



Por Bruce I. Nelson, P.E., Presidente, Colmac Coil Manufacturing, Inc.

## **“LAS VENTAJAS EN EL USO DEL ALUMINIO”**

### **Comparación de Evaporadores de Aluminio con Evaporadores de Acero galvanizado, utilizando amoníaco como refrigerante**

#### **Introducción (A)**

Los Evaporadores de aire frío usados en un sistema de amoníaco tradicionalmente han sido fabricados usando acero al carbono galvanizado (recubierto en zinc). Hay otros metales que son compatibles con el amoníaco incluyendo acero inoxidable y aluminio.

Los diseñadores e instaladores de evaporadores de amoníaco para aplicaciones de baja temperatura deben tener en cuenta el peso, el rendimiento y la integridad del equipo especificado. Adicionalmente, debe haber requerimientos para la resistencia a la corrosión, limpieza y descongelado, características a ser tenidas en cuenta.

El amoníaco y el aluminio son muy compatibles y han sido usados sistemas de intercambiadores de calor con amoníaco por varias décadas.

Las propiedades del aluminio lo hacen un metal ideal para usar en aplicaciones de refrigeración por amoníaco. Este artículo describirá esas propiedades y las comparará con las del acero galvanizado, que es usado comúnmente en los intercambiadores de calor por amoníaco, mostrará claramente “Las Ventajas Del Aluminio”.

#### **La tabla 1 compara varias propiedades del aluminio con las del acero al carbono y el zinc: (B)**

El acero galvanizado se obtiene sumergiendo acero al carbono en un baño de zinc derretido. Estos dos metales base son mostrados en la siguiente tabla:

**TABLA 1**  
**Propiedades de Varios Metales**

<b>Metal</b>	<b>Densidad, lbm/cu ft</b>	<b>Conductividad termica, Btu/sq ft h F ft</b>	<b>Specific Heat Capacity, Btu/lbm F</b>
Aluminio	165	117	0.215
Acero al carbon	489	26	0.108
Zinc	440	65	0.092

La densidad del metal directamente afecta el peso del intercambiador de calor y cuando lo multiplicamos por la capacidad de calor específica, el resultado indica la cantidad de energía requerida para calentar y enfriar el intercambiador de calor durante un ciclo de descongelado.

La conductividad térmica de los metales afecta la performance térmica del intercambiador de calor, la velocidad y la efectividad del descongelado.

### **VENTAJA : Peso (C)**

La muy baja densidad del aluminio comparada con el acero y el zinc da como resultado un mejor intercambio de calor. Un evaporador de acero galvanizado pesará tres veces más que un evaporador de aluminio teniendo las mismas dimensiones. La mayor conductividad térmica del aluminio resultará en un mejor rendimiento térmico comparado con el acero galvanizado. Cuando el efecto del incremento del rendimiento con el aluminio es tomado en cuenta, la versión del acero galvanizado pesará 3 ½ veces más que un evaporador de aluminio teniendo la misma capacidad de enfriado.

El menor peso de los evaporadores de aluminio reduce los requerimientos para construcciones donde las unidades están colgadas del techo y especialmente en áreas sísmicas. El montaje y el manipuleo también se hacen más fácil con evaporadores de aluminio livianos. Es fácil ver las ventajas del montaje de un evaporador de aluminio de 900 kgs. comparado con un evaporador de acero de 2.700 kgs. en una sala con techo a 9 mts.

### **VENTAJA : Funcionamiento (D)**

La conductividad térmica del aluminio es de 4 ½ veces más alta que la del acero, y dos veces más alta que la del zinc. La conductividad térmica tiene un efecto directo sobre la eficiencia de transferencia del calor, cuanto más alta, mejor. El aluminio es superior al acero galvanizado por la mejor transferencia del calor. Las pruebas han demostrado que un evaporador de amoníaco hecho con tubos y aletas de aluminio tendrá una capacidad de enfriado que es 12% a 15% más alta que el evaporador de acero galvanizado teniendo las mismas dimensiones.

La superior capacidad de enfriado de los evaporadores de aluminio permite a los diseñadores elegir entre (a) seleccionar un evaporador teniendo menos filas y / o mayor distancia entre las aletas a más bajo costo o (b) usando el mismo tamaño de unidad (las mismas filas y distancia entre aletas) y operando a una presión de succión más alta con resultados de operación de costos reducidos, comparados con el acero galvanizado.

### **VENTAJA : Descongelado (E)**

La conductividad térmica más alta del aluminio ( 4 veces más que el acero) también resultará en un descongelado más rápido y más efectivo. Los evaporadores de aluminio simplemente descongelan más rápido y mejor que las serpentinas de acero galvanizado.

También, una sustancial cantidad de energía es consumida durante el descongelado para calentar la masa de metal en un evaporador de refrigeración hasta el punto de derretimiento del hielo ( 0° C), y luego enfriar nuevamente el metal hasta la temperatura de operación.

Cuando la densidad del metal es multiplicada por la conductividad térmica el resultado indica la cantidad de energía requerida por el producto para calentar o enfriar un intercambiador de calor de un volumen dado por un grado.

Basado en éste análisis, un evaporador de acero galvanizado requerirá un 70% más de energía que el mismo tamaño de un evaporador de aluminio para calentar y enfriar durante cada ciclo de descongelado. Este componente de descongelado llega a ser muy significativo a bajas temperaturas (ej: en cámaras de congelado). El uso de evaporadores de aluminio puede producir significativos ahorros en costos de operación durante un año, especialmente en bajas temperaturas.

### **VENTAJA : Resistencia a la corrosion (F)**

El amoníaco puro pasiva naturalmente las superficies de aluminio. El proceso de pasivación limpia la superficie del metal de impurezas y promueve la formación de una capa protectora de óxido. Miles de evaporadores industriales de aluminio para amoníaco han sido instalados y operados exitosamente desde los años 70.

La corrosión de los intercambiadores de calor en contacto o próximo a los productos alimenticios es una preocupación en el procesamiento de alimentos. Todos los productos alimenticios son moderadamente ácidos. El aluminio es más resistente a la corrosión que el acero galvanizado cuando está expuesto a ácidos cítricos o acéticos (productos lácteos, productos cítricos), ácidos grasos (agentes anti-aglutinantes, lubricantes), y ácido láctico (pan, confituras bebidas, fermentación, sangre).

El aluminio es más resistente a la corrosión que el acero galvanizado en presencia de cloruro de sodio (conservación de comidas y vegetales), y dióxido de azufre (almacenaje de uva). No se recomienda exponer el acero galvanizado ni el aluminio en presencia de nitritos (comidas curadas y ahumadas). El acero inoxidable es el material sugerido para usar en presencia de nitritos.

Generalmente hablando, el aluminio es mejor metal para usar que el acero galvanizado donde hay preocupación por la corrosión debido al contacto con la mayoría de los productos alimenticios.

## **VENTAJA : Limpieza (G)**

La limpieza del equipo en el procesamiento de alimentos, incluyendo los evaporadores, se transforma en un importante factor a tener en cuenta. Las bacterias contaminantes deben ser removidas con la limpieza regular y los lugares donde puedan acumularse, necesitan ser minimizados.

Las superficies lisas y duras de los evaporadores de aluminio son ideales para una fácil y efectiva limpieza en equipos de procesadores de alimentos. Los evaporadores de acero galvanizado con superficie áspera y porosa pueden presentar dificultades de limpieza donde el manejo libre de bacterias es crítico.

Otro valor de importancia es el efecto de varios limpiadores sobre aluminio y acero galvanizado. Hay cuatro tipos básicos de limpiadores usados en el procesamiento de la industria alimenticia:

1. Medio ácido
2. Fuertemente alcalino
3. Medianamente alcalino
4. Base clorhídrica

Tanto el aluminio como el acero galvanizado, son atacados por el medio ácido, limpiadores fuertemente alcalinos y a base de cloro. Este tipo de limpiadores no son recomendados para usar en ningún evaporador de amoníaco. Tanto para la superficie de aluminio como para la de acero galvanizado se recomienda un tipo de limpiador espumoso levemente alcalino (como el "Base 511", fabricado por Great Western Chemical).

Si para limpiar es usada la Soda Caústica, (fuertemente alcalina) entonces se prefiere el acero galvanizado al aluminio, ya que el zinc tiene más alta resistencia a las soluciones medianamente alcalinas.

## **VENTAJA: Confiabilidad Colmac**

Desde 1984, Colmac ha fabricado todos los evaporadores compuestos por aluminio 100% para sistemas de refrigeración a amoníaco con éxito. Se utiliza los tubos de aleación de aluminio 3003, espesores gruesos, sin costura del mejor calidad. El 100% de esta tubería esta probado por la corriente de Foucault en la fábrica Colmac antes del montaje en los evaporadores, asegurando que tenga cero defectos. Todas las uniones de los tubos están cuidadosamente unidas por un proceso especial de soldadura TIG, luego, puesto a prueba de presión de 500 psi para asegurar la ausencia absoluta de fugas.

Lo que tiene este programa como resultado de calidad de fabricación rigurosa es, cero fugas en cualquier tubo o juntura soldada cuando se pone en marcha por primera vez de cualquier evaporador de aluminio a amoníaco Colmac que se ha fabricado en su historia!

Para mayor información, contacte Colmac Coil Manufacturing, Inc.

[mail@colmaccoil.com](mailto:mail@colmaccoil.com) | P: 800.845.6778 or 509.684.2595

PO Box 571 | Colville WA. 99114-0571 | [www.colmaccoil.com](http://www.colmaccoil.com)

© 2016 Colmac Coil Manufacturing, Inc.