



## **CAPITULO VI**

### **CICLO DE MÁQUINAS FRIGORÍFICAS**

#### 1. Concepto

a)

$$q_1 = q_2 + Al$$

Máquina frigorífica es aquella cuyo objetivo es la transferencia de calor de una fuente fría para una fuente caliente, que funciona según un ciclo periódico, consumiendo un trabajo  $Al$

#### b) Tipos de Máquinas Frigoríficas

a) Máquinas frigoríficas a compresión: aquella que funciona consumiendo energía mecánica, es el inverso de una máquina térmica.

b) Máquinas frigoríficas a absorción: aquella que funciona transfiriendo calor simultáneamente calor de la F.C. para la F.F. y que exige operación de dos fluidos distintos.

#### c) Poder refrigerante $q$ (Kcal/Kg)

Es la cantidad de calor retirada de la F.F. por unidad de masa.

#### d) Coefficiente de efecto frigorífico

$$\varepsilon = \frac{q_2}{Al} = \frac{q_2}{q_1 - q_2}$$

#### e) Ciclo frigorífico de CARNOT

AB- Compresión adiabática reversible consumiendo un trabajo  $Al$

AF- Condensación en el condensador con la eliminación de la cantidad de calor  $q_1$ .

CD- Expansión adiabática reversible con la realización del trabajo  $Al_1$ .

DA- Vaporización en el evaporador consumiendo el poder refrigerador de la máquina.

En la expansión CD la máquina que evoluciona siguiendo un ciclo de CARNOT dispondría de una cierta energía mecánica que podría ser empleada para su compresión, entre tanto el dispositivo necesario encarecería mucho la máquina y escaparía del objetivo básico que es la retirada de calor  $q_2$  de la F.F. (poder refrigerante), por eso se prefiere la siguiente alternativa.

#### 2. Ciclo frigorífico con Régimen Húmedo

Tiene esta denominación porque la evolución completa ocurre en el campo de Vapor húmedo.

La diferencia fundamental con relación al ciclo frigorífico de Carnot es la transformación CD, expansión ahora “isoentálpica”, realizada sin producción de trabajo en una válvula reductora de presión (o tubo capilar).

Característica del proceso: estrangulamiento.

Inconveniente del Proceso: reducción del valor del poder refrigerante  $q_2$

- Calor periódico  $q_p = i_D - i_{D'}$  reducción del poder refrigerante.

- Poder refrigerante:  $q_2 = i_A - i_D$ .

El trabajo gastado para la compresión AB.

- $Al = i_A - i_B$

- $q_1 = i_C - i_B$

Coefficiente de efecto frigorífico



$$\varepsilon = \frac{q_2}{Al} = \frac{i_A - i_D}{i_A - i_B} \text{ siempre (+)}$$

La manera de mejorar el coediciente de efecto frigorífico, es disminuyendo el valor de  $T_1$  y aumentando el calor de  $T_2$ , dentro de valores permisibles;  $T_1$  es función de la temperatura deseada en el evaporador (congelador).

### 3. Ciclo Frigorífico con Régimen Seco Intalación

#### Diagrama

- Compresor: Compresión AB, sobre V.S.S. consumiendo la energía Al.
- Separador de aceite: Tiene como objetivo retener cualquier cantidad de aceite lubricante del compresor que puede afectar en gran medida el funcionamiento del condensador.
- Condensador: Local donde se realiza la transferencia de calor para la fuente caliente (medio ambiente).
- Depósito: Recipiente destinado a que la válvula reductora de presión trabaja siempre con líquido.
- Válvula reductora de Presión: Local de expansión isoentaálpica con la caída de presión necesaria.
- Separador de líquido: Dispositivo que permite que al evaporador llegue líquido y al compresor V.S.S.
- Evaporador: Local que permuta de calor fundamental de la instalación (poder refrigerante de la máquina).
- Filtro: Tiene por finalidad retener cualquier partícula sólida arrastrada por el V.S.S. que va al compresor

$$q_1 = i_B - i_D \quad q_2 = i_A - i_E$$

$$Al = i_B - i_A$$

$$\varepsilon = \frac{i_A - i_E}{i_B - i_A} \text{ coeficiente de efecto frigorífico}$$

### 4. Consumo de Refrigerante

Gasto: La instalación debe producir frigorias/hs  $\therefore q = \text{frigorias/hs}$ .

$$\text{Consumo} = \frac{q}{q_2}$$

$q$ : Producción de la instalazón  
 $q_2$ : Poder refrigerante (Kcal/hs)

### 5. Mejoras en los ciclos frigoríficos de compresión

- Sub refrigeramiento del líquido



Corresponde a un resfriamiento que se efectúa sobre el líquido que sale del condensador. En la práctica tal resfriamiento es obtenido en el propio condensador aumentando el área de permuta de calor, se consigue un aumento del poder refrigerante de  $\Delta q = i_E - i_{E'}$  (Kcal/Kg), luego  $\varepsilon$  es mayor.

Mejora

$$\Delta q = i_E - i_{E'}$$

$$\varepsilon = \frac{q_2}{Al}$$

b) Doble compresión

$$p_i = \sqrt{p_1 p_2}$$

AB- Primera compresión

BC- Resfriamiento intermedio a  $P = \text{cte}$ .

CD- Segunda compresión.

Doble compresión corresponde al proceso de fraccionamiento de la compresión total en dos compresores, de modo que se realice un resfriamiento intermedio a  $p = \text{cte}$ , con esto se disminuye el trabajo total necesario para la compresión aumentándose el valor de  $\varepsilon$  (coeficiente de efecto frigorífico).

c) Doble estrangulación

ABCDE-Ciclo frigorífico con régimen seco

2 Subresfriamientos

2 Estrangulamientos

2 Compresiones

6. Ejercicios

- a) En una máquina frigorífica el vapor de amoníaco es vaporizado entre el estado de vapor húmedo de título 0,15 y el estado de vapor saturado seco a temperatura de  $-10^\circ\text{C}$ . Se desea extraer 400.000 Kcal/h. Calcular:
- La entalpía inicial.
  - La entalpía final
  - La cantidad de amoníaco que debe circular por hora para que se consiga extraer la cantidad de calor establecida.



- b) En un compresor de una máquina frigorífica el vapor de amoníaco es comprimido adiabáticamente desde el estado de vapor saturado seco a temperatura de  $-15^{\circ}\text{C}$ , hasta vapor sobrecalentado, con entalpía de  $370\text{Kcal/Kg}$ . Determina para una masa circular de  $360\text{Kg}$ . De amoníaco por hora.
- c) En la válvula reductora de presión de una máquina frigorífica a  $30^{\circ}\text{C}$  es estrangulado, alcanzando una temperatura final de  $-20^{\circ}\text{C}$ . Determina la presión final y el título final.