



Vacío profundo, sus principios y su aplicación

Con el vacío profundo, estaremos seguros de los resultados antes de terminar el trabajo. No se necesita esperar más para ver si es necesario regresar para determinar los resultados de nuestro trabajo. El vacío profundo es el único método que se puede utilizar para determinar, con certeza, que un sistema está completamente seco y exento de materiales no condensables y fugas.



Medición de la evacuación- micras o pulgadas?

Una micra es una medición de la presión que empieza a partir de un vacío perfecto (donde no hay presión) expresado en incrementos lineales. Una pulgada es igual a 25.400 micras. En este punto se debe resaltar que cuando se hace referencia al vacío en términos de micras, se hace referencia a una presión absoluta total en contraposición a la presión efectiva. Además de utilizar la unidad de medición más precisa (no se puede leer fracciones en un manómetro tipo tubo Bourdon), también estamos empezando desde el mismo punto de medición (vacío perfecto teórico).

Es importante recordar siempre que el manómetro tipo tubo Bourdon utiliza la presión atmosférica como punto de referencia y esta presión está cambiando constantemente durante el día. El pronosticador del tiempo siempre incluye esta lectura, presión barométrica, junto con la temperatura. Cuando un área está cubierta por un centro de alta presión, esto se traduce a una alta presión barométrica y viceversa para un centro de baja presión.

Bombas y cómo seleccionarlas

Las bombas de vacío profundo son el primer aspecto que se nos viene a la mente cuando pensamos en las herramientas de vacío. Desafortunadamente, el primer error usualmente se comete en la selección de estas bombas cuando se piensa: "mientras más grande sea la bomba que obtenga, más rápido podré hacer el trabajo". La capacidad de las bombas tiene muy poco que ver con el tiempo de evacuación en los sistemas de refrigeración, como fácilmente se puede ver si se examina lo siguiente.

El sistema de refrigeración en sí está construido con varios pies de tubería de diámetro pequeño con codos de retorno y mecanismos de dosificación para ejercer restricción durante la evacuación. A esto hay

que añadirle el hecho de que las válvulas de servicio, cuando están instaladas, poseen puertos de rosca macho de 1/4" que solamente tienen un orificio de 3/16".

También sabemos que la única forma de obtener más flujo a través de un orificio dado es por medio de incrementar la presión a lo largo de ese orificio. Pero, ¿crea una bomba una presión para incrementar el flujo? No. Tendemos a olvidar dos principios básicos. Una bomba de vacío crea un espacio hacia el cual fluye la presión del sistema. El segundo punto es que a medida que la presión del sistema decrece durante la evacuación, el flujo decrece. Por tanto, es imposible que incrementemos la presión o el flujo a través de los puertos de nuestro manómetro con una bomba más grande.

Las bombas en el rango de 1-1/2 hasta 10 CFM son adecuadas para manejar el 99% de nuestro trabajo. Como regla podemos decir que la capacidad CFM elevada al cuadrado equivale al tonelaje máximo del sistema. Una bomba de 7 CFM está diseñada para 49 toneladas, una de 3 CFM está diseñada para 9 toneladas. Es todo lo que debe comprarse para servicio e instalación. En muchos casos, dependiendo del tamaño de la línea del sistema en sistemas de gran tonelaje, es mejor poner dos o más de las bombas pequeñas fácilmente manejables en diferentes ubicaciones. Esto evitará algunos de los problemas de caída de presión y de hecho será más rápido que si se utiliza una bomba grande.

Construcción de las bombas

Las bombas de vacío profundo de aspa rotativa se obtienen fácilmente y son las más apropiadas para nuestro trabajo. Las bombas tipo pistón, debido al espacio necesario entre el pistón y la culata, son incapaces de producir un vacío profundo o en el mejor de los casos son muy ineficientes. Muchos compresores de una etapa, de forma similar a los herméticos, no evacuarán el sistema hasta un nivel micrométrico, la última pulgada de presión en el indicador compuesto, y no condensarán ningún vapor de humedad en el sistema.

Las bombas de dos etapas (2 bombas en serie) son las mejores en nuestra industria, dado que son capaces de producir bajas presiones continuamente y son mucho más eficientes en la remoción del vapor de humedad. La bomba debe estar equipada con una válvula de cierre que permita desarrollar la prueba de aislamiento (aumento de presión) que se requiere en los procedimientos de vacío profundo.

El balasto de gas debe estar en todas las bombas para refrigeración. Al principio de la evacuación, el

¿Entonces,
qué es una
micra?



1/25.400
de una
pulgada.



La válvula está abierta cuando se puede ver la rosca del tornillo



La válvula del balasto de gas solamente es eficaz hasta 2.000 micras. Una válvula mal cerrada resultará en un desempeño deficiente de la bomba.

vapor de agua se elimina rápidamente, y si el sistema está cargado con humedad, puede contaminar rápidamente el aceite. Por medio del balasto de gas, y una fina válvula de medición conectada a una segunda etapa de la bomba, se permite el ingreso de una pequeña cantidad relativamente seca de aire ambiente para ayudar a prevenir que el vapor de humedad se condense en el aceite.

Hasta ahora, hemos definido nuestros requerimientos de la bomba así: de dos etapas, de aspa rotativa, con válvula de cierre; con válvula de balasto de gas; de 1-1/2 hasta 10 CFM. Un sistema se evacua hasta alcanzar 300 a 400 micras, así que, obviamente, estas bombas deben ser capaces de producir un vacío en el rango micrométrico bajo, con un factor de seguridad mínimo de 25 micras de total absoluto. De esta manera, la bomba debe poder alcanzar lecturas de vacío mínimas de 25 micras de total absoluto. También se debe buscar que la bomba sea liviana y de construcción sólida, dado que la bomba de vacío estará a nuestro lado cuando subamos las escaleras hasta el techo.

Finalmente, al seleccionar una bomba, tenga en cuenta la seguridad. Las unidades de transmisión por correas nunca se deben utilizar sin las tapas para las correas. Si no le preocupa la seguridad de sus dedos y otras extremidades, por lo menos dé una oportunidad a los niños y otras personas que estén expuestas. Los hospitales y los tribunales en todo el mundo atienden un sinnúmero de casos debido a esta negligencia.

El indicador electrónico de vacío

Acompañado de buenos procedimientos, que posteriormente se citarán, el manómetro electrónico indica de forma confiable que se tiene un sistema exento de materiales no condensables y de fugas. En general estos medidores son dispositivos sensibles al calor, en los que el elemento sensible, que está mecánicamente conectado al sistema que se está evacuando, genera calor. La velocidad a la que este calor se produce, cambia a medida que se remueven los vapores y gases circundantes. Así, la lectura del elemento sensible (bien sea el termopar o el termistor) varía a medida que cambia el nivel de disipación del calor. Este cambio de lectura se indica en un medidor que está calibrado en micras de mercurio.

La evacuación es completa cuando el sistema se mantiene a 500 micras. El indicador de compuesto solamente indica que se ha producido un vacío. Por otra parte, el medidor de vacío es la única herramienta para leer con precisión una presión tan baja.

Selección y precisión del medidor de vacío

La característica más importante de todo es el rango. Si el indicador de micras solamente indica desde 50 hasta 1000 micras, no se tendrá la capacidad de determinar si se está bombeando en contra de una fuga o en contra de la humedad. Busque un instrumento que lea desde 50 micras hasta un mínimo de 9.000.

Los medidores micrométricos portátiles típicamente funcionan con pilas. Es mejor comprar un medidor micrométrico con adaptador de CA, de tal manera que no se quede sin energía durante el trabajo. El uso de pilas descargadas puede generar corrosión y causar daño permanente al indicador de vacío.

Otra característica deseable es un estuche resistente que proteja al instrumento. Finalmente, cuando usted compra un instrumento de este tipo, debe recordar que solamente está comprando respuestas y el instrumento debe darle estas respuestas rápidamente y con precisión. A usted le pagan por ajustar los sistemas de refrigeración, no sus herramientas.

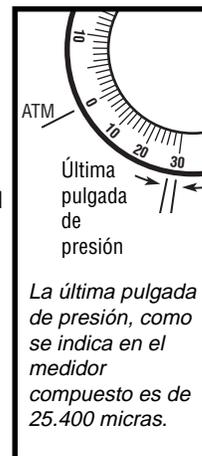
Como se mencionó anteriormente, nos referimos a precisión cuando hablamos de indicadores de tipo micrométrico. Existen dos factores que afectan la precisión de los indicadores: las temperaturas extremas, especialmente con exposición al sol de verano en un techo o pavimento calientes y la contaminación del sensor.

El sensor de vacío se calibra con aire en la fábrica. Si se introduce gas o aceite refrigerante al interior del sensor de vacío de una unidad de lectura remota o de una unidad conectada a la bomba durante la evacuación del sistema, el gas causará una lectura errónea. Cualquier entrada de aceite al sensor a través de una manguera también afectará la precisión del medidor.

El apagado inapropiado de la bomba después de la evacuación y la interrupción de energía eléctrica, succionará de regreso el aceite y contaminará la manguera y el medidor micrométrico. Una manguera utilizada para carga o prueba contendrá gotas de aceite del sistema esparcidas en su interior al abrir la válvula Schrader. Si se usa esta misma manguera en el acoplamiento al medidor, el aceite se acumulará en el sensor del indicador. Esto se puede evitar, utilizando en la evacuación una manguera especial, preferiblemente una de tipo arosello.

Evacuación a través del colector del manómetro

Puede efectuarse la evacuación a través del colector del manómetro si y sólo si se trata de una construcción tipo pistón con arosello. Otros tipos de construcciones presentan fugas en vacío. Lo siguiente es revisar el diseño del puerto central de 3/8". Para poder controlar la capacidad total alta y baja, la entrada debe tener rutas de flujo de doble diámetro



La última pulgada de presión, como se indica en el medidor compuesto es de 25.400 micras.



El indicador electrónico de vacío es la herramienta de vacío comprada con menor frecuencia. No obstante, sin este instrumento mejor olvidese completamente del vacío profundo.

en toda su extensión.

Acoplamientos a prueba de fugas

El vacío profundo tiene sus propiedades particulares que requieren un diseño a prueba de fugas, no solamente en el colector sino en todos los componentes, lo cual nos lleva a las líneas de conexión. Solamente la tubería de cobre blando, las mangueras de metal flexible o de caucho puro son absolutamente herméticas en vacío. Las mangueras de carga y de prueba están diseñadas para presión. Incluso con la tecnología avanzada de las mangueras actuales, aún existe permeación a través de los componentes de la manguera. Cuando se verifica el aumento de presión, la presión atmosférica permeará hasta la presión más baja en las mangueras y la lectura micrométrica aumentará lentamente.

Otra fuente de fuga es el acople. El sello de junta en una manguera de carga requiere una atención y reemplazo frecuentes para mantener tolerable su nivel de fugas. Un acople de arosello tiene una pequeña masa de caucho que se forma alrededor de las irregularidades en los accesorios abocinados. Cuando el abocinado está atornillado, se obtiene un asiento de metal con metal y el arosello se coloca alrededor del abocinado para proporcionar un sello seguro.

Acoplamiento de evacuación

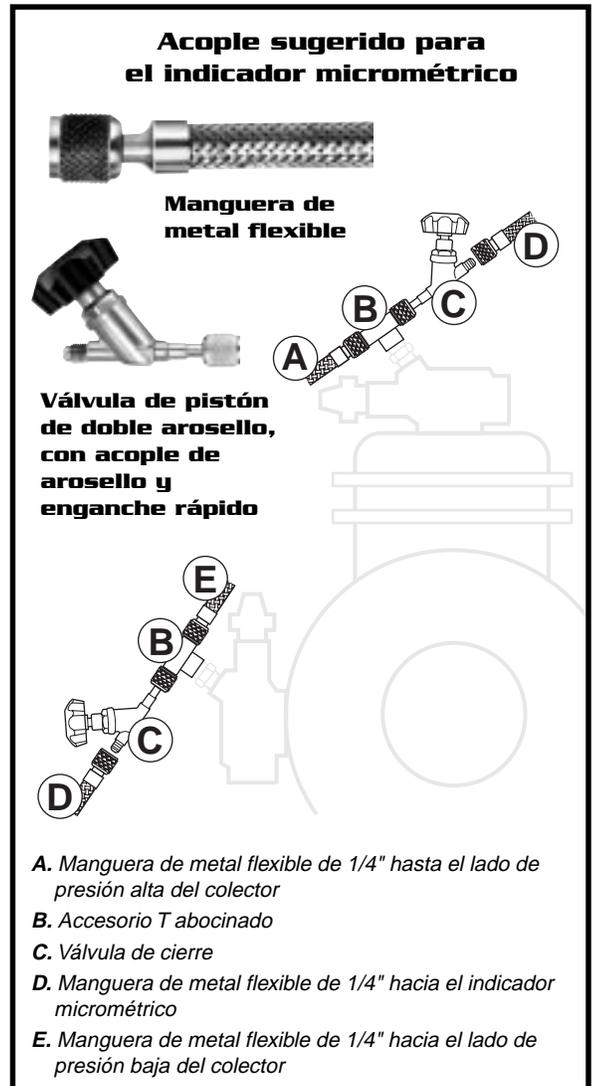
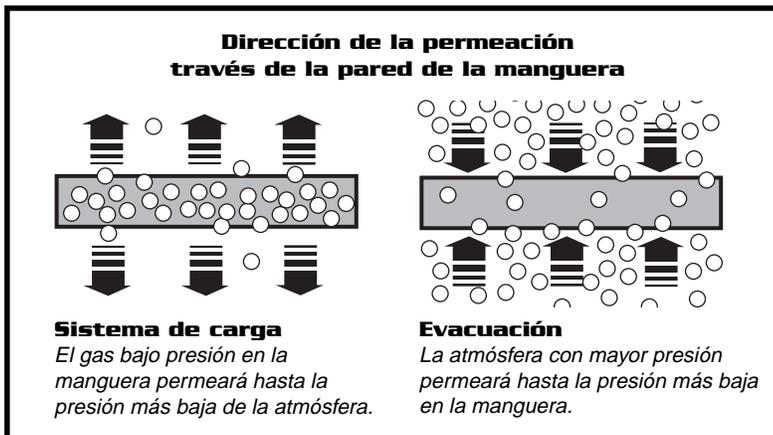
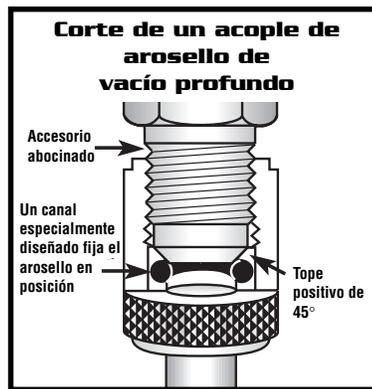
La evacuación debe hacerse siempre desde ambos lados del sistema. Hasta el momento nos hemos referido al acoplamiento más sencillo; el colector del indicador con dos líneas de conexión de 1/4" de D.I. al sistema y una conexión de 3/8" a la bomba por medio de la línea o los acoples. Mucho se ha dicho y escrito con relación al tamaño de la línea,

lo cual nos llevaría a creer que mientras más grande sea la línea que conectemos, más rápido haremos el trabajo. Esto sería verdad, excepto por el orificio de 3/16" del compresor. Por tanto, lo único que se necesita es tener líneas de conexión con D.I. mayores que 3/16". Éste es uno de los factores de tiempo limitantes en la evacuación.

La evacuación por ambos lados, alto y bajo, tomará solamente 3/4 del tiempo requerido para evacuar solamente a través de uno de los lados del sistema. Las líneas de conexión cortas también ahorrarán algún tiempo; sin embargo, no tanto como algunos aseguran. En relación con las longitudes de las tuberías en el sistema, se añade muy poca restricción a través de las líneas de conexión.

Ahora necesitamos conectar el indicador de vacío. La lectura más baja será en la bomba, la fuente de vacío. Si el sensor micrométrico está en la bomba cuando la cerremos, el medidor micrométrico volverá a la presión atmosférica. La razón es que el sensor está demasiado cerca de la bomba y no le da tiempo al sistema para equilibrarse. Si va a conectar el indicador micrométrico a la entrada de 1/4" de la bomba, se sugiere que la línea tenga un mínimo de 3 pies.

La lectura más exacta se obtiene en el compresor utilizando ambos lados, el alto y el bajo. En este



punto, necesitamos conexiones adicionales para el indicador electrónico y se debe considerar algunas precauciones para efectuar la carga.

Dependiendo del medidor, se debe recordar que los sensores de los indicadores electrónicos no medirán la presión en exceso de 1 a 100 libras. Por tanto, se debe poder aliviar la presión antes de la carga. Cualquier válvula adicional deberá ser de tipo acople rápido con arosello con sello de pistón de tipo arosello doble, para evitar fugas en el empaque y en el diafragma.

Prueba de aumento de presión

Anteriormente se mencionó que la única diferencia entre el vacío profundo y los métodos anteriores es que podemos medir lo que hemos hecho. Esto se llama Prueba de aumento de presión.

Cuando la lectura del sensor se encuentre entre 300 y 400 micras, accione la válvula de cierre para aislar la bomba del indicador electrónico de vacío y del sistema. Espere de 5 a 20 minutos para permitir que se equilibre la presión del sistema. La lectura que obtenga al final de esta prueba será muy cercana a la que realmente existe en el sistema. Un aumento rápido durante esta prueba hasta la presión atmosférica indicará una fuga, mientras que un aumento más lento hasta un máximo de 1.500 micras indicará la presencia de humedad.

Existen muchas recomendaciones acerca del nivel de evacuación de dónde escoger incluyendo la que dice "evacue el sistema hasta un valor menor de 200 micras". Ésta no debe considerarse. Observe que decimos "sistema" porque es posible evacuar la tubería o cualquier otro componente, que no sea el compresor, hasta por debajo del nivel mencionado. El aceite para la refrigeración tiene una presión de vapor (es decir, que hierve) entre 200 y 250 micrones. Por tanto, para lograr que el sistema esté por debajo de este nivel, tendría que hervirse todo el aceite, lo cual es poco probable que ocurra.

Se desmiente el argumento de que "no se puede tener un vacío profundo en las bombas térmicas, etc."

La palabra "sublimación", la habilidad de la humedad de ir directamente de hielo sólido a vapor sin pasar por el estado líquido, se usa frecuentemente en la producción de vacío. Este fenómeno se observa cuando la ropa lavada se cuelga afuera en el invierno y ésta se congela. Aún así, con el tiempo, se seca debido a la sublimación. Si las líneas se encuentran en un ambiente frío, es posible tener hielo en el sistema. Éste se eliminará durante la evacuación. Obviamente, la adición de calor (sólo por pistola de aire caliente) en estos puntos fríos acelerará el trabajo.

La evacuación extrae lo peor de un sistema

Recuerde, los ácidos hidrofluórico e hidroclórico y su compinche, la humedad, se acumulan en el aceite. Con el tiempo destruyen la capacidad de descenso de temperatura y actúan como

abrasivos en las superficies internas. Si se les deja en una bomba inactiva, estos delincuentes se mantendrán ocupados oxidando y corroyendo las superficies internas.

Para que su bomba alcance un vacío casi perfecto, el aceite debe estar limpio y exento de

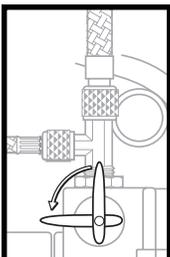
humedad durante toda la evacuación. Solamente se necesita unos pocos minutos antes y durante cada trabajo para drenarla, limpiarla y llenarla de nuevo. Mantenga su bomba funcionando a su máximo desempeño y sin problemas durante mucho tiempo.

Siempre almacene su equipo de vacío taponado o cubierto para prevenir la contaminación causada por la condensación y la suciedad. Dado que un pequeño corte o suciedad en los arosellos puede causar fugas, se debe limpiar las superficies de contacto de los acoples abocinados en las entrada de flujo y revisarlas antes del acople. Los aceites de la bomba de vacío son un buen lubricante en estas conexiones.

Realmente, las bombas de vacío requieren cargarse una o dos veces para cada trabajo.



Así que si su bomba no funciona como debiera, quizá sea por algo que la contaminó en el trabajo.



Cómo prevenir "dificultades de arranque"

Después de cerrar la válvula de aislamiento, abra la válvula del balasto de gas y apague la bomba.

300-400 micras Accione la válvula de cierre

Lecturas después de 5 a 20 minutos

Menos de 500 micras Evacuación completa

Aumento lento hasta 1500 micrones Humedad

Aumento rápido hasta la presión atmosférica Fuga

J/B INDUSTRIES INC.

P.O. Box 1180 • Aurora, IL 60507-1180
Correo electrónico: sales@jbind.com