maziva – oleje – technologické kapaliny

TRIBOTECHNICKÉ INFORMACE

1/2018

TECH MAGAZÍN
TECHNIKA VČERA, DNES A ZÍTRA

ČSS

Česká strojnická společnost, odborná sekce Tribotechnika
ve spolupráci s redakcí časopisu TechMagazín

OBSAH

- **Konference** 2
- **Oleje z pohledu uživatele – nákup, kontrola, výměny** 3
  Vladislav Chvalina
- **Možnosti on-line diagnostiky u převodovek** 4
  Jiří Hána
- **ALS Tribology nabízí globální řešení** 5
  Zuzana Bardová
- **Maziva pro železnici** 6–7
  Jiří Valdauf
- **Moderní polymerní kapaliny pro oblast obrábění** 8–9
  Ivan Trybenekr
- **Chlazení strojů a budov v moderním podniku** 10–11
  Jan Skolil
- **Nanočástice kovů jako mazivostní aditiva** 11–12
  Olga Křížová

Foto na obálce: Shutterstock

Česká strojnická společnost
OS Tribotechnika
Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1
tel.: 221 082 203, e-mail: strojspol@csvts.cz
www.tribotechnika.cz
www.strojnicka-spolecnost.cz

TECH MEDIA PUBLISHING s.r.o.
TechMagazín
Petržílova 19, 143 00 Praha 4
tel.: 774 622 300
e-mail: redakce@techmagazin.cz
www.techmagazin.cz

MAZÁNÍ V MODERNÍM PRŮMYSLOVÉM PODNIKU

Tribotechnická konference

Česká strojnická společnost sekce Tribotechnika uspořádala ve dnech 25.–27. dubna 2018 odbornou konferenci Mazání v moderním průmyslovém podniku. Akce, která se koná jednou za dva roky, proběhla v Hotelu Ski v Novém Městě na Moravě. Byla zaměřena na nejnovější trendy v oblasti teoretické tribologie i praktické tribotechniky v tradičních oblastech i na měnící se svět v důsledku tzv. čtvrté průmyslové revoluce.

Sekce Tribotechnika České strojnické společnosti oslavila v roce 2017 šedesáté výročí od svého založení. Ani v následujícím roce své činnosti nezůstala tato nejstarší profesní organizace v geografickém prostoru České a Slovenské republiky zaměřená na vědu a techniku o mazání a optimalizaci tření bez intenzivní odborné činnosti. Dokladem tohoto faktu je nejen konference, které je věnovaný tento článek, ale i tradiční úspěšné cykly Kurzu Tribotechniky, které loni v říjnu a letos v březnu přispěly k rozvoji vzdělávacích aktivit v oboru. Další zajímavou akcí byl prosincový seminář zaměřený na problematiku provozních kapalin a paliv pro osobní automobily a související témata.

Tradiční i nová témata

Tribotechnická konference Mazání v moderním průmyslovém podniku byla připravována se zaměřením na čtyři hlavní tematické okruhy. Tradiční trojici – ve složení: produkt, péče o něj, diagnóza a analýza – doplnilo téma čtvrté průmyslové revoluce a jejího dopadu na tribologii a tribotechniku. Sekce maziva a procesní kapaliny přinesla řadu méně frekventovaných velmi zajímavých témat, jako jsou technologické zkoušky obráběcích a tvářecích olejů, moderní polymerní obráběcí kapaliny, prostředky pro dlouhodobou antikorozní ochranu, média pro chlazení strojů a budov nebo speciální maziva pro železnici. V oblasti ošetřování maziv a mazacích systémů si bylo možno vyslechnout přínosné příspěvky zachycující teoretické i praktické aspekty údržby a strategie péče o maziva, s cílem zajistit maximální spolehlivost strojů. Speciálními tématy byly potom např. mazání jeřábových drah nebo dlouhodobé sledování stavu hydraulických olejů. Diagnostická a analytická sekce se zabývala diagnostikou strojů a dopadem na údržbu i chování mazaného uzlu, sledováním oxidace olejů, speciálními rozbory hydraulických a turbinových olejů nebo vývojem paliv pro moderní spalovací motory. Třetí den konference byl věnován čtvrté průmyslové revoluci, tedy dopadům automatizace, on-line komunikace a nejnovějšímu vývoji v oblasti materiálového inženýrství. Pod označením sekce Průmysl 4.0 přednášky zahrnuly nejmodernější plně automatizované centrální mazací systémy s dálkovým přenosem dat, on-line diagnostiku převodovek pomocí speciálních snímačů fyzikálních a chemických veličin umožňujících kontinuální dlouhodobou diagnostiku z pohledu převodovky i maziva bez nutnosti odebírat vzorky a provádět rozbory. Velmi důležitým tématem byla vibrační diagnostika problémů ložiskových uložení. Závěrečné přednášky pak byly věnovány použití nanomateriálů.

Zhodnocení konference a pohled do budoucna

Třídenní konference se zúčastnilo téměř padesát odborníků z oboru, kteří vyslechli 21 přednášek. Příspěvky vyvolaly vesměs velmi rozsáhlé odborné diskuse, které z časových důvodů musely pokračovat i neformálním způsobem během přestávek nebo doprovodného programu. Vysoce bylo hodnoceno propojení teorie a praxe, volba nových témat i úroveň příspěvků. Program konference byl doplněn večerními společenskými akcemi a komerčními výstavkami tradičních vystavovatelů. Velmi pozitivní je účast mladých odborníků z akademické oblasti, která je zárukou dalšího rozvoje oboru.

Lze si jen přát, aby celá společnost kladla důraz na systematický rozvoj technických a exaktních oborů, který stále výrazně zaostává za aktuálními potřebami a úrovní v nejrozvinutějších zemích. Každá akce povzbuzující zájem o techniku a exaktní vědy je proto nedocenitelná. Svět se mění a s ním se bude měnit i náš obor zejména v oblasti diagnostiky, zpracování dat, řízení procesů, automatizace a robotizace nebo materiálového inženýrství. Toto vše představuje velkou výzvu i impuls pro rozvoj tribologie a tribotechniky. Všem těmto trendům musíme zůstat otevřeni, hledat nové formáty a vytvářet nové příležitosti pro ekonomický rozvoj oboru. Do příští tribotechnické konference v roce 2020 tak máme před sebou spoustu užitečné a zajímavé práce. ■

za výbor sekce Tribotechnika Ing. Petr Kříž

OLEJE Z POHLEDU UŽIVATELE – NÁKUP, KONTROLA, VÝMĚNY

Oddělení nákupu, purchasing department, se stává hybnou silou většiny firem. O potřebách techniků a provozních potřebách strojně technologických celků rozhodují lidé, kteří mají pouze jeden cílový ukazatel – co nejnižší cenu. Ostatní podstatné ukazatele je naprosto nezajímají.

Slova, jako je rentabilita, návratnost, kvalita, tradice, serióznost ve vzájemných obchodních vztazích je neoslovují, nezajímají, raději je považují za prázdné proklamace. Jejich nevědomým působením vznikají následně značné škody, které musí komplikovaně a draze odstraňovat pracovníci technických oddělení.

Tento příspěvek se věnuje oblasti průmyslových olejů, informace jsou čerpány výhradně z praxe.

Příklad č. 1:

Při celozávodní dovolené došlo k plánované výměně 10 500 l hydraulických olejů ve výrobní hale, kde jsou produkovány na desítkách automatů přesné součástky pro evropské výrobce automobilů. Zvítězil dodavatel, který nabídl cenu hydraulického oleje pod 20 Kč za 1 l. Po provedené výměně byl problém s přesností výroby a s jakostí výroby. Stroje působily velmi unaveným dojmem, byly zalepené, projevoval se intenzivně Stick-Slip efekt. Po odběru vzorku „nového" oleje z originálního obalu byl problém okamžitě objeven viz fotografie laboratorní membrány 0,8 µm.

Nový olej se ve strojích choval jako tekuté lepidlo s abrazivním účinkem. Několik desítek strojů, které byly výměnou postižené, muselo být odstaveno, byl nakoupený tentokrát nový olej a byla provedena jeho druhá výměna během několika málo dnů. „Nový" levný olej stál necelých 200 000 Kč, skutečně nový olej potom přes 300 000 Kč. Zmetky, odstávka strojů, nevýroba a náhradní výroba po součtu dosáhla hranice několika milionů korun. A vše začalo nákupem levného oleje...

Příklad č. 2:

Firma vlastní stroje a zařízení, celková náplň olejů se pohybuje přes 60 000 l. V tomto případě se nákupní oddělení zachovalo velice správně. Při nákupu sdělili, že potřebují jeden sud konkrétního typu oleje na doplnění rychlého úbytku, prý praskla tlaková hadice u stroje. Nakoupilo deklarovaný olej od tří distributorů. Tribologická laboratoř byla vyzvána, aby provedla odběry olejů podle platných standardů a analýzy tří vzorků.

První vzorek vykazoval kód čistoty dle NAS 1638 třídu 12, hypotetickou třídu 16. Jednalo se tedy o extrémní znečištění. Gravimetrickou metodou bylo zjištěno 588 mg/kg! Zcela chyběla přísada nízkoteplotního antioxidantu.

Druhý vzorek oleje od jiného distributora byl v naprostém pořádku, plně odpovídal svými znaky novému oleji. Třetí vzorek oleje také neodpovídal svými ukazateli novému oleji. Zcela chyběly vysokoteplotní i nízkoteplotní antioxidanty, kód čistoty dle NAS 1638 třída 11.

Příklad č. 3:

Ve firmě je zavedená kontinuální péče o oleje od roku 1998. S rozvojem firmy souběžně narůstal počet strojů a tím i velikost olejových náplní. Péče o olej je prováděná špičkovým technologickým zařízením, byly zcela odbourány pravidelné výměny olejů, maximálně sníženy jak plánované, tak i neplánované prostoje. Kvalita a efektivita výroby je stabilní. Interně sledované nákladové ukazatele údržby jsou řádově nižší než v ostatních koncernových závodech. S novými stroji bylo třeba posílit kontinuální péči o další olejové náplně nových strojů. Technici požadovali nákup dalších technologických zařízení, se kterými mají dlouholeté zkušenosti, a které jsou schopny plnit jejich požadavky. Oddělení nákupu však bylo jiného názoru a zakoupilo nejlevnější filtrační zařízení, které bylo nabídnuto. Výsledek je jednoznačný. Nové zařízení leží ve skladu, nepoužívá se, protože není schopno plnit požadavky čistoty olejů doporučených výrobci.

Doporučení:

Oddělení nákupu by mělo znát v hrubých rysech, co má nakupovat, jaké parametry má zadávat pro nákup olejů a zařízení. Je důležité provádět či nechat provádět namátkové kontroly dodávek maziv. Pouze tak je možné se pojistit před neseriózním postupem některých dodavatelů. Zároveň by se měla ověřovat schopnost a účinnost nakupovaných technologií v tomto segmentu a požadovat od dodavatelů určité garance.

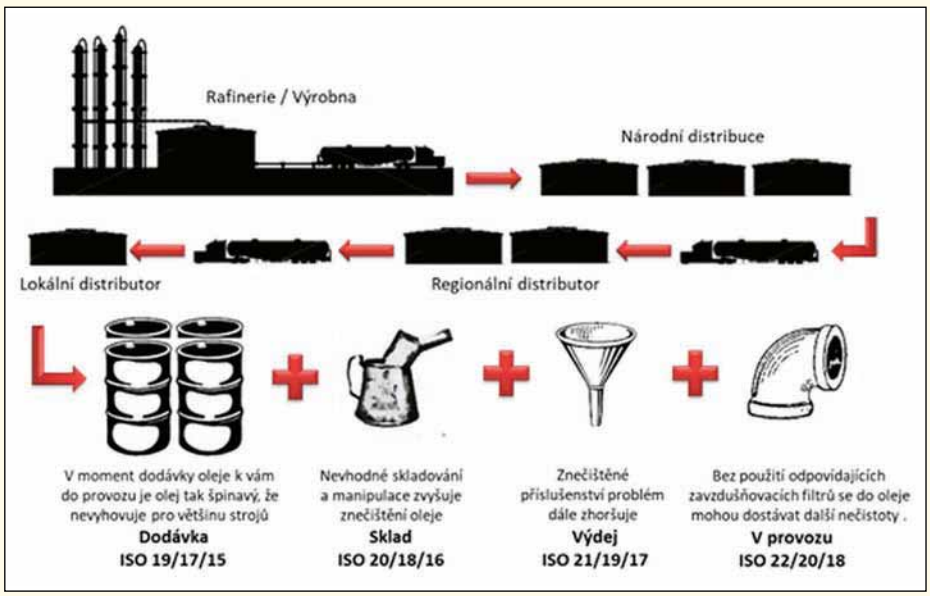
Analýzy olejů a maziv prováděné v kamenných laboratořích jsou v současné době na vysoké úrovni. Pomocí nich je možné určit nejenom jakostní znaky olejů, ale hlavně budoucí provozní problémy. Můžeme konstatovat, že aplikací tribotechnických postupů lze problémy diagnostikovat v řádu týdnů až měsíců před jejich zjevnými projevy a definovat příčiny. Vibrodiagnostika a termovize jsou pak schopny informovat o důsledcích. Ale to je již v mnoha případech pozdě, zásahy vyvolávají odstávky výroby.

Je důležité, aby byl olej udržovaný v maximální provozní kondici, aby byl čistý a suchý. V dnešní době je možné docílit životnost hydraulických olejů cca 90 000 motohodin a olej je podle podrobné analýzy schopen dalšího provozu. V takových olejích je potom snadno čitelný i jemný signál, např. pomalu se zvyšující obsah otěrových kovů v jednotkách. „Ve špinavém kyblíku se špinavou vodou není vidět na dno. V čistém s destilovanou vodou vidíme všechno." A takový příměr lze použít i u olejů.

Počátek péče o oleje je nutné zahájit již v olejovém hospodářství. Odpovídá současným požadavkům? Není to plechový přístřešek v koutě dvora? Ví kompetentní pracovníci, že uzávěry na obalech olejů jsou kapalinotěsné, ale nejsou ve většině případů ani plynotěsné? Je důležité, zda manipulace s olejem na doplňování a výměny probíhá podle běžných normálií, nebo zda probíhá systémem sud – kyblík – stroj. Kontaminace je přítomná všude (vlhkost, prach) a je proto nutné zavádět takové postupy, které jejímu průniku zabraňují.

Na závěr musíme konstatovat mnohokrát opakovaný fakt: **až za 98,5 % negativních projevů strojů a zařízení je zodpovědná kondice oleje a jeho kontaminace**. Čím je olej čistší, tím je snadněji a déle možné udržet jeho kondici v desítkách tisíců motohodin. V tomto směru je třeba hledat úspory. Tam leží ladem statisíce, miliony korun. Tyto informace však oddělení nákupu nezná, nevidí a nevnímá. A to je příznak dnešní doby. Šetří se za každou cenu v řádu korun a unikají finanční prostředky o jeden až dva řády vyšší. ■

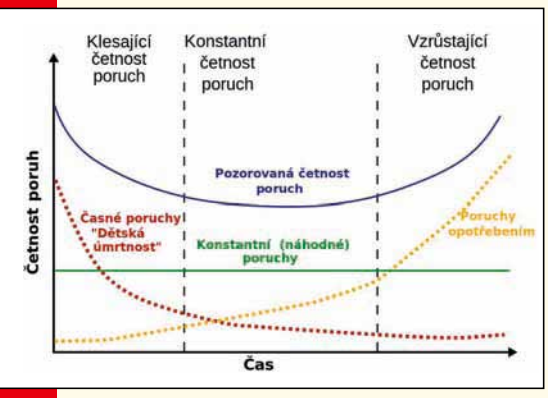
Vladislav Chvalina, KLEENTEK



MOŽNOSTI ON-LINE DIAGNOSTIKY U PŘEVODOVEK

U převodovek se používají senzory, které nemají problém s vyšší viskozitou oleje. Senzory musí být funkční, i když jsou v oleji bublinky. K eliminaci bublin je možné použít několik konstrukčních úprav pro správnou funkci senzoru nebo zvolit jiné umístění senzoru. S viskozitou oleje musí každý konstruktér počítat podle minimálních a maximálních provozních teplot a v závislosti na použitém oleji (běžná viskozita oleje je VG220 až VG460).

U převodovek je nejběžnější on-line monitoring teploty, tlaku, průtoku oleje a zanesení filtru. Tyto měřené hodnoty mají bezpečnostní charakter z důvodu ochrany soustrojí před vážnějším poškozením. Další sledované parametry můžou být: viskozita oleje, počet pevných částic, počet metalických částic, obsah vody v oleji nebo degradace oleje a další. On-line senzory umožňují proaktivní údržbu, ale už nerozlišují jednotlivé etapy provozu, jako je záběh, provoz, poškození a ostatní provozní podmínky.



Vanová křivka

Čítač částic (optický senzor)

Hlavním problémem u čítačů částic jsou bublinky v oleji. Pro jejich správnou funkci je nezbytné eliminovat bublinky v oleji vhodným umístěním v systému, popř. konstrukční úpravou nebo zvýšením tlaku před měřením. Existují i čítače částic, které nemají tak velký problém s bublinkami v oleji. Vyhodnocení kódu čistoty je pak pomocí normy ISO4406 nebo NAS1638.

Čítače mohou být provozovány i za vyššího tlaku. To nám dovoluje doplnit čítač přímo do okruhu u mazacího systému. Bohužel výsledky nemusí mít požadovanou přesnost. Vhodnější je čítač zapojit samostatně a pomocí čerpadla zajistit konstantní podmínky pro měření. Samostatný okruh bývá výhodnější i z provozního pohledu, protože umožňuje měření pouze v pracovních podmínkách. Kvalitnější čítače mohou poskytnout informaci o kódu čistoty, počtu celkových částic, počet bublinek a mohou identifikovat druh částic opotřebení, které jsou větší než 20 µm. Nevýhodou je vždy vyšší pořizovací cena než za jednoduchý čítač částic.

Senzor metalických částic

Výhodou senzorů metalických částic je, že měřené hodnoty nejsou tolik ovlivněné bublinkami v oleji. U každé převodovky bude rozdílný trend a jde pouze o množství větších metalických částic. Nerozlišuje

Čítač částic, senzory kvality oleje

tvar a neposkytuje informaci o druhu poškození. Tyto senzory mohou být v některých případech rychlejší než vibrace, ale už jde o poškození v převodovce.

Senzor vlhkosti (obsah vody v oleji)

Z pohledu poškození je obsah vody stejně důležitý jako informace o znečištění oleje částicemi opotřebení a prachovými částicemi. Senzory vlhkosti většinou zahrnují i snímač teploty (popř. i hladiny), to může být výhoda z pohledu počtu snímačů. Místo dvou až třech samostatných senzorů mohu použít pouze jeden. Nevýhodou sdružených senzorů je ztráta dvou až tří informací, když senzor není funkční. V některých případech nemůže za nefunkčnost senzor, ale jeho nevhodné umístění.

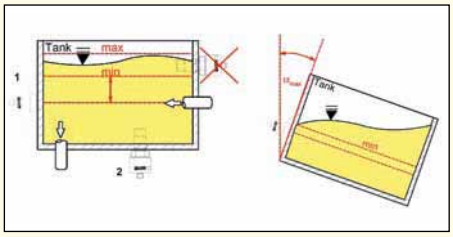
Senzor degradace oleje

Důležitou informací je skutečný stav oleje (degradace). Do této kategorie můžeme zahrnout senzory viskozity a kvality oleje (relativní dielektrickou konstantu, vodivost i teplotu). Nevýhodou speciálních senzorů na degradaci oleje je pořizovací cena. Tyto speciální senzory nemusí být kalibrované pro všechny druhy olejů.

On-line senzory

Snímače můžeme rozdělit i z pohledu připojení k převodovce. U snímačů např. vlhkosti či degradace oleje je snadnější montáž a lze je jednoduše namontovat do převodovky pomocí závitu a bez nutnosti tlakového přívodu oleje. U některých senzorů je nutné zajistit tlakový olej a odpad oleje zpět do převodovky. Snímače u převodovky by měly zvládat vysokou viskozitu VG460 – 1000 cSt.

Nesmíme zapomenout na správnou polohu snímače. Jde ale pouze o instalaci senzoru, vliv bublinek v oleji a tlakové rázy už výrobce senzorů neřeší. Za to je zodpovědný konstruktér převodovky. Ten by měl zohlednit provozní teploty, viskozitu oleje, potřebný průtok, bublinky v oleji (tlakové rázy) a zkontrolovat maximální dovolený tlak.



Správná poloha snímače hladiny

Senzory – výstupní signály

Všechny senzory mají buď analogové výstupy 0-20 mA nebo sériové rozhraní, popř. CANopen nebo ModBUS. Při použití pouze analogových výstupů může dojít ke ztrátě některých informací, které senzor může poskytnout.

Výstupní signál může a nemusí být zaveden do hlavního řídicího systému soustrojí. Pokud jsou výstupní signály zavedeny do hlavního řídicího systému, tak při překročení alarmu 2 (HH nebo trip) dojde k automatickému odstavení soustrojí. Při špatném nastavení alarmů mohou nastat dvě možnosti. Nezprovozním soustrojí při oživení nebo bude docházet k častým odstávkám soustrojí.

Přenos dat

V dnešní době by neměl nastat problém s přenosem dat. Podle potřeby mohu využít více možností např. GSM, Wifi, kabel atd. Některé snímače mají i vlastní paměť. V případě problémů s přenosem dat nedojde ke ztrátě naměřených hodnot.

Vizualizace a databáze

U většiny senzorů je software ke stažení zdarma. Další možností je vytvoření vlastní vizualizace a databáze. Programátor naprogramuje aplikaci, ale za správnou funkčnost už neručí. Vždy bude požadovat informace, jak má nastavit alarmy, a tam už je zapotřebí technik, na jehož znalostech závisí funkčnost či nefunkčnost.

Dobrý programátor a správně zvolený senzor pro danou aplikaci ještě nezaručuje plně funkční on-line monitoring. Vždy je nutné nastavit správné alarmy pro automatické upozornění při překročení nastaveného limitu.

U on-line snímačů je velmi snadné zahltit systém z pohledu množství přenášených a zaznamenávaných dat. Záznam např. po 10sekundových intervalech je dobrá myšlenka, ale velký problém s velikostí dat a jejich následným zpracováním. Systém tak z důvodu velkého množství dat může selhávat.

Z ekonomického pohledu je dobré používat on-line senzory např. u automatického provozu bez obsluhy nebo s částečnou obsluhou (automatický nebo poloautomatický provoz), dále u špatně dostupných a speciálních soustrojích nebo u provozu soustrojí v extrémních podmínkách.

Závěr

Při správném použití on-line senzorů mohu prodloužit životnost soustrojí nebo zlepšit spolehlivost soustrojí. Dále mohu prodloužit nebo zkrátit životnost (výměnu) oleje. Při včasné výměně oleje mohu zachránit soustrojí před poškozením.

Pouhým zakoupením on-line senzorů neprodloužím životnost soustrojí, k tomu je zapotřebí technik (diagnostik), který má potřebné znalosti při vyhodnocení naměřených hodnot. ■

Jiří Hána, Wikov MGI

ALS TRIBOLOGY NABÍZÍ GLOBÁLNÍ ŘEŠENÍ

Analýza oleje jako nástroj proaktivní údržby

Neplánované opravy a odstávky výrobních strojů a velké zásoby náhradních dílů způsobují pokles produkce a vzrůst nákladů. Proaktivní („vstřícná“) údržba je taková, při které se na vznik poruch nečeká, ale je snaha jim aktivně předcházet.

Tento způsob údržby ovlivňuje výrazně spolehlivost provozu. Analýza mazacích olejů dnes slouží jako diagnostický prostředek ke sledování různých typů strojů s uzavřeným cirkulačním mazacím systémem od turbín po plynové motory. Schémata rozborů, tedy jaké zkoušky se mají provést, se liší právě po-

Laboratoř ALS Tribology

dle typu stroje a jsou dobře známá. Při dodržení optimálních intervalů odběru vzorků lze spolehlivě zachytit všechny změny od běžného stavu (běžných hodnot jednotlivých sledovaných parametrů) a s velkým předstihem upozornit uživatele stroje, že se děje něco neobvyklého. Velmi důležité přitom je, aby diagnostik z laboratoře znal podrobnosti o sledovaném stroji, což velmi často není možné bez komunikace s uživatelem stroje. Při formulaci diagnostického závěru analýzy mazacího oleje je nutné „poskládat“ údaje od výrobce stroje, uživatele stroje a výrobce oleje s naměřenými daty.

Možnost úspor

Hlavní úspory dosažitelné proaktivní údržbou jsou dnes v minimalizaci prostojů strojů. Je tedy zřejmé, že hlavním cílem je pokud možno zabránit prostojům, a když už k prostoji dojde, pak ho zkrátit na minimum. Proto i jedna z podmínek úspěšné diagnostiky je rychlost. Stav stroje, příčina poruchy a možnost jejího odstranění musí být známy co nejrychleji je to možné. Tady je úskalí všech „off-line“ prováděných diagnostik, tedy i analýzy olejů prováděné v laboratoři, kam je nutné vzorek odebraný ze sledovaného stroje poslat. Přesto se po celém světě analýzy olejů v komerčních laboratořích v širokém měřítku provádějí. Jak je to možné?

Laboratoře ALS Tribology ve světě

Výhody analýz olejů

Nejpodstatnější je, že při správně aplikované analýze olejů lze s velkým předstihem zjistit vznikající poruchu – sledujeme totiž změnu režimu opotřebení ve stroji, když ke skutečné poruše je ještě daleko. Analýzami oleje můžeme sledovat stav stroje, především jeho dílů, které jsou v kontaktu s mazacím olejem, i stav oleje. Dokonce je možné sledovat stav součástí stroje, které s olejem v kontaktu vůbec nejsou (např. vzduchový filtr motoru). Laboratoře ALS Tribology rozmístěné po všech kontinentech nabízí analýzy všech typů mazacích olejů. Pro každý typ oleje je vytvořen balíček testů, který je sestaven tak, aby při nejnižším možném počtu testů (cena rozboru) bylo možné posoudit stav stroje i oleje. Důležité je, že ke správnému vyhodnocení, především stavu stroje a změn režimu jeho opotřebení, je nutné odebírat a analyzovat vzorky oleje pravidelně, aby z výsledků analýz mohly být vytvořeny trendy. Na základě trendů lze totiž změny sledovaných parametrů jednoznačně vyhodnotit a s dostatečným předstihem uživatele stroje upozornit na blížící se možný problém. A pak pokud je to pro správné vyhodnocení situace vhodné, je možné provést detailnější analýzu vzorku s varovnými výsledky. ■

Ing. Zuzana Bardová, ALS Czech Republic

ALS Tribology poskytuje detailní analýzy mazacích olejů pro dosažení bezporuchového provozu a vysoké produktivity zařízení pomocí proaktivní údržby.

Výhody spolupráce s naší nezávislou laboratoří

- Jednoduchá sada pro odběr a zaslání vzorku
- Příznivé ceny analýz
- Kvalitní diagnóza na základě výsledků
- Přizpůsobivost schémat rozboru olejů
- Svoz vzorků z našich poboček po ČR a SR
- Školení a konzultace pro zákazníky

Kontakt:
Ing. Zuzana Bardová, Senior Sales Consultant - Tribology
tel: +420 734 646 563**, e-mail:** zuzana.bardova@alsglobal.com

ALS Czech Republic, s. r. o.
Na Harfě 336/9,
Praha 9, 190 00

e-mail: alscz.tribo@alsglobal.com
tel: +420 603 566 106
+420 602 162 535
+420 731 687 110

MAZIVA PRO ŽELEZNICI

Maziva pro železniční dopravu lze zhruba rozdělit na mazání kolejových vozidel a mazání železničního svršku, kam lze zařadit i styčné body třecího kontaktu kolo – kolejnice. Protože mazání kolejových vozidel v sobě zahrnuje neskutečně mnoho aplikací, zaměří se tento příspěvek více na maziva, tj. plastická maziva, oleje a kluzné laky, které jsou doporučovány v souvislosti se železničním svrškem.

Pod pojmem maziva pro železnici jsou zde chápána maziva, která spojuje společný požadavek na biologickou rozložitelnost, včetně celkové šetrnosti k životnímu prostředí, neboť při jejich aplikaci nelze kontaminaci vyloučit. Maziva lze rozdělit do 5 skupin: pro výhybky, okolky kol, stacionární mazníky (mazání oblouků kolejnic), železniční nárazníky a modifikátory tření pro styk hlavy kolejnice a kola.

Maziva šetrná k životnímu prostředí

Šetrnost maziva vůči životnímu prostředí lze chápat jako velmi široký soubor požadavků, z nichž většinu lze vyčíst z aktuálně zpracovaného bezpečnostního listu. Slovem aktuální se dle platné evropské legislativy míní list zpracovaný v souladu s pravidly platnými od 1. 6. 2015. Nicméně vyhodnocování nebezpečnosti jednotlivých chemických látek je kontinuální proces, v jehož průběhu se z mnoha látek, původně uvažovaných jako bezpečné látky, stávají látky nebezpečné, ať už pro lidské zdraví, živočichy, rostliny, bakterie, půdu, vodní prostředí, pro vzduch – látky zvyšující globální oteplování či poškozující ozónovou vrstvu, atd.

Jak lze z bezpečnostního listu poznat, zda bude mazivo šetrné pro životní prostředí? Bezpečnostní list je strukturován do 16 bodů, mezi zásadní patří: Oddíl 2: Identifikace nebezpečnosti. Relevantní text by měl být ve smyslu – Směs není klasifikována jako nebezpečná podle nařízení (ES) č. 1272/2008. Směs nemá nepříznivé účinky na lidské zdraví a životní prostředí. Oddíly 6 a 7 hovoří o bezpečném zacházení a opatření v případě náhodného úniku, oddíly 5 a 9 hodnotí hořlavost a ostatní fyzikálně-chemické nebezpečnosti. V oddíle 8 najdeme případné expoziční limity a doporučené ochranné prostředky pro člověka. Oddíl 11 specifikuje možné toxikologické působení na člověka, oddíl 12, který obsahuje ekologické informace, je pro posouzení vhodnosti maziva nejdůležitější. Rozebírá případnou akutní toxicitu směsi – ekotoxické účinky by měly být nevýznamné. Biologická rozložitelnost plastických maziv i olejů se posuzuje pomocí metodiky OECD 301 C, resp. 301 B, či F, ve všech případech respirometricky. V případě OECD 301 C jako pokles koncentrace O2, v případě OECD 301 B, jako objem vytvořeného CO_2 a pro OECD 301 F jako pokles koncentrace O2, stanovený manometricky. Plastické mazivo či olej jsou posuzovány jako rozložitelné, pokud se po 28 dnech rozloží z více než 60 %. Vyhodnocení testu může být i přísnější, např. Deutsche Bahn požadují rozložitelnost z 80 %. Bioakumulační potenciál by měl být nevýznamný. Látky bioakumulativní, perzistentní ani toxické nejsou přípustné. Posuzuje se i mobilita v půdě a v Německu se vyhodnocuje tzv. třída ohrožení vod, kde jsou přípustné jen látky mírně škodlivé, mírně ohrožující vodu (WGK 1).

Mazání výhybky postřikovačem

Stárnutí maziv

Pod pojmem maziva šetrná k životnímu prostředí se nejčastěji vybaví maziva na bázi přírodních, rostlinných olejů. Tyto oleje mají zpravidla dobré mazací schopnosti, avšak jejich odolnost vůči stárnutí bývá, v porovnání s ropnými oleji, problematická. Stárnutí rostlinných olejů se projevuje nárůstem viskozity, zvyšováním čísla kyselosti a postupným vznikem tuhých, houževnatých úsad, které znemožňují řádnou funkci mazání. Často používané pojmy, jako je polymerace či pryskyřičnatění maziva nepostihují celou škálu chemických procesů, ke kterým přitom dochází. Rostlinné oleje jsou po chemické stránce triacylglyceroly – estery trojsytného alkoholu glycerolu a vyšších mastných kyselin s různým stupněm nasycenosti. Zjednodušeně lze říci, že čím zdravější je rostlinný olej, tím více obsahuje nenasycených mastných kyselin a tím je bohužel i méně stálý. Stačí pak jen malý podnět a dojde k iniciaci rozkladu molekuly. Podnětem může být zvýšená teplota či UV záření, jako energeticky bohatá součást slunečního svitu. Po rozkladu molekuly okamžitě následují tzv. exotermní (teplo uvolňující, samovolné) reakce, mezi nejvýznamnější patří oxidace, polymerace a polykondenzace. Reakčním produktem jsou lepivé látky pryskyřičnatého charakteru, které se jen obtížně odstraňují z kovového povrchu. Německé dráhy posuzují odolnost maziv vůči stárnutí testem UV stability, kde se u maziva po 100 hod. pod UV lampou hodnotí vzhled a mechanické vlastnosti maziva, např. odpor vůči přesunutí výhybky.

Hodnocení polotekutých plastických maziv

Polotekutá plastická maziva NLGI 00 či NLGI 000 se často využívají v železničních aplikacích. Z hlediska zkušebnictví představují trochu oříšek – jejich chování je jiné než u olejů a zároveň jiné než u polotuhých plastických maziv NLGI 2. Pro vyhodnocení jejich konzistence se využívá smluvní metoda stanovení penetrace (pronikání) kužele do maziva po dobu 5 sekund, DIN ISO 2137. Penetrace se standardně měří při 25 °C, ale rozsah teplot maziv používaných na dráze je od -30 °C až do +70 °C. Odvodit třecí odpory při různých teplotách umožňuje norma DIN 51 810, která popisuje měření rheologických vlastností maziv v systému kužel-deska pomocí rotačního viskozimetru (rheometru). Zdánlivá viskozita maziva se měří při smykovém spádu D = 200 s^{-1} po dobu 300 s. Z hodnot zdánlivé viskozity lze odvodit odpor, který bude plastické mazivo klást vůči přemístění jazyka výhybky při dané teplotě.

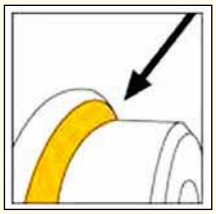
Maziva pro výhybky

Základem správné funkce železničních výhybek je pravidelná údržba. Výhybky v čistém prostředí, např. na metru lze mazat i olejem, pro venkovní prostředí jsou vhodnější polotekutá plastická maziva či kluzné laky. Samostatnou kapitolu představují nové konstrukce výhybek s uložením na valivých elementech. Polotekutá plastická maziva nabízejí v porovnání s dříve používanými vyjetými oleji především delší domazávací lhůty (až několikanásobně), zejména díky lepší přilnavosti ke kovovému povrchu a obsahu pevných světlých maziv, zabezpečujících nouzové mazání. Dobře chrání proti korozi a netvoří pryskyřičnaté usazeniny. Jsou formulovány zpravidla na bázi biologicky rozložitelných syntetických esterů, které jsou při spláchnutí do podzemních vod a do půdy relativně šetrné k životnímu prostředí. S výhodou jsou nanášeny pomocí speciálně vyladěných aplikačních zařízení. Typická konzistence maziv je NLGI 000 a tekutější, jako zpevňovadlo se používá bentonit, litno-vápenatá speciální mýdla a další. Je zajímavé, že pro mazání výhybek vysokorychlostních vlaků nelze používat olej či polotekutá plastická maziva, nýbrž je nutné používat maziva vyšší konzistence. Důvodem je podtlak na konci vlaku, který s sebou strhává vše v jednom víru.

Postřikovač na přesné nanášení maziva

Maziva pro okolky kol

Hlavním důvodem mazání okolků kol je snížení opotřebení dvojice kolo-kolejnice, zejména v zatáčkách a eliminace nepříjemných zvuků. Jsou vyvinuty sofistikované mazací systémy umístěné na lokomotivě či tramvaji, které jsou schopny dávkovat mazivo v příslušných malých dávkách přímo na styčnou plochu okolku kola a boku kolejnice v závislosti na rychlosti vozidla, poloměru zatáčky a mnoha dalších zvolených parametrech. Je prokázáno, že vhodně zvolené mazivo při správném dávkování prodlouží životnost kola i kolejnice na dvojnásobek. Jako náplň do aplikačních systémů se používají maziva s malou konzistencí, typicky NLGI 00. Litno-vápenatá mýdla jsou typickými zpevňovadly, pevná maziva, např. grafit, se příliš neosvědčila z důvodu možné sedimentace v nádržce na mazivo a následnému ucpávání dopravních potrubí.



Mazaná část okolku kola

Maziva pro mazání oblouků kolejnic

Oblouky kolejnic se mažou pomocí tzv. stacionárních mazníků umístěných na zemi v těsné blízkosti kolejnic. K opotřebení kolejnic v oblouku dochází ze dvou hlavních důvodů – jedním je odstředivá síla vlaku v zatáčce, druhým je způsob konstrukce podvozků železničních vozidel. Na každé nápravě jsou kola spojena napevno. V zatáčce mají obě kola stejnou rychlost, ale rozdílné dráhy, což se projevuje prokluzem. Pokud je železniční oblouk zavřený, významným faktorem opotřebení se stává i pevné spojení 2 náprav – kola se v oblouku nenatáčí a okolky si doslova ukrajují z vodicí koleje. Po privatizaci železnic se rozdělily zájmy provozovatele železničního svršku a provozovatelů kolejových vozidel. Výroba tvrzených okolků kol a občasná absence mazání okolků na vozidlech přináší zvětšené opotřebovávání kolejnic, které je potřeba v obloucích chránit dávkováním maziva z mazníků před započetím oblouku. Mazání se uskutečňuje prostřednictvím mazacích lišt. Náplň mazníků je tvořena plastickým mazivem NLGI 1 nebo 2, nepolymerizujícím plastickým mazivem na bázi syntetických esterů a litno-vápenatým zpevňovadlem s pevnými světlými mazivy. Dávkování maziva se řídí frekvencí projíždějících vlaků (každé kolo stlačuje pístek pumpičky vytlačující mazivo na bok kolejnice).

Maziva pro železniční nárazníky

Hlavním účelem mazání třecích ploch nárazníků je omezení tribokoroze a zamezení nepříjemných zvuků. Používají se maziva šetrná k životnímu prostředí, typické konzistence NLGI 0 s vysokým obsahem pevných maziv.

Stacionární mazník s nanášecími lištami na boku kolejnice

Stacionární mazník s dávkovacími pístky

Mazivo na železniční nárazníky

Látky modifikující tření pro styk hlavy kolejnice a kola

Tak jak se zvyšují rychlosti vlaků a zatížení kolejnic, objevuje se v zavřených obloucích zvlnění hlavy kolejnic, jako důsledek smýkání nápravy – jedné obvodové rychlosti kol pro rozdílné dráhy na vnitřní a vnější kolejnici. Zvlněný povrch znamená nejenom vyšší opotřebovávání, ale i delší brzdnou dráhu a v neposlední řadě i významné zvýšení hluku. Je zřejmé, že aplikace maziv na hlavu kolejnic není možná, neboť dodržení co nejkratší brzdné dráhy je základní podmínkou provozu na železnici. Dokonce v případě intenzivního brzdění se na hlavu kolejnice sype písek a toto tzv. pískování účinně zkracuje brzdnou dráhu.

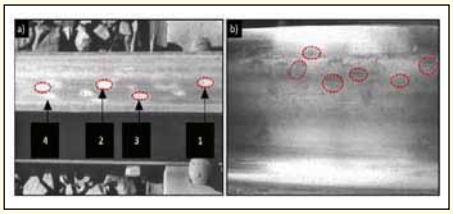
Jde zde o řešení zajímavého tribologického problému, jak snížit opotřebení a přitom neprodloužit brzdnou dráhu. Problému se věnuje řada výzkumných pracovišť, mezi nejznámější patří ELGI – European Lubricating Grease Institute a v ČR Fakulta strojního inženýrství při VUT Brno. Bylo zjištěno, že třecí poměry lze charakterizovat velikostí součinitele tření – jeho absolutní výše je závislá na velikosti prokluzu kola vůči kolejnici *(viz tabulka)*.

Příliš nízký součinitel znamená, že vlak nezbrzdí, příliš vysoký součinitel se odrazí ve zvýšeném opotřebení a vysoké hladině hluku. Probíhají testy na vhodně zvolených tribometrech, včetně jejich ověřování provozními zkouškami, které mají za účel nalézt takové látky, které by byly schopny udržet třecí podmínky ve vhodně zvoleném rozpětí součinitele tření.

V úvodu jsou zmíněny látky modifikující tření, tím jsou míněny látky na vodní i olejové bázi. Literární odkaz Stocka (Wear, 2016) zmiňuje rozdílné chování přípravků na vodní a olejové bázi. Z toho důvodu zachovává výraz modifikátory tření pro látky ředitelné vodou, a pro častěji používané přípravky na olejové bázi používá výraz TOR (Top of Rail Lubricant). Odpovídající český výraz by mohl být přípravek na hlavu kolejnice či maziva TOR.

Vlastní výzkum není jen o látkách ovlivňujících tření, ale především o jejich správném dávkování. Ukazuje se, že již velmi malá množství maziv na okolky kol jsou schopna snížit součinitel tření pod kritické hodnoty a tím znemožnit vlaku účinné brzdění. Bylo by proto vhodné, kdyby k prováděnému základnímu výzkumu paralelně probíhal i rozvoj spolehlivých dávkovacích zařízení. Výsledky získané na modelových zkušebních zařízení i v praktickém provozu zatím ukazují, že aplikací modifkátorů i maziv TOR do kontaktu je možné snížit opotřebení i při zachování potřebné brzdné dráhy. Naproti tomu snížení hladiny hluku je nevýznamné a je otázkou, zda je to vůbec principiálně možné, nebo se bude muset řešit hluk kolejové dopravy jinými způsoby. V záloze zatím zůstávají netradiční maziva, u kterých se jejich třecí odpor dá měnit pomocí magnetu – magnetické kapaliny, či pomocí elektrického proudu – kapaliny se smektickými krystaly. Pracuje se na vhodném materiálovém složení třecích párů, včetně možného povlakování.

Zvlnění hlavy kolejnice v zatáčce



Stopy prokluzu na kolejnici a na kole

Závěr

Jak se rozvíjí železniční doprava, tak reagují i výrobci maziv na pokrok a legislativní požadavky v oblasti meziměstské i městské kolejové dopravy. Zatímco v oblasti maziv snižujících opotřebení třecích dílů a zároveň šetrných k životnímu prostředí se postupně daří jejich zavádění v praxi, velký úkol zůstává na konstruktérech v oblasti snižování hluku. To ukazuje příklad mazání třecího kontaktu hlava kolejnice – kolo, kde se začínají uplatňovat modifikátory a maziva TOR s pozitivním vlivem na snižování opotřebení, avšak dosažení významnější redukce hluku zůstává výzvou pro možná i jiná konstrukční řešení. ■

Ing. Jiří Valdauf, Lubricant

Tabulka udává závislost vhodného rozpětí součinitele tření na velikosti prokluzu kola

Prokluz kola (%)	Kriticky nízký	Vhodné rozpětí	Příliš vysoký
1 %	< 0,15	0,20-0,25	> 0,25
3 %	< 0,15	0,20-0,35	> 0,35
> 5 %	< 0,15	0,20-0,40	> 0,40

MODERNÍ POLYMERNÍ KAPALINY PRO OBLAST OBRÁBĚNÍ

Obráběcí kapaliny mísitelné vodou neboli řezné či chladicí emulze jsou při dnešních požadavcích na vysoký výkon obráběcího stroje nepostradatelným pomocníkem při třískovém obrábění. Na trhu obráběcích kapalin ale získávají stále větší oblibu polymerní kapaliny. Jde o nové technologie často bez obsahu minerálního oleje.

Obráběcí kapaliny většinou obsahují větší nebo menší podíl minerálního oleje. Podle jeho obsahu rozlišujeme obráběcí kapaliny na makro- a mikroemulze. Emulze jsou disperzní soustavy jemných kapek oleje ve vodě, jejichž stabilita je zajištěna přítomností emulgátoru a koemulgátoru. Dalšími nutnými složkami obráběcích kapalin mísitelných s vodou jsou inhibitory koroze, biocidy, fungicidy, odpěňovače, EP a AW přísady, popř. ještě další aditiva potřebná k vylepšení vlastností a funkčnosti při procesu obrábění. Požadovanými vlastnostmi kapalin z hlediska technologie obráběcího procesu jsou: chladicí schopnost, optimální mazání třecích ploch mezi nástrojem a obrobkem, oplachovací a smáčecí schopnost, zajištění čistoty obráběcího prostoru, zajištění konzervace stroje i obrobku a také šetrnost vůči obsluze, těsnicím prvkům i elektroinstalaci stroje. Při výběru obráběcí kapaliny se posuzuje ekonomičnost provozu, náročnost na údržbu a životnost kapaliny a její ekologická likvidace. Ekonomika je u převážné většiny zákazníků při výběru kapaliny na prvním místě. Proto mají dosud největší podíl na trhu vodou mísitelné řezné kapaliny s obsahem minerálního oleje.

Na dodavatele obráběcích kapalin je vyvíjen neustálý tlak jak z hlediska kvality, životnosti kapaliny, ceny, šetrnosti k pokožce a v poslední době na splnění požadavků platných zákonů, předpisů a legislativy EU. Stále více dříve používaných látek pro udržení životnosti a konzervaci produktu je zakázáno používat a zejména nový zákon, který **vstoupí v platnost od 1. 12. 2018**, určuje nová pravidla pro používání některých nebezpečných látek, jako je formaldehyd, kyselina boritá či nově již hodně rozšířená látka monoethanolamin – 2-aminoethanol.

Výrobci kapalin hledají nové trendy a technologie chladicích kapalin bez obsahu minerálního oleje. Jednou z nich jsou kapaliny na bázi polymerního roztoku. Technologie se teprve vyvíjí, ale již velice dobře funguje a má velké předpoklady, že postupně nahradí stávající technologie.

Co jsou polymery a jak vznikají

Polymer je makromolekula sestávající z molekul jednoho nebo více druhů atomů nebo skupin spojených navzájem v tak velkém počtu, že řada fyzikálních a chemických vlastností této látky se nezmění přidáním nebo odebráním jedné nebo několika konstitučních jednotek. To, co odlišuje polymery od jiných materiálů, je řetězcová struktura jejich molekul, tj. dlouhá lineární řada vzájemně spojených atomů nebo skupin atomů převažující strukturní motiv, který může (ale nemusí) být občas přerušen místy větvení (např. u větvených nebo roubovaných polymerů, případně u polymerních sítí). Z tohoto důvodu neřadíme k polymerům krystal diamantu nebo vrstvičku grafitu, i když jejich molekulové hmotnosti jsou rovněž vysoké. Polymery typicky vznikají polymerizací nebo polykondenzací. Dříve se za polymery označovaly výhradně makromolekulární látky složené z molekul o obecném vzorci Xn (kde X značí strukturní jednotku, která se v molekule n-krát opakuje). Dnes se běžně mluví o polymerech také u látek, jako jsou proteiny a nukleové kyseliny, neboť jejich molekuly obsahují velký počet vzájemně si podobných, na sebe napojených strukturních jednotek. Typickým příkladem jednoduchého polymeru může být polyethylen, známý pod zkratkou PE. Jde o termoplast, který lze tvarovat při působení vyšších teplot. Jiným příkladem uhlovodíkového polymeru může být polybutadien (nejstarší umělý kaučuk), a dalším příkladem složitějšího polymeru je např. polyvinylchlorid. Uvedené polymery mají přímé, nerozvětvené řetězce. Příkladem polymeru s rozvětveným řetězcem může být přírodní kaučuk, jehož monomerní jednotkou je uhlovodík isopren nebo syntetický polystyren.

Novou skupinou polymerů jsou tzv. tekuté polymery, které jsou poměrně složité na výrobu. Právě tyto tekuté polymery a polymerní polyolové aditivační přísady jsou vhodné pro aplikace pro zpracování kovů. Aditiva polymerních polyolových esterů mají kompatibilitu s parafinickým základním minerálním olejem vyrobeným hydrogenační rafinací. Zatímco molekuly polymerních polyolových esterů obecně neobsahují fosfor, síru a jiné heteroatomy (jiné než kyslík, uhlík a vodík), mohou být součástí aditivního balíčku, který obsahuje sulfurizované uhlovodíky a fosfor obsahující aditiva proti opotřebení (antiwear aditiva) nebo extrémní tlaková aditiva.

Polymerní polyolové estery vykazují kompatibilitu a rozpustnost jak s uhlovodíkovými oleji, tak s vodními nosnými kapalinami, v závislosti na molekulární struktuře a molekulové hmotnosti. Jsou biologicky odbouratelné, a pokud neobsahují jiné heteroatomy, představují malé riziko bioakumulace. Polymerní polyolové estery z pentaerythritolu jsou známy jako přísady pro zpracování kovů, ale při některých teplotách se vyskytují problémy s kompatibilitou s některými materiály maziva.

V oblasti mazání u motorových olejů hovoříme také v rámci dělení přísad o polymerních přísadách. Jsou to především modifikátory viskozity a viskozitně-teplotní charakteristiky. Jde o vysokomolekulární polymery nebo kopolymery s molekulovou hmotností cca 50 000-500 000. Chemickou příslušností jde o olefinové kopolymery, polybuteny, polymetakryláty, polyalkanstyreny a další. Tyto polymerní přísady, jak víme, se rozpouštějí v oleji, ale velmi špatně.

Obecně působí polymerní přísady fyzikálně, a to je právě jedna z vlastností, která se využívá při obrábění. Použití polymerů je nutno se také zmínit při tepelném zpracování kovů. Roztoky kalicích polymerů používané v praxi jsou schopny zaplnit mezeru mezi kalicí intenzitou vody a oleje a jsou stále více používané zejména pro indukční kalení. Ze široké škály polymerů jsou pro kalení nečastěji používané dva typy: polyalkylenglykol (PAG) a polyvinylpyrrolidon (PVP). Mezi méně používané se řadí např. polyvinylalkohol, polyakrylát sodný apolyethyloxasolin. Jednou z výhod používání polymerů pro kalení je nehořlavost, žádná tvorba nebezpečných výparů a výrobky není nutno po kalení odmašťovat. Všechny tyto výhody využíváme také při použití

polymerních kapalin pro třískové obrábění kovů. Stejně tak jako u kalení je i při obrábění polymerová lázeň nebo roztok náročný na kontrolu a udržování správné koncentrace. Během procesu obrábění dochází v rámci chlazení nástrojů k velkému úbytku obsažené vody a následnému zahušťování roztoku.

Jak polymery fungují při procesu obrábění

Obecně je známo, že viskozita u olejů s rostoucí teplotou klesá a olej tak ztrácí svoje vlastnosti a mazací schopnosti. Viskozita u polymeru s rostoucí teplotou stoupá a zvyšuje několikanásobně svoji mazivost. Následným zpětným ochlazením se vrátí do původního stavu. Z tohoto důvodu máme u polymerních kapalin minimální výnos polymeru nebo koncentrátu z roztoku. Je prokázáno, že spotřeba koncentrátu je u polymerových kapalin až o 80 % nižší než u kapalin s obsahem minerálního oleje.
Aby byl účinek polymerů optimální, potřebují pro svoje vlastnosti vzniklou teplotu a tlaky vznikající při procesu obrábění. Dosavadní praxe ukazuje, že pro měkké materiály nejsou polymerní roztoky příliš vhodné. Zejména při obrábění měkkých slitin hliníku nedochází k potřebným řezným silám a teplotám a nástroje obvykle nedrží požadovanou přesnost výroby.

Historie vzniku polymerů

Pokud zapátráme v historii, tak první pokusy a vynálezy nacházíme již v roce 1968, kdy na patentovém úřadě v USA je zaregistrovaný patent chemika Vladimíra Janatky. Tento původně český vědec přišel na to, že ve vodě rozpustné polyakrylamidové polymery neutralizované kopolymerem ethylenu a anhydridu kyseliny maleinové jsou mimořádně účinné jako kombinované mazivo-chladivo. Pokud se používají ve vodných roztocích, lze je výhodně použít při obrábění kovů při různých pracovních operacích.
Vynález se týkal ve vodě rozpustného polymeru s vysokou molekulovou hmotností na bázi akrylamidu, který je velmi vhodný pro omezené snížení tření a pro zvýšený chladicí účinek při operacích, kdy je kov podroben fyzické deformaci. Tento vynález měl již tehdy zkombinovat mazací a chladicí účinky při obrábění. Tato technologie však nebyla dále rozvinuta a byla na čas zapomenuta.
Další patent použití polymerů se objevil v roce 2007. Jde o US Patent č. 20070179067 s jinou technologií než v předchozím případě. Patent byl podán 1. prosince 2005 s názvem Kovoobráběcí kapalina na bázi vody obsahující materiály polymerního boru. Také v tomto případě šlo o to nahradit dosud používané chladicí kapaliny na bázi uhlovodíků jinou ekologičtější a recyklovatelnou výkonnou kapalinou. Jelikož ale sloučeniny boru jsou již delší dobu pro používání v obráběcích kapalinách zakázané, nebyl tento vynález dále rozvíjen.

Současné trendy v moderních obráběcích kapalinách

Moderní obráběcí kapaliny jsou dnes již bez obsahu bóru, formaldehydu s obsahem různých kombinací aminokyselin a inhibitorů koroze. Pokud budeme hovořit o čistě polymerových kapalinách, tak jejich roztok je čirý a průhledný. Postupem času však při obrábění svoji barvu a vzhled mění.

Koncentrát polymerové kapaliny a jeho 10% roztok a použití při obrábění

Přesné složení polymerových kapalin nelze jednoznačně interpretovat, protože nevíme, jaký druh tekutého polymeru ve své kapalině jednotliví výrobci používají. Z našich současných zkušeností ale víme, že tyto kapaliny fungují velice dobře se všemi již dříve popsanými vlastnostmi. Z praxe ale už známe výhody a nevýhody těchto polymerových kapalin a jejich ekonomický přínos při používání při obrábění. Zejména u těžkoobrobitelných materiálů výsledky ukazují více jak trojnásobně vyšší životnost nástrojů. Nelze opomenout velmi nízkou spotřebu koncentrátu a vysokou mikrobiologickou stabilitu. Jednou z nevýhod je však nutnost udržování čistoty stroje, neboť občas dochází k zalepování pracovního prostoru a okolí stroje. Výrobci nyní hledají vhodné solvanty a čisticí roztoky, které by byly kompatibilní s těmito kapalinami a nenarušovaly jejich chemickou stabilitu. Používání čistě polymerových kapalin je také náročné na kontrolu a udržování správné koncentrace během provozu.

Výhody čistě polymerních obráběcích kapalin:

- maximální mazací a chladicí kombinace bez obsahu minerálního oleje,
- nepění v závislosti na tvrdosti vody,
- lze je použít i pro velmi tvrdou vodu až do 100°dH,
- vyšší výkon ve srovnání se syntetickými a polosyntetickými kapalinami,
- nižší náklady vzniklé opotřebením nástrojů,
- odvádí dobře teplo,
- vysoká smáčivost, ale minimální výnos na třískách,
- nižší náklady na energii a údržbu stroje,
- čisté pracovní prostory stroje bez ropných zbytků,
- neabsorbují do sebe oleje ze systému mazání stroje,
- nízká spotřeba koncentrátu,
- nejsou náchylné na přípravu roztoku z koncentrátu,
- velice šetrné k pokožce,
- snadno se likvidují.

Nevýhody moderních čistě polymerních obráběcích kapalin:

- vyšší koncentrace roztoku okolo 10 %,
- vysoká cena koncentrátu,
- nelze je použít pro obrábění měkkých materiálů,
- občasné zalepování a tvorba lepivých úsad v pracovním prostoru a na stroji, které lze umýt vodou.

Moderní řezné kapaliny na bázi polymerní technologie

Tyto nové kapaliny mají díky své nové polymerní technologii velmi dobré oplachovací schopnosti, tudíž stroje zůstávají čisté a spotřeba je snížena na minimum. Kapaliny obsahují vysoce čistý minerální olej vyrobený hydrogenační rafinací. Obsah oleje bývá vždy pod 30 % a na rozdíl od čistě polymerových kapalin mívají lepší refraktometrický faktor okolo 1,2.
Polymerní technologie je použito právě využitím aditiv polymerních polyolových esterů a speciálních polymerních emulgátorů. U těchto kapalin není nutné dodržovat tak vysokou koncentraci při obrábění jako u čistě polymerových kapalin, a tudíž nejsou tak náročné na servis během provozu. Jejich roztok již není transparentní, ale blíží se barvě klasické mikroemulze. Kapaliny lze běžně použít pro tvrdost vody od 5°dH do 30°dH. K míchání je nutné použít směšovací zařízení.
U běžných chladicích kapalin na minerální bázi plní každé aditivum v kapalině jednu funkci. U kapalin na bázi nové polymerní technologie spolupracují aditiva v týmu všechna společně. Díky tomu je dosaženo navýšení výkonu až o 30 % oproti tradičním chladicím kapalinám.
Komplexní složení této nové polymerní technologie ztěžuje bakteriím v jejich rozvoji a kapaliny jsou velice stabilní. Cena koncentrátu není tak vysoká jako u čisté polymerní kapaliny. Kapaliny jsou vhodné k vrtání, soustružení a frézování hliníkových slitin, titanu, těžkoobrobitelných ocelí a barevných kovů. Podle nových zkušeností se zatím zdá použití této polymerní technologie pro obrábění nejlepší cestou. Obecně lze ze zkušeností tvrdit, že všechny kapaliny na polymerní bázi nejsou ale příliš vhodné pro broušení. Většinou dochází k zanášení brusných kotoučů polymerem.

Kapaliny na bázi glykolu

Jedná se o moderní transparentní syntetické roztoky bez minerálního oleje, které výborně odlučují cizí oleje a maziva, jež se dostávají do kapaliny netěsností strojů. Díky tomu mají extrémně dlouhou dobu životnosti a mikrobiologickou odolnost. Mají vynikající filtrační vlastnosti, exelentní odvzdušňovací schopnosti a je možné je míchat i s destilovanou vodou. Lze je úspěšně použít pro třískové a beztřískové obrábění litiny, legované i prosté uhlíkové oceli. Díky nízké hodnotě pH jsou velice šetrné k pokožce. Stejně jako u čistě polymerních kapalin je lze bez problému míchat s vodou. Nelze je ovšem použít pro hliník a jeho slitiny a omezeně také pro barevné kovy.

Závěr

Moderní řezné kapaliny představené v tomto příspěvku procházejí teprve vývojem, zatím nemohou plně nahradit v současné době nejvíce používané obráběcí kapaliny na bázi uhlovodíků. Ale tvoří již nový segment v této poměrně složité jak chemické, tak technologické oblasti. Zejména nová legislativa, která bude platná již v letošním roce, zajisté dá těmto kapalinám nový prostor. ■

Ivan Trybenekr, Deckenbach CZ

CHLAZENÍ STROJŮ A BUDOV V MODERNÍM PODNIKU

Pro správnou funkčnost strojních zařízení je nutné jak mazání, tak i následné chlazení namáhaných částí. Často také nejde jen o chlazení strojů, ale i o teplotní rovnováhu pracovního prostředí. To musí obstarat jak samotná voda – jako nejlepší chladicí tekutina – tak např. i nemrznoucí směs, pokud je nutné chladit do záporných hodnot nebo se část zařízení vyskytuje vně podniku.

Rekuperace tepla vyprodukovaného v primárním okruhu je možná pomocí okruhu sekundárního. Kromě nároků na dobré teplosměnné vlastnosti (a současně nízké viskozity z důvodů nenáročnosti na výkon čerpadel) je nutné od náplně nepřímého systému chlazení požadovat nemrznoucí vlastnosti. Příčin může být několik. Za prvé může být zásobník nebo jiné části okruhu ve vnějším prostředí a vystaveny v zimě mrazu. Za druhé se může celý systém chlazení nebo topení nacházet uvnitř budovy, ale při např. dlouhých výrobních prostojích by mohlo dojít k zamrznutí a poškození okruhu v místě, které není izolováno. Třetím případem pak je samotný transport média o teplotě, kterou neumožňuje obyčejná voda, tedy pod bodem jejího tuhnutí. Takto je nemrznoucí směs využívána hlavně u chladíren, zimních stadiónů a pivovarů.

Zde je nutné teplotně regulovat 12 200 m^2 obestavěné plochy, vytápěné plynovými kotli o celkovém výkonu 1,1 MW. Chlazení vodním chladičem Carrier pomocí tří kompresorů má kapacitu 825 kW. Primárním chladivem je opět HCF 134 A. Sekundární okruh chlazení má teplotní spád 40/45 °C na straně kondenzátoru s náplní 35 % glykolu v černé oceli. Objem kapaliny v okruhu je oproti teoretickým výpočtům nižší, přibližně 4 m^3.

Chlazení zařízení

Jako příklad další aplikace může posloužit chlazení kompresorů a vyfukovacích forem pro plastové obaly limonád u společnosti vyrábějící limonády. Rozvody okruhu jsou z obyčejné oceli, koncové formy jsou pak hliníkové. Vzhledem k aplikaci v potravinářském provozu je zde použit MPG. Detail rozmístění chlazení je zřejmý z ***obr. 2***.

Chladit dnes není nutné jen zařízení, která provádějí nějaký mechanický úkon (čerpání, vrtání apod.), chladit musíme i serverovny počítačových center z důvodu neustálého zmenšování velikosti výpočetní techniky. Například na fakultě informatiky Masarykovy univerzity v nové budově CERIT, kde používají 35 % MEG s bodem tuhnutí -25 °C.

Obr. 1: Vodní chladič na střeše nákupního centra

Termoregulace budovy

Jako typický příklad chlazení budovy v podniku může posloužit nová lisovna M4 naší největší automobilky. Primární zdroj chladu je vzduchem chlazený Clivet naplněný chladivem R134 A. Sekundární okruh obsahuje 30 % monopropylenglykolové směsi (MPG) s teplotním spádem 9/15 °C. Rozvody chladu jsou propojeny s chilery, chladiči vzduchotechnických jednotek a kazetovými fancoily GEA. Ocelové potrubí je opatřené tepelnou izolací. Projektovaný objem činí 8500 l směsi na bázi MPG, zde konkrétně pak je náplní CS Ekoterm -15 °C.

V dnešní době není nutné chladit nebo vytápět jen výrobní prostory, ale také komerční objekty, typicky nákupní centra. Zde už většinou vítězí úspora reprezentovaná monoethylenglykolem (MEG) nad potenciálně menším rizikem otravy člověka nebo kontaminací životního prostředí při použití MPG. Příkladem budiž nákupní centrum v Brně ***(obr. 1)***.

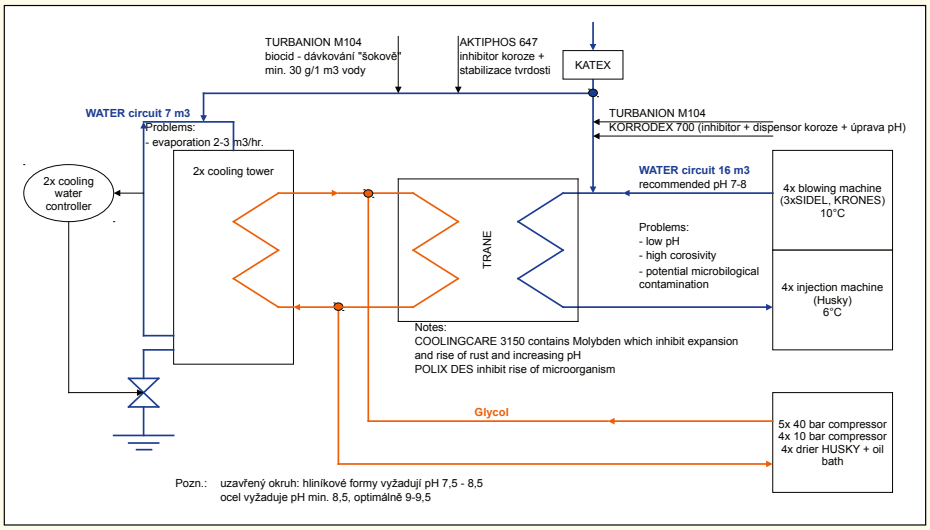
Chlazení strojů

Pro průmyslové podniky je nejdůležitější chlazení strojů, které zajišťují výrobu. Na výčet různých aplikací, které si nevystačí jen s obyčejnou vodou, ale vyžadují nemrznoucí kapalinu, by nestačil tento článek. Může jít jak o velmi atypické aplikace jako třeba náplň v zařízení na automatické loupání uvařených vajec v drůbežářských závodech, tak o chlazení relativně normálních strojů, jako jsou tiskařské válce, svářečky nebo vřetena obráběcích strojů.

Vzhledem k velkému výběru kovových materiálů pro konstrukce a jejich širokému teplotnímu využití je k omezení korozní agresivity v roztocích glykolů nutné použití různých druhů inhibitorů. Hodnota pH cirkulujícího média je totiž společně s množstvím rozpuštěného kyslíku v médiu velmi důležitým parametrem z hlediska životnosti kapaliny v systému. Příliš vysoké pH by neumožňovalo použití zejména barevných kovů a kyselé prostředí pak zase spouští korozi téměř všech konstrukčních materiálů včetně železa a jeho slitin. Proto je důležitá kvalita a kvantita použitých aditiv. Nesmí se podcenit ani biocidní nebo fungicidní ochrana, jak je zřejmé z ***obr. 3***.

Chyby z praxe

V souvislosti s nárůstem počtu aplikací nemrznoucích směsí se bohužel začaly vyskytovat i případy, kdy probíhající koroze zapříčinila zhoršení efektivity přenosu tepla. Pokud tento problém není ihned řešen, následuje vlivem mechanických úsad korozních zplodin ucpání slabších míst v okruzích, filtrů, sítek nebo zadření čerpadel. Možný je i únik média z okruhu mikrotrhlinou nebo degradovaným těsněním. Příčiny bývají obvykle tři:



Obr. 2: Příklad rozvodu chlazení vodních a glykolových okruhů u výrobce limonád

Obr. 3: Pohled do chladicího okruhu vřetene, které svědčí houbám

1. použití čistě vodného roztoku glykolu bez jakýchkoliv aditiv,
2. nedodržení výměnné lhůty média (vlivem vyčerpání inhibitorů koroze), která je obvykle 5 let,
3. podředění koncentrace směsi vodou, kdy obsažené inhibitory koroze nedokáží ochránit celý povrch systému.

Následky takového počínání jsou pak zřejmé z ***tab. 1***, vodný roztok glykolu je použitelný pouze v plastu, antikoru, mědi a mosazi. Důvodem je možná neznalost problematiky použití těchto kapalin při tvorbě projektů sekundárních okruhů, podcenění jejich korozní agresivity a nejčastěji pak také amaterismus u realizačních firem, např. menších topenářských firem v rámci úspory nákladů. Bezpochyby schází jednotící norma, která by určovala, jaké parametry musí nemrznoucí směs v sekundárním okruhu splňovat. Podobně, jako je např. pro aplikaci chladicích kapalin v automobilech k dispozici široká škála mezinárodních standardů (platných pro jejich výrobce i univerzální produkty, a to jak pro posouzení jejich kvality, tak pro metodiku měření jednotlivých parametrů). Naopak pro oblast teplosměnných kapalin je k dispozici standard pouze jeden. Chybí hlavně definice antikorozní ochrany navrhované směsi a doporučení vhodných konstrukčních materiálů a těsnění. Obvykle je totiž v různých stavebních projektech velkých administrativních komplexů napsáno: použijte nemrznoucí směs na bázi x % glykolu, nebo často pouze jen glykol. Takže nemůže být ani divu, že dochází k záměně čistého vícesytného alkoholu a nemrznoucí směsi s inhibitory.

Závěr

Znalost konstrukčního složení teplosměnného systému a jeho provozních podmínek předem umožňuje těm nejvyspělejším výrobcům nemrznoucích kapalin navrhnout pro zákazníka výrazné úspory. Nejenže dokáží zvolit takovou kombinaci alkoholů – glykolů, že směs není nebezpečná, ale má i lepší teplosměnné vlastnosti a nižší viskozitu. Zásadní je však to, že kombinací různých inhibitorů koroze s využitím jejich synergie může být významně prodloužena minimální výměnná lhůta těchto kapalin a zákazníkům nabídnuta nižší cena oproti „univerzální" nemrznoucí směsi s aditivy pro všechny běžné typy kovů v systému. ■

Jan Skolil,
Classic Oil

Tab. 1: Porovnání rychlosti koroze vody a glykolů s i bez inhibitorů

Materiál	Rychlost koroze v cm za rok*				
	Voda	Ethylenglykol	Propylenglykol	Ethylenglykol s inhibitory koroze	Propylenglykol s inhibitory koroze
Měď	0,02	0,04	0,04	0,03	0,05
Pájka	0,80	14,4	8,81	0,04	0,01
Mosaz 0,06	0,12	0,05	0,03	0,04	
Ocel	2,46	11,3	2,49	0,01	0,01
Litina	5,38	14,1	4,11	0,03	0,04
Silumin 3,35	5,03	0,46	0,11	0,07	

*Založeno na korozním testu dle normy ASTM D1384 při 88 °C, během 336 h s probubláváním. Všechny glykoly byly testovány jako 33 obj. % roztok demineralizované vody.

NANOČÁSTICE KOVŮ JAKO MAZIVOSTNÍ ADITIVA

Nanočástice kovů dnes nacházejí významné možnosti uplatnění v technické praxi díky rychlému rozvoji nových technologií výroby a způsobů použití. Můžeme se s nimi setkat v nejrůznějších sférách a v nejnáročnějších aplikacích ve všech odvětvích průmyslu, v dopravě a také v extrémních podmínkách prostředí i zatížení v kosmickém prostoru.

Současný trend výroby maziv z vysoce rafinovaných a syntetických základových olejů s nízkým obsahem potenciálně korozivních či nestabilních polárních složek vede v mnoha případech k nutnosti dodávat chybějící mazivostní složky aditivací. Výrobci maziv využívají široké spektrum osvědčených modifikátorů tření, vysokotlakých a protioděrových přísad. Modifikátory tření dobře působí při běžných podmínkách provozu a zatížení, kdy ani tlak ani teplota v třecím uzlu nedosahují hodnot, které by narušovaly adsorpci či chemisorpci k třecím povrchům či chemickou strukturu používaných látek. V této skupině aditiv máme na výběr nejrůznější sloučeniny kombinující polární část schopnou adheze ke kovovému třecímu povrchu a nepolární část rozpustnou v olejovém základu. Může jít např. o různé vyšší mastné kyseliny a jejich deriváty, alkoholy C10-C18, vyšší alkylaminy, mýdla, fosfity, fosfáty a fosfonáty, dithiofosfáty, thiokarbamáty a dithiokarbamáty Zn, Cd, Sb, Pb, amidy kyseliny borité a další.

Pro vyšší teploty a tlaky v třecím uzlu již tyto modifikátory tření zpravidla nepostačují a je nutné použít vysokotlaké přísady, které vytvářejí s materiálem třecí dvojice pevně vázaný vlastní mazací film odolný proti vysokému zatížení, teplotám a nestandardním podmínkám provozu typu start-stop, kdy může být narušen přívod maziva k třecímu kontaktu. Pro tyto aplikace jsou využívány např. sloučeniny schopné vytvářet chloridový, sulfidový, fosfidový nebo fosfátový mazací film, jako jsou různé chlorparafiny, triarylfosfáty, sířené olejové složky, dialkyldithiokarbamáty, dialkyldithiofosfáty Zn, Sb, Bi, Sn, kdy alkyly u těchto aditiv bývají zpravidla kratší oproti podobným molekulám působícím jako modifikátory tření. ▶▶

Obr. 1: Struktura a srovnání jemně mleté MoS_2 a nanočástice IF MoS_2

Tab. 1: Snížení koeficientu tření při aditivaci polyalfaolefinového (PAO) základového oleje IF disulfidy (tlak: 0,83 GPa, rychlost: 2,5 mm/s, teplota: 20 °C)

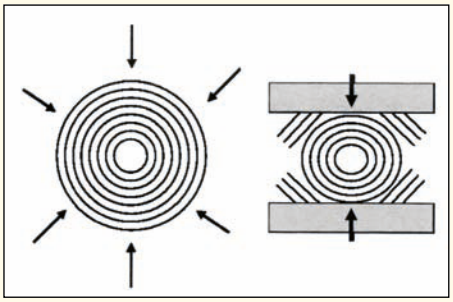
Neaditivovaný PAO	1% IF-WS2*	1% IF-MoS2*	1% IF-NbS2*	1% IF-TaS2
0,25	0,04	0,06	0,07	0,09

Mezi nové vysokotlaké mazivostní přísady můžeme řadit také nanočástice, tj. částice s velikostí pod 100 nm, které mají obecně vynikající mazivostní vlastnosti. Vysoce perspektivní jsou zejména nanočástice disulfidů kovů či modifikované nanočástice měkkých kovů, které se již běžně využívají v základních formulacích nejrůznějších typů maziv.

Druhy nanočástic využívaných jako mazivostní aditiva

Nanočástice jsou svými rozměry srovnatelné s velikostí malých až středních molekul a vykazují zcela specifické fyzikálně-chemické chování oproti obdobným strukturám běžné velikosti. Speciálním příkladem jejich mimořádných vlastností jsou unikátní mazivostní účinky. Obecně můžeme nanočástice dělit z hlediska jejich struktury na cibulové struktury, nanovlákna a micelární nanostruktury. Z pohledu chemického složení se v nanomazivech uplatňují zejména tři hlavní druhy – sulfidy a selenidy kovů, uhlíkové struktury a elementární měkké kovy.

Hlavní výzvou při aplikaci nanočástic do maziv je vytvoření dlouhodobě stabilního koloidního roztoku v použitém olejovém základu. Stabilita roztoku je přímo závislá na tendenci částic sedimentovat. Sedimentace



Obr. 2: Efekt louskáčku ořechů

se dá ovlivnit několika faktory. Největší vliv na potlačení rychlosti sedimentace má právě extrémně malá velikost částic. Usazování může být dále zpomaleno použitím oleje o vyšší viskozitě, malým rozdílem hustot pevné a kapalné fáze a vyšší teplotou. V praxi je nutné posílit stabilitu koloidních systémů nanočástic omezením jejich shlukování do větších celků, které mají výraznou tendenci sedimentovat. Zamezení shlukování nanočástic se provádí nejčastěji pomocí sterického odpuzování částic, tj. přídavkem polymerů nebo elektrostatickým odpuzováním v micelárních systémech. Mezi **nanočástice na bázi kovů využívané jako mazivostní aditiva** můžeme zařadit nanočástice sulfidů a selenidů kovů a stericky modifikované nanočástice měkkých kovů.

Mazivostní aditiva na bázi nanočásic sulfidů a selenidů kovů

Používání sulfidů a selenidů kovů je běžně využívané. Nanočástice těchto chemických struktur přinášejí další posílení jejich mazivostního potenciálu při nízkém dávkování. Jako příklad můžeme uvést srovnání známé vynikající mazivostní přísady – sulfidu molybdeničitého MoS_2, tzv. molyky. Běžná velikost částic jemně mleté molyky se pohybuje na úrovni 2000 nm a více. Oproti tomu nanočástice molyky připravované speciálními postupy reakcemi v plynné nebo pevné fázi vykazují rozměry maximálně 40 nm. Tato nanoforma molyky, stejně jako dalších disulfidů kovů (např. WS_2, NbS_2), je označována jako IF – forma (IF = anorganické fullereny) ***(viz. obr. 1)***.

Mechanismus mazání IF disulfidy s cibulovou strukturou využívá schopnosti těchto nanočástic tvořit mazací pláty v místě tribokontaktu. Mazivostní vlastnosti IF disulfidů můžeme prezentovat na výrazném snížení koeficientu tření při nízkém dávkování ***(tab. 1)***.

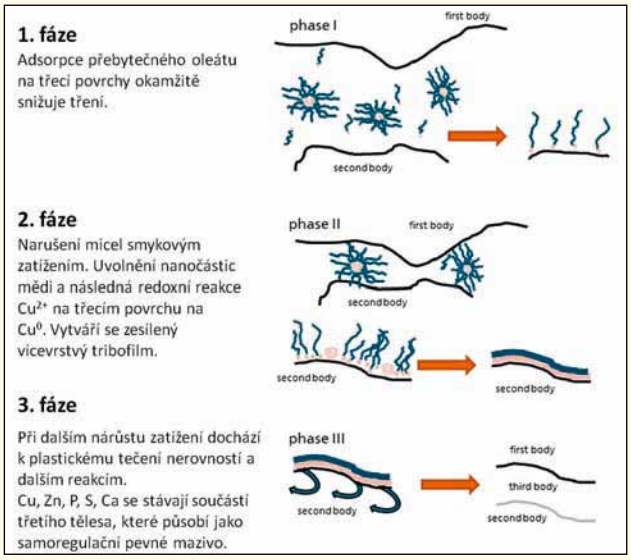
Rozbalování cibulových nanostruktur působením střihového zatížení však vede k jejich degradaci. Cibulové nanostruktury jsou také narušovány při vysokých statických zatíženích, kdy dochází k jejich praskání – efekt louskáčku ořechů ***(obr. 2)***.

Mazivostní aditiva na bázi nanočásic měkkých kovů

Používání měkkých kovů, jako jsou Au, Ag, Cu, Zn, Pb, Bi, Sn, In, je v tribotechnice opět dobře známé a rozšířené. Jejich využívání se ale většinou omezuje na přímou povrchovou úpravu třecích povrchů při jejich výrobě. Rozšíření potenciálu jejich využití poskytují právě jejich stericky modifikované nanočástice, které se s úspěchem používají přímo ve formulacích průmyslově vyráběných maziv.

Pro praktickou aplikaci v nanomazivech se využívají zejména nanočástice Cu, Pb, Bi, Ag a slitin In-Sn, Bi-In, Pb-In. Stabilizace nanočástic kovů je založena na principu tvorby tzv. reverzních micel – v centru micelární struktury je polární nanočástice kovu, homogenizace v olejovém základu je zajištěna nepolárními uhlovodíkovými řetězci ***(obr. 3)***.

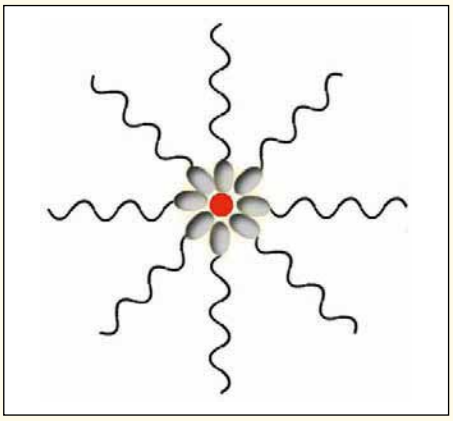
Micelární struktury vznikají chemickou modifikací nanočástic kovů, ke které se používají např. dialkyldithiofosfáty nebo deriváty vyšších mastných kyselin. Tvorba mazacího filmu nanovrstev kovů je zajištěna prostřednictvím vratné redoxní reakce, která probíhá výhradně v místě tribokontaktu podle třífázového modelu, viz ***obr. 4***.



Obr. 4: Třífázový model vzniku mazací nanovrstvy kovu

Praktické aplikace nanočástic kovů jako mazivostních aditiv

Praktické uplatnění nanočástic kovů jako mazivostních aditiv začíná být rozšířené až v posledních



Obr. 3: Reverzní micela

letech. Důvodem je především náročná příprava nanočástic a potíže při stabilizaci jejich koloidních roztoků, které se mohou prakticky použít jako aditiva do maziv. Největších úspěchů je v praxi dosahováno s nanostrukturami IF disulfidů a diselenidů kovů a s micelárními strukturami měkkých kovů.

Nanoaditiva se uplatňují v motorových olejích, kde je při jejich použití dosahováno reálné úspory paliva kolem 5 % při prodloužení životnosti motoru. Další oblastí praktického využití jsou automobilové i průmyslové převodové oleje, ve kterých nanoaditiva výrazně přispívají k snížení opotřebení i o více než 50 %, a tím k několikanásobnému prodloužení životnosti zařízení.

S výhodou jsou nanočástice aplikovány ve formulacích plastických maziv pro nejnáročnější podmínky průmyslového provozu, kde je možné běžně dosahovat trojnásobného prodloužení servisních intervalů ložisek. Z dostupných případových studií je zřejmé, že zejména nanočástice na bázi kovů mají díky svým excelentním mazivostním vlastnostem a současně vysoké stabilitě v nejtvrdších podmínkách potenciál pro uplatnění v celém spektru formulací průmyslových maziv. ■

Ing. Olga Křížová, Chematribos

ZÁKLADOVÝ OLEJ SHELL NA BÁZI GTL (GAS-TO-LIQUIDS) PŘEMĚNA ZEMNÍHO PLYNU NA ZÁKLADOVÝ OLEJ PRO VÝROBU MAZIV

V POROVNÁNÍ S TRADIČNÍMI ZÁKLADOVÝMI OLEJI TŘÍDY II/III*

ZÁKLADOVÝ OLEJ SHELL GTL

vysoce kvalitní základové materiály používané ve finálních prémiových mazivech Shell

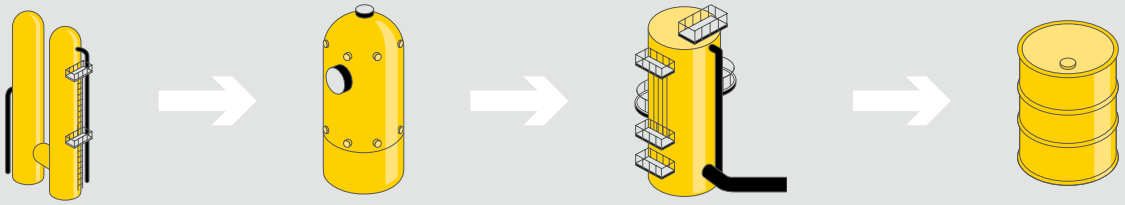
- vyšší viskozitní index
- nižší odparnost
- lepší reakce na přísady
- lepší oxidační stabilita

PROČ GTL?

Základový olej vyrobený ze zemního plynu je na molekulové úrovni významně stabilnější než konvenční základové oleje.

JAK SE ZÁKLADOVÉ OLEJE SHELL GTL VYRÁBĚJÍ?

FÁZE VÝROBY ZÁKLADOVÝCH OLEJŮ SHELL GTL



1. zplyňování
Metan ze zemního plynu reaguje s čistým kyslíkem za vzniku syntézního plynu.

2. syntéza
Syntézní plyn je vstřikovaný do reaktoru a mění se na kapalinu - syntetickou ropu.

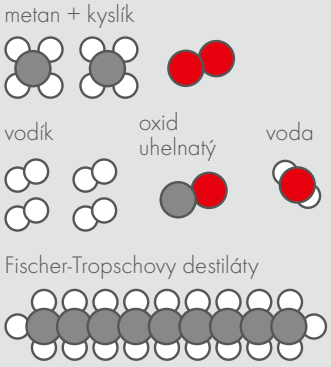
3. hydrokrakování
Syntetická ropa je vstřikovaná do hydrokrakovacího reaktoru, ve kterém se její molekuly štěpí za vzniku nových.

4. produkty na bázi GTL
Nové molekuly jsou destilované na základové oleje na bázi GTL pro použití ve finálních produktech.

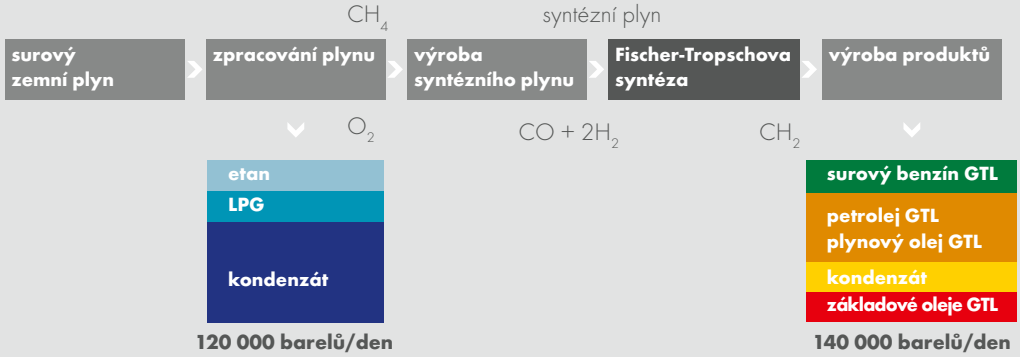
TECHNOLOGIE SHELL GTL (GAS-TO-LIQUIDS)

PŘEMĚNA ZEMNÍHO PLYNU NA KAPALNÉ A TUHÉ UHLOVODÍKY S VYSOKOU ČISTOTOU

katalyzátor



proces přeměny zemního plynu na čisté, vysoce kvalitní kapalné produkty



VÝHODY ZÁKLADOVÝCH OLEJŮ SHELL NA BÁZI GTL PRO FINÁLNÍ POUŽITÍ**

Shell Diala S4 ZX-I
- zlepšení účinnosti systému
- zlepšení ochrany
- delší životnost oleje

Shell Risella X
- mimořádná čistota
- vynikající výkon ve vybraných aplikacích

Shell Turbo S4 X a S4 GX
- zlepšení účinnosti systému
- zlepšení ochrany
- delší životnost oleje
- menší opotřebení zařízení

Shell Ondina X
- mimořádná čistota
- vynikající výkon ve vybraných aplikacích

Více o největších světových rafinériích využívající technologii GTL

*Existuje pět technických tříd základových olejů, které jsou charakterizovány složením nasycených sloučenin, obsahem síry a viskozitou API, I, II, III, IV, V.
**testované a porovnávané s reprezentativními produkty dostupnými na trhu

SHELL LUBRICANTS
TOGETHER ANYTHING IS POSSIBLE

AutoMax
Oleje a maziva

www.automax-group.com

AutoMax Group s.r.o.
Oficiální dovozce olejů a maziv Shell
K Hájům 1233/2, 155 00 Praha 5
tel.: +420 272 700 530, fax: +420 272 700 531