

FILTROS DESHIDRATADORES

Prólogo	1	Filtros Deshidratadores	9
Contaminantes	1	Definición.	9
Cómo entran los Contaminantes a los Sistemas		Descripción.	9
de Refrigeración	1	Tipos de Filtros Deshidratadores	10
Equipos Nuevos.	2	Clasificación.	10
Instalación y Servicio.	2	Capacidad de Retención de Agua.	11
Durante la Operación.	2	Capacidad de Flujo.	11
Efectos de los Contaminantes	2	Seguridad	11
Contaminantes Sólidos.	2	Capacidad de Ácidos.	12
Gases no Condensables.	3	Remoción de Ceras.	12
Contaminantes Orgánicos.	3	Filtración.	12
Ácidos.	3	Capacidad del Sistema.	13
Humedad.	3	Cuándo se debe Instalar un Filtro Deshidratador	13
Humedad en los Sistemas de Refrigeración	3	Dónde se debe Instalar un Filtro Deshidratador	13
Procedencia.	3	Línea de Líquido.	14
Efectos.	4	Línea de Succión.	15
Control	4	Cuándo se debe Cambiar un Filtro Deshidratador	16
Solubilidad en los Refrigerantes	4	Cómo se debe eleccionar un Filtro Deshidratador	16
Solubilidad.	4	Contaminantes.	17
Concentración Relativa.	5	Presión de Operación.	18
Desecantes	6	Temperatura de Operación.	18
Introducción.	6	Humedad Total del Sistema.	18
Definición	6	Cómo se debe Instalar un Filtro Deshidratador	20
Tipos.	6	Línea de Líquido.	20
Características.	7	Línea de Succión.	20
Capacidad y Eficiencia.	7	Consideraciones de Seguridad para Filtros	
		Deshidratadores	21

Prólogo

En los principios de la refrigeración mecánica, los sistemas no eran tan sensibles a los materiales extraños como lo son ahora. Los sistemas modernos están diseñados para operar a temperaturas más altas, usando compresores que trabajan a mayor velocidad y que son contruidos con espacios más reducidos. Bajo estas condiciones, los contaminantes pueden causar problemas serios y sobre todo, reparaciones muy costosas.

En cualquier sistema de refrigeración, el refrigerante y el aceite recorren el circuito cientos de veces cada día. Si existen contaminantes dentro del sistema, éstos circularán con el refrigerante y el aceite y, tarde o temprano, se presentarán problemas como fallas en el funcionamiento de la válvula de expansión, obstrucción del tubo capilar o daños al compresor, ya que estos componentes son los mas afectados por los contaminantes. El refrigerante y el aceite deben mantenerse todo el tiempo limpios, libres de humedad o de cualquier otro contaminante. La mejor manera, y la única, de proteger estos componentes, es instalando filtros deshidratadores en el sistema. Esto es particularmente más importante con los motocompresores, en los cuales el embobinado del motor y las partes internas del compresor están expuestas a los contaminantes que pueda haber en el sistema.

Contaminantes

Los contaminantes son sustancias presentes en los sistemas de refrigeración, los cuales no tienen ninguna función

útil y son dañinos para el funcionamiento adecuado del equipo. Pueden existir en cualquiera de los tres estados: sólido, líquido y gaseoso. Los contaminantes más comunes en los sistemas de refrigeración son:

Sólidos: Polvo, mugre, fundente, arena, lodo, óxidos de fierro y cobre, sales metálicas como cloruro de hierro y cobre, partículas metálicas como soldadura, rebabas, limaduras, etc...

Líquidos: Agua, resina, cera, solventes y ácidos.

Gaseosos: Aire, ácidos, gases no condensables y vapor de agua.

Además del estado en que se encuentran, los contaminantes pueden clasificarse como orgánicos e inorgánicos y pueden ser solubles o insolubles en el refrigerante, en el aceite o en una mezcla de ambos.

Los contaminantes inorgánicos son principalmente las partículas metálicas, óxidos, arena, sales, ácidos y gases no condensables. Los orgánicos están compuestos mayormente de carbono, oxígeno e hidrógeno, tales como resinas, ceras, fundentes, lodos, solventes, etc.

Cómo entran los Contaminantes a los Sistemas de Refrigeración

Uno o varios de los contaminantes mencionados anteriormente, pueden de alguna manera introducirse al sistema durante un servicio, la instalación en el campo, su ensamble o inclusive durante la fabricación, aunque se hayan tomado las precauciones necesarias.

Algunos otros contaminantes se forman dentro del sistema como consecuencia del efecto de otros contaminantes, cuando el sistema está en operación y las condiciones son propicias.

Equipos Nuevos

Algunos contaminantes permanecen en los equipos nuevos durante su manufactura o ensamble, debido a una limpieza deficiente; tal es el caso de la arena de fundición en los compresores. Grasas y aceites utilizados en el corte, estirado y doblado de tubos para la fabricación de serpentines. Rebabas, fundente y pasta durante el proceso de soldadura. Pedazos desprendidos de empaques de asbesto o hule y otros materiales.

Instalación y Servicio

Otros contaminantes entran al sistema durante su instalación o al efectuar un servicio, debido a la falta de conciencia o habilidad del contratista o del técnico.

La unión o soldadura de tubos, si no se hace con cuidado, es la mayor fuente de contaminantes como: óxidos, rebabas, fundente, pasta y humedad. Esto se debe a no cortar los tubos con la herramienta adecuada, usar exceso de fundente y recalentar demasiado al soldar.

También al cargar el refrigerante y/o aceite, cuando éstos no son de la calidad necesaria o no se han manejado apropiadamente, se pueden introducir junto con ellos contaminantes como humedad, aire y otros gases no condensables. Estos mismos contaminantes pueden entrar al sistema si existe alguna fuga en el lado de baja presión, cuando esta presión es negativa; es decir, menor que la atmosférica (vacío). Una vez dentro, estos contaminantes deben ser expulsados por medio de una bomba de vacío. Si el vacío no es el adecuado o si se hace con el mismo compresor, lo más probable es que queden cantidades suficientes de aire y humedad para causar problemas a los equipos.

Durante la Operación

Los refrigerantes son solventes excelentes y al arranque del compresor, todos los contaminantes en el sistema son barridos y arrastrados a través de las tuberías hacia el cárter del compresor.

La estabilidad química de un sistema se ve afectada por las altas temperaturas, siendo éste un factor que casi nunca se toma en consideración.

Si el sistema está operando en condiciones anormales de presión y temperatura, y existe la presencia de humedad y aire, es casi segura la formación de otros tipos de contaminantes debido a la descomposición química del aceite o del refrigerante. Esto es más común con compresores herméticos y semiherméticos. Estos sistemas son pequeños reactores químicos comparables a los utilizados en plantas químicas; ya que tienen todos los ingredientes como calor, presión, reactivos (refrigerante, aceite, humedad y oxígeno), catalizadores (acero y cobre), óxidos (de hierro y cobre) y algunas veces, sales metálicas.

Los refrigerantes halogenados son compuestos muy estables; esto es, no se descomponen fácilmente con calor. En recipientes de acero (o el compresor) son estables hasta alrededor de 260°C, pero en presencia de sales metálicas u óxidos, su límite de estabilidad con respecto a la temperatura se reduce drásticamente. Si por alguna razón la temperatura de operación aumenta arriba de la normal, se produce una reacción química entre el refrigerante y la humedad llamada hidrólisis, produciendo ácidos clorhídrico y fluorhídrico y bióxido de carbono. También hay producción de ácidos en grandes cantidades cuando el aislamiento del embobinado del motor está dañado, generando chispazos y constantes arcos eléctricos.

Está demostrado que por cada 10°C que aumente la temperatura del sistema, la velocidad de las reacciones químicas aumenta al doble.

Los ácidos producidos se presentan en forma de gas cuando el sistema está seco, y son inofensivos, pero en presencia de humedad se vuelven líquidos y son altamente corrosivos.

Por otra parte, los aceites minerales para refrigeración, aunque sean cuidadosamente refinados y seleccionados, se descompondrán bajo condiciones adversas en combinación con el refrigerante, aire y humedad. Los ácidos orgánicos que contienen los aceites son ácidos débiles e inofensivos, pero en presencia de sales metálicas y altas temperaturas, contribuyen a la descomposición del aceite mediante una reacción química llamada polimerización.

Además, si hay aire en el sistema, la deterioración del aceite se acelera. El principal producto de la descomposición del aceite es el lodo. Los otros subproductos son resinas y barnices. La apariencia física de estos materiales va desde un aceite espeso, luego más denso como resina o goma, posteriormente espeso como lodo, y finalmente un sólido en forma de polvo. La reacción entre el aceite y el refrigerante también causará la formación de lodo y más ácido.

La peor condición posible para la formación de grandes cantidades de ácido y otros contaminantes como carbón, es cuando se quema el motocompresor debido a la alta temperatura que alcanza, acelerando las reacciones químicas entre refrigerante, aceite y barniz del aislamiento del embobinado.

Efectos de los Contaminantes

Contaminantes Sólidos

Los contaminantes sólidos, principalmente las partículas metálicas, pueden causar en un sistema de refrigeración problemas como:

1. Rayar las paredes de los cilindros y los cojinetes.
2. Taponeo en el cedazo de la válvula de termo expansión o del tubo capilar.
3. Alojarse en el devanado del motocompresor y actuar como conductores, creando corto circuito, o actuar como abrasivos en el aislante del alambre.

4. Depositarse en los asientos de las válvulas de succión o descarga, reduciendo significativamente la eficiencia del compresor.
5. Tapando los orificios de circulación de aceite en las partes móviles del compresor, provocando fallas por falta de lubricación.
6. Sirven como catalizadores (aceleradores) de la descomposición química de refrigerante y aceite.

Aunque el aceite tiene alta resistencia dieléctrica, la presencia de partículas metálicas o humedad disminuyen esa resistencia, volviéndolo un conductor de corriente eléctrica, pudiendo causar falla o quemadura.

Gases no Condensables

Son un tipo de contaminantes frecuentemente encontrados en los sistemas de refrigeración. El que sean dañinos o no al sistema, depende del tipo de gas y la cantidad presente. Los químicamente reactivos, tales como cloruro de hidrógeno, atacarán otros componentes en el sistema y en casos extremos producirán fallas. Los que son químicamente inertes como el aire, el hidrógeno, el oxígeno, el bióxido de carbono, el nitrógeno, etc., que no se licúan en el condensador, reducen la eficiencia de enfriamiento. Su presencia contribuye a incrementar la presión de condensación y, por lo tanto, la temperatura, acelerando las indeseables reacciones químicas.

El aire en particular, como ya se mencionó, incrementa la descomposición del aceite. Su presencia en los sistemas de refrigeración es debida a:

1. Evacuación incompleta del sistema.
2. Algunos materiales lo liberan o se descomponen a alta temperatura durante la operación.
3. Fugas en el lado de baja.
4. Reacciones químicas durante la operación del sistema.

Los gases no condensables se eliminan purgando el sistema durante la operación, o creando un buen vacío antes de cargar el sistema con refrigerante.

Contaminantes Orgánicos

Como ya vimos, estos contaminantes son parcialmente solubles en la mezcla de refrigerante y aceite, pero pueden volverse completamente solubles mediante la acción del calor; por lo tanto, circularán por todo el sistema donde cada uno causará problemas en distintas partes, principalmente en la válvula de expansión o el tubo capilar. Como las resinas o ceras, que se precipitan a bajas temperaturas como las que se tienen en estos dispositivos, acumulándose en el orificio hasta obstruirlo.

Ácidos

Tal como se mencionó anteriormente, los ácidos, particularmente los inorgánicos, son más corrosivos en presencia de humedad. Atacan principalmente las partes metálicas de acero y cobre. Por ejemplo, el ácido clorhídrico (HCl) reacciona con estos metales formando las indeseables sales que sirven de catalizadores para otras reacciones químicas. El ácido fluorhídrico (HF), es aún más corrosivo, llegando inclusive a atacar al vidrio.

Otra parte del sistema donde los ácidos tienen un efecto deteriorante, es sobre el barniz aislante del alambre del embobinado del motocompresor, disolviéndolo y creando la posibilidad de un corto circuito.

Humedad

De acuerdo a todo lo expuesto hasta ahora, podemos darnos cuenta que la mayor parte de los problemas de contaminantes son debido a la presencia de la humedad en los sistemas de refrigeración. Por esto, se le considera mundialmente como el enemigo No. 1 de los sistemas de refrigeración; por lo que vamos a dedicar una sección aparte sobre su procedencia, sus efectos y cómo controlarla.

Humedad en los Sistemas de Refrigeración

Es bien conocido el peligro que representa un exceso de humedad en los sistemas de refrigeración; ya que la humedad combinada con altas temperaturas, da origen a fenómenos complejos, sobresaliendo la formación de hielo en la válvula de termo expansión o en el tubo capilar, ácidos en refrigerante y aceite, lodo y hasta quemadura del motocompresor. Aun cuando el contenido de humedad no sea excesivo como para congelarse en la válvula de termo expansión o en el tubo capilar, de todos modos puede causar algunos de los otros problemas previamente mencionados y, puesto que todos estos efectos no pueden ser detectados de manera ordinaria, es importante el uso de filtros deshidratadores para mantener la humedad en un nivel seguro.

Procedencia

Las principales fuentes de humedad son:

1. Mal secado del equipo en su fabricación.
2. Introducción durante la instalación o servicio en el campo.
3. Como producto de la combustión de una flama de gas.
4. Retención en los poros de la superficie de los metales.
5. Fugas en el lado de baja cuando la presión es menor que la atmosférica (vacío).
6. Fugas en los condensadores enfriados por agua.
7. Reacciones químicas (oxidación) de algunos refrigerantes o aceites.
8. Mezclada con el refrigerante o el aceite al cargarlos al sistema.
9. Descomposición del aislante de los motocompresores.
10. Condensación de la humedad del aire que ha entrado en el sistema.

Aunque el contenido de humedad en cada uno de los puntos anteriores no tendría efecto por sí sola, sí se debe de considerar al determinar el contenido global del sistema terminado. Por ejemplo, el aceite a granel contiene entre 20 y 30 partes por millón (ppm) de humedad. Los refrigerantes, también a granel, tienen una tolerancia aceptable de 10 a 15 ppm. Cargar el refrigerante al sistema a través de un filtro deshidratador, siempre será una práctica segura.

Efectos

Si se permite que circule por el sistema demasiada humedad mezclada con el refrigerante, puede conducir a cualquiera de los siguientes efectos:

1. Formación de hielo en la válvula de termo expansión, en el tubo capilar o el evaporador, restringiendo el flujo de refrigerante y en algunos casos, obstruyéndolo por completo.
2. Oxidación y corrosión de metales.
3. Descomposición química del refrigerante y del aceite.
4. Cobrizado.
5. Daño químico al aislamiento del motor u otros materiales.
6. Hidrólisis del refrigerante formando ácidos y más agua.
7. Polimerización del aceite, descomponiéndolo en otros contaminantes.

Control

Es imperativo que la humedad sea removida de los componentes de los sistemas de refrigeración durante la manufactura y ensamble de equipos nuevos, y que se tomen las precauciones necesarias para evitar que se quede en el sistema durante la instalación, o al hacerle un servicio. La humedad está presente siempre en todos los sistemas de refrigeración, pero ésta deberá mantenerse por debajo del nivel máximo permisible, para que el sistema opere satisfactoriamente.

¿Qué tanta agua es segura? Nadie lo sabe con certeza, pero en algo estamos todos de acuerdo, y eso es, que mientras menos agua haya presente, es mejor, y que no debe haber agua libre (suelta) dentro del sistema.

Solubilidad en los Refrigerantes

Aunque los fabricantes de refrigerantes hacen un gran esfuerzo por obtener sus productos "secos"; es decir con un mínimo contenido de humedad, es muy frecuente que, al momento de introducirlo al sistema lleve más humedad de la máxima permisible, por diversas causas ajenas al fabricante y que, generalmente, son debidas a descuidos en la operación de traspasar varias veces el refrigerante de un recipiente a otro, y sobre todo, cuando los recipientes no han sido limpiados adecuadamente.

Si la concentración de humedad es alta y la temperatura es suficientemente baja, el agua en forma de hielo se separa del refrigerante. También se puede formar lo que se llama hidrato sólido, que es una molécula compleja de refrigerante y agua, la cual puede formarse a temperaturas mayores que las requeridas para que se forme el hielo. Por otra parte, también se puede formar agua líquida a temperaturas arriba de las requeridas para separar el hielo o el hidrato sólido. La pregunta aquí es ¿Qué tan seco debe estar un refrigerante para que el agua disuelta en él no se separe? El refrigerante debe estar lo suficientemente seco para que aún a la más baja temperatura de diseño, no ocurra esta separación.

La separación del agua como hielo o como líquido, está relacionada a la solubilidad del agua en el refrigerante.

Solubilidad

Los refrigerantes tienen cierta afinidad con el agua; es decir, tienen cierta capacidad para mezclarse con el agua tanto en fase líquida como en fase de vapor. Esta característica se llama solubilidad. La solubilidad del agua en los refrigerantes varía con cada tipo de refrigerante y con la temperatura, o sea que, el agua se disuelve más fácilmente en unos refrigerantes que en otros, y **la cantidad de agua que se puede disolver en un refrigerante es mayor a altas temperaturas y disminuye a bajas temperaturas.**

En la tabla 1.1 se presentan datos sobre la solubilidad del agua en fase líquida de algunos refrigerantes halogenados a diferentes temperaturas. Esta solubilidad está expresada en partes por millón (ppm) en peso. Una ppm equivale a 1 miligramo de agua disuelta en 1 kilogramo de refrigerante. Los valores de la tabla 1.1 indican la cantidad máxima de agua que se disolverá en el refrigerante a una temperatura dada. Ejemplo: la solubilidad del agua en el R-12 a -10°C es 13.7 ppm, esto significa que a esa temperatura, el R-12 puede contener disueltos como máximo, 13.7 miligramos de agua por cada kilogramo de refrigerante. Si hay un exceso de agua presente, ésta existirá como agua libre (suelta), y si la temperatura es muy baja, se congelará.

Quizá los valores de la tabla 1.1 no sean de mucha importancia para los técnicos o ingenieros en refrigeración; ya que es muy difícil determinar la cantidad de agua presente en un sistema en operación. Sin embargo, se puede obtener información útil de esta tabla.

Mientras mayor sea la solubilidad del agua en un refrigerante, menor será la posibilidad de que se separe el hielo o el agua en un sistema de refrigeración. La solubilidad del agua en el amoníaco, en el bióxido de carbono y en el bióxido de azufre es tan alta, que no hay problemas de

TEMP. °C	R-12	R-22	R-502	R-134a
60	440.0	3,150	1,400	2,117
55	359.0	2,754	1,238	1,928
50	286.0	2,470	1,108	1,716
45	228.0	2,190	975	1,611
40	183.0	1,896	862	1,478
35	147.0	1,690	750	1,359
30	116.0	1,488	646	1,226
25	91.0	1,278	553	1,100
20	69.0	1,106	472	978
15	57.0	956	394	857
10	44.0	830	335	783
5	33.0	706	284	680
0	25.0	596	236	591
-5	18.6	502	194	531
-10	13.7	419	160	470
-15	10.0	346	131	407
-20	7.3	282	105	341
-25	5.1	229	84	300
-30	3.5	186	66	252
-35	2.4	149	52	214
-40	1.7	120	40	183
-45	1.2	94	31	158
-50	0.8	73	24	132

Tabla 1.1 - Solubilidad del agua en fase líquida para algunos refrigerantes halogenados (ppm).

separación de hielo o agua líquida. Pero en otros refrigerantes como el R-12, en el que la solubilidad del agua es tan baja, es de esperarse que los problemas de congelación sean mayores, y de hecho, así es. Los sistemas con R-12 deberán ser secados con mayor intensidad para evitar restricciones debidas al hielo a bajas temperaturas, o problemas de corrosión debidas al agua líquida.

Aunque en refrigerantes como el R-22, el R-502 y el R-134a, la solubilidad del agua es mayor que en el R-12, cuando operan a bajas temperaturas, también pueden tenerse los mismos problemas de formación de hielo y de agua líquida.

Concentración Relativa

Lo que nos indican los valores de la tabla 1.1, es la máxima cantidad de agua que el refrigerante puede aceptar en fase líquida a una temperatura dada, es una condición de saturación. Si el refrigerante contiene más humedad que la indicada en la tabla a la misma temperatura, se tiene un líquido sobresaturado de humedad, a lo que se le conoce como saturación relativa y se expresa como un porcentaje de la humedad en condiciones de saturación. Por ejemplo, si en un sistema con R-12 a una temperatura de 40°C con un contenido de humedad de 15 ppm, de la tabla 1.1 la saturación relativa será $15/183 \times 100 = 8.19\%$.

En la fase de vapor también se puede presentar esta sobresaturación, y también se expresa en porcentaje. Cuando en una mezcla de vapor y líquido se tiene humedad, ésta estará en equilibrio en las dos fases, pero la concentración es diferente en el líquido que en el vapor.

Se puede calcular la distribución de la humedad entre las dos fases, expresada como una relación de porcentaje en peso. En la tabla 1.2 se muestran las relaciones de la distribución de humedad para varios refrigerantes. Los valores de esta tabla indican la concentración relativa de agua en el vapor comparada con la concentración en el líquido. Las relaciones de distribución para el R-22, el R-502 y el R-134a son menores de 1, lo que significa que la concentración de agua en el equilibrio, es mayor en la fase líquida que en la fase vapor. En el caso del R-12 sucede lo contrario.

Por ejemplo, en un cilindro cerrado de refrigerante 22, cualquier contenido de humedad presente estará distribuido entre las dos fases de acuerdo a la relación de la tabla 1.2; así que, cuando se extraiga vapor del cilindro, éste estará más seco que el líquido. Al extraer más y más vapor, el líquido remanente contendrá más humedad. Para el R-12 sucede lo contrario, y el vapor estará más húmedo que el líquido.

Los valores de la tabla 1.2, pueden usarse para calcular la concentración del agua en equilibrio en el refrigerante en fase líquida, si se conoce la concentración en la fase vapor y viceversa.

En un sistema de refrigeración en operación, que contenga una cierta cantidad constante de humedad circulando a través del sistema con el refrigerante, la saturación relativa variará con la temperatura y con los cambios de fase del refrigerante.

Consideremos un sistema con R-22 a 35°C (fig. 1.3). Si en el tanque recibidor existe una mezcla de líquido y vapor, y el líquido contiene 60 ppm de humedad, la saturación relativa del líquido será:

$$\frac{60}{1690} \times 100 = 3.55\%$$

TEMP. °C	R-12	R-22	R-502	R-134a
35	5.85	0.400	0.635	0.36
30	6.48	0.400	0.644	0.39
25	7.08	0.401	0.651	0.42
20	7.64	0.403	0.656	0.45
15	8.28	0.400	0.660	0.48
10	9.00	0.391	0.660	0.50
5	9.99	0.390	0.660	0.53
0	10.98	0.380	0.640	0.57
-5	11.69	0.359	0.617	---
-10	12.32	0.336	0.586	---
-15	12.95	0.313	0.550	---
-20	13.70	0.291	0.518	---
-25	14.60	0.268	0.491	---
-30	15.50	0.246	0.463	---
-35	16.29	0.224	0.431	---
-40	17.10	0.210	0.400	---

Tabla 1.2 - Distribución de agua entre las fases líquida y vapor de los refrigerantes halogenados.

Agua en vapor (% en peso)

Agua en líquido (% en peso)

Si se permite que el vapor y el líquido en el recibidor alcancen el equilibrio (lo que puede ocurrir en el ciclo de paro), de la tabla 1.2, el contenido de humedad del vapor será:

$$60 \times 0.40 = 24 \text{ ppm a una S.R. de } 3.55\%$$

Cuando comience a trabajar el sistema y el líquido con 60 ppm sea transferido del recibidor a la válvula de expansión, la humedad en el líquido se evapora junto con el refrigerante hacia el evaporador. Si suponemos que todo el líquido se evapora en el evaporador a 4°C, la cantidad de humedad en el evaporador por metro cúbico, será 60 ppm por la densidad del vapor de refrigerante a 4°C.

$$60 \times 10^{-6} \frac{\text{kg agua}}{\text{kg R-22}} \times 1.5208 \frac{\text{kg R-22}}{\text{m}^3 \text{ R-22}} = 9.125 \times 10^{-5} \frac{\text{kg agua}}{\text{m}^3 \text{ R-22}}$$

El peso de un m³ de humedad acuosa saturada a 4°C, es igual a $40.7 \times 10^{-5} \text{ kg}$. La saturación relativa en el evaporador es:

$$\frac{9.125 \times 10^{-5}}{40.7 \times 10^{-5}} \times 100 = 22.4\%$$

Al retornar el vapor de succión al compresor a una temperatura de 18°C, la densidad del vapor será 1.42 kg/m³.

El peso de un m³ de vapor de agua a 18°C es

$$60 \times 10^{-6} \times 1.42 \text{ kg/m}^3 = 8.52 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3$$

El peso de un m³ de vapor acuoso saturado a 18°C es 96.8 x 10⁻⁵ kg/m³

La saturación relativa en el compresor es

$$\frac{8.52 \times 10^{-5}}{96.8 \times 10^{-5}} \times 100 = 8.8\%$$

Para las condiciones mostradas en la fig. 1.3, la saturación relativa varía de 3.55% en la línea de líquido a 35°C, a 22.4% en el evaporador a 4°C, y a 8.8% en el vapor a 18°C en la línea de succión. Cuando la saturación relativa del vapor llega a 100% a temperaturas de 0°C o más bajas, hay formación de hielo durante la evaporación del refrigerante.

La humedad requerida para que ocurra un taponamiento con hielo, es en función a la cantidad de vapor que se forme durante la expansión, y de la distribución del agua entre las fases líquida y vapor a la salida de la válvula de termo expansión o el tubo capilar. Por ejemplo, en un sistema de R-12 con líquido a una temperatura de 45°C y una temperatura en el evaporador de -30°C, después de la expansión, el refrigerante será 41.3% vapor y 58.7% líquido en peso.

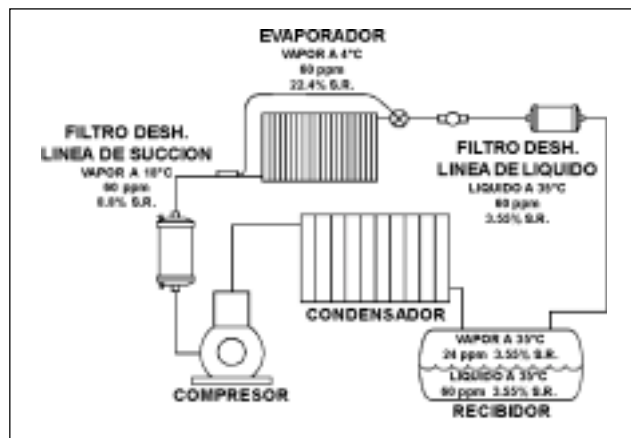


Figura 1.3- Sistema con R-22 contenido de humedad del refrigerante líquido = 60 ppm

De la tabla 1.1, a -30°C el R-12 tiene un contenido de agua saturada en fase líquida de 3.5 ppm. De la tabla 1.2 se puede determinar el contenido de agua saturada en la fase vapor:

$$3.5 \times 15.50 = 54.25 \text{ ppm}$$

Cuando el vapor contiene más de la cantidad de saturación (100% h.r.), se presentará agua libre como una tercera fase. Si la temperatura es menor de 0°C, se formará hielo. Usando estos valores y los porcentajes de líquido y vapor, puede calcularse el contenido de agua crítico del refrigerante en circulación:

líquido	3.5 X	0.587 =	2.05
vapor	54.25 X	0.413 =	22.40
			24.45 ppm

Si se mantiene el nivel de humedad abajo de su valor crítico, se evita que haya agua libre en el lado de baja del sistema.

El análisis anterior puede utilizarse para todos los refrigerantes y todas las aplicaciones. Un sistema de R-22 con temperaturas de 45°C en el líquido y -30°C en el vapor, alcanza la saturación cuando la humedad en circulación es de 135 ppm. Nótese que este valor es menor que la solubilidad en el líquido a -30°C (186 ppm); por lo que no se presentará agua en forma libre.

El entendimiento de esta relación química entre el refrigerante y la humedad en un sistema de refrigeración, nos ayuda a controlar el problema. Debe considerarse también que este entendimiento de la solubilidad del agua en los refrigerantes, puede preparar el camino para mejores procedimientos de secado.

Desecantes

Introducción

Por todo lo visto hasta ahora, la conclusión es, que para controlar y eliminar los contaminantes en los sistemas de refrigeración, es indispensable hacer uso de algún material que tenga esta capacidad. Pero esto no debe ser preocupación nuestra, ya que este problema lo han resuelto otras personas desde hace varias décadas en base a estudios, investigaciones y experiencias. Se comenzó por probar con materiales que ya se empleaban satisfactoriamente en otras ramas de la industria, como la química. Algunos tuvieron que ser desechados y otros dieron buenos resultados después de probarlos y evaluarlos cuidadosamente. A estos materiales se les conoce como desecantes.

Definición

Los desecantes son materiales usados principalmente para remover la humedad excesiva contenida en la mezcla refrigerante-aceite, tanto en forma de vapor como líquida, ya sea en equipos nuevos o ensamblados en el campo.

La eliminación de humedad se logra de dos maneras: por adsorción y por absorción. En el proceso de absorción, el desecante reacciona químicamente con la humedad, combinando sus moléculas para formar otro compuesto y removiendo de esta manera la humedad. En el proceso de adsorción, no hay reacción química entre el desecante y la humedad. El desecante es muy poroso, y por lo tanto, tiene una superficie muy grande expuesta al flujo. Y es en estos poros donde de una manera mecánica se atrapa y se retiene la humedad.

Por lo anterior, en un sistema de refrigeración conviene más usar desecantes que remuevan la humedad por el proceso de adsorción.

Tipos

Existen muchos materiales que tienen la capacidad de servir como agentes desecantes o deshidratantes, pero no todos son adecuados para utilizarse en refrigeración,

ya que en estos sistemas, se requiere un material que remueva la humedad de la mezcla refrigerante-aceite, sin causar reacciones indeseables con estos compuestos o con otros materiales del sistema.

De entre los diferentes desecantes que remueven la humedad por el proceso de adsorción, los más comúnmente empleados en refrigeración son: sílica gel, alúmina activada y tamiz molecular.

Características

La principal característica de un desecante, es que debe tener una gran capacidad para adsorber humedad. Algunos también adsorben ácidos. No deben ser solubles ni con el agua, ni con el refrigerante, ni con el aceite. No deben romperse al saturarse de humedad. Deben tener una alta resistencia mecánica para mantener su integridad física y resistir la presión del flujo de refrigerante y las vibraciones.

La sílica gel (SiO_2) es un material no cristalino. La alúmina activada (Al_2O_3) no es totalmente cristalina. Ambos desecantes tienen su red de poros de tamaño variable, y como su estructura no es uniforme, estos materiales son clasificados como adsorbentes amorfos.

El tamiz molecular es un silicato sintético. Su configuración molecular consiste de una serie de componentes de tamaño definido, dando como resultado un material uniforme, altamente cristalino.

El proceso de adsorción mediante el cual estos tres desecantes atrapan y retienen la humedad, consiste en que las moléculas del agua se adhieren a las paredes interiores de los poros o conductos capilares. Puesto que la superficie de estos poros o capilares es enorme, y las moléculas de agua son de tamaño pequeño, pueden retener cantidades relativamente grandes de agua.

A continuación se da una breve descripción de los tres desecantes más comunes.

Alúmina Activada.- Un sólido duro de color blanco, comúnmente en forma granular que no es soluble en agua. Además de su capacidad para retener agua, también tiene una excelente capacidad para retener ácidos. Generalmente no se utiliza en forma granular, sino que se tritura y se moldea en forma de bloque poroso, combinada con otro desecante para incrementar su capacidad de agua. Así, además de una gran capacidad para retener agua y ácidos, se proporciona filtración.

Sílica Gel.- Un sólido con aspecto de vidrio que puede tener forma granular o de perlas. No se disuelve en agua y tiene poco desprendimiento de polvo cuando se utiliza suelta. Tiene una capacidad aceptable para retener humedad. También se puede usar mezclada con otros desecantes para incrementar su capacidad de retención de agua, en forma granular (suelta) o moldeada en forma de bloque poroso.

Tamiz Molecular.- Es el más nuevo de los tres desecantes y ha tenido muy buena aceptación en la industria. Es un sólido blanco que no es soluble en agua. Su presentación

común es en forma granular o esférica. Tiene una excelente capacidad de retención de agua, aunque menor que la de la alúmina activada para retener ácidos. Debido a lo anterior, es muy común combinar estos dos desecantes para balancear estas dos características: retener agua y ácidos. Esta mezcla generalmente es en forma de bloques porosos moldeados.

Capacidad y Eficiencia

Por *capacidad* se entiende como la cantidad de humedad que un desecante puede adsorber y retener. La *eficiencia* es la habilidad que un desecante tiene para deshidratar un refrigerante, hasta el más bajo contenido de humedad correspondiente a una temperatura. A esto último se le conoce como Sequedad en el Punto de Equilibrio o EPD (Equilibrium Point Dryness).

Si un desecante recientemente activado (sin ningún contenido de humedad) se pone en contacto con un refrigerante que contiene humedad, el desecante comenzará a adsorber humedad del refrigerante. Cuando esto sucede, el refrigerante tendrá menos humedad y el desecante contendrá algo de humedad. A partir de este momento, el desecante a su vez pasará la humedad al refrigerante, aunque, como hay mas humedad en el refrigerante que en el desecante, es mayor la velocidad con que el desecante adsorbe agua del refrigerante, que la velocidad con que la vuelve a traspasar. Conforme se reduce la cantidad de agua en el refrigerante y aumenta la velocidad con que el desecante la pasa, la velocidad de adsorción disminuye. Cuando las dos velocidades se igualan, se dice que los contenidos de humedad en el desecante y en el refrigerante alcanzan un equilibrio.

La cantidad de agua que adsorbe un desecante de un refrigerante, para llegar a este punto de equilibrio depende de:

1. El tipo de refrigerante.
2. La cantidad de agua en el refrigerante.
3. La temperatura del refrigerante.
4. El tipo de desecante (volumen y tamaño de los poros y superficie).

En algunos desecantes la capacidad de adsorción de agua, se ve afectada por la cantidad de aceite presente en el refrigerante.

De acuerdo a las normas 35 y 63 de ASHRAE, en este punto de equilibrio, el contenido de agua en el refrigerante se conoce como Sequedad en el Punto de Equilibrio (EPD) y al agua retenida por el desecante se le conoce como capacidad de agua. Las unidades en que se miden estos dos valores son partes por millón para el EPD y por ciento en peso para la capacidad de agua (o bien, gramos de agua por 100 gramos de desecante).

Las curvas de equilibrio de humedad entre los tres desecantes comunes y los refrigerantes R-12, R-22 y R-134a se muestran en las figuras 1.4, 1.5 y 1.6, respectivamente. Estas curvas (isotermas de adsorción) indican que para cualquier cantidad especificada de agua en un refrigerante en particular, cada desecante retiene una cantidad

específica de agua correspondiente. Por ejemplo, si en un sistema con R-12 (figura 1.4), se desea un EPD de 5 ppm, el tamiz molecular adsorberá y retendrá 17% en peso de agua, la alúmina activada 7% y la sílica gel 4%. Esto significa que cada 100 gramos de tamiz molecular, retendrán 17 gramos de agua del R-12 a 24°C y la alúmina y la sílica retendrán 7 y 4 gr. respectivamente. Desde luego, se seleccionaría el tamiz molecular; aunque se puede utilizar cualquiera de los tres desecantes si se emplean cantidades suficientes. Esto significará usar 4.25 veces más sílica o 2.43 veces más alúmina.

En la figura 1.7 se puede observar como varía la capacidad de agua con el tipo de refrigerante; ya que siendo el mismo desecante, la misma temperatura y a un mismo EPD, digamos 15 ppm, el desecante podrá remover aproximadamente un 6.2% en peso del R-12, mientras que del R-22 sólo podrá remover aproximadamente un 3.4% en peso de humedad.

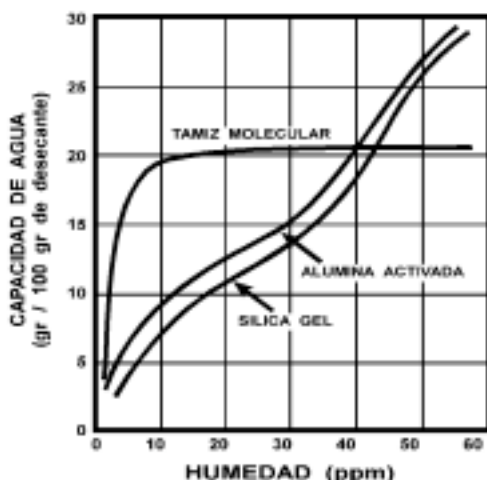


Figura 1.4 - Curvas de equilibrio de humedad para R-12 y tres desecantes comunes a 24°C

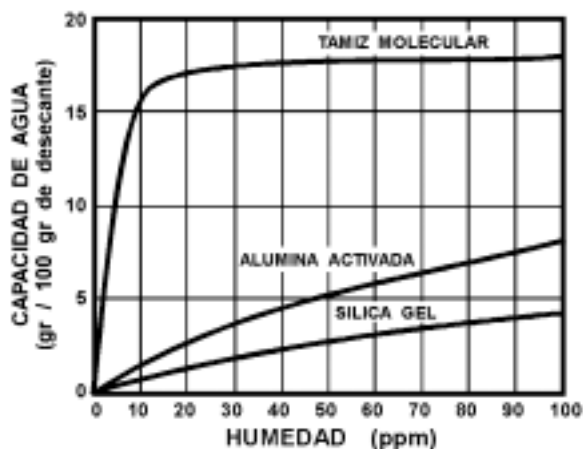


Figura 1.5 - Curvas de equilibrio de humedad para R-22 y tres desecantes comunes a 24°C

De esto se concluye que los refrigerantes en los que el agua es más soluble, como en el R-22 y R-134a (ver tabla 1.1), requieren más desecante para una deshidrata-

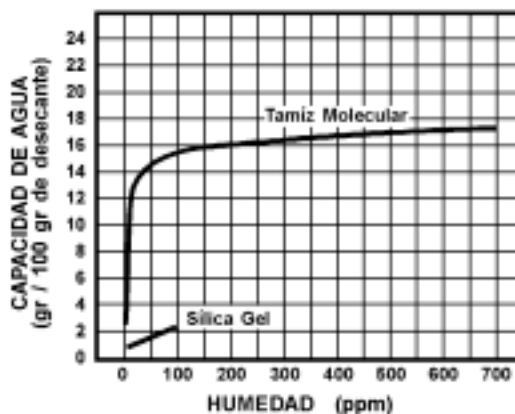


Figura 1.6 - Curvas de equilibrio de humedad para R-134a para tamiz molecular y sílica gel a 52°C

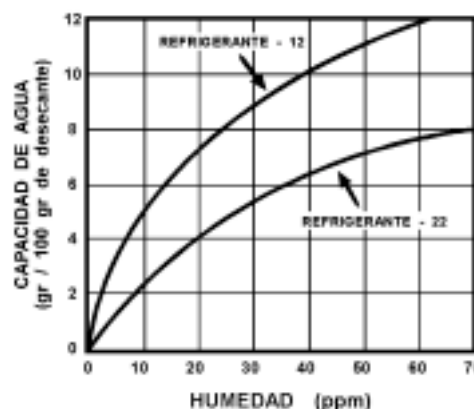


Figura 1.7 - Curvas de equilibrio de humedad para R-12 y R-22 a 24°C

ción adecuada, que en aquellos en los que el agua es menos soluble, como en el R-12.

Como se mencionó previamente, la capacidad retención de agua de los desecantes, también se ve afectada por la temperatura. La figura 1.8 muestra las mismas curvas para los tres desecantes y el R-22, similar a las mostradas en la figura 1.5, pero a una mayor temperatura, 52°C. Si nuevamente nos referimos al ejemplo anterior, a un EPD de 5 ppm a 52°C, el tamiz molecular adsorberá y retendrá 6 gr de agua por cada 100 gr de desecante, que es una cantidad mucho menor que 10.5 que retiene a 24°C. Similarmente, la alúmina activada y la sílica gel retendrán 1.0 y 0.4 gramos, respectivamente.

Obviamente, la capacidad de retención de agua de un desecante es mayor a temperaturas más bajas. Esto se ilustra en la figura 1.9, donde se puede apreciar que a bajas temperaturas se obtiene mayor capacidad de retención de agua. De aquí se deduce que es una ventaja deshidratar el refrigerante en un punto del sistema, donde relativamente la temperatura del líquido es más baja.

Aunque todas las gráficas (Figs. 1.4 a 1.8) muestran que el tamiz molecular tiene una capacidades de retención de agua más alta que la alúmina activada o la sílica gel a un mismo valor de EPD, los tres desecantes son adecuados si se utilizan cantidades suficientes.

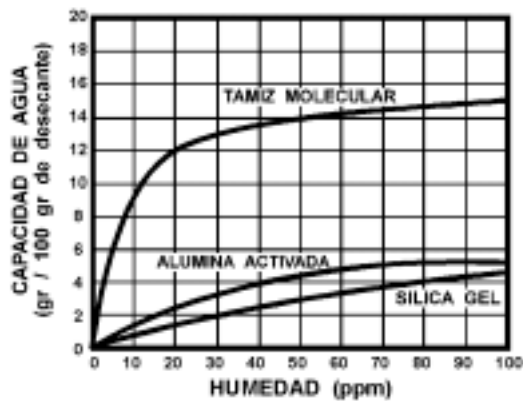


Figura 1.8 - Curvas de equilibrio de humedad para R-22 y tres desecantes comunes a 52°C

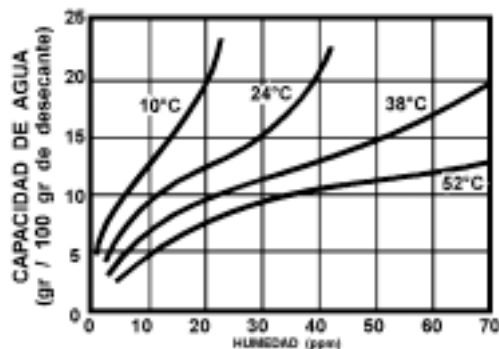


Figura 1.9 - Curvas de equilibrio de humedad para alúmina activada a varias temperaturas en R-12

Lo que hace que el tamiz molecular tenga más capacidad para retener agua que la alúmina o la sílica, es el tamaño de sus poros. Como ya se mencionó, la alúmina y la sílica tienen el tamaño de sus poros muy variable y son mucho más grandes que los poros del tamiz molecular. Esto permite que en esos poros se introduzcan además de agua, refrigerante y aceite. En los poros del tamiz molecular sólo entran moléculas de agua. Las moléculas del refrigerante y el aceite son mucho más grandes que las del agua y por eso no penetran. De aquí su nombre de tamiz molecular.

Debido a que los desecantes son muy sensibles a la humedad, deberán protegerse todo el tiempo hasta que estén listos para usarse. Los desecantes se obtienen en envases sellados de fábrica, y deberán manejarse en condiciones a prueba de humedad.

Los desecantes que no hayan sido usados y que por alguna razón hayan adsorbido humedad, pueden ser reactivados calentándolos de 4 a 8 horas a alta temperatura en un horno de preferencia al vacío, de acuerdo con la siguiente guía:

Alúmina activada _____ de 200 a 315 °C
 Sílica gel _____ de 175 a 315 °C
 Tamiz molecular _____ de 260 a 350 °C

La reactivación de desecantes, ya sea sueltos o en forma de bloque, sólo se recomienda hacerla cuando no hay otro recurso. Nunca se debe tratar de reactivar un desecante que ya haya sido usado en el sistema. Por otro lado, suponiendo que se cuenta con el equipo adecuado, el costo real del proceso es excesivo, quizá más de los que cueste uno nuevo, además del tiempo invertido para ello.

Filtros Deshidratadores

Definición

Un filtro deshidratador por definición, es un dispositivo que contiene material desecante y material filtrante para remover la humedad y otros contaminantes de un sistema de refrigeración (figura 1.10).

Valycontrol, S.A. de C.V. fabrica una gran variedad de deshidratadores para sistemas de refrigeración doméstica, comercial, industrial y aire acondicionado.

Descripción

La aplicación de los desecantes en los sistemas de refrigeración, se hace encapsulándolos en unos dispositivos mecánicos llamados filtros deshidratadores. Un filtro deshidratador está diseñado para mantener seca la mezcla

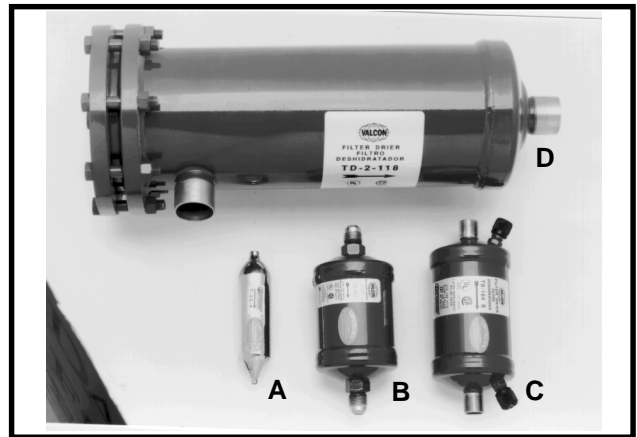


Figura 1.10 - Diferentes tipos de filtros deshidratadores

de refrigerante y aceite, adsorbiendo los contaminantes líquidos disueltos, tales como humedad y ácidos; y también, para retener por medio de filtración todas las partículas sólidas que estén siendo arrastradas a través del sistema por la mezcla de refrigerante aceite. No debe haber ningún misterio asociado con la operación de un filtro deshidratador. Todas las funciones de diseño y compuestos que se integran para fabricar estos dispositivos, son conceptos claros y fáciles de entender.

El uso de los filtros deshidratadores en los sistemas de refrigeración, es la mejor manera de proteger los componentes en el muy probable caso de que estos contaminantes estuvieran presentes en el sistema, ya que la válvula de termo expansión, el tubo capilar y el compresor, son los componentes más afectados por los contaminantes.

Tipos de Filtros Deshidratadores

Toda la amplia variedad de filtros deshidratadores para refrigeración, se puede resumir en dos tipos: los que tienen el material desecante suelto, y los que tienen el desecante en forma de un bloque moldeado (figura 1.11). En los filtros deshidratadores de desecantes sueltos, la carga de desecante se encuentra en su estado original en forma de gránulos, y generalmente, se encuentra compactada por algún medio de presión mecánica (como la de un resorte) entre dos discos de metal de malla fina, o entre cojincillos de fibra de vidrio (figura 1.12). En los filtros deshidratadores del tipo de bloque moldeado, el bloque es fabricado generalmente por una combinación de dos desecantes, uno con una gran capacidad de retención de agua y el otro con una gran capacidad de retención de ácidos.



Figura 1.11 - Sílica y bloques desecantes

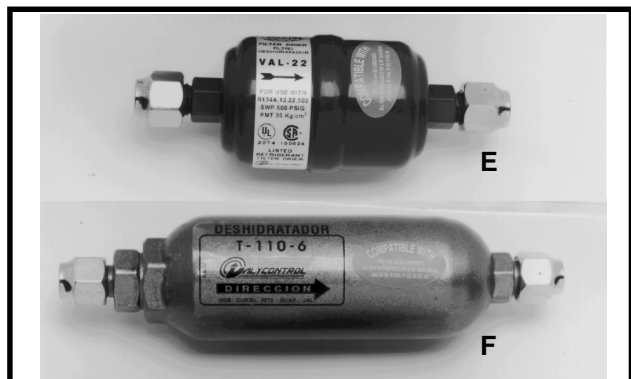


Figura 1.12 - Filtros deshidratadores del tipo desecante suelto. "E" desechable y "F" recargable

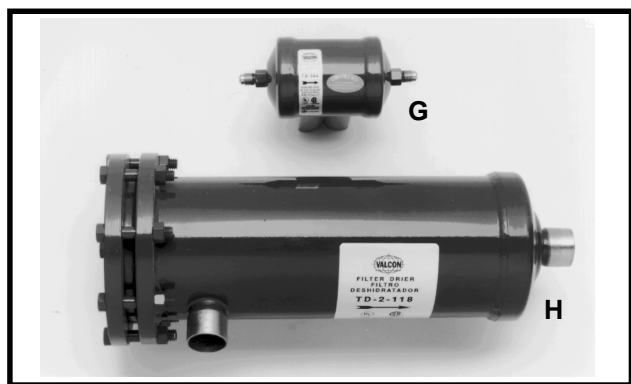


Figura 1.13 - Filtros deshidratadores del tipo de bloque moldeado. "G" desechable y "H" recargable

Las combinaciones de desecantes más comúnmente utilizadas en los filtros deshidratadores del tipo de bloque son: alúmina activada más sílica gel y alúmina activada más tamiz molecular.

En los del tipo de desecante suelto, generalmente se utiliza un solo desecante que puede ser sílica gel o tamiz molecular; aunque algunas veces se utiliza una combinación de ambos.

Tanto los filtros deshidratadores del tipo de desecante suelto y los del tipo de bloque, pueden ser desechables o recargables (figuras 1.12 y 1.13). Los desechables son totalmente sellados, y una vez que cumplen con su función de filtración se saturan de humedad, se desechan y se instala uno nuevo en su lugar. Los filtros deshidratadores recargables están contruidos de tal forma, que se pueden destapar por uno de sus extremos para retirar el material desecante usado y limpiar los filtros, se coloca el desecante nuevo activado y se cierran.

En cuanto a sus conexiones, los hay soldables y roscados. Los soldables se fabrican en diámetros de conexiones desde capilar hasta 3-1/8" (figuras 1.10 "A" y "C"), y los roscados (tipo "Flare") van desde 1/4" hasta 5/8" (figuras 1.10 "B"). Los metales que más se utilizan para la fabricación de los filtros deshidratadores son cobre, latón y acero; en estos últimos, las conexiones soldables son de cobre.

Su uso en general es en sistemas con refrigerantes halogenados y casi nada con amoníaco; ya que con este refrigerante la humedad no representa gran problema, y lo más común es el empleo de filtros únicamente. Los filtros deshidratadores pueden aplicarse en sistemas de refrigeración doméstica, comercial, industrial y aire acondicionado, en cualquier rango de temperatura.

Clasificación

La mayoría de los fabricantes de filtros deshidratadores publican tablas de capacidades y selección en las cajas o empaque de los mismos. Una información adicional y más completa se puede encontrar en las tablas de selección de los catálogos. En dichas tablas se listan datos tales como modelo, conexiones, cantidad de desecante, área de filtrado, capacidad de retención de agua, capacidad de flujo de refrigerante, recomendaciones de selección para cada tipo de refrigerante de acuerdo al tonelaje y la aplicación, y también las dimensiones.

Anteriormente, estas clasificaciones las hacía cada fabricante de acuerdo a sus propias experiencias, aunque la mayoría, sólo publicaban valores para competir pero que no eran los reales, sin siquiera probar y evaluar sus propios filtros deshidratadores.

Al ir progresando la industria de la refrigeración, se desarrollaron métodos adecuados para la comparación y evaluación de los filtros deshidratadores. Sin embargo, sólo se han desarrollado tres normas de clasificación, una para la *capacidad de retención de agua*, otra para la *capacidad de flujo de refrigerante* y otra de *seguridad*. Hasta que no se establezcan normas para las otras características importantes como capacidad de retención

de ácidos, filtración, etc., los fabricantes proporcionarán sus propios datos de pruebas y evaluaciones, así como sus recomendaciones.

En la actualidad, se ha generalizado en todo el mundo la clasificación de filtros deshidratadores en base a estas normas. Valycontrol, S.A. de C.V. lo ha venido haciendo desde hace mucho tiempo, y es el único fabricante en nuestro país que lo hace. Estas clasificaciones deben ser consideradas en el diseño y fabricación de un filtro deshidratador, y su comprensión es de gran valor para el usuario, el fabricante de equipos, así como los técnicos de servicio. Como una ayuda para ellos, a continuación se describen brevemente en que consisten estas clasificaciones de los filtros deshidratadores.

Capacidad de Retención de Agua

La capacidad de retención de agua, es la cantidad de agua (en gotas o gramos) que el filtro deshidratador retendrá a una temperatura estándar y a una Sequedad en el Punto de Equilibrio (EPD) especificada para cada refrigerante.

Esta capacidad se mide por métodos descritos en la norma 710 del *Air Conditioning and Refrigeration Institute* (ARI), cuando el contenido real de agua no se conoce. Esta norma especifica las condiciones a las cuales se debe hacer la clasificación de los filtros deshidratadores, en lo que se refiere a su capacidad para deshidratar la mezcla de refrigerante y aceite (capacidad de retención de agua), la capacidad de flujo del refrigerante y algunas consideraciones de seguridad.

La norma 63 de ASHRAE también fija un procedimiento de prueba para determinar las capacidades de retención de agua y de flujo, para los filtros deshidratadores de la línea de líquido bajo ciertas condiciones.

Las temperaturas especificadas por esta norma son 75°F (24°C) y 125°F (52°C); ambas se refieren a temperaturas del refrigerante en la línea de líquido. Los EPD usados para cada refrigerante son:

	antes del secado		después del secado	
R-12	565	PPM	15	PPM
R-22	1,050	"	60	"
R-502	1,020	"	30	"
R-134a	---		80	"
R-404A / R-507	---		50	"

Tabla 1.14 - Valores del contenido de humedad de varios refrigerantes, que se usan para clasificar los filtros deshidratadores por su capacidad de agua.

Estos puntos de referencia fueron fijados arbitrariamente, para prevenir confusiones que surgieran de determinaciones hechas a otros puntos. Nótese que para establecer esta capacidad de retención de agua se consideran: el tipo de refrigerante, la cantidad de desecante y la temperatura.

La razón por la que se escogieron diferentes EPD para cada refrigerante es la siguiente: Refiriéndonos a la figura 1.7 a un EPD de 15 ppm, la capacidad del desecante para R-12 es de 6.2% y para R-22 es de 3.4% aproximadamen-

te; pero a un EPD de 60 ppm para el R-22 es de aproximadamente 7.5%. La razón por la que se usan diferentes EPD para el R-12 y el R-22, es debido a que el agua es más miscible en unos refrigerantes que en otros a una misma temperatura. Por ejemplo, de la tabla de la figura 1.1, vemos que a una temperatura de -20°C el R-12 puede contener disueltas 7.3 ppm como máximo; en cambio, el R-22 puede tener hasta 282 ppm, por lo que hay más probabilidad de una congelación con el R-12 que con el R-22. Así, es evidente que la capacidad de agua de un filtro deshidratador sólo significa algo cuando se refiere a un refrigerante en particular, a un cierto EPD y a una cierta temperatura. Es por esto que surgió la necesidad de establecer una norma, y así, surgió hace mucho tiempo la norma 710 de ARI.

Capacidad de Flujo

Es el flujo máximo de refrigerante líquido que permitirá un filtro deshidratador nuevo, a una caída de presión de 2 lb/pulg² (13.8 kPa) dada en toneladas por minuto. Esta clasificación se hace en base a las normas 710 de ARI y 63 de ASHRAE. Para filtros deshidratadores de la línea de succión, la capacidad de flujo se determina de acuerdo a las normas 78 de ASHRAE y 730 de ARI. Esta última, también da algunas caídas de presión recomendadas para la selección de filtros deshidratadores en instalaciones temporales o permanentes.

Debe observarse que la capacidad de flujo difiere, dependiendo del tipo y tamaño de conexión y de los componentes internos. La capacidad de flujo puede reducirse rápidamente, cuando el filtro deshidratador haya filtrado cantidades críticas de sólidos y semisólidos. La cantidad y el tiempo de cuando esto va a ocurrir, no se puede predecir y no está indicado en la norma de ARI. El filtro deshidratador deberá reemplazarse cuando su capacidad de flujo caiga abajo de los requerimientos de la máquina. En la tabla 1.17, se muestran las caídas de presión máximas recomendadas en la línea de líquido y en la línea de succión, a varias temperaturas y para diferentes refrigerantes. Nótese que hay mayor tolerancia cuando la instalación de los filtros deshidratadores es temporal (por ejemplo en limpieza de sistemas después de una quemadura) que cuando la instalación es permanente. Esto es con el propósito de aprovechar al máximo el filtro, dejándolo que colecte la mayor cantidad posible de contaminantes.

Debe recordarse que las capacidades de flujo están basadas en una situación ideal de un sistema completamente limpio.

Seguridad

La norma para esta clasificación, está basada en la presión de ruptura del cuerpo del filtro deshidratador. Todos los filtros deshidratadores para la línea de líquido fabricados bajo la norma 710 de ARI, deberán cumplir los requerimientos de la norma 207 de Underwriters' Laboratories, Inc. (UL): "Componentes y Accesorios No Eléctricos para Contener Refrigerante". Esta norma establece que la presión de trabajo segura (SWP) para un filtro

deshidratador debe ser de 500 psi (35 kg/cm²), y la presión de ruptura debe ser como mínimo 5 veces la presión de trabajo; es decir, 2,500 psi (175 kg/cm²). Los filtros deshidratadores que fabrica Valycontrol, S.A. de C.V., cumplen con esta norma y están aprobados con el No. 20T4.

Para las demás características, hasta ahora no existen normas sobre las que se puedan basar los fabricantes de filtros deshidratadores para hacer su clasificación; por lo que cada fabricante hace sus pruebas y evaluaciones, y de acuerdo a los resultados, se dan algunas recomendaciones. A continuación, se mencionan el resto de las características.

Capacidad de Ácidos

Todavía no se ha establecido una norma a seguir para determinar la capacidad de un filtro deshidratador para retener ácidos, sin embargo, existen dos métodos populares para medir la presencia de ácido en un sistema. Un método es mediante el uso del ácido oléico estándar, y el otro, es hacer una prueba en aceite de un compresor quemado. Ningún método es representativo de lo que realmente ocurre en el sistema, ya que sólo indican la presencia de ácido en mayor o menor cantidad, al igual que un indicador de líquido y humedad sólo indica la presencia de agua pero no la remueve. El contenido de ácido en el aceite de un compresor quemado es, con mucho, mayor que el que se puede encontrar en el resto del sistema, mientras que el ácido oléico no se encuentra en el sistema. Las pruebas en laboratorio y en el campo han mostrado que la cantidad de ácido adsorbido por un desecante, es muy cercanamente proporcional al peso del desecante. De aquí se puede hacer una comparación de la capacidad de un filtro para recoger ácidos, conociendo el peso de desecante utilizado.

Como ya se mencionó en el tema de desecantes, la alúmina activada tiene esta gran capacidad para adsorber ácidos. Los filtros deshidratadores del tipo de bloque moldeado que fabrica Valycontrol, S.A. de C.V., contienen un gran porcentaje de este desecante.

Remoción de Ceras

La habilidad de un filtro deshidratador para remover ceras y resinas, se vuelve más importante en aplicaciones de baja temperatura con R-22 o R-502. En un sistema con R-12 hay menos problemas de ceras, ya que el R-12 puede retener cera disuelta a mucho más baja temperatura que el R-22 o el R-502. Mientras las ceras permanezcan en estado líquido no causan problemas, pero a bajas temperaturas pueden solidificarse, y depositarse sobre los asientos de las válvulas.

No existe un método aceptado para clasificar la habilidad de un filtro deshidratador para remover ceras. En este caso, se realizaron pruebas con varios materiales, para ver sus características de adsorber ceras. Los resultados mostraron que el carbón activado de un tamaño de poro en particular, era el más eficiente para la remoción de ceras. El carbón activado no es un material desecante, pero debido a esa característica, se incluye en combina-

ción con desecantes en los bloques moldeados que Valycontrol, S.A. de C.V. fabrica exclusivamente, con el propósito de utilizarlos en sistemas donde se tienen problemas de ceras, como es el caso de los sistemas donde ha ocurrido una quemadura al compresor.

Filtración

Como tampoco existe una norma a seguir para clasificar un filtro deshidratador por su habilidad de filtrar y retener material extraño, y mientras no se desarrolle una, la guía más simple es que la capacidad de filtración es proporcional a la superficie de filtrado. Esta superficie varía mucho con las marcas y tipos de filtros deshidratadores; por lo tanto, la capacidad de filtración también es variable. La superficie de filtrado es muy importante, puesto que el filtro actúa como tal en la línea de líquido para la mezcla refrigerante - aceite, y para la mezcla vapor de refrigerante y aceite en la línea de succión. A continuación se describen sólo algunos de los múltiples tipos de filtros deshidratadores.

Los de tipo de desecante granular suelto emplean diferentes medios de filtración, que van desde simples telas de alambre (cedazos) de latón o acero de entre 60 y 150 mallas por pulgada², a lana de acero, fibra de vidrio, fieltro y cartón (como el de los filtros de aceite automotriz). Cualquiera de estos elementos filtrantes que se emplee, se instala generalmente en el extremo correspondiente a la salida del flujo de refrigerante. Otra variante en este tipo de filtros deshidratadores, son aquellos en los que la superficie filtrante es un bloque de material inerte (cerámica) hueco, y dentro de éste se coloca el desecante. A excepción de este último, la superficie de filtrado de los filtros deshidratadores de desecante suelto, es pequeña en relación al tamaño del filtro deshidratador.

Los de tipo de bloque desecante moldeado, son diseñados de tal forma que la mezcla de refrigerante aceite, pase a través de una capa uniforme de desecante. Esto asegura una filtración uniforme si la porosidad del bloque es también uniforme. El bloque es mantenido en su posición generalmente mediante un resorte, el cual lo presiona contra un empaque que forma el sello en el extremo de la salida, forzando al refrigerante a pasar a través de un bloque. Por lo regular, se instala un filtro de seguridad después del bloque, y consiste de una tela de metal de 100 mallas por pulgada² o un cojín de fibra de vidrio. Este tipo de filtros deshidratadores ofrecen la máxima superficie de filtración que se puede obtener.

En cualquiera de los tipos, un filtro deshidratador debe ser juzgado por su habilidad para atrapar y retener grandes cantidades de sólidos, y al mismo tiempo, continuar proporcionando un flujo aceptable con una mínima caída de presión. Cualquiera de los filtros deshidratadores retendrá las partículas sólidas más grandes como rebabas, pero no todos protegerán contra los contaminantes solubles que pueden afectar la estabilidad química del sistema. No se ha publicado nada acerca del límite más bajo de tamaño de partículas, pero el fabricante debe advertir la capacidad de sus filtros deshidratadores para filtrar en el rango bajo de micrones. Los filtros deshidrata-

dores de Valycontrol, S.A. de C.V. del tipo de bloque moldeado, en pruebas de laboratorio, retienen partículas del rango de 5 a 10 micrones (un micrón es una millonésima parte de un metro).

Mientras más grande sea la superficie de filtrado, más ampliamente se distribuirán los sólidos, y sólo se formará una capa muy delgada de material sobre la superficie del bloque. Si la superficie es pequeña, la capacidad de flujo se reducirá considerablemente con una pequeña cantidad de contaminantes, y el sistema no operará a su capacidad. Por el contrario, un filtro deshidratador con una superficie de filtración grande, al remover contaminantes sólidos, su capacidad decrece ligeramente. Por lo tanto, recogerá más contaminantes y seguirá manteniendo su capacidad de flujo. Sin embargo, como nadie puede estar seguro de cuanta contaminación hay en el sistema, siempre se debe seleccionar un filtro deshidratador con una superficie de filtración tan grande como el sistema lo permita.

Capacidad del Sistema

Esto aunque no está considerado en ninguna norma ni en ningún texto, es importante mencionarlo. Esta característica determina la capacidad más grande de un sistema de refrigeración o aire acondicionado, en el que se puede instalar un filtro deshidratador de un tamaño dado. La capacidad se refiere siempre a la conexión de mayor tamaño. Por ejemplo, si vemos la tabla de capacidades en el catálogo, la serie de filtros deshidratadores de 30 pulgadas cúbicas (TD-30), hay cuatro diferentes conexiones.

TD-303 = 3/8" flare
 TD-304 = 1/2" flare
 TD-305 = 5/8" flare
 TD-307S = 7/8" soldable

La mayor capacidad de refrigeración en T.R. (toneladas de refrigeración) la tiene el de conexión de 7/8", TD-307 S. Los de conexiones menores, su capacidad se reduce única y exclusivamente porque de acuerdo a las prácticas normales de refrigeración, usualmente se instalan en sistemas que tienen menor capacidad de refrigeración. La tabla está basada en una extensa investigación de mercado, y muestra la relación entre la capacidad del filtro deshidratador y el tamaño del sistema en T.R.

El fabricante de filtros deshidratadores hace estas "recomendaciones de selección", porque de acuerdo a las investigaciones de mercado, el contenido real de agua en un sistema raramente se conoce; en cambio, la capacidad en T.R. siempre es conocida. Por esta razón, adicional a su clasificación de acuerdo a normas, Valycontrol, S.A. de C.V. clasifica sus filtros deshidratadores de acuerdo a la capacidad del sistema en T.R. La mayoría de los técnicos se refieren a la capacidad del sistema en HP, en lugar de toneladas de refrigeración, por lo que Valycontrol, S.A. de C.V. también hizo una relación entre la capacidad de sus filtros deshidratadores y la capacidad del sistema en HP. Esta tabla se encuentra en el catálogo.

Cuándo se debe Instalar un Filtro Deshidratador

En realidad, lo más recomendable es que el sistema todo el tiempo esté protegido por filtros deshidratadores. Los equipos de refrigeración y aire acondicionado que ya vienen ensamblados de fábrica (paquetes), ya traen instalados los filtros deshidratadores. Cuando la instalación se hace en el campo o cuando se efectúa un servicio a un equipo, cualquiera que sea el motivo, es altamente recomendable la instalación de filtros deshidratadores. La mayoría de los contaminantes en un sistema son residuos de la fabricación, instalación o reparación. Debido a que los refrigerantes son excelentes solventes, estos contaminantes son rápidamente arrastrados durante el arranque, a través de las líneas y hacia el compresor. Por esto, los filtros deshidratadores no solamente son una seguridad en caso de que el procedimiento de evacuación no haya sido el adecuado, sino que además de la humedad, también removerán las partículas sólidas y otros contaminantes.

Por otra parte, si ocurrió una quemadura del compresor, es imprescindible la instalación de filtros deshidratadores para una completa limpieza del aceite y del refrigerante, y para proteger el compresor nuevo; ya que la producción de contaminantes cuando se quema un motocompresor, es demasiado alta.

En cualquiera de los tres casos (instalaciones nuevas, servicios y quemaduras de compresores), el sistema necesita protección, y mayormente durante el arranque inicial. Aunque un filtro deshidratador es el dispositivo principal utilizado para remover todos los contaminantes del sistema, debe tenerse en cuenta que no es el sustituto a un trabajo o diseño deficiente, sino la herramienta de mantenimiento necesaria, para que el sistema funcione en forma apropiada y continúa por más tiempo.

Dónde se debe Instalar un Filtro Deshidratador

Durante mucho tiempo la pregunta era: ¿dónde es mejor instalar un filtro deshidratador, en la línea de líquido o en la línea de succión? Al avanzar en esta discusión, se hará evidente que sólo hay dos ubicaciones prácticas para la instalación de los filtros deshidratadores: la línea de succión y la línea de líquido. Ambas tienen ventajas y desventajas, las cuales serán analizadas.

Como ya se mencionó anteriormente, los componentes más afectados por los contaminantes son el compresor y la válvula de expansión o el tubo capilar. Es obvio que los filtros deshidratadores deban de instalarse cerca de estos componentes.

Antiguamente, la costumbre había sido instalar un filtro deshidratador en la línea de líquido para proteger la válvula de termo expansión o el capilar, y en la línea de succión no se instalaba nada, o en algunas ocasiones se instalaba únicamente un filtro de cartón o fieltro, pero sin desecante, y sólo temporalmente durante el arranque inicial del sistema, o para limpieza después de una quemadura, el cual era luego retirado.

En la actualidad, se ha comprobado que para que el sistema trabaje libre de problemas durante más tiempo, los componentes deberán tener protección contra contaminantes permanentemente, y no sólo durante el arranque inicial del equipo.

Los filtros deshidratadores para la línea de líquido, están diseñados para aplicarse en particular en ese lado del sistema, y de manera similar se diseñan los filtros deshidratadores para la línea de succión. Ambos tienen material desecante en cantidad suficiente y también un elemento filtrante; por lo que realizan las dos funciones. Las consideraciones que se toman en cuenta para estos diseños son: los tipos de desecante y la relación entre la humedad y los diferentes refrigerantes (ver tema de desecantes). De acuerdo a estas relaciones, a los refrigerantes se les puede extraer igualmente la humedad disuelta estando éstos en fase de vapor o líquido; por lo que la deshidratación puede llevarse a cabo tanto en la línea de succión, como en la de líquido, y de igual manera la filtración. A continuación, analizaremos cada uno de los lados del sistema, para poder hacer una conclusión respecto a dónde es más conveniente efectuar la deshidratación y dónde la filtración.

En primer término, se debe considerar el tipo de refrigerante, su estado, su velocidad y su temperatura, así como el tipo de desecante. En la línea de líquido, la temperatura del refrigerante es alta y la velocidad lenta. En la línea de succión el refrigerante está en forma gaseosa, a baja temperatura y a mayor velocidad; se estima que la velocidad del vapor de refrigerante en la línea de succión es seis veces la velocidad que tiene en la línea de líquido. Por esto, también hay diferencia en el diámetro de la tubería, y consecuentemente, la caída de presión en el lado de baja es crítica; mientras que en la línea de líquido se puede tolerar una mayor caída de presión, sin que repercuta en la eficiencia del sistema.

Para poder predecir con precisión la capacidad de retención de agua de un desecante en el refrigerante, tanto en fase líquida como en fase de vapor, se requiere recurrir a las curvas de equilibrio como las mostradas en las figuras

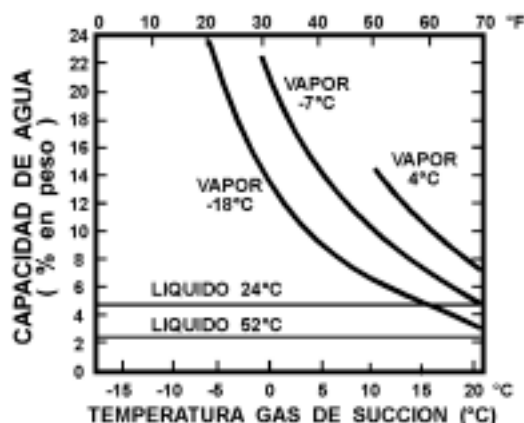


Figura 1.15 - Capacidad de retención de humedad de la alúmina activada en R-22 @ 60 ppm fase líquida vs. fase vapor

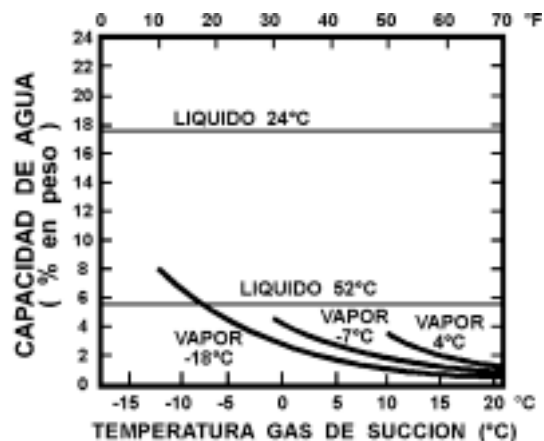


Figura 1.16 - Capacidad de retención de humedad de la alúmina activada en R-12 @ 15 ppm fase líquida vs. fase vapor

de la 1.4 a la 1.9. Estas son únicamente para la fase líquida. Hay muy poca información acerca de la capacidad de retención de agua de los desecantes en la fase vapor de los refrigerantes. En las figuras 1.15 y 1.16 se muestran las capacidades de retención de agua de la alúmina activada con R-22 y R-12 en la fase vapor, a un EPD de 60 ppm y 15 ppm, respectivamente. Como era de esperarse, para el R-22 (figura 1.15), los desecantes tienen mayor capacidad de retención de agua en la fase vapor que en la fase líquida. Con el R-12 (figura 1.16) sucede a la inversa, el desecante tiene más capacidad de retención de agua en la fase líquida. Con el R-502, aunque no se muestran las curvas, hay poca diferencia en la capacidad de retención de agua entre las dos fases.

Los desecantes de tamiz molecular, debido a su alta capacidad de retención de agua a baja saturación relativa, son efectivos para secar todos los refrigerantes ya sea en fase vapor o líquida. La sílica gel tiene un comportamiento similar a la alúmina activada (figuras 1.15 y 1.16); es decir, estos desecantes son más efectivos cuando se aplican en la fase vapor de refrigerantes, con altos niveles de solubilidad de agua como el R-22 y el R-134a, o en la fase líquida con refrigerantes con bajo nivel de solubilidad de agua, como el R-12 (ver tabla 1.1). Adicional a esta consideración, enseguida se hará un análisis de las ventajas y desventajas de instalar filtros deshidratadores en uno u otro lado del sistema.

Línea de Líquido

La instalación de un filtro deshidratador en la línea de líquido, antes del dispositivo de expansión, se ha vuelto la ubicación más aceptada por todos los que están involucrados con la fabricación, instalación y servicio de equipos de refrigeración. Esto tiene las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas. Primero que todo, la humedad es removida del refrigerante justo antes que el punto más bajo de temperatura del sistema alcance al dispositivo de expansión, limitando así la posibilidad de congelación. Además, el filtro deshidratador también removerá contaminantes sólidos.

dos, evitando también que se tape el dispositivo de expansión.

Otra consideración importante es que en esta ubicación, el refrigerante está en forma líquida y a alta presión, lo que permite que el filtro deshidratador disponga de esa presión para proporcionar un adecuado flujo, y esto a su vez, permita tener el tamaño del filtro deshidratador dentro de los límites económicos. Aun más, la velocidad del refrigerante es lenta y los diámetros más pequeños, lo que permite que esté más tiempo en contacto con el desecante, y por lo tanto, el EPD se consigue más rápidamente.

Desventajas. Tal como se vio anteriormente (figura 1.9), la capacidad de retención de agua de un filtro deshidratador disminuye a alta temperatura. Si el refrigerante líquido que llega al filtro deshidratador está caliente, se reduce la eficiencia del desecante. Sin embargo, los fabricantes de filtros deshidratadores tomamos esto en cuenta, y compensamos esa reducción de capacidad agregando más desecante. Aquí cabe mencionar que se han instalado filtros deshidratadores dentro del espacio refrigerado, como en cámaras de congelación, con excelentes resultados; mejores que si se instalaran a la salida del condensador o del recibidor. Claro, siempre y cuando exista disponible una tubería con longitud suficiente.

Una gran desventaja al instalar un filtro deshidratador en la línea de líquido, es cuando éste es del tipo de desecante suelto, el cual tiene que montarse en forma vertical con el flujo de abajo hacia arriba. Con este arreglo, las pulsaciones del refrigerante pueden levantar y dejar caer el desecante repetidamente, dando como resultado la formación de polvo en exceso. Esto puede entonces tapar la malla de salida, y aún los tubos capilares.

Otra desventaja es que si existen sales metálicas en el sistema, no serán retenidas por el filtro deshidratador de la línea de líquido; ya que estas sales son solubles en el refrigerante líquido caliente, y pasarán junto con éste hacia otros componentes, donde pueden causar los daños ya mencionados en el tema de contaminantes.

Línea de Succión

En sistemas nuevos que van a arrancarse por primera vez, después de efectuado un servicio, donde hubo una quemadura del compresor, o cuando se sospecha que contienen contaminantes sólidos, se debe de instalar un filtro deshidratador en la línea de succión, además del de la línea de líquido. Aunque el uso de un filtro deshidratador para la línea de succión estaba reservado únicamente para estos propósitos, se ha comprobado que en esta ubicación también se pueden retener además de partículas sólidas, otros contaminantes empleando los materiales desecantes adecuados.

Ventajas. En primer término, al instalar el filtro deshidratador justo antes del compresor, se protege éste de los contaminantes sólidos que puedan causar abrasión a las partes móviles. Con una combinación de desecantes apropiada, también se pueden retener otros contaminantes como ácidos, humedad y sales metálicas. Estas últimas son solubles en el refrigerante en la línea de líquido,

pero en el vapor frío se precipitan, y ya como sólidos, son retenidos sobre la superficie del filtro deshidratador.

Desventajas. De acuerdo con el principio de que la capacidad de retención de agua de un filtro deshidratador es mayor a baja temperatura, originalmente se pensaba que su instalación en la línea de succión lo haría más eficiente en cuanto a eliminación de humedad. Sin embargo, las pruebas han revelado que éste no es el caso, y que en realidad, de hecho tiene menor capacidad de retención de agua, especialmente con R-12 y R-502. Solamente con el R-22 un filtro deshidratador en la línea de succión, tendría aproximadamente igual capacidad que en la línea de líquido.

Otra desventaja para su instalación en la línea de succión es la cuestión del tamaño. Un filtro deshidratador para la línea de succión debe ser lo suficientemente grande, para poder manejar la capacidad de flujo total de vapor del sistema y mantener una mínima caída de presión; ya que, como sabemos, una caída de presión alta en la línea de succión implica una disminución de capacidad en el sistema completo y, probablemente, una falla del compresor si la restricción es muy severa. Además, con la alta velocidad del vapor de refrigerante, se tiene un contacto muy pobre entre éste y el desecante.

Si bien es cierto que el filtro deshidratador en la línea de succión protegerá al compresor de los contaminantes del sistema, no debe ser el único filtro en el sistema, ya que no podrá proteger al dispositivo de expansión u otros accesorios. El filtro deshidratador en la línea de succión debe usarse "además de", y no "en lugar de" un filtro deshidratador para la línea de líquido.

Las conclusiones de esta discusión sobre dónde es mejor instalar un filtro deshidratador son, como ya se mencionó, que los componentes deberán estar todo el tiempo protegidos.

En la actualidad, con las más modernas técnicas y procesos de fabricación disponibles, así como con los mejores desecantes, Valycontrol, S.A. de C.V. en base a muchos años de investigación y experiencia práctica, diseña y fabrica filtros deshidratadores con las características adecuadas para las necesidades de cada lado del sistema, brindando protección a los componentes. La recomendación es que para tener esta protección, lo mejor es emplear filtros deshidratadores del tipo de bloque desecante, que ofrecen una gran superficie de filtración y una combinación balanceada de desecantes, para retener además de partículas sólidas, los contaminantes solubles como agua, ceras, ácidos y sales metálicas. La combinación de desecantes proporciona una protección total del sistema, mejor que cualquiera de los desecantes solos.

Solamente en sistemas pequeños como refrigeradores domésticos, unidades de aire acondicionado de ventana, enfriadores de bebidas, congeladores, etc., se recomienda el uso de filtros deshidratadores con un sólo desecante. Además, en este tipo de sistemas, por razones de economía, no se justifica el uso de un filtro deshidratador en la línea de succión y no es indispensable. En sistemas más grandes que usen compresores semiherméticos o abier-

Tabla 1.17 - Caídas de presión máximas recomendadas a través de los filtros deshidratadores de la línea de succión y línea de líquido, para instalación permanente o temporal.

tos, lo más recomendable es instalar filtros deshidratadores tanto en la línea de líquido como en la de succión.

Cuándo se debe Cambiar un Filtro Deshidratador

Hay dos razones principales para cambiar un filtro deshidratador estando el sistema en operación:

1. Cuando haya una caída de presión arriba del límite recomendado.
2. Cuando el desecante se haya saturado de humedad.

Respecto al punto No. 1, la capacidad de flujo de un filtro deshidratador para la línea de líquido, se determina en toneladas por minuto a una caída de presión de 2 lb/pulg² (psi) a través del mismo, según los procedimientos de ASHRAE y ARI. Esta capacidad de flujo se ve rápidamente disminuida cuando grandes cantidades de sólidos y semisólidos son retenidos por el filtro. No hay forma de predecir qué cantidad se acumulará ni cuando va a ocurrir, pero es obvio que cuando la capacidad de flujo del filtro deshidratador caiga abajo de los requerimientos del equipo, éste deberá ser reemplazado. En la Tabla 1.17 se muestran las máximas caídas de presión permisibles a través de los filtros deshidratadores de la línea de succión y de la de líquido, respectivamente, tanto para instalaciones permanentes como temporales para los diferentes tipos de refrigerante. Como se puede observar en la tabla 1.17, las caídas de presión son menores en la línea de succión que en la línea de líquido, y si por ejemplo, los filtros deshidratadores se están utilizando para la limpieza de un sistema después de una quemadura (instalación temporal), se puede permitir que la caída de presión sea mucho mayor de la normal, con el objeto de aprovechar al máximo la capacidad de filtración, antes de retirar los filtros y cambiarlos por otros nuevos, o que se cambien los bloques desecantes, en el caso de filtros deshidratadores recargables. Los filtros deshidratadores para la línea de succión, están provistos de válvulas de acceso para poder medir la caída de presión. Si sólo tiene válvula de acceso en la conexión de entrada, se puede usar ésta y la de la válvula de servicio de succión del compresor.

En relación al punto 2, la capacidad de retención de agua de un deshidratador, depende de la cantidad y tipo de desecante, del tipo de refrigerante y de la temperatura. Si el contenido de agua en el sistema rebasa la capacidad del filtro deshidratador, éste deberá reemplazarse por otro nuevo; o bien, si es del tipo recargable, se deberán cambiar los bloques desecantes.

En ambos casos, es de gran utilidad instalar un indicador de líquido y de humedad, de buena calidad, inmediatamente después del filtro deshidratador de la línea de líquido. Este dispositivo permite observar la presencia de burbujas en el líquido, lo que puede ser una indicación de caída de presión. También se puede observar el contenido de humedad por el color del indicador (ver capítulo de indicadores de líquido y humedad).

Por otra parte, es norma que los filtros deshidratadores también deban de cambiarse cada que se abra el sistema por cualquier razón.

Si después de cambiar una vez los filtros deshidratadores sigue habiendo indicios de exceso de humedad o de caída de presión, deben reemplazarse por segunda vez, y aún una tercera vez, si es necesario, hasta que el técnico quede convencido de que el nivel de contaminantes en el sistema, se haya reducido a un límite seguro.

Normalmente cuando se va a cambiar un filtro deshidratador o a reemplazar el desecante, se requiere vaciar la línea de refrigerante y aislar el filtro, cerrando las válvulas de paso o de servicio en la línea.

Cómo se debe Seleccionar un Filtro Deshidratador

Antiguamente, en base a la experiencia, lo recomendable era seleccionar un filtro deshidratador que tuviera mayor cantidad de desecante de la necesaria, para efectuar la deshidratación y, en aquellas situaciones donde un solo deshidratador no era suficiente, era cuestión de instalar un segundo, y si se requería, hasta un tercero.

En la actualidad es muy fácil seleccionar un filtro deshidratador para que cumpla con el trabajo de secado, ya que la mayoría de los fabricantes de filtros deshidratadores publican en sus catálogos tablas de selección, en las cuales los clasifican de acuerdo a la norma 710 de ARI. Como ya sabemos, esta norma se desarrolló para proporcionar un método preciso de prueba, y además, especifica cómo un fabricante debe clasificar sus filtros deshidratadores. De esta manera, a los técnicos y fabricantes de equipos, se les facilita seleccionar un filtro deshidratador y pueden estar seguros que realizará el trabajo para el que fue seleccionado.

Algunos fabricantes en el mundo, entre ellos Valycontrol, S.A. de C.V., van un paso adelante de las normas de ARI,

en el hecho de que no solamente publican los datos apegados a estas normas, sino que también hacen sus propias “Recomendaciones de Selección” para los técnicos. Por ejemplo, se hacen recomendaciones para equipos domésticos y comerciales, para fabricantes de equipos originales de refrigeración y aire acondicionado, y para ensamble y reemplazo en el campo. En estas recomendaciones se considera un exceso de suciedad en el sistema, lo que significa que el filtro deshidratador puede retener una cantidad considerable de suciedad, y aún proporcionar un flujo adecuado para mantener la capacidad del sistema.

El tamaño de un filtro deshidratador puede variar de acuerdo al sistema y al refrigerante que se utilice. Al seleccionar un filtro deshidratador para una instalación de cierto tamaño, nosotros podemos suponer que el filtro debiera ser más grande si el sistema es con R-22, a que si es con R-12. Pero esto no es así, ya que si recordamos, de acuerdo a la norma 710 de ARI, el R-22 debe deshidratarse a un EPD de solo 60 ppm y el R-12 debe deshidratarse hasta un EPD de 15 ppm. Por otro lado, en el sistema con R-22, se requeriría circular menos cantidad de refrigerante que en el sistema con R-12, para obtener aproximadamente la misma capacidad. En conclusión, si las condiciones son similares, se requerirá un filtro deshidratador de mayor tamaño si el sistema es con R-12, que si fuese con R-22.

Si echamos un vistazo a las tablas de selección de filtros deshidratadores en el catálogo de Valycontrol, veremos que los diferentes modelos están clasificados de acuerdo a la norma 710 de ARI, pero además, aparecen unos datos de «Capacidades Recomendadas» tanto para fabricantes de equipo como para reemplazo en el campo. Si observamos, un cierto modelo de filtro se recomienda para una cierta capacidad cuando se instala en un equipo original, pero para un reemplazo en el campo, se requerirá instalarle uno más grande para que dé la misma capacidad.

Lo anterior, se debe principalmente a que un fabricante de equipo original, puede determinar el contenido de humedad dentro de sus equipos, haciendo esto más fácil seleccionar con precisión el tamaño de filtro deshidratador que debe instalar en cada unidad. Cuando se hace una instalación nueva, o cuando se repara un equipo en el sitio de trabajo, no hay una manera sencilla de que el contratista o el técnico determinen el contenido de humedad, a menos que se hagan complicados cálculos o pruebas de laboratorio. Debido a esto, lo más común es que se seleccione un filtro deshidratador con una capacidad algo mayor de la requerida; así, se tendría una cantidad adicional de desecante para retener el exceso de humedad que entrara al sistema, en caso de abrirlo por cualquier razón.

La clasificación de los filtros deshidratadores se hace bajo dos condiciones diferentes: primero, una clasificación de laboratorio, en base a condiciones de operación ideales; la segunda clasificación, se basa en una exageración de su funcionamiento a las condiciones reales en el campo. Como regla, la clasificación en condiciones de laborato-

rio, será más alta que las fijadas para uso en condiciones en el campo. Cuando se selecciona por capacidad, deberá usarse la clasificación del fabricante. La razón es que esta clasificación es más baja que la de laboratorio, y su uso asegurará que el filtro deshidratador sea lo suficientemente grande para cumplir con el trabajo. Todos los filtros deshidratadores seguirán la regla de que mientras más grandes son, más contaminación detienen. También sabemos que en los de mayor tamaño, la caída de presión es menor, y puesto que es necesario que los filtros deshidratadores mantengan una caída de presión baja, lo más sensato es, seleccionar un filtro deshidratador tan grande como el espacio y la economía lo permitan.

En el lado de baja del sistema, el proceso de selección es muy similar. Mientras son la humedad y las ceras lo que pueden detener el funcionamiento una válvula de expansión, el ácido y los contaminantes insolubles son los que pueden matar un compresor. En la línea de succión se debe seleccionar un filtro deshidratador más por su capacidad de filtración y remoción de ácidos, que para remover humedad. También deberá seguirse la regla de que mientras más grande mejor.

Otra opción en el proceso de selección de filtros deshidratadores, es entre los de tipo sellado y los recargables y se debe considerar también el tipo de sistema; es decir, si se trata de refrigeración doméstica, comercial, industrial o aire acondicionado, y si es de baja, media o alta temperatura.

En base a toda la información expuesta en este capítulo, hemos aprendido cómo poder calcular la capacidad de retención de agua de un filtro deshidratador, para un sistema y refrigerante determinados. Pero esto no es necesario hacerlo, ya que el fabricante ha hecho todos esos cálculos para que la selección sea simple. En el catálogo en las Tablas de Selección de Filtros Deshidratadores, aparecen los valores de las diferentes clasificaciones para cada modelo de filtro deshidratador. De cualquier manera, veremos algunos ejemplos de cómo calcular esa capacidad, y cómo seleccionar un filtro deshidratador.

Debido a la diversidad de modelos y aplicaciones de los filtros deshidratadores, y a que existen también una variedad de sistemas en cuanto al tamaño y temperaturas de trabajo, haremos un ejemplo representativo de cada uno.

Para la selección de un filtro deshidratador, generalmente deben considerar varios parámetros de diseño.

1. Contaminantes presentes en el sistema
2. Presión máxima de operación
3. Temperatura máxima de operación
4. Humedad total en el sistema
5. Tipo y cantidad de refrigerante
6. Tipo y tamaño de sistema

Contaminantes

Esta información es necesaria para determinar el área de filtración total requerida.

Presión de Operación

Se necesita esta información para determinar la mínima presión de ruptura requerida. Como ya se había mencionado, la presión de ruptura mínima requerida por un filtro deshidratador está dada por la norma 207 de Underwriters' Laboratories (UL). Esta norma establece que la presión de ruptura, debe ser mínimo 5 veces la presión de trabajo (500 psi) o sea, 2500 psi (175 kg/cm²). Los filtros deshidratadores que fabrica Valycontrol, S.A. de C.V. cumplen ampliamente con esa norma.

Temperatura de Operación

Esta información sirve para determinar el tipo de desecante. Como ya se vio en el tema de desecantes, el tamiz molecular es generalmente el desecante de más aceptación para usarse en la línea de líquido, debido a su alta capacidad de retención de agua aún en temperaturas altas. La sílica gel se emplea con mejor resultado en la línea de succión. Si se va a utilizar sílica gel en la línea de líquido, se deberá emplear un volumen aproximadamente tres veces mayor. Algunas veces se emplean mezclas de estos dos desecantes. Esto es en lo que se refiere a la aplicación de desecante suelto.

La alúmina activada, generalmente no se utiliza sola. La mayoría de las veces se emplea combinada con tamiz molecular o con sílica gel y en forma de bloque moldeado, para darle a estos bloques, además de capacidad de retención de agua, la capacidad de retener ácidos y también mayor área de filtrado. De esta forma, se pueden instalar tanto en la línea de líquido como en la de succión.

Humedad Total del Sistema

Con esta información se determina la cantidad de desecante necesario para mantener la humedad en un nivel seguro. La norma 710 de ARI establece el método para comparar diferentes desecantes y filtros deshidratadores. Este método sirve más bien como una guía para pruebas de laboratorio. La experiencia ha demostrado que una manera más significativa para dar el tamaño a los filtros deshidratadores, es basándose en la cantidad de desecante, la capacidad del sistema y la cantidad y tipo de refrigerante. Es decir, el filtro deshidratador deberá tener el tamaño suficiente para mantener la humedad del sistema por debajo del nivel permitido, a la temperatura de operación.

Ejemplo 1. Cálculo y selección de un filtro deshidratador para refrigeración doméstica.

Datos:

Carga de refrigerante	= 900 g
Tipo de refrigerante	= R-12
EPD (Nivel de humedad en R-12)	= 15 ppm
Temperatura de evaporación	= -15°C
Humedad en el sistema*	= 250 mg
*(dato del fabricante)	

Nota: Para efecto de clasificación de filtros deshidratadores, su capacidad de retención de agua se expresa en gramos o en gotas de agua. Debe recordarse que 1g de agua = 20 gotas de agua.

Cálculos:

Primero debe calcularse la humedad total del sistema, para lo cual, todos los valores deben estar en las mismas unidades.

Peso del agua en el R-12 = 15 ppm = 15 mg de agua/kg de R-12

como son 900 g de R-12:

$$900 \text{ g R-12} \times \frac{0.015 \text{ g agua}}{1000 \text{ g R-12}} = 0.0135 \text{ g de agua}$$

El agua total es: la del refrigerante más la del sistema = 0.0135 + 0.250 = 0.2635 g de agua.

$$\text{Convertido a ppm} = \frac{0.2635 \text{ g}}{900 \text{ g}} = 0.0002928 \text{ g} = 292.8 \text{ ppm}$$

De la tabla 1.1 podemos ver que el R-12 a -15°C retendrá 10 ppm a esta temperatura, el resto del agua (292.8 - 10 = 282.8 ppm) se congelará. Por lo tanto, el filtro deshidratador deberá ser capaz de remover 282.8 ppm de agua. Para calcular los gr de desecante requerido, expresamos la humedad en gramos y luego en gotas.

$$0.2828 \frac{\text{g de agua}}{1000 \text{ g de R-12}} \times 900 \text{ g de R-12} = 0.2545 \text{ g de agua}$$

$$0.2545 \text{ g agua} \times \frac{20 \text{ gotas}}{1 \text{ gramo}} = 5.09 \text{ gotas de agua}$$

De la figura 1.4 tomamos los valores de la sílica gel y el tamiz molecular, que son 9% y 20.5% en peso, respectivamente. Aquí cabe mencionar que todos los desecantes al embarcarse, tienen algo de humedad conocida como "humedad residual". La máxima permitida de acuerdo a una norma industrial típica, es del 2%. Los datos de las tablas se refieren al desecante seco; por lo que a la capacidad de la tabla se le resta el 2%; así, la capacidad efectiva es 7% y 18.5%, convirtiéndolas a gotas de agua:

Sílica:

$$7 \frac{\text{g agua}}{100 \text{ g desec.}} \times 20 \frac{\text{gotas de agua}}{1 \text{ g agua}} = 140 \frac{\text{gotas agua}}{100 \text{ g desec.}}$$

Lo que significa que cada gramo de sílica gel removerá 1.4 gotas. Haciendo lo mismo para el tamiz molecular, tenemos que cada gramo retendrá 3.7 gotas de agua.

La cantidad de desecante requerido para este sistema será:

$$\frac{5.09 \text{ gotas} \times 1 \text{ g}}{1.4 \text{ gotas}} = 3.63 \text{ g de sílica gel}$$

$$\frac{5.09}{3.7} = 1.37 \text{ g de tamiz molecular}$$

Cualquiera de estos dos desecantes mantendrá el sistema dentro de un nivel seguro, pero no permitirá un factor de seguridad para las operaciones futuras. El factor de seguridad deberá ser determinado por el técnico. La recomendación general es, que para dar protección al sistema por muchos años, se utilicen de 10 a 15 veces la cantidad mínima requerida; esto es:

Sílica gel	de 36 a 54 g
Tamiz molecular	de 14 a 21 g

Finalmente, cabe mencionar que un filtro deshidratador con sílica gel que contenga entre 36 y 54 gms., sería demasiado grande y desproporcionado para un refrigerador doméstico, por lo que lo lógico sería utilizar un filtro deshidratador molecular. En la Tabla de Filtros Deshidratadores Domésticos del Catálogo de Valycontrol, vemos que el modelo T-20-4 contiene 20 g de desecante molecular, y nos sirve perfectamente para este trabajo.

Ejemplo No. 2. Cálculo y selección de un filtro deshidratador para un sistema de refrigeración comercial.

Datos:

Carga de 11 kg de R-12 con ϕ de 5/8" en la línea de líquido.

En este caso, no tenemos datos de la humedad residual del sistema, por lo que suponemos que los componentes están limpios y que el sistema completo fue cuidadosamente secado durante su ensamble. De acuerdo a la norma 710 de ARI, el contenido de humedad del R-12 antes de la deshidratación es 565 ppm., y el contenido de humedad después de la deshidratación es 15 ppm (tabla 1.14). La humedad residual en el refrigerante será:

$(565-15) \text{ ppm} = 550 \text{ ppm} = 550 \text{ mg de agua/kg de R-12}$

Como son 11 kg de refrigerante, la humedad total será:

$0.550 \frac{\text{g de agua}}{\text{kg de R-12}} \times 11 \text{ kg de R-12} = 6.05 \text{ g de agua}$

Convirtiendo a gotas de agua:

$6.05 \text{ g de agua} \times \frac{20 \text{ gotas}}{1 \text{ g de agua}} = 121 \text{ gotas de agua}$

En el ejemplo No. 1 vimos que la sílica gel tiene una capacidad de retención de agua de 1.4 gotas por gramo de desecante, y el tamiz molecular, 3.7 gotas por gramo de desecante. La cantidad que se requiere de cada desecante es como sigue:

$\frac{121 \text{ gotas de agua}}{1.4 \text{ gotas de agua/g desec.}} = 86.43 \text{ g de sílica gel}$

Procediendo igual para el tamiz molecular = 32.70 gr de molecular. Haciendo la misma consideración del ejemplo No. 1 del uso de 10 a 15 veces la cantidad mínima:

Sílica gel de	864 a	1,296 g
Molecular de	327 a	490 g

Viendo el Catálogo de Valycontrol, S.A. de C.V., la tabla de selección de filtros deshidratadores comerciales, observamos que no hay ningún modelo de filtro deshidratador con molecular y conexión de 5/8", por lo que, se deberá seleccionar uno de sílica gel. Los modelos T-750-16 y T-1000-16 tienen ambos conexión de 5/8", pero uno tiene 625 g y el otro 850 gms. de sílica; por lo que el modelo que se deberá seleccionar es el T-1000-16 que es del tipo recargable.

Otra opción sería un filtro deshidratador del tipo sellado con bloque moldeado, que de acuerdo a la tabla de selección del catálogo, el modelo TD-165 tiene una capacidad de agua de 244 gotas, a un EPD de 15 ppm con conexión de 5/8".

Ejemplo No. 3. Cálculo y selección de un filtro deshidratador para un sistema de aire acondicionado.

Datos:

Refrigerante	= R-22
Temp. de condensación	= 35°C
Carga de refrigerante	= 35 kg

Aquí nuevamente, no tenemos datos de que haya humedad residual en el sistema, por lo que haremos las mismas consideraciones del ejemplo No. 2, en cuanto a que los componentes están limpios, y el sistema ha sido cuidadosamente secado durante su ensamble.

El contenido de humedad en el refrigerante se calcula de acuerdo a la norma 710 de ARI. Para el R-22, el contenido de humedad antes de la deshidratación es de 1,050 ppm, y después de la deshidratación es 60 ppm (tabla 1.14). Por lo que la capacidad de agua del filtro deshidratador que se va a usar será como sigue:

$(1,050-60) \times 35 = 34,650 \text{ mg de agua} = 34.65 \text{ g de agua}$

Si esta capacidad la expresamos en gotas de agua:

$34.65 \times 20 = 693 \text{ gotas}$

Refiriéndonos a la tabla de selección de filtros deshidratadores para la línea de líquido, con R-22 en el catálogo de Valycontrol vemos que hay dos modelos que tienen la capacidad requerida, el TD-3-118 y el TD-3-138. La elección sería entre estos dos modelos, dependiendo del diámetro de la línea de líquido.

Si la humedad en el sistema excede el valor especificado por la norma de ARI, entonces deberá seleccionarse un filtro deshidratador con mayor capacidad de retención de agua.

En este ejemplo no se calculó la cantidad de desecante porque, dado al tamaño del sistema, se recomienda instalar filtros deshidratadores del tipo recargable con bloque desecante. Como ya se mencionó, los bloques moldeados están fabricados con combinaciones de desecantes, por lo que es más complicado hacer este cálculo. La capacidad de retención de agua la calcula el fabricante, proporcionándola en su catálogo para que la selección sea más simple para los técnicos.

En sistemas con R-22 es más recomendable el uso de un filtro deshidratador en la línea de succión, adicional al de la línea de líquido, por la razón ya comentada de que con este refrigerante se obtiene la máxima capacidad de secado en la fase de vapor. En el caso particular de sistemas de aire acondicionado, también es recomendable el uso de filtros deshidratadores en la línea de succión para protección del compresor, el cual generalmente es del tipo semi-hermético o hermético.

Como fabricante de filtros deshidratadores, Valycontrol, S.A. de C.V., hace sus recomendaciones de selección con base en los datos técnicos más recientes que hay disponibles, y en la experiencia de más de 15 años de fabricar filtros deshidratadores del tipo de bloque desecante. En todos los casos, los resultados deberán ser satisfactorios con los modelos recomendados para los sistemas de refrigeración normales. Como se puede observar en el

catálogo, se han considerado las diferencias entre las aplicaciones para sistemas de refrigeración comercial, congelación y aire acondicionado. En estos últimos, puesto que pueden armarse en el campo o ensamblados de fábrica, los modelos recomendados son diferentes para una misma capacidad por razón de que el fabricante cuenta con equipos e instrumentos de mayor precisión, que los que puede usar un técnico en el campo para hacer la instalación.

Valycontrol, S.A. de C.V. publica su propia selección de filtros deshidratadores, pero al final de cuentas, la selección correcta de un filtro deshidratador dependerá de las condiciones que se esperan para cada trabajo. Dentro del contexto económico, conviene considerar instalar en el sistema capacidad adicional de retención de agua y filtración.

Cómo Instalar un Filtro Deshidratador

Independientemente del lado del sistema donde se vaya a instalar el filtro deshidratador, debe asegurarse que se esté respetando el sentido del flujo, el cual está indicado mediante una flecha en la etiqueta. Todos los filtros deshidratadores, a excepción de los reversibles o bidireccionales para bombas de calor, los demás están diseñados para ofrecer una óptima capacidad con flujo en un solo sentido; es decir, sólo tienen una entrada y una salida. El objetivo principal al buscar una posición para el filtro deshidratador, es asegurar un contacto uniforme entre el refrigerante y el desecante.

Para lograr esto, a continuación se ofrecen algunas recomendaciones de instalación tanto para la línea de líquido, como para la línea de succión.

Línea de Líquido

Los filtros deshidratadores para la línea de líquido se pueden instalar en cualquier posición, y en la mayoría de los casos, trabajan muy bien. Sin embargo, deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones.

No se recomienda que los filtros deshidratadores de desecante suelto (como los de sílica) se instalen en forma horizontal, debido a que los gránulos no están compactados y tienden a acumularse en el fondo, dejando parte del área del flujo sin cubrir. Si se instalan horizontalmente, el refrigerante tiende a formar canalizaciones entre los gránulos y se presenta un contacto deficiente entre el desecante y el refrigerante. Por otra parte, si hay turbulencias en el flujo, éstas pueden causar abrasión al desecante formando un polvo fino que no es detenido por el filtro, y posiblemente cause daños en los cilindros, pistones y válvulas del compresor. La recomendación es que se instalen en forma vertical, con el flujo del refrigerante de arriba hacia abajo.

En los filtros deshidratadores de bloque desecante, no hay riesgos de abrasión ni de canalizaciones, por lo que la posición no es problema, ya que en cualquier posición siempre va a haber un buen contacto entre el refrigerante y el desecante. Aunque en los de tipo recargable se

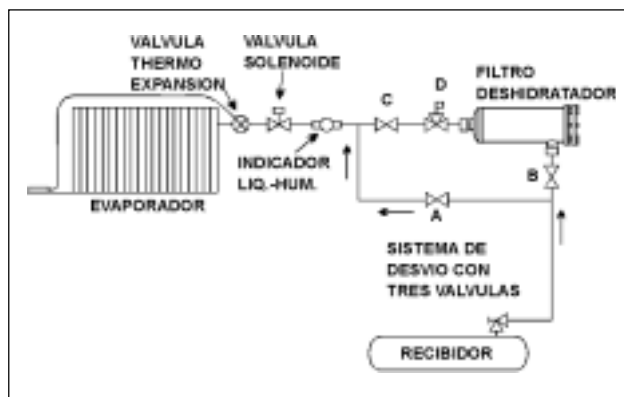


Figura 1.18 - Arreglo de desvío (by pass) con tres válvulas en la línea de líquido

pueden hacer las siguientes recomendaciones, procure instalar el filtro deshidratador de tal manera que, cuando se destape para hacer el cambio de bloques, no caiga material extraño dentro de la cápsula hacia la conexión de la salida. Algunas veces se recomienda construir un arreglo de desvío (bypass) para los filtros deshidratadores recargables, como el mostrado en la figura 1.18. Este arreglo permite que el sistema opere con o sin filtro deshidratador, y también reemplazar los bloques desecantes sin interrumpir la operación del sistema. El funcionamiento de las válvulas es el siguiente:

Estando las 3 válvulas ("A", "B", y "C") abiertas, el refrigerante circulará mayormente a través de la válvula "A" y no habrá una caída de presión debida al filtro deshidratador. Estrangulado el flujo de refrigerante por medio de la válvula "A", se puede obligar a que pase una parte del refrigerante a través del filtro deshidratador.

Si se van a reemplazar los bloques desecantes o el filtro, se deben cerrar las válvulas "A" y "B", dejando únicamente la válvula "C". Esto es con el objeto de vaciar de refrigerante el filtro deshidratador estando funcionando el sistema. Cuando se pare el compresor por baja presión, se cierra la válvula "C" e inmediatamente se abre la válvula "A". De esta manera, se puede destapar el filtro deshidratador y proceder a reemplazar los bloques desecantes. Después del cambio se cierra la cápsula, se hace un buen vacío con una bomba al filtro deshidratador, se abren las válvulas "B" y "C" y se cierra la válvula "A" total o parcialmente, como se desee.

Si existe la posibilidad de que el operario no tenga experiencia en vaciar el refrigerante líquido del filtro deshidratador, como se describió arriba, y solamente cierra las válvulas "B" y "C" dejando la válvula "A" abierta, entonces se recomienda instalar una válvula de alivio de presión como se ilustra en la figura, ya que, el refrigerante líquido atrapado entre las válvulas "B" y "C" puede desarrollar una presión hidráulica peligrosa.

Línea de Succión

Debe recordarse que de este lado del sistema, el refrigerante está en forma de vapor a presión y temperatura bajas, y su velocidad es aproximadamente seis veces la

que tiene en la línea de líquido. La recomendación es que en este lado se instalen de preferencia filtros deshidratadores del tipo de bloque desecante. Normalmente, la posición de un filtro deshidratador en la línea de succión, debe ser en forma vertical con el flujo de arriba hacia abajo. Esto tiene poco que ver con el desecante, el motivo principal es asegurar el regreso del aceite al compresor. Si se monta en forma horizontal, el aceite puede quedar atrapado dentro de la cápsula del filtro deshidratador. Si no se dispone de suficiente espacio o la tubería corre horizontalmente, se pueden hacer arreglos con codos soldables de cobre de 45°, tal como se ilustra en la figura 1.19

En la figura 1.20, se muestra la instalación más adecuada para un filtro deshidratador en la línea de succión, en una tubería vertical empleando un codo de 90°. Estos arreglos permiten que el aceite drene fácilmente hacia el compresor y no se quede atrapado.

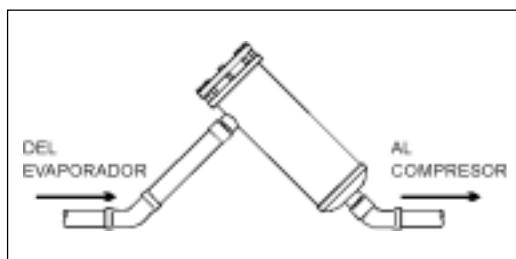


Figura 1.19 - Instalación de un filtro deshidratador tipo recargable de bloques desecantes en una tubería horizontal en la línea de succión.

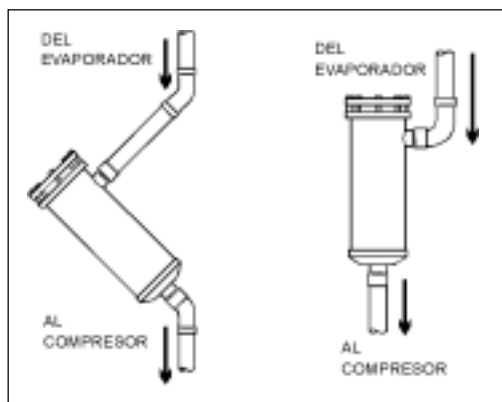


Figura 1.20 - Instalación recomendada para un filtro deshidratador tipo recargable de bloques desecantes en una tubería vertical en la línea de succión.

Finalmente, es importante mencionar que siempre se debe instalar el filtro deshidratador de manera segura en los muros o a la estructura de la unidad, de tal forma que su peso no sea soportado totalmente por la tubería, principalmente con los de gran tamaño. Si no se hace así, existen muchas posibilidades de que surjan fugas debido a las vibraciones.

Consideraciones de Seguridad para Filtros Deshidratadores

Cuando trabaje con filtros deshidratadores, deberá tomar las precauciones siguientes:

1. Para seleccionar el filtro deshidratador adecuado y para una correcta aplicación, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante.
2. En sistemas donde la carga de refrigerante es crítica, como los domésticos o en unidades de aire acondicionado de ventana, y en general, en aquellos que no tienen tanque recibidor de líquido y que usan capilar para la expansión, si el filtro deshidratador es de sílica o alúmina, puede afectar el rendimiento del sistema reduciendo la cantidad de refrigerante circulado. Esto se debe a que estos desecantes retienen una cierta cantidad de refrigerante; por lo tanto, en este tipo de sistemas el filtro deshidratador deberá ser lo más pequeño posible.
3. Al quitar los sellos de las conexiones de un filtro deshidratador, deberá tenerse cuidado para no dañar la rosca o la superficie. El filtro deshidratador deberá ser instalado al sistema lo más pronto posible después de haberle quitado los sellos. Si un filtro deshidratador ha estado mucho tiempo expuesto al medio ambiente sin los sellos en las conexiones, no deberá instalarse al sistema. Lo mismo se aplica a los bloques desecantes o a los desecantes sueltos tales como la sílica.
4. Debe tenerse cuidado al manejar los filtros deshidratadores para no dañarlos, golpearlos o hacer mal uso de ellos.
5. La intención de instalar un filtro deshidratador en un sistema, es remover los residuos de humedad que puedan quedar aún después de hacer un buen vacío. No pretenda que los filtros deshidratadores hagan el trabajo de la bomba de vacío en lo que a eliminación de humedad se refiere.
6. Procure instalar el filtro deshidratador de la línea de líquido, en el punto de más baja temperatura. Si se instala dentro de la cámara, aumentará su desempeño por cuestión de que la humedad es menos soluble en el refrigerante a bajas temperaturas, y eso es aprovechado por el desecante para atraparla.
7. Cuando un filtro deshidratador haya cumplido con su función, es necesario reemplazarlo si es del tipo sellado, o cambiar los bloques desecantes si es del tipo recargable. Los indicadores de líquido humedad son herramientas valiosas para determinar cuando esto es necesario.
8. Los filtros deshidratadores o desecantes que se han retirado de un sistema después de haber sido usados, no deben reciclarse para volverlos a instalar. Estos pueden contener, además de la humedad y ácidos, aceites, semi-sólidos y partículas sólidas, los cuales no se pueden eliminar al intentar reactivarlos.