maziva – oleje – technologické kapaliny

TRIBOTECHNICKÉ INFORMACE

2/2017

TECH MAGAZÍN
TECHNIKA VČERA, DNES A ZÍTRA

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

OBSAH

- **Konference k 60. výročí založení odborné sekce Tribotechnika** 2–3
  Petr Kříž
- **Analýza oleje jako nástroj proaktivní údržby** 4
  Vladimír Nováček, ALS Czech Republic
- **Mazání ovlivňuje spolehlivost strojů a zařízení** 5–7
  Jan Novák, Intribo
- **Údržba strojů a zařízení v nepřetržitém provozu** 8–9
  Milan Soukup, Kleentek
- **Sledování obsahu přísad v olejích pro plynové motory** 9–10
  Tomáš Turan
- **Potravinářská maziva a požadavky na ně kladené** 10–11
  Lubomír Tresner
- **Reálné možnosti stabilizace provozu bioplynových stanic** 12–13
  Jiří Klapka
- **Centrální mazací systém mobilních strojů** 14–15
  Pavel Špondr, Antonín Dvořák, Špondr CMS
- **Tribologie tenkých vrstev** 16–17
  Totka Bakalova, Petr Louda
- **Kapaliny do ostřikovačů** 17
  Jan Skolil

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

KONFERENCE K 60. VÝROČÍ ZALOŽENÍ ODBORNÉ SEKCE TRIBOTECHNIKA

Víte, co znamená slovo tribologie? Mám zkušenost, že pokud tuto otázku položím vzdělaným lidem mimo odborníky na maziva a mazání strojů, jen velmi málo lidí dokáže správně odpovědět. Přesto je tribologie oborem, který patří v ČR k velmi tradičním a můžeme být právem hrdi na to, že patříme k průkopníkům a zakladatelům této technické disciplíny.

České a slovenské profesní organizace tribologů patří k nejstarším ve světovém měřítku. Tribologie je vědní obor, jenž se zabývá chováním dotýkajících se povrchů ve vzájemném pohybu nebo při pokusu o vzájemný pohyb. Slovo tribologie vzniklo z řeckých slov „tribos" tření a „logos" věda. Jak už tato slova napovídají, tribologie se zabývá procesy tření, opotřebení a mazání. Při vzájemném pohybu dvou nebo více materiálů, popřípadě při interakci materiálu s prostředím, dochází ke ztrátě materiálu z povrchu, což je proces známý jako opotřebení. To lze minimalizovat úpravou třecích povrchů nebo pomocí maziv nejrůznějších vlastností.

Minulost české vědy o mazání

Tribologie je interdisciplinární věda na pomezí přírodních věd, totiž fyziky a chemie na pozadí matematiky a užších oborů, jako je materiálové inženýrství, petrochemie, strojírenství, analytická a fyzikální chemie a řada dalších. Slovo tribologie je v širší technické veřejnosti známé od roku 1966, kdy profesor Peter Jost publikoval svoji zprávu, která poprvé v širokém měřítku upoutala pozornost k negativním efektům a obrovským nákladům, které jsou spojeny s třením, opotřebením a korozí a které byly odhadnuty na významných 1,4 % hrubého národního produktu ve Velké Británii tehdejší doby. Tribologie je tedy věda o mazání, snižování nebo optimalizaci tření. Uplatňuje se při návrhu ložisek, převodů, motorů a dalších strojů, ale zasahuje do téměř všech ostatních moderních technologií včetně takových oblastí jako je výroba a aplikace kosmetiky (rtěnky, pudry, kondicionéry) nebo lékařství (umělé kloubní náhrady). Správně zvolená povrchová úprava a mazání snižují tření povrchů, což minimalizuje opotřebení a výrazně snižuje spotřebu energie. Nejrůznějším technickým aplikacím tohoto vědního oboru říkáme tribotechnika.

A právě česká resp. česko-slovenská tribotechnika měla letos svoje velké výročí. Před 60 lety, dne 25. června 1957 zahájila odborná skupina pro techniku mazání v rámci Strojnické společnosti ČSVTS pořádání seminářů, kurzů pro techniky mazání a kurzů pro konstruktéry. Na ni pak navázala, již jako odborná sekce Tribotechnika, pořádáním celostátních i mezinárodních konferencí. Na podnět pracovníků Výzkumného ústavu paliv a maziv, n.p. Benzina v Praze vznikla sekce techniky mazání a začala se psát historie organizované tribotechniky v Československu. Na propagaci důležitosti správného mazání strojů se v té době podíleli zejména pracovníci krajských odbytových závodů n.p. Benzina. Na Slovensku zahájila působnost vlastní tribotechnická skupina, která pokračovala v těsných kontaktech s českými kolegy i po rozdělení federace, kdy se tomuto oboru u našich sousedů začala věnovat Slovenská spoločnosť pre tribológiu a tribotechniku (SSTT) při Zvaze slovenských vedeckotechnických společnosti (ZSVTS). Důkazem pokračujících česko-slovenských aktivit jsou četné konference a setkání pořádané oběma odbornými skupinami.

Výročních 60. let

Takovým setkáním velmi slavnostního rázu byla i letošní výroční konference, která se uskutečnila 8. června v penzionu Skalka u Ježova v půvabné

Úvodní slovo o významu výročí tribotechniky u nás pronesl Ing. Pavel Špondr, předseda odborné sekce Tribotechnika, České strojnické společnosti

Nemohlo chybět ani památeční společné foto

krajině vinařského kraje Kyjovska a v inspirujícím prostředí vinných sklepů Skalák právě u příležitosti nadcházejícího šedesátého výročí organizované tribotechniky u nás.

Slavnostní zasedání zahájili předseda odborné sekce Tribotechnika České strojnické společnosti Ing. Pavel Špondr a předseda Slovenskej spoločnosti

Večer završil prohlídkou vinných sklepů Skalák...

pre tribológiu a tribotechniku Ing. Jozef Stopka. Za účasti desítek osobností oboru z České i Slovenské republiky, jejich životních partnerů a mediálního partnera, časopisu TechMagazín, následoval bohatý program konference, ve kterém je třeba zdůraznit ocenění významných osobností. Vyznamenání od ČSVTS za dlouholetý rozvoj tribotechniky obdrželi Vladislav Marek, Ing. Josef Stopka a Dr. Pavol Klucho, vyznamenáním od sekce Tribotechnika při ČSS byla oceněna dlouholetá spolupráce a zásluhy o rozvoj tribotechniky Ing. Milana Šimánka. V neposlední řadě byla oceněna diplomem za podporu tribotechniky trojice dam ve složení Eva Ryglová, Ludmila Stránská a Hana Valentová, bez kterých si lze činnost sekce Tribotechnika u nás jen těžko představit.

Poté už následoval vlastní program, pohledy do minulosti, ale hlavně do budoucnosti našeho oboru. V přednáškách, které zaznamenaly velký a pozitivní ohlas nejen bezprostředně, ale byly tématem hovoru i při večerním posezení s hudbou nad výbornými místními víny, mohli účastníci slyšet a vidět formou paralelních příspěvků k historii i budoucnosti oboru u nás i ve světě zajímavý myšlenkový nadhled, který ukazuje obrovský význam a přínos tribologie a tribotechniky pro celou společnost.

Současná tribologie a tribotechnika řeší na pozadí sociálních i technologických změn třetího milénia nové výzvy. V globálním měřítku považujeme za hlavní iniciátory změn růst nových ekonomik a požadavky na ochranu životního prostředí. Taktéž dramatická proměna průmyslu nazývaná jako Průmysl 4.0 neboli čtvrtá průmyslová revoluce, budou výrazně formovat náš obor. Kromě digitalizace, která bude mít zásadní dopady na monitorování tribotechnických parametrů, půjde především o robotizaci, se kterou je spjato v oblasti tribotechniky neustálé zvyšování přenášených výkonů. Důsledkem budou zcela nové technologie, změny v konstrukci strojů, a tudíž změny v řešení mazání

... s odborným výkladem sommeliera a nezbytnou ochutnávkou

a důraz na efektivní využívání energií a další rozvoj jejich alternativních zdrojů. Z nových technologií stojí za to jmenovat např. rozvoj 3D tisku, robotických aplikací, letectví a kosmonautiky. Změny v konstrukci strojů jsou dány intenzivním rozvojem materiálového inženýrství, jehož pokroky vedou v principu k menším množstvím mazacích médií a jejich vyššímu zatížení při protichůdném požadavku navyšování výměnných intervalů.

Účastníci konference se v diskusích shodli na názoru, že budoucnost tribologie spočívá v rozvoji několika užších oborů oblastí, jako jsou nejvýkonnější základové oleje, široké použití nanotechnologií a polymerů, výzkum a aplikace materiálů s lepšími povrchovými vlastnostmi. Často skloňovaným oborem je také tzv. „zelená tribologie", která je zaměřena na efektivní využívání všech druhů energií. Novým směrem je tzv. biomimetika, tedy technický obor blízký biofyzice, který napodobuje řešení z živé přírody, která se vyvinula jako výsledek evoluce u živočichů a rostlin. Zcela novou roli a ještě větší důležitost v budoucnosti bude mít monitorování nejrůznějších fyzikálních a chemických parametrů včetně on-line měření. Jako typický příklad lze uvést intersdisciplinární spojení sledování chemických parametrů a diagnostiky vibrací a jejich správnou interpretaci.

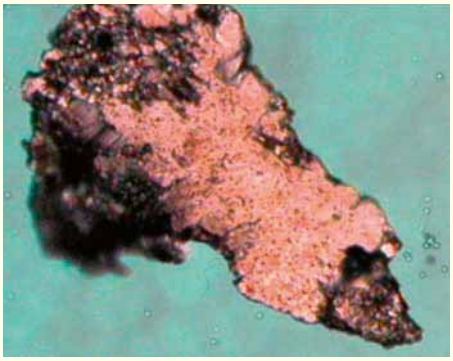
Je-li člověku 60 roků, většinou již začíná uvažovat o útlumu svých profesních aktivit. Analogie k lidskému věku však určitě nebude platit pro obory tribologie a tribotechniky. Osobně vidím obrovské výzvy při zavádění poznatků tribotechniky do roviny technické a obchodní praxe. Tam totiž leží podle mého názoru budoucnost a úspěch našeho oboru, neboť v dnešním světě musíme klást důraz na zcela exaktní definování ekonomických benefitů a propagaci oboru v nejširších praktických souvislostech. Tribologie má všechny předpoklady k tomu, přesvědčit každého racionálně uvažujícího člověka o jejím mimořádném přínosu a ekonomických řešeních v rámci konceptů celkového sdílení nákladů, který je důležitý nejen v oblasti průmyslu. Bude tedy velmi vzrušující sledovat budoucí roky a desetiletí, už proto, že se na nich můžeme sami podílet. Vize našich odborníků je tak možno shrnout citátem Petera Druckera, faktického zakladatele moderního managementu: „Nejlepší cesta k předpovídání budoucnosti je její tvorba". ■

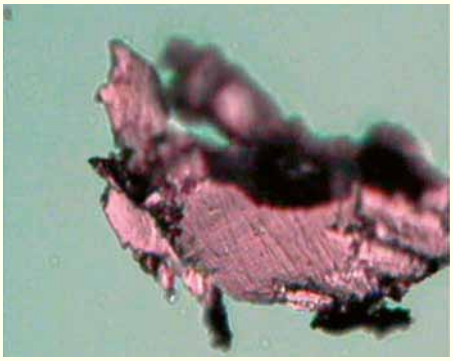
Ing. Petr Kříž,
za výbor odborné sekce Tribotechnika

ANALÝZA OLEJE JAKO NÁSTROJ PROAKTIVNÍ ÚDRŽBY

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

Monitorování stavu oleje po celou dobu provozu, sledování průběhu změn vlastností (tedy tribodiagnostika) a jeho správné ošetřování – to je proaktivní údržba mazacích olejů. Analýza





Únavové částice na ferogramu

mazacích olejů dnes slouží jako diagnostický prostředek ke sledování různých typů strojů s uzavřeným cirkulačním mazacím systémem od turbín po plynové motory. Schémata rozborů, tedy jaké zkoušky se mají provést, se liší právě podle typu stroje a jsou dobře známa. Při dodržení optimálních intervalů odběru vzorků lze spolehlivě zachytit všechny změny od běžného stavu (běžných hodnot jednotlivých sledovaných parametrů) a s velkým předstihem upozornit uživatele stroje, že se děje něco neobvyklého. Velmi důležité přitom je, aby diagnostik z laboratoře znal podrobnosti o sledovaném stroji, což velmi často není možné bez komunikace s uživatelem stroje. Při formulaci diagnostického závěru analýzy mazacího oleje je nutné „poskládat" údaje od výrobce stroje, uživatele stroje a výrobce oleje s naměřenými daty.

Možnost úspor

Stále je možné setkat se s názorem, že analýzou mazacího oleje zjistíme jeho stav a posoudíme, zda je možné ho ponechat ve stroji navzdory doporučenému předepsanému intervalu výměny oleje. A to že je ta hlavní úspora – nemuseli jsme koupit nový olej. Přitom je dávno zřejmé (a dokázáno), že hlavní úspory dosažitelné proaktivní údržbou jsou dnes v minimalizaci prostojů strojů.

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

Výhody tribodiagnostiky

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

Vladimír Nováček, ALS Czech Republic

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

Balíčky testů pro tribodiagnostiku

MAZÁNÍ OVLIVŇUJE SPOLEHLIVOST STROJŮ A ZAŘÍZENÍ

Většina firem si v současné době uvědomuje, že péče o správné mazání strojů a udržení čistoty olejů (maziv) je jednou z nejlepších a nejvýhodnějších investic. Kontaminace olejů je příčinou selhávání strojů, nekvalitní výroby a vede ke snížení životnosti olejů (maziv).

Mnoho firem však neví, jaký systém péče o oleje zvolit, jak s prevencí v oblasti znečištění začít a jak odstraňovat problémy spojené se znečištěním.
Je důležité si uvědomit tato základní fakta o olejích:

- Mazivo je základní konstrukční prvek strojů a zařízení (pochopitelně u strojů, kterých se to týká – hydraulické systémy, převodovky, spojky, točivé stroje apod.).
- Pokud má mazivo správně pracovat, tj. snižovat tření, omezit opotřebení, odvádět teplo atp., je nutné, aby mazivo bylo čisté, suché a mělo správnou teplotu. 60-80 % problémů souvisejících s mazáním je způsobeno nevyhovujícím stavem oleje, zejména kontaminací, která je schopna několikanásobně zkrátit životnost klíčových prvků stroje.
- Z hlediska opotřebení jsou podstatné malé částice. Pokud si uvědomíme, jaké jsou u moderních strojů výrobní tolerance, dojdeme k závěru, že tloušťka mazacího filmu ve ventilech, čerpadlech, ložiskách, pístech… se typicky pohybuje ve velikostech od 0,5 do 10 µm. To jsou pouhým okem neviditelné částice. Statisticky pak docházíme k závěru, že částice menší než 5 µm generují 3–5 krát více opotřebení než částice větší než 10 µm.
- Voda, ve většině případů, do olejů nepatří. Zhoršuje základní vlastnosti oleje, způsobuje korozi, kavitace, zkracuje životnost oleje a je často příčinou tvorby měkkých kalů v mazacím systému.

Správně nastavený systém péče o maziva pak pozitivně ovlivňuje celou řadu aspektů:

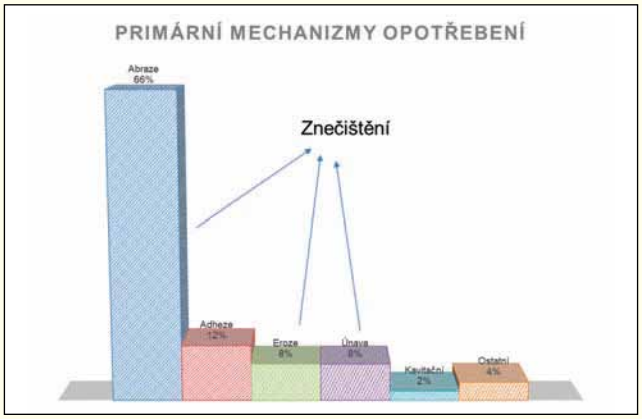
- Zvýšení spolehlivosti zařízení a díky tomu vyšší efektivitu výroby
- Delší životnost strojů a zařízení
- Snížení nákladů na údržbu
- Prodloužení životnosti maziv
- Vyšší jakost výroby
- Zlepšení pracovních podmínek a bezpečnosti provozu

Cesta k vyšší spolehlivosti

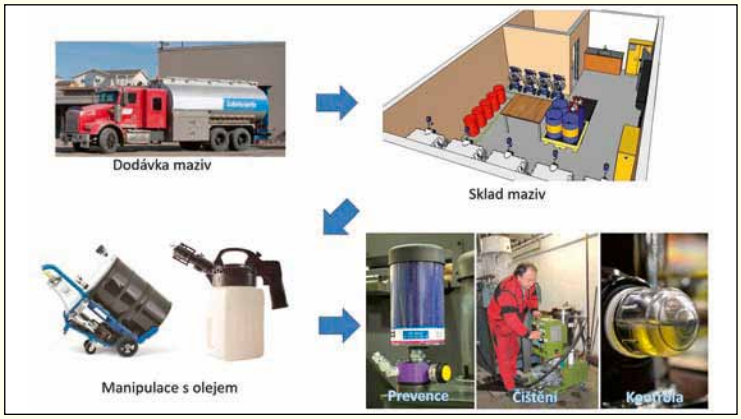
Používání lepších či dražších maziv není nutně vždy cestou, jak zajistit vyšší spolehlivost a delší životnost stroje. Ani častější výměna olejů obvykle nepřinese požadovaný efekt.
Správnou cestou je holistický přístup ke všem aspektům životního cyklu maziv. Jinými slovy – platí zde pravidlo: „Každý řetěz je tak silný, jak silný je jeho nejslabší článek". Je to proces zahrnující správnou specifikaci maziv pro dané aplikace, péči o maziva, vzdělávání, optimalizaci intervalu výměny olejů, správné skladování, správnou manipulaci a plnění strojů, sledování kondice maziv atd.
Paradoxně ty nejúčinnější změny jsou jedny z nejlevnějších. Zároveň jsou nejtěžší. Základem je totiž změna myšlení lidí a změna firemní kultury.

Nejlepší mazivo

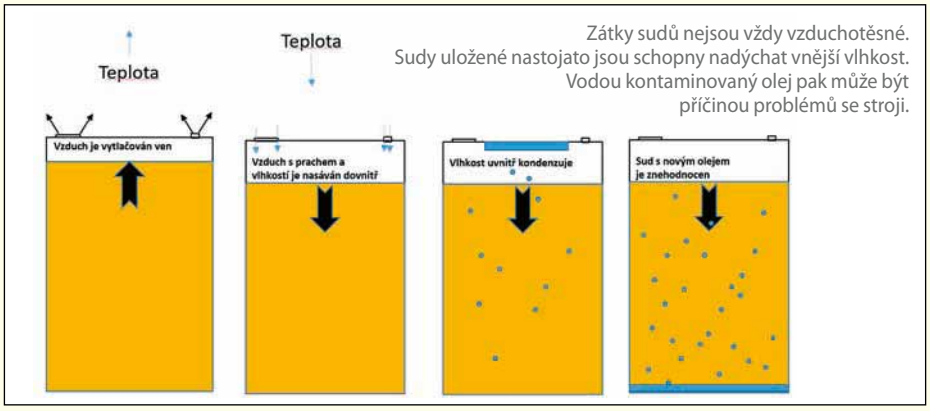
Nejlepší mazivo je mazivo odpovídající pro danou aplikaci, ve správný čas, na správném místě, ve správném množství, ve správné kvalitě, za přijatelnou cenu, kompatibilní se všemi prvky systému (např. s těsnivy, s předchozí náplní…), se správnou teplotou a bezpečné.
Nákup nového maziva obvykle představuje pouhý zlomek z celkové částky ceny stroje. Podle studie zveřejněné společností Exxon Mobil méně než 0,5 % ročního rozpočtu údržby výrobního provozu tvoří náklady na nákup nových maziv. Poruchy způsobené chybou mazání však ovlivňují více než 30 % rozpočtu na údržbu.
Často se stává, že dodaný nový olej nesplňuje kvalitativní požadavky stanovené výrobcem



Primární mechanizmy opotřebení strojů souvisí s kontaminací olejů



O maziva je potřeba pečovat ve všech etapách životního cyklu maziva v provozu



Ukázka správně organizovaného skladu maziv – vše je přehledně umístěné, oleje jsou chráněné proti vnější kontaminaci

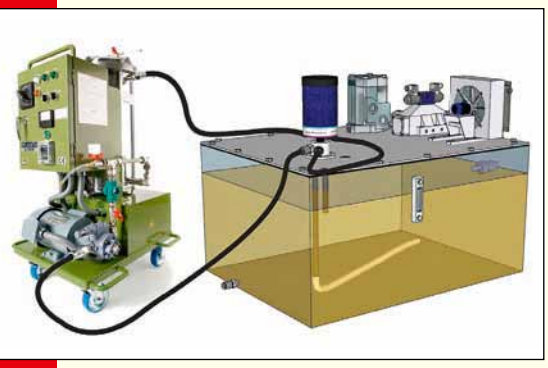
Smísení nekompatibilních druhů maziv může způsobit vážné problémy. V tomto případě se do hydraulického systému dostal pravděpodobně převodový olej.

Příkladem ideálního způsobu pro doplňování oleje do strojů jsou chytré nádoby IsoLink, díky kterým je doplňování olejů jednoduché, bezpečné a olej je chráněn před vnější kontaminaci

zařízení. Nový olej tak má např. vyšší kód čistoty, než je požadavek výrobce stroje. Řešení problému je jednoduché – pravidelná vstupní kontrola maziv a čištění oleje před aplikací v zařízení.

Skladování, manipulace a plnění

Skladování může výrazně ovlivnit kvalitu maziv. Důležité proto je, abychom zajistili správnou péči od úplného začátku – při jeho vstupu do firmy. Nevyhovující skladování maziv, kdy se



Ukázka řešení dle „nejlepší praxe" – přizpůsobení stroje pro připojení jednotky na čištění oleje pomocí nástavce s rychlospojkami a kvalitním zavzdušňovacím filtrem

nezabezpečené sudy a kontejnery nacházejí přímo ve výrobním provozu nebo venku na dvoře, je poměrně častou chybou. Nejasné označení umožní záměnu maziv.

Obecně známá je skutečnost, že zátky na sudech (i ty zaplombované) nejsou dokonale plynotěsné. Pokud jsou sudy postaveny nastojato zátkami nahoru, tak i do uzavřených sudů může pronikat voda a nečistoty. Obecné doporučení tedy je skladovat sudy naležato se zátkami v poloze čtvrt na 9.

Sklad maziv musí mít jasný řád a „štábní kulturu". Načaté sudy je možné zabezpečit zavzdušňovacími filtry s desikantem, které zabrání vniku kontaminace. Sudy a kontejnery je možné vybavit nástavci s rychlospojkami. Oleje se před použitím přečistí nebo filtrují, tak aby se do strojů dostával opravdu nový a čistý olej.

Pro manipulaci s mazivy se často používají nevyhovující prostředky. Olej se přelévá ze sudu do otevřených nádob (kbelíku či konve) a pak pomocí trychtýře do stroje. V lepším případě obsluha kbelík na olej vytře hadrem. To je jeden z nejčastějších scénářů, jak se v jinak velice dobře zabezpečených systémech objevuje kontaminace.

Pokud se v provoze používá více druhů olejů (např. hydraulické, převodové atp.), může jejich vzájemné smísení způsobit závažné problémy. Některé oleje jsou totiž vzájemně nekompatibilní. Při smísení různých druhů (tzv. cross kontaminaci) dochází pak např. k vypadávání přísad, tvorbě různých sraženin, oleje mohou začít pěnit, vytváří se silné vrstvy úsad, zalepují se filtry apod.

Abychom předešli problémům, které způsobuje nekompatibilita maziv, je potřeba celý systém doplňování olejů a jejich filtrace nastavit s ohledem na jednoduchost a zamezení chyb lidského faktoru. Základem je zavedení barevného označování a jednoznačného označení pro jednotlivé druhy oleje, tak aby se předešlo vzájemnému smísení. Každý typ oleje pak má přiřazen svoji barvu, která je jasně viditelná na plnícím otvoru stroje, na vyhrazené filtrační jednotce či přenosném kontejneru pro daný typ oleje.

Na trhu je k dispozici celá řada prostředků pro precizní manipulaci s oleji. Nádoby na oleje jsou hermeticky uzavíratelné, plnění nádob je možné provést přes rychlospojky a oleje jsou dokonale chráněné. Odlišení jednotlivých druhů olejů různých viskozitních tříd se realizuje přes barevné kódování – barva je jasně viditelná na plnicím otvoru stroje, na vyhrazené filtrační jednotce či přenosném kontejneru pro daný typ oleje.

Zavzdušňovací filtry

Za zkrácení životnosti strojů je odpovědné zejména poškozování povrchů – opotřebení. Statisticky 82 % opotřebení je vyvoláváno částicemi nečistot a další kontaminací maziv. Kontaminace v mazivech je tak příčinou snižující se efektivity strojního zařízení, způsobuje prostoje a zvyšuje náklady na provoz a opravy. Velká část kontaminace proniká do systému z vnějšího prostředí „dýcháním" stroje.

Zavzdušňovací filtr omezuje množství částic, které by mohly proniknout do systému během „dýchání" v průběhu pracovního cyklu. U většiny olejových systémů (např. mazacích, hydraulických) dochází během normálního provozu k výměně vzduchu s okolním prostředím neboli k „dýchání". U některých systémů k této výměně dochází v důsledku zahřátí a chladnutí zařízení. V jiných systémech, jako jsou hydraulické soustavy, je výměna vzduchu výsledkem pohybu kapaliny v nádrži.

Ať už jde o převodovku, hydrauliku, pumpu nebo mazací systém turbíny, krokem číslo jedna je zamezit vniku nečistot do systému veškerými otvory, které k „dýchání" stroje nejsou určené. Návazným krokem je zabezpečit „dýchání" olejového systému účinnými zavzdušňovacími filtry.

Velice účinným nástrojem pro zajištění vysoké spolehlivosti strojů a zařízení je zavzdušňovací filtr s desikantem (hygroskopická látka zachycující vzdušnou

Ukázka zavzdušňovacího filtru Des-Case na převodovce ve výrobním provoze – filtr chrání stroj před vnikem nečistot a vlhkosti

vlhkost). Tento aktivní filtr nahrazuje standardní vzduchový filtr (často je to zátka na plnicím otvoru nádrže na olej) nebo odvzdušňovací ventily. Nabízí účinnou filtraci vzduchu a tím lepší ochranu před pronikáním i těch nejmenších částic, které jsou hlavní příčinou opotřebení a poklesu spolehlivosti. Jak je vzduch nasáván do zařízení přes zavzdušňovací filtr, vrstvené filtrační vložky odstraňují částice a granule desikantu zbavují vzduch vlhkosti, která je také velice nebezpečným kontaminantem. Desikant ve filtru absorbuje vlhkost nejen při provozu zařízení, ale i při odstávce stroje a chrání tak olejovou náplň stroje nepřetržitě.

Zavzdušňovací filtr s desikantem vynalezl Jim Waller v roce 1982, když řešil problematiku častých závad strojů a zařízení v rafinerii a kterou díky tomu úspěšně vyřešil. Následně v roce 1983 založil společnost Des-Case, která je od té doby světovou jedničkou ve vývoji a výrobě zavzdušňovacích filtrů pro průmyslové aplikace. Dnes jsou zavzdušňovací filtry Des-Case stále častěji instalovány již přímo výrobci na nové stroje, ale je velice snadné tyto filtry aplikovat i na stroje, které je z výroby nemají. První krok při výběru zavzdušňovacího filtru je správné pochopení, k čemu filtry vlastně jsou

3D olejoznak jako náhrada za tradiční olejoznak. Díky 3D BullsEye olejoznaku lze z libovolného úhlu snadno zkontrolovat, zda je ve stroji optimální množství oleje, případně zda nedošlo ke skokové změně barvy nebo jestli olej neobsahuje zvýšené množství vody.

a jaké jsou potřeby stroje. Doporučené aplikace zahrnují zejména:

- Převodovky
- Hydraulické systémy
- Oběhové systémy mazání
- Robotická zařízení
- Olejem chlazené transformátory
- Skladování maziv/paliv/surovin

Péče o oleje

Čistit celý mazací systém stroje, zbavovat olej ve stroji vody a nečistot je nákladné. Na druhou stranu je nutno říci, že taková investice se může bohatě vrátit. Máme popsané případy, kdy množství prostojů hydraulických lisů kleslo téměř na nulu, resp. klesá o 98 %.

Podle konkrétní situace vybíráme vhodnou technologii – ve vybraných případech používáme jemnou filtraci, v jiných např. elektrostatické čištění olejů. Naším cílem je uvést systém na vyhovující čistotu, vyčistit celý systém, odstranit nejen větší částice nečistot, ale i produkty degradace oleje. Výsledkem je pak vysoká spolehlivost technologií, kvalitní výroba a nízké náklady na jejich provoz.

Velice užitečné je přizpůsobit stroj tak, aby na stroji byla snadno přístupná přípojná místa pro připojení obtokové jednotky na čištění oleje za provozu stroje a ventil pro správný odběr vzorku. Využitím rychlospojek se šetří čas na případné přepojování, minimalizuje se vnik vnější kontaminace a nedochází k úniku oleje. Systém kombinací různých druhů a velikostí rychlospojek na strojích znemožní záměnu při doplňování oleje a předchází se závažným problémům s nekompatibilitou maziv.

Olejoznak umožňující kontrolu hladiny olejové náplně, odběr vzorku a odstranění vody za pomocí odkalovacího ventilu na dně olejoznaku

Systém kontroly olejů

Systematická vizuální kontrola oleje ve stroji je jedním ze způsobů, jak předejít havarijním stavům strojů. Pokud dojde k úniku oleje, je potřeba mít možnost tuto skutečnost rychle zjistit. Zejména u menších strojů je ideální způsob kontrola oleje pomocí olejoznaku.

Pomocí vhodného olejoznaku je možné identifikovat:

- Správné množství oleje ve stroji
- Rychlou změnu barvy (např. ztmavnutí oleje)
- Přítomnost zákalu (přítomnost vody v oleji)
- Pěnění oleje
- Plovoucí částice (částice opotřebení)

Bohužel řada výrobců zařízení z důvodů snižování nákladů na výrobu nebo neochoty měnit zavedené způsoby, používá kontrolní šrouby, olejové měrky či levné a špatně čitelné olejoznaky. Kontrola správného množství oleje ve stroji je pak většinou nahodilá a v příliš dlouhých intervalech. Důvodem je přílišná pracnost této kontroly, zejména pokud je zařízení špatně dostupné, někde ve výšce či naopak v hloubce, za oplocením apod.

Moderní celoprůhledné olejoznaky jsou vyráběny ze špičkových materiálů, které zajišťují jejich extrémní mechanickou a chemickou odolnost v náročných průmyslových provozech. Tyto olejoznaky umožňují v některých provedeních nejen vizuální analýzu oleje, ale odběr vzorku či odstranění kalu a vody ze dna olejoznaku.

Závěr

Pokud nevíte, kde začít, nejlepší je začít auditem současného stavu. Identifikujte slabá místa a navrhněte nápravná opatření, podle nákladnosti a rychlosti návratnosti pak naplánujte jednotlivé kroky. Prvním a nejdůležitějším krokem je změna myšlení. ■

Ing. Jan Novák, CLS, Intribo

ÚDRŽBA STROJŮ A ZAŘÍZENÍ V NEPŘETRŽITÉM PROVOZU

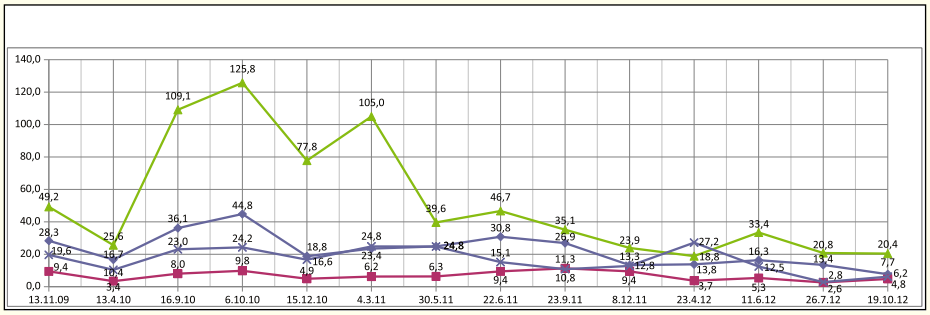
Možná také stojíte před potřebou dalšího snižování nákladů spojeného s údržbou zařízení, které je v nepřetržitém provozu. Opravy můžete provádět pouze jednou ročně, a to v časově velmi omezené provozní odstávce. A ceny náhradních dílů neustále rostou úměrně tomu, jak zařízení stárne. Existují ale firmy, které našly řešení.

1. Výchozí stav

Firma se zabývá výrobou cementu. Jádrem výroby je proces kalcinace surovinové moučky, který probíhá v rotační peci. Pec je srdcem výroby, jakmile se zastaví, cementárna nevyrobí ani cent cementu. Pec je uložena na 12 podpůrných kladkách s kluznými ložisky. Jejich mazání v jedné kladce zajišťuje pouhých 120 litrů oleje s kinematickou viskozitou 680 mm²/s. Analýzou prostojů bylo zjištěno, že právě poškození ložisek způsobuje nejvyšší ztráty. Proč? Z tribologického pohledu je zajištění správného mazání kluzného ložiska jedním z nejsložitějších úkolů. Navíc se v tomto případě jedná o velmi zatěžovaná mazací místa. Ložiska jsou střídavě namáhána tlakem i tahem vlivem elastické deformace pece. Velmi problémová je také fáze rozběhu, kdy musí být olej do ložisek vháněn pod tlakem, aby došlo k nadlehčení hřídele a k rovnoměrnému rozvrstvení maziva. V těchto podmínkách jsou nároky na olej opravdu velmi vysoké. A to nejen na jeho fyzikálně chemické vlastnosti, ale především na jeho čistotu. Tradiční způsob údržby, kdy se oleje pouze vymění, nejsou účinné a vedou k častému poškození ložisek.

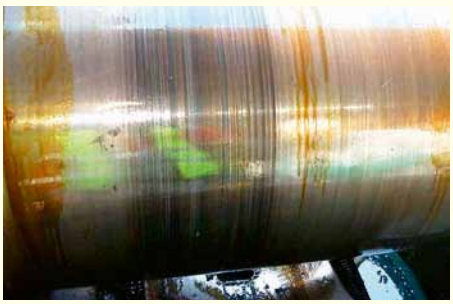
2. První nasazení elektrostatického čištění metodou KLEENTEK

Bylo nutné vyzkoušet jinou cestu. Prvním krokem byly pravidelné analýzy olejů a správná interpretace jejich výsledků. Rozbory ukázaly jeden zásadní problém. Oleje byly velmi silně znečištěné. Po jejich výměně docházelo k recidivě původního stavu během dvou až tří týdnů. Vzhledem k tomu, že se výměny prováděly v průměru třikrát ročně, bylo zřejmé, že ložiska jsou mazána zcela nevyhovujícím mazivem po většinu roku. Účinnost instalované stacionární obtokové filtrace byla mizivá. Nebyl zjištěn žádný podstatný rozdíl mezi filtrovanou a nefiltrovanou kladkou. Nabízela se možnost zvolit jiný způsob péče. Vysoce viskozitní oleje lze bez větších problémů ošetřovat metodou elektrostatického čištění KLEENTEK. Její hlavní předností je v tomto případě to, že olej není nutné protlačovat přes žádný porózní materiál. Průtokové průřezy v čisticí komoře přístroje KLEENTEK ELC jsou dostatečně veliké. A zpomalení průtoku vlivem vyšší viskozity vede jednoznačně ke zvýšení účinnosti čištění. To dokládá i první nasazení přístroje KLEENTEK ELC. Výsledky byly zaměřeny na gravimetrické hodnocení celkových nečistot na membráně 0,8 mμ a obsahy dominantních otěrových kovů a prachových částic metodou atomové absorpční spektrometrie. Čištění navíc probíhalo za relativně nízké provozní teploty



Datum	Průměr – Obsah Fe mg/kg	Průměr – Obsah Al mg/kg	Průměr – Obsah Cu mg/kg	Průměr – Mechanické nečistoty (5 μm) mg/100 ml	Poznámka
13. 11.2 009	28,3	9,4	49,2	19,6	Bez ELC
13. 4. 2010	16,7	3,4	25,6	10,4	Bez ELC
16. 9. 2010	36,1	8,0	109,1	23,0	Bez ELC
6. 10. 2010	44,8	9,8	125,8	24,2	Bez ELC
15. 12. 2010	18,8	4,9	77,8	16,6	Bez ELC
4. 3.2 011	23,4	6,2	105,0	24,8	Bez ELC
30. 5.2 011	24,8	6,3	39,6	24,8	S ELC
22. 6. 2011	30,8	9,4	46,7	15,1	S ELC
23. 9. 2011	26,9	11,3	35,1	10,8	S ELC
8. 12. 2011	13,3	9,4	23,9	12,8	S ELC
23. 4. 2012	13,8	3,7	18,8	27,2	S ELC
11. 6. 2012	16,3	5,3	33,4	12,5	S ELC
26. 7. 2012	13,4	2,6	20,8	2,8	S ELC
19. 10. 2012	7,7	4,8	20,4	6,2	S ELC

Výsledky zavedení systémové péče o oleje



Poškození ložisek a hřídele

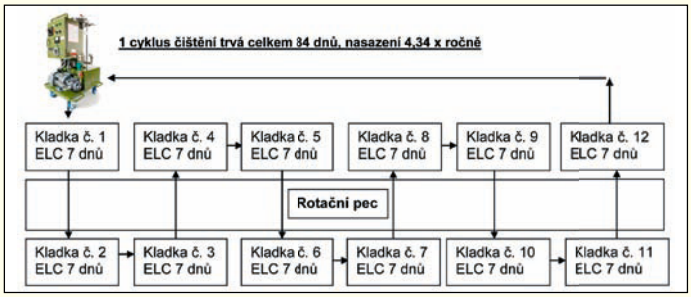
Tabulka č. 1

Před ELC

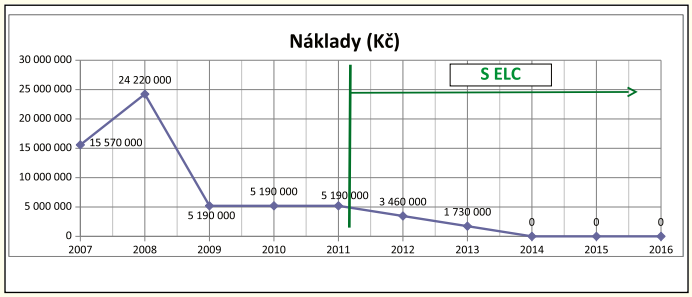
Celkové nečistoty (mg/kg)	Obsah Cu (mg/kg)	Obsah Fe (mg/kg)	Obsah Sn (mg/kg)	Obsah K (mg/kg)	Obsah Si (mg/kg)	Kinematická viskozita (mm²/s)
243	65,4	25,3	3,5	1,9	1,3	637,3

Po ELC

Celkové nečistoty (mg/kg)	Obsah Cu (mg/kg)	Obsah Fe (mg/kg)	Obsah Sn (mg/kg)	Obsah K (mg/kg)	Obsah Si (mg/kg)	Kinematická viskozita (mm²/s)
37	25,9	8,2	1,0	<1	<1	545,5



Plán nasazení přístroje Kleentek ELC-R50SP



Náklady a výpadky

oleje, takže jeho viskozita dosahovala až 950 mm²/s. Sumarizace výsledků je uvedena v tabulce.
Kromě poklesu nečistot se ale objevil i výrazný pokles kinematické viskozity. To ukázalo dosud nezjištěný problém. Výsledky měření viskozity byly ovlivňovány znečištěním. Olej obsahoval velké množství submikroskopických částic, které zvyšovaly jeho viskozitu. Po jejich odstranění se objevila její skutečná hodnota. Samozřejmě, že ztráta deklarované viskozity se také mohla výrazně promítnout do poškozování ložisek. Bylo proto rozhodnuto o změně typu oleje.

3. Zavedení systémové péče o oleje

Na základě velmi dobrých výsledků prvotního nasazení přístroje KLEENTEK ELC padlo rozhodnutí o zavedení pravidelného čištění jednotlivých kladek, dle vypočítaného plánu nasazení. Nadále probíhal sběr dat o nečistotách, a tentokrát již ze všech ložisek. Výsledky jsou uvedeny v tabulce.
Zavedením pravidelné systémové péče se podařilo snížit a dlouhodobě stabilizovat nečistoty v oleji. Snížit a stabilizovat obsahy otěrové mědi, hliníku a železa. Nejpodstatnější ale bylo, že se podařilo zcela odstranit provozní odstávky z důvodu zadřených ložisek. Údržba se omezila pouze na kontrolu ložisek při plánované provozní odstávce pece.

4. Závěrečné shrnutí

Pečovat o olej má smysl pouze tehdy, pokud dosáhneme jasného ekonomického přínosu. Pokud používáme drahý olej, zabývejme se možnostmi, jak prodloužit jeho životnost. Ve většině případů ale leží úspory zcela jinde. Najdeme je v prostojích, v čase, který ztratíme při odstávce zařízení. Ušlý zisk v případě cementárny činí za 48 hodin 700 000 Kč. Ztráta času je nenahraditelná. Pokud se naučíme dávat do souvislostí stav našich olejů s chováním našich strojů, posuneme se v údržbě do 21. století. Snížení nákladů z 55 360 000 Kč za 5 let provozu pece na 5 190 000 Kč v následném pětiletém období je opravdu unikátní. ■

Ing. Milan Soukup, Kleentek

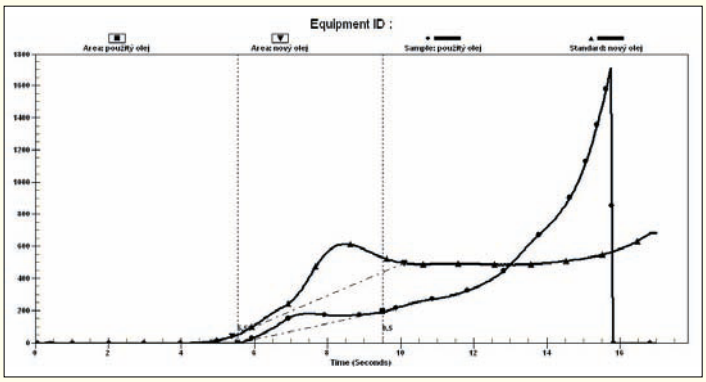
Náklady na opravu zadřeného kluzného ložiska podpůrné kladky za 48 hodin (Kč)

Pronájem autojeřábu	50 000
Demontáž a montáž (práce)	130 000
Pánve ložiska (materiál)	135 000
Ušlý zisk	700 000
Náklady na nájezd pece	500 000
Celkem	1 730 000

SLEDOVÁNÍ OBSAHU PŘÍSAD V OLEJÍCH PRO PLYNOVÉ MOTORY

Využití stanovení obsahu přísad pomocí metody RULER (Remaining Useful Life Evaluation Routine – Vyhodnocení životnosti oleje) se ve velké míře využívá především v oblasti hydraulických a turbínových olejů. V příspěvku chceme ukázat využití i pro oleje pro plynové motory a také souvislosti mezi obsahem přísad a stavem oleje přímo na příkladu oleje z bioplynové stanice.

Stejně jako u hydraulických a turbínových olejů tak i u olejů pro plynové motory přísady pomáhají zpomalovat degradaci oleje. Tím se v podstatě snažíme ochránit olej jako takový a prodloužit jeho dobu použití, ale zároveň tím chceme ochránit i stroj, v tomto případě motor. Ve srovnání s hydraulickými a turbínovými oleji se u motorových olejů setkáváme nejen s výrazně vyšším obsahem přísad, ale zároveň i s odlišnými typy přísad, než je tomu právě u hydraulických a turbínových olejů. Tyto přísady (např. může jít o detergenty, disperzanty, inhibitory koroze atd.) mohou mít v závislosti na použitém rozpouštědle různé eluční časy (různý výskyt píků přísady ve voltamogramu), což může způsobit problémy v jejich identifikaci a vyhodnocování. Zároveň ale není zcela nezbytně nutné vědět, kde přesně která přísada má svůj pás. Obecně platí, že v porovnání s novým olejem by obsah přísad neměl klesnout pod 30 % obsahu nového oleje. Pokud se tak stane, vystavujeme olej příliš velké zátěži a můžeme očekávat problémy nejen u oleje, ale také u stroje. Častější sledování a vyhodnocování trendů nám přinese vždy více informací a větší šanci na provedení nějakého nápravného opatření, než např. analýza jednoho parametru jednou ročně.
Na *obr. 1* je ukázán právě takový příklad. Jde o olej klasifikace SAE 30, který byl odebrán po cca 2000 mth. Hodnota TAN (3,4 mg KOH/g) a hodnota TBN (1,8 mg KOH/g) jasně naznačovaly, že olej je výrazně degradovaný a dávno zralý na výměnu (hodnoty nového oleje: TAN-1,74 a TBN-4,9 mg KOH/g). Měření obsahu přísad metodou Ruler ukázalo celkový obsah přísad jen 28 %, což je samo o sobě jen těsně pod hranicí pro obsah přísady. Navíc nebylo možné zjistit, jak dlouho byl olej v takovém stavu používán, protože chyběla trendová návaznost alespoň tří až čtyř měření, ze kterých by bylo možné zjistit, jak degradace postupovala.



Obr. 1: Obsah přísad metodou Ruler pro olej klasifikace SAE 30

Ve druhém případě se jednalo o olej klasifikace SAE 40. *V následující tabulce* jsou uvedeny hodnoty sledovaných parametrů a také naměřené obsahy přísad v porovnání s novým olejem.
Z naměřených parametrů je patrné, že oba oleje jsou z hlediska TAN, TBN, ipH i oxidace zatím v pořádku. Co se týká obsahu přísad pomocí metody Ruler, tak i z tohoto hlediska je zatím vše v dobrém stavu. Pokud se ale podíváme blíže na křivky jednotlivých vzorků a nového oleje, tak jsou tam patrné rozdíly v počtu pásů. Zatímco u nového oleje jsou pásy slité do jednoho, tak u použitých olejů jsou patrné dva rozdělené pásy (podle použitého rozpouštědla lze odhadnout první pás jako aminickou přísadu a druhý pás jako přísadu na bázi dithifosfátu zinku). Tento jev je možné si vysvětlit tím, že v novém oleji se pásy přísad překrývají, zatímco u použitých olejů došlo už k degradaci některých přísad. Proto jsou pásy zřetelně oddělené (*viz obr. 2 a 3*). Proto je pro

Tabulka 1: Sledované parametry u oleje klasifikace SAE 40

sledované parametry	nový olej	použitý olej z 19. 5. 2016 1000 mth	použitý olej z 23. 6. 2016 1800 mth
TAN (mgKOH/g)	0,90	1,64	2,76
TBN (mgKOH/g)	5,5	4,2	3,3
ipH	8,5	6,5	5,5
Oxidace (ABS/cm)	–	9	11
Ruler (celková plocha pásů v rel. %)	–	72,2	45,7

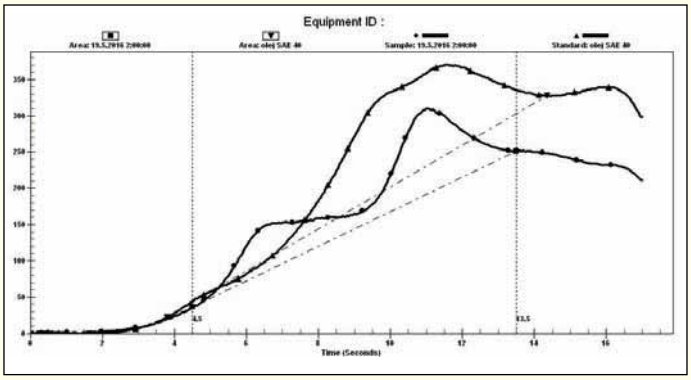
zjištění obsahu přísady klíčové, jakým způsobem se bude plocha pásů vyhodnocovat. Zároveň by se měl zachovat stejný postup i při dalších měřeních, aby výsledek nebyl zkreslený.

Z dosažených výsledků je patrné, že oleje po 1000 mth (vzorek z 19. 5.) i po 1800 mth (vzorek z 23. 6.) jsou zatím v pořádku. Rozhodně ale u vzorku po 1800 mth není možné udělat další odběr tak, jak byl proveden u vzorku z 19. 5., tedy po 800 mth. Je vhodné v tomto případě zkrátit interval odběru alespoň na polovinu, tedy cca po 400 mth. Z tohoto hlediska nebylo možno dále olej hodnotit, neboť provozovatel bioplynové stanice se olej rozhodl vyměnit. Jaký způsobem nám tedy vlastně stanovení obsahu přísad přispívá k analýze oleje? **Prvním přínosem** je, že nám pomáhá rozklíčovat, jaký typ přísady v oleji máme. Jsou k tomu sice nutné informace od výrobce oleje (což bývá dosti složité získat), ale pokud víme, jaké přísady ve spektru můžeme očekávat, snadněji se nám potom vyhodnocuje, jaká přísada ubývá nejrychleji a také někdy tyto informace vedou k odhalení jiné aditivace oleje (kontaminace nebo doplnění jiným olejem). **Druhým** „plus" je, že víme, do jaké míry přísady ubývají. Metoda Ruleru se totiž jeví jako nejspolehlivější ve vyhodnocování obsahu přísad ve srovnání s FTIR spektrometrií nebo atomovou absorpční spektrometrií, případně rentgenovou spektrometrií. U FTIR spektrometrie totiž nelze všechny pásy přísad spolehlivě identifikovat, a tudíž nelze všechny přísady jednoznačně vyhodnocovat. U atomové absorpční spektrometrie (i rentgenu) zase získáváme informace o aditivních prvcích a ne o funkčních skupinách, které tyto aditivní prvky nesou. Ve výsledku totiž pokles obsahu aditivního prvku často nekoresponduje s úbytkem funkční skupiny, která tento prvek nese. Naopak se stává, že obsah aditivních prvků se u olejů pro plynové motory často mírně zvyšuje. Tudíž se může stát, že podle obsahu aditivního prvku se olej jeví v pořádku, zatímco funkční skupina, která tento aditivní prvek nese, může být prakticky vyčerpána. V praxi to znamená, že aditivní prvek může v systému zůstávat v neaktivní formě, která není schopná chránit olej. **Třetím nejdůležitějším přínosem** je, že podle naměřeného obsahu přísad (zároveň i ostatních analýz) jsme schopni rozhodnout, co v daném případě udělat. Jestli olej už vyměnit a vyčistit systém anebo olejovou náplň částečně doplnit čerstvým olejem pro prodloužení životnosti.

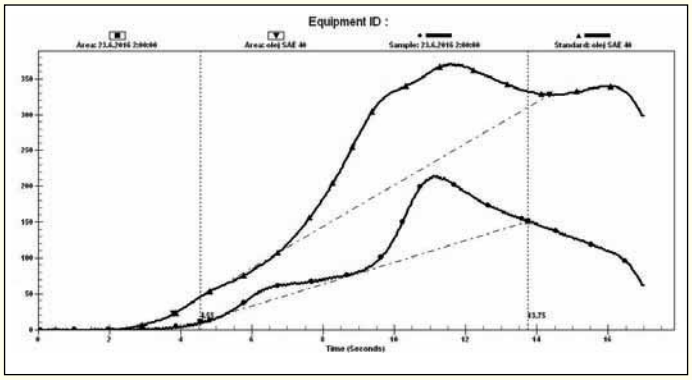
Metoda Ruleru se tedy dá velmi dobře využít nejen u hydraulických a turbínových systémů, ale také u olejů v plynových motorech. Analýza v prvním případě ukázala nedostatečné množství přísad a další testy potvrdily, že olej je ve špatném stavu a na výměnu. Vzhledem k malé četnosti odběru vzorků ani nemohl být doporučen interval odběru vzorků. Ve druhém případě se zase ukázalo, že olej je dále použitelný (ačkoli ho provozovatel vyměnil) a bylo možno odhadnout další interval odběru.

Nechceme tím snižovat význam ostatních stanovovaných parametrů (jako např. TAN, TBN a degradaci oleje), které jsou pro vyhodnocení stavu oleje klíčové. Jen jsme chtěli poukázat na možnost využití této metody v praxi. ■

Ing. Tomáš Turan , ALS Czech Republic



Obr. 2: Vyhodnocení obsahu přísad u vzorku použitého oleje z 19. 5. 2016



Obr. 3: Vyhodnocení obsahu přísad u vzorku použitého oleje z 23. 6. 2016

POTRAVINÁŘSKÁ MAZIVA A POŽADAVKY NA NĚ KLADENÉ

Potravinářský průmysl je legislativně přísně sledovaným odvětvím. Zpracování potravin, ale i výroba léčiv, podléhá stále zpřísňujícím se předpisům, a to nejen co do vlastní kvality vyráběného produktu, ale i monitorování všech rizikových míst, kde by mohlo dojít ke kontaminaci ať už samotného produktu či surovin.

Každé mazivo, ať olej či plastické mazivo, ale i další podpůrné produkty používané v potravinářství, musí mít patřičnou registraci a klasifikaci. Dříve platnou klasifikaci amerického ministerstva zemědělství USDA (United States Department of Agriculture) nahradila v roce 1998 klasifikace zdravotnické neziskové organizace NSF (National Sanitation Foundation), která registruje a zařazuje maziva pro potravinářství po celém světě. Vydává certifikáty a vytváří přehled maziv schválených pro nahodilý či přímý kontakt s potravinami a léčivy, tzv.„Bílou knihu".

Platné a používané klasifikace:

H 1 – maziva pro náhodný kontakt s potravinami. Tato maziva nesmějí být ve stálém styku s potravinou a jejich vlastnosti musí zaručovat, že při náhodném a neúmyslném kontaktu neznehodnotí potravinu a neovlivní její vůni, chuť ani vizuální vlastnosti. Kontaminace těmito mazivy podléhá detekčním limitům. Koncentrace takového maziva v produktu by neměla přesáhnout 10 ppm tedy 10 mg na 1 kg potraviny (0,001 %). NSF vyvinula certifikační postup založený na certifikátu ISO 21469, což je mezinárodní hygienický standard stanovující požadavky na složení, výrobu a používání maziv řady H 1 v potravinářském a farmaceutickém průmyslu. Tento postup stanovuje každoroční kontrolu provozu na výrobu maziv auditorem NSF, který kontroluje dodržování hygienických požadavků a možnosti zabránění kontaminace během výroby maziv H 1. Aby provoz získal certifikát podle ISO 21469:2006 je někdy nutné provést dost nákladné změny ve výrobním procesu.

H 2 – maziva použitelná v potravinářských provozech, kde je kontakt s potravinou nebo produktem vyloučen. Jde o mazání třecích uzlů, kde nehrozí úkap nebo uvolnění maziva do potraviny nebo suroviny. Většina látek používaných ve formulacích maziva je obecně přijatelná pro H2 maziva, ale existují omezení týkající se toxikologie a dalších hledisek. Například řada H2 nemůže obsahovat karcinogeny, mutageny, teratogeny, minerální kyseliny nebo záměrně těžké kovy, jako je antimon, arsen, kadmium, olovo, rtuť nebo selen.

H 3 – vodou mísitelná maziva, čistící a protikorozní prostředky. H3 maziva mohou obsahovat pouze jedlé oleje, které vyhovují FDA 21 CFR 172.860

(jako kukuřičný, sójový nebo bavlníkový olej), některé minerální oleje splňující FDA 21 CFR 172.878 a oleje obecně uznávané jako bezpečné (GRAS) podle FDA 21 CFR 182 FDA 21 CFR 184. Obvykle se maziva H3 používají k čištění a prevenci proti korozi na hácích, vozících a podobných zařízeních.

3 H – separační, mazací a uvolňovací prostředky, technologické přísady s čistícím účinkem. U těchto látek se předpokládá přímý kontakt s potravinami a je zde téměř jisté, že minimální zbytkové množství těchto látek zůstane v potravinách. Tyto materiály tedy nesmí obsahovat alergeny a geneticky modifikované organismy (GMO). Zde již nestačí pouze bílé parafinové oleje, ale používají se přípravky na bázi rostlinných olejů a vosků, případně doplněné potravinářskými aditivy. Musí splňovat evropskou směrnici 95/2 EC a 1829-1830/2003. V této souvislosti musí rovněž splňovat požadavky Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1935/2004 a dále dle § 26 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů pro použití v ČR jako technologické prostředky pro přímý kontakt s potravinami. Nacházejí uplatnění např. při mazání aktivních částí kráječů chleba nebo dávkovačů těsta, při separaci potravinářských výrobků z forem. Důležitou vlastností je neovlivnit chuť ani vůni finálních produktů, a to i tehdy, budou-li déle skladovány.

HT-1: označení pro teplonosné kapaliny pro nahodilý kontakt s potravinami. Registrace NSF HT-1 je výslovně vyhrazena pro oleje pro přenos tepla, které mohou mít náhodný kontakt s potravinami.

HX-1: označení pro složky jejichž použití je přípustné v mazivech klasifikace H 1. Přípustnost složek stanovuje FDA (Food and Drug Administration) – úřad pro testování netoxicity jednotlivých komponent a formulací a stanovuje seznam ingrediencí v nařízení č. 21 CFR 178.3570 (Code of Federal Registration).

Některé technické požadavky

Kromě základní mazací funkce jsou na tato maziva kladeny další mnohdy protichůdné požadavky. Mimo zajištění pohybu všech strojních částí (valivá a kluzná ložiska, řetězy lineárních vedení aj.) musí vykazovat uspokojivé výsledky pod vlivem působení různých médií (např. vody, páry, odmašťovacích činidel nebo jsou vystaveny vysokým či nízkým teplotám). Správný výběr maziva, které je tyto podmínky schopno snášet bez ztráty jeho vlastností, je klíčový pro snížení nákladů na údržbu a prevenci neplánovaných odstávek.

Vliv okolního média – pára, horká voda, odmašťovací a mycí přípravky mohou být velmi agresivní vůči mazivům pro valivá ložiska. Mohou narušovat jejich strukturu, konzistenci a těsnicí vlastnosti. V důsledku toho vzrůstá spotřeba maziv a zkracuje se životnost mazaných dílů. Plastická maziva jsou proto testována na vlivy médií. Nejčastěji se provádí test na vymývání vodou (ASTM D 1264) případně test na postřik vodou (ASTM D 4049).

Vliv vysokých teplot – strojní díly pracující v horkých prostředích (např. pekařské pece, vysoušecí tunely, varné kotle aj.) nesmí selhat z důvodu nevhodného maziva. Proto je nutné testovat maziva určená pro taková prostředí na horní limity pracovních teplot podle zkušebního cyklu FE-9 DIN 51 821 a na rozsah pracovních teplot DIN 51 825, což zajistí spolehlivou funkci maziva v celém teplotním rozmezí pracovního cyklu stroje. Některá speciální maziva vydrží trvale teploty na ložisku 260-300 °C.

Vliv nízkých teplot – nízké teploty až -40 °C se vyskytují v provozech mrazíren a uchovávání potravin. Pro tyto podmínky je nutné testovat maziva na stabilitu při nízkých teplotách, která je hodnocena zkouškou protlačitelnosti (DIN 51 805) a zkouškou krouticího momentu ložiska při nízké teplotě (ASTM D 1478). (Mimo tyto zkoušky se potravinářská maziva podrobují další testům obvyklým pro ostatní strojní maziva, např. Stanovení mechanické stability (ASTM D 217), Stanovení oxidační stability (ASTM D 942), Stanovení separace oleje (ASTM D 1742, ASTM D 6184), Stanovení koroze na měď (ASTM D 4048), 4kuličkový test na opotřebení (DIN 51350-T5), 4kuličkový test na svaření (ASTM D 2596) a další.

Kromě vlastností eliminující výše uvedené vlivy vyžadují nejrůznější provozní podmínky některé další speciální vlastnosti maziv pro styk s potravinami, např.: odolnost proti potravinám, proti chemikáliím, neutrální chování vůči umělým hmotám, elastomerům a gumě, neutrální chování vůči těsnicím materiálům, tlumicí účinek, schopnost rozpouštět cukr, neovlivnit pěnivost piva, bez zápachu a bez chuti, zdravotně nezávadná a bakteriologická inertnost.

Některé požadavky na suroviny

Ne všechny dostupné suroviny jsou použitelné a přípustné pro výrobu potravinářských maziv. Týká se to zejména vhodného výběru základového oleje, zpevňovadla a potřebných přísad.

V případě olejů nejsou přípustné zejména ropné oleje. Použitelné jsou lékařské parafíny, PAO, estery, silikony a polyglykoly. I tyto oleje však mají určitá omezení týkající se jejich složení, molekulární váhy a množství v mazivu.

V případě zpevňovadel jsou nepřípustná lithná a barnatá mýdla. Použitelná jsou hlavně vápenatá a hlinitá mýdla. Přípustným zpevňovadlem je také bentonit a polymočovina.

Jako aditiva do plastických maziv i olejů jsou použitelné pouze síra a fosfor. Ostatní běžně používaná aditiva jsou do maziv NSF H 1 nevhodná.

Přechod na potravinářská maziva

Při přechodu z běžných ropných maziv na maziva potravinářská je nutné dodržet některé zásady. Pokud je to možné, mělo by být staré mazivo odstraněno a třecí uzel co nejvíce vyčištěn od zbytků původního maziva. V případě náplní (převodovky, hydrauliky, topné okruhy) je vhodné propláchnout zařízení novým mazivem H 1 a po vypuštění naplnit mazivem čerstvým. Tato varianta je však zejména u větších náplní velmi nákladná. V případě, že není možné mazací místo vyčistit, je dobré alespoň protlačit staré mazivo novým potravinářským a následně častěji mazat, aby došlo k rychlé obměně maziva za mazivo H 1. V případě převodovek a zařízení bez možnosti proplachu je doporučeno provést další výměnu za druhou náplň oleje H 1 dříve než je předepsaný interval pro dané zařízení. ■

Ing. Lubomír Tresner, Ekolube

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

ALS Czech Republic, s. r. o.
Na Harfě 336/9,
Praha 9, 190 00
email: alspr.tribo@alsglobal.com
www.alsglobal.cz

tel: +420 284 081 575,
+420 734 646 563
+420 602 162 535,
+420 731 687 110

REÁLNÉ MOŽNOSTI STABILIZACE PROVOZU BIOPLYNOVÝCH STANIC

Přínos tribodiagnostiky k zajištění spolehlivého provozu plynového motoru spalujícího bioplyn je všeobecně známý fakt. Využití možností v praxi však za teorií pokulhává. Chybný systém odběru vzorků, chybná interpretace výsledků rozborů a další faktory mohou negativně ovlivnit provoz motoru včetně ekonomických důsledků.

V systémech bioplynových stanic je spalován plyn vznikající anaerobním mikrobiálním rozkladem organické hmoty živočišných exkrementů, hospodářských plodin a další biomasy. Kvalita a čistota takto vyráběného plynu závisí na zplyňovaných materiálech a následné technologii odsiřování a vysušování. Současná technologie je schopna připravit palivo s velmi vhodnými vlastnostmi a složením pro spalování s vysokým obsahem CH4 okolo 60 až 70 % (viz. tabulka). Přes dobré spalovací parametry plyn často obsahuje velké množství pro chod motoru rizikových složek, zejména některé sloučeniny síry (sulfany, H2S). I když je odstranění těchto složek věnována zvýšená péče, jsou výraznými faktory ovlivňující negativně provoz a servisní činnost.

Složka/vlastnost	Jednotka	Obsah
CH_4	%	> 60
CO_2	%	< 40
NH_3	mg/m^3	< 50
H_2S	mg/m^3	→ 2500

Složení bioplynu

Síry bývá v plynu skutečně hodně

Konstrukce motoru a jeho zástavba

Spalovací motor pro spalování bioplynu disponuje sofistikovanou technologií na výrobu a úpravu plynu. Většina plynových motorů vychází konstrukčně z platformy vznětového motoru. Samotný motor je však zážehovým plynovým motorem. Se vznětovým motorem má základní konstrukční prvky (klikový hřídel, blok motoru, olejové hospodářství atd.), specializovaná je technologie a konstrukce spalovací části, konstrukce ventilů, pístů apod. Každý typ motoru má svoje specifika provozu. Použité materiály mohou být různě citlivé na kyselé produkty spalování, samotné motory a jejich zástavby v technologickém celku mohou pracovat v různých teplotních režimech. Různé jsou i obsahy olejových systémů. Některé motory pracují jen se standardní náplní (ca 30-120 l), v jiných jsou speciální nádrže až do 500 l oleje s různým typem doplňování (automatika, ruční dolévání) a s různou měrou cirkulace v systému. To všechno má velký vliv na stav motorového oleje, potažmo na interpretaci výsledků rozboru. Zejména obsah otěrových kovů ve vzorku oleje je velice závislý na objemu olejové náplně v systému. Pro každý motor a zástavbu je nutné stanovit vlastní limity.

U plynového motoru je specializovaná konstrukce spalovací části, jako jsou ventily, písty apod.

Výrobci motorů sice doporučují servisní interval výměny motorového oleje, ale často neznají a ani nemohou znát detailní způsob zástavby motoru, který může některé hodnoty rozborů ovlivnit. Velice důležitým prvkem majícím obrovský vliv je kvalita plynu, resp. jeho úprava a složení při spalování. Další proměnnou jsou zplyňované materiály nebo technický stav technologie např. nefunkční filtrace. Na následujících řádcích je seznam pravidel a doporučení, na které bychom při hodnocení rozboru vzorku motorového oleje neměli v žádném případě zapomenout:

Doporučení výrobce motoru a zhotovitele technologie, celkový technický stav motoru a technologie, zástavbové podmínky (teplotní režim, objem a funkční parametry olejového systému), zatížení motoru a empiricky zjištěná specifika konkrétního motoru a zástavby.

Motorový olej

Dalším článkem technologického celku je motorový olej. Výrobci olejů jsou formulovány speciální motorové oleje splňující specifické požadavky výrobců plynových motorů. Standardní typy motorových olejů pro plynové motory jsou viskozitní třídy SAE 40 nebo 30, s optimalizovaným obsahem některých složek např. sulfátového popela, P a dalších prvků a sloučenin, s optimalizovanými některými parametry, např. hodnotou TBN. Použití konkrétního oleje potom závisí na typu plynu, jeho čistotě, provozních podmínkách, zástavbových podmínkách, servisních intervalech, ekonomických parametrech atd. Oleje pro plynové motory lze pro zjednodušení rozdělit do tří skupin podle obsahu sulfátového popelu. Motorové oleje s nízkým obsahem sulfátového popelu do 0,5 % hm. (Low Ash), oleje se středním obsahem 0,5 až 1,0 % hm. (Medium Ash) a s obsahem nad 1,0 % hm. (High Ash). Pro provoz v běžných bioplynových stanicích jsou nejčastěji používány oleje se střední hodnotou (Medium Ash). Podobné je tomu u hodnoty TBN. Ta je u těchto olejů v rozmezí 6-13 mg KOH/g. Užití je potom závislé na čistotě plynu a obsahu některých sloučenin síry. Pro potlačení vlivu termooxidačního zatížení jsou k dispozici motorové oleje na bázi nejnovějších typů základových olejů (API sk. II, III, PAO, syntetické estery) s vynikající termooxidační stabilitou. V oblasti zušlechťujících přísad došlo k výrazným změnám také reflektujícím zejména termooxidační zatížení oleje. Pro bezproblémový chod motoru spalujícího bioplyny je nutné v provozu používat tribodiagnostické hodnocení motorového oleje, které umožňuje předejít většině havarijních stavů motoru.

Organizace tribodiagnostiky

Vzhledem k naprosto specifickým podmínkám provozu plynových motorů je vyhodnocování rozborů vzorků motorového oleje komplikovanější než u provozu naftových motorů. Rozbory oleje v průběhu servisního intervalu jsou nedílnou součástí provozu plynového motoru. V praxi tomu však často není. Hodnocení vzorků je zcela povrchní bez znalosti technologického celku, motoru, oleje a dalších provozních podmínek. Jeden rozbor vzorku motorového oleje v průběhu servisního intervalu je zcela nedostačující, a nemůže říci o stavu motoru téměř nic. Celý princip hodnocení je nutné vnímat na úrovni změn a jejich trendů. Lze sledovat dlouhodobé zhoršování chodu motoru i rázové změny charakterizující možné poškození motoru. Vyhodnocením těchto změn je možné využít v plánovaných krocích údržby i při zabránění havárií motoru. Dalším nedořešeným problémem je četnost vzorků. Pokud zde hovořím o sledování změn a trendů, je nutné stanovit nějaký počátek. Tím nejvhodnějším se jeví tzv.„blank" vzorek odebraný po 1-10 hodinách provozu po výměně oleje. Tento vzorek nejenom, že zmapuje skutečný stav oleje na počátku servisního intervalu, ale také ukáže úspěšnost servisního úkonu výměny oleje a jednoznačně stanoví počátek vyhodnocení všech změn na oleji.

Vyhodnocení jednoho vzorku oleje odebraného někde uprostřed plánovaného servisního intervalu laboratoří, která nezná detailní podmínky a nemá dostatek informací, je vyhodnocením pro „alibi" a pro stabilizaci provozu nemá význam. Pro správné fungování sledování provozu plynového motoru pomocí tribodiagnostického rozboru vzorku motorového oleje lze doporučit následující:

Stanovení cílů pro tribodiagnostiku (servisní intervaly, zamezení velkým poruchám a haváriím atp), stanovit metodiku pro odběr vzorku a časový interval hodnocení, vybrat specializovanou laboratoř s vhodnými metodami hodnocení, hodnotitel rozboru musí znát podmínky motoru pro objektivně správné rozhodnutí.

Interpretace výsledků rozborů vzorků motorového oleje

Změny viskozitních parametrů

Ve stacionárních plynových motorech dochází k nárůstu viskozity vlivem termooxidační a celkové degradace motorového oleje. Zpravidla dochází u monográdních olejů k nárůstu viskozity s doporučenou změnou do +20 až +25 %. U multigrádních olejů tomu může být i naopak a degradace přísad upravujících viskozitní parametry může způsobit snížení hodnoty viskozity. Potom platí hodnota změny ±25 %. Pro stanovení změny viskozity je důležité změřit viskozitu u tzv.„blank" vzorku, protože jinak nemáme počáteční hodnotu viskozity pro další hodnocení. Vyhodnocení je také nutné spojit se sledováním dalších změn zejména v oblasti oxidačních a nitračních produktů, ale také v oblasti znečištění oleje. Tyto parametry by měly společně určovat stav oleje. Znečištění oleje může mít v laboratoři zcela rozhodující vliv na průtočnost oleje viskozimetrem a tím na hodnotu viskozity. V praxi je viskozita měřena v laboratořích na viskozimetrech ve viskozitních lázních při teplotě 100 a 40 °C. Toto klasické měření je spolehlivé, ale je zatíženo vysokou cenou. V terénu se používá i alternativní metoda pomocí infračervené spektrometrie. Ze změřeného spektra je hodnota viskozity dopočítána pomocí softwaru. Toto hodnocení je však velmi závislé na stabilizaci provozu a kalibraci pro konkrétní motor, olej a zástavbu. Nedokonalá kalibrace tohoto procesu je příčinou mnohých omylů a servisních chyb. Výhodou bývá zpravidla cena a rychlost.

Pro objektivní zhodnocení viskozitních parametrů je třeba vnímat následující vztahy:

Vzájemný vztah naměřené hodnoty viskozity hodnoceného vzorku a „blank" vzorku, vzájemný vztah naměřené hodnoty viskozity a stavu oxidačních, nitračních a sulfatačních produktů, vzájemný vztah naměřené hodnoty viskozity a znečištění oleje. U metodiky využívající pro stanovení hodnot naměřené spektrum FT-IR a stanovující hodnoty kinematické viskozity pomocí statistických metod a výpočtu je třeba mít na paměti, že výpočet konkrétních hodnot je přímo závislý na hodnotách oxidace, nitrace a sulfatace.

Oxidační, nitrační (sulfatační) produkty

Jde o charakteristické parametry degradace a kontaminace motorového oleje. V praxi jsou hodnoceny pomocí infračervené spektrometrie FT-IR na FTIR spektrometru s ATR technikou. Limity je nutné stanovit pro konkrétní motor, technologii, olej a provoz. U hodnocení vzorků oleje z plynových motorů je sledování tendence změn těchto složek součástí sledování oleje a motoru. Někteří výrobci motorů stanovují limity změn„absorbance" pro své motory. V praxi lze doporučit stanovení vlastních limitů změn podloženou hodnocením většího množství vzorků klasickými metodami.

Pro objektivní zhodnocení viskozitních parametrů je třeba vnímat následující vztahy:

Vzájemný vztah naměřených hodnot oxidace, nitrace, sulfatace s hodnocením „blank" vzorku, vzájemný vztah naměřených hodnot oxidace, nitrace, sulfatace s viskozitou a vzájemný vztah naměřených hodnot oxidace, nitrace, sulfatace s otěrovými kovy.

TBN, TAN, pH vodního výtřepku

Hodnoty poklesu TBN a nárůstu TAN jsou měřítkem kontaminace motorového oleje kyselými produkty spalování. Zejména vysoký podíl síry v plynu může vyvolat rychlé a nevratné změny, které mohou způsobit poškození kovových dílů motoru.

- **TBN** charakterizuje odolnost oleje kyselým produktům (mg KOH/g) limit 30–50 % nového oleje, min. 2 mg KOH/g.
- **TAN** (mg KOH/g), charakterizuje nárůst obsahu kyselých složek v oleji, limit 2,5–3 mg KOH/g nad novým olejem.

Tato hodnocení jsou často doplněna hodnocením dalšího posouzení kyselosti nebo alkality. Například pH vodního výtřepku nebo tzv. ipH.

- **pH vodního výtřepku** charakterizuje prostředí, limit min. pH 6,0.

TBN a TAN se měří klasickými metodami titrace, pH měřidlem. Nevýhodou je vysoká cena. I zde se používá metodika pomocí FT-IR. Platí pro ni však všechna pro i proti (viz měření viskozity). Při vyhodnocování rozboru vzorku oleje by všechny tři hodnoty měly být na sobě závislé a měly by být vyhodnocovány současně. Je např. velmi nepravděpodobné, aby byla hodnota TAN nízká např. 1,3 mg KOH/g, pH 7,0 a TBN pod 50 % původní hodnoty.

Pro objektivní zhodnocení viskozitních parametrů je třeba vnímat následující vztahy:

Vzájemný vztah naměřených hodnot TBN, TAN, ph VV s hodnocením „blank" vzorku, vzájemný vztah naměřených hodnot TBN, TAN, ph VV mezi sebou navzájem. U metodiky využívající pro stanovení hodnot naměřené spektrum FT-IR a stanovující hodnoty TBN, TAN pomocí statistických metod a výpočtu je třeba mít na paměti, že výpočet konkrétních hodnot je přímo závislý na hodnotách oxidace, nitrace a sulfatace. V tomto případě je mnohem přesnější než u viskozity.

Otěrové kovy, prvky

Obsahy prvků charakterizují opotřebení motoru mimo klasické opotřebení (např. nečistotami prachového charakteru, mazacími vlastnostmi oleje, fungováním olejového systému) také korozívní napadení motoru kyselými produkty. Využití pro tribodiagnostiku motorového oleje plynového motoru mají zejména následující prvky – Fe, Cu, Pb a Cr, dokonale charakterizují opotřebení a korozivní napadení kovových částí motoru. Dalším sledovaným prvkem je Si, který může pomoci odhalit netěsnosti v sacím traktu motoru.

Pro měření jsou k dispozici přístroje s rozdílnými možnostmi přesností měření např. atomový absorpční spektrometr (AAS), jiskrový optický emisní spektrometr (CCD), rentgenový spektrometr a ICP spektrometr. Vyhodnocení výsledků je vždy závislé na množství oleje v systému v konkrétním motoru a zástavbě. Pro každý motor je nutné stanovit nové limity na základě olejové náplně, použitých materiálech a na základě stanovení„standardního" množství prvků při dlouhodobém sledování.

Pro objektivní zhodnocení viskozitních parametrů je třeba vnímat následující vztahy:

Vzájemný vztah naměřených hodnot otěrových kovů s hodnocením „blank" vzorku, vzájemný vztah naměřených hodnot otěrových kovů mezi sebou navzájem, při hodnocení brát v úvahu možnosti zvolené metodiky a vyhodnocovat jen prvky, které mají skutečný přímý vztah s opotřebením.

Změny bodu vzplanutí

Tato hodnota bývá vnímána spíše jako informativní a pomocná pro kompletní sledování významných změn. V některých případech může být ovlivněna v oleji rozpuštěným plynem. To se však stává jen výjimečně.

Obsah vody a glykolu

Podobně jako u dalších spalovacích motorů chlazených kapalinou predikuje poruchu chladicího systému. Limit pro vodu je někde mezi 0,15 až 0,20 %. Obsah chladicí kapaliny se zpravidla nedoporučuje.

Obsah nečistot

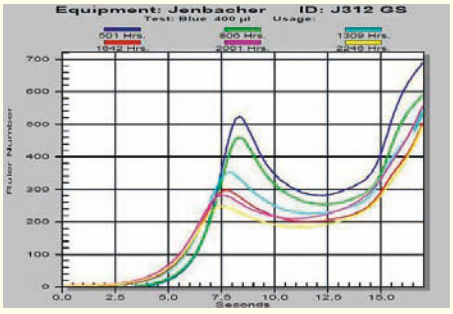
Olej je kontaminován produkty chemických reakcí některých sloučenin spojených s kontaminací látkami ze spalovacího procesu a nečistotami z vně motoru (prach, Si). Hodnotí se nejčastěji jako celkové množství nečistot např. dle ČSN 65 6135 (% hm., 0,8 µm filtrační membrána). Doplňkově je možné využít i kapkovou zkoušku pro doplňující hodnocení celkového stavu oleje i jeho kontaminaci nečistotami. Dalším hodnocením nečistot může být stanovení Si (viz předcházející odstavce). Obsah nečistot může mít přímý vliv na hodnoty viskozity.

Hodnocení stavu zušlechťujících přísad v motorovém oleji

Novodobým úspěšně aplikovaným hodnocením je hodnocení obsahu (ztrát) některých typů antioxidantů. Tato měření pomáhají doplnit celkový skutečný stav sledovaného motorového oleje. Sledování se provádí pomocí technologie FT-IR nebo i voltametricky (Ruler test). Hodnoty a metodika sledování se teprve formují.

Tribodiagnostika motorového oleje je součástí provozu motoru a při jejím využívání je nutné si stanovit cíle a všechny změny hodnotit komplexně v celé šíři sledování chodu technologií instalovaných na bioplynových stanicích. ■

Jiří Klapka



Ruler Test

Zdroj: Machinery Lubrication 13.2.2012

CENTRÁLNÍ MAZACÍ SYSTÉM MOBILNÍCH STROJŮ

Článek pojednává o aplikaci progresivního centrálního mazacího systému /CMS/, pro dávkování maziva do mazacích míst podvozků a technologických nástaveb mobilních strojů (nákladních automobilů, autobusů, trolejbusů, návěsů, přívěsů a těžebních, stavebních, zemědělských a jiných strojů).

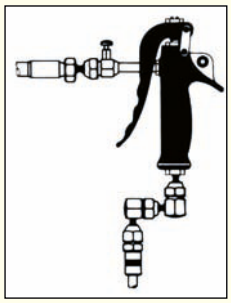
Prodloužení životnosti dílů třecích dvojic (zajištěno 100% namazání všech mazacích míst), snížení spotřeby maziva, zkrácení prostojů a odstranění obtížné a namáhavé práce proti ručnímu mazání zaručí rychlé ekonomické zhodnocení pořizovacích nákladů. Správným používáním se zvyšuje i ekologičnost provozu.

Vývoj mazání podvozků a nástaveb mobilních strojů

Ruční mazání

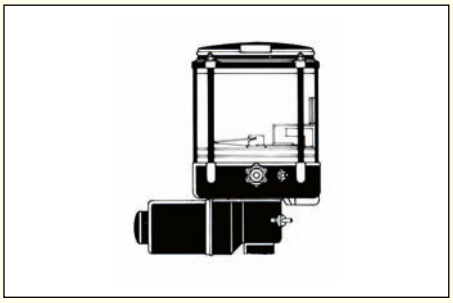
- ruční mazací lis
- pojízdný (elektrický, pneumatický) mazací lis

Ruční mazací lis

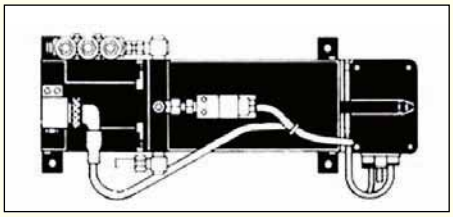


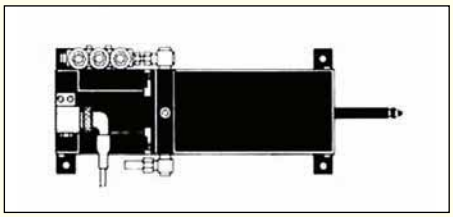
Ruční pistole pojízdného mazacího lisu

Automatické mazání



Elektrický mazací přístroj bez a s řídicím systémem

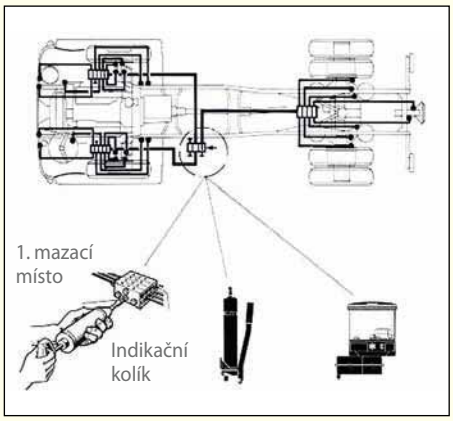




Pneumatické / hydraulické (mechanické) mazací přístroje (např. zdvih čerpací jednotky odvozen od pohybu určité technologické části vozidla)

Rozdělení CMS použitelných u mazání mobilních strojů

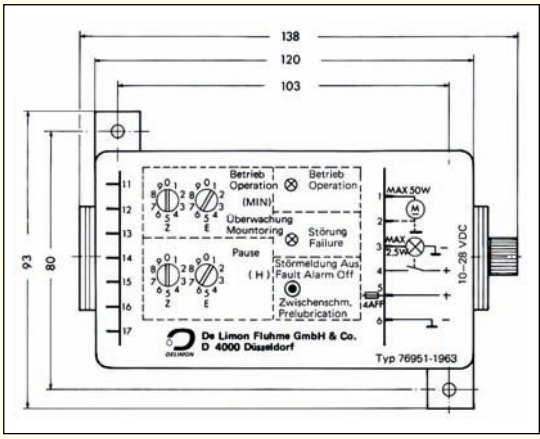
- vícepotrubní CMS
- jednopotrubní CMS
- progresivní CMS
- dvoupotrubní CMS



Možnosti použití mazacích přístrojů u jednobodového mazání podvozku mobilního stroje osazeného progresivními rozdělovači maziva

Řídicí a kontrolní systém

Většinou je (samostatná krabička) umístěn v kabině řidiče. Indikační kontrolky ukazují aktuální stav či poruchu CMS. Obsluha okamžitě kontroluje průběh či stav mazání, příp. může kdykoli stroj přimazat funkcí mezimazání (při zhoršených klimatických podmínkách, při průjezdu těžkým terénem, při nárazovém extrémním zatížení apod.). Nebo je řídicí a kontrolní systém součástí mazacího přístroje a k němu vede sdružený kabel z kabiny od tlačítek a kontrolek.



Externí řídicí a kontrolní systém mobilního stroje

Nakladač Caterpillar určený pro opravu / instalaci CMS

Instalovaný mazací přístroj na nakladači

Pohled do kabiny řidiče

Hlavní výhody CMS mobilních strojů

- spolehlivost namazání i těžce přístupných míst,
- žádné mazací místo není opomenuto,
- minimalizace vniknutí nečistot do mazacího místa během mazání,

- klesá opotřebení díky možnému předmazání po dlouhé pauze stroje,
- přesné dávkování v krátkých intervalech (nedochází k ne-

Detail řídicího a kontrolního systému v kabině řidiče

domazání nebo přemazání – optimální množství maziva v mazaných místech),
- zvýšení životnosti ložisek díky pravidelnému obnovování mazivového filmu,
- flexibilita elektronického řízení umožňuje přizpůsobení všem provozním podmínkám,
- **vyloučení negativního lidského faktoru**.

Detail 24V DC mazacího přístroje

Zvyšující se stupeň mechanizace a automatizace strojů a zařízení vyžaduje nasazování obecně všech typů a pokročilostí CMS. ■

Pavel Špondr, Antonín Dvořák, Špondr CMS

GOMA SLAVILA 50. VÝROČÍ

Chorvatská společnost pro paliva a maziva GOMA důstojně oslavila 50 let od svého založení. Mezinárodní konference The 50th Lubricants and Base Oils Symposium 2017 se konala 18.–20. října v Zagrebu. Konference přilákala 124 odborníků převážně z okolních zemí, ale i z UK, Ruska i Číny.

Oficiálním jazykem konference byla výlučně angličtina a možná i to bylo důvodem přítomnosti řady světoznámých odborníků. Program byl zaměřen jak na budoucí trendy v používání maziv, tak na aktuální problémy v oblasti mazání a maziv. Plenární přednášku obstaral prof. W. J. Bartz s detailním rozborem maziv pro nastupující elektromobily. Dále následovaly bloky přednášek od dodavatelů zušlechťujících přísad a výrobců syntetických i ropných olejů. Zajímavá byla účast představitelů „zájmových skupin výrobců maziv a regulátorů", jako je evropské sdružení výrobců plastických maziv ELGI či americké NSF International. Přednášky obou avizovaly nárůst spotřeby plastických maziv i maziv schválených pro potravinářský průmysl. Poslední skupinou byla všehochuť přednášek velmi dobré úrovně od lidí ze střední Evropy a Balkánu. Konference proběhla ve velmi pěkném prostředí hotelu Esplanade v centru Zagrebu za podpory místní rafinérie INA. GOMA je nezisková organizace, podobně jako Tribotechnická sekce České strojnické společnosti, což se příznivě projevilo na vložném, které bylo 4x nižší, než pro obdobné konference pořádané profesionálními nadnárodními organizacemi. ■

Ing. Jiří Valdauf

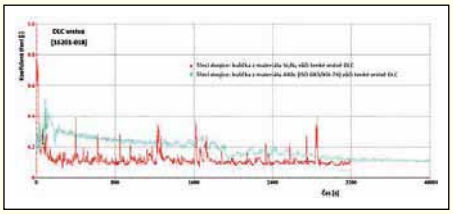
TRIBOLOGIE TENKÝCH VRSTEV

Článek popisuje základní metody hodnocení tribologických vlastností tenkých uhlíkových vrstev v laboratorních podmínkách TUL. Charakterizuje základní tribologické vlastnosti tenkých vrstev oproti ocelové a keramické kuličce.

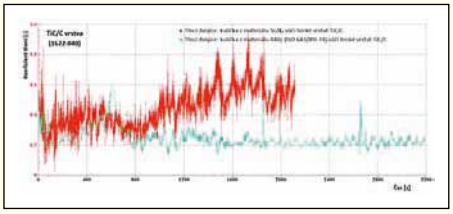
Měření a hodnocení součinitele tření mezí tenkou vrstvou a keramickou (Si_3N_4) a ocelovou (440c – ISO 683/XIII-74) kuličkou bylo realizováno na přístroji CETR UMI Multi-Specimen Test System – Tribometr (*Obr. 1*).

Obr. 1: Přístroji CETR UMI Multi-Specimen Test System – Tribometr

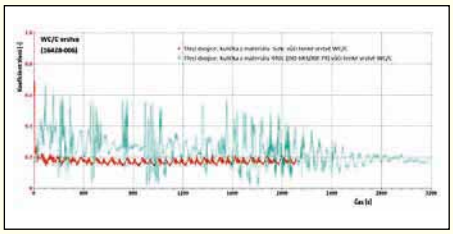
K určení součinitele tření byla použita metoda „Ball-on-disc", jejíž princip spočívá v umístění tělíska ve formě nerotující kuličky na povrchu vzorku (ve tvaru disku). Použité kuličky byly z keramiky (Si_3N_4) a z oceli (440c – ISO 683/XIII-74). Na určité vzdálenosti od středu vzorku je umístěn „Ball" zatížený předem definovanou silou. Stoleček společně s diskem se otáčí definovanou rychlostí (rpm) a vykonává předem určitý počet otáček nebo určitou délku dráhy. Výsledkem měření je grafická závislost koeficientu tření na délce kluzné dráhy (resp. čas). Tribologické měření probíhalo podle normy EN1071-13:2010 a při použitém zatížení 10 N. Rychlost pohybu keramické kuličky po povrchu definované podložky byla 60 rpm. Definované podložky byly připevněny k rotujícímu stolečku z důvodu zajištění rovinného povrchu, po kterém se kulička pohybovala během experimentu.



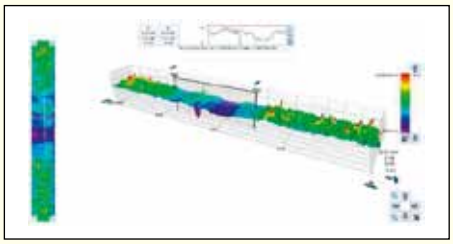
Obr. 2: Průběh součinitele tření v závislosti na čase, třecí dvojice kulička z materiálu **Si_3N_4** vůči tenké vrstvě **DLC** a kulička z materiálu **440c** (ISO 683/XIII-74) vůči tenké vrstvě **DLC**



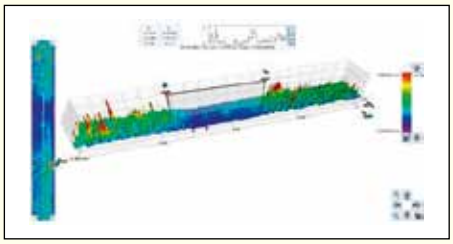
Obr. 3: Průběh součinitele tření v závislosti na čase, třecí dvojice kulička z materiálu **Si_3N_4** vůči tenké vrstvě **TiC/C** a kulička z materiálu **440c** (ISO 683/XIII-74) vůči tenké vrstvě **TiC/C**



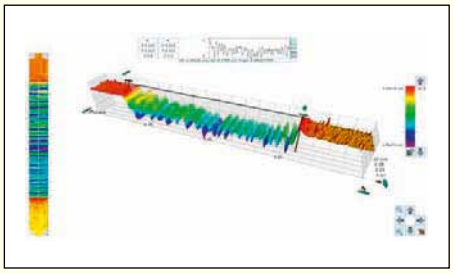
Obr. 4: Průběh součinitele tření v závislosti na čase, třecí dvojice kulička z materiálu **Si_3N_4** vůči tenké vrstvě **WC/C** a kulička z materiálu **440c** (ISO 683/XIII-74) vůči tenké vrstvě **WC/C**



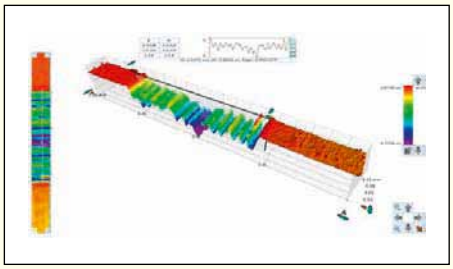
Obr. 5: Opotřebení disku z třecí dvojice u vrstvy **DLC**, protikus kulička z materiálu **Si_3N_4**



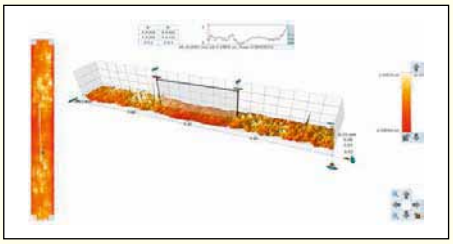
Obr. 6: Opotřebení disku z třecí dvojice u vrstvy **DLC**, protikus kulička z materiálu **440c** (ISO 683/XIII-74)



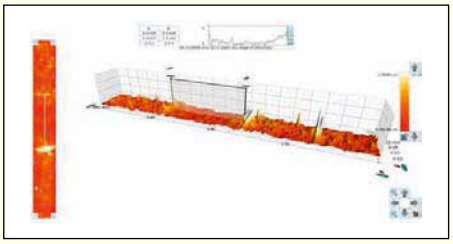
Obr. 7: Opotřebení disku z třecí dvojice u vrstvy **TiC/C**, protikus kulička z materiálu **Si_3N_4**



Obr. 8: Opotřebení disku z třecí dvojice u vrstvy **TiC/C**, protikus kulička z materiálu **440c** (ISO 683/XIII-74)



Obr. 9: Opotřebení disku z třecí dvojice u vrstvy **WC/C**, protikus kulička z materiálu **Si_3N_4**

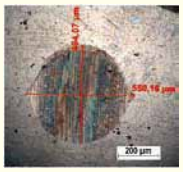


Obr. 10: Opotřebení disku z třecí dvojice u vrstvy **WC/C**, protikus kulička z materiálu **440c** (ISO 683/XIII-74)

Součinitel tření

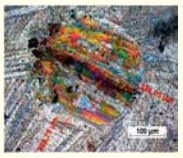
Průběhy součinitele tření při použití třecí dvojice kulička z materiálu Si_3N_4 vůči tenkým vrstvám (DLC, TiC/C a WC/C) a ocelové kuličce 440c (ISO 683/XIII-74) vůči vybraným vrstvám (DLC, TiC/C a WC/C) viz. ***obr. 2, 3 a 4***, hodnoty jsou popsány v ***Tab. 1***. Cílem provedených experimentů bylo hodnocení změn a porovnání třecích vlastnosti při použití různé třecí dvojice.

Obr. 11: Opotřebení kuličky z materiálu **Si_3N_4** vůči tenké vrstvě **DLC**



Obr. 12: Opotřebení kuličky z materiálu **440c** (ISO 683/ /XIII-74) vůči tenké vrstvě **DLC**

Obr. 13: Opotřebení kuličky z materiálu **Si_3N_4** vůči tenké vrstvě **WC/C**



Obr. 14: Opotřebení kuličky z materiálu **440c** (ISO 683/ /XIII-74) vůči tenké vrstvě **WC/C**

Hodnocení míry opotřebení třecí dvojice

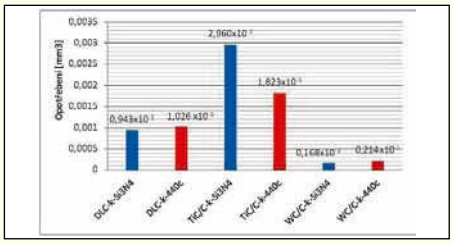
Opotřebení disku

Hodnocení opotřebení vrstvy bylo provedeno mechanickým profilometrem, hodnoty jsou popsány v Tabulce 2.

Na následujících obrázcích 5–6, 7–8 a 9–10 je znázorněno opotřebení disku z třecí dvojice u různých tenkých vrstev.

Opotřebení kuličky (protikusu)

Hodnocení opotřebení kuličky (protikusu) bylo



Obr. 15: Znázornění výpočtu opotřebení kuličky (protikusu) podle normy ČSN EN 1071-13

provedeno na optickém mikroskopu a znázorněno *na obrázcích 11–14*. Hodnoty naměřené na kuličce jsou popsány v Tabulce 3 a výpočet opotřebení podle normy ČSN EN 1071-13 znázorněn *na obr. 15*.

Závěr

Na základě provedených experimentů je možno konstatovat, že nejnižšího součinitele tření vykázala třecí dvojice DLC vrstva versus keramická kulička a to K = 0,12. Oproti tomu nejmenší opotřebení kuličky vykázala dvojice keramická kulička versus vrstva WC/C a nejmenšího opotřebení vrstvy bylo dosaženo v kombinaci ocel versus DLC vrstva. ■

Totka Bakalova, Petr Louda, FS TUL

Vrstva	Protikus	DLC	TiC/C	WC/C
Koeficient tření [-]	Keramika Si_3N_4	0,122±0,065	0,444±0,136	0,176±0,032
	Ocel 440c (ISO 683/XIII-74)	0,245±0,066	0,245±0,066	0,243±0,108

Tab. 1: Hodnoty součinitele tření

Vrstva	Protikus	DLC	TiC/C	WC/C
Objem odstraněného materiálu [μm^3]	Keramika Si_3N_4	6 306	97 864	4 543
	Ocel 440c (ISO 683/XIII-74)	40 ?4	110 14?	4 787

Tab. 2: Naměřené hodnoty opotřebení po tribologii

Vrstva	protikus	DLC	TiC/C	WC/C
Velikost opotřebení [mm]	Keramika Si_3N_4	0,4958	0,6524	0,3060
		0,5006	0,6894	0,3789
	Ocel 440c	0,4941	0,5698	0,3350
		0,5502	0,6372	0,3688

Tab. 3: Naměřené hodnoty opotřebení kuličky po tribologii

KAPALINY DO OSTŘIKOVAČŮ

Mnoho řidičů snižuje náklady na bezproblémový výhled z vozu tím, že místo kapaliny do ostřikovačů používá v létě vodu s „jarem" nebo přímo pitnou vodu z řadu. Neuvědomují si však, že pokud jezdí svým automobilem často, mohou tím ohrozit své zdraví.

Letní kapalina do ostřikovačů není v plastovém obalu zrovna marketingové terno. Obzvlášť v litrovém obalu si zákazník kupuje vlastně předražený obal, daleko za tím ovlivnila cenu samotná kapalina, protože její složení tvoří z 99 % voda. To nakonec nemusí být špatně. Jde o velmi účinnou mycí složku, je ekologická a na rozdíl od alkoholů nezapáchá, naopak po aditivaci parfémem tato tekutina příjemně voní. Část uživatelů věří, že stejnou službu jim odvede např. Jar. V podstatě ve stejné koncentraci jako pro mytí nádobí, tedy pár kapek na 3–5 l vody. Někteří z nich dokonce použijí pitnou vodu bez jakékoliv úpravy. A tam začíná kámen úrazu.

Nevýhody obyčejné vody

Neřešme, že voda díky absenci povrchově aktivních látek nemůže čistit přední sklo tak dobře, jako komerční letní kapalina do ostřikovačů. A už vůbec není schopna odstraňovat zbytky hmyzu. Na ohrožení zdraví nemá stejně tak vliv tvrdost, která se z pitné vody vyloučí jak v zásobní nádobce, tak všude cestou k přednímu sklu. Postupně může vodní kámen zanést, zneprůhlednit a zhoršit další používání ostřikovače. Primární problém pitné vody je ale to, že jde o tekutinu, která je základním životodárným médiem pro většinu mikroorganismů, hub a dalších škodlivin, které mohou poškozovat naše zdraví. A nemusí jim vůbec vadit, že pod krytem motoru nemají moc velký přísun světla a občas jsou vystaveny vyšším teplotám z důvodů jeho přehřátí.

Legionella – horečnaté onemocnění

V anglosaských zemích si lékaři po roce 2000 začali všímat, že stoupá počet pacientů s onemocněním dýchacích cest způsobenou bakterií Legionella. Při podrobnějším pohledu na statistiku se zjistilo, že většina z nich jsou profesionální řidiči nebo lidé, kteří tráví hodně času na cestách vozidlem. Po detailním průzkumu Britskou agenturou pro ochranu zdraví bylo zřejmé, že velká část z nich jezdí vozidly staršími roku 2010, většinou nákladními, jsou kuřáci a večer po zaměstnání se nesprchují. Tyto tři faktory se poté sice ukázaly být méně signifikantní pro vznik onemocnění, ale 95 % postižených vykazovalo shodu v tom, že jezdí často ve velmi industrializovaných areálech a nepoužívají žádnou kupovanou kapalinu do ostřikovačů. Poslední činností, která nemocné spojovala, byla častá jízda se staženými okny u vozidla. Naopak lidé, kteří preferují osobní vozidla, autobusy a vlaky, a používají klimatizaci, jsou lépe chráněni, i když v tomto posledním faktoru se anglický výzkum neshodoval se studiemi z Japonska.

Nemoc veteránů

Kontaminace bakterií nastává pro uživatele vozidla používáním kapaliny na ostřikování skel, kdy vzniklý aerosol proniká do kabiny ventilací nebo otevřenými okny. V případě, že jde jen o vodu z kohoutku, máte dle studií 20% pravděpodobnost, že je kontaminována Legionellou, zejména druhem L. pneumophilla. Legionella je gramnegativní bakterie známá přes 40 let. Pojmenování získala po onemocnělých 211 amerických veteránech, které postihla na oslavě 200 let nezávislosti USA ve Philadelphii v roce 1976. Třicet čtyři z nich tehdy zemřelo. Obvykle je jí nakaženo 3-16 obyvatel na 1 mil. populace. Inkubační doba pro rozvoj onemocnění je v průměru 2–10 dnů. Úmrtnost nastává z 5–30 %, v případě včasného zahájení léčby je menší než 5 %. Pro její růst je vodní prostředí základem a teplota mezi 20 až 50 °C nezbytnou podmínkou. Snese i lehce kyselé prostředí. Množství bakterií se v případě ideálních podmínek zdvojnásobí každých cca 8 hodin.

Používejte letní kapaliny

Odlišnost mezi pitnou vodou a prodávanou kapalinou do ostřikovačů, vyrobenou ze změkčené vody, je z pohledu možnosti vzniku onemocnění v tom, že komerční produkt obsahuje konzervační činidlo – biocid. Ačkoliv jej tam výrobci nepřidávají z důvodů prevence před „legionářskou" nemocí, ale čistě z pragmatických důvodů, aby se během prodeje letní kapalina nezkazila, na tuto bakterií stačí. Z etikety se to dá nepřímo poznat díky tomu, že dle Nařízení EU č. 648/2004 o tenzidech a detergentech, musí být na štítcích produktů uvedeny všechny alergenní látky. Ty nejpoužívanější konzervační látky – isothiazoliny – z tohoto pohledu naštěstí alergenní jsou, takže je najdete téměř na všech etiketách hlavních výrobců provozních kapalin. Je jich několik typů, před onemocněním vás uchrání methyl(chlor) isothiazoline a všechny jeho odvozeniny, výrobci je navíc často uvádějí na etiketách psané velkým písmem. Onemocnění se nemusejí bát ani uživatelé zimních kapalin do ostřikovačů, ačkoliv Legionella se při nízkých teplotách nerozmnožuje. Zimní kapaliny do ostřikovačů sice biocidy přímo neobsahují, na ochranu vašeho zdraví ale stačí jejich nemrznoucí složky. Jak etanol, tak propan-2-ol (isopropanol) mají také konzervační účinky a tuto bakterií zabijí. ■

Ing. Jan Skolil, Ph.D., CLASSIC Oil