

TEMPERATURA DE DESCARGA EN COMPRESORES

Dentro del medio de la refrigeración y aire acondicionado, la falla más frecuente de los compresores es la “Alta Temperatura de Descarga”; En este artículo describiremos las principales razones de este problema.

La temperatura de descarga en un compresor se ve prácticamente afectada por casi todos los elementos y parámetros de un sistema, inclusive por el refrigerante que se utilice.

La temperatura es el resultado de la generación de calor del compresor, el cual es inevitable. Adicionalmente, todos los procesos termodinámicos producen calor en forma natural: en el compresor es debido principalmente a la fricción de sus partes y a la energía de compresión del refrigerante. Puesto que el punto más caliente de un sistema de refrigeración es en el puerto de descarga del cilindro del compresor, el efecto de la alta temperatura es la pérdida de viscosidad o rompimiento molecular del aceite, las cuales causan entre otros, la carbonización del plato de válvulas del compresor, ácidos y contaminantes que deterioran y tapan los filtros deshidratadores del sistema, la excoiación de las partes friccionantes (cilindro en su parte superior con los anillos del pistón) ocasionado rebabas las cuales cortan el aislamiento de las bobinas del estator, causando cortocircuitos, quemaduras, etcétera.

Estas partículas permanecen en el aceite del compresor, causando que los bujes, chumaceras y el cedazo de la bomba de aceite se tapen, disminuyendo el flujo de aceite necesario para la lubricación y enfriamiento del compresor. El tremendo calor generado causa que las válvulas (o Reeds) de descarga del plato se debiliten o ablanden, ocasionando fugas de gas o su rompimiento, además desgaste en los pernos de los pistones, etcétera.

Debido a la alta temperatura del aceite, y por lo tanto la disminución de su viscosidad, la lubricación de chumaceras, bielas, bujes del cigüeñal, mecanismos de la bomba de aceite, etcétera, se ven seriamente afectados, disminuyendo considerablemente la durabilidad del compresor.

El efecto de la alta temperatura de descarga o *RECALENTAMIENTO*, se hace más evidente en los sistemas de refrigeración de baja temperatura, aunque suele suceder también en los sistemas de aire acondicionado, de alta y media temperatura; por ejemplo, cuando en estos el condensador es pequeño, su presión de operación será alta, y tendrá por lo tanto una alta temperatura de condensación. A temperaturas internas la descarga en el cilindro, de 160°C, la película de lubricación es prácticamente evaporada. Muchos aceites hoy día son resistentes a la formación de carbón, por lo que las fallas por exceso de temperatura de descarga son difíciles de diagnosticar, pareciendo que el problema es de otro origen.

La mayoría de los aceites de refrigeración empiezan a carbonizarse alrededor de los 175°C, la situación puede ser peor, pudiendo ser esta temperatura menor en presencia de humedad y aire que se dejan dentro de los sistemas.

Para estimar la temperatura en forma aproximada en los puertos de descarga, se puede proceder en la siguiente manera: Se mide primero la temperatura en grados Celsius (°C) en

la tubería de descarga del compresor, entre doce y quince centímetros de la salida del compresor, a esta temperatura se le suman trece grados Celsius (°C), y nos dará la temperatura aproximada en el puerto de descarga. Normalmente si esta temperatura en la línea de descarga es de 135 °C, representa fallas. Si es de 120 °C está en un nivel de peligro de falla. Si es de 105 °C o menor, se puede esperar una larga vida del compresor.

Por otro lado la temperatura en si del aceite es crítica, su viscosidad decrece mucho al aumentar su temperatura (arriba de 90 °C es extremadamente peligroso), si la temperatura es menor, la vida del compresor será mayor. Largos periodos del compresor con altas temperaturas de descarga (o recalentamiento), no sólo tiene efectos nocivos en el compresor, sino en todo el sistema de refrigeración. El aceite y el refrigerante se descomponen reaccionando formando ácidos que a su vez vuelven a reaccionar, y así sucesivamente en cadena.

Las altas temperaturas de descarga (en el puerto) son ocasionadas casi por cualquier problema en el sistema.

La Relación de Compresión de un compresor (RC), se define como la presión absoluta de descarga entre la presión absoluta de succión.

La combinación de ambas presiones tendrá un efecto en la temperatura de sobrecalentamiento en la descarga. El aumento de la RC propiciará siempre un aumento en la temperatura de descarga, por lo que una disminución de la presión de succión, y/o aumento de la presión de descarga, aumentarán la temperatura de descarga. Como regla, la temperatura de descarga se reduce, aumentando la presión de succión.

En los sistemas de baja temperatura de evaporación (ejemplo: congelación), la elevada temperatura del gas de succión en el compresor, causará una elevada temperatura en su descarga, por lo que es necesario aislar las tuberías de succión y tratar de mantener un sobrecalentamiento de succión de 10°C a la entrada al compresor (diferencia de temperatura entre la temperatura de succión y la temperatura de succión saturada referida a la presión real de succión según tabla P-T). Mantener una adecuada ventilación en las cabezas del compresor y su motor, ayudan a bajar la temperatura de descarga, principalmente en estos sistemas de baja temperatura.

Las causas de la baja presión de succión, son:

- * Línea de succión obstruida o con alta caída de presión
- * Filtros deshidratadores de succión y de líquido tapados
- * Pérdida del refrigerante
- * Válvula de expansión mal ajustada o seleccionada
- * Tamaño del evaporador, tuberías y otros componentes equivocados
- * Baja carga térmica, o evaporadote escarchado o sucio
- * Temperatura de bulbo húmedo
- * Volumen de aire en el evaporador (un 10% menos de volumen de aire, será un 10% de menor carga térmica, y por lo tanto menor presión).

Las causas de la alta presión de descarga son:

- * Condensador bloqueado o sucio
- * Tubería de la línea de descarga pequeña
- * Ventilador del condensador fuera de servicio
- * Carga de refrigerante excesiva
- * Aire o no condensables en el sistema
- * Condensador pequeño.

Los sistemas de baja temperatura de evaporación con refrigerante 22 tienen severos problemas y requieren mucho cuidado en sus consideraciones de diseño. Si vemos la tabla #1, muestra algunas de las temperaturas típicas de descarga con refrigerante 22

TABLA #1: TEMPERATURAS DE DESCARGA DE LOS CILINDROS CON REFRIGERANTE 22

Temperatura de Succión Saturada °C	Temperatura d Condensación Saturada °C	Temp. Típica del Gas de Retorno °C	Temp. de Descarga del Cilindro °C	Temp. del Gas de Retorno Necesaria para Limitar la Temp, de Descarga a 115 °C
-40	54.4	18	174	-29
-23.3	54.4	18	138	-20
-40	43	18	158	-18
-23.3	43	18	124	10
-12	54.4	18	118	N/R
-12	43	18	104	N/R

N/R = No se requiere control

Observando la tabla #1, las temperaturas de descarga para aplicaciones de baja temperatura son inaceptables, no existe compresor que pueda manejar esta situación durante la compresión, por lo que es esencial un medio de des-sobrecalentamiento en la succión para llevar las temperaturas de succión a la mostrada en la última columna.

Un compresor con des-sobrecalentamiento es de mayor tamaño, ya que una menor presión de succión requerirá un compresor de mayor tamaño. El uso de compresores de dos etapas sería otra forma de resolver el problema cada una con baja relación de compresión, pero el calor generado por su compresión tiene que ser removido en alguna forma, y se logra des-sobrecalentándolo en la primera etapa. Ambos sistemas son prácticamente equivalentes, siendo el sistema de dos etapas más costoso y un poco más complicado inicialmente. En consecuencia el riesgo de probabilidad de falla existe tanto para el compresor de dos etapas, como para el de una sola etapa.

Las altas temperaturas de sobrecalentamiento en la descarga pueden ser controladas para compresores de una etapa, con el sistema DEMAND COOLING de Copeland. Opera a temperaturas de evaporación menores de 10 °F (-12.2 °C), inyectando líquido refrigerante

dentro del compresor en su succión, des-sobrecalentando el gas de succión a la temperatura deseada, para obtener la temperatura de descarga dentro de límites seguros. El sistema DEMAND COOLING usa un circuito de control electrónico para inyectar el líquido dentro del compresor en su succión, solamente cuando se requiera, por lo que la eficiencia del sistema es mayor comparada con los otros sistemas mecánicos de des-sobrecalentamiento.

Se observa que el refrigerante 22 sigue siendo una magnífica elección para aplicaciones de refrigeración de alta temperatura y para aire acondicionado, ya que estos sistemas son de baja relación de compresión, y sus temperaturas de descarga son bajas (ver tabla #1), sin embargo, es necesario observar para estas aplicaciones los demás elementos y componentes que operen correctamente y sean los adecuados.

Para los refrigerantes usados en refrigeración en media y baja temperatura de evaporación (Ejemplo- congelados, conservación baja, etcétera) hoy día se utilizan los refrigerantes 404a y antes usaban 507, más apropiados para estas temperaturas, su capacidad (superior) en Kcal/h (Btu/h) y sus presiones son del mismo orden del R22, siendo sus temperaturas de descarga en los cilindros, menores que las del R-22, para la misma aplicación.

La tabla # 2 nos muestra algunos valores de temperatura de operación para refrigerantes 404a y 507, comparados con los de la Tabla #1.

TABLA #2: TEMPERATURAS DE DESCARGA EN LOS CILINDROS, CON REFRIGERANTE 404a y 507

Temp. de Saturación De Succión °C	Temp. de Saturación de Condensado °C	Temp. Típica del Gas de Retorno °C	Temp. de Descarga del Cilindro °C	Temp. del Gas de Retorno Necesaria para Limitar la Temp, de Descarga a 115 °C
-40	54.4	18	121	N/R
-23.3	54.4	18	104	N/R
-40	43	18	115	N/R
-23.3	43	18	82.2	N/R
-12	54.4	18	93.3	N/R
-12	43	18	71	N/R

N/R = No se requiere control

Se puede observar que las temperaturas de descarga o de sobrecalentamiento con R404a y R507 tienen valores bajos y seguros en comparación del R-22 a los mismos valores típicos de temperatura del gas de succión a 18 °C (65 °F), no requiriendo inyección de refrigerante o sistema mecánico de des-sobrecalentamiento en la succión.

El refrigerante 502 ha sido retirado y de hecho substituido por el R404a y R507. La tabla #3 muestra un comparativo técnico de estos refrigerantes.

Tabla #3.- R502 VS. R404a y R507
FUNCIONAMIENTO RELATIVO DEL CICLO TEORICO

Refrigerante	R502	R404a	R507
Baja Temperatura (1) ¹			
Relación de Capacidades	1.0	1.04	1.07
Relación de Eficiencias	1.0	0.98	0.98
Temp de Descarga K (C)	0	-8.1	-8.3
Baja Temperatura (1) ¹			
Relación de Capacidades	1.0	1.0	1.03
Relación de Eficiencias	1.0	0.95	0.94
Temp de Descarga K (C)	0	-10.7	-11.1
Presión e Saturación a 20 C, psia	146.63	159.25	162.88

Ing. Javier Ortega
Asesor Técnico
Emerson Climate Technologies México