



## Boletín 36

### IMPORTANCIA DEL SUBENFRIAMIENTO EN LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN



## Boletín 36

# IMPORTANCIA DEL SUBENFRIAMIENTO EN LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

### INTRUDUCCION

Hoy en día los sistemas de refrigeración juegan un papel muy importante en el ámbito de la refrigeración doméstica, comercial e industrial. Es por esta razón que en los últimos años ha nacido la necesidad de contar con sistemas de refrigeración cada vez más eficientes. De acuerdo con estudios realizados en la materia, se ha demostrado que en los sistemas de refrigeración por compresión mecánica un porcentaje de la energía no es utilizada debido a irreversibilidades del sistema que principalmente son originadas por el mismo compresor así como en el condensador, evaporador y demás accesorios. El presente boletín tiene como finalidad presentar las ventajas del contar con un sub enfriamiento en los sistemas de refrigeración y así aprovechar mejor ese porcentaje de la energía que generalmente no se aprovecha lo cual, hace a los sistemas de refrigeración ineficientes.

#### Que es sub enfriamiento?

Se define sub enfriamiento de líquido en un sistema de refrigeración, al valor de temperatura en °C o °F de un refrigerante en estado líquido al quitarle calor sensible a partir de su punto 100 % saturado el cual empieza en el mismo condensador

y termina en el dispositivo de control de flujo de refrigerante mejor conocido como válvula de expansión termostática.

Una vez que el vapor saturado dentro del condensador comienza a cambiar de fase (vapor a líquido) se dice que el sub enfriamiento empieza también ya que se da inicio al rechazo de calor sensible. Recordar que el calor sensible es el calor que genera un cambio de temperatura por lo que un cambio en la temperatura del líquido refrigerante saturado en el condensador, se considera "Sub enfriamiento".

En general el sub enfriamiento no es un parámetro que aumente la eficiencia del compresor sino más bien aumenta la eficiencia total del sistema de refrigeración. Algunos fabricantes de equipo publican la eficiencia o capacidad de sus equipos considerando algunos grados de sub enfriamiento y la principal lógica detrás de esta práctica es basado en el argumento de que todo sistema requiere de algún tipo de sub enfriamiento para funcionar en forma eficiente.

#### Tipos de Sub enfriamientos

Existen dos tipos de sub enfriamiento los cuales se describirán a continuación.

### Subenfriamiento Natural (En el Condensador)

Este tipo de sub enfriamiento se genera en el mismo condensador debido a que en su interior, el refrigerante líquido se enfría por debajo de la temperatura de líquido saturado. Generalmente este tipo de sub enfriamiento se logra con un diseño de condensador sobredimensionado.

Si el diseño propio del sistema no permite que se pierda el sub enfriamiento, esto significa que menos refrigerante se va a evaporar en la válvula de expansión termostática para enfriar el líquido restante a la presión de evaporación; esto es, queda más refrigerante disponible para evaporarse en el evaporador lo cual, claramente aumentara la eficiencia del sistema de refrigeración pero este aumento de eficiencia no es atribuible al compresor.

El sub enfriamiento en el condensador puede ser determinado mediante la diferencia de temperatura entre la temperatura de líquido condensador y la temperatura a la salida del condensador.

La temperatura del líquido a la salida del condensador debe ser medida por un termopar para una mejor precisión y por otro lado, la temperatura de condensado debe ser obtenida mediante un manómetro y con este valor de presión y con la ayuda de la tabla P Vs T de los refrigerantes obtener su temperatura correspondiente.

*“Cuando un refrigerante es Sub enfriado no presenta pérdida en su presión de vapor por lo que las tablas P Vs T no aplican”.*

Ejemplo: Determinar el sub enfriamiento del condensador de un sistema que emplea refrigerante R-507 y se tiene una presión de descarga de 280.0 Psi. Con una temperatura registrada con un termopar en el tubo de salida del condensador de 38.0 °C (100.0 °F).

Solución:

Nos auxiliamos de la tabla P Vs T para encontrar el valor de temperatura de

condensación que le corresponde a 280.0 Psi la cual es de 43.3 °C (110.0 °F).

Por lo cual se tiene un sub enfriamiento en el condensador de :

$$43.3\text{ °C} - 38.0\text{ °C} = 5.3\text{ °C}$$

ó

$$110.0\text{ °F} - 100.0\text{ °F} = 10.0\text{ °F}$$

*“Se recomienda un sub enfriamiento en el condensador de entre 3.0 °C a 5.55 °C (5.4 °F a 10.0 °F)”.*

### Sub enfriamiento Total (Condensador más Intercambiador o Economizador)

#### Sub enfriamiento Mecánico

Este tipo de sub enfriamiento generalmente primero es producido por el mismo condensador y para posteriormente ser sub enfriado por un intercambiador de calor o economizador (tipo placas). Es común

obtener sub enfriamiento del orden de los 22.22 °C a 27.77 °C (40.0 °F a 50.0 °F) con economizadores y en general se usan en tendidos de tuberías largos o de alta caída de presión y donde es muy probable que el efecto del sub enfriamiento se pierda al llegar a la válvula de expansión termostática. Una buena práctica es mantener aislada la tubería de líquido para evitar la pérdida del sub enfriamiento. Pero es aquí donde hay que evaluar si el costo resultante de aislar la tubería de líquido más el costo del sub enfriador (intercambiador de calor) es realmente rentable con el aumento de la eficiencia del sistema.

Ejemplo: Encuentre el sub enfriamiento total si la presión de descarga de un sistema de refrigeración usando R-22 es de 220.0 Psig. y la temperatura del refrigerante registrada con un termopar en la entrada de la válvula de expansión es de 32.2 °C (90.0 °F).

Solución:

De la tabla P Vs T se tiene que para R-22 y una presión de 220.0 Psig le corresponde una temperatura de condensación de saturación de 42.2 °C (108.0 °F).

De lo anterior, el sub enfriamiento total es:

$$42.2\text{ °C} - 32.2\text{ °C} = 10.0\text{ °C}$$

ó

$$108.0\text{ °F} - 90.0\text{ °F} = 18.0\text{ °F}$$

*Nota: Se recomienda que cuando se mida la temperatura en la entrada de la válvula*

*de expansión; coloque el termopar sobre la tubería de líquido a una distancia promedio de 5.0 a 10.0 centímetros antes de la entrada de la válvula de expansión y aislar el termopar para evitar cualquier tipo de ganancia de calor.*

“El sub enfriamiento en el condensador garantiza la presencia de refrigerante líquido en la salida del condensador de tal manera que en el tanque receptor o en la tubería de líquido no exista vapor refrigerante; esta situación, también garantiza que los gases no condensables salgan del condensador”.

El sub enfriamiento y la presión de descarga en el condensador nos indican la cantidad de carga de refrigerante en el sistema. Un sub enfriamiento alto en el condensador no indica que el condensador se encuentra inundado de refrigerante por lo cual, su área efectiva para la disipación de calor se reduce y por lo tanto la presión de descarga será alta y por consiguiente el sistema perderá capacidad de enfriamiento. Lo anterior requerirá que el compresor tendrá que operar por un tiempo más prolongado con su consecuente consumo de energía y alto costo de operación.

Por otro lado, un sub enfriamiento de 0 °C, nos indicará que al sistema de refrigeración le hace falta refrigerante.

Tenga siempre presente que cuando la temperatura del aire ambiente sube, el sub enfriamiento en el condensador baja y cuando la temperatura del aire ambiente baja, el sub enfriamiento sube por lo cual se corre el riesgo de que el condensador quede inundado de refrigerante.

*“El sub enfriamiento es necesario para evitar la evaporación instantánea del refrigerante líquido (Flash Gas) en la entrada de la válvula de expansión. Lo ideal es garantizar un valor de sub enfriamiento total (sin economizador) de entre 5.0 °C a 11.11 °C (9.0 °F a 20.0 °F)”.*

La mayoría de los sistemas de refrigeración cuentan con una válvula solenoide de líquido por lo que la medición de la presión se debe realizar en un punto comprendido entre esta y la válvula de expansión termostática. Si existiera otra posibilidad de medir la presión; entonces se puede medir la presión de descarga después del tanque receptor de refrigerante aunque en verdad la medición del sub enfriamiento no sería lo más real debido a las pérdidas de presión que puedan existir desde este punto hasta la válvula de expansión termostática.

Otro punto en el cual debemos de tener cuidado es tener presente el tipo de refrigerante que estemos usando. Los ejemplos de cálculo del sub enfriamiento que hemos descritos son para refrigerantes puros como el R-22, R-134a.

Para el caso de mezclas azeotrópicas como el R-507, R-404A, R-407C, etc., el sub enfriamiento total será la diferencia entre la temperatura de líquido refrigerante justo antes de la válvula de expansión y la temperatura de burbujeo (burbujas) que corresponda a la presión antes de la válvula de expansión.

#### **Sub enfriamiento por Intercambio de Energía entre la Línea de Líquido y de Succión**

Este tipo de sub enfriamiento es de poco uso debido a que no es una forma de sub

enfriamiento eficiente y es por esto, que el sub enfriamiento entre la línea de líquido y de succión es el menos comprendido de todos. El intercambio de energía entre estas líneas no produce ningún aumento del rendimiento neto del sistema debido a que la ganancia de sub enfriamiento se compensa por la disminución del flujo másico de refrigerante por el compresor y por el aumento del volumen específico del mismo refrigerante en la succión del compresor. Lo anterior origina a su vez un aumento de la temperatura de descarga del mismo compresor.

*“El paso de la tubería de líquido por una zona o área más fría que ella, aumentará el sub enfriamiento por lo que, el paso de esta por una zona más caliente que ella reducirá el sub enfriamiento y se puede generar el burbujeo del refrigerante líquido (Flash Gas)”.*

#### **Qué es el Flash Gas?**

El Flash Gas es indeseable para cualquier sistema de refrigeración o de aire acondicionado debido a su efecto sobre la válvula de expansión termostática. El paso de burbujas a través de la válvula de expansión produce una disminución en la cantidad de refrigerante líquido que pasa a través de ella. La alimentación de refrigerante líquido deficiente en el evaporador generará una pérdida en la eficiencia del evaporador.

Esperamos que este boletín sea de su interés y que aporten a la mejora continua de sus actividades diarias.



#### Oficinas Corporativas

Bosques de Alisos No. 47-A, Piso 5  
Col. Bosques de las Lomas  
México, DF. C.P. 05120  
Tel: (01 55) 5000 5100  
Fax: (01 55) 5259 5521  
Tel. sin costo 01 800 228 20 46

#### Planta Querétaro

Acceso II, Calle 2 No. 48  
Parque Industrial Benito Juárez  
Querétaro, Qro. C.P. 76120  
Tel: (01 422) 296 4500  
Fax: (01 422) 217 0616  
Tel sin costo 01 800 926 20 46

#### Planta Mérida

Calle 19 No. 418  
Ampliación Ciudad. Industrial  
C.P. 97930,  
Umán, Yucatán,  
Tel: (999) 946 3483

#### Mazatlán, Sinaloa

Av. Marina Mazatlán  
No 229 Apartamento 109  
Fracc. La Marina  
C.P. 82102 Mazatlán Sin.  
Tel: (01 667) 752 0700  
Cel: (01 667) 781 5336

#### Guadalajara

Av. Moctezuma 3515  
Esq. López Mateos Sur  
Local Mezanine  
C.P. 45050  
Guadalajara, Jal.  
Tel: (01 33) 388 01214  
Fax: (01 33) 3678 9123

#### Monterrey

Torre Alestra, Piso 3 HQ  
Av. Lázaro Cárdenas 2321 Poniente  
Col. Residencial San Agustín  
C.P. 66260 San Pedro Garza García,  
Nuevo León  
Tel: (01 81) 1001 7032  
Fax: (01 81) 1001 7001

#### Tijuana

Camino del Rey Oeste # 5459-2  
Privada Capri # 2  
Residencial Colinas del Rey  
Tijuana BC, C.P. 22170  
Tel: (01 664) 900 3830  
Fax: (01 664) 900 3845  
Cel: (01 664) 674 1677  
Nextel 152\*1315271\*1

## Call Center:

**5000 5105 Ciudad de México**

**01 800 228 2046 Resto del país**

**Visita [www.bohn.com.mx](http://www.bohn.com.mx)**

**[enlacebohn@cft.com.mx](mailto:enlacebohn@cft.com.mx)**