



INTERCAMBIADORES Y SERPENTINES ESPECIALES, S.A. DE C.V.
LIBRAMIENTO NORESTE KM. 17.6 GARCIA, NUEVO LEON C.P. 66000 MEXICO
E-MAIL: ventas.isesa@hotmail.com TEL.: 8381-0422 CONMUTADOR
[HTTP://www.intercambiadoresise.com.mx](http://www.intercambiadoresise.com.mx) FAX:8381-0599

INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE LOS TIPOS DE TUBOS ALETADOS Y SU SELECCIÓN.

Cuando el rendimiento de los aerofriadores (ACHE) se degrada con el tiempo, el tipo de aleta o tipo de unión tubo-aleta puede ser el problema principal.

Como elegir el tipo de aleta para aumentar la vida de su ACHE

Los Aerofriadores (ACHE) son diseñados para eliminar el calor de los fluidos de un proceso (líquido o gas) esto mediante la conducción del calor desde el fluido a través del tubo y hacia la aleta, después por convección desde la aleta a la atmósfera.

El calor se encuentra con una serie de resistencias térmicas a medida que fluye desde el fluido hacia la atmósfera que consiste en:

- a - La conductividad térmica del fluido
- b** - Resistencia por ensuciamiento interno
- c – Resistencia por la película al interior del tubo
- d - La resistencia térmica del metal del tubo
- e** – Resistencia en la unión tubo-aleta
- f - La resistencia térmica del metal de la aleta
- g – Resistencia por la película externa
- h** - Resistencia al ensuciamiento externo

La pérdida de rendimiento en Aerofriadores (ACHE)

La degradación del rendimiento de un Aerofriador puede deberse a la reducción del flujo de aire o al incremento en una o más de las resistencias térmicas mencionadas anteriormente. Los incisos a, c, d, f, y g (arriba) son básicamente características, y no están sujetas a cambios en el tiempo. Sin embargo los incisos **b, e, y h**, si puede cambiar con el tiempo.



INTERCAMBIADORES Y SERPENTINES ESPECIALES, S.A. DE C.V.

LIBRAMIENTO NORESTE KM. 17.6 GARCIA, NUEVO LEON C.P. 66000 MEXICO

E-MAIL: ventas.isesa@hotmail.com

TEL.: 8381-0422 CONMUTADOR

[HTTP://www.intercambiadoresise.com.mx](http://www.intercambiadoresise.com.mx)

FAX:8381-0599

Las posibilidades de corrección

Cuando la reducción del rendimiento del aerofriador es debido a la reducción de flujo de aire, la limpieza externa del aletados o mantenimiento de los ventiladores es necesaria. La limpieza exterior de las aletas reduce tanto la resistencia al ensuciamiento externo (punto h), así como la resistencia aerodinámica. Un aumento en la resistencia del ensuciamiento dentro del tubo (punto b) a menudo puede corregirse mediante la limpieza. Cuando la degradación del rendimiento es resultado del aumento de la resistencia en la unión de tubo a la aleta (punto e), no existe una solución de recuperación para este fallo progresivo más que la sustitución de la tubería aletada.

Las condiciones que afectan la resistencia de la unión tubo- aleta son los factores más importantes en la determinación de la eficacia de la aleta para la transferencia de calor desde el tubo al aire. Todo el movimiento de calor desde el tubo a la aleta pasa a través **de la resistencia de unión de tubo-aleta**, que se encuentra en la "raíz" de la aleta.

Causas principales de la pérdida de rendimiento.

Hay dos causas básicas del aumento en la resistencia térmica en la unión tubo-aleta. Estos son la corrosión en la base de la aleta o de la raíz, y la pérdida de contacto o presión de la unión. Ambas son condiciones que por lo general ocurren con el tiempo.

La corrosión en la raíz de la aleta se produce cuando los contaminantes contenidos en el aire, como la sal que se encuentra en todas las zonas costeras o marinas, mezcladas con la humedad del medio ambiente. Esto se filtra en las uniones tubo-aleta causando reacciones químicas que ocurren en la raíz de la aleta donde la temperatura es más alta. El resultado es la descomposición del material de aleta, y la formación de sales metálicas y óxidos creando un aislamiento térmico entre el tubo y la raíz de la aleta. Donde un potencial electrolítico existe entre el tubo y la aleta, ocasionado que la corrosión se acelere enormemente.

La pérdida de contacto entre tubo y aleta o la pérdida de presión en la unión se produce con mayor frecuencia y rapidez, en servicios cíclicos. El calor del fluido de proceso hace que el tubo se expanda. Cuando el aerofriador está fuera de servicio, la contracción de tubo alivia la presión sobre el material de aleta. El material de aleta tiende a estirar y aflojar progresivamente con el tiempo ocasionando con esto la pérdida de presión en la unión.



INTERCAMBIADORES Y SERPENTINES ESPECIALES, S.A. DE C.V.

LIBRAMIENTO NORESTE KM. 17.6 GARCIA, NUEVO LEON C.P. 66000 MEXICO

E-MAIL: ventas.isesa@hotmail.com

TEL.: 8381-0422 CONMUTADOR

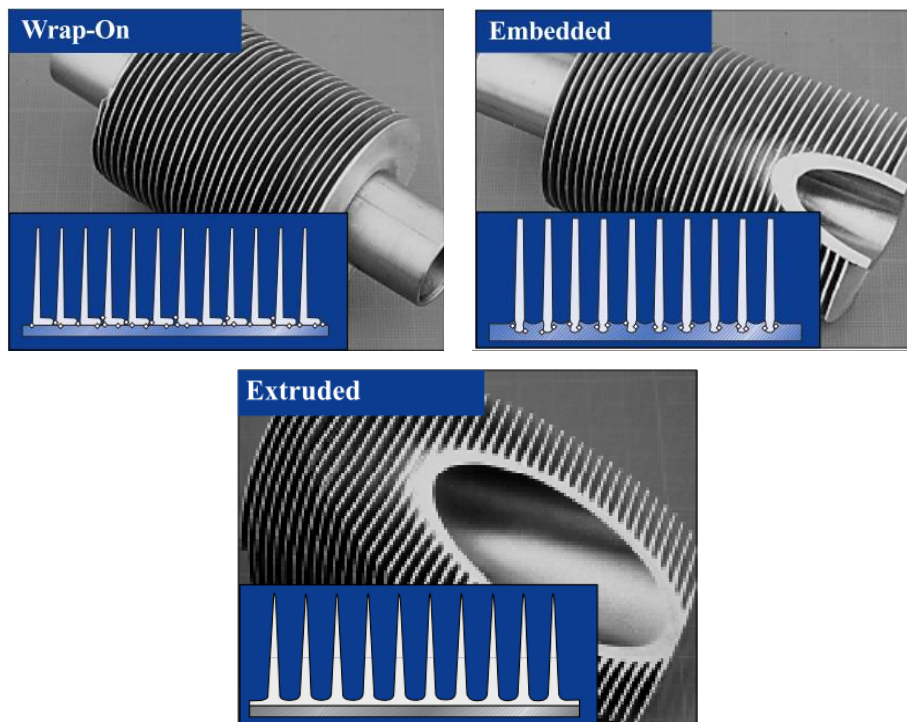
[HTTP://www.intercambiadoresise.com.mx](http://www.intercambiadoresise.com.mx)

FAX:8381-0599

Tipos de aletas

Hay tres tipos de aletas básicos utilizados para los tubos de ACHE. Son Wrap-on (tensionado, tipo "L"), Embedded (embebido), y Extruded (extruido) y se aplican en los tubos de la siguiente manera:

- **Wrap-on:** Las aletas son aplicadas mediante la alimentación de una cinta delgada de metal conductor del calor (generalmente de aluminio) en una máquina que primero forma un pequeño "pie" en un borde de la cinta (L-Base). La cinta se enrolla fuertemente alrededor del tubo y es retenida por grapas o sujeta con un collar en ambos extremos del tubo.
- **Embedded:** En este aletado primeramente se hace una ranura en forma de espiral continua en la superficie exterior del tubo. Una cinta de material de aleta se incrusta en esta ranura, seguido de un proceso mecánico que sujeta o rola el material del tubo contra la aleta insertada. La integridad de este proceso sólo puede ser verificada por una prueba de tensión (estirar) de la aleta.
- **Extruido:** Este tubo aletado se obtiene mediante un proceso de extrucción en frío de un tubo de aluminio el cual se encuentra telescopiado sobre el tubo de conducción de fluidos. La máquina de extrusión literalmente "extruye" las aletas en forma de espiral partiendo del material del tubo de aluminio. Esta extrusión define las aletas a la altura requerida, dejando un espesor sustancial de aluminio en la base que cubre totalmente al tubo de conducción de fluidos.





INTERCAMBIADORES Y SERPENTINES ESPECIALES, S.A. DE C.V.

LIBRAMIENTO NORESTE KM. 17.6 GARCIA, NUEVO LEON C.P. 66000 MEXICO

E-MAIL: ventas.isesa@hotmail.com

TEL.: 8381-0422 CONMUTADOR

[HTTP://www.intercambiadoresise.com.mx](http://www.intercambiadoresise.com.mx)

FAX:8381-0599

La Diferencia

Wrap-on (L-Base):

- Por lo general los menos costosos.
- Las aletas de aluminio son las más comunes pero hay otros materiales disponibles como el cobre.
- Es el aletado más susceptible a la corrosión en la raíz de la aleta así como a la pérdida de presión en la unión tubo-aleta.

Embedded:

- Tiene casi el mismo costo inicial del aletado wrap-on.
- En los casos en que los tubos base son de aleaciones costosas, el costo total puede exceder al del aletado wrap-on debido al espesor de material adicional necesario para realizar la ranura.
- La corrosión en la raíz es más pronunciada que en el aletado wrap-on debido a que en este aletado el tubo conductor de fluido está expuesto entre aleta y aleta.
- Es utilizado en proceso con temperaturas cíclicas y servicio de más alta temperatura.

Extruido:

- Disponible sólo en aluminio.
- Inicialmente es el más costoso de los tres tipos, debido a la cantidad de aluminio requerido.
- Posee el rendimiento más estable de los tres tipos de aletas debido a la enorme presión (> 2000 libras fuerza) necesaria para la extrusión de las aletas partiendo de tubo de aluminio con esto crea una "unión a alta presión" entre la aleta y el tubo.
- Extremadamente resistente a la corrosión ya que la aleta de aluminio cubre completamente el metal del tubo.

La Solución

No hay reparación para los Aeroenfriadores (ACHE) con problemas de aletas sueltas o corroídas en la raíz más que el remplazo de la tubería aletada dañada. El rendimiento continuará degradándose a través del tiempo en servicio.

La naturaleza del entorno de la instalación, la temperatura de funcionamiento de la unidad y la vida de funcionamiento requerido debe ser considerada cuando se especifica los tipos de aletas.

En la mayoría de las refinerías y plantas químicas y todas las localidades costeras o marinas, existen contaminantes en el aire que, cuando se combina con la humedad del medio ambiente producen una solución electrolítica corrosiva. Los aeroenfriadores suelen funcionar de forma continua y la zona de la raíz de aleta puede ser susceptible a estos contaminantes corrosivos.



INTERCAMBIADORES Y SERPENTINES ESPECIALES, S.A. DE C.V.

LIBRAMIENTO NORESTE KM. 17.6 GARCIA, NUEVO LEON C.P. 66000 MEXICO

E-MAIL: ventas.isesa@hotmail.com

TEL.: 8381-0422 CONMUTADOR

[HTTP://www.intercambiadoresise.com.mx](http://www.intercambiadoresise.com.mx)

FAX:8381-0599

Costo inicial vs Vida

En la refinación y la industria petroquímica, la fiabilidad del equipo a largo plazo es crucial en la realización de un retorno de la inversión. La pérdida de producción a partir de la degradación de equipos o paros no programados, puede disminuir la productividad de todo un proceso.

La diferencia de costos entre el aletado extruido y el wrap-on, es relativamente pequeña y uno puede entender que sea ignorada. Puede representar un 15% para un aereoenfriador sencillo. Sin embargo, esta diferencia deja de figurar cuando se evalúa el costo a través de la vida útil de la unidad para evitar posibles paros y pérdidas de producción. Cabe mencionar que si se trata de aereoenfriadores cuya tubería conductora de fluido está elaborada con aleaciones costosas la diferencia se ve reducida a solo un 5% del valor del aereoenfriador.

Al seleccionar los tipos de aletas, la evaluación durante un mínimo de cinco años es recomendable. Con muy pocas excepciones, un ACHE está previsto para una vida útil de cinco años o más, Las aletas extruidas se justifica económicamente sobre las aletas wrap-on y las embedded. Una excepción a esta regla podría ser considerada bajo las siguientes condiciones:

- Temperatura de proceso bajo, los servicios no cíclicos sin contaminantes contenidos en el aire.
- Servicios donde el enfriamiento exigido disminuye naturalmente con el tiempo.
- "Temporales" aplicaciones en las que la vida útil deseada es de corta duración (< de 5 años).

Conclusión

- Existe una clara diferencia en el rendimiento de los diferentes tipos de aletas ACHE, que ha sido Demostrada experimentalmente.
- La pérdida en el rendimiento aumenta con el tiempo de funcionamiento y donde las condiciones ambientales degradan la eficiencia de la transferencia de calor en la raíz de la aleta.
- Una vez que ha comenzado la degradación, no puede ser invertido, y se procede progresivamente.
- Sólo la sustitución completa del tubo aletado puede restaurar el rendimiento de un ACHE degradado.
- Hay una diferencia correspondiente en el costo de tipos de aletas para un ACHE que varía directamente con la calidad del producto.
- Es una ventaja para el usuario final el determinar, especificar y exigir el tipo de aletado para cada aplicación.

Nota: El proceso de aletado extruido no ha sido dominado por todos los fabricantes de tubos con aletas. Pida siempre un solo tubo de ensayo para una verificación de cualquier orden de aletado extruido. La calidad de las aletas y la capacidad térmica puede variar ampliamente en función del tipo de máquina de aletado, el mantenimiento de la máquina y la calidad de la aleación de aluminio utilizada la cual debe de cumplir con tener un grano refinado y un temple 0.



INTERCAMBIADORES Y SERPENTINES ESPECIALES, S.A. DE C.V.

LIBRAMIENTO NORESTE KM. 17.6 GARCIA, NUEVO LEON C.P. 66000 MEXICO

E-MAIL: ventas.isesa@hotmail.com

TEL.: 8381-0422 CONMUTADOR

[HTTP://www.intercambiadoresise.com.mx](http://www.intercambiadoresise.com.mx)

FAX:8381-0599

Comparativa Física

Las fotografías sin retocar de los tres tipos de tubos con aletas helicoidal, es decir, EXTRUIDO, EMBEDDED, y WRAP-ON fueron tomadas de equipos en funcionamiento de 10 a 12 años en las plantas petroquímicas. Los tubos se probaron para la capacidad térmica, después se realizó un corte abierto para mostrar la condición de la interfaz bimetálica (unión tubo-aleta), a través del cual debe ser transferido el calor los fluidos de proceso dentro de los tubos de acero y después al aire que fluye sobre las aletas de aluminio.



Extruido



Embebido



Wrap-on o Tipo "L"

Los Resultados del ensayo con muestras representativas de servicio comparable confirmar que las muestras de aletados extruidos fueron los únicos tubos que conservaron la capacidad de transferencia de calor dentro del 5% del diseño original. Las Muestras en Wrap-on y Embedded mostraron pérdida permanente de la capacidad térmica de 15% a 50% por ciento de diseño original. Y se puede ver la diferencia.

Nótese que en la muestra EXTRUIDO la superficie de contacto de tanto el aluminio como en el acero (unión tubo-aleta) son tan brillantes y limpias como cuando originalmente se unió, este es un proceso de fabricación que asegura un blindaje para la interfaz tubo-aleta contra la oxidación y la corrosión galvánica en la presencia de impurezas del agua, aire y contaminantes en el aire, y que proporciona una presión de contacto de 2000 psi.

Con la muestra EMBEDDED, notará que hay una pérdida de la pared del tubo debido a la profundidad de la ranura de incrustación, y que los productos de la corrosión son claramente visibles en toda la longitud del tubo, incluyendo a la base de la ranura, y en la zona de unión tubo-aleta. La presencia de estos productos de corrosión resulta en la pérdida de capacidad térmica. En la muestra del WRAP-ON se ilustra una condición seria de corrosión entre la aleta y el tubo, una situación que se produce fácilmente en servicio debido a la pérdida de presión de contacto en la unión tubo-aleta.

Conclusión

¿Quiere lo mejor para la capacidad térmica durante toda la vida de aerofriador (ACHE)?

"Compre tubos con aletado de aluminio extruido".