

Fiche technique Chaleur solaire n° 10

Caloporteurs pour installations solaires thermiques

L'eau est un fluide idéal pour transmettre la chaleur. Elle possède une grande capacité calorifique ainsi qu'une faible viscosité. L'eau se figeant dès 0°C, les installations extérieures doivent être protégées de la formation de glace à l'aide d'antigel spécifiques. Ces additifs doivent être non-toxiques et biodégradables et ne doivent pas corroder les matériaux présents dans un circuit de capteurs. Les caloporteurs pour installations solaires thermiques doivent en outre être capables de résister à des températures maximales sans être endommagés et doivent être stables sur le long terme.

.....

1 Introduction

.....

On trouve aujourd'hui sur le marché 3 modèles de caloporteurs pour installations solaires thermiques : des fluides à base de monoéthylèneglycol (MEG), de monopropylène glycol (MPG) et de glycols ayant un point d'ébullition plus élevé.

Déjà à faibles doses, l'éthylène glycol peut provoquer de graves préjudices pour la santé. C'est pourquoi l'éthylène glycol (même sous sa forme physico-chimique améliorée de propylène glycol) ne se trouve plus que dans d'anciennes installations et dans des installations dans lesquelles l'eau de chauffage sert de support de stockage. Dans le domaine alimentaire (eau potable), l'éthylène glycol n'a aujourd'hui plus le droit d'être utilisé.

Les caloporteurs à base de propylène glycol sont actuellement la norme dans les installations solaires thermiques. Sur le marché, ce caloporteur est proposé sous différentes marques.

Des fluides à base de glycols ayant un point d'ébullition plus élevé ont été développés spécialement pour les capteurs plans de haute performance et les capteurs à tubes sous vide, ces capteurs ayant des températures de stagnation plus élevées. Ces glycols présentent cependant, pour la même résistance au gel, une faible capacité calorifique et une plus grande viscosité que les mélanges propylène glycol-eau. Afin que l'installation atteigne la même performance thermique, il faut donc augmenter le débit volumique du fluide et par conséquent la puissance de pompage. Cet aspect est à prendre en considération lors du dimensionnement des conduites. Pour la même baisse de pression dans le circuit de capteurs, on utilisera en règle générale un diamètre nominal de tube plus large.

2 Recommandations

.....

- Choix de capteurs et raccordements de capteurs par gravitation ou sous l'état de stagnation se laisse vider simplement. Moins la quantité d'antigel restant dans le capteur en cas de stagnation est importante, plus la durée de vie du caloporteur sera grande.
- L'oxygène influe, tout comme des températures trop élevées, sur la durée de vie des caloporteurs à base de glycol. Il faut donc prévoir des purgeurs d'airs dans le circuit de capteurs. Des purgeurs automatiques sont également utiles, mais doivent être hors d'atteinte de la vapeur.
- Pour des capteurs aux températures de stagnation de plus de 200 °C, mieux vaut utiliser des caloporteurs à base de glycols ayant un point d'ébullition plus élevé. Des mesures pour éviter la stagnation doivent également être prises (refroidisseur stagnation, dissipation de la chaleur par le biais sondes géothermiques, etc.)
- Les caloporteurs doivent être contrôlés périodiquement. Intervalles de contrôle :

- Tous les 3 – 5 ans : systèmes aux températures maximales de capteurs de < 160 °C.
- Tous les 2 ans : systèmes avec capteurs plans aux températures de stagnation de > 160 °C, capteurs à tubes sous vide < 260 °C et les caloporteurs à base de glycol ayant un point d'ébullition plus élevé, systèmes d'auto-évacuation.
- Tous les ans : systèmes de capteurs à tubes sous vide > 260 °C
- Contrôle minimum : pH, turbidité et protection antigel. En cas de doute et pour les installations plus importantes, il faut mesurer la réserve d'alcalinité et effectuer un test de corrosion (en général effectué par le fournisseur).
- Il convient d'éviter les composants galvanisés dans le circuit des capteurs.

3 Caractéristiques physico-chimiques

Les caloporteurs à base de glycol présentent des caractéristiques physico-chimiques moins bonnes que l'eau. La capacité thermique est plus faible. En conséquence, une quantité plus importante de liquide doit être mise en circulation afin de transporter l'énergie. La viscosité plus importante est également défavorable puisqu'elle accroît encore la baisse de pression du système. Les caloporteurs à base de glycols lourds se différencient des mélanges propylène et éthylène glycols par des taux encore plus modestes, ce qui entraîne en général de plus gros diamètres de tube avec des contenus de fluides plus importants et des pertes de chaleur. La viscosité diminue avec des températures élevées, ce qui augmente la puissance de pompage ou bien, pour les installations à vitesse de rotation régulée, réduit la consommation électrique de la pompe de circulation. Un récapitulatif des propriétés physiques de différents fluides caloporteurs est présenté dans le Tableau 1.

4 Protection antigel

Les divers caloporteurs présentent des propriétés antigel légèrement différentes. Les mélanges

éthylène glycol-eau assurent une bonne protection antigel même à faible concentration. Le propylène glycol doit être plus concentré pour obtenir la même résistance au gel. Les caloporteurs sont proposés aussi bien en concentré qu'en mélange prêt à l'emploi avec de l'eau déminéralisée. Il faut distinguer le point de cristallisation du point de congélation. La formation de cristaux de glace débute au point de cristallisation et le liquide (ou fluide) ne peut plus être pompé. Un effet explosif peut éventuellement survenir en deçà du point de congélation, situé quelques degrés plus bas.

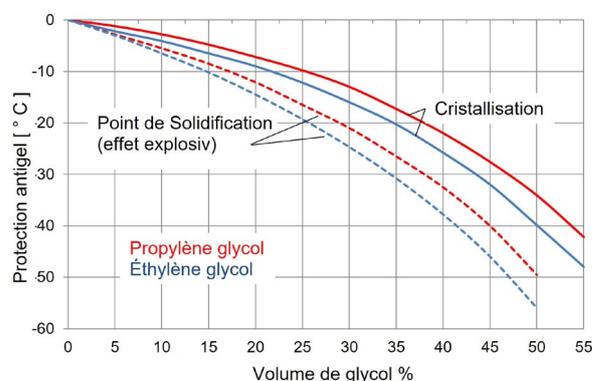


Figure 1 : Résistance au gel (° C) en fonction de la fraction volumique de glycol (vol.%) des caloporteurs à base de propylène glycol et d'éthylène glycol (Source : Clariant).

En principe, le pourcentage de glycol doit être adapté à l'altitude. Un pourcentage de glycol trop important altère les propriétés physico-chimiques. Pour des lieux situés en plaine à moins de 800 m au-dessus du niveau de la mer, un pourcentage de 35 % de propylène glycol (respectivement de 30% d'éthylène glycol) est suffisant. En altitude, il doit être plus important afin de garantir la résistance au gel.

Les caloporteurs à base de glycols ayant un point d'ébullition plus élevé sont uniquement disponibles en mélanges prêts à l'emploi avec de l'eau désionisée. Ceux-ci sont conçus pour garantir une résistance au gel par -23 °C (cristallisation). Pour des installations situées en altitude, des mélanges prêts à l'emploi avec des pourcentages plus importants de glycol sont disponibles sur demande. De manière générale, il faut prendre en considération que, lors de nuits claires, les capteurs peuvent se refroidir jusqu'à 5 K en dessous de la température ambiante.

5 Protection anticorrosion

Les mélanges eau-glycol ont des propriétés corrosives plus puissantes que celles de l'eau. C'est pourquoi des additifs anticorrosifs (dits inhibiteurs) doivent être ajoutés à ces caloporteurs. Selon la composition, les matériaux couramment utilisés dans la construction d'installations solaires comme l'acier, l'acier surfin et le cuivre sont suffisamment protégés. Il existe également des caloporteurs adaptés à l'aluminium. **Les éléments de construction galvanisés dans les circuits de capteurs sont généralement problématiques et doivent être évités.** Le zinc est corrodé et forme, en association avec le glycol, de la boue et du gaz, ce qui peut conduire à des pannes. Afin de garantir les propriétés anticorrosives, le pourcentage de concentré antigel ne doit pas se situer en dessous de 25 % (MPG), respectivement 20 % (MEG). Au début des années 2000, certains inhibiteurs très efficaces, tels que les composés chimiques contenant du bore, ont été interdits pour des raisons écologiques. Ceux-ci ont dû être remplacés par des substances moins efficaces, mais plus respectueuses de l'environnement. Suite à cette interdiction, la longévité des fluides est aujourd'hui moindre et ils doivent être rigoureusement contrôlés.

Le pH du fluide est un bon indicateur de l'efficacité de la résistance anticorrosion. Le pH à l'état neuf du fluide se situe entre 8 et 9, et est donc basique. Grâce à une réserve d'alcalinité, le pH ne baisse que lentement lors du fonctionnement de l'installation. Si l'eau ajoutée contient du chlorure, celui-ci peut être neutralisé jusqu'à un certain point.

La conductance électrique du fluide fournit de plus amples informations sur les produits de dégradation dans le caloporteur. La conductance augmente si des processus de corrosion ont eu lieu. La conductance électrique spécifique varie à l'état neuf du fluide selon la substance, et doit être mentionnée dans la notice explicative de ladite substance.

6 Constance thermique

Les propylènes glycols et les éthylènes glycols ne sont résistants que jusqu'à une température d'environ 170 °C. C'est au-delà de cette température que débute la décomposition thermique. Un acide organique se forme et le pH baisse. Cette baisse peut être ralentie par des additifs et les propriétés anticorrosives sont affectées.



Figure 2: Caloporteur à l'état neuf (à droite) et à la suite d'une surcharge thermique (Source : Soltop)

Les caloporteurs à base de glycols ayant un point d'ébullition plus élevé sont stables chimiquement jusqu'à environ 200 °C et peuvent être exposés jusqu'à environ 270 °C pour un court laps de temps. L'expérience montre qu'une caléfaction au-delà de ces températures maximales entraîne également une cokéfaction accompagnée de résidus carboneux ne se laissant parfois plus éliminer.

Des températures de plus de 300 °C à l'arrêt ne sont pas rares, notamment dans les capteurs à tubes sous vide, ce qui, malgré l'utilisation de ces glycols spéciaux, entraînerait la destruction irréparable de l'installation. Ainsi, dans ces installations pouvant atteindre des températures de stagnation de > 250 °C, un dispositif anti-stagnation est obligatoire (exemples : dissipation de la chaleur par le biais de sondes géothermiques ou d'un réchauffeur d'air). Une dégradation du caloporteur, se manifestant par une décoloration et une forte odeur de brûlé, se produit toujours quand il est chauffé au-delà de sa limite d'utilisation.

7 Oxydation

Les caloporteurs sont sensibles à l'oxygène atmosphérique. Les inhibiteurs s'épuisent plus rapide-

ment et perdent de leur efficacité. C'est pourquoi il faut planifier les installations de sorte que le circuit de capteurs puisse être convenablement ventilé et que l'infiltration d'oxygène atmosphérique puisse être évitée.

8 Maintenance

Les mélanges eau-glycol doivent être contrôlés périodiquement quant à leur pH et leur turbidité. Si le pH est ≥ 7.5 , le caloporteur peut en général continuer à être utilisé, même s'il est trouble. Une simple bandelette de test pH et quelques ml de liquide suffisent. En cas doute et pour les installations plus importantes, la plupart des fournisseurs proposent de mesurer la réserve d'alcalinité (titrage) et d'effectuer un test de corrosion, lors duquel plusieurs métaux-test sont exposés au caloporteur. Ce test détermine le changement de poids après un temps d'exposition déterminé.

La résistance au gel des caloporteurs doit également être mesurée. Elle peut être mesurée grâce à un réfractomètre. Les différents glycols présentant des indices de réfraction différents, les échelles générales pour les caloporteurs à base de propylène glycol et d'éthylène glycol ne peuvent fournir que des valeurs approximatives. Une mesure précise ne peut être effectuée qu'en connaissance de l'indice de réfraction. Cela concerne surtout les glycols ayant un point d'ébullition plus élevé, pour lesquels les échelles de réfractomètre usuelles ne fonctionnent pas. Le fournisseur de fluide peut donner certaines informations concernant l'indice de réfraction. La mesure doit être effectuée par environ 20 °C car l'indice de réfraction dépend de la température.

Plus la température de stagnation des capteurs utilisés est haute, plus le caloporteur devra être contrôlé souvent. Pour les installations n'ayant pratiquement aucune période de stagnation et pour les capteurs à basses températures de < 160 °C, un contrôle tous les 3 – 5 ans est suffisant. Pour les capteurs haute performance, des contrôles doivent être effectués au moins tous les 2 ans.

Les installations bénéficiant d'un système d'auto-vidange (Drain-Back) doivent également se plier à ces intervalles de contrôle, car le pourcentage

en oxygène dans l'installation réduit également la durée de vie du caloporteur (voir recommandations). Si la chaleur solaire est utilisée dans sa totalité toute l'année et que l'installation est bien ventilée, le fluide peut atteindre une durée de vie de 10 ans.

9 Nettoyant solaire

Dans des installations en surcharge thermique, des précipitations visqueuses peuvent s'incruster dans les parois de tubes, dans les capteurs ou dans les pompes. Grâce à un nettoyant solaire à base d'éther de glycol, ces résidus peuvent en partie être éliminés. Pour une efficacité optimale, le liquide de nettoyage doit alors circuler au moins 2 heures. Un réchauffement du fluide à au plus 60 °C favorise la procédure. Le liquide doit être entièrement retiré après le nettoyage et l'installation doit être rincée à l'eau. Afin d'effectuer le remplissage avec les caloporteurs, il ne doit plus y avoir de liquide de nettoyage dans le circuit de capteurs.

Attention : les dépôts charbonneux et solidifiés ne peuvent être dissous et ne se laissent plus éliminer avec un nettoyant solaire. Ces dépôts peuvent irréversiblement endommager le système de capteurs.

10 Traitement des déchets

Les produits antigels sont considérés comme des déchets toxiques et doivent être déposés dans les centres de tri. Ils ne doivent pas être évacués par la canalisation. Les fournisseurs reprennent également les quantités plus importantes.

	Propylène glycol 35%-eau (plaine)	Propylène glycol 45%-eau (zone de montagne)	Éthylène glycol 30%-eau (plaine)	Glycols lourds- eau (mélange prêt à l'emploi)
Effet explosif en deçà de	- 27° C	- 40° C	- 24° C	ca. - 30° C
Capacité thermique spécifique (40° C)	3,8 kJ/kg*K	3,7 kJ/kg*K	3,8 kJ/kg*K	3,2 kJ/kg*K
Viscosité cinématique (40°C)	2,2 mm ² /S	3,1 mm ² /S	1,5 mm ² /S	3,7 mm ² /S
Baisse de pression par rapport à l'eau (40°C) pour la même quantité de chaleur transportée	1.6	1.8	1.4	2.4

Tableau 1: Propriétés du fluide des différents caloporteurs

Remarque

La présente fiche d'information a été rédigée avec le plus grand soin. Aucune garantie n'est donnée quant à l'exactitude, l'exhaustivité et l'actualité de son contenu. Elle ne dispense notamment pas de consulter et d'appliquer les recommandations, normes et prescriptions pertinentes et actuelles. La présente fiche d'information sert exclusivement à des fins d'information. Nous déclinons expressément toute responsabilité pour les dommages résultant de la consultation ou de l'utilisation de cette fiche.

07/2022/Fiche technique n° 23010f