



"A vantagem do alumínio"

"Comparativo entre os Evaporadores para Amônia fabricados com tubos de alumínio e os Evaporadores fabricados com tubos de aço galvanizado"

Os evaporadores usados em sistemas de amônia tem sido tradicionalmente construídos

com tubos e aletas de aço carbono galvanizados.

Mas existem outros metais que são compatíveis com a amônia, como o aço inoxidável e o alumínio.

Projetistas e instaladores de sistemas de refrigeração industrial principalmente para aplicações de baixa temperatura sempre se preocupam com o peso, desempenho e confiabilidade do equipamento que está sendo especificado.

Além disso, temos outros requisitos como, resistência a corrosão, facilidade de limpeza e características do degelo, que devem ser considerados.

A amônia e alumínio são muito compatíveis entre si e têm sido usados em trocadores de calor

há várias décadas.

As propriedades do alumínio o torna um metal ideal para uso em aplicações de refrigeração de amônia.

Este artigo irá descrever as propriedades desses materiais e compará-los quando utilizados em trocadores de calor.

Comparação das Propriedades:

A Tabela 1 abaixo compara várias propriedades do alumínio, do aço carbono e do zinco que é a cobertura obtida por imersão do aço carbono em um banho de zinco, dando origem ao aço carbono galvanizado.

TABELA I – Propriedade dos Metais

| Metal | Densidad | Condutivida | Calor especifi |
|-------------|----------|--------------|----------------|
| | Lbm/cu f | Termica | |
| | | Btu/sq ft h° | Btu/lbm° |
| Aluminio | 165 | 117 | 0,215 |
| Aço Carbono | 489 | 26 | 0,108 |
| Zinco | 440 | 65 | 0,092 |

A densidade do metal afeta diretamente o peso do trocador de calor, e quando multiplicado pelo calor específico do produto indica a quantidade de energia necessária para aquecer ou esfriar o trocador por exemplo, durante um ciclo de degelo.



A condutividade térmica do metal afeta o desempenho térmico do trocador de calor, afetando a rapidez e eficácia do degelo.

VANTAGEM PESO

A baixa densidade do alumínio em comparação com o aço e zinco resulta em um trocador de calor muito mais leve.

Um evaporador de amônia em aço galvanizado é três vezes mais pesado do que um construído com tubos de alumínio com as mesmas dimensões.

O maior valor de condutividade térmica do alumínio resulta em um melhor desempenho térmico em relação ao aço galvanizado.

Somando-se ao valor peso, informado acima ao aumento no desempenho térmico produzido pelo alumínio, o trocador de calor com tubos galvanizados, passará a ter um peso 3,5 vezes maior, para uma mesma capacidade de refrigeração.

Portanto o menor peso de evaporadores construídos com tubos de alumínio reduz os requisitos estruturais principalmente nos locais onde são presos junto ao teto. Além do que é visível a facilidade de manuseio de um equipamento com peso de 1.000 kg comparado a outro de 3.500 Kg

VANTAGEM DESEMPENHO

A condutividade térmica do alumínio sendo 4,5 vezes maior do que a do aço, e duas vezes maior do que a do zinco tem um efeito direto na eficiência na transferência de calor, que quanto maior melhor.

Testes provaram que um evaporador de amônia construído com tubos de alumínio tem uma capacidade de resfriamento de 12 a 15% superior a de um com tubos galvanizados com as mesmas dimensões.

A capacidade de refrigeração superior dos evaporadores com tubos de alumínio permite ao projetista a escolha entre:

(a) selecionar um evaporador com menos rows/filas e/ou maior espaçamento entre aletas, resultando em menor custo, ou

(b) usando o mesmo tamanho de evaporador, com o mesmo espaçamento entre as aletas, porém operando com temperaturas de evaporação/pressão de sucção mais altas, com conseqüente redução operacional de custos.

VANTAGEM DESCONGELAMENTO

A condutividade térmica muito superior de alumínio (4 vezes maior do que o aço) também irá resultar em mais rápido e mais eficaz descongelamento.



Os evaporadores com tubos de alumínio simplesmente degelam melhor e mais rápido do que os com tubos galvanizados. Além disso, uma quantidade substancial de energia é gasta durante o degelo para aquecer a massa de metal de um evaporador até o ponto de fusão do gelo (0°C). Quando a densidade de um metal é multiplicada pela condutividade térmica, o produto resultante indica a quantidade de energia necessária para aquecer ou resfriar em 1 grau a massa do metal. Com base nesta análise, um evaporador com tubos de aço galvanizado necessita de 70% mais energia do que um evaporador com tubos de alumínio do mesmo tamanho, para aquecer e resfriar durante cada ciclo de degelo.

Utilizar evaporadores com tubos de alumínio pode produzir economia significativa nos custos operacionais ao longo de um ano.

VANTAGEM: RESISTÊNCIA A CORROSÃO

Amônia pura naturalmente é um passivante na superfície de alumínio. O processo de passivação limpa a superfície do metal remove as impurezas e promove a formação da camada de óxido protetora normal.

A mistura de amônia com umidade ou água revela-se sempre uma preocupação com relação à resistência à corrosão. Resultados de testes de corrosão com alumínio e amônia mostram que até 10% de umidade na amônia não afetam a resistência à corrosão do alumínio.

Milhares de evaporadores de amônia com tubos de alumínio foram instalados e operam com sucesso desde a década de 1970.

A corrosão de trocadores de calor pelo contato com ou proximidade alimentos é uma preocupação nas instalações de transformação de alimentos.

Todos os alimentos são levemente ácidos e o alumínio é mais resistente à corrosão que o aço galvanizado quando exposto aos ácidos acético e cítrico (produtos lácteos, produtos cítricos), ácidos graxos (antiespumantes, lubrificantes), e ácido láctico (pães, doces, bebidas, sangue, fermentação).

O alumínio é mais resistente à corrosão que o aço galvanizado, na presença de cloreto de sódio (Conservação de carnes e legumes), dióxido de enxofre e armazenagem de uva.



Nem o aço galvanizado nem o alumínio são recomendados para exposição a nitritos (curados e defumados de carnes). O aço inoxidável é o material indicado para uso na presença de nitritos.

O alumínio é um material muito particular, onde resiste à corrosão do meio-ambiente cujo pH deve estar entre 4 e 10. Fora desta faixa, sua camada de óxido se dissolverá propagando a corrosão para dentro da espessura do material.

Outro fator importante que impacta na resistência à corrosão do alumínio é seleção da liga de alumínio. Ligas com baixo teor de partículas intermetálicas e impurezas proporcionam melhor resistência à corrosão. Porém, ligas da série 1XXX não são adequadas para conformação mecânica, pois sua baixa resistência mecânica pode resultar trincas e rachaduras no processo de fabricação do trocador de calor.

As ligas da série 3XXX são adequadas para a fabricação de trocadores de calor, porém não são todas as ligas que podem ser utilizadas com amônia para resultar em alta resistência à corrosão, onde o “know-how” do fabricante do tubo pode auxiliar na seleção da liga mais adequada.

No trocador de aço carbono, além da baixa resistência à corrosão do aço galvanizado, existe o efeito “pilha galvânica” entre o aço e o zinco, podendo resultar no descolamento da aleta com o tubo. Este efeito também ocorre no trocador com tubo de aço inox e aleta de alumínio, onde o potencial elétrico do aço inox é maior que o potencial elétrico da aleta, resultando na corrosão da aleta. Na prática, o tubo de aço inox nunca será corroído, porém com a corrosão da aleta, o trocador de calor perderá eficiência prematuramente, sendo necessária a troca do equipamento.

Este efeito da “pilha galvânica” pode ser eliminado no trocador com tubo de alumínio e aleta de alumínio, quando o potencial elétrico da liga tubo for levemente maior que o potencial elétrico da aleta de alumínio. Este sistema é considerado o mais robusto com relação à resistência à corrosão.

De maneira geral podemos falar que o alumínio, é melhor que o aço galvanizado e o aço inox, onde há uma preocupação sobre a corrosão devido ao contato com a maioria dos alimentos e a durabilidade do equipamento.

VANTAGEM: FACILIDADE DE LIMPEZA

A limpeza dos equipamentos nas instalações de processamento de alimentos, incluindo os evaporadores, vem se tornando uma questão importante.



Bactérias contaminantes devem ser removidas com a limpeza regular e os locais, onde elas possam se acumular, precisam ser minimizados.

As superfícies lisas e duras de evaporadores de alumínio são ideais para uma limpeza eficaz nos equipamentos e instalações de transformação de alimentos. As superfícies porosas dos evaporadores de aço galvanizado podem apresentar dificuldades na limpeza para os operadores das instalações onde a operação livre de bactérias é fundamental. Outra questão importante é o efeito de diversos produtos de limpeza em alumínio e aço galvanizado.

São quatro os tipos básicos produtos de limpeza utilizados na indústria de processamento de alimentos:

1. Ácidos
2. Fortemente alcalino
3. Ligeiramente alcalino
4. A base de cloro

Tanto o alumínio como o aço galvanizado são atacados por produtos ácidos, fortemente alcalino e a base de cloro.

Esses de produtos de limpeza não são recomendados para uso em evaporadores de amônia.

No caso do alumínio, recomenda-se detergente levemente alcalinos com pH menor ou igual de 9.

O tipo espuma ligeiramente alcalino (como "Base-511", fabricado pela Great Western Chemical) é recomendado para alumínio e aço galvanizado.

Se a soda cáustica (fortemente alcalino – pH acima de 13) precisa ser utilizada, o aço galvanizado é preferível ao alumínio, uma vez que o zinco tem maior resistência do que o alumínio a produtos ligeiramente alcalino

*Fonte: Bruce I. Nelson, PE, presidente da Colmac Coil Manufacturing Inc.
Traduzido e Adaptado por Gilberto Bueno e Elton Cuba, Hydro Alumínio Acro S/A.*