u = f(T)$$

Một khác nội năng là một thông số trạng thái, chỉ phụ thuộc vào trạng thái đầu và cuối, không phụ thuộc vào quá trình tiến hành.

$$du = c_v dT.$$

Khi cho quá trình tiến hành từ trạng thái 1 đến trạng thái 2 thì biến thiên nội năng sẽ là:

$$\Delta u = c_v (T_2 - T_1) \quad (1-7)$$

Ở đây: c_v là nhiệt dung riêng khối lượng riêng tích (J/kg.°C)

e) Năng lượng này: (d : J/kg)

Nội dung khí hoặc chất lỏng chuyển động, ngoài năng lượng và thế năng bên ngoài còn một năng lượng giúp khối dịch chuyển, gọi là năng lượng này. Năng lượng này được xác định bằng biểu thức:

$$d = pv \quad (1-8)$$

Năng lượng này là một thông số trạng thái và chỉ có hệ hô, khi dòng khí chuyển động thì năng lượng này thay đổi và tạo ra công lưu động nên đây dòng khí dịch chuyển.

f) Enthalpy: (i, h : J/kg)

Enthalpy là một thông số trạng thái.

Trong nhiệt động enthalpy được định nghĩa bằng biểu thức:

$$i = u + pv \quad (1-9)$$

Nội dung khí thức enthalpy phụ thuộc vào 2 trong 3 thông số trạng thái cơ bản, còn nội dung khí lý tưởng thì:

$$\begin{aligned} (1-9) \quad di &= du + d(R.T) \\ di &= c_v dt + R dT \\ di &= c_p dT. \end{aligned}$$

Đổi biến thiên enthalpy giữa hai trạng thái 1 và 2 sẽ là:

$$\Delta i = c_p (T_2 - T_1) \quad (1-10)$$

g) Entropy: (s : J/kg.°C)

Entropy là một hàm lượng vật lý mà số thay đổi của nó chứng tỏ có sự trao đổi nhiệt.

Phương trình vi phân entropy có dạng:

$$ds = \frac{dq}{T} \quad (1-11)$$

dq : nhiệt lượng trao đổi giữa chất môi giới và môi trường trong quá trình vô cùng bé.

h) Exergy: (e : J/kg)

Exergy là năng lượng tối đa có thể biến hoàn toàn thành công trong quá trình thuận nghịch. Nội dung nhiệt năng:

$$q = e + a \quad (1-12)$$

Trong đó: q : nhiệt năng

e : exergy

a : anergy – phần nhiệt năng không thể biến thành công.

1.1.4.2 : Phương trình trạng thái :

Phương trình trạng thái của chất khí một cách tổng quát luôn biểu diễn theo mối quan hệ hàm số nhỏ sau:

$$F(p, v, T) = 0$$

Nó cho phép ta xác định luôn một trạng thái bất kỳ khi biết 2 trong 3 thông số trạng thái.

a) Phương trình trạng thái của khí lý tưởng:

Phương trình trạng thái khi viết cho 1 kg khí có dạng :

$$p \cdot v = R \cdot T \quad (1-13)$$

Trong đó : p : áp suất tuyệt đối (N/m²) v

: Thể tích riêng (m³/kg)

R : Hằng số chất khí (J/kg.°K)

T : Nhiệt độ tuyệt đối (K)

Phương trình trạng thái với G kg khí :

$$p \cdot v \cdot G = G \cdot R \cdot T$$

$$\Rightarrow p \cdot V = G \cdot R \cdot T \quad (1-14)$$

Phương trình khi viết cho 1 kmol chất khí:

$$\text{Từ (1-13)} \Rightarrow p \cdot v \cdot \bar{v} = \bar{R} \cdot T$$

$$\Rightarrow p V_{\bar{v}} = \bar{R} \cdot T$$

với : $V_{\bar{v}} = v \cdot \bar{v}$: Thể tích 1 kmol khí. (m³/kmol)

Nhất : $\bar{R} = R \cdot \bar{m}$: Hằng số phổ biến chất khí (J/kmol.°K)

$$\Rightarrow p V_{\bar{v}} = \bar{R} T \quad (1-15)$$

$$\Rightarrow R \cdot \bar{m} \Rightarrow \frac{p V_{\bar{v}}}{T} \quad (1-16)$$

Theo Avogadro – Ampere: ở điều kiện tiêu chuẩn : $p = 760 \text{ mmHg}$, $t = 0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$, thể tích 1 kmol khí lý tưởng $V_{\bar{v}} = 22,4 \text{ m}^3$ vậy : $\bar{R} = 8314 \text{ (J/kmol.°K)}$

$$\Rightarrow R \cdot \bar{m} = \frac{\bar{R}}{\bar{m}} = \frac{8314}{\bar{m}}$$

b) Phương trình trạng thái khí thực:

Trong thực tế các khí sẽ dùng nếu là khí thực và việc tính toán nó rất phức tạp. Nếu thiết lập phương trình cho khí thực ngoài ta đưa vào phương trình của khí lý tưởng rồi thêm vào một số hệ số hiệu chỉnh luôn rút ra từ thực nghiệm.

Theo Vander Waals phương trình có dạng:

$$\left(p + \frac{a}{v^2} \right) (v - b) = RT \quad (1-17)$$

Trong đó : a/v^2 : Hệ số hiệu chỉnh về áp suất nội bộ, khi v nên lúc tác dụng tổng hợp giữa các phân tử.

b : Hệ số hiệu chỉnh về thể tích bản thân phân tử.

a, b : Có thể gọi là các hằng số đặc biệt biến thiên theo các loại chất khí.

1.2: CHẤT MÔI GIỚI

1.2.1 : NỒI NGHĨA .

Nhờ ãa trình bay ô chông 1 chất môi giới la chất trung gian dung ãe thốc hien các chuyen bien ve nang lõng, chất môi giới ta thông gap ô dạng khí hoac hôi.

Chất môi giới ãөөөө xem la ô dạng khí khi trạng thái của nó ô xa trạng thái bão hòa, thông nhiệt ãөөө tôi hạn tổng ãөөө thấp. Ngөөөө lai một chất xem la ô thể hôi khi nhiệt ãөөө tôi hạn của nó tổng ãөөө cao so với thông số thông gap.

Trong nhiệt ãөөө kỹ thuật ta có thể xem: O₂ , N₂, H₂, hôi ãөөө trong không khí... la khí lý tổng. Con hôi ãөөө trong thiết bị ãөөө lọc hôi ãөөө, Freon (R12, R22, R134a,...), amoniac (NH₃) trong máy lạnh ... không ãөөө xem la khí lý tổng.

Ví dụ:

- ãөөө cô hôi ãөөө: chất môi giới la hôi ãөөө.
- ãөөө cô ãөөө trong, turbine khí: chất môi giới la sản phẩm cháy.
- Máy lạnh: chất môi giới la các loại Freon hay Amoniác.

1.2.2 : HỖN HỢP KHÍ LÝ TỔNG.

Trong nhiệt ãөөө kỹ thuật có một số tổng hợp chất môi giới bao gồm nhiều thành phần khí khác nhau (không khí gồm: O₂ , N₂ và một số khí khác...)

Vay ãөөө xác ãөөө các thông số của hỗn hợp ta cần phải biết các thông số của các thành phần.

La hỗn hợp khí thì bất kỳ thành phần nào trong ãөөө ãөөө có cùng nhiệt ãөөө và chiếm toàn bộ thể tích của hỗn hợp.

1.2.2.1 : ãөөө luật Gíp – Dalton.

Áp suất của hỗn hợp khí lý tổng bằng tổng các áp suất riêng phần của các chất khí thành phần.

$$p = \sum_{i=1}^n p_i \quad (1-18)$$

p : áp suất hỗn hợp.

p_i : phần áp suất chất khí ãөөө i. (áp suất riêng phần)

Áp suất riêng phần của chất khí thành phần la áp suất của chất khí ãөөө khi nó chiếm toàn bộ thể tích của hỗn hợp và ô ãөөө kiện nhiệt ãөөө của hỗn hợp.

Nếu gọi : V, T la thể tích và nhiệt ãөөө của hỗn hợp.

p_i, G_i, R_i la áp suất riêng phần, khối lõng, hằng số chất khí của thành phần ãөөө i trong hỗn hợp.

$$\sum p_i V = G_i R_i T .$$

$$p_i = \frac{G_i R_i T}{V} \quad (1-19)$$

Tổng cộng:

$$\begin{aligned} U &= \sum_{i=1}^n U_i \\ I &= \sum_{i=1}^n I_i \\ S &= \sum_{i=1}^n S_i \end{aligned} \quad (1-20)$$

1.2.2.2 : Biểu thức thành phần hỗn hợp.

Thành phần hỗn hợp có thể biểu thức theo khối lượng, thể tích hoặc số mol.

a) Thành phần khối lượng: (g_i)

Thành phần khối lượng một chất trong hỗn hợp là tỉ số giữa khối lượng chất đó với khối lượng hỗn hợp.

$$g_i = \frac{G_i}{G} \quad (1-21)$$

Trong đó: g_i : Thành phần khối lượng của chất i trong hỗn hợp.

G_i : Khối lượng chất i .

G : Khối lượng hỗn hợp.

$$\sum_{i=1}^n g_i = \sum_{i=1}^n \frac{G_i}{G} = 1 \quad (1-22)$$

b) Thành phần thể tích: (r_i)

Thành phần thể tích của một chất trong hỗn hợp là tỉ số giữa thể tích riêng phần của chất đó với thể tích hỗn hợp.

$$r_i = \frac{V_i}{V} \quad (1-23)$$

Trong đó: r_i : Thành phần thể tích của chất i trong hỗn hợp.

V_i : Thể tích riêng phần của chất i .

V : Thể tích hỗn hợp.

Thể tích riêng phần V_i của chất i trong hỗn hợp, ở điều kiện áp suất và nhiệt độ của hỗn hợp:

$$\begin{aligned} pV_i &= G_i R_i T \\ V_i &= \frac{G_i R_i T}{p} \\ \sum_{i=1}^n V_i &= \sum_{i=1}^n \frac{G_i R_i T}{p} \end{aligned} \quad (1-24)$$

Theo Gíp-Dalton:

$$p = \sum_{i=1}^n p_i$$

$$\sum_{i=1}^n r_i = \sum_{i=1}^n \frac{p_i}{p} = 1 \quad (1-25)$$

c) Thành phần mol: (r_i)

Thành phần mol của một chất trong hỗn hợp là tỉ số giữa số kmol của chất đó với số kmol của hỗn hợp

$$r_i = \frac{M_i}{M} \quad (1-26)$$

Trong đó: M_i : số kmol chất i .

M : số kmol hỗn hợp.

$$\sum_{i=1}^n r_i = \sum_{i=1}^n \frac{M_i}{M} = 1 \quad (1-27)$$

1.2.2.3 : Xác định các đại lượng vật lý của hỗn hợp.

a) Phân tử lượng của hỗn hợp:

Ta có: $pV = M \cdot R \cdot T$

Và $pV = G \cdot R \cdot T$

$$pV = GT \frac{R}{M}$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{G_i}{M_i} = \frac{G}{M}$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{g_i}{M_i} = \frac{1}{M} \quad (1-28)$$

b) Hằng số chất khí R của hỗn hợp:

$$R = \frac{8314}{M}$$

$$\frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{g_i}{R_i} \quad (1-29)$$

c) Thể tích riêng hỗn hợp:

$$v = \frac{V}{G} = \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{G} = \sum_{i=1}^n \frac{g_i}{R_i} \quad (1-30)$$

d) Khối lượng riêng của hỗn hợp:

$$\rho = \frac{1}{v} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{g_i}{R_i}} \quad (1-31)$$

1.2.2.4 : Phân áp suất thành phần

Phân áp suất thành phần nước xác định theo áp suất hỗn hợp (nước).

Ta col: $p_i V = G_i R_i T$

$$pV = GRT$$

$$\boxtimes \frac{p_i}{p} \boxtimes \frac{G_i R_i}{GR}$$

$$p_i = pg_i \frac{i}{n} \quad (1-32)$$

1.2.3 : KHÍ THÖC.

1.2.3.1 : Khai niệm.

Trong thực tế ta gặp khá nhiều trường hợp chất môi giới không nên xem là khí lý tưởng mà là khí thực, ví dụ như CO_2 , NH_3 và các loại Freon dùng trong máy lạnh, hơi nước dùng trong turbine hơi, nông công hơi nước... Lúc này ta không thể bỏ qua lực tương tác giữa các phân tử và thể tích bản thân các phân tử nên tính toán. Ở giai đoạn này nên tìm hiểu về tính chất của hơi nước.

a) Quá trình hoa hôi:

La qua trình vat cha nhan nhiet ñe chuyen tö pha long sang pha hôi. Ngöôc lai goi la qua trình ngöng tu. (xay ra trong toan bo the tích khoi chat long).

b) Qua trình nong chay:

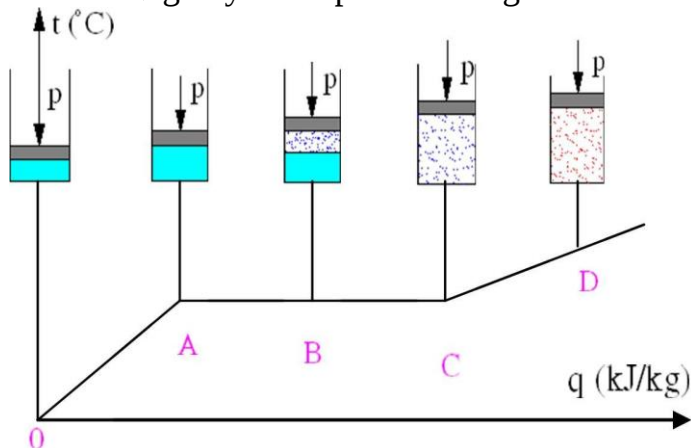
La qua trình vat chat nhan nhiet ñe chuyen tö pha ran sang pha long. Ngöôc lai goi la qua trình ñöng ñac.

c) Quá trình thăng hoa:

La qua trình vat chat nhan nhiet ñe chuyen tö ran sang hôi khong qua trang thai long. Ngöôc lai gọi la ngöng ket.

1.2.3.2 : Qua trình hoa hôi ñang ap . (Ví dụ: Hôi nõôc)

Qua trình hoá hơi thông xảy ra ở áp suất không đổi.



Hình 1.2: Biểu diễn quá trình hóa hơi năng áp

Cho vào xi lanh 1 kg nước ở 0°C trên nôi có piston và có thể dờch chuyển đi dờng với áp suất $p = \text{const}$. Vì piston nờ lên măt thoáng của nước nên không xảy ra sỡ bay hơi mà chỏ xảy ra sỡ sôi khi cấp nhiệt.

Khi cấp nhiệt vào xi lanh qua trình biến nước thành hơi nhõ sau:

+ Nõan OA : Qua trình nôt nong nước từ 0°C nên nhiệt nôi sôi, giai nõan này khi nhiệt nôi tăng thì thể tích cũng tăng. Các thông số của nước ở trạng thái ban đầu (niem O) có ký hiệu: v_0, u_0, i_0, t_0 . Tại A nhiệt nôi của nước nất nên nhiệt nôi sôi. Các thông số nước sôi có ký hiệu: $v', u', i', t' = t_s$.

+ Nõan AC : Biểu diễn qua trình sôi, trong giai nõan này mặc dù tiếp tục cấp nhiệt, nhõng nhiệt nôi của nước vẫn không nôi. Nhiệt lờng cung cấp cho nước trong nõan AC không làm nhiệt nôi của nước tăng lên gọi là nhiệt hóa hơi, ký hiệu: r

Tại C giọt nước cuối cùng biến thành hơi, sỡ sôi kết thúc, hơi nước ở trạng thái này gọi là hơi bão hòa khô, ký hiệu các thông số: $v'', u'', i'', t'' = t_s$

Hơi nước tại niem B nào nôi trong nõan AC (hơn hõp giữa nước sôi và hơi nước bão hòa khô) gọi là hơi nước bão hòa ẩm. Thông số trạng thái của B ký hiệu là: $v_x, u_x, i_x, t_x = t_s$

Nờ xác nờnh trạng thái hơi nước bão hòa ẩm ngõời ta nờa ra thông số mõi x, gọi là nôi khô. Nôi khô cho biết lờng hơi bão hòa khô chứa trong 1 kg hơi bão hòa ẩm.

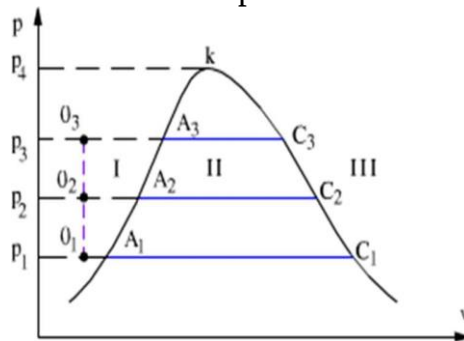
$$x = \frac{G_{HBHK}}{G_{HBHA}} = \frac{G_k}{G_x} = \frac{G_k}{G_n + G_k}$$

Ngoài ra ta còn dùng 1 thông số khác y: gọi là nôi ẩm.

$$y = 1 - x = \frac{G_{NS}}{G_{HBHA}}$$

Nôi ẩm cho biết lờng nước chứa trong 1 kg hơi bão hòa ẩm.

+ Nõan CD: Biểu diễn qua trình biến hơi bão hòa khô thành hơi quá nhiệt. Sau khi toan bỏ nước nã biến thành hơi tại C, nếu tiếp tục cấp nhiệt lúc này nhiệt nôi của hơi sẽ tăng lên cho nên trạng thái D nào nôi. D gọi là trạng thái hơi quá nhiệt, thông số hơi quá nhiệt là: $v, u, i, t > t_s$. Qua trình tiến hành nhiều lần ở các áp suất khác nhau, sau khi xử số liệu nờ nước tóm tắt và biểu diễn trên nôi thò $p-v$ nhõ sau:



Hình 1.3: Nôi thò $p-v$ của hơi nước

Tren ño thò cac ñiem O_1, O_2, O_3 bieu dien trang thai nөөc ô 0^0C vôi cac ap suat khác nhau, chung nam tren ñông thang gan nhö song song vôi trục p (vì the tích của nөөc ô 0^0C hau nhö không thay ñoi theo ap suat).

Những ñiem A_1, A_2, A_3 bieu dien trang thai nөөc sôi ô cac ap suat khác nhau, ap suat càng cao cac ñiem nay càng nghiêng ve ben phải, vì nhiệt ño sôi cao nen the tích tăng theo ap suat.

Cac ñiem C_1, C_2, C_3 bieu dien trang thai hôi bao hoa kho ô cac ap suat khác nhau, ap suat càng lớn thì ñông nay càng có khuynh hөөng nghiêng ve ben trái (p và v của hôi bao hoa kho có quan hệ tậ le nghịch).

Noi cac ñiem $O_1, O_2, O_3, \dots$ ta ñөөc ñông nөөc ô 0^0C . Noi cac ñiem $A_1, A_2, A_3, \dots$ ta ñөөc ñông sôi hay gọi là ñông giới hạn döi có $x = 0$. Noi cac ñiem $C_1, C_2, C_3, \dots$ ta có ñông hôi bao hoa kho gọi là ñông giới hạn tren có $x = 1$.

Khi ap suat càng tăng thì hai ñông giới hạn döi và tren tien lại gan nhau, nên một ap suat nào ño gọi là ap suat tới hạn thì hai ñông nay sẽ gặp nhau tại k , k gọi là ñiem tới hạn.

Thông số tại k :

$$p_k = 221 \text{ bar} \approx 225 \text{ at}$$

$$v_k = 0,003 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$t_k = 374^0C$$

Ngoài ra ño thò chia làm 3 vùng :

Vùng I : vùng nөөc chĩa sôi.

Vùng II : vùng hôi bao hoa am.

Vùng III : vùng hôi qua nhiệt.

* Nhiệt löng cần thiết ñe bien nөөc ô 0^0C nên trang thai hôi qua nhiệt là

$$q = q_n + r + q_k \quad (1-33)$$

Trong ño : $q_n = i' - i_0 = c_{ph} (t_s - t_0)$

q_n : Nhiệt löng cần thiết làm cho nөөc ô 0^0C ñạt nên nhiệt ño sôi.

$r = i'' - i'$ (r : Nhiệt hoa hôi).

$$q_k = c_{ph} (t - t_s)$$

q_k : Nhiệt löng cần thiết ñe bien hôi bao hoa kho thành hôi qua nhiệt.

c_{ph} : Nhiệt dung riêng ñang áp của hôi qua nhiệt.

1.2.3.3 : Phөөng pháp xác ñinh thông số trang thai của hôi nөөc

Hôi nөөc là khí thốc có tính chất khác xa khí lý töөng, ñe xác ñinh các thông số trang thai của nó ta ño nên bảng hoạc ño thò.

a) Bảng hôi nөөc:

Tuy theo hôi nөөc ô trang thai nào mà ta có hai loại bảng ñe tra các thông số trang thai của hôi nөөc.

+) *Bảng nước sôi và hơi bão hòa khô:*

Dùng xác định các thông số nước sôi và hơi bão hòa khô, phụ thuộc vào thông số biết trước, ta có 2 loại:

*) Loại cho theo nhiệt độ: ($t^{\circ}\text{C}$)

t	p	v'	v''	ρ''	i'	i''	r	s'	s''
$^{\circ}\text{C}$	bar	m^3/kg	m^3/kg	kg/m^3	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	$\text{kJ}/\text{kg.}\dot{\text{n}}$	$\text{kJ}/\text{kg.}\dot{\text{n}}$
30	0,0424	...	...	...	...	...	...	...	...
100	1,0132	0,00104	1,673	0,5977	419,1	2676	2257	1,3071	7,3547
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

*) Loại cho theo áp suất: (p bar)

p	t	v'	v''	ρ''	i'	i''	r	s'	s''
bar	$^{\circ}\text{C}$	m^3/kg	m^3/kg	kg/m^3	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	$\text{kJ}/\text{kg.}\dot{\text{n}}$	$\text{kJ}/\text{kg.}\dot{\text{n}}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
0,1	45,84	0,00101	14,68	0,06812	191,9	2393	2257	0,6492	8,149
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
100	310,96	0,00145	0,0180	55,46	1407,7	2725	1317	3,360	5,615

+) *Bảng nước chảy sôi và hơi quá nhiệt:*

Dùng tra các thông số nước chảy sôi và hơi quá nhiệt. Khi tra các thông số trong bảng này cần biết trước 2 thông số p và t.

Riêng nội với hơi bão hòa ẩm không có trong bảng, nên xác định các thông số của nó ta xác định theo nội khô x, các thông số của hơi bão hòa khô và nước sôi, theo các công thức sau:

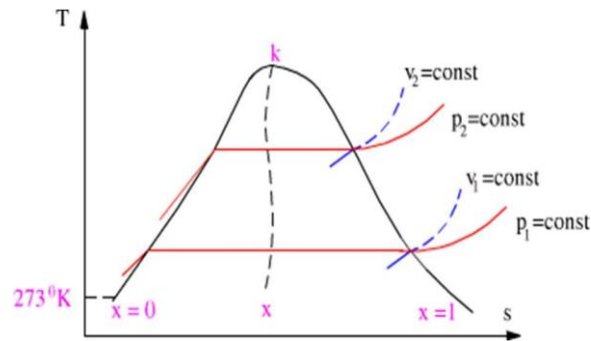
$$\begin{aligned}
 v_x &= v' + x(v'' - v') \\
 i_x &= i' + x(i'' - i') \\
 s_x &= s' + x(s'' - s') \\
 u_x &= u' + x(u'' - u') \\
 &\quad i'' - i' \quad s'' - s' \\
 &\quad x \quad \frac{x}{i'' - i'} \quad \frac{x}{s'' - s'}
 \end{aligned}
 \tag{1-34}$$

Ngoại ra nội năng không có trong các bảng và nội thò, và nội xác định tổ enthalpi:

$$\begin{aligned}
 i &= u + pv \\
 u &= i - pv
 \end{aligned}
 \tag{1-35}$$

b) Nội thò hơi nước: Nên xác định các thông số của hơi nước, ngoài việc dùng bảng ta còn sử dụng nội thò, nó có ưu điểm là xác định nội gian và nhanh chóng, nội thò điểm là nội chính xác không cao.

+) *Ồi thò $T - s$*

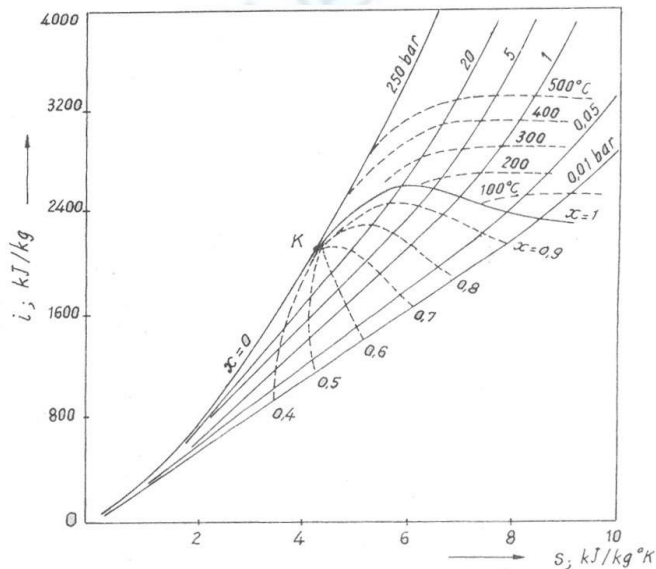


Hình 1.4: *Ồi thò $T-s$ của hòi nồc*

Tren ñi thò $T-s$ các ñiông ñang áp trong vung hòi bao hoa am song song trực s, qua vung hòi qua nhiệt ñi lên cơ be loi quay về dôi. Các ñiông ñang tích lưn lưn ñi lên ô ca hai vung hòi bao hoa am và hòi qua nhiệt ñiông thôi cùng dọc hùn ñiông ñang áp.

Trong vung bao hoa am ñi kho x tang dần từ $x = 0$ ñến $x = 1$.

+) *Ồi thò $i-s$* :

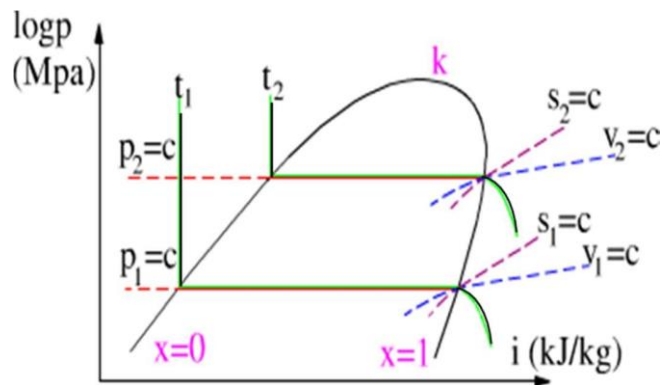


Hình 1.5: *Ồi thò $i-s$ của hòi nồc*

Ồi ñi thò $i-s$ trong vung hòi bao hoa am các ñiông ñang nhiệt và ñang áp trung nhau và dọc lên, ra ñi vung hòi qua nhiệt, ñiông ñang nhiệt gan nhỏ nam ngang con ñiông ñang áp tang mạnh. Các ñiông ñang tích vùn cơ dạng ñiông cong và dọc hùn ñang áp.

c) *Ồi thò $\lg P-i$ của mòi chất lạnh:*

Các mòi chất sử dụng trong máy lạnh thông lã: NH_3 , các loại freon (R12, R22, R134a,...) ñi xác ñinh các thông số ta thông dụng ñi thò $\lg p-i$ cho các mòi chất lạnh.



Hình 1.6: Nỗ thò $\log p$ - i của môi chất lạnh

Tren nỗ thò $\log p$ - i các nỗông năng áp là những nỗông thang song song trục hoành. Các nỗông năng nhiệt trong vùng hơi bão hòa am trung với các nỗông năng áp tổng ồng, ôi vùng hơi quá nhiệt là những nỗông cong gần nhò thang nỗông. Các nỗông năng entropy và năng tích là những nỗông cong co be lại quay về phía trên những nỗông năng entropy dọc hên so với nỗông năng tích.

BAI TAP

Bai 1.1: Thành phần khối lượng của sản phẩm cháy là: $H_2 = 1,5\%$; $CO_2 = 10\%$; $N_2 = 60,5\%$; $CO = 28\%$.

Xác định thành phần thể tích, mật độ và thể tích riêng của hỗn hợp khí $p = 1,96 \text{ bar}$ và $t = 100^\circ\text{C}$. Tính số kilomol của hỗn hợp

~Nap so: $N_2 = 52,5\%$;

$V_{hh} = 0,655 \text{ m}^3$; $\rho_{hh} \approx 1,53 \text{ kg / m}^3$

41,4 kilomol

Bai 1.2: Tính thể tích của 3kg hỗn hợp khí, biết thành phần khối lượng của chúng là: $g_{O_2} \approx 0,4$; $g_{N_2} \approx 0,2$; $g_{CO_2} \approx 0,4$; nhiệt độ của hỗn hợp $t = 50^\circ\text{C}$; áp suất thỏa là 600mmHg; áp suất khí trời 760mmHg.

~Nap so: $V = 2,38 \text{ m}^3$

Bai 1.3: Trong bình A có không khí có nhiệt độ $t_A = 80^\circ\text{C}$; và áp suất $p_A = 3,2 \text{ at}$; bình B cũng chứa đầy không khí có $t_B = 320^\circ\text{C}$; $p_B = 1,5 \text{ at}$; Thể tích của bình A, $V_A = 100 \text{ lit}$; $V_B = 55 \text{ lit}$.

Hãy xác định áp suất và nhiệt độ không khí trong cả hai bình khi chúng nối thông với nhau.

~Nap so: $t = 112^\circ\text{C}$; $p = 2,65 \text{ at}$

Bai 1.4: Trong một bình chứa khí CO_2 nối với chia nối với một vách ngăn. Ngăn bên trái có $p_1 = 430 \text{ mmHg}$; $t_1 = 170^\circ\text{C}$; $V_1 = 1 \text{ m}^3$. Ngăn bên phải có $p_2 = 940 \text{ mmHg}$; $t_2 = 210^\circ\text{C}$; $V_2 = 3 \text{ m}^3$.

Hãy xác định áp suất và nhiệt độ của hỗn hợp sau khi bỏ vách

Bài giải

Nhiệt độ hỗn hợp sau khi lấy vach ngân:

$$t = \frac{\sum_{i=1}^n p_i V_i}{\sum_{i=1}^n \frac{p_i V_i}{T_i}} = 459^{\circ} K$$

Áp suất của hỗn hợp

$$t = \frac{\sum_{i=1}^n p_i V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} = 559 \text{ mmHg}$$

Bài 1.5: Ba dòng khí hỗn hợp với nhau. Dòng O_2 có $G_1 = 115 \text{ kg/h}$; $t_1 = 300^{\circ}C$
 Dòng CO có: $G_2 = 200 \text{ kg/h}$; $t_2 = 200^{\circ}C$. Dòng không khí có: $t_3 = 400^{\circ}C$. Hỗn hợp có $t = 275^{\circ}C$
 Xác định lưu lượng khối lượng $G_{kk} = ?$; (biết $p_1 = p_2 = p_3$)

Trả lời: 97.8 kg/h

1.3: NHIỆT LƯỢNG VÀ CÁCH TÍNH NHIỆT LƯỢNG THEO NHIỆT DUNG RIÊNG

1.3.1: ĐỊNH NGHĨA.

Nhiệt dung riêng là lượng nhiệt cần thiết để đun nóng một đơn vị chất lên 1 độ theo một quá trình nào đó. Ký hiệu c .

- Nếu ta có 1 đơn vị chất mỗi giây là 1 kg, cần một nhiệt lượng là dq làm cho nó thay đổi nhiệt độ là dt thì:

$$\frac{dq}{dt} c : \text{Nhiệt dung riêng tức} \quad (1-36)$$

- Còn nếu ta cung cấp cho 1 kg chất mỗi giây một nhiệt lượng là q làm cho nó thay đổi nhiệt độ từ t_1 đến t_2 thì:

$$\frac{q}{t_2 - t_1} \text{ Gọi là nhiệt dung riêng trung bình trong khoảng nhiệt độ từ } t_1 \text{ đến } t_2$$

Ký hiệu nhiệt dung riêng trung bình từ t_1 đến t_2 là: $c_{\overline{t_1 t_2}}$

$$c_{\overline{t_1 t_2}} = \frac{q}{t_2 - t_1} \quad (1-37)$$

1.3.2. : PHÂN LOẠI

Có nhiều cách phân loại nhiệt dung riêng, dựa vào đơn vị và đặc tính quá trình có các loại sau:

1.3.2.1 : Khi lấy đơn vị là kg: gọi là nhiệt dung riêng khối lượng, ký hiệu c ($\text{kJ/kg} \cdot ^{\circ}C$)

- Nếu quá trình tiến hành trong điều kiện áp suất không đổi, gọi là nhiệt dung riêng khối lượng đẳng áp ký hiệu: c_p

- Nếu quá trình tiến hành trong điều kiện thể tích không đổi, gọi là nhiệt dung riêng khối lượng đẳng tích ký hiệu: c_v

1.3.2.2 : Khi lay n̄on v̄o n̄o la m³ tieu chuan: goi la nhiet dung rieng the tích, ky hieu c' (kJ/m³tc.n̄o) (m³tc n̄o ô n̄ieu kien: $p = 760 \text{ mmHg}$, $t = 0^\circ\text{C}$).

Tõng t̄o ta cung c̄ c'_p va c'_v, lan l̄ot la nhiet dung rieng the tích ñang ap va nhiet dung rieng the tích ñang tích.

1.3.2.3 : Khi lay n̄on v̄o n̄o la kmol: goi la nhiet dung rieng kmol, ky hieu c (kJ/kmol.n̄o).

Tõng t̄o ta cung c̄ c_p va c_v, ky hieu cho nhiet dung rieng kmol ñang ap va nhiet dung rieng kmol ñang tích.

*) M̄oi quan he gīōa cac loai nhiet dung rieng:

Khi biet nhiet dung rieng nay can xac ñ̄inh nhiet dung rieng kia ta dung cac m̄oi quan he sau:

$$c = \frac{c_p}{k} = c'_v \cdot v_{tc} \quad (1-37a)$$

$$c_p - c_v = R \quad (1-37b)$$

$$\frac{c_p}{c_v} = k \quad (1-37c)$$

Trong n̄o k la s̄o m̄ui ñoan nhiet: $k > 1$

T̄o (3-3b) va (3-3c)

$$c_v = \frac{R}{k-1} \quad (1-37d)$$

$$c_p = \frac{kR}{k-1} \quad (1-37e)$$

1.3.3 : S̄O PHU THUOC NHIEU DUNG RIENG VAO NHIEU N̄O

1.3.3.1 : Quan he hang s̄o:

Trong ky thuat khi tính toan khong can ñ̄o chính xac cao ta coi nhiet dung rieng khong phu thuoc vao nhiet ñ̄o, ch̄ phu thuoc vao tính chat cua chat m̄oi gīoi, ñ̄e xac ñ̄inh ta co bang sau:

Loại khí	k	kcal/kmol.n̄o	
		c_v	c_p
Khí 1 nguyên t̄o	1,6	3	5
Khí 2 nguyên t̄o	1,4	5	7
Khí t̄o 3 nguyên t̄o tr̄o len	1,3	7	9

1.3.3.2 : Quan he ñ̄ōng thang:

Ô m̄oc ñ̄ō chính xac v̄o phai nhiet dung rieng phu thuoc vao nhiet ñ̄o theo quan he ñ̄ōng thang nh̄o sau:

$$c = a + bt \quad (1-30)$$

1.3.3.3 : Quan hệ nhiệt dung:

Khi mức độ chính xác cao nhiệt dung riêng phụ thuộc vào nhiệt độ theo quan hệ nhiệt dung:

$$c = a' + b't + dt^2 \quad (1-31)$$

Trong đó: a, b, a', b', d là những hằng số xác định từ thực nghiệm.

1.3.4 : Tính nhiệt lượng theo nhiệt dung riêng.

- Theo nhiệt dung riêng thực:

$$q = c(t_2 - t_1) \quad (1-38)$$

- Theo nhiệt dung riêng quan hệ là nhiệt độ:

$$q = a' b' \frac{t_2^2 - t_1^2}{2} + d \frac{t_2^3 - t_1^3}{3} \quad (1-39)$$

- Theo quan hệ là nhiệt độ:

$$q = a' b' \frac{t_2^2 - t_1^2}{2} + d \frac{t_2^3 - t_1^3}{3} \quad (1-40)$$

- Theo nhiệt dung riêng trung bình.

$$q = c_{tb} (t_2 - t_1) \quad (1-41)$$

- Theo entropy:

$$q = T(s_2 - s_1) \quad (1-42)$$

1.3.5 : NHIỆT DUNG RIENG CỦA HỘP KHÍ LÝ TỐI

Nhiệt lượng cần thiết để nâng hộp khí lên 1 độ, cũng chính là số nhiệt lượng làm cho các khí thành phần tăng lên 1 độ.

Do đó ta có:

*) Nhiệt dung riêng khối lượng:

$$\begin{aligned} \text{Năng tích: } c_v &= g_1 c_{v_1} + g_2 c_{v_2} + \dots + g_n c_{v_n} \\ \text{Năng áp: } c_p &= g_1 c_{p_1} + g_2 c_{p_2} + \dots + g_n c_{p_n} \end{aligned}$$

*) Nhiệt dung riêng thể tích:

$$\begin{aligned} \text{Năng tích: } c_v' &= g_1 c_{v_1}' + g_2 c_{v_2}' + \dots + g_n c_{v_n}' \\ \text{Năng áp: } c_p' &= g_1 c_{p_1}' + g_2 c_{p_2}' + \dots + g_n c_{p_n}' \end{aligned}$$

*) Nhiệt dung riêng kmol:

$$\begin{aligned} \text{Năng tích: } c_{v,m} &= g_1 c_{v_1,m} + g_2 c_{v_2,m} + \dots + g_n c_{v_n,m} \\ \text{Năng áp: } c_{p,m} &= g_1 c_{p_1,m} + g_2 c_{p_2,m} + \dots + g_n c_{p_n,m} \end{aligned}$$

BAI TAP

Bai 1.6: Tìm nhiệt dung riêng khối lượng năng áp trung bình và thể tích năng trung bình từ 200°C đến 800°C của hỗn hợp khí có thành phần thể tích nhỏ sau: $\text{CO}_2 = 12\%$; $\text{O}_2 = 6\%$; $\text{H}_2\text{O} = 5\%$; còn lại là N_2 . Nếu nhiệt dung riêng phụ thuộc theo quan hệ đẳng thang.

$$\text{Nạp số: } 0,258 \text{ kcal/kg.}^{\circ}\text{C} \quad 0,345 \text{ kcal/m}^3 \text{ }^{\circ}\text{C.}^{\circ}\text{C}$$

Bai 1.7: Bình kín thể tích 100lit chứa không khí ở nhiệt độ 0°C và áp suất 760mmHg. Hãy tính nhiệt lượng cần thiết để đốt nóng lên 200°C . Coi nhiệt dung riêng phụ thuộc nhiệt độ theo quan hệ đẳng thang.

$$\text{Nạp số: } Q = 18,5 \text{ kJ}$$

Bai 1.8: Không khí được làm lạnh từ 1000°C đến 100°C khi áp suất không đổi.

Hỏi nhiệt lượng của 1kg không khí mất đi là bao nhiêu trong 2 trường hợp:

- Nhiệt dung riêng là hằng số
- Nhiệt dung riêng phụ thuộc vào thời gian

$$\text{Nạp số: } q = -236,5 \text{ kcal/kg} \quad \text{Sai số trường hợp 1 và 2 là } 8\%$$

Bai 1.9: 4m^3 không khí có áp suất thỏa $p_1 = 2\text{at}$; $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$; được đốt nóng lên tới $t_2 = 120^{\circ}\text{C}$. Xác định nhiệt lượng cần thiết để đốt nóng nếu nhiệt dung riêng là hằng số và áp suất khí trời là 1at.

$$\text{Nạp số: } 1410 \text{ kJ}$$

Bai 1.10: Bình kín thể tích $V = 300\text{lit}$ chứa không khí ở áp suất $p_1 = 3\text{at}$; $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$.

Hỏi nhiệt lượng cần thiết là bao nhiêu để nhiệt độ của không khí tăng lên $t_2 = 120^{\circ}\text{C}$.

Tính sai số trong 2 trường hợp: nhiệt dung riêng là hằng số; NDR phụ thuộc nhiệt độ

Bai giai

Khối lượng không khí chứa trong bình:

$$G = \frac{pV}{RT} = \frac{3 \cdot 0,981 \cdot 10^5 \cdot 0,3}{8314} = 1,05 \text{ kg}$$

Nếu với khí 2 nguyên tử thì nhiệt dung riêng là hằng số tính theo công thức:

$$C_v = 20,9 \text{ kJ/kmol.}^{\circ}\text{C}$$

Nhiệt dung riêng khối lượng năng tích của không khí là:

$$C_v = \frac{C_v}{v} = \frac{20,9}{28,9} = 0,723 \text{ kJ/kg.}^{\circ}\text{C}$$

Nhiệt lượng cần cung cấp:

$$Q = G \cdot C_v (t_2 - t_1) = 75,815 \text{ kJ}$$

Khi tính nhiệt dung riêng phụ thuộc vào nhiệt độ ta có:

$$C_v = 0,7218 \text{ kJ/kg.}^{\circ}\text{C}$$

Sai số tổng nội trong 2 trường hợp là:

$$\frac{0,723 - 0,7218}{0,723} = 0,0016 \%$$

14 : CÁC QUÁ TRÌNH NHIỆT ĐỘNG CƠ BẢN CỦA HƠI

1.4.1 : CÁC QUÁ TRÌNH NHIỆT ĐỘNG CƠ BẢN CỦA HƠI

1.4.1.1 : Khai niệm:

Trong thực tế kỹ thuật xảy ra rất nhiều các quá trình nhiệt động khác nhau, những quá trình nhiệt động cơ bản thông gặp là: quá trình đẳng tích, quá trình đẳng áp, quá trình đẳng nhiệt, quá trình đoạn nhiệt, quá trình biến thiên. Các quá trình này xảy ra sẽ biến hóa năng lượng dưới dạng nhiệt, công, nội năng,...

Ở đây ta nghiên cứu các tính các quá trình, xác lập biểu thức quan hệ các thông số, tính toán các dạng năng lượng cho từng quá trình.

1.4.1.2 : Biến thiên enthalpy: h_i (J/kg)

$$h_i = c_p(T_2 - T_1) \quad (1-43)$$

1.4.1.3 : Biến thiên entropy: s (J/kg.độ)

$$s = c_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{v_2}{v_1} \quad (1-44)$$

1.4.1.4 : Quá trình đẳng tích: ($v = \text{const}$)

- Quan hệ các thông số:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2}{P_1} \quad (1-45)$$

- Biến thiên entropy:

$$s = c_v \ln \frac{T_2}{T_1} \quad (1-46)$$

- Công giãn nở: l (J/kg)

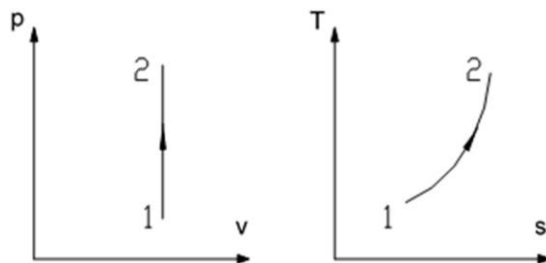
$$\text{Ta có: } l = \int_1^2 p dv = 0$$

- Công kỹ thuật: l_{kt} (J/kg)

$$l_{kt} = \int_1^2 v dp = v(p_1 - p_2) = R(T_1 - T_2)$$

- Nhiệt lượng: q (J/kg)

$$q = u + l \quad (\text{mà } l = 0) \quad \Rightarrow \quad q = u = c_v(T_2 - T_1)$$



Hình 1.7: Đồ thị $p-v$ và $T-s$ của hơi thể hiện quá trình đẳng tích