maziva – oleje – technologické kapaliny

TRIBOTECHNICKÉ INFORMACE 2/2014

TECH MAGAZÍN
TECHNIKA VČERA, DNES A ZÍTRA

ČSS

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

OBSAH

- **Editorial** 2
- **Rentabilita péče o oleje** 3
  KLEENTEK
- **Měřicí techniky FTI R pro charakteristiku třecích povrchů** 4–5
  Jiří Valdauf
- **Analýza olejů pro prediktivní a proaktivní údržbu** 5–7
  ALS Czech Republic
- **Použitelnost centrálních mazacích systémů pro různé druhy maziv** 8–9
  ŠPONDR CMS
- **Koroze a konzervace** 10–11
  PARAMO
- **Účinek procesní kapaliny na tváření závitů v plechu** 12–13
  Miroslav Píška, Petra Sliwková
- **Hodnocení tribologických vlastností procesních kapalin** 14–15
  Lukáš Voleský
- **Možnosti úspor nákladů na procesní kapaliny** 16–17
  Petr Dobeš
- **Analýza maziv pro řešení problémových provozních situací** 18–19
  Jaroslav Černý, Nadia Ladyka
- **Nové laboratorní metody analýz moderních maziv** 20
  Jan Novák
- **Vyhřívaný viskozimetr – laboratoř po ruce** 21
  PARKER

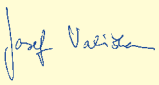
Česká strojnická společnost
OS Tribotechnika
Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1
tel.: 221 082 203, e-mail: strojspol@csvts.cz
www.tribotechnika.cz
www.strojnicka-spolecnost.cz

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

Branže, která udržuje svět v pohybu

Další titulní stránka tribotechnických informací jasně signalizuje s neúprosnou kalendářní jistotou, že uplynul další půlrok a posunuli jsme se v čase o dalších šest měsíců plus minus nějaký den vpřed. A k přídělu odborných materiálů přichází neméně tradičně chvíle přemítání a rozhodování, co bude obsahem stránky, kterou právě čtete. Určitě to znáte: kuře tisíckrát jinak a podobné návody na zaručeně chutné variace téhož. Ale to co jde (možná) u zmíněného opeřence, lze těžko aplikovat na seriozní záležitosti, jako je třeba tribotechnika. A tak se i s každým dalším vydáním Tribotechnických informací vynořuje věčná otázka: Co napsat do úvodních řádek, aby se nestalo, že se budou stále dokola opakovat věci již dříve vyřčené, jen v různě zaobalené podobě.
Lze ale na oboru, který má za sebou desítky let intenzivního vývoje a neustálého zdokonalování, ještě něco skutečně zásadního vymyslet, přijít s něčím opravdu novým, co může posunout onen vývoj opět o kus dále? A vypadá to, že opravdu lze.
Do hry vstupují nové materiály, umožňující výrazně snížit tření a vyvíjet nové produkty, třeba doslova na míru s přesně definovanými parametry, nové technologie a postupy čištění olejů a maziv, přesnější diagnostické systémy. To se následně odráží jak v již zmíněných technických parametrech nových produktů, ale i např. v možnostech jejich recyklace, snížení spotřeby, tzn. přínosem je i výrazný pozitivní ekologický aspekt.
Pozitivní je nepochybně sama skutečnost, že v rámci České strojnické společnosti existuje, a hlavně úspěšně funguje pod hlavičkou odborné sekce Tribotechniky spolek lidí, kteří zasvětili tomuto oboru podstatnou část svého života a snaží se, aby ani český trh neztratil v tomto kontakt se světem. A dokážou s ním dělat seriózní byznys. Nejen pro byznys jako takový, vydělávání peněz v americkém stylu, prostě prodat a „po nás potopa", ale kultivovat trh, umět nabídnout i kvalifikované nezávislé poradenství, pokud je potřeba, či, jak se občas vznešeně říká, „šířit osvětu" - a sami dobře nejlépe víte, že to bývá občas pořádná dřina, nevděčná práce a „kus života těžkého..."
Zásadní je vždy kvalitní posouzení vhodnosti různých řešení pro danou aplikaci a zdá se, že právě díky oné mravenčí neúnavné práci členů Tribotechnické sekce i český průmysl a trh, kde až dosud většinou fungovalo pravidlo co nejnižší ceny či vstupní investice (doslova „za každou cenu", ať to ve finále stojí, co to stojí) už vyzrává a postupně dospívá k poznání skutečného stavu věcí. Tedy, že i relativně opticky dražší řešení (přesněji řečeno na první pohled zdánlivě dražší) se může ve finále ukázat z dlouhodobějšího hlediska jako levnější a efektivnější. Nemalý podíl na tom mají právě aktivity členů odborné sekce Tribotechniky, jako např. specializované semináře pro zástupce průmyslových firem, přednášky, školení apod. Přehled těch aktuálních a nadcházejících najdete opět také na stránkách Tribotechnických informací, stejně jako výběr z příspěvků na nich publikovaných a odborných článků pro ty, kteří se těchto akcí nemohli nebo nestihli zúčastnit. Doufáme, že tyto informace připravené předními odborníky a specialisty v české tribotechnické branži mohou být přínosem i pro vás.

Kvalitní počtení



PhDr. Josef Vališka, šéfredaktor

Plán odborných akcí České strojnické společnosti na 2. pol. 2014

1. Kurz: Základy tribotechniky - (tribotechnické poznatky o mazivech a mazání, předpoklady praktické realizace v podnikové praxi)
termín: 16.–17. října 2014
místo: Hotel SKI – Nové Město na Moravě
odborný garant: OS Tribotechnika ČSS
Ing. Vladimír Nováček, ALS Czech Republic, s.r.o., Praha, e-mail: vladimir.novacek@alstribology.com

3. Seminář: Vzdělávání, didaktické systémy v hydraulice a pneumatice
termín: 3. prosince 2014
místo: ČSVTS, Praha 1, Novotného lávka 5, budova A - 3. patro, sál 418
odborný garant: Česká asociace pro hydrauliku a pneumatiku – OS ČSS
Ing. Petr Hula, Festo, s.r.o., Praha, e-mail: petr_hula@festo.com

4. Seminář: Kalicí oleje a polymery
termín: 10. prosince 2014
místo: ČSVTS, Praha 1, Novotného lávka 5, budova A – 3. patro, sál 318
odborný garant: OS Tribotechnika ČSS
Ing. Jiří Valdauf, Lubricant, s.r.o., Plzeň, e-mail: jiri@valdauf.cz

Pozvánky a přihlášky na jednotlivé odborné akce bude možné najít a stáhnout z internetových stránek České strojnické společnosti: **www.strojnicka-spolecnost.cz**
Bližší informace: Hana Valentová – tajemník ČSS, tel.: 221 082 203; mobil: 728 747 242, e-mail: strojspol@csvts.cz

RENTABILITA PÉČE O OLEJE

NEJVYŠŠÍ KVALITA A KVANTITA VÝROBY, VYSOKÁ EFEKTIVITA, MAXIMÁLNÍ PRODUKTIVITA – HESLA, KTERÁ NÁS DOPROVÁZEJÍ V DENNÍM PRACOVNÍM ŽIVOTĚ. VE SPOJITOSTI S POUŽÍVÁNÍM PRŮMYSLOVÝCH OLEJŮ VE STROJNÍCH TECHNOLOGIÍCH MUSÍME VYCHÁZET Z FAKTU, ŽE AŽ 98 % JEJICH PORUCH ZPŮSOBUJE ŠPATNÁ KONDICE OLEJŮ, ZNEČIŠTĚNÍ.

Tento fakt je potvrzený výsledky mnohaletého podrobného sledování a analyzování celé škály strojních technologií. Tedy pouhá 2 % poruch zbývají na ostatní příčiny, jako jsou pneumatika, elektronika, únava materiálů apod.

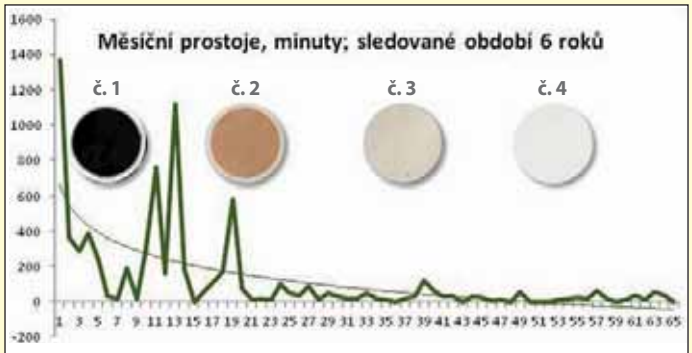
Zmíněným heslům vychází zcela vstříc technologie elektrostatického čištění olejů (ELC), která pracuje v nepřetržitém provozu, vyznačují se vysokou provozní spolehlivostí. ELC jsou využívány v mnoha hospodářských odvětvích, například v automobilovém a leteckém průmyslu, při výrobě plastů, v cementárnách a elektrárnách nebo v dolech. Všude tam, kde není možné výrobu přerušit, kde je případný výpadek výroby těžkou ekonomickou ztrátou.

ELC je oceňována pro široké spektrum pozitivních vlivů na SaZ. Z nejčastějších můžeme uvést radikální snížení zmetkovitosti, snížení počtu a času odstávek, snížení spotřeby el. energie a snížení provozní teploty olejů, snížení spotřeby ND a dalších nákladů vynakládaných v souvislosti s opravami. ELC ovlivňuje pozitivně kondici SaZ tak, že často dochází ke zrychlování výrobních cyklů. Výrobky jsou schopny vyhovět co nepřísnějším nárokům na výrobní tolerance a počet neshodných výrobků razantně klesá. Z hlediska provozovatele je také důležitý fakt, že aplikací technologie ELC je zpravidla anulována nutnost pravidelných výměn olejů. Olej se tak stává trvalou náplní a jsou pouze doplňovány běžné úniky. Tato skutečnost má velký vliv na minimalizaci skladových zásob a sníženou manipulaci s oleji ve výrobních prostorech.

Strategie nulových poruch

Moderní stroje vyžadují oleje, které jsou schopné stoprocentně zabezpečit požadované funkce. Je tedy vysoce ekonomické zabývat se kondicí olejů, znečištěním a snížit tak celé spektrum vyvolaných nákladů spojených s 98 % poruch. To je prostor, který perfektně ovládá ELC. Hlavní důvody rozšíření této technologie jsou v zásadě následující – zabezpečení bezporuchového provozu SaZ a zabezpečení maximální kvality finálního produktu. Kondice oleje je kontinuálně udržována na nejvyšší možné úrovni, znečištění je kontinuálně minimalizováno. Čím je znečištění nižší, tím je olej ve vyšší, lepší kondici a stroj na tento stav citlivě reaguje. Snižuje se jak četnost, tak i délka prostojů. Tuto provozní charakteristiku je schopen ELC udržovat neustále, po dlouhé roky. To je opodstatnění a hlavní důvod jeho aplikace. Ekonomické výhody aplikace technologií ELC jsou nesporné. Nabízí výpočet, ze kterého vyplývají konkrétní finanční úspory v konkrétních nákladových položkách. Zároveň tento výpočet slouží i jako okno, kterým hledí provozovatel SaZ z jiného pohledu na strukturu a výši vlastních nákladů. Výpočet mu sděluje, kolik procent z nich může ušetřit. Potom je snadné provádět průběžnou kontrolu jednotlivých položek, výše úspor. Běžné měsíční úspory použitím ELC se pohybují nejčastěji v řádu od stovek tisíců korun výše.

Na grafu je vyjádřena souvislost mezi kondicí, znečištěním oleje na jedné straně a výši měsíčních prostojů na straně druhé.



Nasazení ELC: Souvislost mezi prostoji SaZ (měsíc/min) a znečištěním olejů (mg/kg)

Legenda:
č.1: membránový ultrafiltr porózity 0,45 µm, celkové nečistoty gravimetricky 185 mg/kg
č.2: membránový ultrafiltr porózity 0,45 µm, celkové nečistoty gravimetricky 98 mg/kg
č.3: membránový ultrafiltr porózity 0,45 µm, celkové nečistoty gravimetricky 32 mg/kg
č.4: membránový ultrafiltr porózity 0,45 µm, celkové nečistoty gravimetricky 17 mg/kg

Technologie ELC je schopna kontinuálně zabezpečit kvalitní výrobu s minimalizací nákladů, má jasnou a konkrétní návratnost, odboural až 98,5 % poruch a co je důležité, generuje zisk. ■

Vladislav Chvalina,
KLEENTEK, spol. s r.o.

MĚŘICÍ TECHNIKY FTIR PRO CHARAKTERISTIKU TŘECÍCH POVRCHŮ

Třecí materiály plast-plast nebo plast-kov jsou dnes stále více využívané, zejména v automobilovém průmyslu. Konstruktéři jsou často vedeni pouze požadovanými parametry na daný plast, jako je teplotní rozpětí, mechanická pevnost, pružnost, tvrdost a rozměrová stálost. Podstatná je i snadná výroba těchto dílů, např. ve vstřikovacích lisech, a jejich cena. Zpravidla až mezi posledními požadavky je uvedena i dobrá snášenlivost s běžnými mazivy.

Přitom mnoho dílů je potřeba mazat, zejména v interiéru automobilů. Příkladem kontaktu plast-plast mohou být klimatizační jednotky, tzv. HVAC, nebo nastavení sedadel, zrcátek, slunečních clon, popelníků, větráků apod. Třecí díly plast-kov se vyskytují např. u tuhých uložení podvozkových dílů a řízení, a dokonce i u motoru. Všechny tyto díly jsou namáhány různě, proto existuje široká škála maziv vyhovující danému třecímu kontaktu.

Požadavky na maziva pro plast-kov

Základním parametrem při výběru vhodného maziva je velikost dynamické viskozity maziva při provozní teplotě. Zatímco u většiny průmyslových aplikací si vystačíme s ropnými oleji, v některých automobilových aplikacích jsou teplotní požadavky na provoz od -40 do 150 °C i více. Potom je při výběru maziva nutné zvažovat viskozitně teplotní charakteristiku, zvláště tam, kde jsou požadavky na minimalizaci či stálost třecích odporů v celé škále možných teplot. Nejmenší závislost viskozity na teplotě vykazují polydimethylsiloxanové oleje s hodnotami VI = až 460. Viskozitně-teplotní charakteristika PFPE olejů se pohybuje od VI = 220 až do 380. Polyalkylenglykolové oleje jsou na tom jen o málo hůře. Estery polyolů a estery dikarboxylových kyselin mají rovněž vysoké hodnoty, typicky VI = 180. Nejblíže ropným olejům jsou PAO oleje s rozpětím hodnot VI = 130 – 150 v závislosti na viskozitě posuzovaného oleje.

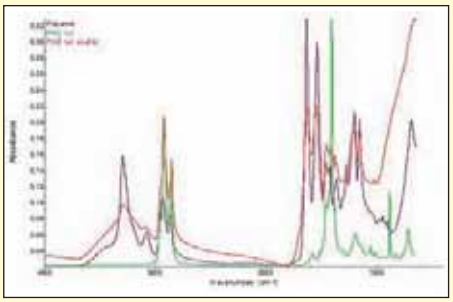
Nízkoteplotní vlastnosti oleje jsou dalším klíčovým parametrem výběru. Parafinické ropné oleje zpravidla fungují do -15 °C, jejich teplotní rozsah se prodlužuje polymerními depresanty na -30 °C, avšak při -40 °C fungují jen nízkoviskózní oleje naftenického charakteru. I tento parametr je rozhodující pro odmítnutí ropných a výběr některého ze syntetických olejů.

Maziva pro styk plast-kov bývají opatřeny standardními typy zušlechťujících přísad, které zlepšují jak ochranu maziva proti korozi, tak i jeho mazací schopnosti. Navíc je třeba vzít v úvahu porozitu plastu a jeho povrchový reliéf, odlišný od kovového povrchu. Z těchto důvodů se do takto určených maziv, přidávají tuhá, bílá maziva, typicky mikrodisperzní PTFE.

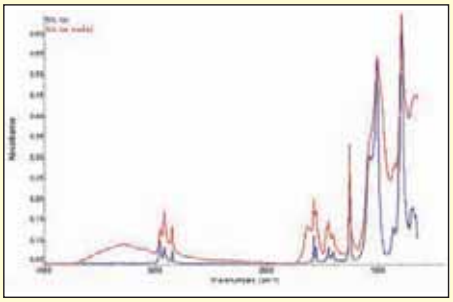
Kompatibilita maziva s plastem je velmi důležitý parametr, který je svým způsobem zákeřný. Pokud je olej z maziva podobného charakteru a podobně polární, jako polymer v plastu, je takřka jistota, že mazivo a plast budou na sebe působit, ať už ve smyslu bobtnání polymeru olejem z maziva, či naopak vysáváním změkčovadla z polymeru do oleje. Tyto děje jsou hnány osmotickou silou, která může dosahovat za daných podmínek velmi vysokých hodnot. Výsledkem je buď změkčení polymeru, až ztratí mechanickou pevnost, či naopak jeho ztvrdnutí, popraskání a ztráta funkčnosti. Zvláště směsné polymery, např. typu PC/ABS mohou být na druh maziva velice citlivá.

Tribodiagnostika – životnost maziva v kontaktu

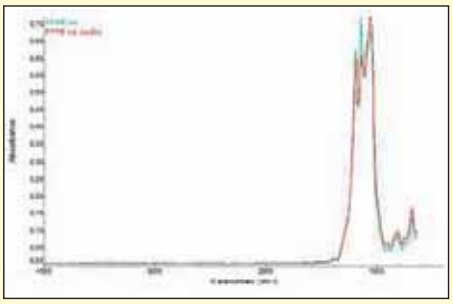
Řada kluzných kontaktů ve styku plast-kov, pracuje za velmi nepříznivých podmínek daných recipročním pohybem, pod velkými tlaky a s nutností pracovat v těsném uložení, které znamená, že množství plastického maziva v třecím kontaktu je minimální a optimalizace pracovních podmínek na základě analýzy stavu maziva je takřka nemožná. Navíc styková plocha plastu bývá zbrázděna systémem kanálků, v nichž se mazivo uchovává téměř v neporušeném stavu, diametrálně odlišném, než je stav maziva odebraného přímo z povrchu kovu, z funkční třecí plochy. Přesto existují metody, které toto stanovení umožňují.



Graf1: Porovnání FTIR ATR spekter čerstvého a použitého PAO tuku a plastu



Graf 2: Porovnání FTIR ATR spekter čerstvého a použitého SIL tuku:



Graf 3: Porovnání FTIR ATR spekter čerstvého a použitého PFPE tuku

FTIR spektrometrie – měření pomocí ATR s jednoodrazovým krystalem

Klasická technika měření maziv pomocí kyvety KBr je již na ústupu, zejména z důvodu nezbytného proplachování a čištění kyvety. Na výsluní se dostávají techniky měření pomocí odrazů záření na jednoodrazovém, či víceodrazovém krystalu, tzv. techniky FTIR spektrometrie s ATR měřicím příslušenstvím. Zatímco technika vícenásobného odrazu na dlouhém krystalu potřebuje takové množství maziva, které kompletně pokryje povrch krystalu (obvykle 0,5 ml), pro měření na jednoodrazovém ATR krystalu stačí minimální množství, resp. plocha vzorku 1–2 mm^2. Důležitým parametrem je tloušťka vrstvy maziva, která by pro naměření optimálního spektra měla být alespoň několik mikrometrů. Přesněji řečeno, hloubka průniku paprsku infračerveného záření od povrchu krystalu do vzorku se pohybuje

Tab. 1: Základní parametry testovaných plastických maziv

Plastické mazivo	Základní olej	Zpevňovadlo	KV 40 °C mm^2/s	KV 130 °C mm^2/s	Barva maziva	Cena orientačně
PAO tuk	PAO	Li mýdlo	50	4,5	žlutá	1
SIL tuk	Silikonový	Li mýdlo	75	22	bílá	5
PFPE tuk	PFPE	PTFE	150	29	bílá	20

Tab 2: Vyhodnocení životnostních testů plastických maziv

Plastické mazivo	Výsledek životnostního testu	Barva povrchu	Vyhodnocení kovového povrchu pomocí FTIR spektrometrie s využitím ATR techniky měření se ZnSe krystalem
PAO tuk	Předčasně ukončen	černá	Hlavní složkou jsou otěrové částice polyamidu, mazivo zdegradovalo a takřka vymizelo z povrchu
SIL tuk	Těsně prošel	tmavá	Lehká degradace maziva spojená s přítomností stop polyamidu
PFPE tuk	Vyhověl	bílá	Mazivo zůstalo nezměněno

od 0,1 do 5 µm v závislosti na typu optického materiálu, ze kterého je krystal vyroben, a na úhlu dopadu záření na krystal. Diamantový a ZnSe ATR krystaly mají hloubku pronikání infračerveného záření vyšší, germaniový krystal nižší. Hloubka pronikání se mění rovněž s vlnovou délkou používaného infračerveného záření – směrem k nižším vlnočtům je hloubka průniku vyšší.

Jednoodrazové ATR krystaly jsou tudíž velmi dobrým nástrojem, který umožňuje získávat informace přímo z povrchu třecí plochy, ať už jde o plast, či kov a do určité míry je lze použít i pro posouzení přítomnosti alespoň nějakého maziva na třecím povrchu.

Podrobněji bude uveden praktický příklad z automobilového průmyslu, kde je touto metodikou posuzován stupeň zestárnutí maziva na kovovém povrchu. Již dříve byla tato technika použita pro jednoduché posouzení přítomnosti konzervačního prostředku na povrchu kovu či pro stanovení zbytkové tloušťky vrstvy maziva na povrchu drátu po procesu tažení.

Praktický příklad

Výrobce třecího elementu, složeného z hliníkové slitiny, polyamidu a plastického maziva, prováděl životnostní testy 300 h při 130 °C za účelem výběru nejvhodnějšího maziva. Podmínky třecího kontaktu lze charakterizovat: rychlost 0,3 m/s, zatížení 5 MPa, vibrační pohyb 33 Hz s amplitudou 2,5 mm. Celkem správně byla vybrána tři plastická maziva, u kterých byl předpoklad dobré kompatibility s polyamidem a vyhovující v teplotním rozpětí od -40 °C do +130 °C. Dodatečně zjišťované vlastnosti těchto maziv jsou v *tabulce 1*.

Po provedení životnostních testů jsme obdrželi třecí elementy. Plastické mazivo, původně dávkované v gramech, nebylo okem viditelné, pouze na okrajích třecích elementů byly vidět zbytky vytlačeného maziva. Protože bylo zjevné, že se třecího procesu nezúčastnilo, byla prováděna analýza maziva přímo in situ – na povrchu hliníkové slitiny. Všechna měření byla prováděna odrazem, pomocí jednobodového ZnSe ATR krystalu. Získaná spektra, porovnaná se spektry čerstvých maziv, jsou ***v grafu č.3***. Výsledky testů, spolu s vyhodnocením spekter jsou v *tabulce 2*.

Závěrem

Spektra získaná FTIR spektrometrií s využitím techniky ATR měření pomocí jednoodrazového krystalu jsou méně intenzivní, avšak pro vyhodnocení přítomnosti maziva a stupně jeho zestárnutí na třecím povrchu, dávají užitečné a platné výsledky.

Provozní vyhodnocení plastických maziv dokreslilo výsledky životnostních testů; pro samotný výběr nejvhodnějšího maziva však nestačí. Svoji roli mohla hrát viskozita základového oleje, která byla v případě PAO tuku moc nízká, extrémně dobré mazivostní schopnosti PFPE tuku v tenké vrstvě a úplně nejdůležitějším parametrem nakonec může být cena maziva. Výsledky nelze zevšeobecňovat, neboť při použití jiného plastu či jiné slitiny, mohou být výsledky testů výrazně odlišné. ■

Ing. Jiří Valdauf, Ing. Lukáš Vaněk
a František Kesner PH.D.

ANALÝZA OLEJŮ PRO PREDIKTIVNÍ A PROAKTIVNÍ ÚDRŽBU

Tribotechnická diagnostika (dále jen TTD) je založena na pravidelném odběru vzorků maziv – většinou mazacích olejů – ze sledovaných strojů a jejich analýze. Pomocí analýzy lze zjistit jednak stav vlastního oleje, tak také stav sledovaného stroje. Mazací olej slouží v tomto případě jako médium unášející částice vzniklé opotřebením mazaných částí sledovaného stroje.

Analýzou částic se získají důležité informace o dějích ve stroji. Důležité je sledovat stroj průběžně a získat tak trendy obsahů částic v oleji, protože ty vypovídají dostatečně spolehlivě o změnách v režimu opotřebení. Druhou součástí TTD je analýza vlastního oleje, kterou zjistíme jak změny jeho fyzikálně-chemických vlastností, tak i jeho znečištění cizorodými látkami, např. vodou, mechanickým znečištěním nebo chemickými sloučeninami.

Aby výstupy z TTD opravdu přinášely uživatelům strojů užitečné informace o jejich strojích, je bezpodmínečně nutné rychle a správně interpretovat výsledky provedených analýz a na jejich základě zformulovat jasné a pokud možno stručné diagnostické závěry a doporučení pro další postup.

Schéma rozboru

Pro TTD je důležité splnit 3 následující požadavky – rychlost, přijatelná cena a komplexnost (každý protokol o analýze oleje provedené v rámci TTD musí obsahovat jasný závěr a doporučení dalšího postupu). První dva požadavky jdou proti třetímu, na jejich základě by měl být rozbor co nejjednodušší, naproti tomu správné vyhodnocení stavu oleje i stroje vyžaduje stanovit nezbytně ne nejmenší počet parametrů v rámci rozboru. S ohledem na tyto skutečnosti je třeba vytipovat co nejmenší, ale dostatečný počet zkoušek. Stanovené parametry se pochopitelně liší podle typu analyzovaného oleje (typu zařízení, ze kterého je vzorek oleje odebrán).

Interpretace výsledků TTD

Předpokladem správné interpretace výsledků analýzy mazacího oleje vzhledem ke stavu sledovaného stroje jsou: znalost složení materiálů použitých ve stroji, znalost provozních podmínek stroje a znalost všech neobvyklých událostí, které nastaly mezi odběry vzorků oleje. Je zřejmé, že bez dobré komunikace mezi laboratoří a uživatelem stroje by to nešlo. K dispozici jsou samozřejmě obecně platné údaje o tom, který kov se zvýšenou koncentrací v oleji indikuje zvýšené opotřebení kterého dílu *(viz tab. 2)*.

Tab. 1: Vybrané zkoušky pro různé typy olejů

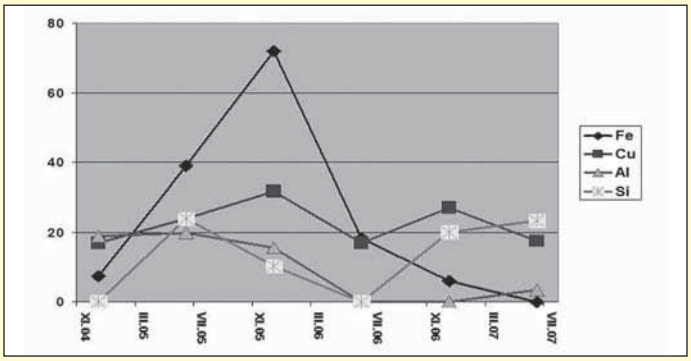
Typ oleje	Zkoušky
Motorový (benzin)	ICP - Al, Cr, Cu, Fe, Pb, Sn, Si, Mg, Mo, B, Na, K, Ca, Zn, P, Ni FTIR - voda, glykol, nitrace, palivo Viskozita při 40 °C
Motorový (nafta)	FTIR - voda, saze, sulfatace, oxidace, palivo Viskozita při 100 °C, TBN
Pro plynový motor	ICP - Al, Cr, Cu, Fe, Pb, Sn, Si, Mg, Mo, B, Na, K, Ca, Zn, P, Ni FTIR - voda, glykol, nitrace, oxidace, sulfatace Viskozita při 40 °C a 100 °C, TBN, TAN
Hydraulický	ICP - Al, Cr, Cu, Fe, Pb, Sn, Si, Mg, Mo, B, Na, K, Ca, Zn, P, Ni FTIR - voda, oxidace Viskozita při 40 °C, ISO kód (ISO čistota)
Turbinový	ICP - Al, Cr, Cu, Fe, Pb, Sn, Si, Mg, Mo, B, Na, K, Ca, Zn, P, Ni FTIR - voda, oxidace Viskozita při 40 °C, ISO kód (ISO čistota),TAN
Převodový	ICP - Al, Cr, Cu, Fe, Pb, Sn, Si, Mg, Mo, B, Na, K, Ca, Zn, P, Ni FTIR - voda, oxidace Viskozita při 40 °C
Pro vzduchové kompresory	ICP - Al, Cr, Cu, Fe, Pb, Sn, Si, Mg, Mo, B, Na, K, Ca, Zn, P, Ni FTIR - voda, oxidace Viskozita při 40 °C, TAN
Pro chladicí kompresory	ICP - Al, Cr, Cu, Fe, Pb, Sn, Si, Mg, Mo, B, Na, K, Ca, Zn, P, Ni FTIR - oxidace Viskozita při 40 °C, TAN, ISO kód (ISO čistota), obsah vody (KF)

Legenda: **ICP** – atomová emisní spektrometrie s indukcí vázanou plazmou (metoda, kterou se stanovuje obsah uvedených prvků v oleji); **FTIR** – infračervená spektrometrie s Fourierovou transformací (metoda, kterou se stanovuje degradace a znečištění oleje); **TBN** – celkové číslo alkality; **TAN** – celkové číslo kyselosti; **ISO kód** – tzv. kód čistoty oleje stanovený podle počtu částic v oleji rozdělených do 3 frakcí podle velikosti; **KF** – titrace podle Karla Fischera (může být coulometrická nebo volumetrická).

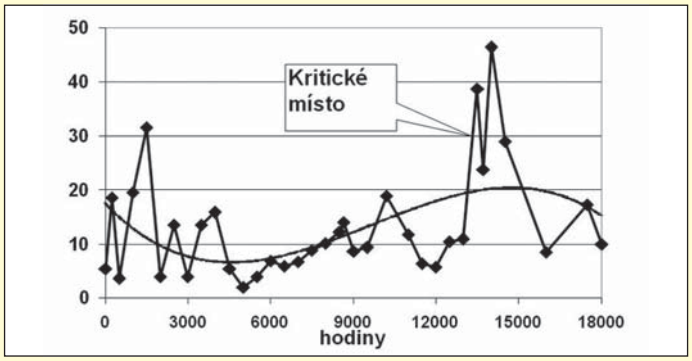
A kdy je obsah toho kterého otěrového kovu, který vznikl opotřebením stroje, zvýšený a vysoký? Zásadní otázka TTD nemá úplně jednoznačnou odpověď. Jednoduché řešení – uplatnit limity obsahu prvků – má svá nemalá úskalí. Především, jak tyto limity stanovit tak, aby opravdu korespondovaly se zvýšeným či intenzivním opotřebením jednotlivých dílů stroje? Tuto možnost má prakticky jen výrobce stroje na základě dlouhodobých provozních zkoušek svých výrobků. Během těchto zkoušek a na jejich závěr je nutné provádět prohlídky jednotlivých dílů spojené s proměřením intenzity jejich opotřebení ustáleném režimu provozu s nějakým minimálním opotřebením dílů stroje. Pak odchylka směrem k vyššímu obsahu sledovaného kovu znamená diagnostický signál zvýšeného opotřebení *(viz obr. 2)*. Hlavní výhodou TTD je, že při pravidelném sledování obsahu otěrových kovů je možné zaznamenat vznikající poruchu velmi brzy. Pak je možné včas přistoupit k opravě diagnostikovaného dílu. Oprava je z kategorie malých, tzn. levných a krátkých. V *tab. 3* je uvedeno porovnání nákladů v případě převodovky nakladače – když se provádí a neprovádí analýza oleje z převodovky. Je zřejmé, že i když by

Tab. 2: Možné zdroje jednotlivých prvků stanovených v mazacím oleji

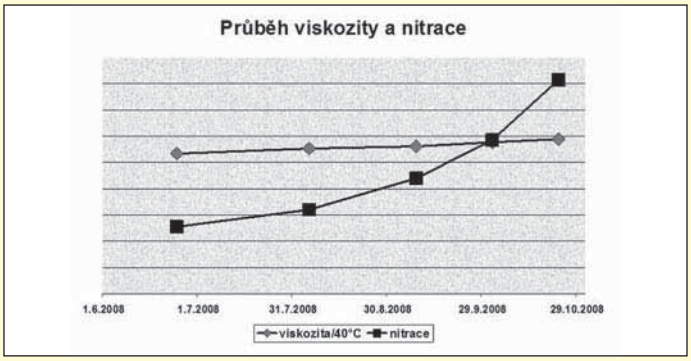
Prvek	Možný zdroj
Hliník (Al)	ložiska – pánve – písty – ventilátory – čerpadla – podložky – prach
Chrom (Cr)	ložiska – písty – vahadla – pouzdra – výfukové ventily – těsnění – hřídele
Měď (Cu)	ložiska – pánve – podložky – čerpadla – převody
Železo (Fe)	bloky – ložiska – válce – čerpadla – pánve – převody – písty – kroužky – ojnice
Olovo (Pb)	ložiska
Nikl (Ni)	ložiska – ventily – ojnice
Cín (Sn)	ložiska – pánve – písty



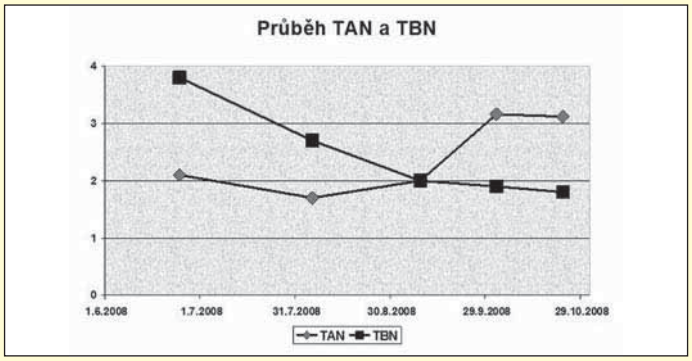
Obr. 1: Trend obsahu prvků v mazacím oleji



Obr. 2: Diagnostický signál při sledování obsahu otěrového kovu v oleji



Obr. 3: Degradace oleje v plynovém motoru vlivem vysoké teploty a oxidů dusíku



Obr. 4: Vliv paliva na degradaci oleje

a tyto výsledky dávat do souvislosti s naměřenými obsahy jednotlivých otěrových kovů. Jistě je jasné, že je to časově a finančně náročné. Také proto jsou limity obsahu otěrových kovů v mazacím oleji předepsány minimem výrobců strojů a často i výrobci, kteří ve svých provozních předpisech doporučují či nakazují provádět analýzy olejů včetně intervalů odběru vzorků, parametrů, které se mají měřit a jejich limitů, mají v kolonce otěrové kovy uvedeno „sledovat trendy". Typickým příkladem jsou někteří výrobci plynových motorů.

Takže trendy neboli sledování změn obsahů jednotlivých kovů v čase jsou tím účinným nástrojem tribotechnické diagnostiky *(viz obr. 1)*.

Typický průběh obsahu otěrového kovu je kolísání kolem nějaké hodnoty v tzv. se drobná oprava prováděla každých 2000 h, budou náklady na hodinu provozu nižší. A především, že největší úspora je v minimálním prostoji stroje.

Případové studie

Lisy v keramičce

V podniku vyrábějícím keramické dlaždice měli setrvalé problémy s poruchami hydraulických lisů. Příčinou byl prach přítomný v celém výrobním prostoru, který se přes válce lisů dostával do hydraulického oleje a způsoboval abrazivní opotřebení. Vedoucí údržby se proto rozhodl k okamžitému řešení – zavést dodatečné čištění hydraulických olejů a jejich analýzy, tedy jít cestou proaktivní údržby. Celé řešení problému bylo rozvrženo do 4 etap. V první pracovníci údržby podrobně zmapovali situaci a identifikovali hlavní problémy.

Tab. 3: Porovnání nákladů na provoz a opravy

	S analýzou olejů	Bez analýzy olejů
Počet hodin do opravy	2000	12 175
Cena opravy	20 000,-	275 000,-
Cena 1 h provozu	10,-	23,-
Délka nutného prostoje	4–8 h	několik dní

Ke druhé byli přizváni externisté, kteří údržbáře zaškolili ve správném používání přídavného čištění, v odběrech vzorků olejů a vyložili důležitost a přínosy proaktivní údržby. Třetí a čtvrtá etapa znamenaly zavedení pravidelného čištění hydraulických olejů a odběrů a analýz vzorků olejů. Po uplynutí jednoho roku od zavedení přídavného čištění a analýz olejů bylo provedeno komplexní vyhodnocení celého systému. Nejdůležitějším zjištěním bylo, že v průběhu roku nebyla nutná ani jedna odstávka zařízení. Minimalizovaly se náklady na výměnu náhradních dílů – zde šlo především o čerpadla z hydraulických systémů lisů. Cena čerpadla je několik desítek tisíc korun. Bylo dosaženo významného prodloužení výměnných lhůt olejů. Původní výrobcem lisů doporučený výměnný interval byl 2000 provozních hodin. V podniku

Tab. 4: Výsledky analýz vzorků z motoru spalujícího bioplyn s vyšším obsahem síry

Datum odběru	24. 6.	5. 8.	8. 9.	2. 10.	23. 10.
Viskozita/40 °C (mm2/s)	106,7	110,6	112,3	115,4	117,7
Viskozita/100 °C (mm2/s)	14,40	14,82	15,29	15,33	15,60
TAN (mg KOH/g)	2,10	1,70	2,00	3,16	3,12
TBN (mg KOH/g)	3,8	2,7	2,0	1,9	1,8
Oxidace	35	45	58	72	94
Nitrace	51	64	88	117	163
Glykol (%)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Voda (%)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Tab. 5: Výsledky analýz vzorků z motoru spalujícího bioplyn s nízkým obsahem síry

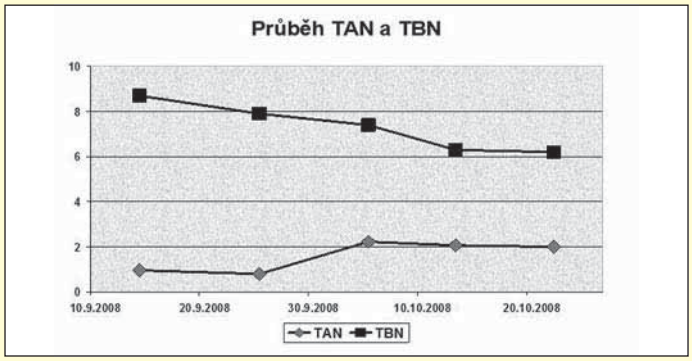
Datum odběru	14. 9.	25. 9.	5. 10.	13. 10.	22. 10.
Viskozita/40 °C (mm^2/s)	137,3	140,5	143,1	145,9	148,8
Viskozita/100 °C (mm^2/s)	14,69	14,49	14,43	14,63	14,86
TAN (mg KOH/g)	0,96	0,80	2,23	2,08	2,00
TBN (mg KOH/g)	8,7	7,9	7,4	6,3	6,2
Oxidace	22	17	23	27	39
Nitrace	<1	12	22	27	39
Glykol (%)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Voda (%)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

mají dva typy lisů s různým namáháním hydraulického oleje. U jednoho typu byl dosažen průměrný interval 8000 h, ve druhém dokonce 16 000 h (což tedy bylo samozřejmě zjištěno až po 2 letech provozu, po tom prvním bylo konstatováno, že olej není nutné měnit). A z finančního hlediska byla zajímavá i možná záměna oleje typu HV (původně doporučený) za olej typu HM, jehož cena je nižší. Ve výrobních halách neklesá teplota pod +5 °C a dlouhodobým sledováním strojů s nasazeným olejem typu HM bylo zjištěno, že ani stroj, ani olej touto záměnou netrpí.

Sledování plynových motorů

V prvním příkladu jsou uvedeny výsledky analýz oleje z motoru spalujícího bioplyn s vyšším obsahem síry. Olej má viskozitní třídu SAE 15W-40. V *tab. 4* je časový přehled výsledků analýz. Je zřejmé, že kvalita plynu výrazně ovlivňuje stav oleje. Protože olej nebyl vyměněn po analýze vzorku z 8. 9., jeho degradace dále pokračovala a vzorek odebraný 23. 10. už je výrazně degradován. Průběh vybraných hodnot na *obr. 3 a 4* jasně dokumentuje degradaci oleje. Jedním faktorem byly provozní podmínky plynového motoru *(obr. 3)* a druhým kvalita paliva *(obr. 4)*.

Pro druhý příklad byl vybrán motor spalující také bioplyn, ale obsah síry v tomto plynu dosahoval maximálně 200 mg/m^3. Olej má viskozitní třídu SAE 40. I když sledovaná doba byla kratší, než v prvním příkladu, i tak lze říci, že výrazně menší vliv na stav oleje je zřejmý *(viz tab. 5 a obr. 5)*.



Obr. 5: Vliv paliva s nízkým obsahem síry

Závěr

Kvalitní TTD je součást moderního systému údržby strojů, pro její co největší efektivitu je naprosto nutná velmi dobrá spolupráce lidí z laboratoře provádějící analýzy olejů s lidmi z podniku (pracovníci údržby), ve kterém jsou stroje sledovány. K tomu je jistě nutné splnit určité technické předpoklady – znalost materiálů, znalost parametrů použitého oleje a jejich limitů a znalost provozních podmínek stroje. Pak aplikace TTD v rámci údržby strojů přináší reálné a nezanedbatelné úspory. ■

Ing. Vladimír Nováček, ALS Czech Republic, s.r.o., vladimir.novacek@alstribology.com

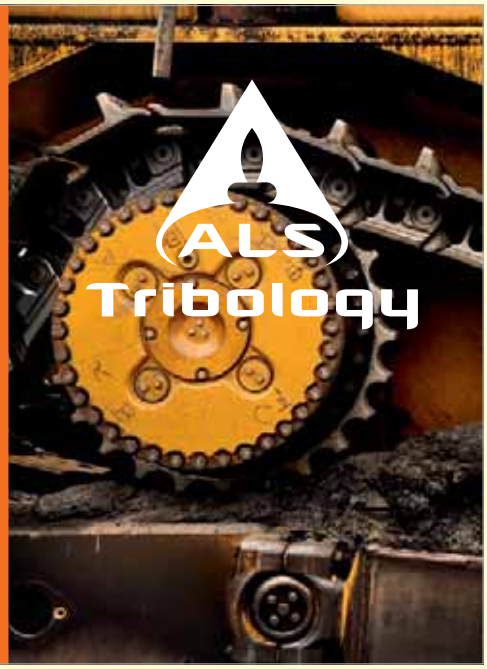
ALS Tribology poskytuje detailní analýzy mazacích olejů pro dosažení bezporuchového provozu a vysoké produktivity zařízení pomocí preventivní údržby.

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

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

vladimir.novacek@alsglobal.com
tel: +420 284 081 575,
mobil: +420 602 162 535



POUŽITELNOST CENTRÁLNÍCH MAZACÍCH SYSTÉMŮ PRO RŮZNÉ DRUHY MAZIV

Prvky a systémy mazací techniky jsou souborem zařízení, která slouží k dopravě mazacích prostředků do třecích ploch strojů a strojních zařízení za účelem snížení třecí síly a intenzity opotřebení. Jsou nedílnou součástí většiny strojů a strojních zařízení a jejich technická úroveň výrazně ovlivňuje technickou úroveň jimi osazených objektů, jako např. třecí dvojice, jednotlivé funkční skupiny, stroj, strojní zařízení či komplex strojů.

Správná volba prvků a systémů mazací techniky, jejich vhodné uspořádání a rozmístění jsou základními podmínkami dosažení kladného ekonomického efektu při jejich využívání. Nasazování centrálních mazacích systémů (CMS) na strojích a strojních zařízeních je výhodné a někdy zcela nepostradatelné. Mazací systémy dopravují mazací látku (olej / tekuté plastické mazivo / plastické mazivo) do mazaných míst (na stykovou plochu pohybujících se částí) v přesně stanoveném množství a čase, nezávisle na odporu proti vnikání maziva do mazaného místa a nezávisle na „negativním lidském faktoru" za účelem:

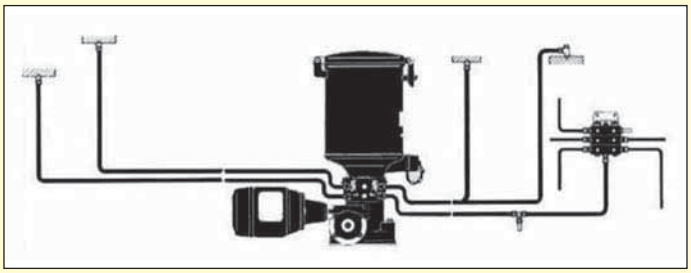
- snížení tření a valivého odporu (snížení opotřebení a hnací energie),
- zvýšení ekologičnosti a hygieny provozu (ochrana životního prostředí),
- zvýšení bezpečnosti práce.

Centrální mazání

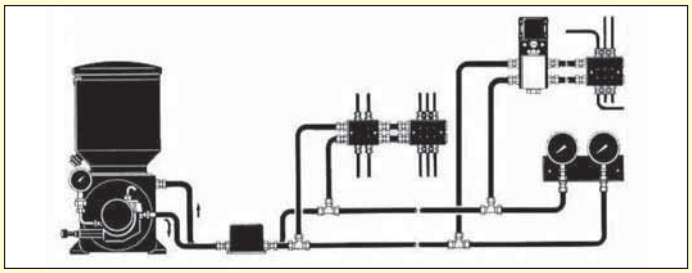
Mazací prostředky se do mazacích míst dopravují automaticky pomocí mazacích prvků, uspořádaných do centrálních mazacích systémů. Prvky centrálních mazacích systémů se rozdělují na tyto základní skupiny:

- zdroje tlakového maziva,
- rozdělovací a dávkovací prvky,
- ovládací, řídicí a kontrolní prvky,
- rozvodné potrubí a příslušenství mazacích systémů.

Z výše uvedených prvků se sestavují jednotlivé centrální mazací systémy.



Obr. 1: Vícepotrubní CMS



Obr. 2: Dvoupotrubní CMS

Rozdělení centrálních mazacích systémů

Obecně rozdělujeme CMS podle nejrůznějších hledisek *(viz tab. 1)*. Hlavním znakem pro rozdělení CMS je počet tlakových potrubí mezi zdrojem tlakového maziva a mazacími místy, popř. mezi zdrojem tlakového maziva a rozdělovacími nebo dávkovacími prvky (Základní systémy) a určení CMS pro příslušné aplikace (Speciální systémy). Dále můžeme CMS podrobněji rozdělovat podle dalších hledisek – oběhové a ztrátové, pro plastická maziva nebo mazací oleje, pro jedno, dvě či více mazacích míst, s pohonem zdroje tlakového maziva ručním, mechanickým nebo elektrickým, s ovládáním závislosti na čase nebo na zatížení mazaného stroje či zařízení a další.

Tabulka 1: Rozdělení centrálních mazacích systémů

Centrální mazací systémy			
Základní systémy		Ztrátové mazání	Oběhové mazání
1	Vícepotrubní CMS	olej, plastické mazivo	olej
2	Dvoupotrubní CMS	olej, plastické mazivo	olej
3	Škrticí CMS	olej	olej
4	Jednopotrubní CMS	olej, (plastické mazivo)	olej
5	Progresivní CMS	olej, plastické mazivo	olej
6	Kombinace základních CMS	olej, plastické mazivo	olej
7.1	Postřikovací CMS	olej, plastické mazivo	olej
7.2	Směšovací CMS	olej, (plastické mazivo)	/
7.3	Mazání olejovou mlhou	olej	/

Základní CMS

Na základě svých technických a ekonomických vlastností jsou jednotlivé základní CMS použitelné vždy pro určité stroje a strojní zařízení v různých oblastech průmyslu. Vícepotrubní CMS se používají pro mazání menších a středně velkých strojních zařízení, případně je lze užít i pro mazání některých samostatných uzlů velkých strojních celků s malým počtem mazacích míst. Dvoupotrubní CMS jsou určeny pro osazování rozsáhlých strojních celků s velkým počtem mazacích míst, se značnými vzdálenostmi mezi zdroji tlakového maziva a mazacími místy, které pracují v drsných provozních a klimatických podmínkách. Jednopotrubní CMS slouží k osazování menších strojů s malým až středním počtem mazaných míst a pracujících ve vhodných provozních podmínkách. Progresivní CMS jsou vhodné pro mazání malých a středně velkých strojů a strojních zařízení se středním počtem mazacích míst, které pro svou funkci vyžadují kontrolovatelnou dávku do všech mazaných míst. Základní CMS lze podle potřeby navzájem kombinovat, případně (pokud to jejich technické vlastnosti vyžadují) i částečně slučovat.

Vícepotrubní CMS pro mazací oleje i plastická maziva do NLGI-TŘ. 2(3)

Slouží k mazání strojů a strojních zařízení do ca 60 i více mazacích míst (MM) a do vzdálenosti max. ca 20 m. Tento systém je vhodný pro mazání kompaktních celků a používá se především pro dopravu mazací látky do třecích dvojic, u kterých není nutná 100% kontrola dodávky. Množství maziva pro každé jednotlivé MM (dvojici MM) se nastavuje přímo na čerpací jednotce mazacího přístroje (popř. spojováním vývodů), celkové dodávané množství je možné měnit volbou režimu provozu. Pomocí vhodných rozdělovačů je možné rozšířit počet MM a případně kontrolovat dodávku maziva do těchto mazacích míst. Systém je velmi jednoduchý z konstrukčního i uživatelského hlediska.

Dvoupotrubní CMS pro mazací oleje i plastická maziva do NLGI-tř. 3

Slouží k mazání strojů a strojních zařízení s velkým počtem mazacích míst (i 1000 a více), vzdálených až 100 i více metrů. Systém je velmi provozně spolehlivý, odolný proti mechanickému poškození a vlivům prostředí. Snadno se docílí požadovaného množství maziva do jednotlivých mazacích míst (velikostí a regulací zdvihu pístu dávkovačů či změnou režimu provozu). Dodávka maziva je zcela nezávislá na různých protitlacích v mazacích místech *(obr. 2)*.

Škrticí CMS pouze pro mazací oleje

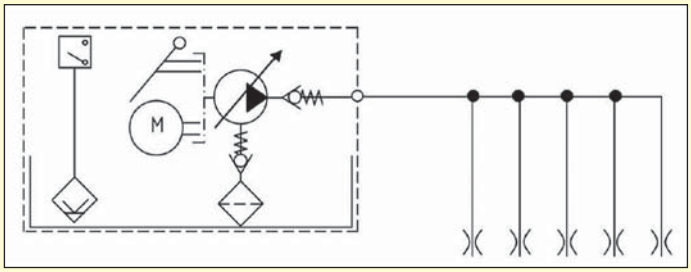
Škrticí CMS pro mazací oleje slouží k mazání strojů a strojních zařízení (nebo jejích částí) od několika až do ca 200 mazacích míst. Osazují se nimi stroje (obráběcí, textilní, tvářecí, polygrafické, balicí, na tlakové lití apod.) a části strojů (např. řetězy – pracovní i poháněcí, nástroje apod.) v celém rozsahu strojírenství *(obr. 3)*

Jednopotrubní CMS pro mazací oleje (výjimečně i plastická maziva)

Jsou použitelná pro různé konzistence mazacích látek a slouží k mazání strojů a strojních zařízení (nebo jejích částí) od několika až do cca 100 MM. Jednopotrubními CMS se osazují stroje a části strojů v celém rozsahu strojírenství. Lze je použít také pro technologické mazání obráběcích nebo tvářecích operací. Velkou výhodou je jejich jednoduché řešení, stejně jako snadná a časově nenáročná montáž *(obr. 4)*.

Progresivní CMS pro mazací oleje i plastická maziva do NLGI-TŘ.2(3)

Slouží k mazání strojů a strojních zařízení až do cca 100 (i více) mazacích míst vzdálených desítky metrů *(viz obr. 5)*. Systém je provozně velmi spolehlivý, odolný proti mechanickému poškození a vlivům prostředí. Uspořádáním a provedením rozdělovačů docílíme dodávání požadovaného množství maziva do jednotlivých mazacích míst v širokém rozsahu. Princip funkce umožňuje 100% kontrolu („ucpání i prasknutí") dodávky maziva do všech mazacích míst.



Obr. 3: Hydraulické schéma škrticího CMS

Postřikovací CMS pro mazací oleje i plastická maziva do NLGI-TŘ.2(3)

Postřikovací CMS *(viz obr. 6)*, jsou použitelné pro celou škálu maziv od olejů až po plastická maziva. Slouží především k dopravě mazací látky na otevřená mazaná místa (boky zubů ozubených převodů, okolky kol kolejových vozidel, řetězy, vodicí plochy aj.) nebo pro technologická mazání. Používají se v celém rozsahu strojírenství. Nahrazují dříve používané mazací systémy – např. brodicí nebo kapací. Počet mazacích míst a vzdálenosti jsou limitovány parametry zvolených prvků.

Směšovací CMS pro mazací oleje i plastická maziva do NLGI-TŘ.2(3)

Jsou použitelné pro celou škálu maziv od olejů až po plastická maziva. Slouží především k mazání strojů a strojních zařízení (nebo jejích částí) s uzavřenými MM, ale jsou použitelné i pro otevřená MM (např. ozubené převody, řetězy, vodicí lišty apod.) nebo pro technologické mazání. Tlakový vzduch MM zároveň chladí a vytváří na nich přetlak. Jejich použití je v celém rozsahu strojírenství. Slouží k mazání strojů a strojních zařízení s cca 100 (i více) MM (vzdálenými až několik desítek metrů od mazacího přístroje) pracujících v náročných provozních podmínkách.

Olejová mlha pouze pro mazací oleje

Mazání olejovou mlhou se zařazuje (spolu s postřikovacím a směšovacím mazáním) mezi mazací systémy, u kterých se pro dopravu mazací látky do mazacích míst využívá proudící tlakový vzduch. Ve většině případů jde o mazání ztrátové. Používá se:

- k mazání vysoce tepelně zatížených valivých a kluzných ložisek (např. v hutích, válcovnách, gumárnách apod.),
- k mazání valivých a kluzných ložisek s vysokým počtem otáček a obvodovou rychlostí (např. vysokofrekvenčních vřeten, brusek, vzduchových turbín apod.),
- k mazání třecích uzlů, které jsou vystaveny působení škodlivých plynů a kapalin nebo prachu (např. strojů v chemickém, těžebním či potravinářském průmyslu, brusek, stavebních strojů apod.),
- k mazání těžko přístupných mazaných míst (speciálně také uzavřených převodů) např. u výrobních strojů,
- k mazání řetězů, lan nebo jiných součástí, při jejichž mazání nesmí být provoz přerušen,
- k mazání kloubových vřeten.

V mazacím agregátu se do proudícího tlakového vzduchu podtlakem přisává mazací látka a ve formě olejové mlhy je rozvětvujícím se potrubím (bez použití dávkovačů či rozdělovačů) přiváděna k mazacím místům. Ve výstupu z mazacího místa se umísťuje mazací tryska, ve které se vysrážejí z olejové mlhy kapky maziva a ty jsou tlakovým vzduchem dopraveny na třecí plochy.

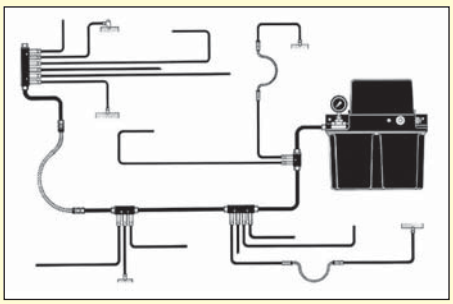
Kondenzací se zamezuje unikání olejové mlhy z mazaných míst do okolí a mazivo ve formě kapek má lepší mazací schopnost než olejová mlha. Prostor uzavřených mazaných míst musí být opatřen kanály pro odvádění tlakového vzduchu a maziva. Potřebné relativní množství maziva do jednotlivých mazaných míst se dosáhne použitím příslušných velikostí mazacích trysek. Tlakový vzduch mazaná místa rovněž ochlazuje a vytváří v nich přetlak, který zabraňuje vnikání nežádoucích látek z okolí.

Mazací látku ve formě olejové mlhy lze dopravovat do až stovek (i tisíců) mazacích míst vzdálených až stovky metrů od mazacího agregátu ***(obr. 7).***

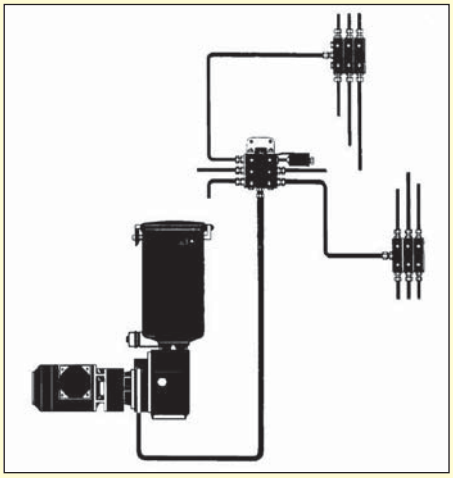
Závěr

CMS mohou do mazacích míst dopravovat mazací látky v širokém rozsahu fyzikálních (viskozita nebo konzistence) parametrů a chemických nebo ekologických vlastností. Systém může pracovat periodicky nebo kontinuálně a v automatickém nebo ručním režimu, který se volí podle charakteru a podmínek provozu.

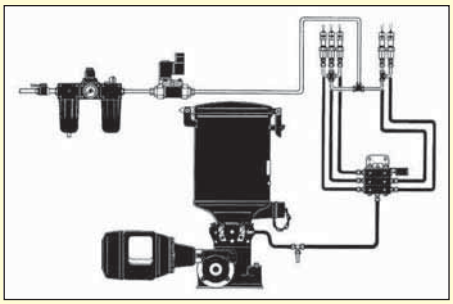
CMS lze aplikovat u výrobců i provozovatelů strojů a strojních zařízení (formou dodatečné montáže), nejvýhodněji formou dodávky kompletních systémů a služeb (montáž / šéfmontáž, sledování provozu / provozování apod.).



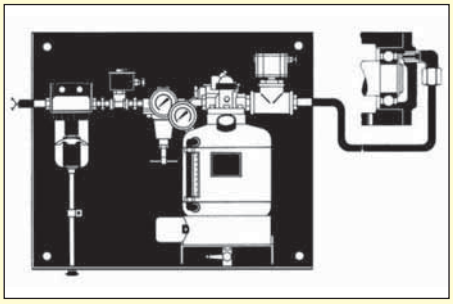
Obr. 4: Jednopotrubní CMS



Obr. 5: Progresivní CMS se sériově uspořádanými progresivními rozdělovači a kontrolou chodu hlavního rozdělovače



Obr. 6: Postřikovací CMS



Obr. 7: Systém mazání olejovou mlhou

Životnost CMS, ekonomická návratnost nákladů na jejich pořízení, jejich flexibilita na aktuální provozní podmínky a především kladné provozní zkušenosti po jejich nasazení jsou hlavními důvody pro jejich výraznější používání v různých oblastech průmyslu. Jejich správná aplikace snižuje provozní náklady, zlepšuje ekologii a hygienu provozu a zvyšuje bezpečnost práce.

Ing. Pavel ŠPONDR, Ing. Antonín DVOŘÁK, Ph. D.,
ŠPONDR CMS, spol. s r. o.

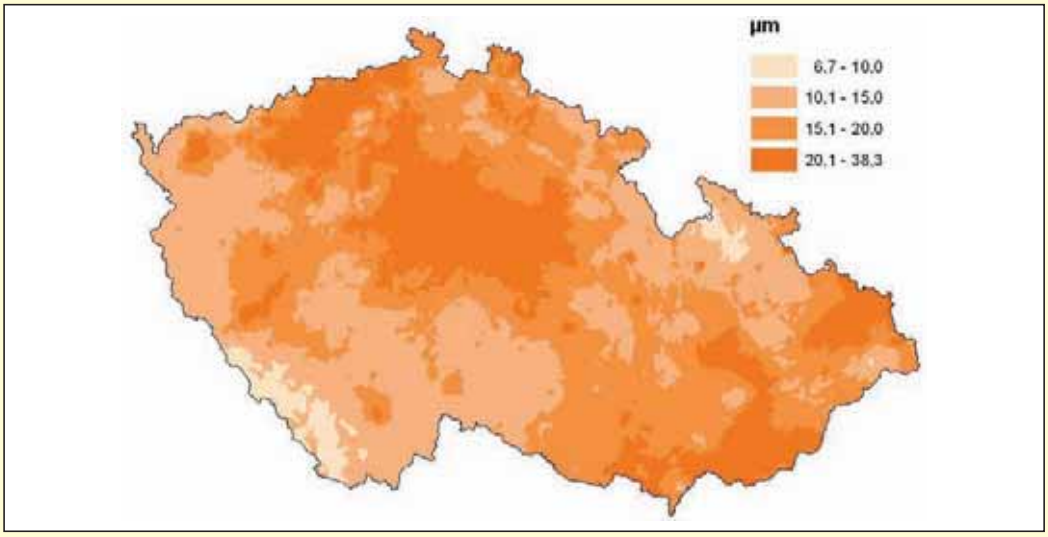
KOROZE A KONZERVACE

Ve strojírenské výrobě, přepravě, při skladování a montáži je v dnešní době kladen veliký důraz na zajištění některých neměnných parametrů součástí. Snahou je zajistit jejich dlouhodobou funkčnost a zamezit působení degradace způsobené převážně klimatickými vlivy prostředí. Nejobávanějším jevem, známým od nepaměti a patrným u řady materiálů, je korozní agresivita.

Koroze

Jde o proces, při kterém je nejčastěji povrch kovových, nekovových, ale i anorganických materiálů samovolně a postupně narušován vlivem chemických nebo elektrochemických reakcí s okolním prostředím. Tento jev nelze zcela zastavit a není jednoduché ho alespoň co nejvíce oddálit či zpomalit. Probíhat může v různých prostředích, jako plynech, kapalinách, zeminách a různých chemických látkách, které jsou s materiálem v přímém styku. Negativní důsledek tohoto působení se může projevit mnohdy rozdílně. A to změnou vzhledu, počínaje přes zhoršení původních vlastností až do té nejhorší podoby, kdy dochází k úplnému znehodnocení a rozpadu celistvosti samotného materiálu. Rychlost působení těchto jevů má přímou závislost na mnoha faktorech. Náleží k nim klimatické podmínky okolí, relativní vlhkost prostředí, srážky, tlak a proudění vzduchu, plynné znečištění, vzdušná salinita, celková teplota, nečistoty v podobě prachu, biologičtí činitelé, apod.

Riziko koroze je u řady výrobků vyšší převážně ve fázi přepravy, skladování a manipulace, tedy v období, než se součást dostane k samotnému spotřebiteli a na místo používání výrobků.



Obr. 1 Korozní mapa ČR – korozní úbytky pro uhlíkovou ocel po prvním roce expozice

Tabulka 1: Typická atmosférická prostředí k odhadu stupně agresivity (EN ISO 9223)

Korozní agresivita		Typická prostředí – příklady	
		Vnitřní	**Venkovní**
C1	Velmi nízká	Vytápěné prostory s nízkou relativní vlhkostí a nevýznamným znečištěním – školy, kanceláře apod.	Suché nebo chladné klimatické pásmo, atmosférické prostředí s velmi malým znečištěním a dobou ovlhčení – pouště, Arktida / Antarktida.
C2	Nízká	Nevytápěné prostory s měnící se teplotou a relativní vlhkostí, s malým znečištěním – sklady, sportovní haly apod.	Mírné klim. pásmo, atm. prostředí s malým znečištěním – venkovské oblasti. Suché nebo chladné klim. pásmo,atm. prostředí s krátkou dobou ovlhčení.
C3	Střední	Prostory se střední četností kondenzace a středním znečištěním – potravinářské závody, prádelny, mlékárny apod.	Mírné klim. pásmo, atm. prostředí se středním znečištěním – městské oblasti. Subtropy a tropy, atm. prostředí s malým znečištěním.
C4	Vysoká	Prostory s velkou četností kondenzace a velkým znečištěním – průmyslové závody, plavecké bazény apod.	Mírné klim. pásmo, atm. prostředí s velkým znečištěním SO_2 nebo vlivem chloridů – znečištěné městské oblasti, pobřežní oblasti (bez postřiku vodou). Subtropy a tropy, atmosférické prostředí se středním znečištěním.
C5	Velmi vysoká	Prostory s velmi velkou četností kondenzace a/nebo velkým znečištěním – doly, nevětrané přístřešky s subtropech a tropech.	Mírné subtropické klim. pásmo, atm. prostředí s velmi vysokým znečištěním SO_2 a/nebo vlivem chloridů – prům. oblasti, pobřežní oblasti.
CX	Extrémní	Prostory s téměř neustálou kondenzací nebo extrémní vlhkosti a/nebo velkým znečištěním – nevětrané přístřešky ve vlhkých tropech s pronikáním venkovního znečištění vč. chloridů.	Subtropické a tropické klim. pásmo, atm. prostředí s velmi vysokým znečištěním SO_2 a/nebo silným vlivem chloridů – extrémní prům. oblasti, pobřežní oblasti, působení solné mlhy.

Způsoby uložení výrobků při skladování a přepravě se definují:

- **způsob 1** – volné uložení na nekrytých místech, tj. volné sklady, otevřené dopravní prostředky (nekryté plošiny vozů a paluby lodí);
- **způsob 2** – uložení pod přístřešky, kryté, ale jinak neuzavřené prostory (ložné plochy kryté plachtou);
- **způsob 3** – uložení v uzavřených prostorech bez úpravy prostředí (nevytápěné sklady, kontejnery, skříňové nákladní automobily, nákladové prostory lodí, apod.);
- **způsob 4** – uložení v uzavřených, klimatizovaných prostorech, tj. sklady s regulovaným kryptoklimatem, kontejnery s vypařovacími inhibitory koroze.

Konzervace

Ztráty způsobené korozí jsou vždy značnou ekonomickou zátěží. Protikorozní ochrana je proto velmi důležitá a je zapotřebí jí věnovat zvýšenou pozornost. Včasné zlepšení ochrany proti korozi je příspěvkem, který může snížit následky korozních ztrát na minimum. Za tímto účelem se cíleně provádí činnost nazvaná konzervace. Ta může mít celou řadu nejrůznějších podob. Trvalá protikorozní ochrana se realizuje např. ve formě povlaků kovů nebo pomocí organických nátěrů. Dočasná protikorozní ochrana se dělí podle způsobu aplikace na přípravky k přímému nanášení, které tvoří na povrchu bariérovou ochrannou vrstvičku (povlak), a přípravky obalové. V praxi se často řeší kombinace ochranné vrstvy a obalu. Důležitým článkem ve fázi přípravy protikorozních opatření je korozní průzkum, který stanoví korozivitu daného prostředí s návrhem protikorozních opatření. Pro posouzení rizik a odhad korozních úbytků materiálů slouží speciální korozní mapy klimatických pásem a oblastí *(viz obr. 1)* a stupně korozní agresivity *(viz tab. 1)*. Volba optimální ochrany je často komplikovaná. Určuje jí složení a citlivost materiálu, charakter povrchu (drsnost, čistota), technologické možnostmi aplikace (ponor, postřik,

Obr. 2 Test vytěsnění vody (Dewatering fluid)

Jedny z nejpoužívanějších a nejdéle zavedených na trhu jsou konzervační oleje. Určeny jsou především pro krátkodobou a střednědobou ochranu železných i neželezných kovů v řádu měsíců, v kombinaci s vhodným balením je lze použít i pro ochranu dlouhodobou. Konzervační účinek těchto produktů je dán jednak povlakem oleje, který zabraňuje přístupu vlhkosti k povrchu, tak i následnou bariérou v podobě přítomného inhibitoru (látek zpomalujících či zamezujících korozi). Konzervační oleje se liší svou viskozitou, která ovlivňuje schopnost oleje udržet se na ošetřeném povrchu a sílu ochranné vrstvy.

Konzervační roztoky nacházejí uplatnění tam, kde z bezpečnostních či ekologických důvodů nelze použít jiné konzervační prostředky. Roztoky jsou snadno biologicky odbouratelné, kapaliny mají široké spektrum užitných vlastností. Uplatnění nacházejí např. při výrobě profilů a trubek, kde slouží i pro následnou konzervaci. Vyznačují se vysokou vydatností a jsou navrženy na krátkodobou mezioperační konzervaci železných i neželezných kovů v uzavřeném prostředí. Po odpaření vody zanechají na povrchu konzervovaného materiálu tenkou suchou ochrannou vrstvu (neznečišťují obal). Lze je aplikovat ihned po opracování, kde je povrch součásti ještě se zbytky provozních médií (chladicích, obráběcích vodou mísitelných kapalin).

Další v řadě konzervačních prostředků s velice dobrou přilnavostí ke kovovým povrchům, na kterých tvoří měkký povlak, jsou konzervační tuky. Používají se tam, kde i při provozu zařízení jsou primárně používány jako mazivo. Obecně jsou určené na dlouhodobou ochranu vnějších i vnitřních povrchů výrobků ze železných i neželezných kovů, pro mazání a konzervaci ložisek, kluzných ploch atd. Také jako montážní konzervační produkty pro korozní ochranu kovových součástí a kotvicích prvků, pro dlouhodobé skladování i na volném prostranství.

Jedny z nejúčinnějších protikorozních prostředků s velmi silnými povlaky jsou konzervační vosky. Po zaschnutí vytvoří na povrchu pevný, ale pružný ochranný film, který dobře odolává i mechanickému poškození, vodě a solím, i bez dodatečného balení. Konzervační vosky jsou roztoky nebo disperze mikrokrystalických vosků, případně jejich směsí, např. s parafíny a inhibitory koroze v organických rozpouštědlech. Tyto prostředky zajišťují dlouhodobou ochranu i při ztížených klimatických podmínkách (konzervaci výrobků dopravovaných mezikontinentální námořní dopravou do tropických oblastí). Jsou vhodné na konzervaci široké škály různorodých kovových i nekovových materiálů (mobilní techniky při dlouhodobém skladování).

V případě konzervačních emulzí se dá využít i jejich chladicí a mazací schopnost při operacích třískového nebo beztřískového obrábění kovů. Tyto kapaliny se také často používají jako zkušební nebo tlaková média hydraulických soustav. Síla povlaku a ochranná účinnost je závislá hlavně na zvolené koncentraci. Výhodou tohoto ochranného filmu je, že se v řadě případů již nemusí následně dekonzervovat.

Závěr

Ochranná účinnost konzervačních prostředků se posuzuje podle minimální relativní ochranné účinnosti na základě urychlené laboratorní zkoušky, kterých existuje velké množství. Ke zkouškám se používají např. standardní etalonové destičky kovů (nejčastěji oceli tř. 11) o rozměrech 30 x 80 mm (viz obr. 2), které se nakonzervují a periodicky prohlížejí v průběhu klimatického působení. V některých případech je vhodné zkoušet prostředky dočasné protikorozní ochrany i na skutečných výrobcích. V tomto případě se mohou projevit nedostatky v předchozích úpravách čištění, odmašťování, atd. Jelikož protikorozní ochrana materiálů je často v praxi podceňována, lze se setkat s hrubým zanedbáním základních pravidel technických podmínek dočasné protikorozní ochrany. Optimální volbu vhodného ochranného systému pro konkrétní podmínky a správný výběr konzervačního prostředku je dobré konzultovat s dodavatelem nebo přímo u výrobce. ■

Ing. Petr Beneš, PARAMO, a.s., OTS

nanášení štětcem). Dále i tvarová složitost výrobku a hmotnost, funkčnost, prostředí jakému bude součást vystavena, ekologické podmínky při aplikaci i po ní, cena, způsob dekonzervace atd.

Ochrannými protikorozními prostředky se rozumí soubor opatření pro zabezpečení dočasné protikorozní ochrany materiálu.

Rozsáhlou skupinu povlakových konzervačních dočasných protikorozních prostředků tvoří produkty na ropné bázi. Na trhu jsou zastoupeny konzervační prostředky, jak pro krátkodobou mezioperační ochranu, tak i střednědobou a dlouhodobou konzervaci, které se velmi snadno a rychle nanášejí na povrch součástí.

Kritérium požadované doby ochrany:

- **mezioperační** (do 1 měsíce);
- **krátkodobá** (do 6 měsíců);
- **střednědobá** (max. do 2 let);
- **dlouhodobá** (až 10 let).

Technická směrnice na povlakové prostředky dočasné protikorozní ochrany je součástí doporučení norem ISO dle technické normy ČSN EN ISO 6743 Maziva, průmyslové oleje a příbuzné výrobky.

(třída L) – skupina R (dočasná ochrana proti korozi):

- konzervační oleje;
- konzervační roztoky;
- konzervační vazelíny;
- konzervační vosky;
- konzervační emulze.

ÚČINEK PROCESNÍ KAPALINY NA TVÁŘENÍ ZÁVITŮ V PLECHU

Tváření závitů do ocelových plechů je dnes velmi rozšířenou operací, neboť poskytuje relativně přesné a pevné závitové plochy, které poskytují spolehlivý šroubovaný spoj. Tato operace navazuje zpravidla na tvářecí operaci, jejímž cílem je vytvoření průchozí díry a předtvarování materiálu ve tvaru hrdla pro dosažení dostatečného počtu nosných závitů.

Současné trendy zahrnují nové tvary tvářecích částí závitníků, aplikace nových nástrojových materiálů, zejména povlakovaných, a účinné mazání v operaci tváření závitů. Kvalita této operace ovlivňuje funkční vlastnosti závitu, zejména jeho geometrické parametry, úchylky tvaru a polohy, ale i velikost zpevnění materiálu, jeho zbytkovou napjatost a další materiálové vlastnosti, jako např. korozivzdornost. Provozní zkoušky ukazují, že takto zhotovené závity lze úspěšně aplikovat mimo oceli například i na slévárenské lehké slitiny, lité pod tlakem, dynamicky namáhané, kde vykazují lepší životnostní ukazatele a odolnost proti vibracím (např. závity přírub těles čerpadel).

Moderní procesní kapaliny na tváření závitů

V současné době existuje celá řada procesních kapalin, které lze využít k operaci tváření závitů – od organických látek a olejů až po plně syntetické produkty, obohacené o vysokotlaká aditiva. Z této řady byly vybrány k testování tyto nové produkty společnosti Cincinnati Milacron:

- **Milform 2128** – „odpařovací" mazivo, vyvinuté pro náročné operace lisování a tažení v odvětvích výroby klimatizačních zařízení a přenosu tepla. Milform 2128 je posílen přísadami snižujícími otěr a zvyšujícími mazivost za účelem dosažení maximální životnosti nástrojů a tvářitelnosti dílců (bez další specifikace). „Odpařovací" vlastnost tohoto maziva zaručuje vysokou mazivost na rozhraní nástroje a zpracovávaného materiálu a současně nezanechává nevzhledná rezidua, která mohou ovlivňovat následné montážní nebo výrobní procesy. Toto mazivo se doporučuje především pro lisování a tažení hliníkových žeber, ale i pro lisování a tažení ocelových, měděných, mosazných a hliníkových zastudena válcovaných plechů do tloušťky 1,5 mm v případech, kdy je nežádoucí dodatečné praní výrobků. Toto mazivo se může nanášet mechanicky postřikem, válečkem, kapáním nebo nanášením štětcem. Jde o bezolejnatý produkt, který po odpaření nezanechává skvrny na hliníku, mědi a mosazích a zaručuje slučitelnost s následnými procesy tepelného zpracování a pájení, neboť netvoří popelnaté fáze při ohřevu. Technicky se jedná o čirou kapalinu, s měrnou hustotou 800 kg/m^3 při 15 °C (dle DIN51757/7 (1/1984)) a viskozitou 3,5 cSt při 40 °C.
- **Cimtube FHC 250** – čirý, s vodou mísitelný koncentrát polosyntetické kapaliny pro tváření a řezání. Kapalina Cimtube FHC 250 je doporučena pro použití při výrobě trubek pro operace tváření, testování ultrazvukem, svařování a řezání. Cimtube FHC 250 je určena pro lehké až středně náročné použití a vykazuje vynikající ochranné vlastnosti proti korozi, přičemž poskytuje zejména výborné chladicí vlastnosti, vysokou stabilitu pod tlakem, vynikající usazovací vlastnosti, velmi dobré čisticí a protikorozní schopnosti.

Experimentální část

Tvářený materiál – polotovar plech, ocel 11 343, pozinkovaný (2,5 µm Zn), 100 x 300 x 2,5 mm, přičemž výška předtvářeného hrdla nad původní tloušťku plechu činila 2,5 mm (tvářecí operací se zhotovovalo přibližně 4,5 závitu), vnitřní průměr díry Ø 5,56 mm.
Tvářecí nástroj – tvářecí závitník M6-6HX HSSE TiN 2960 (NAREX) – ***obr. 1***. Závitník byl vybaven čtyřmi mazacími drážkami, které napomáhaly přívodu kapaliny do místa obrábění. Závitník byl chráněn povlakem nitridu titanu (3µm), který obecně snižuje tření a má dobrou adhezi k povrchu nástroje s příznivým tlakovým předpětím. Závitník byl dále vybaven náběhem pro slepé i průchozí díry a obecně je použitelný pro hloubku závitování 3,5 x D.
Upínání nástroje – bezpečnostní hlava závitová ZHB 2/MK.
Obráběcí stroj – vrtačka stolní VS20.
Měřicí soustava tvářecího momentu – piezoelektrická soustava Kistler umístěná pod ručním svěrákem s testovaných kusem.
Tvářecí podmínky – obvodová rychlost závitníku: 3,4 m/min, posuvová rychlost 180 mm/min (rotací nástroje nedocházelo k odstřeďování kapaliny z místa řezu, závitník byl vždy zaplaven).
Způsob mazání – zaplavení místa tváření střičkou pod tlakem po celou dobu tváření závitu.
Najetí do osy děr bylo provedeno s optickým zaměřením a osově kontrolováno kalibrickým válcem (pro zaručení kolinearity závitníku a díry). Obě kapaliny byly použity po dohodě s dodavatelem v koncentrovaném stavu. Každý pokus byl opakován 6x, aby bylo možno statisticky posoudit účinek procesní kapaliny, ale současně se zamezilo přídavnému účinku opotřebení nástroje na měřená data.

Dosažené výsledky

Vyhodnocení tvářecích momentů a tvářecí práce

K měření krouticího momentu byl použit piezoelektrický dynamometr Kistler, mechanicky kalibrovaný, plně řízený PC ***(obr. 2)*** s frekvencí načítání dat 100 Hz a dolnopropustným filtrem 10 Hz.
Dílčí měřené průběhy vykazovaly obdobné průběhy s lokálními maximy ***(obr. 3)***, které se uvažovaly pro statistické zpracování. Z dílčích průběhů byl patrný lepší účinek kapaliny Cimtube FHC 250 – jak z hlediska stability tváření, tak i snadnějšího uvolnění závitníku při reverzním chodu vřetene (kapalina účinněji bránila sevření závitníku pasivními silami). Výsledky tvářecích momentů pro jednotlivé testy a jejich statistické porovnání jsou uvedeny v ***tab. 1***. Výsledky prokazují rozdíl jak v průměrných hodnotách tvářecích momentů, tak i jejich standardních odchylkách.
Celkovou tvářecí práci pro jeden závit $\mathbf{A_f}$ v [J] lze vyjádřit vztahem:
$A_f = P_f.t = M_f.n.t / 9{,}55$,
kde tvářecí výkon $\mathbf{P_f}$ je ve [W], tvářecí moment $\mathbf{M_f}$ je v [Nm], otáčky závitníku **n** [1/min] a čas **t** v [s].
Pro numerickou integraci diskrétních hodnot pro čas tváření závitu **T** v jedné operaci lze využít vztahu

$$A_f = \sum_{i=0}^{T} P_{fi}.t_i / 9{,}55 = \sum_{i=0}^{T} M_{fi}.n\,\Delta t_i / 9{,}55$$

Obr. 1: Tvářecí část závitníku M6 – 6HX HSSE TiN 2960 (Narex)

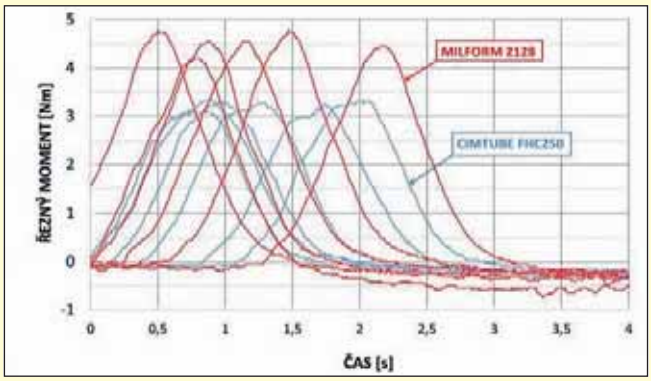
Obr. 2: Uspořádání laboratorního testu, ukázka experimentu

Tab. 1: Dosažené hodnoty tvářecích momentů pro jednotlivé kapaliny, statistické porovnání

Měřené soubory pro Milform 2128	Maximální tvářecí moment [Nm]	Průměr, směrodatná odchylka [Nm]	Měřené soubory pro Cimtube FHC 250	Maximální tvářecí moment [Nm]	Průměr, směrodatná odchylka [Nm]
M1	4,79	4,52 ±0,26	C1	3,13	3,26 ±0,08
M2	4,10		C2	3,32	
M3	4,54		C3	3,32	
M4	4,45		C4	3,27	
M5	4,79		C5	3,22	
M6	4,44		C6	3,32	

Tab. 2: Dosažené hodnoty tvářecích prací pro jednotlivé kapaliny, statistické porovnání

Měřené soubory pro Milform 2128	Celková tvářecí práce [J]	Průměr, směrodatná odchylka [J]	Měřené soubory pro Cimtube FHC 250	Celková tvářecí práce [J]	Průměr, směrodatná odchylka [J]
M1	1,07	1,02 ±0,04	C1	0,78	0,82 ±0,02
M2	0,95		C2	0,85	
M3	1,01		C3	0,83	
M4	1,01		C4	0,80	
M5	1,06		C5	0,82	
M6	1,01		C6	0,82	



Obr. 3: Dílčí průběhy časových řad tvářecích momentů

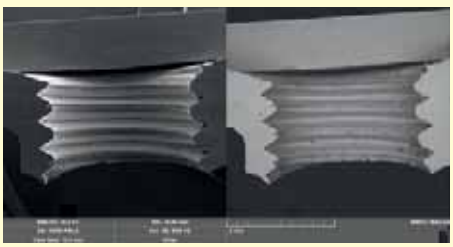
Takto vypočtené hodnoty deformačních prací a jejich statistické porovnání jsou uvedeny v *tab. 2*.

Vyhodnocení kvality závitů

Kvalita závitu byla vyhodnocena pomocí dílenského závitového kalibru (všechny vyrobené závity byly rozměrově vyhovující) a dále pomocí elektronového mikroskopu v celistvém i rozřezaném stavu (kolmý řez k ose závitu, broušený) viz *obr. 4–7*.

Elektronová studie morfologie potvrdila všeobecné známé vady tvářených závitů – zejména nedotvářený profil (nedotečení materiálu u volného povrchu vnitřního průměru závitu), a to u obou testovaných kapalin *(obr. 4–7)*. Morfologie povrchu závitů tvářených s kapalinou Cimtube FHC 250 byla hladší, prosta nárůstků nebo stop zadírání materiálu *(obr. 6, 7)*. Závitník nevykázal po testech znaky opotřebení (kontrola přístrojem Zeiss Stemi 2000).

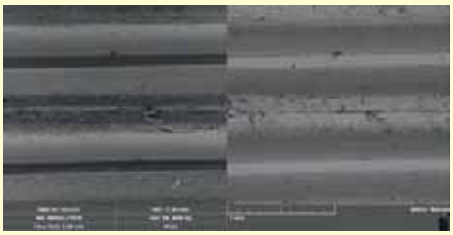
Obě kapaliny prokázaly schopnost efektivně chránit nástroj při tváření závitů. Obecně jsou tyto hodnoty tvářecích momentů o 30–50 % vyšší ve srovnání s obráběcí technologií (maticovým závitníkem), ale právě touto deformační prací se obvykle dosahuje výhodnějšího materiálového toku (uspořádání „vláken" materiálu), vyšší pevnosti povrchových vrstev, jejich vyšší korozivzdornosti i vyšší únosnosti spoje.



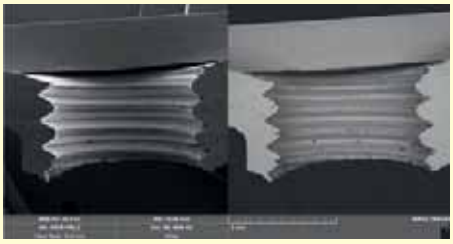
Obr. 4: Příčný řez tvářeným závitem – kapalina Milform 2128 (levý obrázek – režim SEM, pravý obrázek – režim BSE)

Závěr

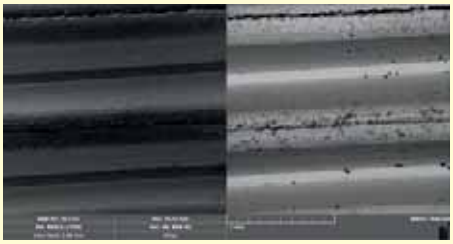
Z hlediska dosažení lepšího mazacího účinku je pro danou operaci výhodnější použití Cimtube FHC 250, neboť za stejných podmínek tváření se dosahuje jak nižšího momentového zatížení nástroje, tak nižší energetické náročnosti výroby závitu (zvl. průměrného tvářecího momentu – o přibližně 30 %, množství průměrné celkové energie na jednu operaci – přibližně o 20 %,) tak vyšší kvality opracování. Měření při aplikaci procesní kapaliny Milform 2128 prokázala nejen vyšší mechanickou náročnost tváření, nižší kvalitu opracování, ale i jistou tendenci k pasivnímu svírání závitníku při reverzaci chodu, která by mohla dále přispívat k rychlejšímu opotřebení nástroje, resp. k vyššímu otěru povlaků a jejich delaminaci. Výsledky výzkumu jsou předběžné, pokračuje se na dalším testování kapalin (zejména v ředěném stavu), včetně studia vlivu zinku v kontaktních plochách plechů na tvářecí poměry a na změnu korozivzdornosti spoje. ■



Obr. 5: Detail příčného řezu tvářeného závitu – kapalina Milform 2128



Obr. 6: Příčný řez tvářeným závitem – kapalina Cimtube FHC 250



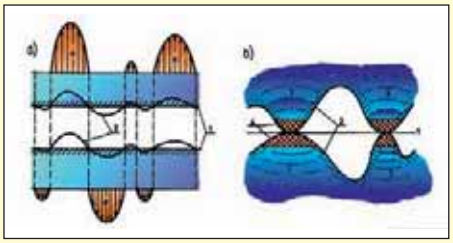
Obr. 7: Detail příčného řezu tvářeného závitu – kapalina Cimtube FHC 250

Miroslav Píška, Petra Sliwková
FSI VUT v Brně, Ústav strojírenské technologie

HODNOCENÍ TRIBOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ PROCESNÍCH KAPALIN

Vývoj moderních vysokopevnostních materiálů, modernizace měřicích metod v oblasti materiálových věd a dlouhodobá zkušenost s provozem vyspělých technologických celků ukazují, že povrchové vrstvy významně ovlivňují jejich životnost a spolehlivost.

Příspěvek prezentuje možnosti hodnocení tribologických vlastností třecí dvojice v odlišném prostředí. Vedle technologických vlastností procesních kapalin je významné také jejich tribologické a antiadhezní chování. Hlavním úkolem tribologie je zajistit, aby vzájemný pohyb dvou povrchů probíhal s co nejmenší ztrátou energie a materiálů.
Tribologie hodnotí vlastnosti, které ovlivňují vzájemné působení povrchu, prostředí a tělesa při jejich vzájemném pohybu. Zahrnuje procesy vzájemného působení na rozhraní mezi pevnými, kapalnými a plynnými tělesy. Hlavním úkolem tribologie je zajistit, aby vzájemný pohyb dvou povrchů probíhal s co nejmenší ztrátou energie a materiálů. Tribologické vlastnosti popisují především koeficient tření a opotřebení, které závisí především na typu tření a mechanizmu opotřebení. Při zkoumání třecích projevů a účinků pohlížíme na soustavu tvořenou dvěma tělesy a jejich stykovými plochami a látkou, která je mezi stykovými plochami a blízkým okolím, jako na tribologický systém.

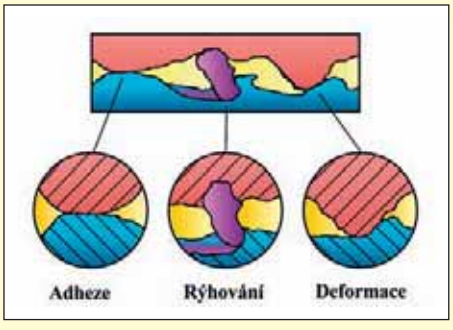


Obr. 1: Schematické znázornění dotyku při kluzném tření: a) kontakt tělesa s ideálně rovným povrchem – rozložení napětí, b) reálný kontakt: 1 – ideální povrch, 2 – reálný povrch, 3 – oblast elastické deformace, 4 – oblast plastické deformace

Mechanismus tření

Tření je definováno jako odpor proti vzájemnému pohybu dvou těles v oblasti jejich styku. Třecí síla F závisí na koeficientu tření μ a zátěžné síle L.
Z hlediska přítomnosti maziva lze tření rozdělit na:

- fyzikální suché tření – mezi povrchy není plyn, ani kapalina a nejsou pokryty nějakou chemickou sloučeninou (tření ve vakuu);



Obr. 2: Tři komponenty kluzného tření

Obr. 3: CETR UMI Multi-Specimen Test

- technické suché tření – povrch může být pokryt vrstvou oxidů, plynů nebo par;
- smíšené tření – dochází k občasným dotykům mikronerovností, mezi povrchy je přítomno mazivo;
- kapalinné tření – povrchy jsou za pohybu zcela odděleny souvislou vrstvou kapalného maziva nebo jiného kapalného média.

Kluzné tření

Kluzné tření vzniká, jestliže dvě tělesa se dostanou do vzájemného kontaktu a dochází k jejich pohybu vůči sobě. Skutečný kontakt mezi nimi se vyskytuje jen v omezeném počtu malých oblastí *(obr. 1)*.
Velikost plochy dotyku se zvyšuje se zvyšující se zátěží. Na vrcholcích může docházet ke vzniku

Obr. 4: Mechanický profilometr Dektak – XT

spojení a vzniká tak odpor vůči vzájemnému pohybu. V případě kluzného tření je možné pozorovat tři základní komponenty. Poměr jednotlivých komponent závisí na typu materiálové dvojice, podmínkách tření (vlastnostech materiálových dvojic, způsobu pohybu, drsnosti povrchu, přítomnosti lubrikantu atd.) a na časovém stádiu vzájemného pohybu.
Při tření se uplatňují tyto mechanismy *(viz obr. 2)*:

- tření vlivem adheze mezi nerovnostmi povrchu;
- tření vlivem rýhování, způsobené přítomností jemných částic vzniklých při opotřebování povrchu;
- tření vlivem deformace nerovností povrchu.

Obr. 5: Umístění disku z oceli 14 220 na dno vaničky

Experimentální část

V článku jsou popsané experimenty, jejichž cílem bylo vyhodnocení povrchů z tribologického hlediska.

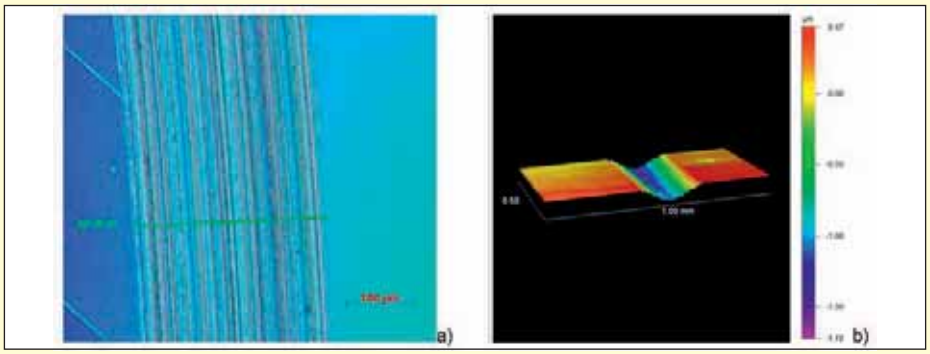
Experimentální uspořádaní

Základem tribologických měření je testování metodou Ball-on-disc. Měření spočívá ve vtlačování pevně uchyceného zkušebního tělíska („Ball") ve tvaru kuličky ze zvoleného materiálu předem definovanou silou do disku (zkušebního vzorku). Nezbytnou součástí je i třecí snímač. Koeficient tření mezi tělískem a diskem je určován během testu měřením.

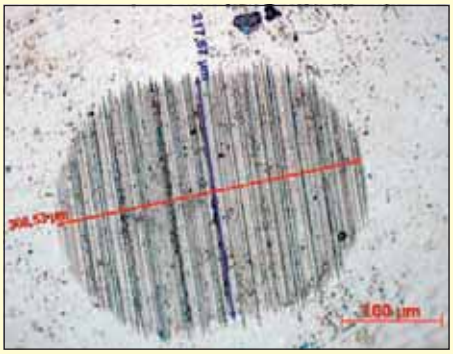
Obr. 6: Drážka profilu při použití PK 1

Koeficient tření byl stanoven použitím tribometru CETR UMI Multi-Specimen Test System firmy Bruker *(obr. 3)*.
Povrch vzorku po Ball-on-disc testu při použití procesních kapalin (PK) byl pozorován optickým mikroskopem Carl ZEISS Axio Imager M2 a drážka profilu po tribologickém testu byla vyhodnocena mechanickým profilometrem Dektak – XT *(obr. 4)* firmy Bruker.

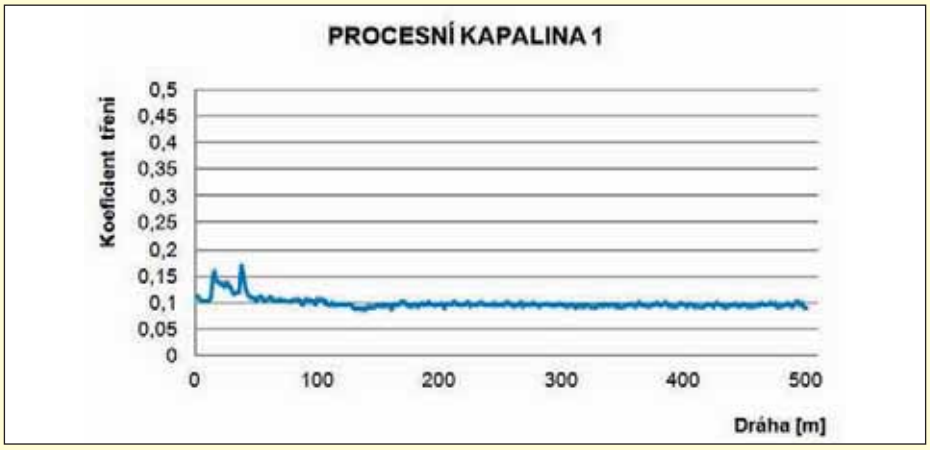
Obr. 7: Drážka profilu při použití PK 1 (Universal)



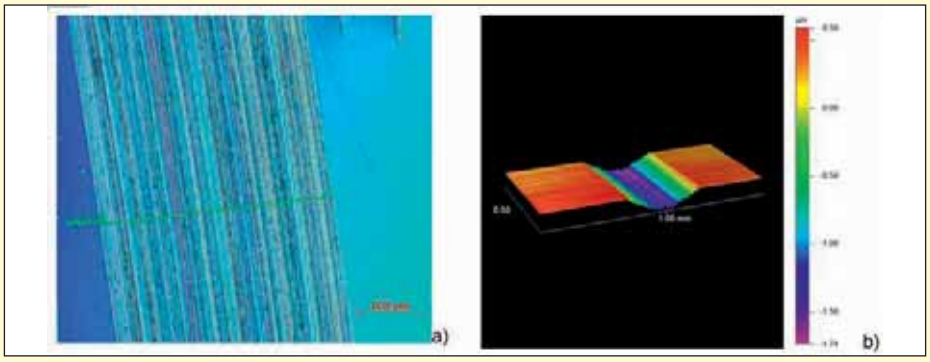
Obr. 8: Hodnocení drážky po tribologii při použití PK 1 a) optickým mikroskopem, b) mechanickým profilometrem



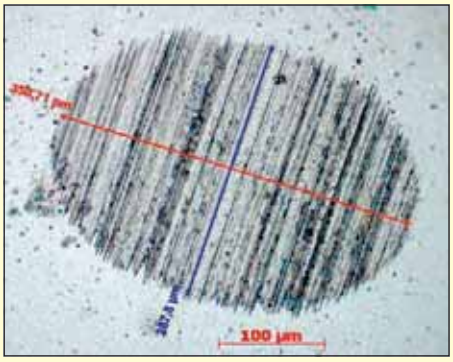
Obr. 9: Opotřebení „Ball" tělíska Si3N4, PK 1



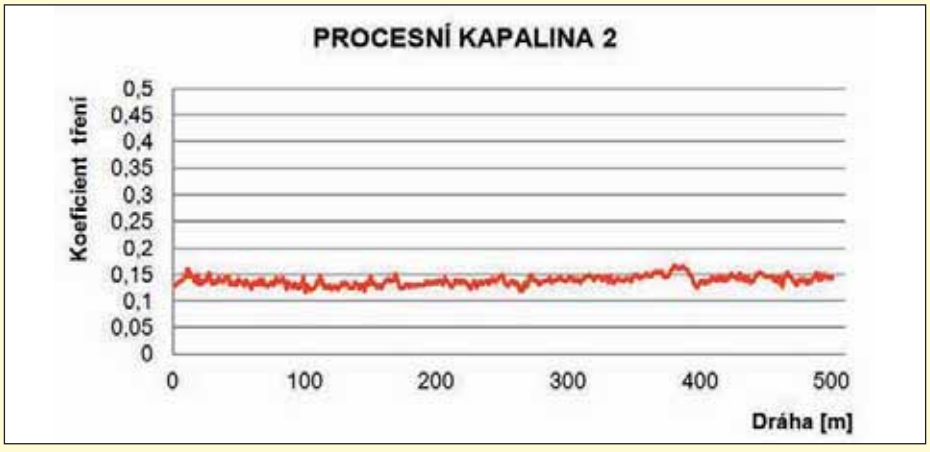
Obr. 10: Časový průběh změny koeficientu tření, PK 1



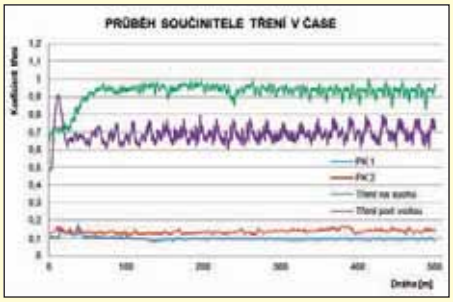
Obr. 11: Hodnocení drážky po tribologii při použití PK 2 a) optickým mikroskopem, b) mechanickým profilometrem



Obr. 12: Opotřebení „Ball" tělíska Si3N4, PK 1



Obr. 13: Časový průběh změny koeficientu tření, PK 2



Obr. 14: Srovnání součinitele tření mezi ocelí a kuličkou při použití PK 1, PK 2, tření na sucho a pod vodou

Test byl prováděn při pokojové teplotě za použití kuličky z materiálu Si_3N_4 o průměru 6,350 mm při konstantním zatížení 10 N. Použitý materiál disku (zkušebního vzorku) byla ocel 14 220 s vyleštěným povrchem o drsnosti Ra 1,7 nm. Poloměr kružnice, po které se „Ball" tělísko pohybovalo, byl 13 mm ***(obr. 6 a 7)*** a měření koeficientu tření se provádělo při použití 5% roztoku procesní kapaliny o objemu 100 ml.

Výsledky měření

Na ***obr. 8 a)*** a ***b)*** jsou znázorněny drážky profilu po tribologii při použití PK 1 vyhodnocení optickým mikroskopem a mechanickým profilometrem. Na ***obr. 9*** je znázorněno opotřebení „Ball" tělíska Si3N4 při použití PK 1 a na obr. 10 časový průběh změny koeficientu tření. Na ***obrázcích 11 a)*** a ***b)*** jsou znázorněny drážky profilu po tribologii při použití PK 2 vyhodnocení optickým mikroskopem a mechanickým profilometrem.

Závěr

Průběh experimentu popisuje mechanizmus procesu vzájemného působení třecích elementů a jejich opotřebení. Experiment modeluje procesy při třískovém obrábění a umožňuje predikci chování procesních kapalin při jejich praktickém nasazení. Použití procesních kapalin při obrábění eliminuje etapu nárůstu koeficientu tření (obr. 14) na začátku procesu a vede ke snížení opotřebení řezných nástrojů. ■

Ing. Totka Bakalova, PhD., Prof. Ing. Petr Louda, CSc.,
Ing. Lukáš Voleský Technická univerzita
v Liberci – Ústav pro nanomateriály

MOŽNOSTI ÚSPOR NÁKLADŮ NA PROCESNÍ KAPALINY

Diagnostika obráběcích kapalin umožňuje uživateli poznat jejich provozní stav a ovlivnit jej tak, aby se prodloužila jejich použitelnost. To přináší významné úspory nejen snížením nákladů na obráběcí kapaliny, ale především snížením ztrát způsobených jejich nesprávnou funkcí a nežádoucími odstávkami v provozu obráběcích strojů.

Obráběcí kapaliny představují důležitou část skupiny maziv, která se označuje jako procesní kapaliny, protože umožňují nebo usnadňují technologické výrobní procesy. Nejen proto, že jsou při většině obráběcích operací nezbytné, ale také proto, že jde o významný objem maziv. Z hlediska provozovatele obráběcích strojů obvykle představují významný podíl používaných maziv. Stejně jako v případě maziv tvořících provozní náplně obráběcích strojů je i u obráběcích kapalin důležité jejich hospodárné využívání, racionální prodlužování jejich životnosti a minimalizace neplánovaných odstávek způsobených jejich nesprávnou funkcí. To všechno

vede k významným úsporám provozních nákladů. A stejně jako u provozních náplní strojů, aby uživatel věděl, jaká opatření je třeba provést, je nezbytné co nejlépe poznat provozní stav konkrétní kapaliny. K tomu se používají metody technické diagnostiky, především metody tribotechnické diagnostiky.

Obráběcí kapaliny představují široké spektrum rozmanitých výrobků od univerzálních po speciální, od levných po velmi drahé. Z praktického hlediska je možno všechny obráběcí kapaliny rozdělit na dvě základní skupiny:

- Kapaliny nemísitelné s vodou (skupina ISO-L--MHx) – obráběcí oleje, řezné oleje;
- Kapaliny mísitelné s vodou (skupina ISO-L-MAx) – obráběcí emulze nebo roztoky.

Jde o dva zcela odlišné typy kapalin, a proto i přístup k nim musí být odlišný. Přítomnost vody v procesní kapalině, které je v ní výrazně více než 50 % znamená, že jde o kapalinu na bázi vody a to přináší řadu specifických vlastností. Proto je třeba zabývat se těmito skupinami samostatně.

Cílem obráběcích operací je hospodárná výroba obrobků s bezvadným povrchem. Na chladicí a mazací kapaliny, které se při obrábění používají, je kladeno mnoho úkolů. Hlavními úkoly jsou mazání, chlazení a vyplachování. Kromě toho přistupují vedlejší úkoly, např. antikorozní ochrana, zdravotní a ekologická nezávadnost atd.

Při řezném procesu se vyskytují dvě třecí místa, která vyžadují dobré mazací vlastnosti, a to styková plocha mezi obrobkem a hřbetem nástroje a mezi třískou a čelem nástroje. Požadavek na zmenšení tření souvisí s mazivostí řezné kapaliny. Přísady obsažené v řezné kapalině adsorbují na povrchu obrobku i nástroje a vytvářejí tak vrstvy, které omezují přímý kovový kontakt povrchů a tím i tření a opotřebení nástroje. Znamená to zachování přesnosti nástroje a stálost rozměrů obrobku.

Chladicí účinky mají značný význam, neboť převážná část příkonu obráběcího stroje se při obrábění přemění na teplo. To je odváděno převážně řeznou kapalinou a třískami (až 85 %), v menší míře obrobkem (do cca 15 %) a nástrojem (cca 5–10 %). Množství a rozdělení obráběcího tepla závisí na řadě faktorů. Obecně stoupají obráběcí teploty s rostoucí houževnatostí obráběného materiálu, řeznou rychlostí a řezným výkonem. Další důležité faktory představují geometrie nástroje, chlazení a mazání. Chladicí účinek závisí na řadě faktorů, především na množství řezné kapaliny přiváděné k řeznému nástroji za časovou jednotku, na rychlosti proudění, na tvaru a směru proudu řezné kapaliny vzhledem k místu řezu, na viskozitě, měrném teple a součiniteli tepelné vodivosti řezné kapaliny.

Procesní kapaliny mísitelné s vodou

Chladicí a mazací látky mísitelné s vodou mají největší chladicí a vyplachovací účinek. Závisí na podmínkách obrábění, zda musí být kladen větší důraz na mazání nebo chladicí účinek. Obecně platí, že mazání je v popředí u velkých průřezů třísek a nízkých řezných rychlostí a rovněž u prací, kde jsou vysoké požadavky na jakost povrchu. Vydatný odvod tepla je nezbytný především při vysokých řezných rychlostech a vysokých požadavcích na rozměrovou přesnost obrobků.

Jako chladicí a mazací látky mísitelné s vodou se ve velkém množství požívají emulze typu oleje ve vodě (o/w). Tyto emulze používané jako technologická kapalina při třískovém obrábění kovů (řezná emulze) jsou v průmyslu velmi oblíbené zejména ze dvou důvodů. Ve srovnání s čistými řeznými oleji mají velmi dobré chladicí účinky a jsou levnější. Je tomu tak proto, že obsahují vodu, která má značně vyšší tepelnou kapacitu než oleje a je také samozřejmě mnohem levnější. Avšak voda, která tvoří 90 až 99 % objemu řezné emulze, představuje téměř ideální životní prostředí pro různé druhy mikroorganizmů, které jsou při pomnožení zdrojem problémů a stává se tak slabým místem emulze.

Následkem toho je emulze méně stabilní než čistý řezný olej a vyžaduje tedy mnohem větší péči. Její životnost velmi závisí na způsobu péče, především na pravidelném sledování důležitých parametrů a jejich následném upravování na správné hodnoty. Během životnosti emulze jsou tři hlavní období, kterým je třeba věnovat velkou pozornost – příprava emulze, její používání ve stroji a výměna použité emulze. Dále jsou uvedena základní opatření, která mohou podstatně prodloužit životnost řezných kapalin a tím i hospodárnost jejich použití.

Příprava kapalin mísitelných s vodou

Při přípravě emulzí by měla být dodržena čtyři jednoduchá pravidla, která zajistí příznivé počáteční podmínky pro stabilní, dlouhodobou a spolehlivou funkci.

Jakost použité vody je pro přípravu optimální emulze velmi důležitá. Pro tento účel by měla být použita jen čistá a neutrální voda (s hodnotou pH cca 7). Měla by to být přednostně pitná voda, pokud možno s tvrdostí 10–20 °N. Kvalita použité vody by měla být předem známa, aby se dalo předejít případným pozdějším problémům (bakterie, pH, pěnění).

K přípravě emulze se mají používat jen čisté, nepozinkované, dezinfikované a k tomu určené nádrže. Koncentrát se plynule a za stálého míchání přilévá do vody, nikdy ne naopak. Pro přípravu emulzí je výhodné používat míchací přístroje, ejektorové směšovací přístroje nebo dávkovací čerpadla, které zajistí stejnoměrnější rozptýlení koncentrátu a tím homogennější a hospodárnější emulzi. Pro míchání emulze není vhodné používat vzduch, protože to přináší nebezpečí bakteriální infekce.

Aby byl dodržen určený mísící poměr, je nutno během míchání měřit koncentraci ručním refraktometrem – přitom je třeba dát pozor na korekční faktor, který je pro každý výrobek specifický. Posledním důležitým požadavkem, který souvisí s přípravou nové emulze, je její napouštění do čistého oběhového systému stroje.

Prodloužení životnosti kapalin mísitelných s vodou

Zatímco příprava emulze trvá jen krátce, doba používání se při dobré péči počítá na měsíce a roky. Často je vyžadováno, aby interval její výměny byl násobkem intervalu pravidelné údržby strojů. To je výhodné především proto, že nedochází k neplánovaným výpadkům ve výrobě. Aby bylo zajištěno optimální využití, musí být řezná kapalina pravidelně kontrolována. V případě jednotlivých strojů s vlastní náplní i u centrálních systémů by měly být každý týden prováděny a dokumentovány (např. na kartě stroje) charakteristické vlastnosti emulze.

Velmi důležitým parametrem řezných emulzí je hodnota pH. Ta by obvykle neměla být u nízkých koncentrací (do 5 %) nižší než 8,8 a u vyšších koncentrací (10 %) by neměla překračovat hodnotu 9,3 (čerstvá emulze). Emulze v tomto rozsahu hodnot pH lze všeobecně označit jako "nedráždivé" (Emulze s „ideální" hodnotou pH = 7,0 jsou dosud na trhu jen výjimkou). Hodnota pH může během používání

emulzí klesat nebo růst. Příčinou zvýšené hodnoty pH jsou hlavně alkalické čisticí prostředky použité při čištění strojů. Nejčastější příčinou poklesu hodnoty pH je napadení bakteriemi. Jako důsledek poklesu pH může docházet ke vzniku koroze na strojích a obrobcích. Při větším bakteriálním napadení může docházet k zápachu emulze, případně ke ztrátě její stability.

Dále je nutné dodržování určené koncentrace, neboť nízká koncentrace podporuje růst mikrobů, působí negativně na stabilitu emulze, snižuje řezný výkon a vyvolává problémy s korozí strojů a obrobků. Příliš vysoká koncentrace může způsobit problémy s pěněním a zhoršit tak obrábění tím, že se sníží chladicí účinky a nářadí pak nemůže pracovat optimálně.

Účinným opatřením k prodloužení životnosti emulze je i její provzdušňování, neboť bez přístupu vzduchu, např. při delší odstávce, se množí bakterie a například sírany se redukují na H2S. Tím vzniká ten známý nepříjemný zápach. Výhodné je nechat systém při provozní odstávce promíchat, aby mohlo dojít k provzdušnění.

Dalším důležitým opatřením je odstraňování cizích látek (olej, třísky, otěry apod.). Obsah cizích látek v emulzi podporuje její napadání bakteriemi a nepříznivě ovlivňuje stabilitu emulze. Navíc dochází ke znečištění oběhového systému úsadami. Zvláště se musí dbát na to, aby vhodnou filtrací byly dobře odstraňovány pevné nečistoty a odstřeďováním odlučován cizí olej, neboť jen čistá řezná kapalina umožňuje prodloužit životnost, zvýšit hospodárnost, snížit počet zmetků a zachovat zdravotní i ekologickou nezávadnost. Důležitá je také každodenní kontrola stavu tekutiny v nádržích.

Obsah dusitanů a dusičnanů v používaných emulzích by neměl překročit hodnotu 20 mg dusitanů/l a 50 mg dusičnanů/l. Pokud jsou tyto hodnoty překročeny, je nutná celková nebo částečná výměna kapaliny, protože sloučením nitrozujících látek (dusitanů a dusičnanů) a diethanolaminů (sekundární aminy), které mohou být v emulzi obsaženy nebo zavlečeny, může totiž dojít ke vzniku N-Nitrosodiethanolaminu, který je rakovinotvornou látkou.

Dalším nebezpečím pro stabilitu emulze je vysoké tepelné zatížení. Odpařením může dojít k většímu úbytku vody, která musí být doplněna. Tím dochází k nárůstu koncentrace solí (elektrolyt), která může vést až k rozštěpení emulze. Pak je nutná částečná výměna emulze nebo doplnění odsolenou vodou.

Na stabilitu a výkonnost emulze má příznivý vliv i temperování. Chlazení emulze příznivě ovlivňuje životnost nástrojů. Při chlazení se tvoří méně par a podmínky růstu bakterií jsou také omezeny. Ohřívání je vhodné jen výjimečně.

Jak dokládají naše zkušenosti i dlouhodobé studie velkých německých strojírenských firem, každé z uvedených opatření přispívá k prodloužení životnosti kapalin a tím i k úspoře nákladů. Do jaké míry, to záleží na kombinaci jednotlivých aktivit a hlavně na důslednosti, s jakou jsou prováděna případná nápravná opatření. Je ověřeno, že úspory mohou činit až 50 % nákladů.

Výměna kapalin mísitelných s vodou

Vždycky, když dochází ke zhoršování stavových veličin emulze, je nutno provádět opatření vedoucí k jejich nápravě. Pokud to nevede k úspěchu, nebo by to vyžadovalo neúměrné náklady, je nutno procesní kapalinu vyměnit.

K výměně řezné emulze zpravidla dochází v kratších intervalech než u řezných olejů. I při optimální péči o emulzi je po určité době nutná její výměna z důvodu vysokých nákladů, nestability, znečištění, snížení podílu přísad, napadení bakteriemi, kvasinkami a plísněmi atd. Výměna emulze je nutná i v případech, kdy ani po provedených nápravných opatřeních nedociluje požadovaných hodnot.

Pro zajištění dlouhé životnosti další náplně emulze je velmi důležité důkladné vyčištění oběhového systému (potrubí, nádrží, trysek a podobně). Proto se do použité emulze před vypuštěním přidává tzv. systémový čisticí prostředek, který zneškodní bakterie, kvasinky a plísně a rozpustí usazené nečistoty (zvláště v potrubním systému). Pro docílení optimálních účinků je účelné používat emulzi s přísadou tohoto prostředku po dobu 8 až 24 h (dle stupně znečištění).

Po vypuštění náplně musí být ověřena čistota systému a provedena jeho případná dodatečná dezinfekce. Jen tak lze zajistit, že nová náplň nebude kontaminována starými mikroorganizmy a nečistotami. Vypuštěná náplň by měla být odborně likvidována (rozrážením, ultrafiltrací, spalováním apod.), nebo předána firmě, která má oprávnění k nakládání s nebezpečnými odpady.

Závěr

Tribotechnická diagnostika obráběcích kapalin se poněkud liší od diagnostiky mazacích nebo motorových olejů. Používají se jiné analytické metody, sledují se jiné parametry. Princip je ale stejný – důsledným využíváním technik proaktivní údržby je možno výrazně prodloužit životnost a snížit náklady, a to hlavně v případě kapalin na bázi vody. ■

Petr Dobeš,
CIMCOOL EUROPE B.V.-Czech Branch

ŠPONDR® CMS spol s r. o.

CENTRÁLNÍ MAZACÍ SYSTÉMY /CMS/
PRVKY MAZACÍ TECHNIKY
PNEUMATICKÉ PRVKY
ZAŘÍZENÍ PRO ÚPRAVU A OVLÁDÁNÍ TLAKOVÉHO VZDUCHU

BIJUR DELIMON INTERNATIONAL
VÝHRADNÍ ZASTOUPENÍ PRO ČR A SR

UNIVERZÁLNÍ SYSTÉMY
Jednopotrubní systém
Dvoupotrubní systém
Vícepotrubní systém
Progresivní systém
Škrticí systém
Mazání olejovou mlhou
Směšovací systém
Postřikovací systém
Oběhové systémy, atd.

SPECIÁLNÍ SYSTÉMY
Mazání řetězů WS-E, WS-P
Mazání řetězů RK-C
Mazání ozubených kol NV-K
Mazání jeřábových drah KS-A
Mazání okolků kol RAILJET
Mazání podvozků mobilních strojů
Technologické mazání, atd.

SAXONIA SYSTEMTECHNIK · BIJUR · Denco · Farval® Lubrication Systems, Inc. · LubeSite®

NABÍZÍME:

Kompletní dodávky

Výrobcům i uživatelům strojů a strojních zařízení nabízíme nejen samostatné prvky, ale především kompletní CMS. Součástí dodávek jsou tedy mimo hlavních prvků (zdroj tlakového maziva, rozdělovače nebo dávkovače, řídící a kontrolní prvky elektronické nebo hydraulické) i prvky rozvodného potrubí (trubky, hadice, šroubení apod.), příslušenství (připevňovací materiál – skříně, konzoly, příchytky, spojovací a spotřební materiál, ochrana proti poškození atd.) a související příslušenství (např. zařízení na úpravu a ovládání tlakového vzduchu – filtr, tlakový regulátor, olejovač, odlučovač vody, kohouty, ventily atd.).

Kompletní služby

Mimo vlastních dodávek nabízíme kompletní řetězec předprodejních a poprodejních služeb:
- Konzultace a poradenství v celém rozsahu mazací techniky, tribotechniky a tribologie.
- Zpracování projekční, konstrukční a obchodně-technické dokumentace (hydraulická, pneumatická a elektrická schémata, výpočty, kusovníky, návody na obsluhu a údržbu, seznamy náhradních dílů, revizní zprávy atd.) k jednotlivým obchodním případům.
- Kompletní montáž nebo technický dozor nad montáží u výrobců i uživatelů včetně uvedení do provozu, seřízení, zaškolení obsluhy a sledování provozu.
- Záruční i pozáruční servis a náhradní díly po celou dobu technicko-ekonomické životnosti.

ŠPONDR CMS, spol. s r. o., Terezy Novákové 79, 621 00 BRNO
Provozovna: Ječná 26a, 621 00 BRNO, tel./fax: +420 549 274 502, e-mail: spondr@spondrcms.cz, www.spondrcms.cz

ANALÝZA MAZIV PRO ŘEŠENÍ PROBLÉMOVÝCH PROVOZNÍCH SITUACÍ

Nečistoty, úsady a tvrdé laky v mazacích olejích jsou velmi často zdrojem havárií zařízení. Tyto nečistoty vznikají v olejích jako důsledek kontaminace olejů při jejich ošetřování nebo jako důsledek provozní degradace. Při doplňování olejů může záměnou typu oleje dojít k zásadní změně některých vlastností olejů, např. pěnění nebo špatné odlučování vzduchu či vody, v extrémních případech to ale také může vést až k zakalení olejů a vytváření šlemů a úsad.

Oxidační degradace může v olejích tvořit měkké úsady a kaly nebo i houževnaté pryskyřičnaté nánosy v zařízení. K vypadávání úsad ale může dojít i v případě nekontaminovaných mazacích olejů. Zde záleží na chemickém vztahu aditivace a základového oleje. Známé jsou případy zhoršené rozpustnosti modifikátorů viskozity za určitých podmínek mísení nebo skladování olejů. Formulace některých motorových olejů obsahovaly poměrně velké množství esterového základového oleje, který v motorových olejích podporoval rozpustnost přísad v základovém oleji. Zvyšování rozpouštěcí síly základového oleje pomocí esterů je známá a využívaná záležitost, zejména u velmi kvalitních hydrokrakových a zvláště u syntetických PAO olejů. Rozpouštěcí síla základových olejů se mění podle jejich složení. Rozpustnost obecně zvyšuje přítomnost naftenických uhlovodíků, ještě účinnější jsou aromatické uhlovodíky. Zmíněné estery (obvykle estery trimethylolpropanu, pentaerythritolu nebo diesterové oleje) jsou polárnější než aromatické uhlovodíky, avšak ještě stále dobře rozpustné v uhlovodíkových olejích a jejich vliv na rozpouštěcí sílu olejů je velmi příznivý. Dnešní tendence k používání kvalitních hydrokrakových olejů skupiny II a III nebo i syntetických polyalfaolefinových olejů vede k horší rozpouštěcí síle základových olejů a v některých případech mohou nastat problémy s rozpustností aditivace v mazacím oleji.

Na některé provozní problémy s používáním paliv a maziv se osvědčila analytická technika XRF fluorescence a vysokoteplotní plynová chromatografie. Tyto analýzy jsou doprovázeny použitím běžnějších analýz, např. FTIR spektroskopie či stanovení některých základních parametrů maziv.

XRF fluorescence

Patří mezi rentgenové metody analýzy a s její pomocí lze provádět kvalitativní, semikvantitativní i kvantitativní analýzu. Kvalitativní analýza se využívá hlavně při prokazování přítomnosti jednoho nebo více prvků ve vzorku, kdy se naměří scan v požadované oblasti vlnových délek. Kvantitativní analýzy se provádějí u vzorků, které se často opakují (kontrola kvality surovin) nebo se sledují např. malé změny obsahů prvků, případně velmi nízké koncentrace (jednotky ppm). Pro tuto analýzu je nutné mít k dispozici sadu kvalitních kalibračních standardů. Obsahy stanovovaných prvků mohou být od jednotek mg/kg až po 100 %. Pro každý prvek musí být stanovena kalibrační křivka. Dnes se tato technika používá na některých pracovištích již zcela rutinně ke stanovení otěrových kovů.

Tam, kde se neustále mění typy vzorků, nebo se řeší problémy neznámých vzorků z výzkumu i praxe, je vhodné využití semikvantitativního bezstandardového vyhodnocovacího programu, pomocí něhož lze zjistit obsahy prvků v rozsahu od fluoru po uran bez potřeby kalibračních standardů. Analýza je velmi rychlá - během 15 minut se získají obsahy všech analyzovatelných prvků ve vzorku s obsahem od 100 mg/kg do 100 %. Přesnost analýzy je však třeba brát s určitou rezervou, zejména u lehčích prvků. Poměrně výrazně bývá podhodnocen obsah např. fosforu, naopak u těžších kovů (železo, měď, zinek apod.) se dosahují docela reálné výsledky. Pro určování složení materiálů a odhad jejich původu však taková přesnost analýzy zcela vyhovuje.

Vysokoteplotní plynová chromatografie (SIMDIST)

S plynovou chromatografií většina chemiků přichází běžně do styku. Ta je však většinou využitelná pro analýzu materiálů do bodu varu kolem 350 °C. Vysokoteplotní plynová chromatografie umožňuje zásadní zvýšení teploty analýzy a získané chromatogramy poskytují informace i o látkách s vysokým bodem varu. Analyzovatelné jsou tak materiály s body varu přibližně do 600 °C. Nad touto teplotou již v analytickém systému probíhá rozklad a pyrolýza vzorku a metoda potom v oblasti nad 600 °C poskytuje signály rozkladných produktů. Vysokoteplotní plynová chromatografie je známá většinou jako metoda simulované destilace (SIMDIST) s tím, že poskytuje data pro výpočet destilační křivky analyzovaných kapalin. Metoda se však velmi osvědčila také pro získání destilačního rozmezí a destilačního profilu vzorku. Je tak možné spolehlivě identifikovat neznámý olej v případech, kdy jsou k dispozici vzorky možných kandidátů.

Případové studie

Během několika roků, kdy používáme uvedené analytické techniky k analýze maziv, se vyskytlo několik případů, jejichž analýza byla velmi zajímavá a řešení přineslo zákazníkovi cenné informace. V následujících kapitolách jsou uvedeny některé takové případy, které také poukazují na výhodnost použití pokročilých analytických technik v analýze maziv.

Analýza nečistot na palivovém filtru automobilu

Čistota paliva je kritický parametr zejména pro naftové motory díky používání vysokotlakých vstřikovačů. I velmi malé částečky nečistot mohou ovlivnit správný vstřik paliva do válce motoru a v důsledku mohou být příčinou tvorby karbonových nánosů na vstřikovačích.

Příkladem použití rentgenové techniky může být analýza dvou vzorků nečistot z palivových systémů. Podle dostupných údajů se jednalo o vozidla, která byla v provozu maximálně 5 let, přičemž celkový kilometrový proběh nepřesahoval 80 000 km. U obou automobilů byla zjištěna závada v dodávce paliva, zakarbonované vstřikovače a zanesený palivový nebo vzduchový filtr.

První analyzovaný vzorek byl poněkud kuriózní. Nečistoty zachycené při filtraci nafty na membránovém filtru byly analyzovány rentgenovou fluorescencí. Disperzní XRF analýzou byl zjištěn vysoký obsah zinku v nečistotách separovaných z nafty, difrakční analýzou pak byl určen zdroj znečištění jako mravenčan zinečnatý. Znečištění paliva solemi organických kyselin bylo potvrzeno i infračervenou spektroskopií. Zdroj znečištění však nebylo možné určit.

Obr. 1: Nečistota z hrubého čističe paliva

Druhý případ *(obr. 1)* se týkal analýzy vzorku nečistot, které byly seškrábané z hrubého čističe paliva. Hnědě zabarvené nečistoty měly povahu měkké plastické hmoty, kterou bylo možné svou konzistencí přirovnat např. k měkkému parafínu. Rentgenová XRF fluorescence prokázala, že výše zmíněný materiál obsahoval velké množství fosforu ve formě fosforečnanů, FTIR analýza prokázala intenzivní uhlovodíkové pásy. Po další separaci a analýze, opět rentgenovou fluorescencí a infračervenou spektroskopií, se zjistilo, že se jednalo o anorganické fosforečnany, které byly nasáknuty naftou. Fosforečnany se většinou používají v zemědělství jako hnojiva.

Obr. 2: Polymerní úsady na dříku ventilu

Úsady na dříku ventilu

Významnou firmou byl dodán ventil z osobního automobilu s požadavkem zjistit příčinu tvorby nánosu na jeho dříku *(obr. 2)*. Nános byl tmavé barvy a na dotek vykazoval známky určité pružnosti, jednalo se zřejmě o látku polymerní povahy.

Úsady byly opět analyzovány rentgenovou fluorescencí a z monitoringu obsahu kovů a dalších prvků byly zjištěny zajímavé věci. V nánosech byly nalezeny prvky typické pro motorový olej (P, S, Ca, Zn). Na druhé straně bylo důležité i to, že XRF analýze bylo přístupno pouze kolem 1 % hmoty úsad.

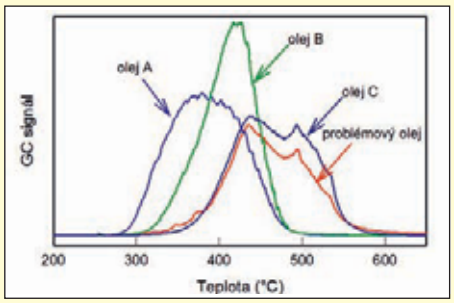
Obr. 3: Úsady z převodové skříně

To znamenalo, že hlavní podíl úsad byl vytvořen z materiálu, který byl odlišný od motorového oleje a neobsahoval prvky stanovitelné XRF analýzou. Mohlo se tedy jednat zejména o uhlík, vodík a kyslík. Přítomnost prvků typických pro motorový olej ale současně znamenala, že materiál úsad do styku s motorovým olejem určitě přišel.
Vysokoteplotní plynová chromatografie ukázala několik pravidelných signálů v oblasti kolem a nad 500 °C, což by mohlo ukazovat na přítomnost zpolymerovaného materiálu. FTIR spektroskopie prokázala přítomnost kyslíkatých látek.
Na základě provedených analýz bylo odhadnuto, že by se mohlo jednat o produkt místního průniku nemrznoucí kapaliny. Ta pravděpodobně stékala po dříku ventilu a na horkých částech ventilu posléze podléhala oxidaci, polymeraci a vytvářela úsady zajímavého límcovitého tvaru od postupného stékání a polymerace kapaliny.

Obr. 4: Úsady v kompresorovém oleji

Úsady v převodové skříni lisu

K analýze byly předány mazlavé úsady odebrané z převodové skříně a převodový olej odebraný z olejové vany. Cílem bylo zjistit původ usazenin v převodovém oleji a potvrdit nebo vyvrátit domněnku, že zdrojem úsad jsou otěrové částice z lisování plechu. Protože dodaný vzorek převodového oleje byl velmi kalný, vzniklo podezření, že úsady souvisí s vysokým obsahem vody v oleji. Coulometrickou titrací byl stanoven obsah vody 820 mg/kg. Převodové oleje jsou citlivé ke zvýšené koncentraci vody v oleji, která může způsobit oddělení aditivace od olejového základu. Oleje obsahují poměrně polární protioděrové a EP přísady a navázáním molekul vody na aditivaci se polarita molekul přísady ještě zvýší. Potom vstoupí do hry rozpouštěcí schopnosti oleje, které si se zvýšenou polaritou EP přísad již nedovedou poradit a přísady vypadnou jako nerozpustný materiál.
X ray fluorescence také prokázala, že ve vzorku je velmi vysoká koncentrace fosforu, který je typickým prvkem pro protioděrová a EP aditiva (např. fosfátové estery). Kromě fosforu bylo v úsadách stanoveno i větší množství sodíku, železa, titanu a dalších otěrových kovů. To by mohlo upozorňovat na již velké opotřebení převodovky. Po konzultaci s výrobní firmou bylo zjištěno, že obsluha lisu byla velmi čistotná a často omývala převodovou skříň hadrem namočeným ve vodě s jarem, aby ji zbavila prachu z lisování. Voda bohužel také pronikala do převodovky a způsobila tam popsaný problém. Odtud také pocházel sodík ve sraženině.



Obr. 5: Destilační profily analyzovaných olejů

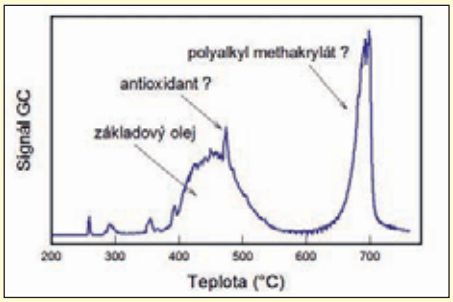
Zelené úsady v kompresorovém oleji

Požadavek na analýzu byl dentifikovat složení a zjistit pravděpodobný zdroj výskytu šedozelené hmoty v kompresorovém oleji. Její vzhled je dokumentován na ***obr. 4***. Po separaci rozpuštěním v pentanu byly získány dva rozdílné materiály: hustá gelovitá, nahnědlá, ale čirá kapalina (pryskyřice) a šedozelený pevný prášek. Při analýze pryskyřičného materiálu byly infračervenou spektroskopií zjištěny příznaky silné oxidace a dále signály, které jsou typické pro mazací tuky (ion karboxylové skupiny). Podobné signály byly prokázány i v pevném produktu. Při XRF fluorescenční analýze kovu byl zjištěn dominantní obsah zinku. V olejové pryskyřici bylo zjištěno 12 % zinku a v pevném podílu kolem 70 % zinku. Zinek v úsadě mohl pocházet z korozívního působení silně zoxidovaného a kyselého oleje na pozinkovaný plech olejové nádrže. Další příčina může být v obsahu esteru v kompresorovém oleji, který však nebyl k dispozici a obsah esteru nemohl být prokázán. Esterové sloučeniny by neměly přijít do styku s pozinkovaným povrchem nádrží, protože dochází k reakci esteru se zinkem a vznikají zinečnatá mýdla.

Identifikace oleje znečišťujícího výrobní halu

Obr. 6: Pryskyřice v turbínovém oleji

Ve výrobní hale se začaly vyskytovat problémy se znečištěním některých zařízení olejem. Vše bylo mastné, někde více, jinde méně. Vizuálně nebyl zjištěn únik oleje. K analýze byl dodán asi 1 ml vzorku oleje odebraného z povrchu znečištěného zařízení a čtyři vzorky mazacích olejů, které se ve



Obr. 7: GC analýza pryskyřice

výrobní hale používaly. Cílem bylo identifikovat mazací olej, který způsoboval problémy.
Jako první analytický filtr byla použita FTIR spektroskopie. Ta vyloučila bohužel pouze jeden vzorek identifikovaný jako polyglykolový olej. Ostatní oleje, včetně neznámého, byly ropné, uhlovodíkové oleje. Ty byly analyzovány vysokoteplotní plynovou chromatografií. Z destilačních profilů na ***obr. 5*** lze jednoznačně určit, že problémový olej, který znečišťoval výrobní halu, byl totožný s olejem C. Totožné bylo jak destilační rozmezí obou olejů, tak i tvar destilačního profilu.

Pryskyřičný materiál v turbínovém oleji

Předmětem analýzy dalšího případu byl nový turbínový olej, z kterého opět vypadla usazenina na dno sudu. Z dodaného vzorku byl odstraněn olej pouhým odlitím a odkapáním a usazenina ***(obr. 6)*** byla analyzována. FTIR analýza ukázala na přísadu polyalkylmetakrylátového typu. Mohlo se jednat opět o některý z různých druhů depresantů, nebo i o modifikátor viskozity, i když v turbínovém oleji jej lze očekávat jen stěží.
Další analýzy turbínového oleje a jeho usazeniny přinesly zajímavou informaci. Především určitý nesoulad v koncentraci dusíku v oleji a v usazené pryskyřici. Zatímco koncentrace síry byla v obou fázích téměř stejná a pocházela ze základového oleje, kterým byla usazenina nabobtnalá, dusík byl v usazenině významně zakoncentrován. Existuje tak podezření, že do usazeniny přešel z oleje i antioxidant aminového typu. Takové tvrzení podporuje i nález ze simulované destilace olejové usazeniny ***(obr. 7)***. Kromě signálů základového oleje (400-550 °C) a polymetakrylátů (kolem 700 °C, produkty termického rozkladu) lze identifikovat i zřetelný neznámý signál kolem 480 °C, který by mohl být způsoben antioxidantem. Analýzou bylo také prokázáno, že usazenina neobsahovala fosfor ani kovy, které by byly charakteristické pro další typy přísad.
Tato informace je velmi důležitá pro rozhodování, zda je možné olej provozovat po odstranění usazeniny. V případě, že by olej byl zbaven pouze polymetakrylátů, je možné za určitých podmínek a při dostatečné kontrole olej nasadit do provozu. Jestliže je ale oprávněné podezření, že v oleji chybí i antioxidant, pak je použití takového turbínového oleje nemožné.

Závěr

Analyzované případy prokazují, že moderní a nestandardní analýzy maziv mají velký význam při řešení problematického chování některých olejů, při výskytu neočekávaných a neobvyklých úsad v olejích či při řešení jiných problematických případů.

Ing. Jaroslav Černý, CSc., Ing. Nadia Ladyka,
Ústav technologie ropy a alternativních paliv,
VŠCHT Praha

NOVÉ LABORATORNÍ METODY ANALÝZ MODERNÍCH MAZIV

Kondice a čistota oleje má zcela zásadní vliv na kondici stroje, resp. jeho spolehlivost, efektivitu a produktivitu. Problémy mazání a tvorba úsad v kritických částech olejových systémů jsou příčinou nejdražších provozních problémů vůbec – dlouhých prostojů, snížení produktivity, zvyšování nákladů na servis atp.

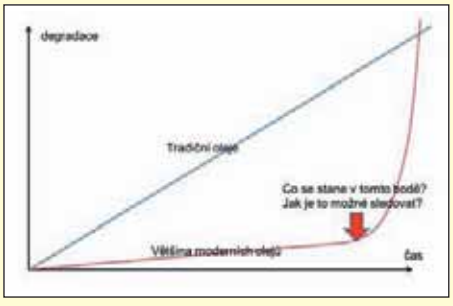
Je proto důležité a podstatné sledovat kondici maziv ve strojích a definovat příčiny jejich problémů. Pro stanovení kondice oleje je optimální využít dvě zásadní novinky v oblasti analýz olejů – MPC (stanovení potenciálu k tvorbě úsad) a RULER (měření obsahu antioxidantů v mazivu). Obě tyto metody jsou výsledkem dlouholetého vývoje analytických metod a požadavků výrobců a provozovatelů zařízení na rychlou, přesnou a jednoduchou analýzu. Ta by měla poskytnou rychlou a jasnou informaci o kondici oleje, která bezprostředně ovlivňuje provozní parametry strojů, prostoje, poruchy, kvalitu výroby či opotřebení komponent.

Moderní maziva

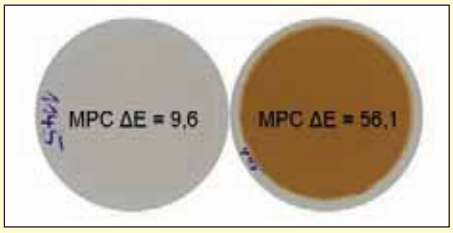
Během posledních desetiletí se sledování životnosti průmyslových maziv provádělo zavedenými testy, které poskytovaly včasné varování před problémy tak, aby byl dostatek času na proaktivní opatření ještě před negativním dopadem. Poté však došlo k dramatickým změnám a moderní oleje jsou formulovány jinak než jejich předchůdci. Při výrobě maziv se používají moderní základové oleje v kombinaci s novými antioxidanty.

Hlavní faktory ovlivňující změny ve formulacích olejů jsou zvyšující se nároky na maziva např. od výrobců strojů a zařízení či motorů, modernizované technologie výroby olejů, snaha přeformulovat mazací oleje pro zvýšení hodnoty oleje vůči zákazníkovi a omezení dopadů výroby a vliv likvidace olejů na životní prostředí. Např. v turbinových olejích se dříve používaly antioxidanty výhradně fenolického typu, jejichž kvantitativní analýzu bylo možné provádět pomocí FTIR. V moderních typech olejů se používá stále častěji komplex stíněných fenolů a aromatických aminů, jejichž přímé kvantitativní stanovení lze v současnosti vyhodnotit pouze technologií RULER. (*viz obr. 1*)

Nové generace olejů degradují odlišněji než tradičně formulovaná maziva. Pokud dojde k vyčerpání antioxidantů na kritickou hranici, degradují velice rychle. V důsledku toho většina standardních olejových analýz neposkytuje žádné varování o tom, kdy začne olej degradovat a vytvářet úsady.



Obr. 1: Trend degradace tradičních průmyslových olejů a trend degradace většiny moderních olejů



Obr. 2: Příklad laboratorních membrán a jejich hodnocení závažnosti. Hodnota ΔE větší než 40 značí, že množství nerozpustných produktů degradace v mazivu je kritické - potenciál maziva k tvorbě úsad je velice vysoký a je pravděpodobné, že mazací systém je již zasažen úsadami. Výsledek menší než 15 je možné považovat za normální.

Stanovení potenciálu k tvorbě úsad – MPC

Díky oxidaci oleje vznikají v oleji nežádoucí chemické látky, které začnou z oleje vypadávat a mohou začít tvořit úsady v olejovém systému. Úsady narušují mazací film a zvyšují tření na pohyblivých součástech. Produkty oxidace oleje jsou lepivé a podobně jako mucholapka na sebe zachytávají větší částice tzv. tvrdého znečištění. Vyšší tření na povrchu zasaženého i okem neviditelnou mikroskopickou vrstvou úsad znamená lokální zvýšení teploty, zvýšené namáhání stroje, rychlejší opotřebení a v důsledku rychlejší degradaci oleje a vznik dalších úsad. Úsady negativně ovlivňují zejména ventily, čerpadla, hydromotory, ložiska, filtry, soukolí převodovek, teplosměnné povrchy chladičů a ohřevu oleje, ucpávky atp.

Z moderních olejů kvůli jejich nižší rozpouštěcí schopnosti nerozpustné produkty degradace vypadávají a tvoří tak úsady častěji než z tradičních olejů se základovým olejem Group I. Proto je pro sledování jejich kondice nutné využívat moderní analytické postupy.

Zkouška, která se ukázala jako nejslibnější při prokazování přítomnosti produktů degradace v mazivu, se označuje jako Membrane Patch Colorimetry (MPC). Tato metoda nabízí možnost měření a sledování množství nerozpustných nečistot v oleji. Umožňuje předem upozornit na nebezpečí tvorby úsad v kritických komponentech strojů a definuje potenciál oleje k tvorbě úsad, resp. příčinu vedoucí k většině problémů strojů a zařízení.

Jde o relativně jednoduchou a přímočarou zkoušku. Padesát mililitrů vzorku oleje se smíchá se stejným množstvím rozpouštědla a filtruje se přes laboratorní membránu s póry o velikosti 0,45 µm. Kolorimetr vyhodnocuje zbarvení membrány způsobené zachycenými nerozpustnými nečistotami a produkty degradace. Čím vyšší je změřená hodnota ΔE kolorimetrem, tím vyšší je znečištění oleje a tím vyšší je i zároveň potenciál k tvorbě úsad v olejovém systému (neboli Varnish Potential). Pro tento postup od prosince 2012 platí mezinárodní norma ASTM D7843. (*viz obr. 2*)

Stanovení množství antioxidantů – RULER

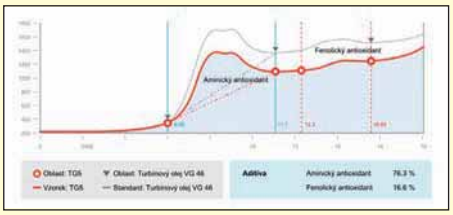
Antioxidanty jsou základní přísadou většiny maziv a potlačují proces stárnutí maziv (oxidace) a výrazně tak prodlužují životnost maziv. RULER (Remaining Useful Life Evaluation Routine) – je zkušební metoda měření obsahu antioxidantů v mazivech a poskytuje tak klíčovou informaci o schopnosti oleje odolávat namáhání a oxidaci.

Přístroj využívá voltametrie a identifikuje typ antioxidantů v oleji. Porovnáním výsledků měření s novým olejem umožňuje určit, kolik antioxidantů bylo vyčerpáno. Pokud známe stáří oleje či počet provozních hodin, jsme schopni určit i zbývající životnost oleje.

Není nutné znát, jaká aditiva výrobce použil při výrobě oleje, jejich chemické složení a podle toho volit vhodnou laboratorní metodu. Metodu je možné aplikovat na širokou oblast tradičních i moderních maziv (od leteckých, motorových, turbínových, hydraulických, převodových olejů až po plastická maziva). Jde zatím o jedinou přesnou komerčně dostupnou metodu přímého kvantitativního stanovení obsahu antioxidantů aminového typu.

Unikátní odolná konstrukce přístroje RULER View umožňuje jeho použití nejen v laboratoři, ale také přímo v provozu. Velkým přínosem této metody je také rychlost provedení zkoušky – vlastní měření a vyhodnocení zabere necelou minutu.

V současnosti jsou platné tyto ASTM normy založené na technologii RULER – ASTM D6971, D7590, D6810, D7527 a je RULER je také součástí standardizovaných postupů pro sledování kondice maziv v normách ASTM D6224 a ASTM D6224. (*viz. obr. 3*)



Obr. 3: Příklad výsledků měření metodou RULER

Maziva za poslední desetiletí prošly dramatickou transformací. Novější chemické složení poskytuje vyšší výkonnost oproti výkonu maziv z nedávné minulosti, ale změnil se také soubor pravidel pro jejich údržbu. Většina moderních maziv nedegraduje lineárně, ale mají potenciál k rychlému selhání ke konci své životnosti. Testy jako RPVOT, číslo kyselosti a viskozita tak nyní poskytují jen malou hodnotu při detekci počínající degradace maziva.

Metoda RULER identifikuje úbytek antioxidantů a poskytuje přesnou informaci o zbývající životnosti maziva. Uživateli umožňuje maximálně využít všech vlastností maziva a vyhnout se bezpečně stavu, kdy olej začne exponenciálně degradovat.

MPC měří množství nerozpustných produktů degradace v oleji a stanovuje tak klíčovou informaci o potenciálu oleje k tvorbě úsad v mazacím systému. ■

Ing. Jan Novák, INTRIBO s.r.o.

VYHŘÍVANÝ VISKOZIMETR PARKER KITTIWAKE – LABORATOŘ PO RUCE

KAŽDÁ HODINA PROSTOJE JAKÉHOKOLIV ZAŘÍZENÍ PŘEDSTAVUJE PRO SPOLEČNOSTI ZVÝŠENÉ NÁKLADY SPOJENÉ S ÚDRŽBOU POŠKOZENÉHO ZAŘÍZENÍ. JE DOKÁZÁNO, ŽE AŽ 80 PROCENT VŠECH PORUCH STROJŮ JE ZPŮSOBENO NEKVALITNÍM NEBO STARÝM MAZACÍM NEBO PROVOZNÍM OLEJEM. PÉČE O CHOD ZAŘÍZENÍ BY TEDY MĚLA BÝT NA MAXIMÁLNÍ ÚROVNI, PROTOŽE ZDE STEJNĚ JAKO U LIDÍ PLATÍ, ŽE PREVENCE JE NEJLEPŠÍ LÉKAŘ.

Je však pravda, že plně vybavenou laboratoř pro zkoumání viskozity mazacích a provozních olejů nemá mnoho společností a jejich provoz je poměrně nákladný. Proto nabízí společnost Parker svůj **vyhřívaný viskozimetr Parker Kittiwake**, který je schopen řádově v minutách poskytnout laboratorní výsledky o viskozitě oleje přímo na místě. Díky takto získaným hodnotám viskozity budete mít konečně dostatek informací pro rozhodnutí o nutnosti údržby.

Vyhřívaný viskozimetr Parker Kittiwake představuje nástroj pro sledování technického stavu, který vám umožní činit správná rozhodnutí o provozu a údržbě vašich klíčových zařízení. Provozní a mazací oleje tvoří významnou nákladovou položku v provozu téměř všech průmyslových strojů a motorů, a proto je nutné důsledně sledovat jejich kvalitu v zájmu ochrany investic. Schopnost testovat oleje přímo v místě provozu umožňuje snadno a rychle provádět jejich analýzu. Detekcí paliv nebo maziv lze identifikovat potenciální problémy dříve, než dojde k poškození zařízení.

Za nejdůležitější charakteristiku olejů se považuje viskozita. Právě viskozita je tím, co udává odpor oleje proti tečení a pevnost mazací olejové vrstvy

mezi povrchy. Viskozita se může zvyšovat nebo snižovat v důsledku problémů, jako je např. znečištění, ředění nebo pseudoplasticita. Měření viskozity je nesmírně důležité pro hydraulické oleje, naftu, převodové a topné oleje. Vyhřívaným viskozimetrem se měří při skutečné teplotě a je navržen tak, aby se „naklápěl" ze strany na stranu v obou směrech tak, aby se kulička odvalovala po nakloněné rovině vlivem gravitace a viskozita oleje se vypočítala automaticky.

Díky sledování viskozity se generuje včasné varování v případě vzniku celé řady běžných problémů. K dispozici jsou tři vysoce přesné výsledky měření při teplotách 40 °C, 50 °C nebo 100 °C. Změnou viskozitního indexu nebo hustoty je možné otestovat ještě větší škálu olejů. Lze například odhadnout i výkon spalování (index CCAI) topného oleje.

Vyhřívaný viskozimetr Parker Kittiwake je robustní zařízení - ideální pro dlouhodobé použití s rychlými výsledky. ■

Více informací najdete na www.parker.cz.

O SLOVO SE HLÁSÍ NANOTECHNOLOGIE

Pod označením Nanol uvedla finská firma Nanol Technologies na trh nové tribotechnické přípravky založené na inovativním využití nanotechnologií.

S dokonale distribuovaných měděných nanočástic vytváří Nanol – a to pouze na třecí ploše tenkou ochrannou vrstvu, která zabraňuje zničení vodíku na kontaktní ploše. Povrch pokrytý mikroskopickým plátkem měděné fólie pak chrání třecí zóny proti opotřebení, snižuje jejich provozní teplotu a prodlužuje životnost strojů a součástek. Jde o výsledek více než 30letého výzkumu ve spolupráci s renomovanými institucemi – německými odborníky z Fraunhoferova Institutu a APL Laboratory – Automobil-Prüftechnik Landau, finským VTT Technical Research Centre, Univerzity aplikovaných věd Turku (TUAS) aj., který vyústil v patentovaný vynález.

V komerční podobě se využívá v průmyslových aplikacích ve třech formách: jako mazací olej, aditivum a mazací tuk. Oleje Nanol jsou doporučovány pro těžké pracovní průmyslové aplikace běžící pod neustálým působením vysokých tlaků a teplot, kde chrání pracovní povrchy před korozí a zlepšují přenos tepla, což umožňuje snížit pracovní teplotu třecích částí a zvýšit nejen účinnost třecích jednotek a komponent, ale i jejich spolehlivost a životnost, a prodloužit intervaly výměny oleje.

V motorech je výsledkem použití Nanolu lepší spalování a vyšší účinnost, nižší spotřeba paliva, přičemž zlepšení spalování a zvýšení spalovací teploty a opětovné zvýšení tlaku ve válcích se podle výrobce může dostat až na úroveň nového motoru. Za pozornost stojí i nižší spotřeba oleje a snížení škodlivých emisí (tzv. no-SAPS olej).

Jako lubrikační přísada se Nanol uplatňuje u velkých i malých spalovacích motorů, od dvoudobých v motocyklech až po velká trakční vozidla a velké lodní motory. Třetí z aplikací Nanolu je mazací tuk určený k použití v kuličkových, válečkových i kluzných ložiskách všech velikostí a aplikačních oblastí. ■