

PARA ALARGAR LA VIDA Y MEJORAR EL DESEMPEÑO DE LOS AIRES ACONDICIONADOS INDUSTRIALES

CONTENIDO

1. Introducción
2. Tipos de corrosión
 - 2.1 Corrosión galvánica
 - 2.2 Corrosión general
 - 2.3 Corrosión fórmica
3. Tipos de serpentín
 - 3.1 Serpentín sin recubrimiento
 - 3.2 Serpentín de aluminio
 - 3.3 Serpentín de aluminio previamente recubierto, con estabilizador
 - 3.4 Serpentín con electrorecubrimiento (e-coat)
 - 3.5 Resultados de las pruebas de rociado con agua salada
4. Acumulación de polvo
 - 4.1 Resultados de las pruebas de carga de polvo
 - 4.2 Efecto de la densidad de las aletas
 - 4.3 Efecto del recubrimiento
 - 4.4 Efecto de los residuos de aceite/lubricante
 - 4.5 Efecto del patrón de las aletas
5. Conclusiones y recomendaciones

1. INTRODUCCIÓN

Los aires acondicionados se utilizan comúnmente para mantener a baja temperatura los equipos electrónicos en áreas de manufactura industrial, equipos de telecomunicación, sistemas de seguridad y defensa, así como aplicaciones para interiores y exteriores. Estos equipos generalmente se encuentran alojados en gabinetes protectores enfriados con aires acondicionados que mantienen el gabinete a la temperatura ideal para la óptima operación del equipo.

El ambiente en el que operan estos aires acondicionados puede ser peligroso e incluso en muchos casos existen componentes de riesgo, como cloruros y sulfuros en las zonas costeras, óxidos de sulfuro y óxidos de nitrógeno en áreas industriales contaminadas, así como partículas aéreas, lubricantes y solventes residuales en el suelo de las fábricas. Los aires acondicionados normalmente son unidades autocontenidas, con vaporizadores y condensadores de aire. Generalmente incluyen serpentines de cobre que permiten el flujo del refrigerante por los tubos y aletas de aluminio por las que pasa el aire. Los intercambiadores de calor están expuestos a ambientes hostiles y, con el tiempo, son susceptibles a la corrosión por contaminantes y a la acumulación de partículas de polvo en su interior, lo que provoca una disminución en el desempeño del aire acondicionado, una reducción de la capacidad de enfriamiento, aumento en la presión del sistema y, eventualmente, fallas en el equipo de enfriamiento.

El uso de recubrimientos protege las partes metálicas para minimizar la corrosión y la acumulación de polvo del intercambiador de calor en ambientes

peligrosos. El presente white paper incluye información sobre los diferentes tipos de corrosión que puede presentarse, los serpentines que se presentan más comúnmente en los equipos de aire acondicionado y los resultados obtenidos en pruebas de rociado con agua salada y acumulación de polvo, lo que nos da información sobre los beneficios en desempeño y eficiencia al utilizar recubrimientos.

2. TIPOS DE CORROSIÓN

La definición de corrosión es la destrucción de material, generalmente metal o aleaciones de acero, producto de una reacción química al medio ambiente. Los aires acondicionados están expuestos a diversos ambientes corrosivos que deterioran los condensadores y vaporizadores, causando la disminución prematura en su desempeño y que, eventualmente, provocará fallas en el sistema.

Existen muchos tipos de corrosión, sin embargo, los más comunes en el área de los aires acondicionados son la corrosión galvánica y la corrosión general. La corrosión fórmica también afecta al cobre.

2.1 CORROSIÓN GALVÁNICA

La corrosión galvánica ocurre de forma natural cuando metales diferentes se encuentran en presencia de un electrolito, por ejemplo, la humedad. En la corrosión galvánica, el metal más activo se corroe más rápidamente debido a la migración de iones. En los tubos de cobre y las aletas de aluminio de los intercambiadores de calor (condensadores y vaporizadores), la corrosión galvánica comienza en las juntas de las aletas, donde el aluminio y el cobre hacen contacto. Al corroerse las aletas de aluminio, la resistencia

térmica del intercambiador de calor aumenta, lo que produce una disminución en su capacidad y aumento en la presión.

Un método para prevenir la corrosión galvánica de los serpentines es eliminar las duplas galvánicas, por ejemplo, todos los serpentines de aluminio o todos los de cobre. Otra opción es aislar del electrolito los metales diferentes utilizando recubrimientos protectores que establecerán una barrera entre metales y electrolito. Al no haber interacción entre los elementos, se impide la corrosión. Otra forma de prevenir este tipo de corrosión es aislar la conexión eléctrica de la dupla de metales diferentes a través de un recubrimiento no metálico. Un ejemplo de esto son las aletas de stock previamente revestidas, que crean una capa aislante y evitan el contacto eléctrico de la dupla.

2.2 CORROSIÓN GENERAL

La corrosión general es la degradación del metal al reaccionar con el medio ambiente, como la oxidación. Los contaminantes ambientales, como el sulfuro y los electrolitos base nitrógeno combinados con cloruro aceleran la corrosión de los serpentines de cobre, provocando fugas y fallas en los sistemas de refrigeración. La corrosión general también requiere de la presencia de humedad para continuar con el proceso.

2.3 CORROSIÓN FÓRMICA

La corrosión fórmica ocurre dentro de los tubos de cobre, a través de partículas contaminantes atraídas por la condensación. Orificios microscópicos en la superficie de redes y túneles interconectados en las paredes de los serpentines producen fugas del refrigerante. Los contaminantes que causan la corrosión fórmica son ácidos orgánicos, comúnmente conocidos como ácidos fórmicos y acéticos. Para que ocurra la corrosión fórmica se requieren de tres condiciones: presencia de oxígeno, presencia del ácido orgánico y presencia de humedad. Debido a estos requerimientos, la corrosión fórmica normalmente se presenta en vaporizadores, que presentan humedad debido a la condensación generada por la eliminación de agua del aire.

3. TIPOS DE SERPENTÍN

Adicionalmente a entender las diversas formas en las que la corrosión puede ocurrir dentro de los aires acondicionados, es importante conocer los diferentes tipos de serpentín que son expuestos a la corrosión. Además de tratar de los tipos de serpentín más utilizados, junto con sus pros y sus contras, esta sección servirá como guía para diseñadores, áreas de mercadotecnia y ventas con la cual podrán seleccionar los productos más apropiados para diferentes usos.

3.1 SERPENTÍN SIN RECUBRIMIENTO

Los serpentines más comunes utilizados en condensadores y vaporizadores cuentan con tubos de cobre sin recubrimiento, unidos mecánicamente a las aletas de aluminio. Debido a que los serpentines y las aletas se encuentran en contacto directo, los serpentines pueden alcanzar altos grados de eficiencia térmica, siempre y cuando no exista corrosión. Cuando la corrosión galvánica ocurre, la unión entre el tubo y la aleta se deteriora, produciendo un incremento en la resistencia térmica, en detrimento de la eficiencia térmica del serpentín.

3.2 SERPENTÍN DE ALUMINIO

Los serpentines de aluminio comparten una dupla de metales comunes que elimina el riesgo potencial de la corrosión galvánica. Debido a que las tuberías utilizadas en los aires acondicionados son principalmente fabricadas con cobre, deben tomarse precauciones para proteger las juntas en las que los serpentines se unen al resto del sistema. Estos serpentines también previenen la corrosión fórmica cuando son utilizados como vaporizadores.

3.3 SERPENTÍN DE ALUMINIO, PREVIAMENTE RECUBIERTO

Los serpentines previamente recubiertos tienen aletas recubiertas y tubos sin recubrimiento. Las aletas de stock son recubiertas de materiales horneados previo al proceso de estampado. Cuando se ensamblan dentro de los serpentines, la delgada capa de cobertura hecha con material no metálico se convierte en un aislante entre los dos metales diferentes con que está hecho el serpentín (cobre y aluminio) lo que evita la conexión eléctrica

entre ellos, disminuyendo la corrosión galvánica. Los serpentines previamente recubiertos ofrecen una buena protección contra la corrosión, comparada con el serpentín de tubo de cobre sin recubrimiento y aletas de aluminio, y pueden considerarse una alternativa económica al serpentín con electro-recubrimiento para ambientes poco corrosivos.

3.4 SERPENTÍN CON ELECTRORECUBRIMIENTO (E-COAT)

El electrorecubrimiento, también conocido como e-coat, es un efectivo medio de recubrimiento que provee alta resistencia a las superficies metálicas de partes industriales. Es un proceso de pintado que, en lugar de sumergirse, deposita la cobertura de pintura o laca sobre los componentes usando corriente eléctrica. A este proceso también se le conoce como electrodeposición, y puede dividirse en cuatro partes:

1. Pretratamiento
2. Electrorecubrimiento (e-coat)
3. Enjuague
4. Horneado

PRETRATAMIENTO

Antes del electrorecubrimiento, los serpentines se limpian con soluciones alcalinas para eliminar la suciedad y los aceites que pudieran haber dejado los procesos de fabricación. Después se exponen a un pretratamiento con fosfato de acero o zinc para lograr una adherencia duradera entre el electrorecubrimiento y el sustrato (tubo de cobre y aletas de aluminio) que evite que la cubierta se descarapele. Los pretratamientos añaden una capa de protección anticorrosiva para el caso de que hubiera orificios en el recubrimiento. Las piezas son enjuagadas con agua desmineralizada antes de entrar al tanque de electrorecubrimiento. El pretratamiento es una etapa crítica en este proceso pues es la base para que se produzca una adhesión confiable entre el metal y el recubrimiento.

ELECTRORECUBRIMIENTO (E-COAT)

El electrorecubrimiento es una mezcla de 80 a 90 por ciento de agua desmineralizada y de un 10 a 20 por ciento de partículas de pintura. El agua desmineralizada actúa como transporte para las partículas de pintura, que están compuestas por resinas, pigmentos y

pequeñas cantidades de solventes. El principal material que conforma la película final de pintura es la resina, que es la que provee la protección anticorrosión. Los pigmentos dan el color, brillo y también protección anticorrosión, mientras que los solventes ayudan a que la película producida tenga un acabado fino.

Debido a que la resina es un aislante eléctrico, el proceso de deposición de pintura se auto-regula y disminuye a medida que la pieza aumenta su aislamiento eléctrico gracias al recubrimiento. Al regular el voltaje, la pintura puede aplicarse a cualquier pieza con un grosor controlado. Durante el proceso de electrorecubrimiento, las partículas de pintura se depositan primero en áreas cercanas al contraelectrodo y al irse aislando de la corriente, las partículas son forzadas a unirse a las zonas recesivas, es decir las zonas de metal desvestido, para completar la cobertura. Este fenómeno es especialmente importante para recubrir los pequeños huecos entre las juntas de las aletas y los tubos, las aletas de alta densidad y las aletas de desempeño mejorado, como las aletas de formas especiales, ya que el recubrimiento penetra en todos los huecos y cubre el ensamblaje del serpentín por completo, incluyendo las orillas de las aletas y sus formas especiales, sin dejar espacios.

ENJUAGUE

Para mejorar la estética y mantener la eficiencia del proceso de electrorecubrimiento, la pieza debe ser enjuagada una vez que ha pasado por el proceso para eliminar el exceso de partículas de pintura que no hayan sido adheridas a la pieza pero sigan pegadas a ella. Estos residuos son regresados al depósito de electrorecubrimiento para una cobertura de alto rendimiento.

HORNEADO

Las piezas se hornean después del enjuague. El horno entrecruza y endurece las resinas de la capa de pintura, produciendo un acabado de alta calidad sin fugas. En la mayoría de los procesos de electrorecubrimientos la temperatura de horneado es de 375°F (191°C), sin embargo, hay horneados a menores temperaturas para piezas que contengan sellos, bridas o cojinetes, entre otros.

Comparado con otros métodos de recubrimiento, los beneficios del electrorecubrimiento incluyen los siguientes:

1. Cobertura total a piezas complejas con un recubrimiento suave, consistente y flexible que penetra hasta en los huecos más profundos, incluyendo juntas entre aletas y tubos, orillas de las aletas y otros recovecos.
2. Puede usarse en aletas de alto desempeño, como las aletas con orificios o los serpentines de alta densidad, sin degradar orificios ni aletas.
3. El grosor de la cobertura es firme y uniforme, lo que permite que las aletas dobladas se enderecen sin despostillar o romperla.
4. Comparado con el serpentín sin recubrimiento, aumento mínimo en la resistencia térmica gracias a la capa delgada y uniforme producida.

El proceso de electrorecubrimiento aísla completamente el serpentín de la contaminación del medio ambiente al crear una capa delgada, pero extremadamente durable y flexible, que cubre por entero la superficie del tubo de cobre y las aletas de aluminio, incluyendo orificios y cavidades en áreas de difícil acceso. Por ejemplo, en los espacios donde las aletas y los tubos de cobre entran en contacto, el serpentín logra estar aislado contra cualquier contaminante, ofreciendo protección superior en los ambientes más difíciles.

3.5 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE ROCIADO CON AGUA SALADA

Los recubrimientos mencionados anteriormente reaccionan de diversas formas ante la corrosión producida en intercambiadores de calor en ambientes difíciles. En esta parte del documento se utilizan procedimientos científicos para analizar e ilustrar los impactos.

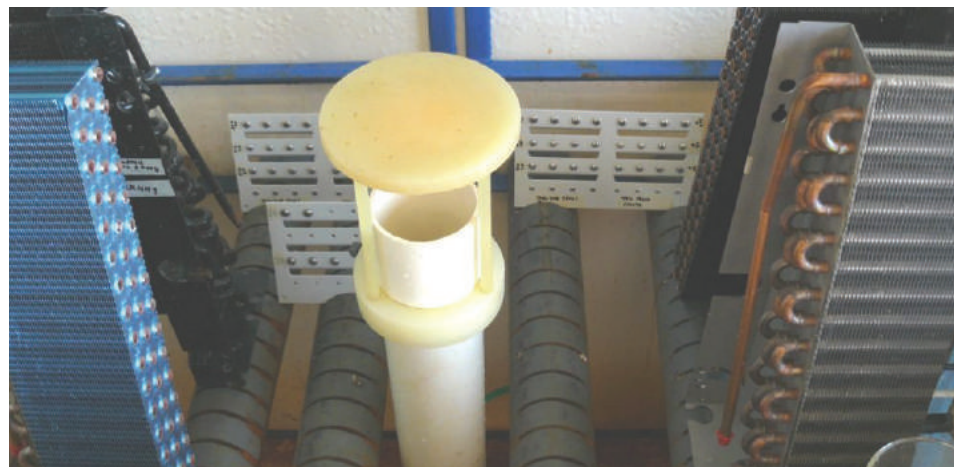


Figura 1. Disposición inicial

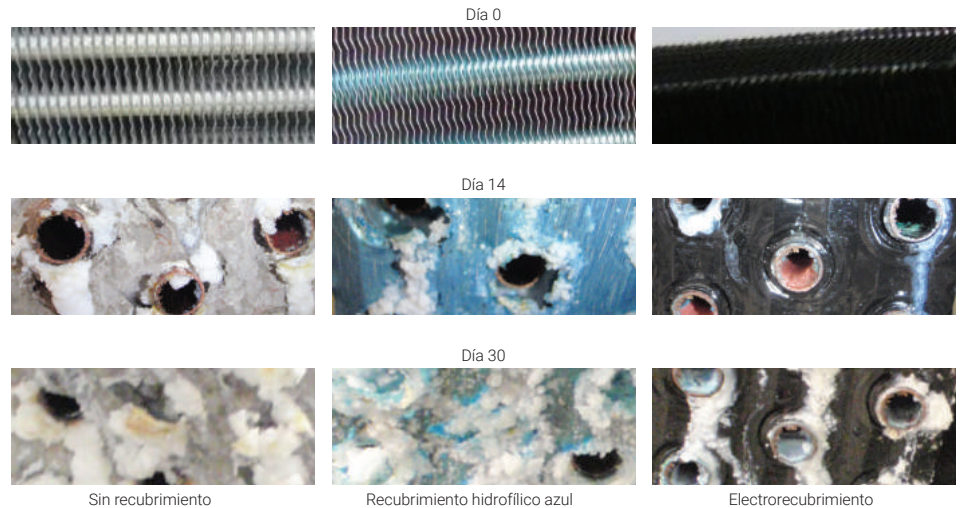


Figura 2. Muestras y resultados de las pruebas de rociado con agua salada

TABLA 1. MATRIZ DE LA PRUEBA DE ACUMULACIÓN DE POLVO

Test #	FPI		Recubrimiento	Mosquitero	Opciones de enjuague	Patrón de disposición de las aletas
	8	12	Sin recubrimiento Electrorecubrimiento Recubrimiento hidrofílico	Si No	Enjuague de fábrica Sin enjuague Enjuague con manguera	Patrón de disposición de las aletas
1	Nueva onda
2	Nueva onda
3	Nueva onda
4	Nueva onda
5	Nueva onda
6	Nueva onda
7	Nueva onda
8	Nueva onda
9	HiF
10	Nueva onda
11	Nueva onda
12	Nueva onda
13	Nueva onda
14	Nueva onda
15	Nueva onda



Figura 3. Disposición inicial de la Prueba de acumulación de polvo

Se aplicó una prueba de corrosión acelerada de 30 días (ASTM-B117-09 Prueba de rociado con agua salada) sobre serpentines con diferentes tipos de recubrimientos: 8 FPI sin recubrimiento, 12 FPI prerecubrimiento hidrofílico azul y 12 FPI electrorecubrimiento. Las muestras fueron extraídas de serpentines completos y la primera capa de cada aleta fue removida para evitar cualquier rasguño producto del corte. Todos los serpentines eran del mismo proveedor. La Figura 1 exhibe la disposición inicial de la prueba. Todas las muestras se colocaron en la misma cámara de vapor salado para que estuvieran expuestas a las mismas condiciones. La Figura 2 presenta la evolución de las muestras los días 0, 14 y 30 de la prueba. Los resultados de la prueba indican que el desempeño del serpentín con electrorecubrimiento fue significativamente más alto que los otros recubrimientos. A los 14 días de haber iniciado la prueba, los inicios de corrosión se encontraron tanto en el serpentín sin recubrimiento como en el que contaba con recubrimiento hidrofílico azul. Al término de los 30 días, no había rastros de corrosión en la muestra con electrorecubrimiento. No así en las otras dos muestras, que estaban completamente corroídas en varios lugares. La muestra con electrorecubrimiento tenía un poco de óxido en los brackets de metálicos en comparación con las otras dos muestras que estaban totalmente oxidadas.

4. ACUMULACIÓN DE POLVO

Adicionalmente a las aletas corroídas, un condensador obstruido también causa pérdidas en su capacidad y aumento en la presión. En el sistema de aire acondicionado, el condensador también tiene la función de expulsar el calor absorbido por el vaporizador y la electricidad usada por el compresor (en este caso, la disipación de calor por parte del compresor no es significativa). Para los tubos y aletas de condensadores comunes, es necesario contar con aletas extendidas para eliminar el calor. Desafortunadamente, las aletas extendidas también producen más superficies en donde se puede acumular polvo, partículas y fibras. La siguiente fórmula permite calcular la cantidad de calor que puede eliminar un condensador:

$$Q = \frac{A \cdot \Delta T_{lm}}{R}$$

Q es la cantidad de calor rechazado; R es el promedio de la resistencia térmica entre el

aire y el refrigerante. R es la función del nivel de flujo de refrigeración así como del nivel de flujo de aire. A es el área de superficie total que transfiere el calor del refrigerante al aire. A es la suma de la superficie del tubo más la superficie de la aleta que están expuestas al aire. ΔT_{lm} es un logaritmo promedio entre el aire y el refrigerante. Un condensador obstruido puede reducir de manera significativa el flujo de aire, lo que aumenta en promedio la resistencia térmica. A partir de la fórmula (1), para rechazar la misma cantidad de calor, ΔT_{lm} debe aumentar, produciendo una mayor condensación temperatura/presión. En la realidad, el sistema se balancea a una menor Q y un mayor ΔT_{lm} . Por lo tanto, el compresor debe trabajar a una mayor presión, lo que produce un mayor consumo de energía eléctrica, una menor eficiencia del sistema y una menor capacidad de enfriamiento.

4.1 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CARGA DE POLVO

Se llevó a cabo una prueba de carga de polvo con diferentes serpentines para determinar el efecto de la densidad de las aletas junto con el patrón de disposición de las aletas en la cantidad de polvo retenida sobre la superficie. La Tabla 1 muestra la matriz de la prueba. Durante la prueba, el serpentín fue instalado en un ducto de transición y sellado en el espacio con un empaque. La Figura 3 muestra la disposición inicial. Se utilizó la norma para prueba de polvo ASHRAE 52.2, que consiste en 72% de polvo fino para prueba especificación SAE J726, 23% de polvo de carbón y 5% de pelusa de algodón. El flujo de aire se estableció a 650cfm en todas las pruebas. El serpentín fue conectado a tierra para eliminar cualquier carga de electricidad estática. El polvo fue suministrado en incrementos de 20 g hasta llegar a los 100 g. Después de cada carga de polvo, el serpentín (y el filtro, en caso de haberse requerido) era separado y pesado. Los resultados se muestran en la Figura 4. Cabe mencionar que todos los resultados anotados en la Figura 4 fueron sin el uso de un mosquitero.

4.2 EFECTO DE LA DENSIDAD DE LAS ALETAS

En este documento, la densidad de las aletas se define como el número de aletas por pulgada. La Figura 4 muestra que, como era de esperarse, una mayor densidad de aletas recoge mayor cantidad

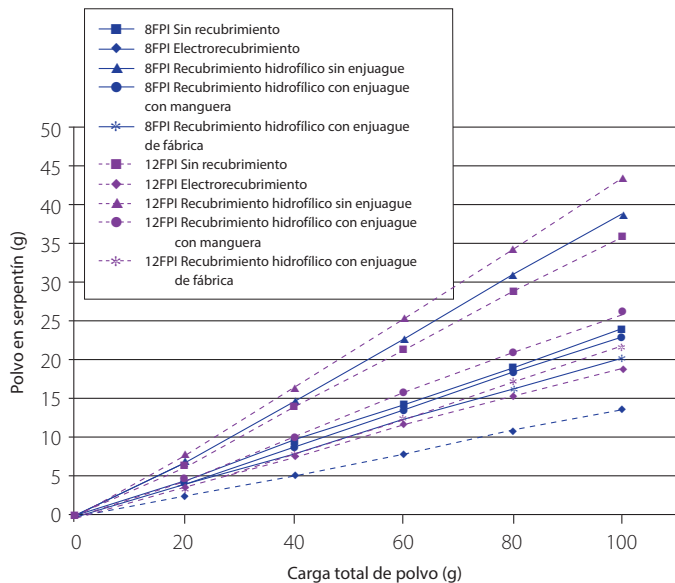


Figura 4. Efecto de la densidad de las aletas, recubrimientos y limpieza del serpentín

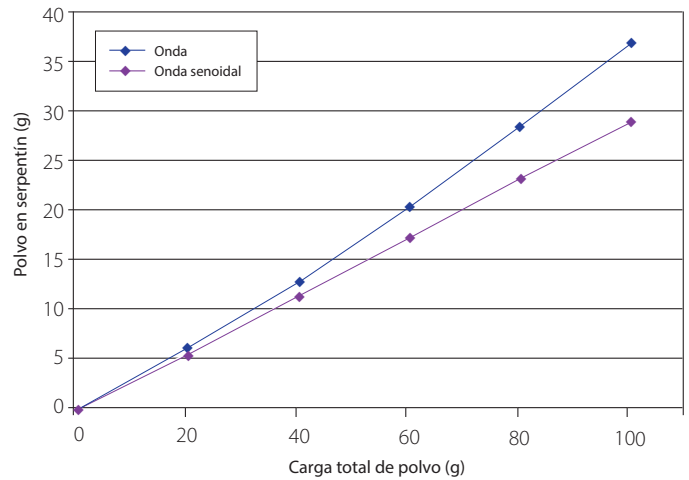


Figura 5. Efecto del patrón de disposición de las aletas en la acumulación de polvo

de polvo. Al incrementarse las aletas de 8 FPI (espacio entre aletas ~ 3mm) a 12 FPI (espacio entre aletas ~ 2mm), la acumulación de polvo también aumenta. De cualquier manera, reducir la acumulación de polvo no se basa únicamente en la reducción de la densidad de las aletas ya que la cantidad de calor que el condensador puede expulsar es proporcional a su superficie (fórmula 1). La pérdida de superficie no es completamente compensada al reducir la resistencia térmica. Por ejemplo, de 12 FPI a 8 FPI, la superficie de transferencia de calor se reduce más de un 30%. Es muy difícil compensar esta pérdida través de la reducción de toda la resistencia térmica, que incluye la resistencia térmica complementaria del refrigerante, del aire y del tubo. Dependiendo del diseño del serpentín, la resistencia térmica complementaria del aire es normalmente del 60-70% del total. Si el flujo del condensador del aire se aumenta en un 50%, la reducción de la resistencia térmica complementaria del aire y el promedio de la resistencia térmica, se estima estará en el rango de 20% y 14% respectivamente. Por lo tanto, comparado con un sistema que usa un condensador de 12 FPI, un sistema con un condensador de 8 FPI trabajaría con una mayor descarga de presión y una disminución en su capacidad. Deberá utilizarse un condensador de más de 8 FPI para obtener resultados equivalentes en el desempeño del sistema. Adicionalmente, el incremento en el flujo de aire también aumenta el consumo de energía eléctrica del sistema

de enfriamiento. Como regla general, el consumo de electricidad aumenta al incrementar el índice de flujo cúbico de energía.

Una mayor densidad de aletas con un recubrimiento apropiado en su superficie puede minimizar la acumulación de polvo logrando al mismo tiempo un alto desempeño en el sistema.

4.3 EFECTOS DEL RECUBRIMIENTO

La superficie del recubrimiento tiene un efecto significativo en la acumulación de polvo, como se muestra en la Figura 4 en donde se puede observar que los serpentines electrorecubiertos acumulan sustancialmente menos polvo que los que no cuentan con recubrimiento. Aún más, los serpentines electrorecubiertos con densidad de 12 FPI acumulan menos polvo que los de 8 FPI sin recubrimiento, debido a la suavidad que el electrorecubrimiento da a la superficie de la aleta, lo que se traduce en una menor probabilidad de que polvo y fibras queden pegados a ella. Por lo anterior, los serpentines electrorecubiertos son apropiados para aplicaciones en donde los contaminantes aereos se presenten en el condensador, al mismo tiempo que permiten una mayor densidad de aletas, lo que se traduce en un mejor desempeño del sistema.

Hay que tener precaución al considerar el electrorecubrimiento para los serpentines usados en vaporizadores debido al desahogo de los vapores condensados. Un drenaje deficiente puede causar la salida del vapor condensado, lo que a su

vez puede ocasionar fallas eléctricas o en los componentes electrónicos alojados dentro de los gabinetes. El drenaje del vapor condensado es producto de la corriente de aire que pasa a través del serpentín, del espacio y la disposición entre las aletas y de la capacidad de humedad de la superficie. La electrocobertura reduce la capacidad de humedad de la superficie debido a su naturaleza hidrofóbica, por lo que puede ocasionar que la salida del vapor condensado se logre a mucho menor velocidad.

El serpentín con recubrimiento hidrofílico estaba compuesto de aletas previamente recubiertas y almacenaba más polvo comparado con el serpentín sin recubrimiento. Esto pudiera tener su explicación en el hecho de que la superficie del recubrimiento no es muy lisa con el objetivo de aumentar la capacidad de humedad (hidrofílica) de la superficie, provocando que el polvo se atorara más fácilmente. También está el hecho de que las aletas que son previamente recubiertas tienen residuos de aceite/lubricante en la superficie, producto del mismo proceso de fabricación, lo que ayuda a que la recolección de polvo aumente. Tanto los serpentines con recubrimiento hidrofílico como los que no tienen recubrimiento son apropiados para aplicaciones con aire limpio. Cuando se usan con aplicaciones vaporizadoras, la condensación ayuda a limpiar estos residuos de aceite/lubricante, logrando una superficie totalmente húmeda.

4.4 EFECTO DE LOS RESIDUOS DE ACEITE/LUBRICANTE

El polvo (partículas, fibras) del medio ambiente tiende a atorarse en los serpentines sin recubrimientos y previamente recubiertos. Ambos serpentines pudieran presentar residuos de aceite/lubricante en las superficies de las aletas producto del proceso de fabricación, por ejemplo, estampado y expansión del tubo. Lavar los serpentines con manguera y agua caliente reduce sustancialmente la acumulación de polvo. También puede reducirse utilizando un lavado de fábrica con un solvente apropiado. La Figura 4 muestra que el serpentín hidrofílico de 12FPI lavado de fábrica recogió menos polvo que el serpentín sin recubrimiento de 8FPI, pero más que el serpentín con electrocobertura.

4.5 EFECTO DEL PATRÓN DE LAS ALETAS

El patrón de las aletas también influye en la acumulación de polvo. Como se muestra en la Figura 5 (ver página anterior), con la misma densidad de aleta, las aletas onduladas acumulan menos polvo comparadas con las corrugadas.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para la misma construcción de aleta y tubo, los serpentines de aluminio y tubos de cobre sin recubrimiento tienen un alto desempeño en ambientes no corrosivos. El uso de este tipo de serpentines en ambientes corrosivos puede provocar el deterioro en el desempeño del sistema debido a la corrosión.

El tubo de cobre previamente recubierto con aletas de aluminio provee una protección

moderada a la corrosión y pueden usarse en ambientes corrosivos leves.

Tanto los serpentines sin recubrimiento con los previamente recubiertos son propensos a acumular polvo, sobre todo debido a los aceites y lubricantes utilizados en los procesos de fabricación. Con los procedimientos de lavado adecuados para eliminar aceites y lubricantes, la acumulación de polvo se reduce en forma importante. A pesar de lo anterior, estos serpentines guardan más polvo comparados con los electrorecubiertos.

Los serpentines electrorecubiertos proporcionan una protección superior. La electrocobertura reduce sustancialmente la acumulación de polvo, lo que hace que los serpentines con electrorecubrimiento la opción ideal para los condensadores que funcionan en áreas industriales difíciles.

Norteamérica

Minneapolis, MN

Tel: +1.763.421.2240

Mexico City, Mexico

Tel: +52.55.5280.1449

Toronto, Canada

Tel: +1.416.289.2770

Sudamérica

Sao Paulo, S.P., Brasil

Tel: +55.11.5184.2100

Boituva, Brasil

Tel: +55.15.3363.9148

Europa

Betschdorf, Francia

Tel: +33.3.88.90.64.90

Straubenhardt,

Alemania

Tel: +49.7082.794.0

Dzierżoniów, Polonia

Tel: +48.74.64.63.900

Assago, Italia

Tel: +39.02.5776151.224

Oriente Medio e India

Dubai, Emiratos Árabes

Unidos

Tel: +971.4.378.1700

Bangalore, India

Tel: +91.80.6715.2001

Asia

Shanghai, P.R. China

Tel: +86.21.2412.6943

Singapur

Tel: +65.6768.5800

Shin-Yokohama, Japón

Tel: +81.45.476.0271

Seúl, Corea

Tel: +82.2.2129.7755

Qingdao

Tel: +86.532.8771.6101



Nuestra poderosa cartera de marcas:

nVent.com

CADDY ERICO HOFFMAN RAYCHEM SCHROFF TRACER