

## El Aceite en los Sistemas de Refrigeración.

El presente artículo pretende ser una guía práctica que señale la importancia del aceite en los sistemas de refrigeración en base a compresión mecánica que utilicen freón como fluido refrigerante.

**Descripción General:** El aceite y el sistema de lubricación son componentes fundamentales de los sistemas de refrigeración. En lo principal el aceite tiene como función lubricar adecuadamente las piezas móviles de los compresores, evitando el excesivo desgaste de partes y piezas, disminuyendo el roce y aumentando por ello la eficiencia. Participa también en el sistema de compresión colaborando con el sello y retención durante la etapa de compresión (especialmente compresores de tornillo) y finalmente colabora con el sistema de enfriamiento del compresor.

El aceite normalmente es almacenado en el cárter del compresor o en algún reservorio especial. En este lugar existe una cantidad importante de aceite que se encuentra en condiciones adecuadas para que el compresor lo dirija a los puntos requeridos por medio de la bomba de aceite, diferencia de presión u otro sistema que depende del tipo de compresor. Se deduce aquí una condición importante que muchas veces es origen de diversos problemas. El aceite debe estar en este lugar de almacenamiento en condición adecuada para ser utilizado, es decir:

- Limpio y libre de partículas metálicas, suciedad, carboncillo u otros elementos extraños.
- Debe poseer las características físicas correctas, viscosidad, acidez, temperatura.
- Debe estar libre de refrigerante ya sea como líquido o refrigerante disuelto en el aceite.
- Debe existir la cantidad adecuada de aceite en el lugar de almacenamiento.

Normalmente una cierta cantidad de aceite es expulsada por el compresor durante la operación normal de compresión. El aceite que sale del compresor pasa entonces al sistema de refrigeración y deben tomarse medidas adecuadas para permitir que el aceite retorne al motocompresor, de manera que este no quede en definitiva sin aceite.

**Circuito del aceite:** Pequeñas cantidades de aceite salen normalmente del compresor por el puerto de descarga. Dependiendo del sistema puede existir a la salida un dispositivo llamado separador de aceite cuya misión es recuperar parte del aceite, separándolo del refrigerante gaseoso en la misma descarga y retornarlo en un corto circuito al compresor. En ocasiones el aceite se enfría entre el separador de aceite y el motocompresor para evitar excesivo recalentamiento.

Del separador de aceite o si no existe este, el aceite va directamente al condensador mezclado con el refrigerante comprimido de alta presión, donde finalmente queda disuelto en el líquido refrigerante condensado, pasando de esta manera sin problemas hacia el

evaporador. En el evaporador al transformarse el refrigerante en gas, se enriquece la mezcla líquida de aceite. El aceite retorna ahora al compresor por gravedad y arrastrado por el flujo del gas que. Dependiendo del sistema puede existir un dispositivo conocido como acumulador de succión, cuyo objetivo es evitar el retorno del refrigerante líquido al sistema. El dispositivo señalado atrapa también el aceite, de manera que es necesario tomar las precauciones para que el aceite pueda salir de esta “trampa de succión” y llegar finalmente de regreso al compresor por el lado de succión. Normalmente las denominadas trampas de succión poseen un sistema para permitir que el aceite pase hacia la succión del compresor.

En el compresor normalmente el aceite es manejado por una bomba de aceite que lo succiona del carter y lo inyecta en los lugares que se requiere lubricación, succionándolo a través de un filtro de malla metálica para evitar la entrada de partículas a la bomba de aceite. Otros equipos que no tienen bomba de aceite usan sistemas de chapoteo, centrífugos u otros para mover el aceite.

Un sistema de refrigeración adecuado que logre completar el circuito anterior permitiendo el regreso del aceite que sale y manteniendo aceite en cantidad y calidad adecuada en las partes mecánicas móviles del compresor, no presentará problemas mecánicos y podrá funcionar por muchos años sin desgaste ni falla. Contra este objetivo atentan varias situaciones que se describen a continuación.

**Dificultades en el sistema de lubricación:** En el evaporador el aceite se enfría producto de la menor temperatura allí existente. Adicionalmente se transforma en gas el refrigerante donde el aceite estaba disuelto. Esto significa que ahora tendremos en el evaporador y al retorno aceite frío, en ocasiones muy frío. Intuitivamente sabemos que este aceite tomará una consistencia viscosa, difícil de mover, pegajoso. Mientras más frío más se acentúa el problema.

Es ahora cuando se requiere que la tubería hacia el compresor tenga inclinación de bajada para que el aceite escurra por gravedad. También es necesario que el gas refrigerante evaporado tenga velocidad suficiente para que arrastre el aceite. Esta velocidad se logra con un diámetro de tubería adecuada. El diámetro no puede ser muy grande ya que la velocidad disminuirá y el aceite no fluirá. El diámetro no puede ser tampoco muy pequeño pues si esto ocurre se producirán “caídas de presión” que disminuirán en forma importante la eficiencia del compresor.

Normalmente es necesario realizar tendidos verticales en que el flujo va en contra de la gravedad. En estos se recomienda construir un “elevador” adecuado, con un sifón en la parte inferior y uno en la parte superior del tendido vertical. Se recomienda aumentar la velocidad en esta situación, normalmente disminuyendo en una medida el diámetro de tubería.

Existen tablas muy detalladas que recomiendan diámetro en función de la capacidad de refrigeración (cantidad de gas que circula), temperatura, refrigerante, y otros parámetros relevantes.

Finalmente debe considerarse que los sistemas normalmente tiene capacidad variable, incluso existen sistemas con controles de capacidad que disminuyen en forma importante el flujo de refrigerante. En sistemas en los que la capacidad tiene mucha variación, se requieren en ocasiones construcciones especiales conocidas como doble rising.

El aceite es un líquido y se comporta como tal. Es decir en cualquier sistema se debe tomar la precaución que no existan trampas de líquido, lugares donde este se acumula y no pueda salir, como una gran estanque conectado simplemente con tubería de entrada y salida en la parte superior. Esta construcción no permitirá al aceite salir y este se acumulará hasta llenar el estanque, de donde saldrá en forma de torrente una vez que el estanque se llene de aceite.

Siempre se debe tener en mente que el aceite frío es difícil de mover y requiere mayor cuidado. Adicional cuidado requieren los sistemas donde el compresor está sobre el nivel del evaporador ya que no existe flujo por gravedad del aceite.

Se recomienda el uso de un separador de aceite en los sistemas que la recuperación del aceite se ve difícil. El separador de aceite disminuye en forma importante el flujo de aceite al sistema, de manera que el problema de la migración se minimiza.

En los sistemas en que existe acumulador de succión, debe existir en estos una construcción que permita rescatar el aceite del fondo. Hay distintos tipos de soluciones para esto. Se recomienda el uso de acumuladores de succión y separadores de aceite de una línea conocida, con diseños probados y estudiados. Hay que evitar las construcciones artesanales por diseño y limpieza.

En sistemas en los que existen varios compresores trabajando en paralelo, debe cuidarse que no existan compresores preferenciales en relación al retorno de aceite. Puede ocurrir que el aceite migre de un compresor a otro, lo que ocurrirá con solo una pequeña diferencia de alturas.

Finalmente se debe mencionar un dispositivo de protección especial para los compresores que poseen bomba de aceite. El presostato diferencial de aceite mide permanentemente que exista una diferencia de presión entre la succión y descarga de la bomba, garantizando así que la bomba inyecta el aceite adecuadamente en los lugares requeridos. En caso que no exista una diferencia mínima de presión de aceite entre la succión y descarga de la bomba, el presostato detendrá al compresor pues no se puede garantizar la lubricación.

Debe considerarse que en ocasiones se puede regular la diferencia mínima diferencia de presión aceptable. También hay que notar que los presostatos tienen un tiempo de espera de algunos segundos antes de actuar para evitar falsas alarmas.

En caso que el presostato detenga el motocompresor debe identificarse la causa antes de poner en marcha nuevamente, en un aviso de emergencia.

El calefactor de carter es una resistencia eléctrica sumergida en el recipiente que contiene el aceite y sus misiones son:

- Evaporador cualquier restos de refrigerante en el carter, para que la bomba no trabaje bombeando refrigerante líquido el cual lava las piezas en lugar de lubricantes.
- Mantener el aceite a temperatura adecuada.

Normalmente el calefactor de carter se acciona unas 12 horas antes de poner en marcha el sistema, luego se activa al detenerse el motocompresor y se desactiva al poner en marcha el compresor.

Es importante señalar que en el lugar donde succiona la bomba de aceite hay normalmente un pequeño filtro de malla de acero. En ocasiones este filtro se tapa por residuos y no deja pasar el aceite. En estas ocasiones un buen presostato de aceite bien conectado defenderá al compresor.

Debe verificarse también la temperatura de descarga de los motocompresores. En caso que sea excesiva sobre 105° C, hay que tomar precauciones, pues el aceite puede quemarse y carbonizarse, perdiendo su capacidad de lubricación.

El recalentamiento del aceite y su quema o descomposición es un problema muy corriente en refrigeración y ocurre porque un compresor trabaja con razones de compresión muy altas (por ejemplo cunado trabaja en muy baja temperatura). Sin importar la marca o el modelo del compresor, y por una condición termodinámica, una alta razón de compresión calienta inevitablemente el aceite. Si no se toman medidas para enfriarlo (inyección de líquido, ventilador de cabezal, enfriador de aceite) la temperatura a la descarga del compresor puede ser tan alta que destruya las cualidades lubricantes del aceite.

En el caso anterior, el aceite quemado ya no lubrica correctamente y el roce entre piezas metálicas aumenta hasta llegar a trabarse o romperse las bielas, anillos y pistones. Al desarmar estos equipos se ve una carbonización en los platos de descarga (aceite quemado) y restos de aceite oscuro y en mala condición.

Generalmente los compresores poseen una mirilla para observar el nivel de aceite en el carter. Esta mirilla se debe mantener en 2/3 del nivel, si desaparece el nivel debe recargarse y

estudiar el motivo del bajo nivel de aceite. El aceite estará en algún lado, donde queda retenido por un erróneo diseño.

Sistemas externos de aceite tienen normalmente mirillas en los reservorios de aceite, y en las líneas de piping.

Debe utilizarse siempre el tipo de aceite recomendado por el fabricante, para que posea las condiciones físicas adecuadas, y nunca se recomienda mezclar aceites pues pueden existir graves problemas de compatibilidad. Pueden disolverse empaquetaduras, perder lubricación y sello así como otras situaciones indeseadas.

Debe siempre cuidarse que el aceite no se vea expuesto a la humedad, ya que lo daña. Especialmente debe cuidarse el exponer aceite sintéticos del tipo usados para nuevos refrigerantes.

**Enrique Aparicio Bernat**  
Ingeniero Civil Químico U. de Santiago  
Gerente de **ICER Ingenieros**

