

Recomendações referente
a água para BPHEs em
Sistemas de Energia Distrital

Recomendações relativas a água para trocadores de calor de placas brasadas (BPHEs) em sistemas de energia urbana

Introdução

Este documento tem como objetivo explicar a importância da boa qualidade da água num sistema de energia urbana. Este foca-se nos parâmetros que ajudam a evitar a corrosão e a incrustação num trocador de calor a placas brasadas (BPHE). A boa qualidade da água num sistema de energia urbana tem como resultado uma redução do risco de corrosão, incrustação e precipitação de sais. Por sua vez, isto irá reduzir os custos de manutenção do sistema completo.

Contexto

Assim como em muitas outras coisas, a água utilizada nos processos pode estar em diferentes condições de qualidade (composição). Em sistemas de energia urbana, as qualidades de água mais usadas são águas não tratadas, desmineralizadas, parcialmente desmineralizadas ou água descalcificada. A qualidade da água é um fator importante, uma vez que as concentrações de certas substâncias podem mudar de acordo com a qualidade da água. A condutividade ilustra isto. A água desmineralizada possui uma condutividade muito mais baixa do que a água não tratada, porque a desmineralização remove os íons que oferecem condutividade. É importante compreender todas as qualidades de água no sistema, da água de energia urbana em circulação até à água de reposição que é adicionada aos sistemas. A água de reposição pode ser usada para regular, até certo ponto, a qualidade da água no sistema de energia urbana, nos níveis recomendados. Não é fácil determinar a qualidade da água no sistema de energia urbana. No entanto, testar a água regularmente mantém o estado da água de energia urbana sob controle e reduz o risco de corrosão e formação de partículas.

O Anexo A, no final deste documento, consiste nas recomendações da SWEP em relação à qualidade da água para uso nos trocadores de calor de placas brasadas (BPHEs). A tabela demonstra os vários tipos de aços inoxidáveis e os vários materiais de brasagem utilizados nos nossos BPHEs. A mesma baseia-se na água da torneira à temperatura ambiente e analisa vários componentes químicos importantes. No entanto, a corrosão propriamente dita é um processo muito complexo influenciado pela combinação de vários fatores. O Anexo A pode ajudar a decidir se a qualidade da água é adequada para os trocadores de calor de placas brasadas (BPHEs) da SWEP. Se tiver questões relativas ao escopo deste documento ou ao Anexo A, entre em contato com um representante de vendas da SWEP.

Corrosão de vários materiais

Aço inoxidável

O aço inoxidável possui uma boa resistência à corrosão e é, por isso, frequentemente usado em sistemas de energia urbana. Todos os nossos BPHEs usam aço inoxidável para as suas placas de canais, disponíveis em várias classes. No entanto, o cloreto em determinados níveis pode dar início à corrosão do aço inoxidável. A forma mais comum nestes casos é a corrosão por pitting, quando o cloreto ataca apenas uma área reduzida na superfície do aço. A corrosão por pitting é difícil de identificar, a ponto de que quando identificada pode já ser tarde e o trocador de calor já ter apresentado vazamento. Outro tipo de corrosão comum e muito semelhante para o aço inoxidável é a corrosão intersticial, quando a corrosão começa nas fissuras. A Tabela 2 no Anexo A mostra qual o aço inoxidável recomendamos para placas de canais, para um amplo intervalo de concentrações de cloreto.

Cobre

A maioria dos nossos BPHEs usa cobre como o material de brasagem, que possui uma boa resistência à corrosão na maioria das qualidades de água de energia urbana encontradas. Se a qualidade da água for muito ruim, o cobre pode começar a corroer ou dissolver na água. Para mais informações relativas à

fevereiro 15, 2021

adequabilidade de um trocador de calor com brasagem de cobre, consulte a tabela no Anexo A. A publicação da Danish District Heating Association (Associação Dinamarquesa de Aquecimento Local) 'Water treatment and corrosion prevention' (Tratamento de água e prevenção de corrosão) recomenda manter o teor de oxigênio abaixo de 0,02 mg/l. O cobre é muito sensível a amônia e ao sulfeto. A amônia pode ser usado em sistemas de energia urbana para regular o pH. Se o cobre for usado como material de brasagem, recomenda-se que o teor de amônia seja mantido num nível muito reduzido. Recomendamos que sejam usados outros químicos para regular o pH, como, por exemplo, hidróxido de sódio.

Oxigênio

Fatores que aceleram o processo de corrosão são oxigênio e/ou temperatura. Quanto maior a temperatura, mais rápida será a corrosão. A presença de oxigênio aumenta o risco de início da corrosão, por isso o teor de oxigênio deverá ser mantido o mais baixo possível. Quando for adicionada água de reposição, é importante certificar-se de que a água tenha sido desoxigenada ou que tenham sido usados aditivos para ligar os químicos. A Tabela 3 no Anexo A mostra o nível recomendado de oxigênio na água, dependendo da condutividade da água.

Entupimento

O entupimento refere-se à tendência de um líquido formar uma película ou incrustação na superfície de transferência de calor. O termo "entupimento" inclui a acumulação de matéria orgânica e inorgânica. Matérias inorgânicas podem cristalizar como sais, o que resulta numa incrustação. Depósitos orgânicos incluem biopelículas ou organismos microbianos. Se matéria inorgânica ou orgânica começar a acumular-se dentro dos trocadores de calor de placas brasadas (BPHEs), tal irá resultar numa transferência de calor inferior e numa maior obstrução do fluxo causando uma maior perda de carga.

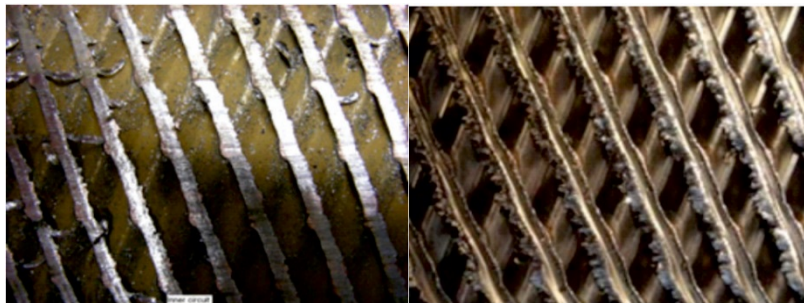


Figura 1. Imagem esquerda: Referência visual, circuito de água da torneira. Imagem direita: Circuito limpo de água da torneira

Incrustação

A incrustação é um tipo de entupimento causada por sais inorgânicos no circuito de água do BPHE, que pode precipitar e formar uma incrustação na superfície de transferência de calor. A mesma ocorre quando a velocidade do líquido é baixa (fluxo laminar) e o líquido é distribuído de forma irregular através das passagens na superfície de transferência de calor. É extremamente dependente da temperatura.

A maioria das incrustações devem-se à precipitação de carbonato de cálcio ou sulfato de cálcio. Determinados sais inorgânicos, nomeadamente estes dois sais, apresentam uma curva de solubilidade invertida, ou seja, a solubilidade na água diminui com o aumento da temperatura. Quando a água fria entra em contacto com a superfície quente, esses sais são depositados na superfície.

Os fatores importantes que influenciam a incrustação são a qualidade da água, temperatura, turbulência, velocidade, distribuição de fluxo e acabamento da superfície. Estimar a tendência da água natural à incrustação envolve vários parâmetros que devem ser analisados e determinados:

- pH
- Teor de cálcio
- Alcalinidade

fevereiro 15, 2021

- Força iônica da água

Os três primeiros parâmetros são relativamente fáceis de determinar. A força iônica, no entanto, depende da quantidade total de compostos dissolvidos, desassociados, ou seja, sais e ácidos, bem como as respectivas concentrações relativas.

Os sais inorgânicos que resultam na incrustação provêm, geralmente, da água potável, devido a uma fuga, ou da água da torneira, se o BPHE for usado numa subestação para o aquecimento da água da torneira. Eles também podem vir da água de reposição.

Para reduzir o risco de incrustação, use uma perda de carga da água relativamente mais alta. Uma queda de pressão da água alta implica em tensões de cisalhamento mais elevadas, que são sempre benéficas no caso de incrustações. As tensões de cisalhamento funcionam como um descalcificador, aplicando constantemente forças sobre o material aderente, que remove o material particulado da superfície, conforme mostrado na Figura 2. As tensões de cisalhamento também ajudam a prevenir o depósito de partículas suspensas. Para um BPHE com uma temperatura acima de 70 °C (158 °F) no lado quente e/ou com água muito dura (e com um elevado risco de incrustação), a queda de pressão deve ser aumentada, tanto quanto possível, no lado da água fria e reduzida no lado da água quente. Isto reduz a temperatura da parede no lado da água de refrigeração e aumenta as tensões de cisalhamento, tornando mais difícil a aderência dos compostos de incrustação. A prática normal é ter a água fria a entrar pela conexão inferior, sempre que possível, porque se entrar pela conexão superior, pode encorajar a entrada de detritos nos canais.



Figura 2. Uma ilustração de como o fluxo turbulento e as tensões de cisalhamento ajudam a manter os trocadores de calor de placas brasadas (BPHEs) limpo.

Depósitos orgânicos/biopelículas

Se bactérias entrarem nos sistemas de energia urbana, o seu tamanho reduzido (cerca de 1 µm) permite-lhes penetrar em todos os sistemas técnicos. Eles podem entrar nos sistemas de várias formas, por exemplo:

- Água de reposição
- Contaminação devido a fraturas em tubos
- Falta de limpeza de instalações novas e modernizadas
- Mistura com água de aquecimento central de instalações ligadas recentemente
- Trocadores de calor de placas brasadas (BPHEs) com vazamentos e tanques de água quente

Depósitos orgânicos/biopelículas podem reduzir a transferência de calor no trocador de calor de placas brasadas (BPHEs). Estes também podem entupir canais inteiros dos trocadores de calor de placas brasadas (BPHEs), causando o aumento significativo da perda de carga. Os depósitos também podem resultar numa corrosão microbiana.

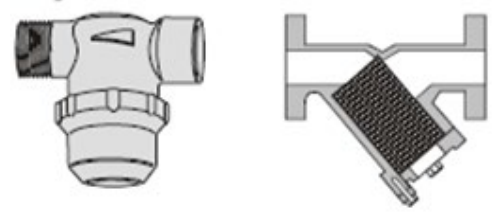
Filtros e peneiras

Os canais do lado da água nos trocadores de calor de placas brasadas (BPHEs) podem entupir caso partículas como sedimentos, escória de tubos, matéria biológica, etc., não forem impedidas de entrar na unidade. De outro modo, estas partículas podem entupir os canais, causando um mau desempenho e um aumento da queda de pressão (perda de carga demasiada). Num sistema de circuito fechado, o sistema de tubagem deve ser devidamente lavado antes dos trocadores de calor de placas brasadas (BPHEs) ser

fevereiro 15, 2021

ligado, para garantir que não entram resíduos que possam causar incrustações ou entupimentos no sistema. Para sistemas de circuito aberto e para aumentar a segurança em sistemas de circuito fechado, os componentes necessários para a filtragem de partículas devem ser instalados a montante do trocador de calor de placas brasadas (BPHE).

Para reduzir o risco de se formar uma lama particulada dentro do trocador de calor de placas brasadas (BPHE), é necessária a instalação de um filtro ou uma peneira. As peneiras podem fornecer a proteção necessária contra bloqueios. Se algum dos meios contiver partículas de tamanho superior a 1 mm, recomendamos que seja instalado um filtro com uma malha de tamanho 20 (número de aberturas por polegada) a montante do trocador de calor de placas brasadas (BPHE).



Em aplicações com uma elevada concentração de magnetita na água, tal como num circuito aberto ou circuito fechado com uma elevada taxa de vazamento, recomenda-se a aplicação também de um filtro magnético. Este não só evita o entupimento do trocador de calor de placas brasadas (BPHE), mas também protege a bomba de água contra erosão.

Separador de sujidade

Para além de filtros, as nossas subestações também estão disponíveis com separadores de sujidade de alta tecnologia que removem até as partículas de sujidade mais pequenas, reduzindo a necessidade de manutenções e melhorando ainda mais o desempenho.

Melhores práticas para evitar e eliminar bloqueios ou incrustações

A proteção contra bloqueios e incrustações começa com um bom manual de instalação que fornece orientação sobre quando e como limpar o trocador de calor de placas brasadas (BPHE). A única forma de eliminar um bloqueio, sem substituir o trocador de calor de placas brasadas (BPHE), é através da retrolavagem. A única forma de executar uma retrolavagem é ter as conexões e válvulas necessárias para isolar o trocador de calor de placas brasadas (BPHE) e permitir que a água seja drenada durante a retrolavagem. Os nossos trocadores de calor de placas brasadas (BPHEs) podem ser equipados com conexões na própria unidade, para lavagem.

Se houver alguma relutância em ter estas conexões no trocador de calor de placas brasadas (BPHE), a empresa de instalação terá de adicionar as conexões e válvulas.

Outra dica útil é fornecer tabelas de fluxo/queda de pressão de água, cobrindo o trocador de calor de placas brasadas (BPHE) e o sistema interno de tubagem de água. Estas irão ajudar os técnicos no terreno a determinar se é necessária uma retrolavagem ou descalcificação.

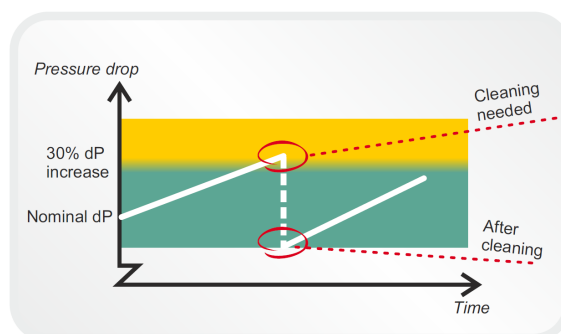


Figura 3. Um aumento de 30% na perda de carga indica que é necessária uma lavagem.

Tabela 1, resistência à corrosão de aços inoxidáveis e material de brasagem em água à temperatura ambiente

O guia abaixo tem como objetivo dar-lhe uma ideia sobre a resistência à corrosão de aços inoxidáveis e materiais de brasagem em água à temperatura ambiente. A tabela lista uma série de componentes químicos importantes. No entanto, a própria corrosão é um processo muito complexo influenciado por vários componentes diferentes em combinação. **Este documento é, portanto, uma simplificação considerável e não deve ser sobrevalorizado!**

<p>Table key</p> <p>+ Good resistance under normal conditions</p> <p>0 Corrosion problems may occur especially when more factors are valued 0</p> <p>- Use is not recommended</p>	<p>Important Note: The following parameters can also influence the corrosion resistance</p> <p><u>Temperature:</u> The data in the table are based water temperature of 20°C unless otherwise is stated.</p> <p><u>Presence of oxidants</u> in the environment: guidelines regarding the oxygen content are shown in Table 3.</p> <p><u>Product form</u>, heat treatment and presence of intermetallic phases: The data in the table is based on untreated raw material.</p>
--	---

WATER CONTENT	CONCENTRATION (mg/l or ppm)	TIME LIMITS Analyze before	Plate Material		Brazing Material		
			AISI 304	AISI 316	COPPER	NICKEL	STAINLESS STEEL
Alkalinity (HCO ₃ ⁻)	< 70	Within 24 h	+	+	0	+	+
	70-300		+	+	+	+	+
	> 300		+	+	0/+	+	+
Sulphate ^[1] (SO ₄ ²⁻)	< 70	No limit	+	+	+	+	+
	70-300		+	+	0/-	+	+
	> 300		+	+	-	+	+
HCO ₃ ⁻ / SO ₄ ²⁻	> 1.0	No limit	+	+	+	+	+
	< 1.0		+	+	0/-	+	+
Electrical conductivity ^[2] (Refer to Table 3 for oxygen content guidelines)	< 10 µS/cm	No limit	+	+	0	+	+
	10-500 µS/cm		+	+	+	+	+
	> 500 µS/cm		+	+	0	+	+
pH ^[3]	< 6.0	Within 24 h	0	0	0	+	0
	6.0-7.5		+	+	0	+	+
	7.5-9.0		+	+	+	+	+
	9.0-10		+	+	0/+ ^[4]	+	+
	>10.0		+	+	0	+	+
Ammonium (NH ₄ ⁺)	< 2	Within 24 h	+	+	+	+	+
	2-20		+	+	0	+	+
	>20		+	+	-	+	+
Chlorides (Cl ⁻) (Refer to Table2 for temperature- dependent values)	<100	No limit	+	+	+	+	+
	100-200		0	+	+	+	+
	200-300		-	+	+	+	+
	300-700		-	0/+	0/+	+	-
Free chlorine (Cl ₂)	< 1	Within 5 h	+	+	+	+	+
	1-5		-	-	0	+	-
	> 5		-	-	0/-	+	-
Hydrogen sulfide (H ₂ S)	< 0.05	No limit	+	+	+	+	+
	>0.05		+	+	0/-	+	+
Free (aggressive) carbon dioxide (CO ₂)	< 5	No limit	+	+	+	+	+
	5-20		+	+	0	+	+
	> 20		+	+	-	+	+
Total hardness ^[5] (Refer to "Scaling Document" for scaling aspect of hardness effect)	4.0 - 11 °dH	No limit	+	+	+	+	+
	70 - 200 mg/l CaCO ₃		+	+	+	+	+
Nitrate ^[1] (NO ₃ ⁻)	< 100	No limit	+	+	+	+	+
	> 100		+	+	0	+	+
Iron ^[6] (Fe)	< 0.2	No limit	+	+	+	+	+
	> 0.2		+	+	0	+	+
Aluminium (Al)	< 0.2	No limit	+	+	+	+	+
	> 0.2		+	+	0	+	+
Manganese ^[6] (Mn)	< 0.1	No limit	+	+	+	+	+
	> 0.1		+	+	0	+	+

Consulte a página seguinte para ver as notas de rodapé da tabela!

Influência da composição da água sobre a resistência à corrosão

[1] Sulfatos e nitratos atuam como inibidores da corrosão por pitting causada por cloretos em ambientes de pH neutro.

[2] A condutividade elétrica e Sólidos Dissolvidos Totais (TDS) são ligados e podem ser convertidos um no outro.

[3] No geral, um pH baixo (inferior a 6) aumenta o risco de corrosão e um pH elevado (acima de 7,5) reduz o risco de corrosão.

[4] Em sistemas de energia urbana, devido a um bom controle da qualidade da água, os valores de pH de até 10 são considerados seguros: +

[5] **Dureza Total/corrosão:** água com uma elevada dureza pode causar problemas de corrosão devido ao elevado teor de íons (Ca+2, Mg+2, Fe+2), o que também significa uma elevada condutividade elétrica e um valor elevado de sólidos dissolvidos totais (TDS). Por este motivo, valores de dureza demasiado elevados devem ser evitados, não apenas devido ao risco superior de incrustação, mas também devido ao risco de corrosão.

Por outro lado, água de baixa dureza, mas não necessariamente água de baixa dureza por troca catódica, pode, em contraste, ter uma capacidade de efeito carga baixa e, conseqüentemente, ser mais corrosiva. Se os valores de dureza estiverem fora do intervalo recomendado, outros parâmetros, tais como teor de oxigênio, condutividade e valores de pH devem ser considerados para avaliar o risco de corrosão.

[6] Fe³⁺ e Mn⁴⁺ são oxidantes fortes e podem aumentar o risco de corrosão localizada em aços inoxidáveis em combinação com o material de brasagem de cobre.

Tabela 2. Concentrações máximas de cloreto como função de temperatura para um material de placa diferente (dados para SS-316 e baseiam-se no manual Outokumpus Corrosion, 11.ª edição, 2015).

CHLORIDE CONTENT	MAXIMUM TEMPERATURE					
	20°C	30°C	60°C	80°C	120°C	130°C
= 10 ppm	SS 304	SS 304	SS 304	SS 304	SS 304	SS 316
= 25 ppm	SS 304	SS 304	SS 304	SS 304	SS 316	SS 316
= 50 ppm	SS 304	SS 304	SS 304	SS 316	SS 316	Ti
= 80 ppm	SS 316	SS 316	SS 316	SS 316	SS 316	Ti
= 200 ppm	SS 316	SS 316	SS 316	SS 316	Ti	Ti
= 300 ppm	SS 316	SS 316	SS 316	Ti	Ti	Ti
=700 ppm	SS 316	SS 316	Ti	Ti	-	-
=1000 ppm	SS 316	Ti	Ti	Ti	-	-
> 1000 ppm	Ti	Ti	Ti	Ti	-	-

Tabela 3. Valores de guia de concentração de oxigênio para água de aquecimento, dependendo da condutividade da água, de acordo com VDI 2035 /parte 2.

Teor de oxigênio: As reações de corrosão na instalação de água são determinadas pela presença de oxigênio. Para evitar danos devido à corrosão, as concentrações de oxigênio em todas as partes do sistema de aquecimento de água devem ser mantidas o mais baixo possível e deve ser evitada uma entrada constante de oxigênio. Quanto maior a condutividade (e conteúdo de sais) da água, mais baixo é o nível de oxigênio recomendado, para evitar corrosão.

		Low saline (low salt content)	Saline (high salt content)
Electrical conductivity at 25°C	µS/cm	< 100	100 - 1500
pH value at 25°C		8,2-10	
Oxygen	mg/l or ppm	< 0,1	< 0,02

Eficiência desafiadora

Na SWEP, acreditamos que o nosso futuro está em dar mais energia do que usamos – do nosso planeta e das nossas pessoas. É por isso que colocamos nossos esforços na liderança da conversão no uso da energia sustentável em transferência de calor. Ao longo de três décadas, a marca SWEP tornou-se sinônimo de eficiência desafiadora.

A SWEP é uma fornecedora líder mundial de trocadores de calor de placas brasadas para HVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado) e aplicações industriais. Com mais de 1.000 funcionários dedicados, parceiros comerciais cuidadosamente selecionados, com produção em presença global, vendas e um serviço honesto, trazemos conosco um nível de especialização e foco no cliente que redefinem a vantagem competitiva para um futuro mais sustentável. A SWEP é integrante da Dover Corporation, empresa de faturamento multibilionário, cujas, fabricante de uma ampla linha de produtos e componentes patenteados para uso industrial e comercial.