

Recommandations concernant
l'eau pour les échangeurs à
plaques brasées installés sur
réseau de chaleur.

Recommandations concernant l'eau pour les BPHE dans les systèmes de réseaux collectifs de froid ou de chaleur

Introduction

Ce document vise à expliquer l'importance d'une bonne qualité de l'eau dans un système de réseaux collectifs de froid ou de chaleur. Il se concentre sur les paramètres qui aident à prévenir la corrosion et l'encrassement dans un échangeur thermique à plaques brasées (BPHE). Une eau de bonne qualité dans un système de réseaux collectifs de froid ou de chaleur présente moins de risques de corrosion, d'encrassement et d'entartrage. Cela permettra ainsi de réduire les coûts de maintenance pour l'ensemble du système.

Contexte

Comme pour la plupart des choses, l'eau peut avoir différentes qualités. Dans les systèmes de réseaux collectifs de froid ou de chaleur, les qualités d'eau les plus couramment utilisées sont l'eau non traitée, adoucie ou partiellement déminéralisée. La qualité de l'eau est un facteur important, puisque les concentrations de certaines substances peuvent changer avec la qualité de l'eau. La conductivité en est une illustration. L'eau déminéralisée a une conductivité beaucoup plus faible que l'eau non traitée car la déminéralisation élimine les ions qui confèrent la conductivité. Il est important de comprendre toutes les qualités de l'eau dans le système, de l'eau en circulation dans les systèmes de réseaux collectifs de froid ou de chaleur et à l'eau d'appoint ajoutée. L'eau d'appoint peut être utilisée pour réguler dans une certaine mesure la qualité de l'eau dans le système de réseaux collectifs de froid ou de chaleur pour atteindre les niveaux recommandés. Il n'est pas facile d'établir la qualité de l'eau d'un système de réseaux collectifs de froid ou de chaleur. Cependant, des analyses régulières permettent de garder le contrôle sur l'état de l'eau du réseau d'énergie collective et de réduire le risque de corrosion et de formation de particules.

L'annexe A, à la fin de ce document, contient les recommandations de SWEP pour la qualité de l'eau lorsque nos BPHE sont utilisés. Le tableau couvre les différentes qualités d'acier inoxydable et les différents matériaux de brasage utilisés dans nos BPHE. Il est basé sur de l'eau courante à température ambiante, et examine plusieurs composants chimiques importants. Cependant, la corrosion elle-même est un processus très complexe influencé par la combinaison de nombreux facteurs différents. L'annexe A peut aider à décider si une qualité d'eau convient pour un BPHE de chez SWEP. Si vous avez des questions concernant ce document ou l'annexe A, veuillez vous adresser à un représentant commercial de SWEP.

Corrosion de divers matériaux

Acier inoxydable

L'acier inoxydable a une bonne résistance à la corrosion et est donc fréquemment rencontré dans les systèmes de réseaux collectifs de froid ou de chaleur. Tous nos BPHE utilisent de l'acier inoxydable pour leurs plaques à canaux, différentes qualités étant disponibles. Cependant, certains niveaux de chlorure peuvent amorcer la corrosion de l'acier inoxydable. La forme la plus courante est la corrosion par piqûres, le chlorure n'attaquant qu'une petite partie de l'acier. La corrosion par piqûres est très difficile à détecter avant qu'il ne soit trop tard et que l'unité ait commencé à fuir. Un autre type de corrosion courant et très similaire pour l'acier inoxydable est la corrosion par fissuration, lorsque la corrosion apparaît dans les fissures. Le tableau 2 de l'annexe A indique l'acier inoxydable que nous recommandons pour les plaques à canaux pour une gamme de concentrations de chlorure.

Cuivre

La majorité de nos BPHE utilisent le cuivre comme matériau de brasage, lequel présente une bonne résistance à la corrosion pour la plupart des qualités d'eau rencontrées dans le secteur de l'énergie

février 15, 2021

collective. Si la qualité de l'eau est très mauvaise, le cuivre peut commencer à se corroder ou à se dissoudre dans l'eau. Pour savoir si un appareil brasé au cuivre convient, veuillez consulter le tableau de l'annexe A. La publication de l'Association danoise des chauffages collectifs intitulée « *Traitement de l'eau et prévention de la corrosion* » recommande de maintenir la teneur en oxygène en dessous de 0,02 mg/l. Le cuivre est très sensible à l'ammoniac et au sulfure. L'ammoniac peut être utilisé dans les systèmes d'énergie collective pour réguler le pH. Si le cuivre est utilisé comme matériau de brasage, il est recommandé de maintenir le niveau d'ammoniac à un niveau très bas. Nous recommandons d'utiliser un autre produit chimique pour réguler le pH, par exemple l'hydroxyde de sodium.

Oxygène

Les facteurs qui accélèrent le processus de corrosion sont l'oxygène et/ou la température. Plus la température est élevée, plus la corrosion est rapide. La présence d'oxygène augmente le risque de déclenchement de la corrosion, c'est pourquoi la teneur en oxygène doit être maintenue à un niveau aussi bas que possible. Lorsque l'on ajoute de l'eau d'appoint, il est important de s'assurer que l'eau a été désoxygénée ou que des additifs ont été utilisés pour fixer les produits chimiques. Le tableau 3 de l'annexe A indique la teneur en oxygène recommandée dans l'eau en fonction de la conductivité de l'eau.

Encrassement

L'encrassement fait référence à la tendance d'un fluide à former un film ou une écaille sur la surface de transfert de chaleur. Le terme d'encrassement comprend l'accumulation de substances organiques et inorganiques. Les substances inorganiques peuvent se cristalliser sous forme de sels, ce qui entraîne un entartrage. Les dépôts organiques comprennent les biofilms ou les organismes microbiens. Si des substances inorganiques ou organiques commencent à s'accumuler à l'intérieur du BPHE, il en résultera un transfert de chaleur plus faible et une chute de pression plus importante.



Figure 1. Image de gauche : Référence visuelle, circuit d'eau courante. Image de droite : Circuit d'eau courante nettoyé

Entartrage

L'entartrage est un type d'encrassement causé par des sels inorganiques dans le circuit d'eau du BPHE, qui peuvent précipiter et former une écaille sur la surface de transfert de chaleur. Il se produit lorsque la vitesse du fluide est faible (écoulement laminaire) et que le liquide est réparti de manière inégale dans les conduits de la surface de transfert de chaleur. Il dépend fortement de la température.

L'entartrage est principalement dû à la précipitation de carbonate de calcium ou de sulfate de calcium. Certains sels inorganiques, notamment ces deux sels, ont une courbe de solubilité inversée, c'est-à-dire que la solubilité dans l'eau diminue avec l'augmentation de la température. Lorsque l'eau froide entre en contact avec la surface chaude, ces sels se déposent sur la surface.

Les facteurs importants qui influencent l'entartrage sont la qualité de l'eau, la température, la turbulence, la vitesse, la distribution de fluide et la finition de la surface. L'estimation de la tendance de l'eau naturelle à s'entartrer implique plusieurs paramètres qui doivent être analysés et déterminés :

- pH
- Teneur en calcium
- Alcalinité

février 15, 2021

- Force ionique de l'eau

Les trois premiers paramètres sont relativement simples à déterminer. La force ionique, cependant, dépend de la quantité totale de composés dissous et dissociés, c'est-à-dire des sels et des acides, ainsi que de leurs concentrations relatives.

Les sels inorganiques qui provoquent le tartre proviennent généralement de l'eau potable, en raison d'une fuite ou de l'eau sanitaire si le BPHE est utilisé dans une sous-station pour le chauffage de l'eau sanitaire. Ils peuvent également provenir de l'eau d'appoint.

Pour réduire le risque d'entartrage, appliquez des pertes de charges les plus fortes possibles. Une forte perte de charge implique des tensions de cisaillement plus élevées, qui sont toujours bénéfiques en cas d'entartrage. Les tensions de cisaillement agissent comme un détartrant en appliquant constamment des forces sur le matériau aggloméré qui repoussent les particules de la surface, comme indiqué sur la figure 2. Les tensions de cisaillement contribuent également à empêcher le dépôt de particules en suspension. Pour un BPHE ayant une température supérieure à 70 °C (158 °F) du côté chaud et/ou une eau très dure (et un risque élevé d'entartrage), la chute de pression doit être augmentée autant que possible au niveau de l'eau froide et réduite au niveau de l'eau chaude. Cela réduit la température de la paroi au niveau de l'eau de refroidissement et augmente les tensions de cisaillement, ce qui rend plus difficile l'adhérence des composés d'entartrage. La pratique courante consiste à faire entrer l'eau froide dans le port inférieur chaque fois que cela est possible, car si elle entre par le port supérieur, elle peut favoriser l'entrée de débris dans les canaux.



Figure 2. Une illustration de la façon dont la turbulence et les tensions de cisaillement ou forces contribuent à nettoyer le BPHE.

Dépôts organiques / biofilms

Si les bactéries pénètrent dans les systèmes d'énergie collective, leur petite taille (environ 1 µm) leur permet de pénétrer dans tous les systèmes techniques. Elles peuvent, par exemple, pénétrer dans les systèmes de différentes manières :

- Eau d'appoint
- Contamination suite à des ruptures de conduites
- Absence de nettoyage des installations nouvelles et modernes
- Mélange avec l'eau de chauffage central provenant d'installations nouvellement raccordées
- Fuites sur des BPHE et des réservoirs d'eau chaude

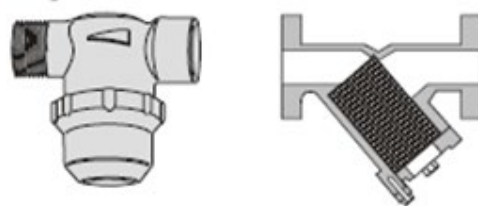
Les dépôts organiques / biofilms peuvent réduire le transfert de chaleur dans le BPHE. Ils peuvent également boucher des canaux entiers du BPHE, ce qui augmente alors aussi la chute de pression. Les dépôts peuvent également entraîner une corrosion microbienne.

Filtres et tamis

Les canaux du côté eau d'un BPHE peuvent se boucher si l'on n'empêche pas les particules telles que le limon, les scories de tuyaux, les matières biologiques, etc. de pénétrer dans l'unité. Ces particules pourraient sinon bloquer les canaux, ce qui entraînerait de mauvaises performances et une chute de pression accrue. Dans un système en boucle fermée, le système de tuyauterie doit être correctement purgé avant que le BPHE ne soit raccordé afin de s'assurer qu'aucun matériau supplémentaire susceptible

de provoquer un encrassement ou un colmatage ne pénètre dans le système. Pour les systèmes en boucle ouverte, et pour augmenter la sécurité dans les systèmes en boucle fermée, les composants nécessaires pour filtrer les particules doivent être installés en amont du BPHE.

Pour réduire le risque de formation d'une boue particulaire à l'intérieur du BPHE, un filtre ou un tamis doit être installé. Les tamis peuvent fournir la protection nécessaire contre le blocage. Si l'un des fluides contient des particules de plus de 1 mm, nous recommandons d'installer un tamis avec une taille de 20 mailles (nombre d'ouvertures par pouce) en amont du BPHE.



Pour les applications avec une forte concentration de magnétite dans l'eau, comme les circuits en boucle ouverte ou fermée avec un taux de fuite élevé, un filtre avec une fonction magnétique est fortement recommandé. Non seulement il empêchera le BPHE de se colmater, mais il protégera également la pompe à eau contre l'érosion.

Pot de décantation

Outre les filtres, nos sous-stations sont également proposées avec des pots de décantation ultramodernes qui éliminent les plus petites particules de saleté, réduisant ainsi les besoins de maintenance et améliorant encore davantage les performances.

Bonnes pratiques pour la prévention et le nettoyage des blocages et de l'entartrage

La protection contre les blocages et l'entartrage commence par un bon manuel d'installation qui précise quand et comment nettoyer le BPHE. Le seul moyen de nettoyer un blocage, à moins de remplacer le BPHE, est le lavage à contre-courant. La seule façon d'effectuer un lavage à contre-courant est de disposer des connexions et des vannes nécessaires pour isoler le BPHE et permettre à l'eau de s'écouler pendant le lavage à contre-courant. Nos BPHE peuvent être équipés de connexions sur l'unité elle-même pour le nettoyage.

En cas de réticence à installer ces connexions sur le BPHE, l'installateur devra alors ajouter les piquages de tuyauterie et les vannes.

Un autre conseil utile est de fournir des tableaux de débit / pertes de charges couvrant le BPHE et le système interne de tuyauterie d'eau. Ils aideront les techniciens de terrain à déterminer si un lavage à contre-courant ou un détartrage est nécessaire.

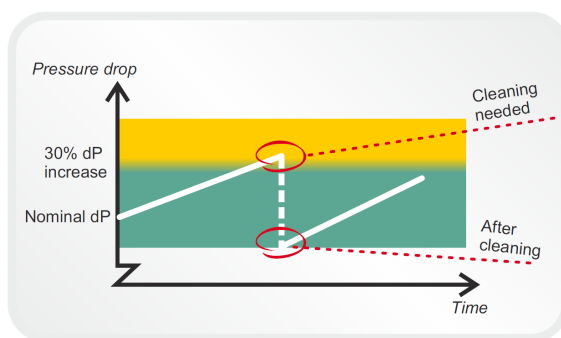


Figure 3. Une augmentation de 30 % de la chute de pression indique qu'un nettoyage est nécessaire.

Annexe A Recommandations concernant l'eau

Tableau 1, résistance à la corrosion des aciers inoxydables et des matériaux de brasage dans de l'eau à température ambiante

Le guide ci-dessous tente de donner une idée de la résistance à la corrosion des aciers inoxydables et des matériaux de brasage dans de l'eau à température ambiante. Dans le tableau, un certain nombre de composants chimiques importants sont énumérés, mais la corrosion proprement dite est un processus très complexe influencé par la combinaison de nombreux composants différents. **Ce document constitue donc une simplification considérable et ne doit pas être surévalué !**

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	+	+

Veillez consulter la page suivante pour les notes de bas de page du tableau !

février 15, 2021

Influence de la composition de l'eau sur la résistance à la corrosion

[1] Les sulfates et les nitrates agissent comme inhibiteurs de la corrosion par piqûres causée par les chlorures dans les environnements à pH neutre.

[2] La conductivité électrique et les solides totaux dissous (TDS) ont une corrélation directe.

[3] En général, un pH faible (inférieur à 6) augmente le risque de corrosion et un pH élevé (supérieur à 7,5) diminue le risque de corrosion.

[4] Dans les systèmes de réseaux collectifs de froid ou de chaleur, grâce à un bon contrôle de la qualité de l'eau, les valeurs de pH pouvant atteindre 10 sont considérées comme sûres : +

[5] **Dureté totale/corrosion** : une eau de dureté élevée peut causer des problèmes de corrosion en raison de sa forte teneur en ions (Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺), ce qui signifie également une conductivité électrique élevée ainsi qu'un taux élevé de solides totaux dissous (TDS). C'est pourquoi il convient d'éviter les valeurs de dureté trop élevées, non seulement en raison du risque d'entartrage plus élevé, mais aussi du risque de corrosion.

D'autre part, l'eau douce, mais pas nécessairement l'eau adoucie par échange de cations, peut en revanche avoir une faible capacité tampon et donc être plus corrosive. Si les valeurs de dureté dépassent la fourchette recommandée, d'autres paramètres tels que la teneur en oxygène, la conductivité et les valeurs de pH doivent être pris en compte pour évaluer le risque de corrosion.

[6] Fe³⁺ et Mn⁴⁺ sont des oxydants puissants et peuvent augmenter le risque de corrosion localisée sur les aciers inoxydables en combinaison avec le cuivre du matériau de brasage.

Tableau 2. Concentrations maximales de chlorure en fonction de la température pour différents matériaux de plaque (Données pour SS-316 et sont basées sur le manuel Outokumpus Corrosion, 11ème édition, 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	-	-

Tableau 3. Valeurs indicatives de la concentration en oxygène pour l'eau de chauffage en fonction de la conductivité de l'eau conformément à la norme VDI 2035 / partie 2.

Teneur en oxygène : Les réactions à la corrosion dans les installations d'eau sont déterminées par la présence d'oxygène. Pour éviter les dégâts dus à la corrosion, les concentrations en oxygène dans toutes les parties d'un système de chauffage de l'eau doivent être maintenues aussi faibles que possible et un apport constant en oxygène doit être évité. Plus la conductivité (et la teneur en sel) de l'eau est élevée, plus le niveau en oxygène doit être faible pour éviter la corrosion.

		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

février 15, 2021

6

Repousser les limites de l'efficacité énergétique

SWEP est convaincu que son avenir repose sur sa capacité à fournir plus d'énergie qu'elle n'en prélève, que ce soit à notre planète ou à ses habitants. C'est pourquoi nous investissons toute notre énergie pour diriger la conversation vers la consommation d'énergie durable dans le transfert thermique. Au cours des trente dernières années, la marque SWEP est devenue synonyme de la remise en question de l'efficacité énergétique.

SWEP est un leader mondial de la fabrication d'échangeurs thermiques à plaques brasées pour diverses applications industrielles, installations de chauffage, de climatisation et de ventilation. Avec plus de 1000 employés dévoués, des partenaires commerciaux soigneusement sélectionnés, et une présence internationale en termes de production, de vente et de service éthique, nous apportons un niveau d'expertise et de proximité à nos clients qui redéfinit l'avantage concurrentiel, pour un avenir plus durable. SWEP fait partie du groupe Dover Corporation, un fabricant diversifié d'une valeur de plusieurs milliards de dollars. Dover produit un large éventail de produits et de composants à des fins industrielles et commerciales.