

Bez chlazení to nejde

Kdo pracuje, ten se zahřeje, zejména tehdy, když pracuje v horkém prostředí. Potí se. Lze však zajistit rychlou úlevu: chladný nápoj nebo skok do vody pomáhají zmírnit negativní důsledky horka. Co se však stane s hydraulickými zařízeními nebo elektrickými rozvaděči strojů a systémů?

Úvod do problému: Mnoho hydraulických zařízení nebo elektrických rozvaděčů je tepelně přetíženo a plní svůj účel pouze částečně. Některé pozbývají ducha úplně. Aby se tomu mohlo zamezit, musí být tato zařízení chlazená vzduchem, vodou nebo chladicím prostředkem. Pro každou aplikaci přitom existuje správná koncepce.

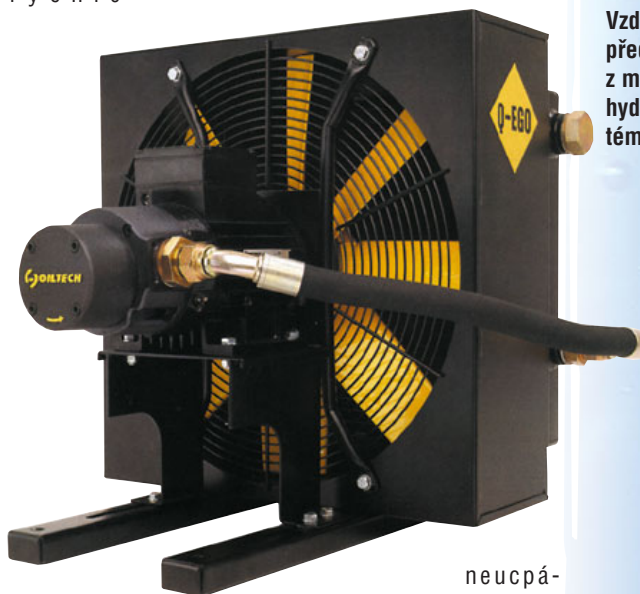
Chlazení kapalin pomocí vzduchových chladičů

Optimální pracovní teplota oleje obráběcího stroje leží ve většině případů přibližně mezi 50 až 60°C. Je-li teplota oleje příliš vysoká, olej rychle stárne a je pro mnoho funkcí příliš málo viskózní. Tím dochází k vysokým únikům netěsnostmi. Také těsnivo velmi trpí. Existují rozdílné možnosti chlazení olejů. Jedna z nich spočívá v chlazení okolním vzduchem. U většiny hydraulických systémů se přeměňuje přibližně 60 až 70% instalované energie na mechanickou práci. Zbývajících 30 až 40% se mění v důsledek tření a tlakových ztrát na teplo. Jako důsledek této relativně špatné účinnosti vzniká vysoká teplota oleje, která je pro olej a prvky hydraulického systému nežádoucí.

Použití určitého typu chladiče

U hydraulických lisů dochází během pracovního režimu k velmi rozdílným průtokům oleje ve zpětném potrubí a tím vznikají vysoké tlakové špičky. Z těchto důvodů se instalace chladiče ve zpětném potrubí nedoporučuje, už kvůli potřebným tlakovým a průtokovým dimenzím. V tomto případě se doporučuje instalace chladicího agregátu s nehučným cirkulačním čerpadlem

v samostatném chladicím okruhu. Chladicí agregát pracuje nezávisle na průtoku ve zpětném potrubí a výše teploty oleje je regulována termostatem zabudovaným v nádrži. U jiných obráběcích strojů, jako jsou např. brusky, nebo obráběcí centra lze vzduchovým chladičem oleje velmi výhodně chladit hydraulický olej nebo olej vřetene. Použité pohonné motory jsou standardně konstruovány jak na 50 Hz, tak i 60 Hz, což je velkou výhodou pro export. Stavební stroje a komunální vozidla musí být konstruovány stále kompaktnější a lehčí. Pak ovšem často chybí prostor pro dostatečně velkou hydraulickou nádrž. Použitím vzduchového chladiče lze i malé olejové objemy nepřetržitě chladit na příznivou provozní teplotu. K pohonu ventilátoru je možno použít též hydromotor. Chladiče jsou standardně vybaveny přípojkou pro termostat a na přání i externím obtokem. Stále více je žádána svorkovnice, která již obsahuje relé, poněvadž ze strany zákazníka zbývá pouze připojit napájení. Jestliže se současně musí chladit voda motoru, doporučuje se použít kombinovaný chladič. Kombinované chladiče jsou koncipovány speciálně dle potřeb zákazníka a druhu vozidla. Aby se vzduchové lamely, zejména při aplikaci v mobilních prostředcích příliš



Vzduchové chladiče představují jednu z možností chlazení hydraulických systémů

neucpávaly, používají se deskové lamely s roztečí 5 mm s možností čištění a mytí. Montáž vzduchového chladiče se doporučuje všude tam, kde může být akceptováno $T(T_{oleje} - T_{vzduchu})$ větší než 20°C. Vzduchové chladiče jsou v porovnání s vodním chladičem o něco dražší, mají ale méně nákladný provoz.

**B. Vonlanthen,
E. Morlok, H. Junko,
M. Girardi**

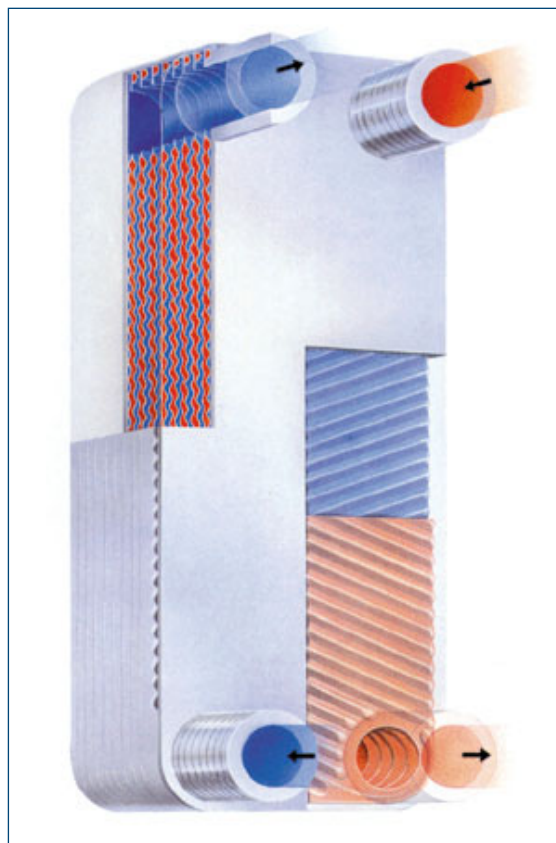
Olaer (Švýcarsko) AG
3186 Düdingen

Výměníky tepla

Úkolem výměníku tepla je přenášení tepla z jednoho kapalného média (většinou hydraulického oleje) na jiné médium (většinou voda), aniž se tato dvě média dotýkají nebo směšují. K dispozici jsou zejména dva rozdílné konstrukční typy výměníků tepla: výměník tepla sestávající ze svazku trubek a deskový chladič. I když jsou pájené deskové chladiče známy již několik desítek let, byly objeveny a aplikovány v hydraulice teprve v posledních pěti až sedmi letech. Vzhledem k mnoha svým výhodám již ovšem téměř úplně vytlačily výměníky trubkové.

Princip pájených deskových chladičů

Chladič tvoří sada, která sestává z desek v počtu odpovídajícím příslušné termodynamické úloze. Výměníky tepla se skládají až z 200 tvarovaných desek z nerezové oceli, které jsou vzájemně spojeny pájením mědi vakuovou technologií. Vzhledem k tomu, že každá druhá deska je pootočená o 180°, vznikají dva na sobě nezávislé průtokové prostory. Tvarování desek a jejich vzájemná poloha umožňují optimální protiproudé turbulentní proudění kapalin. V porovnání



Řez pájeným deskovým chladičem...

... a porovnání s trubkovým výměníkem tepla. Aby bylo možné zajistit přenos tepelného výkonu 120 kW, musí být výměník tepla při průměru 200 mm dlouhý 2250 mm a v provozních podmínkách by vážil 130 kg, oproti 18 kg u pájeného deskového chladiče.



s jinými systémy je koeficient sdílení tepla 3 až 5-krát vyšší než u trubkových chladičů, a to i při malých průtokových množstvích. Trubkové chladiče jsou běžně dimenzovány na průtokový poměr mezi olejem a chladicí vodou v poměru 2 : 1. Naproti tomu deskové chladiče mají optimální poměr 5 : 1 nebo dokonce až 10 : 1.

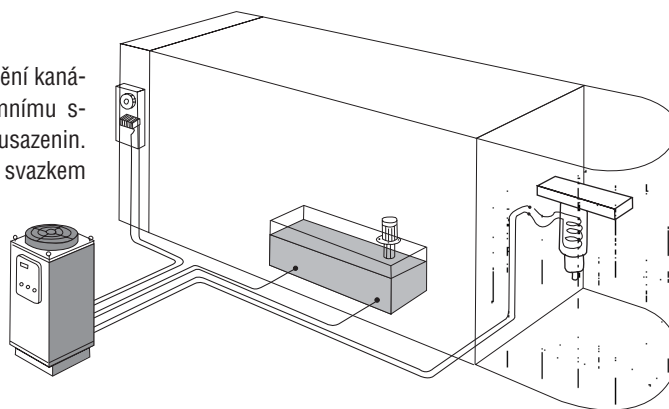
U hydraulických zařízení chlazených vodou pomocí deskových chladičů byla spotřeba vody a tím běžné provozní náklady podstatně sníženy. Vysoká účinnost deskových chladičů otevírá nové možnosti pro olejové chladicí systémy. Je možné pracovat s velmi malými teplotními rozdíly médií na vstupní straně chladiče, stejně jako s vysokými teplotními rozdíly mezi vstupem a výstupem stejného média.

Kompaktní konstrukce a nízká hmotnost při vysokých přípustných teplotách a tlacích

Pájené deskové chladiče vykazují minimální potřebný prostor, který činí často pouze 30% prostoru, vyžadovaného výměníky trubkovými. Důvodem je, že sestávají prakticky pouze z ploch přenášejících teplo, které jsou navíc velmi kompaktní konstrukce. Dalšími výhodami je úspora hmotnosti až 80% a malý vnitřní objem. V důsledku velkého množství styčných bodů tvarovaných desek (struktura rybích šupin) se dosahuje při pájení natvrdo vysoké pevnosti chladiče. Díky této konstrukci jsou přípustné provozní tlaky až 30 bar. Tlaky způsobující prasknutí desek leží nad hranicí 100 bar. Pájené deskové chladiče nemají žádná těsnění, a proto je lze použít ve velkém teplotním rozsahu.

Odolnost vůči znečištění a korozi

U deskového chladiče při turbulentním proudění kanály s hladkým povrchem nedochází k extrémnímu snížení rychlosti proudění a tím k tvorbě usazenin. Naproti tomu u výměníku tepla tvořeného svazkem trubek často nastává laminární proudění s nízkou rychlostí na povrchu trubek, což usnadňuje usazování částic nečistot. Použité vysoce jakostní nerezové materiály odolávají kyselinám (materiál č. 1.4401)-pro desky a použití mědi nebo niklu jako pájky zajišťují výbornou odolnost proti korozi i při relativně špatné kvalitě vody.



Příklad (schéma vlevo): Obráběcí stroj s chlazením oleje vřetene a převodovky a dodatečným chlazením elektrického rozvaděče vodou prostřednictvím výměníku tepla typu vzduch/voda.

Úspora nákladů

Pájený deskový chladič je ve většině případů z hlediska nákladů mnohem příznivější než jiné výměníky tepla. Toto nespočívá pouze v nižší pořizovací ceně, nýbrž také v jednodušším způsobu montáže a v nižších provozních nákladech. Kromě velkého výběru pájených deskových chladičů jsou k dispozici také šroubované deskové chladiče s těsněními z materiálů NBR, EPDM nebo VITON. Vzduchové chladiče nebo výměníky tepla umožňují zajistit tepelnou stabilitu u obvyklých obráběcích strojů. U vysoce výkonných nebo přesných obráběcích strojů, u kterých je vyžadována v každém období konstantní teplota médií $\pm 0,5^\circ\text{C}$, je nutno instalovat kompletní chladicí systém. Nejběžnějšími systémy jsou vodní a olejové chladicí systémy, zvané „Chiller“.

Vodní a olejové chladicí systémy

Jsou například vhodné pro chlazení vysokofrekvenčních vřeten u vysokovýkonných vrtaček nebo frézek u obráběcích center pro výrobu desek plošných spojů. V této oblasti jsou požadovány velice úzké výrobní tolerance, pouhých $\pm 0,002$ mm. U vysokofrekvenčních vřeten musí být teplota vody konstantní, aby se vřetena nepřehřála. Konstantní teplota vody zaručuje požadovanou přesnost opracovaných dílů. Aby byla zajištěna vysoká kvalita výrobků na obráběcích strojích, vyžadují tyto konstantní teplotu vřetenového oleje, mazacího oleje a převodovky. Optimální výsledek chlazení závisí na mnoha faktorech. Pouze na základě přesné analýzy požadavku a daných skutečností lze najít pro každou aplikaci optimální řešení. Moderní chladicí systémy pomáhají snižovat provozní náklady, poněvadž chlazené stroje a nástroje mají větší životnost a pracují přesněji. Cíleným chlazením lze dosáhnout vyšší produktivity při vyšší kvalitě. Jedním chladicím systémem je možné chladit také více chladicích okruhů s různými médii a rozdílnou teplotou média. Příklad: u obráběcího stroje se provádí chlazení vřetenového a převodového oleje prostřednictvím chladicího systému. Současně se chladí vodou prostřednictvím výměníku tepla typu vzduch/voda skříň elektrického rozvaděče.

Klimatizace elektrického rozvaděče

Za dob elektromechanických řídicích systémů postačovaly ve většině případů pro odvod tepla z elektrického rozvaděče větrací štěrbin. Těmito větracími štěrbinami se však dostával do rozvaděče nejen chladicí vzduch, nýbrž také prach. V důsledku izolačního účinku prachu na elektronických součástkách docházelo k přehřátí. Toto způsobovalo dříve či později výpadky. Současné obráběcí stroje jsou řízeny moderní elektronikou. Elektronika současné řídicí techniky je čím dál menší a výkonnější. Tím narůstají ztrátové výkony, které je chlazením nutno odvést. Rovněž však narůstá citlivost elektronických prvků na teplotu a vnější vlivy, jako jsou prach a vlhkost.

Proto je nutné zajistit v elektrickém rozvaděči stejnoměrné stabilní rozdělení teploty. Správná provozní teplota v elektrickém rozvaděči je předpokladem pro dlouhou životnost elektronických prvků. Zamezí se tak prostojům. Neboť: doba, kdy je stroj mimo provoz, znamená výpadek výroby a výpadek výroby je vždy spojen s vysokými náklady. Správná provozní teplota v elektrickém rozvaděči leží podle zamontovaných prvků mezi 30 a 50°C . Konstruktor nebo elektrotechnik si klade již ve fázi konstrukce a vývoje otázku ohledně teplotního chování při pozdějším použití. První představu o druhu a způsobu chlazení elektroskříní získáte z diagramu na následující straně.

Vodní a olejové chladicí systémy, také nazývané „Chiller“.



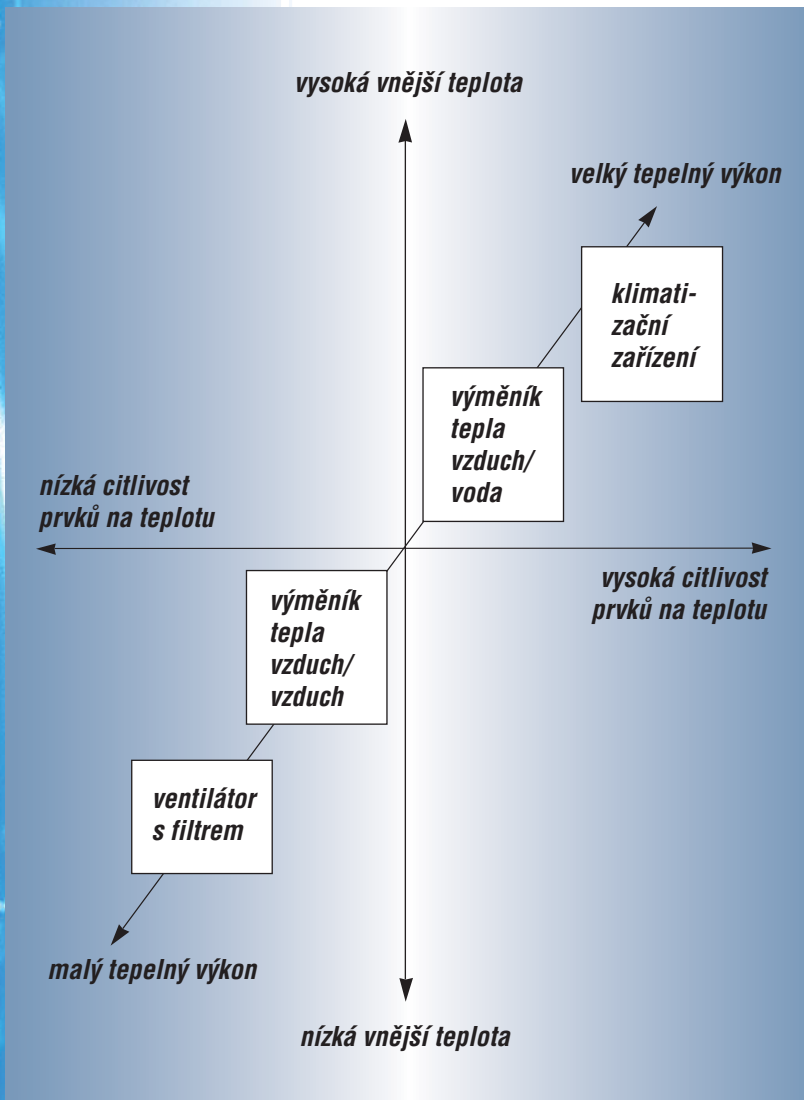


Diagram:
Klimatizace elektrického rozvaděče v závislosti na teplotní citlivosti, vnější teplotě a tepelném výkonu.

Použití výměníku tepla kombinace vzduch/voda, jestliže $T_{rozvaděč} < T_{vnější}$

U těchto výměníků tepla se chladí vzduch uvnitř elektrického rozvaděče prostřednictvím chladiče kterým proudí jako chladicí médium voda. Teplo odváděné z elektrického rozvaděče se nepředává okolí, nýbrž vratným potrubím vody je odváděno pryč a může se například opětovně využít v zařízení na regeneraci tepla. Tento způsob klimatizace elektrického rozvaděče se používá často tehdy, když se kromě elektroniky chladí vodou ještě jiné oblasti, jako hydraulický olej, převodový olej nebo vysoko-frekvenční vřeten. Ve většině případů se potřebná chladicí voda získává v uzavřeném vodním chladicím okruhu, kde se chladí na potřebnou chladicí teplotu.

Použití ventilátoru s filtrem, jestliže $T_{rozvaděč} > T_{vnější}$

Ventilátory s filtrem v kombinaci s konstrukčně shodným výstupním filtrem zajišťují stejnoměrné rozdělení teploty v elektrickém rozvaděči. Používají se především tam, kde je zapotřebí odvádět menší tepelné výkony. Použití ventilátorů s filtrem je omezeno, jestliže je třeba počítat s vysokou prašností, vlhkostí nebo chemickými látkami v okolí elektrického rozvaděče. V tomto případě se používají výměníky tepla typu vzduch/vzduch.

Použití výměníku tepla typu vzduch/vzduch, jestliže $T_{rozvaděč} > T_{vnější}$

Výměníky tepla typu vzduch/vzduch sestávají ze dvou, zcela od sebe oddělených vzduchových okruhů. Prvky instalované ve skříni jsou od vnějšího okolí naprosto odděleny a chráněny. U těchto zařízení je teplo, které vzniká ve skříni odváděno druhotným okruhem chladnějším okolnímu vzduchu.

Použití klimatizačního zařízení, jestliže $T_{rozvaděč} < T_{vnější}$

Leží-li teplota okolí „ $T_{vnější}$ “ nad požadovanou teplotou uvnitř elektrického rozvaděče, používají se chladicí klimatizační zařízení, která pracují na principu kompresorových chladniček. Jako chladicí médium se používá chladicí prostředek. Tímto způsobem je možné snížit teplotu uvnitř elektrického rozvaděče pod teplotu okolí. Tato chladicí zařízení jsou vyráběna v různých provedeních, například pro montáž do dveří, na stěnu, na strop a do 19-ti palcové jednotky.



OLAER CZ s.r.o.

Vídeňská 125

639 00 Brno

tel.: 05 / 47 125 601-3

fax: 05 / 47 125 600