

... in Fluid Management



Le refroidissement est indispensable

Le refroidissement est indispensable

En exerçant une activité physique, on génère de la chaleur, en particulier si l'on travaille dans un environnement chaud. On transpire. Cependant, le remède est facile à trouver : une boisson fraîche ou un bon bain permettent d'atténuer les effets négatifs de la chaleur. Mais que se passe-t-il dans le cas des installations hydrauliques et des armoires électriques des machines et des systèmes ?

Pour anticiper sur la réponse à cette question : beaucoup d'installations hydrauliques ou d'armoires électriques souffrent, sont trop sollicitées, stressées et ne remplissent plus qu'une partie de leur office. Quelques-unes capitulent même carrément. Afin d'éviter ces effets funestes, l'installation doit être refroidie à l'aide d'air, d'eau ou d'un agent frigorigène. Il existe dans ce but, pour chaque application, le concept adapté.

Refroidissement de liquides au moyen de refroidisseurs à air

La température optimale de fonctionnement d'une machine-outil se situe, dans la plupart des cas, entre 50 et 60° C. Si la température est trop élevée, l'huile se dégrade plus rapidement et devient trop visqueuse pour beaucoup de fonctions. Il en résulte des fuites importantes. Il existe différentes possibilités pour refroidir des huiles. L'une d'elles utilise l'air environnant. Dans la plupart des systèmes hydrauliques, 60 à 70% de l'énergie installée sont convertis en travail mécanique. Les 30 à 40% restants sont transformés en chaleur par les frottements et les pertes de pression. Ce rendement relativement mauvais conduit à une élévation de la température de l'huile indésirable tant pour l'huile que pour les composants du système hydraulique.

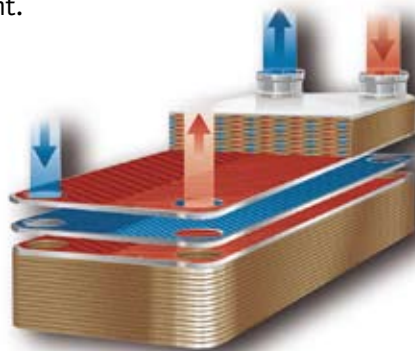
C'est l'application qui détermine le type de refroidisseur

Par exemple, sur les presses plieuses, différents flux volumiques d'huile et des pointes de pression se produisent lors du mouvement de retour. Cela serait très préjudiciable pour un refroidisseur huile/air monté sur le circuit de retour car il devrait résister à une pression plus forte et devrait, par ailleurs, être conçu pour un flux volumique beaucoup plus important. Dans ce cas, il est recommandé d'avoir recours à un refroidisseur monté en dérivation avec pompe de recirculation intégrée silencieuse. Le refroidisseur fonctionne en toute autonomie dans le circuit de dérivation, enclenché par le thermostat intégré dans le réservoir d'huile lorsque la température de l'huile devient trop élevée et arrêté lorsqu'elle a suffisamment baissé. Sur d'autres machines outils, comme par exemple les rectifieuses, un refroidisseur huile/air permet de refroidir à bon compte l'huile du système hydraulique ou l'huile à broches. Les moteurs électriques existent en versions standard pour des fréquences allant jusqu'à 50 et 60 Hz. Cela constitue un gros avantage pour l'exportation. Engins de chantier et véhicules de voirie se doivent d'être de conception toujours plus compacte et plus légère, si bien que la place nécessaire

à l'installation d'un réservoir à huile hydraulique de taille raisonnable fait souvent défaut. Pour maîtriser l'élévation de température de l'huile, il est possible d'utiliser des refroidisseurs huile/air. S'il faut simultanément refroidir l'eau du moteur, il est recommandé de prévoir un refroidisseur mixte. Mais il se peut également que des moteurs hydrauliques soient utilisés. Les refroidisseurs sont équipés en standard d'un raccordement pour les thermostats et peuvent, sur demande, être dotés d'un by-pass extérieur. Le boîtier de connexion avec relais, directement encastré, est de plus en plus utilisé car les clients n'ont plus alors qu'à raccorder l'alimentation. Les refroidisseurs mixtes sont tout particulièrement adaptés aux besoins et aux contraintes du montage sur un véhicule. Pour que l'espace entre les lamelles ne s'obstrue pas trop rapidement - notamment en cas d'utilisation embarquée - on utilise des lamelles en « planche à laver » espacées de 5 mm. Le montage d'un refroidisseur à air est recommandé dans tous les cas où un $T (T_{\text{huile}} - T_{\text{air}})$ de plus 20° C est tolérable. Par rapport aux refroidisseurs à eau, les refroidisseurs à air sont un peu plus chers, mais ils sont plus avantageux à l'usage.

Echangeurs de chaleur

Le rôle d'un échangeur de chaleur consiste à transférer de la chaleur d'un médium liquide (de l'huile hydraulique la plupart du temps) à un autre (de l'eau le plus souvent) sans que ces deux médias n'entrent en contact ou se mélangent.



Pour ce faire, il existe deux types d'échangeurs de chaleur : les échangeurs de chaleur à faisceau tubulaire et les échangeurs de chaleur à plaques. Bien que les échangeurs de chaleur à plaques brasées soient déjà connus depuis quelques décennies, ils n'ont été découverts et utilisés dans le domaine hydraulique qu'au cours des 10 à 15 dernières années. Cependant, grâce à leurs nombreux avantages, ils ont presque complètement supplanté les échangeurs de chaleur à faisceau tubulaire dans ce domaine d'utilisation.



L'échangeur de chaleur à plaques brasées.



... et par rapport à un échangeur de chaleur à faisceau tubulaire. Pour transmettre une quantité de chaleur de 120 kW, cet échangeur de chaleur, de diamètre 200 mm, doit mesurer 2 250 mm de long et peser 130 kg en service, à comparer aux 18 kg de l'échangeur de chaleur à plaques brasées.

Le principe de fonctionnement de l'échangeur de chaleur à plaques brasées

La pile de plaques comporte un nombre de plaques adapté à l'effet thermodynamique recherché. Les échangeurs de chaleur comprennent jusqu'à 200 plaques en acier inoxydable, brasées au cuivre sous vide. Comme une plaque sur deux est tournée de 180° par rapport au plan de la plaque précédente, cela crée deux zones d'écoulement séparées l'une de l'autre. Habituellement, les deux médias participant à l'échange de chaleur traversent l'échangeur de chaleur à plaques en sens opposé. La géométrie des canaux génère un écoulement turbulent, ce qui, par rapport à d'autres systèmes, donne des coefficients de transfert de chaleur trois à cinq fois plus élevés, même pour des flux volumiques réduits. Les refroidisseurs d'huile classiques sont habituellement conçus avec un rapport flux d'huile/flux d'eau de refroidissement de 2:1. Par contre, les échangeurs de chaleur à plaques fonctionnent idéalement avec un rapport de 5:1, pouvant même atteindre 10:1. Par conséquent, avec un échangeur de chaleur à plaques, la consommation d'eau, et donc les frais d'exploitation courants, sont considérablement plus favorables pour des installations hydrauliques refroidies par eau. Le rendement élevé des échangeurs de chaleur à plaques ouvre de nouvelles possibilités pour les systèmes de refroidissement d'huile. Il est ainsi possible de travailler avec des différences très faibles entre les températures d'entrée des deux médias ou avec des différences importantes entre la température d'entrée et la température de sortie d'un même médium.

Structure compacte et poids réduit pour une exploitation sûre à températures et pressions élevées

Les échangeurs de chaleur à plaques brasées ont un encombrement minimum, représentant souvent 30 % seulement de la place nécessaire aux échangeurs de chaleur à faisceau tubulaire. Et ceci parce qu'ils ne comportent pratiquement que des surfaces de transmission de chaleur dont la structure est de plus compacte. Des économies de poids pouvant atteindre 80% et un contenu réduit constituent

d'autres avantages. Grâce aux nombreux points de contact des plaques profilées – qui forment une sorte de structure en arête de poisson – le brasage donne une pile de plaques extrêmement stable. Cette conception particulière permet de travailler en toute sécurité avec des pressions de service pouvant aller jusqu'à 30 bars pour des pressions d'éclatement dépassant le plus souvent les 100 bars. Les échangeurs de chaleur à plaques brasées ne comportent pas de joints et peuvent donc être utilisés dans une large plage de températures.

Insensibles à l'encrassement et à la corrosion

L'écoulement turbulent dans des canaux libres à surface lisse n'entraîne pas une extrême diminution de la vitesse, ce qui écarte le risque de formation de dépôts. Par contre, dans les échangeurs de chaleur à faisceau tubulaire, qui fonctionnent souvent en écoulement laminaire, la vitesse peut être extrêmement réduite en surface, ce qui favorise le dépôt de particules salissantes. Les matériaux de grande qualité, comme les plaques en acier inoxydable 1.4401 à l'épreuve des acides, et l'utilisation de cuivre ou de nickel pour le brasage, garantissent une excellente résistance à la corrosion, même si la qualité de l'eau est relativement mauvaise.

Economies

Dans la plupart des cas, l'échangeur de chaleur à plaques brasées est nettement plus avantageux que d'autres échangeurs de chaleur. Cela n'est pas seulement dû à un prix d'achat plus intéressant, mais aussi à un type de montage plus simple. En plus d'un vaste choix d'échangeurs de chaleur à plaques brasées, des échangeurs de chaleur à plaques vissées avec joints NBR, EPDM ou en Viton sont disponibles. Les refroidisseurs à air et les échangeurs de chaleur permettent, par exemple, de garantir la stabilité thermique des machines-outils. Par contre, quand, en été ou en hiver, des températures constantes à $\pm 0,5^\circ\text{C}$ près sont exigées pour les médias, il faut installer un système de refroidissement. Les appareils les plus utilisés sont les systèmes de refroidissement à eau et à huile, aussi appelés « chillers ».

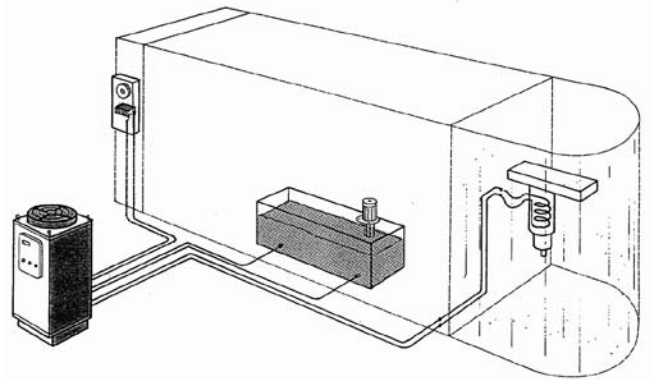
Systèmes de refroidissement à eau et à huile

Ils se prêtent, par exemple, au refroidissement des broches à haute fréquence des perceuses à hautes performances utilisées pour l'usinage des cartes de circuit imprimés. Dans ce domaine, des tolérances de fabrication très strictes, de l'ordre de $\pm 0,002$ mm seulement, sont requises. Sur la broche à haute fréquence, la température de l'eau doit être maintenue à un niveau constant pour éviter une surchauffe. Par conséquent, une température constante de l'eau garantit le respect de la précision voulue dans le perçage des cartes de circuits imprimés même lorsque la broche tourne à très haut régime.

Pour garantir une grande exactitude d'usinage des machines-outils et autres machines, il faut que les huiles de broches, de lubrification et les huiles pour engrenages restent à température constante. Un refroidissement optimal dépend de nombreux facteurs. Seule une analyse précise de la situation permet de trouver la solution idéale pour chaque application. Les systèmes de refroidissement modernes contribuent à la réduction des coûts d'exploitation car les machines et outils refroidis ont une durée de vie plus longue et fonctionnent avec davantage de précision. Un refroidissement ciblé permet de produire davantage d'exemplaires, et de meilleure qualité. Un système de refroidissement permet également d'opérer en plusieurs cycles de refroidissement, avec différents médias et des températures différentes. Un exemple : sur une machine-outil, un système de refroidissement refroidit l'huile de broches et l'huile d'engrenages. Il est possible de refroidir simultanément l'armoire électrique avec de l'eau au moyen d'un échangeur de chaleur air/eau.

Climatisation des armoires électriques

A l'époque des commandes électromécaniques, des fentes d'aération suffisaient la plupart du temps pour évacuer la chaleur de l'armoire électrique. Cependant, à travers ces fentes d'aération, il n'entraînait pas seulement de l'air frais dans l'armoire, mais aussi de la poussière. En raison



Machine-outil avec refroidissement de l'huile de broches et de l'huile d'engrenages et système supplémentaire de refroidissement par eau de l'armoire électrique par un échangeur de chaleur air/eau.

de l'effet isolant de la poussière sur les composants électroniques, des surchauffes se produisaient qui, tôt ou tard, entraînaient une panne. Les machines-outils actuelles sont commandées par des dispositifs électroniques modernes. L'électronique des techniques de commande actuelles étant de plus en plus compacte et performante, les dissipations de puissance dans les armoires électriques sont donc plus importantes. Mais la sensibilité des composants électroniques des armoires électriques à la température et aux influences extérieures telles que la poussière est elle aussi à la hausse.

Il est donc nécessaire d'assurer une répartition uniforme et stable des températures dans une armoire électrique. La bonne température de service d'une armoire électrique est la condition de la longévité des composants qu'elle contient. Les temps d'arrêt sont à éviter car l'arrêt d'une installation de production signifie l'interruption de la production, toujours coûteuse. Dans une armoire électrique, la bonne température de service se situe entre 30 et 50° C, en fonction des composants montés. Dès la phase de conception et de développement, il convient donc, pour le concepteur ou l'électrotechnicien, de se poser la question du comportement en température dans le domaine d'utilisation prévu.



Système de refroidissement à eau et à huile, également appelé « chiller »

1) Utilisation d'un climatiseur lorsque

$T_{\text{Armoire électrique}} < T_{\text{ambiante}}$

Lorsque la température ambiante « T_{ambiante} » dépasse significativement celle désirée pour l'intérieur de l'armoire électrique un climatiseur doit être utilisé. Un tel appareil utilise une machine frigorifique à compression avec un fluide caloporteur. De cette manière, il est possible de maintenir constante la température à l'intérieur de l'armoire électrique, ceci indépendamment de la température ambiante.

2) Utilisation d'un échangeur de chaleur air-eau

lorsque $T_{\text{Armoire électrique}} < T_{\text{ambiante}}$

Dans ce type d'échangeur, le refroidissement de l'air de l'armoire électrique est réalisé à l'aide d'un élément de refroidissement. L'air chaud extrait de l'armoire n'est pas transmis à l'environnement de l'armoire mais à un circuit d'eau qui peut être connecté à une installation de récupération de chaleur. Ce type de climatisation d'armoires électriques est souvent utilisé pour refroidir par exemple des broches à haute fréquence ou d'autres équipements utilisant de l'huile hydraulique ou de transmission. Dans la plupart des cas, l'eau fraîche nécessaire est produite «en circuit fermé» par un système de refroidissement à eau.

3) Utilisation d'un échangeur de chaleur air-air

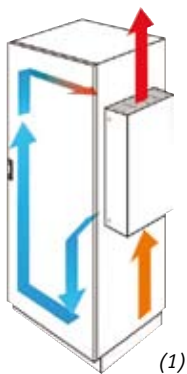
lorsque $T_{\text{Armoire électrique}} > T_{\text{ambiante}}$

Les échangeurs de chaleur air-air disposent de deux circuits d'air entièrement indépendants l'un de l'autre. Les composantes installées à l'intérieur de l'armoire sont protégées des influences externes. Ce type de refroidisseur indirect d'armoire électrique dispose d'un échangeur de chaleur qui transmet la chaleur captée à l'intérieur de l'armoire à l'air plus frais autour de l'armoire.

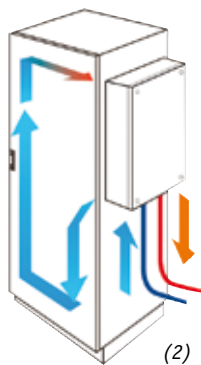
4) Utilisation d'un groupe de ventilation avec filtre ou d'une tourelle de ventilation

$T_{\text{Armoire électrique}} > T_{\text{ambiante}}$

Un groupe de ventilation avec filtre combiné à un filtre de sortie de construction identique garantissent une répartition régulière de la température dans une armoire électrique. Ce type de climatisation est spécialement avantageux lorsque de faibles puissances calorifiques sont à évacuer. Il est par contre peu recommandé quand l'armoire est placée dans un environnement très poussiéreux, humide ou pouvant contenir des produits chimiques. Le cas échéant, un échangeur air-air devra être conseillé.



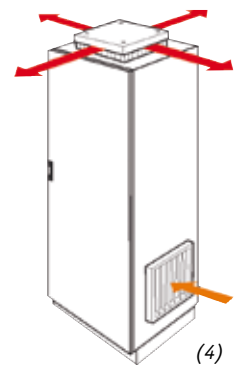
(1)



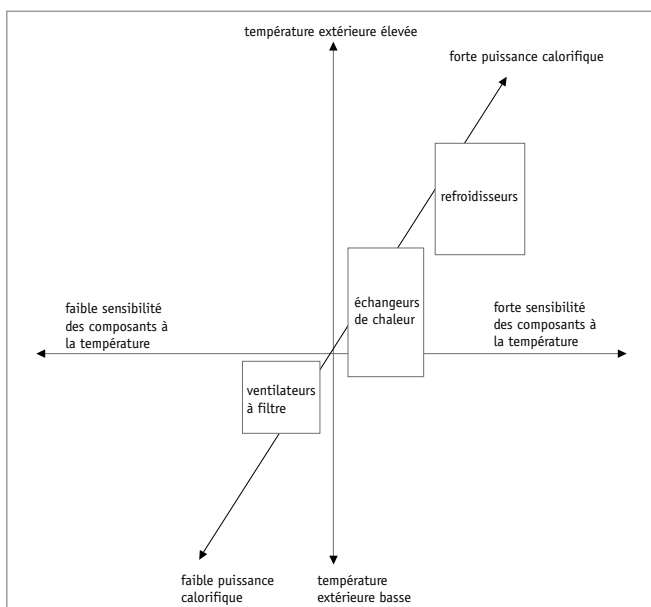
(2)



(3)



(4)



Le diagramme suivant donne une première idée de la façon de climatiser une armoire électrique.

Diagramme : climatisation d'une armoire électrique en fonction de la sensibilité à la température, de la température extérieure et de la puissance calorifique

Olaer (Schweiz) AG
Bonnstrasse 3 - 3186 Düringen
Tel. : +41 26 492 70 00 - Fax : +41 26 492 70 70
info@olaer.ch - www.olaer.ch

Olaer Austria GmbH
Wachtelstrasse 25 - A-4053 Haid
Tel. : +43 7229 803 06 - Fax : +43 7229 803 06-21
info@olaer.at - www.olaer.at

Olaer CZ s.r.o.
Videnská 125 - CZ-61900 Brno
Tel. : +420 5 47 1256-01-10 - Fax : +420 5 47 1256 00
info@olaer.cz - www.olaer.cz

Olaer (Schweiz) AG Magyar ország Fióktelepe
Skalézi út 13/B - H - 2509 Esztergom
Tel. : +36 (70) 943 8114 - Fax : +36 (33) 319 954
zsolt.spendel@olaer.hu - www.olaer.hu



Accumulateurs hydrauliques – Echangeurs de chaleur – Refroidisseurs – Pompes – Systèmes de refroidissement à eau et à huile (Chillers) –
Climatisation d'armoires électriques – Filtres hydrauliques – Technique haute pression – Eau/Eaux usées/Chimie