

Bombas HERMETIC en instalaciones frigoríficas

Las bombas HERMETIC son especialmente indicadas para su utilización en instalaciones frigoríficas, gracias a su diseño. Se caracterizan por su absoluta estanqueidad y no necesitan mantenimiento. La figura 1 muestra un esquema simplificado de una instalación frigorífica industrial con servicio de bombeo. Esta instalación se caracteriza por una bomba que aspira el fluido refrigerante desde un separador central y lo impulsa hacia los evaporadores. El vapor generado y el líquido sobrante retornan al separador. Compresor, condensador y válvula de expansión forman un segundo circuito.

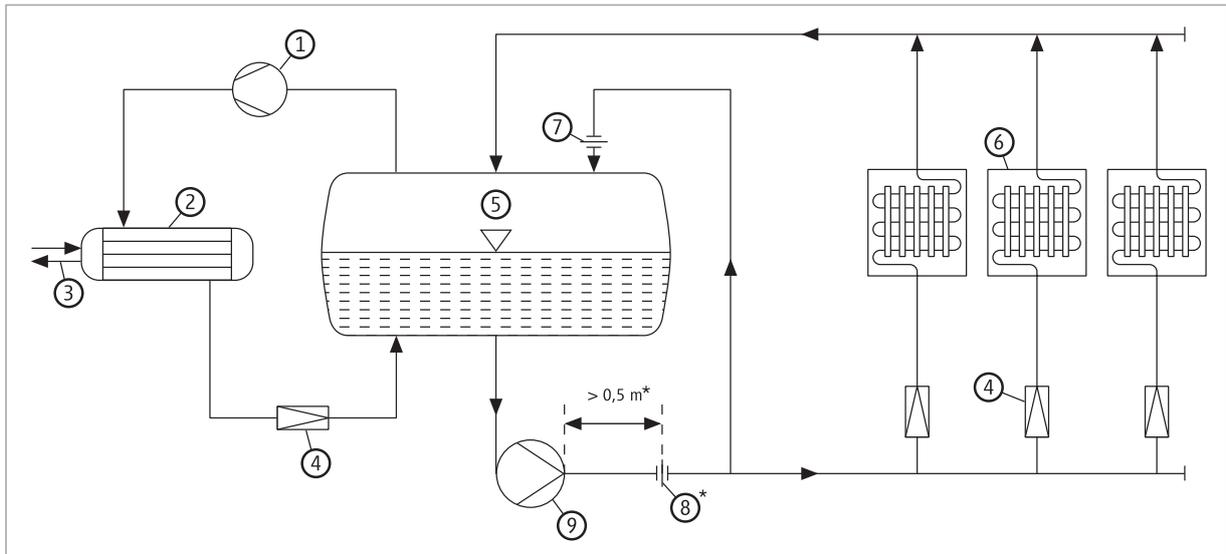


figura 1

Instalación frigorífica

- | | | | |
|-------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------------------|
| 1 Compresor | 4 Válvula de expansión | 7 Orificio Q_{min} | * no aplicable si se instala una |
| 2 Condensador | 5 Separador de partículas | 8 Orificio Q_{max} | válvula limitadora de caudal |
| 3 Agua de refrigeración | 6 Evaporador | 9 Bomba HERMETIC | |

Proyecto e instalación

El funcionamiento satisfactorio de las bombas HERMETIC en instalaciones frigoríficas depende fundamentalmente de una correcta instalación y forma de trabajo. Los siguientes puntos deben ser observados obligatoriamente:

1. Cumplimiento de una mínima altura de acometida necesaria para evitar cavitación.
2. Cumplimiento del margen de trabajo permitido entre caudal mínimo Q_{min} y caudal máximo Q_{max} .
3. Una suficiente degasificación automática de la bomba.
4. Evitar una bajada brusca de presión y de temperatura en el sistema.

El incumplimiento de los mencionados puntos puede resultar, en casos extremos, en un funcionamiento en seco de la bomba y, consecuentemente, en un desgaste de los cojinetes así como en una insuficiente refrigeración del motor, lo cual podría quemar el devanado.

Atención: ¡Una bomba HERMETIC no debe funcionar nunca en seco!

No está permitido trabajar en cavitación.

La selección de una bomba HERMETIC respecto al caudal [Q] depende de la capacidad de refrigeración de la instalación. La altura de impulsión [H] de la bomba depende de la altura geodésica del emplazamiento del evaporador, de su pérdida de carga y de las pérdidas de carga de las tuberías, codos, válvulas, etc.

Recomendaciones para la instalación y monitorización

1. El fluido refrigerante es un gas licuado que se encuentra en estado de ebullición. Para evitar cavitación, la bomba requiere una altura mínima de acometida (e_{min}) del siguiente valor

$$e_{min} (m) = NPSH_{req.} (m) + \text{pérdidas de carga}(m) + \text{margen de seguridad} (m)^* \quad (*\text{normalmente } 0,5 \text{ m})$$

(véase información HERMETIC “El NPSH de bombas e instalaciones”). Las instalaciones frigoríficas suelen disponer de alturas de acometida reducidas. Debido a ello, las bombas HERMETIC han sido diseñadas con unos valores NPSH extremadamente bajos. Sin embargo, esta característica sólo puede ser aprovechada adecuadamente si las pérdidas de carga de las líneas de acometida son mantenidas igualmente lo más bajas posible.

2. El dimensionado y trazado de las líneas de acometida es de vital importancia. Para conseguir un funcionamiento de las bombas sin problemas, debe equiparse cada bomba con su propia línea de aspiración. Si se trabaja con dos bombas en paralelo y siempre que una de ellas sea de reserva, bastará una línea de aspiración. La línea de acometida debe ser lo más corta posible, estar bien aislada y debe estar instalada, además, con una pendiente constante hacia la bomba. La velocidad de flujo no debería exceder 0,3 a 0,5 m/s para conseguir condiciones de trabajo óptimas.

La línea de aspiración ha de ser conducida lo más directamente posible al separador, es decir, sin tramos horizontales, para conseguir que el gas generado en el interior de la línea de aspiración o de la bomba pueda retornar al separador en dirección contraria al líquido. Para evitar la formación de remolinos, deberían instalarse placas deflectoras en la salida del separador o antes de la línea de aspiración de la bomba. Recomendamos la instalación de válvulas de bola con paso libre en la línea de aspiración. No es aconsejable la instalación de un filtro de aspiración.

Las bombas HERMETIC incorporan un filtro interno, que se limpia automáticamente, para evitar que impurezas dañen los cojinetes del motor.

3. Para un trabajo satisfactorio de una bomba HERMETIC en instalaciones frigoríficas, es absolutamente necesario el mantenimiento del margen admisible del caudal (véase figura 2). El caudal mínimo es necesario por los siguientes motivos:
 - a) refrigeración suficiente del motor encapsulado,
 - b) se evita la formación de gas en el interior de la bomba (funcionamiento en seco de los cojinetes)
 - c) se evita cavitación a regímenes de trabajo bajos.

El caudal máximo queda limitado por:

- a) la potencia del motor,
- b) la altura de acometida disponible (el valor $NPSH_{req.}$ aumenta progresivamente con el caudal),
- c) la necesidad de mantener una presión mínima dentro del motor, para evitar que se evapore el fluido.

Seguridades:

- Q_{min} mediante orificio Q_{min}
- Q_{max} mediante orificio Q_{max}
- o presostato diferencial

$$\Delta p \text{ (bar)} = \frac{H_2 \text{ (mcl)} \times \rho \text{ (kg/m}^3\text{)}}{10^4}$$

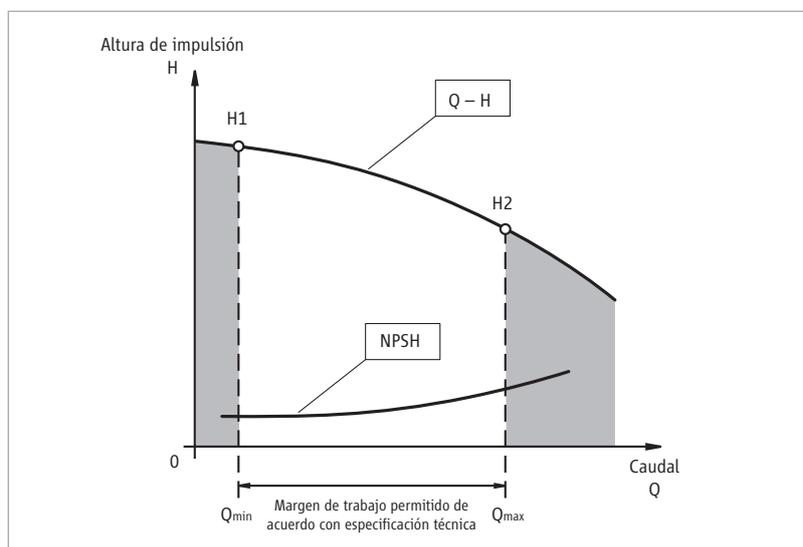


figura 2

El mantenimiento del caudal mínimo necesario y del caudal máximo permitido queda asegurado mediante la utilización de una línea de bypass y los correspondientes orificios Q_{\min} y Q_{\max} de acuerdo con la figura 3. En lugar de un orificio Q_{\max} se puede emplear alternativamente un presostato diferencial, el cual desconecta la bomba si la presión de impulsión es inferior a la presión de impulsión mínima permitida (PdS). Retardo de desconexión: 10 segundos como máximo.

Atención:

Las válvulas que estén instaladas en la línea de bypass deben estar siempre abiertas (retirar volantes).

El orificio Q_{\max} debería instalarse, como mínimo, a una distancia de 0,5 m detrás de la brida de impulsión de la bomba, para evitar un posible efecto negativo sobre la misma; el orificio Q_{\min} debe instalarse lo más cerca posible del separador, para evitar un flujo de dos fases en la línea de bypass.

4. Durante la parada de la bomba, la línea de bypass sirve de línea de desgasificación. La bomba solamente debe arrancar cuando se encuentre en la misma el fluido refrigerante líquido. Cuando se llene por primera vez o al re-arrancar, debe esperarse a que todas las partes de la bomba se encuentren en equilibrio térmico con el separador. Cuando se utilicen válvulas de retención en el lado de impulsión de la bomba, se debe tener en cuenta que la línea de bypass se bifurque aguas arriba de la válvula de retención, para posibilitar una desgasificación automática de la bomba.

Atención: No instale válvulas de retención en la línea de bypass.

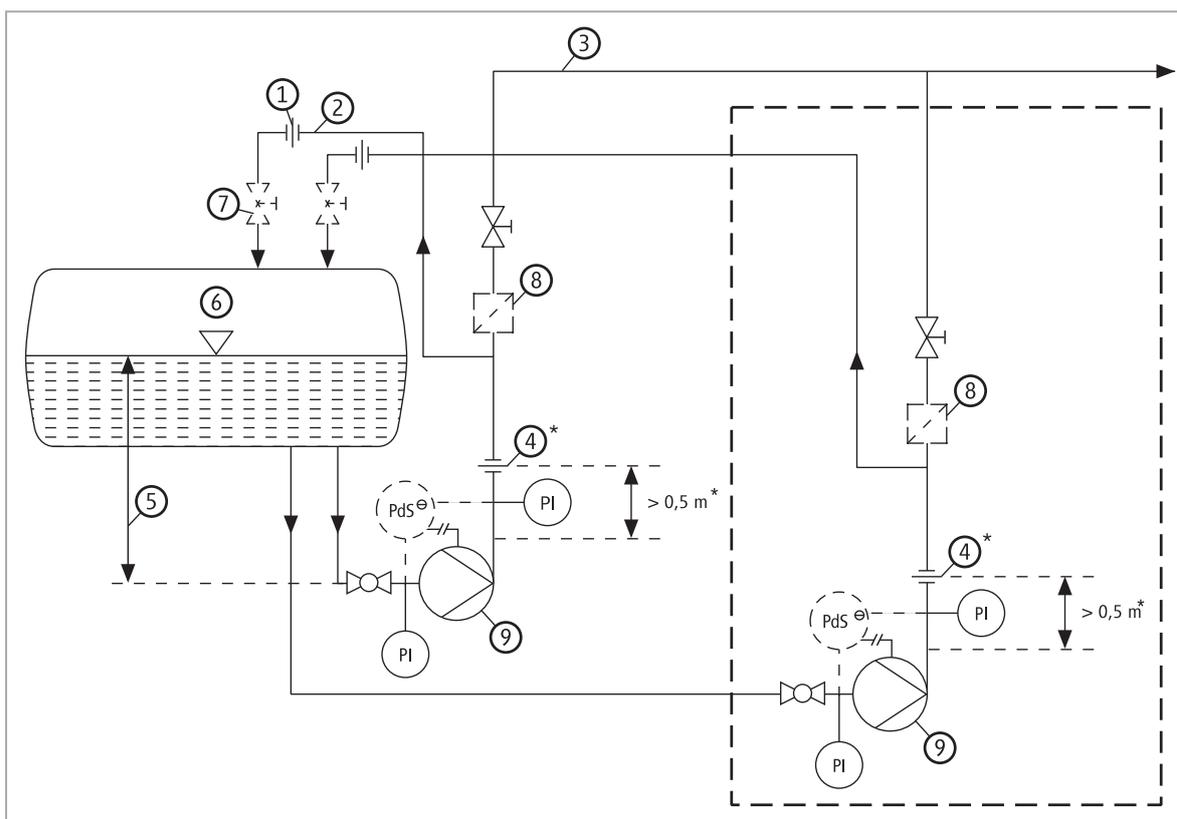


figura 3

Desgasificación/venteo automático (bomba individual – bombas en paralelo)

- | | |
|--|---|
| 1. Orificio Q_{\min} (inmediatamente antes de válvula de cierre/separador) | 7. Válvula de cierre (inmediatamente antes de recipiente/separador) |
| 2. Bypass/desgasificación | 8. Válvula de retención |
| 3. Consumidor | 9. Bomba HERMETIC |
| 4. Orificio Q_{\max} | |
| 5. Altura de acometida | * no aplicable si se instala una válvula limitadora de caudal |
| 6. Separador de partículas | |

5. Cambios importantes de temperatura y presión generan, por el calor liberado, burbujas de gas las cuales pueden ocasionar un descebado de las bombas HERMETIC (cavitación). La velocidad máxima permitida de reducción de presión depende de la altura de acometida disponible así como del tiempo de permanencia del fluido refrigerante en la línea de aspiración, es decir, de su velocidad de flujo. Una reducción de presión se produce cada vez que se desconectan evaporadores o se aumenta la potencia de compresión. Mediante una regulación fina de los compresores se evitan altas velocidades de reducción de presión. La velocidad del líquido en la línea de aspiración más favorable es de aprox. 0,3 a 0,5 m/s.
6. Reducidas alturas de acometida o grandes caudales pueden causar remolinos en el recipiente de aspiración. El resultado es una considerable disminución del rendimiento de la bomba o incluso su descebado. Como remedio contra remolinos, deben instalarse placas deflectoras en la salida del separador. También se puede prever un recubrimiento del nivel de líquido mediante una balsa.
7. Las bombas HERMETIC para líquidos refrigerantes sólo pueden ser utilizadas a una temperatura máxima permitida, de acuerdo con la especificación técnica, con el fin de evitar una evaporación del caudal parcial del motor calentado.
8. En el caso de trabajo de varias bombas en paralelo sobre una línea común de impulsión (figura 3), se debe prever para cada bomba una línea independiente de bypass. Esto es necesario para que el gas, que se forma mientras la bomba está parada, pueda ser evacuado continuamente. Además, de este modo se garantiza el caudal mínimo, independientemente de su presión de impulsión. Si una de las bombas se considera bomba de reserva, se deben instalar válvulas de retención en las líneas de impulsión, para evitar que el líquido impulsado por la bomba en funcionamiento retorne a través de la bomba de reserva. La bomba de reserva debería estar siempre llena de líquido, con sus válvulas de cierre abiertas, y preparada para su arranque inmediato. La línea de bypass posibilita el cambio de una bomba a otra o el arranque adicional de una segunda bomba sin tener que maniobrar con válvulas.
9. Debe asegurarse de que en el interior de la bomba no se puedan acumular cantidades apreciables de aceite refrigerante. Los elevados valores de viscosidad podrían provocar problemas durante el arranque. En caso de necesidad, deben instalarse separadores de aceite adecuados.
10. El motor encapsulado debe estar protegido mediante un guarda motor.