maziva – oleje – technologické kapaliny

TRIBOTECHNICKÉ INFORMACE

1/2014

TECH MAGAZÍN
TECHNIKA VČERA, DNES A ZÍTRA

ČSS

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

OBSAH

Editorial 2

- **Syntetické obráběcí kapaliny bez obsahu boru** 3
  CASTROL LUBRIKANTS
- **Výsledky péče o oleje** 4–5
  KLEENTEK
- **Motorové oleje s unikátní technologií** 6
  Shell
- **Omezení emisí z přírubových spojů** 7
  POKORNY
- **Centrální mazací systémy tvářecích strojů** 8–9
  ŠPONDR CMS
- **Výhody a použití plastických maziv na bázi vápenatého sulfonátu** 10
  NACHAZEL
- **Čistý olej pro čistý hydraulický systém** 11
  PARKER HANNIFIN
- **Metody pro sledování stupně degradace turbínových a hydraulických olejů** 12–13
  ALS Czech Republic
- **Jak zvýšit efektivitu uzavřených převodovek** 14–15
  EKOLUBE
- **Pančování motorové nafty průmyslovými oleji** 15–16
  Zlata Mužíková
- **Odborníci na centrální mazání, dávkování maziv a mazací techniku** 17
  HENNLICH, oz CEMA-TECH
- **Tribodiagnostika velkých točivých strojů** 18
  Vladislav Marek, Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.

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

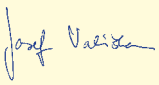
TECH MEDIA PUBLISHING s.r.o.
TechMagazín
Petržílova 19, 143 00 Praha 4
tel.: 774 622 300
e-mail: redakce@techmagazin.cz
www.techmagazin.cz

Pro hladký rozjezd do nové éry: Od úspor k investicím

Stalo se už téměř tradicí, že spolu se skoro letním vydáním Tribotechnických informací vychází v TechMagazínu i speciál zaměřený na ložiska – což má svou logiku, vzhledem k tomu, že právě pro ložiska je tribotechnika klíčovým oborem. Obdobně má "ložisková" příloha i svou logickou vazbu na ústřední téma červnového vydání, kterým je – rovněž tradičně – železnice a svět kolem ní, protože právě červen je časem specializovaného veletrhu zaměřeného v ČR na tuto oblast – Czech Raildays Ostrava. A to je opět oblast, kde hraje tribotechnika klíčovou roli, stejně jako ve strojírenství, kterému jsou pro změnu zasvěceny veletrhy a firemní zákaznické dny v letním a podzimním období. Obsah, který najdete v aktuálním vydání Tribotechnických informací, by se tedy měl dostat rozhodně na správnou adresu – k lidem, které tyto informace zajímají z praktického profesního hlediska nejvíce. V době, která je více než kdy jindy zaměřena na maximální výkonnost a efektivitu, může i doslova zdánlivá maličkost, jako je třeba rozdíl několika otáček za sekundu nebo o měsíc delší životnost mazadel, znamenat rozhodující konkurenční výhodu. Proto i výrobní firmy začaly popřávat daleko více sluchu těm, kdo jim tyto možnosti nabízejí, a věnovat pozornost věcem, které dříve braly na lehkou váhu nebo přehlížely jako nepodstatné. Vzhledem k tomu, že v průmyslu je dnes většina věcí snadno přepočítatelná na peníze, začali výrobci skutečně počítat – a mnozí si tak už uvědomili, že i když se jim počáteční investice do systémů na čištění oleje může zdát jako relativně vysoký (a z pohledu „excelových ředitelů" tudíž zbytečný a nežádoucí) výdaj, v celkových souvislostech dokáže ušetřit firmě mnohem významnější částky a znamenat tak v konečném součtu úspory. Což je přesně to slovo, na které dnes vedení podniků, jen pozvolna se vzpamatovávajících z předchozích krizových časů, asi nejvíce slyší. Tím druhým klíčovým slůvkem, které by se mělo stát zásadním v době pokrizové, jsou investice – a to logicky především do něčeho, co se firmě skutečně vyplatí a posune ji opět kupředu – pokud možno před konkurenci. Tedy opět šance na již zmíněná zdánlivě drobná či naopak zcela zásadní vylepšení provozních parametrů podniků i jejich vybavení, jaká nabízejí aplikace tribotechnických novinek, i důsledně praxí ověřených řešení, na která zatím z nejrůznějších příčin nedošlo. K orientaci v jejich nabídce by měly posloužit i pravidelný přehled o dění v oboru tribotechniky a příklady uplatnění těchto poznatků na následujících stránkách.

Těší nás rostoucí zájem členů odborné sekce Tribotechniky České strojnické společnosti, který se projevuje mj. i v počtu obdržených příspěvků, určených k publikaci vTribotechnických informacích. I když se v tomto vydání nedostalo z prostorových důvodů úplně na všechny, čtenáři o ně rozhodně nepřijdou – část jich najdou v příštím, podzimním vydání, některé zase v rámci standardních rubrik TechMagazínu. Možná právě vám pomohou nastartovat cestu k dalšímu, ještě rychlejšímu rozvoji...

Kvalitní počtení a hezké léto



PhDr. Josef Vališka, šéfredaktor

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

1. Seminář: Měření základních veličin v hydraulice
termín: 2. září 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. Vladimír Perník, Jihostroj a.s., Velešín, e-mail: pernik.vladimir@jihostroj.cz

2. 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

SYNTETICKÉ OBRÁBĚCÍ KAPALINY BEZ OBSAHU BORU

Špičkové technické vlastnosti a vysoký výkon jsou dnes samozřejmé požadavky na vodou mísitelné obráběcí kapaliny. Nadstandardní obráběcí kapaliny dále vykazují mimořádnou životnost jako významný benefit pro zákazníka. Skutečně prvotřídní obráběcí kapalina navíc musí ve své formulaci obsahovat chemické látky vykazující minimální negativní vlastnosti z hlediska hygieny a ekologie.

Syntetické obráběcí kapaliny, které neobsahují minerální oleje, převyšují všechny uvedené požadavky, zejména pak v případě, že ve své chemické formulaci neobsahují sloučeniny boru.

Vodou mísitelné obráběcí kapaliny můžeme rozdělit na dvě velké skupiny – na dnes převažující mikroemulze s nižším obsahem minerálního oleje a na syntetické roztoky zcela bez minerálního oleje, které představují nejmodernější směr vývoje. Syntetické chladicí kapaliny neobsahují minerální oleje, ale speciální směsi ve vodě rozpustných maziv a dalších aditiv. Jednotlivé formulace se výrazně liší v závislosti na technické aplikaci produktu, mimořádný význam při vývoji mají hygienické a ekologické aspekty. Syntetické kapaliny se dělí do dvou skupin, podle svého chování k průniku cizích olejů. Většina produktů cizí olej odlučuje, velmi efektivní jsou však také produkty olej emulgující.

Syntetické kapaliny mají řadu výhod, které zvyšují produktivitu výroby. Spojují v sobě ty nejlepší vlastnosti ze světa obráběcích kapalin, totiž vysokou úroveň mazacích vlastností známou z oblasti řezných olejů a chladicí vlastnosti vody. Vysoký chladicí účinek umožňuje zvýšit řeznou rychlost operací. Zvýšení životnosti nástrojů, obvykle kolem 20 %, šetří prostoje a vysoké náklady. Aditivační protipěnivostní technologie umožňuje použití i při vysokém tlaku chladicí kapaliny. Velkou výhodou je udržování extrémně čistého pracovního prostoru strojů kvůli výrazné eliminaci tvorby úsad a povlaků. Optimalizované smáčecí vlastnosti výrazně snižují výnos kapaliny a tím její spotřebu.

Použití syntetických kapalin je velkým přínosem též pro pracovní hygienu a ekologii. Je samozřejmé, že tyto typy produktů splňují bez výjimek požadavky chemické legislativy, především neobsahují chlor, fenoly a dusitany. Většinou jsou taktéž bez obsahu sloučenin boru, které mohou vykazovat nebezpečné toxikologické vlastnosti a vytvářet potenciál k tvorbě úsad v prostředí tvrdé vody. Pozitivní je menší dráždivost vůči pokožce v důsledku mnohem nižšího obsahu biocidů ve srovnání s emulzními kapalinami. Nepřítomnost minerálního oleje eliminuje sklon kapaliny k biologickému napadení. Syntetické kapaliny mohou nahradit nejen klasické emulze a mikroemulze, ale i řezné oleje. Tímto způsobem je možné vyloučit nepříznivé vlastnosti řezných olejů, mezi jinými požární nebezpečí.

Naprosto zásadní charakteristikou moderních syntetických kapalin je nepřítomnost sloučenin boru v chemické formulaci. Často jsou tyto kapaliny označovány v názvu označením BF („boron free"). Kyselina boritá, která se používá v klasických obráběcích kapalinách jako konzervační činidlo a některé její soli jsou od roku 2010 na tzv.„Seznamu látek vzbuzujících mimořádné obavy" – který je vydáván Evropskou chemickou agenturou. Důvodem je skutečnost, že tyto sloučeniny vykazují dle posledních toxikologických výzkumů teratogenní vlastnosti, tj. mohou negativně ovlivnit vývoj nenarozeného lidského plodu. Je proto zcela zřejmé, že v blízké budoucnosti můžeme očekávat omezení v použití obráběcích kapalin obsahujících bor. Dalším pozitivem obráběcích kapalin bez obsahu boru je velmi nízká tendence tvořit úsady při provozu v obráběcím stroji.

Velká většina syntetických obráběcích kapalin vykazuje jako zásadní výhodu odlučivost cizích olejů. Efektivní separace cizích olejů umožňuje prodloužit životnost kapaliny. Snadnější obnovitelnost původních vlastností náplně vede k menšímu doplňování koncentrátu ve srovnání s klasickou emulzí či mikroemulzí.

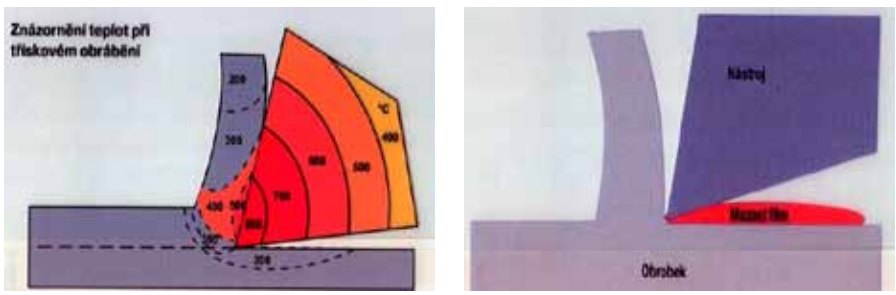
Moderní syntetické roztoky vykazují nejen chladicí, ale též extrémní mazací vlastnosti a jsou tak vhodné pro nejnáročnější obráběcí operace. Příkladem je protahování, vystružování, řezání závitů a obrábění ozubení, které jsou s výkonovou rezervou zvládnutelné se speciálními roztoky. Jsou taktéž k dispozici nejmodernější druhy syntetických kapalin pro obrábění hliníku s téměř neutrálním pH, které zcela eliminují nepříznivé chemické interakce. Obrábí při dosažení excelentní kvality povrchů a taktéž přispívají k velmi šetrným hygienickým vlastnostem.

Unikátní syntetické vodou mísitelné kapaliny absorbující cizí oleje v sobě spojují výhody syntetických kapalin s výhodami mikroemulzí. Mohou tak velmi efektivně nahradit klasické emulzní kapaliny. Tím je možné dosáhnout výrazného zvýšení produktivity práce za současného snížení rozpočtu pro chladicí a mazací kapaliny. Velkou výhodou tohoto typu syntetických roztoků je mimořádná kompatibilita s nátěry a materiály těsnění a schopnost pohlcovat cizí oleje srovnatelně s mikroemulzemi. Tyto vlastnosti umožňují úspěšné nasazení nejen pro moderní stroje, ale taktéž pro starší strojový park, kde jinak bývá pro nasazení typických syntetických kapalin nutnou podmínkou rozsáhlá optimalizace provozu. V některých případceh je takové produkty možno provozovat jak s měkkou, tak i s tvrdou vodou.

Syntetické produkty vykazují zpravidla vyšší jednotkovou cenu, ale při vhodném nasazení vykazují výrazně nižší celkové provozní náklady. ■

Ing. Petr Kříž, Castrol Lubricants (CR), s.r.o.,
petr.kriz@castrol.com

Chlazení + Mazání



Hlavní funkce obráběcích kapalin

VÝSLEDKY PÉČE O OLEJE

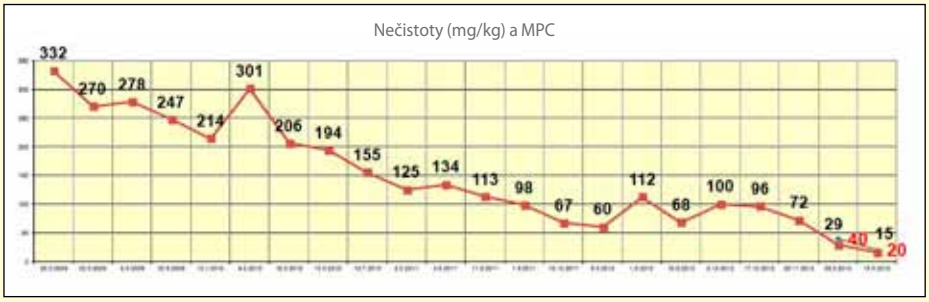
Olej můžeme chápat jako pracovní médium, které si potřebuje uchovat dlouhou dobu své optimální parametry. Na jejich změnu působí mnoho faktorů, které lze obecně nazvat procesem „stárnutí". Ten nelze zcela zastavit, můžeme ale velmi úspěšně ovlivňovat jeho důsledky, především tvorbu nečistot.

Péče o olej je souborem činností, vedoucích k dosažení a udržení jeho maximální čistoty. Dosažená čistota má svoje ekonomické opodstatnění, protože významně ovlivňuje náklady výroby. Péče o olej má proto smysl pouze tehdy, pokud přináší jejich významnou úsporu.

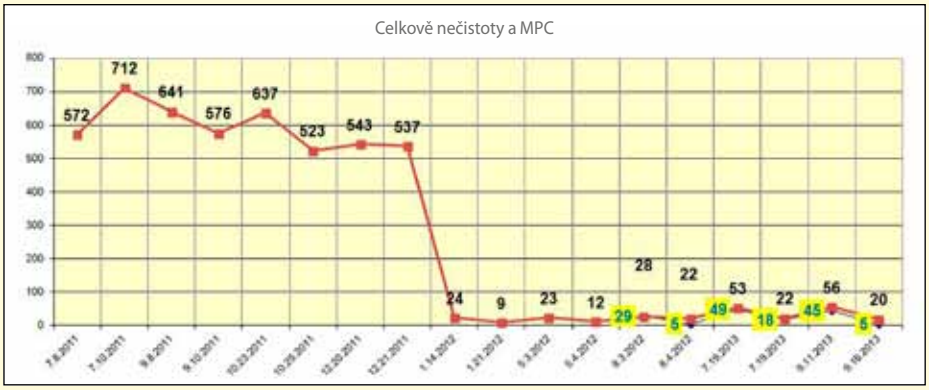
2. Hodnocení výsledků péče *(viz graf 1)*

Správně nastavený systém péče se musí projevit jak při gravimetrickém hodnocení, kódem čistoty i pomocí kolorimetru hodnotou MPC (Membrane Patch Colorimetry). Aby byl nastavený systém péče hodnocen pozitivně i v komerčním firemním prostředí, je nutné dávat do souvislostí dosažené výsledky čistoty oleje s ekonomickými přínosy. Např. u lisu na lemování hliníkových trubek byly v roce 2011 zaznamenány náklady na náhradní díly a prostoje více než 600 000 Kč. Průměrná hodnota nečistot hydraulického oleje byla 593 mg/kg. Pokles nečistot na 27 mg/kg přinesl úsporu přesahující částku 420 000 Kč.

Také otázku, kdy je vhodné zavádět péči, je dobré zodpovídat v kontextu s konkrétními příklady *(viz graf 2)*. Zcela jednoznačně se pak ukazuje, že pokud se zabrání vzniku úsad už u nového stroje, nedochází k nárůstu jeho poruchovosti. Proto je vhodné pečovat o oleje a potažmo o stroje ihned po uvedení do provozu. V péči o procesní kapaliny hraje nejdůležitější roli srovnání nákladů na nákup nového a vyčištění použitého oleje. Stupeň dosažené čistoty je relativní, protože za dostačující čistotu můžeme považovat stav, kdy stav oleje nezpůsobuje nárůst zmetkovitosti. Péče o maloobjemové nádrže by měla vycházet z jejího základního cíle, tedy zajištění bezporuchového chodu stroje, nikoli prodlužování životnosti oleje. Např. zavedení péče o 2 l vývěvového oleje přináší roční úsporu v řádech miliónů korun ročně.



Graf 1: Trendový pokles nečistot



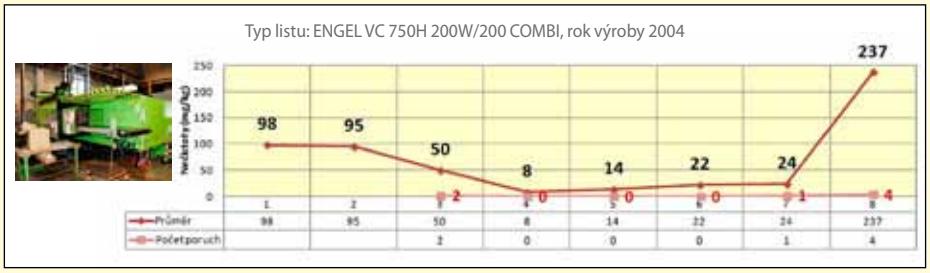
Graf2: Pokles nečistot – lemování trubek

3. Vstřikování plastů

Obor vstřikování plastů si zasluhuje mimořádnou pozornost. Moderní hydraulické vstřikovací lisy jsou velmi citlivé na nečistoty v oleji. Dlouhodobý sběr dat o jejich poruchovosti spolu s trendováním nečistot umožňuje získat velmi efektivní nástroj ke snížení nákladů na prostoje a spotřebu náhradních dílů. Firma vyrábějící klimatizace do automobilů rozdělila poruchy lisů do šesti základních skupin. Jejich identifikace je vidět na přiloženém grafu. Dlouhodobé sledování umožňuje relativně přesně specifikovat podmínky bezporuchového provozu lisu. Pokud se daří držet celkové nečistoty dlouhodobě

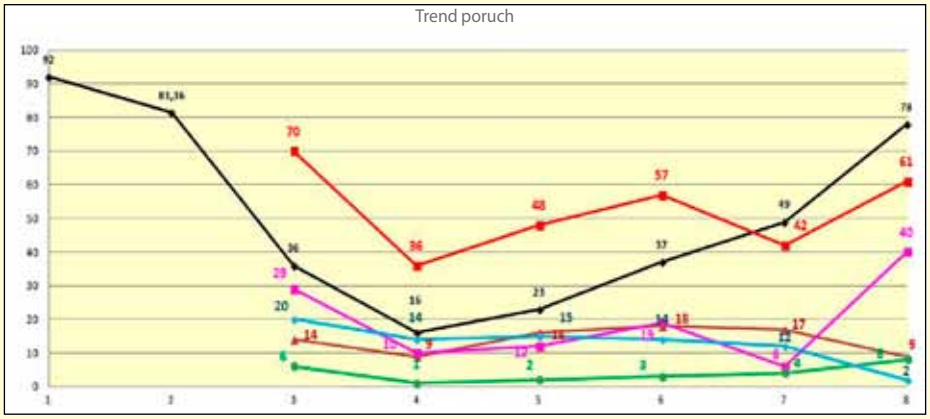
1. Nečistoty

Všeobecně se předpokládá, že největším problémem v olejových, nebo obecněji v kapalinových systémech jsou nečistoty definovatelné geometricky, velikostí a tvarem. Málo se přihlíží k tomu, že se nelze na problematiku nečistot dívat zjednodušujícím, černobílým pohledem. Za prvé je zřejmé, že čím menší částice chceme sledovat, tím větších počtů se dobereme. Za druhé je nutné počítat s tím, že olej proudí v olejovém systému. Nečistoty velikosti pod jeden mikron nejsou inertní netečné částice. Jsou to polární látky v nepolárním prostředí a podle toho se také chovají. Nerozpouštějí se, ale naopak se v systému usazují. Předpokládaný objem usazených nečistot může činit až 60 % celkových nečistot v systému. Nelze je odstranit výměnou oleje. Vznik úsad v olejových systémech je trvalý proces, a proto mu musíme čelit trvalou, systémovou péčí. Ideálním prostředkem je využití elektrostatického čištění. To umožňuje zajistit jímání všech nerozpustných částic a to už od velikostí přibližně 0,01 µm. Opakované, pravidelné elektrostatické čištění je schopné zajistit trvalé snížení a stabilizaci nečistot a postupné odstranění úsad ze systému.



Graf 3: Závislost poruchovosti na znečištění oleje

Rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
W 200-5			50	8	14	22	24	237
Průměr	**98**	**95**	**50**	**8**	**14**	**22**	**24**	**237**
Počet poruch			**2**	**0**	**0**	**0**	**1**	**4**
Prostoje (hod)			**1**	**0**	**0**	**0**	**0,2**	**4,4**
Provozní hodiny stroje		2 143	6 559		23 842	28 133	30 217	42 820
Poruchy pohybu (P)			**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**4**
Poruchy ventilů (V)			**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Neidentifikovatelné závady (NZ)			**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Poruchy čerpadel (Č)			**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Výměny filtrů (F)			**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**
Úniky oleje (UO)			**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**



Graf 4: Citlivost prvků na nečistoty

Rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Průměr nečistot	92	81,36	36	16	23	37	49	78
Počet poruch			70	36	48	57	42	61
Neidentifikovatelné závady (NZ)			14	9	16	18	17	9
Poruchy pohybu (P)			29	10	12	19	6	40
Poruchy ventilů (V)			0	2	3	2	3	2
Výměny filtrů (F)			6	1	2	3	4	8
Poruchy čerpadel (Č)			1	0	0	1	0	0
Úniky oleje (UO)			20	14	15	14	12	2

v průměrných hodnotách pod úrovní 30 mg/kg je poruchovost tohoto konkrétního lisu nulová. Tento závěr ale nelze zobecnit. Každý stroj je jiný a bude i jinak reagovat na úrovně znečištění. Stanovení obecně definovatelných limitů „bezpečné" úrovně znečištění je sice možné, ale ekonomicky nevýhodné.

Pravidelné a dlouhodobé sledování souvislostí mezi znečištěním a poruchovostí umožňuje udělat si představu o citlivosti jednotlivých hydraulických prvků na nečistoty a jejich změny ***(viz graf 3)***. Nejcitlivějším prvkem jsou bezesporu proporcionální ventily. Nárůst nečistot se projeví téměř okamžitě nárůstem poruch pohybu. Poruchy pohybu, kdy lis nenajede do výchozí polohy nebo neuzavře formu jednoznačně, předchází právě poruše ventilu. Překvapivě se nečistoty v oleji mnohem později projeví na četnosti poruch hydrogenerátorů, tedy hydraulických čerpadel ***(viz graf 4)***.

3. Závěr

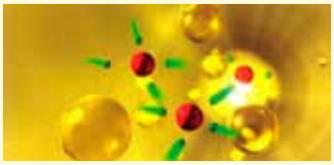
Průmyslový olej se chová jako každá jiná přírodní látka – stárne. Je to jev, který probíhá neustále. Péče o olej proto musí být trvalá a pravidelná. Její úspěšnost nelze hodnotit pouze dosaženou čistotou, ale návratností vložených prostředků. Příklady z praxe ukazují, že v případech vhodně zvoleného systému péče, se dosažené úspory pohybují v řádech statisíců i miliónů korun. ■

Ing. Milan Soukup,
KLEENTEK spol. s r.o.

MOTOROVÉ OLEJE S UNIKÁTNÍ TECHNOLOGIÍ

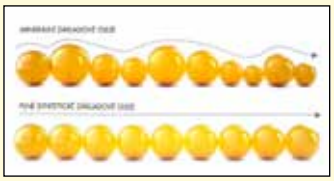
Na motorové oleje jsou vyvíjeny extrémní nároky v podobě mrazivého arktického počasí nebo naopak letního saharského tepla, ale i každodenní jízda v přeplněné městské dopravě, opakované zastavování a rozjíždění vytváří na olej náročné podmínky.

Běžný olej – vzhledem k nízkému podílu antioxidantů mohou volné radikály vyvolat oxidaci molekul oleje, čímž dochází k tvorbě úsad



Olej Shell Helix – specifické antioxidanty zachycují volné radikály a neutralizují je, čímž zabraňují oxidaci a předčasnému stárnutí oleje

Proto vývojem ve společnosti Shell přispívají k lepším a odolnějším mazivům. Koncem května představila společnost Walmsley enterprises international, oficiální dovozce olejů a maziv Shell do ČR a na Slovensko, inovované portfolio olejů Shell Helix Ultra vyrobené zcela novou technologií. Jde o oleje



Plně syntetické základové oleje mají vyšší čisticí schopnost oproti minerálním základovým olejům, což v praxi znamená, že eliminují více nežádoucích složek. Konzistentnější molekulární složení jim umožňuje poskytovat vyšší úroveň výkonu.

s výrazně zdokonalenými funkčními vlastnostmi, jako je stabilnější viskozita nebo lepší ochrana proti opotřebení. Tento klíčový produkt obsahuje syntetické základové oleje vyrobené ze zemního plynu. Díky této nové technologii Shell PurePlus se mění zemní plyn na průzračný, vysoce čistý základový olej, prakticky bez nečistot běžně obsažených v ropě. Zemní plyn se nejprve převede na syntézní plyn, který se poté zkapalní za využití takzvané Fischer-Tropschovy syntézy. Následnou rafinací vzniknou různé finální výrobky. Základové oleje tvoří až 90 % objemu motorového oleje a jsou tak klíčovou složkou každého prémiového maziva. Mají velmi stabilní viskozitu, vysokou oxidační stabilitu a nízkou míru odparnosti. Motorový olej Helix Ultra ve spojení se zdokonalovanou technologií aktivního čištění (Active Cleansing Technology) umožňuje, dle vyjádření výrobce, udržovat čistotu motoru srovnatelnou se stavem nového motoru.

Mezi jeho hlavní přínosy patří:

- **Stabilní teplotně-viskozitní vlastnosti** – Díky stabilní viskozitě ve velmi širokém rozsahu teplot zajišťuje olej vynikající ochranu motoru při studeném startu a zároveň dostatečnou sílu mazacího filmu při extrémních provozních teplotách.
- **Vysoká oxidační stabilita** – Vysoké provozní teploty a dlouhé výměnné intervaly podporují tvorbu volných radikálů v motorovém oleji. Ty způsobují oxidaci molekul oleje, vytvářejí nerozpustné částice (černý kal) a korozivní kyseliny. Nový základový olej je schopen odolávat těmto extrémním teplotám, aniž by docházelo k jeho oxidaci.
- **Zvýšená úroveň čisticích schopností** – Při spalování paliva a postupném stárnutí motorového oleje vznikají usazeniny, které snižují výkon motoru. Speciální čisticí přísady v oleji rozpouštějí škodlivé nečistoty, a přispívají tak k vyššímu výkonu motoru, jeho ochraně a efektivnějšímu využití paliva.
- **Střihová stabilita** – Kombinace vysokých teplot, intenzivního mechanického namáhání a rychle se pohybujících částí motoru může vést k poškození dlouhých řetězců molekul a jejich přetržení – takzvaný „střih". Tím se vrstva oleje ztenčí a nechrání motor odpovídajícím způsobem. Díky až třikrát vyšší střihové stabilitě maziva je zachována správná úroveň viskozity, a tedy i ochrana motoru po celou dobu trvání výměnného intervalu. ■

FILTRAČNÍ MÉDIA S KONTROLOU STATICKÉ ELEKTŘINY

Technologii Static Control Filter Media představila společnost Parker. Jde o filtrační médium s kontrolou statické elektřiny, které slouží k prodloužení životnosti oleje a zlepšení hospodárnosti celého systému.

Změny vlastností hydraulických kapalin si žádají inovativní přístup k omezení negativního dopadu elektrostatického výboje v olejích. Moderní hydraulické oleje skupiny II a III mohou obsahovat méně zinku, což snižuje vodivost kapaliny. Elektrostatický náboj se může objevit kdekoli v systému, k problémům však dochází až při příliš nízké vodivosti kapaliny. V takovém případě se může elektrostatická energie

akumulovat a vytvořit výboj v oleji. Díky termální a oxidační degradaci kapaliny vznikne za významného přispění výboje elektrostatické energie glazura, která může poškodit systém a snížit jeho výkonnost blokací průtoku v součástech, jako jsou ventily a chladiče, a tím způsobit zanášení filtrů. Následkem toho dochází např. k poruše ventilů.

Filtrační média s kontrolou statické elektřiny snižují výskyt elektrostatického náboje v oleji, čímž se zvyšuje životnost hydraulických kapalin a ostatních součástí systémů. Snížením negativního dopadu termální oxidace se rovněž snižuje množství glazury vytvořené v systému, což má pozitivní vliv na efektivnost, výkonnost a hospodárnost systému. Tato média mohou nahradit stávající filtrační média nebo filtrační soustavy v systémech, jež jsou citlivé na elektrostatické výboje. ■

OMEZENÍ EMISÍ Z PŘÍRUBOVÝCH SPOJŮ

PŘÍRUBOVÉ SPOJE PATŘÍ OD POČÁTKU VÝVOJE STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ K NEJPOUŽÍVANĚJŠÍM KONSTRUKČNÍM PRVKŮM. V ZÁVISLOSTI NA JEJICH DŮLEŽITOSTI A POČTU OVLIVŇUJE JEJICH SPRÁVNÁ FUNKCE JAK BEZPEČNOST A HOSPODÁRNOST TĚCHTO ZAŘÍZENÍ, TAK TAKÉ HODNOTY EMISÍ PODNIKŮ, KTERÉ JE PROVOZUJÍ.

Omezení emisí při daných provozních stavech je možné jen při splnění následujících předpokladů.

- Správná konstrukce spoje (tj. příruby, šrouby, těsnění včetně jejich dimenzování) pro dané požadavky (provozní stavy, **dovolená třída těsnosti L**).
- Znalosti vlastností použitého těsnění.
- Výpočet dostatečného **předepnutí šroubů při montáži** (tlak na těsnění při montáži a při relevantních provozních stavech pro dosažení a udržení požadované třídy těsnosti L) – **průkaz těsnosti**.
- Omezení napětí jednotlivých částí spoje (příruby, šrouby, těsnění) při relevantních namáháních (dodržení dovolených napětí) – **průkaz pevnosti**.
- **Dostatečná kvalita montáže**

Pro zajištění správné funkce spoje je tedy nutná spolupráce následujících pěti oborů:

- Provozovatel (znalost namáhání)
- Konstruktér zařízení
- Výrobce těsnění (charakteristické hodnoty těsnění)
- Výpočtář (průkaz pevnosti, průkaz těsnosti)
- Údržba – provedení montáže

V praxi pak vyřešení netěsného přírubového spoje zůstane na pracovnících údržby a úspěch závisí mnohdy pouze na jejich praktických zkušenostech. To je neakceptovatelný prvek náhody.

Oddělení **Torque®service** firmy „Pokorný, spol. s r. o.", zajišťuje kompletní servis problematických přírubových spojů pro zákazníky firmy. Tato služba obsahuje:

- důkladnou analýzu přírubového spoje
- pevnostní výpočet **včetně průkazu těsnosti**
- návrh, výrobu a dodání kvalitního těsnění s naměřenými charakteristickými hodnotami
- dodání šroubů a svorníků ošetřených suchým **mazivem POWER®torque LF kote 450**
- kontrola všech součástí před montáží včetně odstranění případných vad
- řízené utahování hydraulickými stroji a kvalifikovaným personálem
- záruka těsnosti za provedený spoj

Jednotlivé činnosti lze objednat i samostatně.

Největšímu zájmu se u zákazníků firmy těší **ošetřování závitů suchým mazivem POWER®-torque LF kote 450**. Jde o teplem vytvrzující, suchý, vysoce odolný kluzný film s nejvyššími maznými účinky a dlouhodobě stálými vlastnostmi i při extrémních podmínkách. Prokazatelně zabraňuje „zakusování" spojovacího materiálu, je vhodný pro pevnostní i nerezové šrouby a svorníky. Navíc při utahování jednotlivých šroubů na přírubě je díky tomuto mazivu minimální rozptyl ve výsledných silách ve šroubech po montáži. Tím přispívá mazivo k rovnoměrnějšímu utažení těsnění a zvyšuje se tím úspěšnost utěsnění spoje.

Mazivo **POWER®torque LF kote 450** lze aplikovat i na jiné strojní součástky. Obecně všude tam, kde je pomalý pohyb dvou kovů po sobě, velké zatížení a nemožnost zabezpečit trvalý přísun jiného vhodného maziva. ■

Ing. Libor Mareš,
„Pokorný spol. s r. o."

POWER®line

POWER®torque LF KOTE 450

Aplikujeme vypalovací kluzné laky na závity a strojní součástky!

Flange management

Snižujeme emise z přírubových spojů!

POKORNÝ, spol. s r. o., Trnkova 115, 628 00 Brno
Telefon: +420 532 196 711
www.tesneni.cz

TYPICKÉ PROBLÉMY PLYNOVÝCH MOTORŮ Z POHLEDU ANALÝZY OLEJE

Cena plynových motorů a jejich olejových náplní je velká, a proto si výrobci těchto motorů uvědomují potřebu a výhody pravidelných analýz olejů pro monitorování stavů strojů. Právě u plynových motorů jsou zkušenosti s analýzami olejů velmi dobré a většina výrobců motorů dnes již ve svých provozních předpisech doporučuje, ba dokonce nařizuje analýzy oleje provádět.

Tento článek upozorňuje na typické problémy plynových motorů a jak se projevují ve výsledcích analýz olejů. V tabulce 1 jsou uvedeny obvykle sledované parametry a doporučené limity tak, jak je uvádí výrobci motorů *(viz tab. 1)*.

Viskozita – základní parametr mazacího oleje; u plynových motorů viskozita obvykle roste v důsledku termooxidační degradace nebo znečištění, pokles viskozity není příliš typický a bývá následkem degradace polymerního zahušťovače v případě vícestupňových olejů.

TBN – celkové číslo alkality; má velký význam při spalování plynů, jejichž hořením vznikají sloučeniny, které mohou zvláště za přítomnosti vlhkosti tvořit látky kyselého charakteru (bioplyn, skládkový plyn); charakterizuje obsah přísad, které tyto kyselé látky neutralizují.

TAN – celkové číslo kyselosti; charakterizuje nárůst obsahu kyselých složek v oleji, které mohou vznikat spalováním plynu a stárnutím oleje; většinou se používá kritérium „hodnota TAN nesmí být rovna nebo větší než hodnota TBN".

i-pH (z anglického initial pH) – používá se k hodnocení možné korozívnosti oleje. Souvisí přímo s „kyselostí" oleje a překročení jeho limitu vede k napadení ložiskové kompozice.

Oxidace, nitrace – určují se pomocí infračervené spektrometrie a jejich hodnota charakterizuje po-

Parametr	Limity
Viskozita při 100 °C	≥12 ≤18; +3 mm²/s k hodnotě nového oleje
TBN	>50 % hodnoty nového oleje; >2
TAN	+2,5 mg KOH/g k hodnotě nového oleje
Oxidace	20 Abs/cm
Nitrace	20 Abs/cm
Znečištění	≤1 %
i-pH	≥4,5
Voda	max. 0,2 %
Glykol	max. 0,02 %
Železo (ppm/1000 ph)	max. 20
Olovo (ppm/1000 ph)	max. 20
Hliník (ppm/1000 ph)	max. 15
Cín (ppm/1000 ph)	max. 5
Chrom (ppm/1000 ph)	max. 5
Měď (ppm/1000 ph)	max. 15

Tab. 1 Sledované parametry a jejich limity

stup degradace oleje; někdy se také stanovuje hodnota sulfatace.

Znečištění – jde o tzv. mechanické nečistoty (prach, otěrové kovy) a produkty degradace oleje; produkty nedokonalého spalování typické pro naftové motory jsou u plynových motorů výjimkou, ale dochází k tomu při nevyvážených podmínkách provozu motorů spalujících zemní plyn; do motoru se mohou dostat nečistoty ze špatně vyčištěného bioplynu.

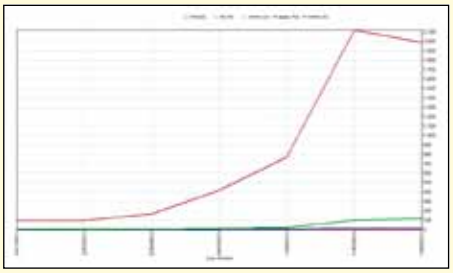
Křemík – původ křemíku v oleji z plynového motoru může být trojí:

1) prach z okolního prostředí – jde o nedokonalou funkci filtru vzduchu (je potřeba vyměnit filtr i oleje),
2) protipěnivostní přísada oleje – vyplatí se stanovit, zda je křemík v novém oleji, jeho množství a naměřené obsahy křemíku během provozu se vztahují k této hodnotě,
3) siloxany ze spalovaného plynu – pokud se naměří vyšší obsah křemíku bez doprovodu vyššího obsahu otěrových kovů, jde o tento případ, ale sloučeniny křemíku z plynu se mohou usazovat ve spalovacím prostoru motoru, následkem čehož stejně vzniká posléze zvýšené opotřebení.

Voda – souvisí s možným průnikem chladicí směsi do oleje, případně s nevyváženými podmínkami spalování; větší množství negativně ovlivňuje jak olej, tak motor.

Glykol – stejně jako u vody souvisí s možným průnikem chladicí směsi do oleje; všichni výrobci plynových motorů doporučují okamžitý zásah při detekci glykolu v oleji, je to důsledek jeho negativního působení na přísady oleje a téměř jisté degradace oleje. Doporučuje se sledovat také obsah sodíku, případně dalších prvků, které jsou součástí přísad nemrznoucí kapaliny.

Otěrové kovy – někteří výrobci doporučují limity obsahu otěrových kovů, ale většina se přiklonila k trendové analýze. Pomocí optické emisní spektrometrie s indukcí vázaným plazmatem sleduje 14 až 22 prvků (jsou mezi nimi nejen otěrové kovy,



Obr. 1 – Vliv siloxanů z plynu na opotřebení

ale také aditivní prvky a prvky související se znečištěním oleje), analýza odhalí i malé odchylky od normálního průběhu.

Chlor – obsah chloru v olejích se sleduje především z motorů spalujících skládkový plyn, protože rozkladem některých plastů může chlor vznikat. Při spalování takového plynu pak mohou vznikat látky kyselé povahy (HCl) velmi nebezpečné kvůli možné korozi částí motoru.

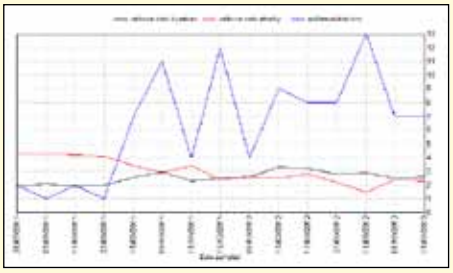
Kromě uvedených parametrů se sledují i některé další, např. obsah síry.

Plynové motory

Ve srovnání s naftovými motory je provoz plynového motoru ovlivněn především spalovaným plynem. Provozní podmínky se vyznačují vysokými teplotami, tím, že plyn „nemaže" a netvoří saze. Oleje pro plynové motory můžeme rozdělit do dvou základních skupin – oleje pro motory spalující zemní plyn a stlačené ropné plyny; oleje pro bioplyn a skládkový plyn. První skupina se vyznačuje nízkým obsahem popela a nižší hodnotou TBN. Do druhé skupiny patří oleje se středním obsahem popela (do 1,0 % hmot.) a vyšší hodnotou TBN, která se může pohybovat okolo 10 mg KOH/g. V ČR můžeme narazit na plynové motory těchto výrobců: Jenbacher, MWM Deutz, Caterpillar, TEDOM, Schnell/Scania, Waukesha, Wartsila, Agenitor, Perkins ad.

Typické problémy podle spalovaného plynu

V ČR i na Slovensku vznikly vzhledem k výhodné prodejní ceně elektřiny desítky kogeneračních stanic s plynovými motory. Nejčastěji se v motorech spaluje bioplyn, který má různý původ podle typu biomasy, ze které se plyn vyrábí. Obsah methanu v bioplynu je do 75 % a zbytek tvoří další plyny a různé znečištění. Podle našich zkušeností je v obou republikách dost rozšířený problém s kvalitou plynu, především s obsahem sloučenin síry v něm. Ale vyskytují se i další znečišťující látky, jejichž přítomnost v plynu má negativní důsledky pro motor – např. siloxany nebo čpavek. Podobné problémy existují u skládkového plynu, jen hlavní znečištění je jiné, typicky chlor.



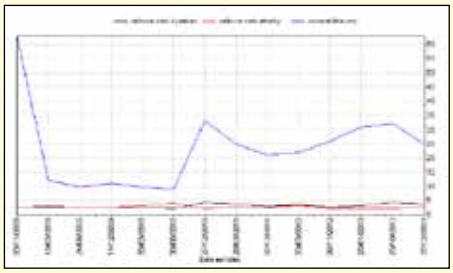
Obr. 2 – Vliv síry v plynu na „kyselost" oleje

Datum odběru	7. 7. 2011	22. 12. 2011
Provozní hodiny oleje	980	783
Viskozita/40 °C (mm²/s)	231,0	167,0
Viskozita/100 °C (mm²/s)	20,00	15,50
TAN (mg KOH/g)	9,02	5,42
TBN (mg KOH/g)	1,4	2,1
Nitrace (Abs/cm)	96	47
Oxidace (Abs/cm)	43	23
Sulfatace (Abs/cmú	65	33
Obsah železa (ppm)	59	12
Obsah olova (ppm)	31	7

Tab. 2 – Degradace oleje a opotřebení motoru

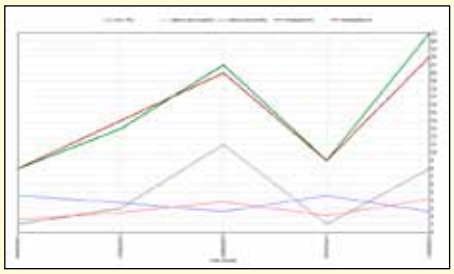
Na ***obr. 1*** je vidět vliv siloxanů z plynu na postupně se zvyšující opotřebení motoru. Že jde o siloxany je zřejmé z pomalého nástupu zvýšeného opotřebení při velmi vysokých hodnotách obsahu křemíku v oleji. Kdyby šlo o prach, obsah železa by rostl mnohem výrazněji a daleko dříve.

Na ***obr. 2*** je ilustrován vliv většího obsahu síry v plynu na stav oleje. Přestože hodnoty sulfatace, které charakterizují vliv spalovaných sloučenin síry na degradaci oleje, nikdy nepřesáhly kritický limit 20 Abs/cm, je jasně vidět, že po úvodní fázi, kdy byla sulfatace nízká a hodnota TBN stále vyšší než hodnota TAN, došlo ke zvýšení hodnot sulfatace a k překřížení hodnot TAN a TBN. V závěrečné fázi pak byla hodnota TBN stále nižší než hodnota TAN, přestože došlo po výměně oleje k poklesu hodnoty sulfatace. To znamená, že po výměně se olej velmi rychle dostává do degradovaného stavu s TAN vyšším než TBN.



Obr. 3 – Vliv termooxidační degradace na „kyselost" oleje

U motorů spalujících zemní plyn (nebo stlačené ropné plyny) je hlavním problémem termooxidační degradace oleje, která má velmi podobné důsledky jako velký obsah síry v bioplynu projevující se velkou hodnotou sulfatace. Zde roste hodnota parametru „oxidace" a posléze dochází ke zvyšování kyselosti oleje charakterizované vyšší hodnotou TAN ***(viz obr 3)***. Pokud je takový stav ponechán bez zásahu, důsledky jsou opět podobné jako v případě bioplynu – napadení barevných kovů v ložiskové kompozici ***(viz obr 4)***. Zde je vidět zvýšení obou parametrů charakterizujících degradaci oleje – nitrace i oxidace – a zvyšování obsahu olova v oleji.



Obr. 4 – Souvislost mezi termooxidační degradací oleje a obsahem olova

Měnit olej často nebo méně často?

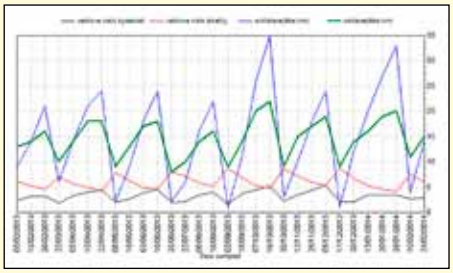
V tabulce 2 je ilustrován vliv nesprávně provedených výměn oleje na možné opotřebení motoru. Vzorek z července 2011 ukazuje v zásadě totální degradaci oleje po 980 provozních hodinách a vysoký obsah železa a olova. Měli bychom zde spíše zmínit korozi než opotřebení, protože velmi kyselý olej (TAN = 9,02 mg KOH/g při TBN = 1,4 mg KOH/g !!) negativně působil na ložiska motoru. Vzorek z prosince 2011 ukazuje, že i 783 provozních hodin je pro daný typ oleje při těchto provozních podmínkách příliš, protože parametry charakterizující degradaci oleje jsou bohatě nad povolenými limity a hodnota TAN je zřetelně vyšší než hodnota TBN. Hodnoty železa a olova, pokud je přepočteme na 1000 h provozu, jsou sice pod limity (železo 15,3 ppm, resp. olovo = 8,9 ppm), ale už jsou opět zvýšené ***(viz tab. 2)***.

Na ***obr. 5*** je pak dokumentován stav, kdy pouze neustálé výměny oleje vrací jeho vlastnosti k normálu. Ze všech těchto výše uvedených zjištění jasně vyplývá, že se vyplatí vynaložit více nákladů na častější výměny oleje než „šetřit" a provozovat dlouho jednu náplň oleje a pak několikanásobek „ušetřené" částky zaplatit za opravu motoru.

Závěrem

Sledování plynových motorů pomocí analýz vzorků olejů z nich odebraných je dnes jednoznačně kvalitním diagnostickým nástrojem. Jsou významným zdrojem informací jak o stavu oleje a stavu motoru, tak i o kvalitě spalovaného plynu. Stejně jako u jiných typů motorů, platí i u plynových motorů spalujících bioplyn nebo skládkový plyn, že se vyplatí častější výměny oleje podložené analýzami stavu oleje. U motorů spalujících zemní plyn nebo stlačené ropné plyny se zase vyplatí vsadit na kvalitnější základový olej s lepší termooxidační stabilitou, přestože cena oleje je trochu vyšší. ■

Ing. Richard Němeček, Ing. Luboš Vacek,
Tomáš Diviš, Ing. Vladimír Nováček



Obr. 5 – Stav, kdy díky neustálým výměnám oleje se vrací jeho vlastnosti k normálu

PREVENTIVNÍ ÚDRŽBA STROJŮ ZALOŽENÁ NA ANALÝZE OLEJŮ

Program sledování stavu strojů pomocí analýz mazacích olejů je dnes důležitou částí technické diagnostiky. Vypovídací schopnost výsledků analýz olejů o stavu strojů je poměrně vysoká, takže návratnost prostředků vložených do těchto analýz je velmi dobrá.

Nejde je o samotné úspory olejů díky včasnému posouzení jejich fyzikálně-chemických parametrů vypovídajících o stavu oleje a stupni jeho znečištění, ale především o eliminaci neplánovaných odstávek strojů kvůli poruchám, které vždy znamenají význačné ztráty. Analýza stavu mazacích olejů využívá tři skupiny zkoušek, které zkoumají cizí prvky obsažené v oleji. Pomocí stanovení obsahu prvků se sledují zejména:

1) **otěrové kovy** (opotřebení stroje) – např. železo měď, hliník, cín, olovo apod.;
2) **znečištění oleje** – např. křemík, hliník, sodík, titan ad.;
3) tzv. **aditivní prvky,** které jsou součástí přísad v olejích a jejichž obsah informuje o vyčerpanosti těchto přísad.

Další metodou je infračervená spektrometrie, kdy kromě běžných příznaků degradace oleje (oxidace, nitrace, sulfatace) lze sledovat přítomnost či obsah vody v oleji, přítomnost či obsah glykolu, nebo sazí v oleji, TBN i další parametry oleje.

Prováděné zkoušky závisí na typu oleje. U všech typů olejů se jako základní vlastnost mazacího oleje stanovuje viskozita.

Metodika analýzy olejů a stanovení jejich čistoty je založena na mikroskopickém stanovení velikosti a počtu částic definovaném normou ČSN 656081. Olej se odebírá buď z tekoucího proudu, nebo z nádrže ze 2/3 její výšky (nasávacím zařízením což je vzorkovací pipeta nebo hadička se stříkačkou, vše musí být v bezvadné čistotě, čistí se stejně jako odběrová láhev objemu 250 ml – vzorkovnice se nejdříve proplachuje horkou vodou, následně 3x destilovanou vodou, a 2x filtrovaným lihem a vysuší se). Odebraný vzorek (asi 80% objemu vzorkovnice, aby šel olej promíchat), se označí nálepkou s popisem, který obsahuje následující informace: datum, název stroje, typ oleje, objem tanku, stáří náplně, provedené operace (pokud byly provedeny – filtrace apod.)

Poté následuje v laboratoři filtrace na membránovém filtru a vlastní analýza, která se provádí z 20 ml oleje. Olej se přefiltruje, filtr se suší při teplotě 105° C. Pod mikroskopem se pak ve vzorku stanoví velikost částic, které jsou definovány jako vlákna s poměrem délka / šířka 10:1, o max. tloušťce 30 µm. Bere se vždy největší rozměr částice. Odečítají se počty částic větších než 5 µm a dále počty částic větších než 15 µm (pro ISO 4406/1987). Pro určení kódu NAS 1638 se počítá v kategoriích: 2–5 µm, 15–25 µm, 25–50 µm, 50–100 µm, větší než 100 µm. Ke každému vzorku je přičleněna třída čistoty dle norem NA 1638 a ISO 4406 ■

VÝHODY A POUŽITÍ PLASTICKÝCH MAZIV NA BÁZI VÁPENATÉHO SULFONÁTU

Plastická maziva postavená na bázi vápenatého sulfonátu, jako zahušťovadla, jsou nerychleji rostoucím typem plastických maziv. Před rokem 1985 byla CAS plastická maziva určitou mezerou na trhu a prodávána jen v malých množstvích. Od r. 2008 byla vylepšena technologie gelovatění vápenatého sulfonátu a nyní již stále více producentů nabízí tato plastická maziva.

Společnosti vyrábějící aditiva začínají nabízet „hotové" aditivační balíčky. Existuje mnoho příležitostí, kdy CAS plastická maziva mohou skutečně něco změnit. Všech neoddělitelných vlastností CAS plastických maziv lze dosáhnout více či méně přidáním látek (ZDDP nebo pasivními, jako grafit nebo PTFE) v jiných typech PM, ale za ztížených podmínek (voda, HT, EP) nebudou poskytovat stejné výsledky. Potravinářská plastická maziva s vlastnostmi CAS není pro potřeby tohoto průmyslu možné vyrobit vůbec, vzhledem k omezení používání potřebných aditiv.

Jak se vyrábí vápenato-sulfonátová plastická maziva

Přeměna amorfního jádra uhličitanu vápenatého, nacházejícího se v základu vápenatého sulfonátu ve vápenaté formě krystalického uhličitanu vápenatého, je základním stavebním kamenem plastického maziva. Tato forma vápence (zahušťovadla) ukazuje na:

- vynikající protiotěrové vlastnosti
- extrémní tlakovou odolnost
- antikorozní ochranné vlastnosti

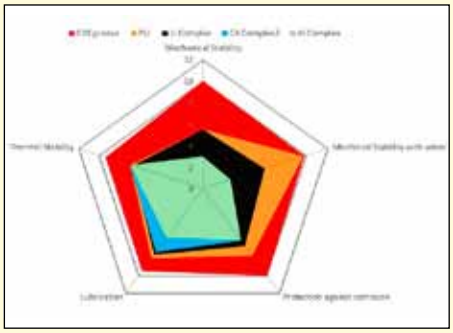
Jde o metodu, která objasňuje přídržnost vápence uhličitanu vápenatého na třecích površích. Struktura plastického maziva poskytuje vlastnosti, které jsou běžně vidět u základových olejů včetně aditiv. Vápenatý sulfonát poskytuje:

- Velmi vysoký bod skápnutí generuje možnost velmi vysokých pracovních teplot
- Vynikající bariéru vůči vodě
- Obětní otěrový povrch
- Vynikající mechanickou stabilitu
- Přednosti (zabudovány v systému PM) bez nutnosti použít aditiva zlepšující výkon

Z uvedených obrázků je patrné, že fenomén vápenatého sulfonátu se začne projevovat až při určitých zatíženích, především pak při extrémních. Nízká zatížení nedokážou využít potenciál tohoto typu maziva.

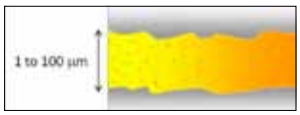
Jak to funguje?

Vlastnosti neformulovaných plastických maziv



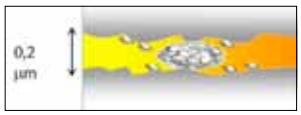
Vlastnosti formulovaných plastických maziv
Kdybychom chtěli v testování pokračovat standardními postupy, pak musí následovat jeden ze stěžejních testů plastických maziv a to čtyřkuličkový přístroj.

Jak to pracuje



Nízké zatížení mezi povrchy

Střední zatížení mezi povrchy
Zvýšení tlaku = stává se kritickým.
Vápenatý sulfonát je napadán a při rozkladu působí jako mazivo



Vysoká zatížení mezi povrchy
Zvýšení tlaku = stává se kritickým.
Vápenatý sulfonát se rozpadá a uvolňuje částice $CaCO_3$ (lamelární struktury). Působí jako tuhé mazivo a chrání kovové povrchy

Strukturu zahušťovadla lze přirovnat ke struktuře sirníku molybdeničitého, kde se po sobě navzájem pohybují šupiny mající vynikající vlastnosti v odolnosti tlaku s minimálními odpory vůči vzájemnému pohybu, odolnosti vůči vodě a dalším již uvedeným vlastnostem. Vlastnosti CAS plastických maziv ve srovnání s ostatními typy dávají v grafu velmi rychlou odpověď. Jediným parametrem, kde nejsou první, je mechanická stabilita „polymočoviny" za přítomnosti vody. Provedeme-li porovnání vlastností u formulovaných (komplexních) plastických maziv, je převaha CAS maziv naprosto dominantní.

CAS plastická maziva pro potravinářský průmysl

Bod skápnutí je prvním měřítkem toho, jak je PM odolné teplotě

- CAS plastické mazivo přibližně 318 °C.
- Důležitý je výběr vhodného základového oleje. Použitím základového oleje skupiny II, ve srovnání s olejem skupiny I, se zvýší životnost plastického maziva až o 80 % (typických je 100-120 h pro CAS plastická maziva se základovým olejem skup. I).
- V panelovém testu v peci a testu krvácení kužele, obě plastická maziva (silika a CAS) mají velmi nízkou tendenci ke krvácení.

Aplikace CAS maziv jsou vhodné pro okruhy, kde se vyskytují extrémní podmínky, jako je: teplota, voda, vysoké zatížení, rázová zatížení.

Aplikace: V ocelárnách, Off shore & námořních aplikacích, dřevařském a papírenském průmyslu, těžebním průmyslu, ve stavebních a potravinářských strojích nebo v servopohonech jaderné energetiky.

Vápenato-sulfonátová plastická maziva nabízí výjimečný výkon. Z důvodu omezeného množství aditiv, velmi vhodná pro potravinářský průmysl ve srovnání s plastickými mazivy postavenými na jiných typech zahušťovadel. Nabízí: vynikající odolnost vůči vodě a vysokým teplotám, vysoké EP a protiotěrové vlastnosti a dobré nízkoteplotní vlastnosti až do -40 °C (PAO verze). V oblasti potravinářských maziv dokonce CAS plastická maziva předčí většinu ostatních typů průmyslových maziv. Sice jsou dražší, ale ve srovnání s konvenčními mazivy provozně levnější.

V článku jsou uvedeny pouze základní, resp. nejdůležitější data. Jelikož je téma obsáhlejší, v případě hlubšího zájmu napište prosím na e-mail: ing.zdenek@nachazel.cz.

Ing. Zdeněk Nacházel

Test	Metoda	Foodmax CAS S 2HS	Foodmax CAS M 2	Hlinitý komplex A	Hlinitý komplex B	Bezvodý vápenatý A	Silica
Bod skápnutí	ASTM D2265	318	318	291	286	174	318
Životnost ložiska v hodinách při 160°C	ASTM D3527	240	180	80	40	80	160
Zhodnocení panelového testu v peci	Gm 9075-P modified	Zbytek PM s velmi malým krvácením oleje	Zbylé PM bez známek krvácení oleje	Ztuhlý zbytek se silným krvácením	Zbytek PM se středním krvácením oleje	Tvorba tvrdých a pryskyřičných zbytků se silným krvácením	Zbytek PM s velmi malým krvácením oleje

ČISTÝ OLEJ PRO ČISTÝ HYDRAULICKÝ SYSTÉM

Věděli jste, že až 85 % všech poruch hydraulických systémů je způsobeno nízkou kvalitou oleje? Pracovníci vývoje společnosti Parker Hannifin se proto zaměřili na vývoj hydraulického oleje, který by přesahoval dnes běžné standardy na trhu s oleji, a vyvinuli olej s označením Parker DuraClean.

Skladování ve speciálních plastových kontejnerech

Jakýkoli hydraulický olej, když je nový, tak má všechny požadované vlastnosti. Udržuje vysokou účinnost systému, zajišťuje dobré lubrikační vlastnosti, dobře odvádí teplo a tím chladí celý systém, omezuje korozi a úspěšně eliminuje vliv prostředí na součástky celého systému. Provozem ale olej bohužel degraduje. To znamená, že se mění jeho

jednotlivé složky a aditiva. Vlivem degradace v oleji vznikají rozštěpené uhlovodíky, které následně vytvářejí další polymery, což vede k tvorbě úsad (kalů a laků). Ty se následně vážou na kovy a mohou značně omezit funkčnost systému, nebo ho vyřadit z provozu (například zanesení filtru, zaseknutí šoupátka ventilu apod.). Degradace aditiv v oleji dále zvyšuje kyselost prostředí, která podporuje tvorbu koroze a tím se narušují kovové povrchy.

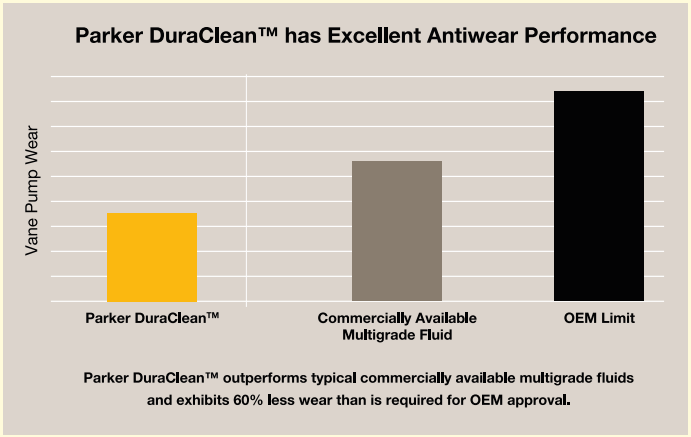
Hydraulický olej Parker DuraClean byl vyvinutý právě proto, aby dlouhodobě poskytoval všechny požadované vlastnosti s minimální úrovní degradace. Prodlužuje životnost nejdražších komponentů hydraulických systémů, jako jsou servoventily, proporcionální ventily nebo pístová čerpadla. Je výkonný a v testech prokázal až o 60 % nižší abrazivní opotřebení jednotlivých součástí hydraulických komponentů, než vyžadují limity předních světových zákazníků. Díky svému speciálnímu složení se rychleji odlučuje vzduch nasycený v oleji, čímž se zajišťuje lepší dynamika systému a snižuje se riziko výskytu kavitace. Má vysoký index viskozity, a proto je možné využít ho v široké škále teplot a ve viskózním rozsahu od 10 do 1000 cSt. Dokáže nahradit až tři běžně dostupné oleje na trhu s viskózní třídou VG ISO 32, 46 a 68. A co je nejdůležitější, už z výroby jde o čistý olej, který garantuje velmi přísnou úroveň čistoty ISO 17/15/12. Proto je vhodný bez další předfiltrace na přímé použití v jakémkoli systému. V porovnání se standardně dodávanými oleji, které garantují, že v nich nebude víc pevných částic, než stanovuje ISO 20/18/15, kdy tato úroveň čistoty není dostatečná pro většinu hydraulických komponentů. To znamená, že v oleji Parker DuraClean je až 8krát nižší počet pevných částic než v běžně dodávaných olejích.

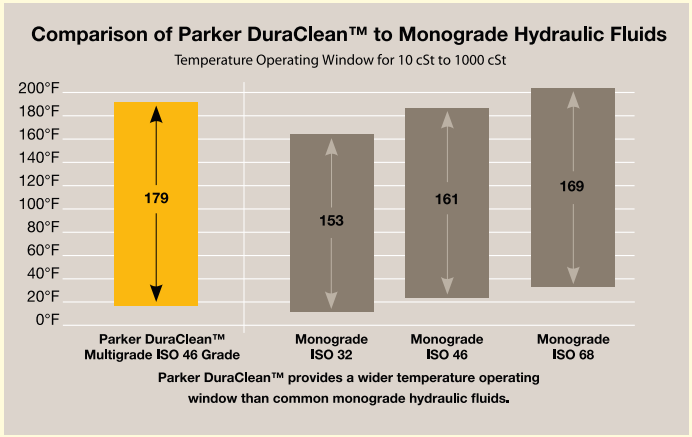
Díky všem jeho vlastnostem je využití oleje Parker DuraClean skutečně široké. Ať už se jedná o použití v běžných průmyslových aplikacích, v mobilní hydraulice, nebo v aplikacích, které vyžadují pro svůj chod výrazné teplotní rozdíly, nebo velké hydraulické výkony. Je vhodný do systémů, které už dnes využívají hydraulické oleje ISO VG 32, 46 a 68. Parker DuraClean je možné zakoupit v balení 24 x 20 l, 4 x 205 l a nebo 1 x 1000 l. Olej je dodávaný v plastových kontejnerech, které díky svému chemickému složení zajišťují ideální podmínky pro skladování oleje.

Snižte svoje náklady na údržbu hydraulických pohonů, zkraťte prostoje jednotlivých strojů a zabezpečte si pohodlný a bezproblémový chod hydraulických systémů díky novému oleji Parker DuraClean. ■ Pavel Šmíd, Parker Hannifin

Systém bez Parker DuraClean – tvorba usazenin

Systém s Parker DuraClean



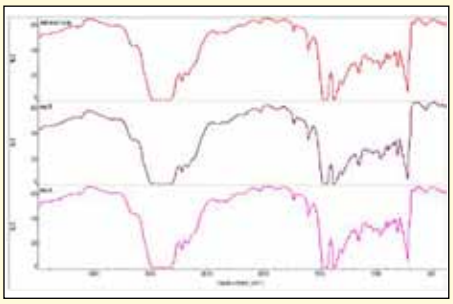


Multitřídní Parker DuraClean s širokým viskózní rozsahem od 10 cSt do 1 000 cSt

VYBRANÉ METODY PRO SLEDOVÁNÍ STUPNĚ DEGRADACE TURBÍNOVÝCH A HYDRAULICKÝCH OLEJŮ

PROBLEMATIKA DEGRADACE OLEJŮ JE STÁLE ČASTĚJI PROBÍRANÝM TÉMATEM A VČASNÉ ODHALENÍ ZAČÍNAJÍCÍHO PROCESU STÁRNUTÍ OLEJE PŘISPÍVÁ K LEPŠÍ DIAGNOSTICE STAVU STROJE. KOLORIMETRICKÁ METODA MPC DOPLNĚNÁ METODOU PRO STANOVENÍ ANTIOXIDANTŮ RULER MOHOU BÝT VHODNÝM INDIKÁTOREM POČÁTKU DEGRADACE OLEJE.

Příspěvek je zaměřený na sledování praktického použití metody Membrane Patch Colorimetry (MPC) a Remaining Useful Life Evaluation Routine (RULER) u reálných vzorků turbínového a hydraulického oleje. Hodnocení celkového stavu olejů jsme podpořili dalšími testy, a to pomocí infračervené spektrometrie, stanovením celkových nečistot na membráně a obsahem otěrových prvků. Samotnému měření degradace oleje pomocí kolorimetrie předchází přefiltrování oleje přes membránu. Postup je velmi podobný jako při klasickém stanovení obsahu nečistot (ČSN EN 12662). Je zde ale několik odlišností, na které je třeba upozornit. Ke stanovení se používá membrána o porozitě 0,45 µm. Vzorek oleje, který se analyzuje, musí být před stanovením minimálně tři dny uložen při teplotě 15–25 °C bez přístupu světla. U vzorků, které by takto nebyly před analýzou uskladněny, může být výsledná hodnota hodnoty degradace oleje nižší. Po pečlivé homogenizaci vzorku se do kádinky odlije 50 ml oleje a přidá se 50 ml rozpouštědla (je předepsáno rozpouštědlo na bázi uhlovodíků



Obr. 1 – FTIR spektra hydraulických olejů A, B a referenčního oleje

s nerozvětveným řetězcem C5 až C9, s bodem varu 35–60 °C). Směs se důkladně promíchá a přefiltruje se přes membránu za použití vakua (71 ±5 kPa). Kádinka se zbytkem vzorku je ještě dvakrát vypláchnuta 35 ml rozpouštědla.

Při vlastním stanovení intenzity barvy membrány (varnish potenciál) se používá spektrofotometr s měřicím rozsahem 400–700 nm. U přístroje, který v naší laboratoři používáme, jsou zdrojem světla tři LED diody, dvě s bílým a jedna s modrým světlem. Tyto diody se zapínají v různých časech tak, aby vytvořily optimální světelné spektrum. Detektor pak obsahuje různé filtry, kde koeficienty filtrů se mění v čase, v závislosti na intenzitě vstupního a výstupního signálu.

Hodnota MPC (Membrane Patch Colorimetry) se uvádí jako hodnota dE (ΔE), která se získá porovnáním měření čisté membrány a membrány s analyzovaným vzorkem a vypočítá se ze vzorce:

$\Delta E = \sqrt{((\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2)}$,

kde ΔL je rozdíl ve světlosti,

Δa je rozdíl v oblasti červeného a zeleného spektra světla

a Δb je rozdíl v oblasti žlutého a modrého spektra světla.

Normální stav	0–15
Zhoršený stav	16–30
Abnormální stav	31–40
Kritický stav	>40

Tabulka 1 – Vyhodnocení barvy membrány

Naměřenou hodnotu ΔE je pak možno vyhodnotit podle ***tabulky 1***. Normální stav znamená nízkou pravděpodobnost tvorby úsad. Stav zhoršený naznačuje zvýšenou pravděpodobnost tvorby úsad. Olej samotný nebude ještě vykazovat problém tvorby úsad. Ty se však mohou začít tvořit při ochlazení oleje. Při hodnotách 16–30 se proto doporučuje častější sledování stavu oleje. Při abnormálním stavu je pravděpodobnost tvorby úsad vysoká a může docházet k nárůstu teplot ve stroji a provozním problémům. Při abnormálním stavu se doporučuje intenzivní čištění. Pokud se hodnota ΔE dostane do kritických čísel, pak olej má vysoký potenciál k tvorbě úsad a nasazení čištění oleje je nezbytné, případně je nutné náplň vyměnit a nasadit intenzivní čištění, aby měkké kaly nezůstaly usazeny na stěnách stroje.

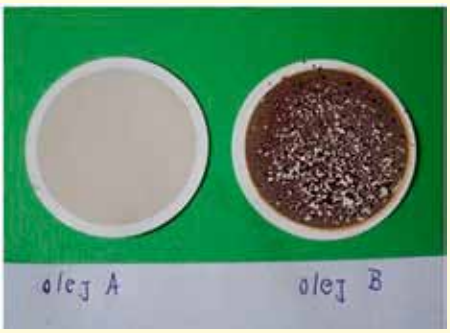
Pro stanovení RULERu (zbývající doba použitelnosti oleje) se využívá voltamperometrie. Jde o stanovení obsahu přítomných aditiv vzhledem k referenčnímu

	celkové nečistoty mg/kg	hodnota MPC ΔE
Olej A	25	18
Olej B	702	40

Tabulka 2 – Obsahy otěrových a aditivních prvků

Kolorimetr MPC (Membrane Patch Colorimetry)

oleji. Tato metoda je založená na zavedení zvyšujícího se napětí do oleje pomocí elektrody a oxidací přítomných aditiv v oleji. Při samotném stanovení se příslušné množství oleje nadávkuje do vzorkovnice s rozpouštědlem a jemným pískem, přičemž pro různé typy olejů (různé typy přísad) je možné použít odlišná rozpouštědla (na bázi acetonu nebo alkoholu). Vzorek se homogenizuje a po usazení písku (po 2 minutách) se může do vzorkovnice ponořit elektroda provést samotné měření. Hodnota použitelnosti oleje se vyhodnocuje v relativních

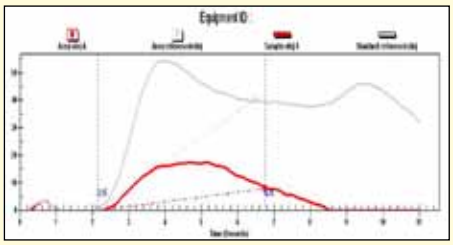


Obr. 2 – Nečistoty na membráně 0,45 µm

procentech a je vždy vztažena na příslušný nový olej. Pro vyhodnocení obsahu antioxidantu používáme limitu 30 % hodnoty nového oleje jako hraniční hodnoty pro bezpečný provoz.

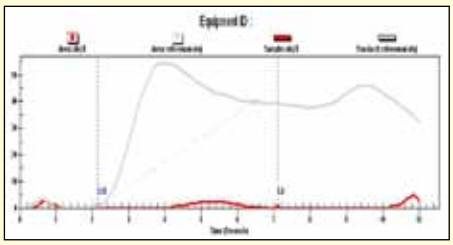
Pro názorný příklad jsme vybrali dva stejné hydraulické oleje používané v různých strojích, které podle FTIR spektra mají odlišný obsah přísad (nízkoteplotní antioxidant-pás v oblasti 3650 cm^{-1} na ose x a protioděrová přísada-pás v oblasti 670 cm^{-1}), ***viz obr. 1***. Ve spektru olej B jsou navíc patrné pásy produktů degradace v oblasti 1660-1690 cm^{-1}. U těchto olejů jsme porovnávali hodnotu obsahu nečistot

na membráně, hodnotu MPC a i zbytkovou použitelnost oleje pomocí RULERu.
Olej označený na ***obrázku 1*** jako A má podle FTIR spektra nižší obsah přísad než olej referenční, zatímco u oleje B jsou pásy přísad téměř neznatelné. V následující ***tabulce 2*** jsou uvedeny obsahy nečistot obou olejů i hodnoty MPC. Už podle vzhledu



Obr. 3 – Voltamogram oleje A (fenolický antioxidant)

membrán ***(obr. 2)*** a nakonec i podle výsledků je patrné, že olej označený A má obsah nečistot poměrně nízký a hodnotu MPC lze hodnotit podle ***tabulky 1*** jako mírně zhoršený stav, což zatím nepředstavuje výraznou hrozbu z hlediska přítomnosti měkkých kalů v oleji, ale zcela jistě by kontrola stavu takového oleje měla být častější, a to z toho



Obr. 4 – Voltamogram oleje B (fenolický antioxidant)

důvodu, abychom zabránili stavu, jaký se objevil u oleje B. Ten totiž má naproti tomu vysoký obsah nečistot a hodnotu MPC lze zařadit do kategorie kritický stav. Takovýto olej je prakticky na konci své životnosti a ve většině případů nezbývá než ho vyměnit a pokusit se vyčistit stroj.

vzorek	vápník	fosfor	zinek	měď	železo	olovo	křemík
Referenční olej	52	228	301	<1	<1	<1	<1
Olej A	32	234	290	3	1	<1	<1
Olej B	24	165	105	3	<1	<1	<1

Tabulka 3 – Obsah otěrových a aditivních prvků metodou přímé optické emisní spektrometrie, výsledky v mg/kg

Pro kompletnější představu, o jaké nečistoty se jedná, jsou ***v tabulce 3*** uvedeny obsahy nejčastějších otěrových prvků a také obsahy aditivních prvků, které oba použité oleje i referenční olej obsahují.
Z porovnání obsahu aditiv je patrné, že olej A má zatím ještě dostatečné množství přísad vzhledem k novému oleji, zatímco u oleje B se obsah pří-

RULER (Remaining Useful Life Evaluation Routine)

sad, zvláště pak zinku, blíží 30% limitnímu obsahu. U obou olejů přitom nebyl nalezen nijak zvýšený obsah otěrových prvků, který by mohl ovlivnit hodnotu barvy membrány při vyhodnocování varnish potenciálu.
Na ***obr. 3 a 4*** jsou výsledky měření zbytkové použitelnosti oleje (RULER). U oleje A ***(obr. 3)*** je patrné, že obsah fenolické přísady vzhledem k novému oleji je snížený, ale zatím dostatečný (47 % vzhledem k novému oleji), zatímco u oleje B ***(obr. 4)*** je znatelný velký úbytek vzhledem k novému oleji (jen 4 %).

Pro voltamperometrické stanovení je vždy důležité mít pro porovnání vždy konkrétní nový olej, který se ve stroji používá. Je to důležité z toho důvodů, že poměrně často se obsah aditiv (ale někdy i jejich složení) může lišit, byť označení oleje je zcela shodné.
Ve vyhodnocování hodnot barvy membrány (MPC) a zbytkové životnosti oleje (RULER) je patrná výhoda, že výsledky jsou uváděné v jasných číslech, která říkají, že ta a ta hodnota je kritická nebo v pořádku. U měření barvy membrány je výhodné i to, že není ke stanovení potřebný nový olej, což se u měření zbytkové životnosti oleje ukazuje někdy jako problematický faktor. Opět se ale potvrzuje, že bez pravidelného sledování stavu olejů nelze jednoznačně nastavit investice do oprav a zásahů, které ve velké míře mohou ušetřit zmetkovost výrobků nebo náklady na náročné opravy. ■

Mgr. Pavlína Šandová, Ing. Tomáš Turan,
ALS Czech republic

Olejová laboratoř pro měření reálných vzorků turbínového a hydraulického oleje

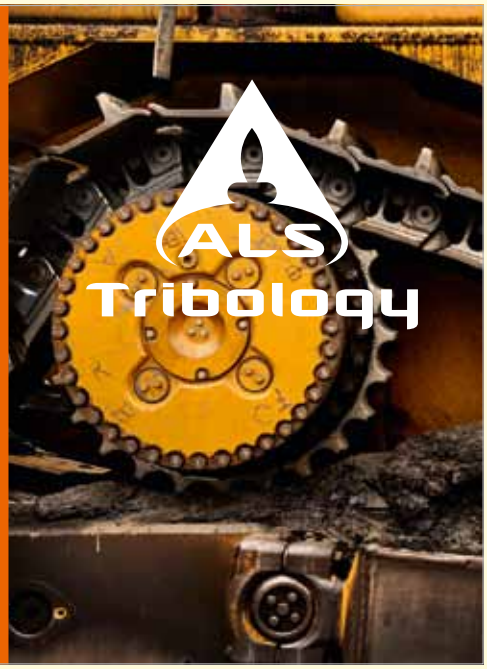
ALS Tribology poskytuje detailní analýzy mazacích olejů pro dosažení bezporuchového provozu a vysoké produktivity zařízení pomocí preventivní údržby.

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

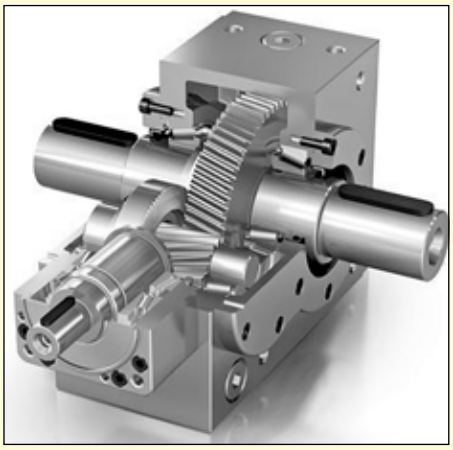
vladimir.novacek@alsglobal.com
tel: +420 284 081 575,
mobil: +420 602 162 535



JAK ZVÝŠIT EFEKTIVITU UZAVŘENÝCH PŘEVODOVEK

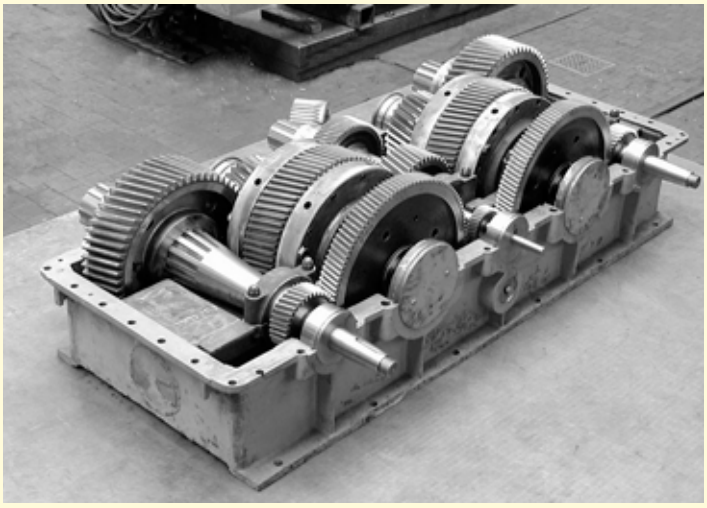
Uzavřené převodové pohony jsou používány ve velkém počtu v rozmanitých odvětvích průmyslu, od malých až po velké výrobní závody, včetně cementáren, oceláren, dolů a lomů. Ve všech případech jde uživatelům především o spolehlivý a bezporuchový provoz s minimálním opotřebením a energetickými ztrátami.

Toto je však možné zajistit mimo jiné pouze prostřednictvím dokonalého mazání kvalitním mazivem pracujícím v převodovce. A jako všechny zatížené mazané třecí uzly pracují i převodovky ve třech režimech mazání: kapalinném, smíšeném a mezním.



Za příznivých podmínek pracují ozubené převody v režimu tzv. elastohydrodynamického (EHD) mazání, což je specifická forma kapalinového tření, jež vzniká mezi nekonformními povrchy, kterými právě boky zubů jsou. U jednoduchých čelních ozubení dochází v okolí roztečné kružnice k vzájemnému odvalování, zatímco na vzdálenějších plochách zubů i ke smyku. U geometricky složitějších ozubení (kuželových, šroubových, šnekových a hypoidních) se smyková složka uplatňuje ještě ve větší míře. Přitom tvar zubů nepodporuje vznik klasické hydrodynamické mazací vrstvy, která by dokonale oddělovala kovové plochy. Lze tedy předpokládat, že v praxi většina zatížených ozubených převodů pracuje za podmínek smíšeného mazání, kdy tloušťka mazacího filmu je srovnatelná s výškou povrchových nerovností a plně tedy neodděluje třecí povrchy, takže může docházet k jejich vzájemné interakci. Ve styku deformovaných povrchových nerovností bez separační vrstvy maziva pak dochází až k meznému tření. A právě tento typ tření nejvíce negativně ovlivňuje velikost třecí síly, tedy účinnost převodu, generované teplo, míru opotřebení a také vibrace a hlučnost.

V mnoha průmyslových aplikacích jsou uzavřené ozubené převody vystaveny buď trvalému, nebo dočasnému přetížení, při němž jsou kladeny požadavky na vysoký přenášený výkon někdy až na hranici konstrukční únosnosti převodovky. Zejména provoz za těchto podmínek je příčinou toho, že převodovky často pracují právě v režimech smíšeného, či dokonce mezného tření, což vede k jejich přehřívání a následně ke zvýšenému opotřebení a poruchám.



Základním předpokladem úspěšného a dlouhodobě bezporuchového provozu převodovek jsou kvalitní olejové náplně složené z kvalitních základových olejů a odpovídajících přísad.

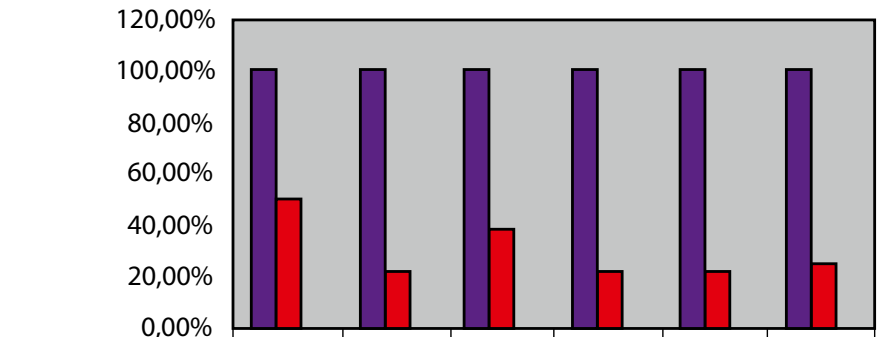
Jako základové oleje se používají většinou ropné oleje, ale i syntetické, nejčastěji např. PAO (Polyalfaolefin), diestery, estery polyolů, polyglykoly.

Syntetické převodové oleje se používají tam, kde ropné oleje již dosáhly svého limitu výkonu. Obecně platí, že syntetické základové oleje mají tu výhodu, že jsou stabilní v širokém rozsahu pracovních teplot, mají vyšší viskozitní index (menší závislost viskozity na teplotě), lepší tepelnou odolnost proti oxidaci a v některých případech větší únosnost a lepší mazivost. Každý typ syntetického základového oleje má různé vlastnosti a některé z nich mohou mít i jisté omezení a nevýhody, jako je kompatibilita s elastomery, barvami, reakce v přítomnosti vlhkosti a vyšší cena.

Základové oleje jsou pak aditivovány multifunkčními aditivačními systémy. Aditivní systémy obsahují přísady zabraňující rzi, korozi a oxidaci, přísady demulgační, proti pěnění

Testovaný typ tuhého maziva	Falex Wear (Teeth)	Falex Extreme Pressure (lbs)	Falex Calculated Coefficient of Friction	Four Ball Extreme Pressure Weld (Kg)	Four Ball Extreme Pressure LWI (Kg)	Four Ball Wear Scar 40kg. mm
Testováno 1% tuhého maziva v základovém oleji	ASTM D2670	ASTM D3233	Metoda Falex	ASTM D2783	ASTM D2783	ASTM D4172
Pouze základový olej	Selhání / zlom	750	0,159	126	17,2	1,060
Grafit	78	1250	0,123	160	18,7	0,855
Molybden Disulfid (MoS_2)	8	4375	0,114	250	24,3	0,805
PTFE	10	4250	0,094	200	27,6	0,89
hexagonální Nitrid Bóru (hBN)	9	4500	0,105	200	25,9	0,76
Ekolube CRT (1% tuhých maziv v testovaném základovém oleji)	6	4500	0.092	400	38,4	0,740

Tabulka 1



	železo	měď	olovo	železo	měď	olovo
před aplikací	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
po aplikaci	49,52%	22,00%	38,56%	21,75%	21,41%	25,57%
snížení trendu o	50,48%	78,00%	61,44%	78,25%	78,59%	74,43%
	převodovka			přídavná převodovka		

Tabulka 2 – Trendy opotřebení po přidání 10 % EKOLUBE CRT do převodového oleje

a v případě převodových olejů zejména přísady vysokotlaké (EP). Tyto musí zabraňovat zvýšenému opotřebení při vzniku limitních mazacích režimů vzniklých za vysokého zatížení, rázů nebo při rozběhu zařízení. Vysokotlaké přísady působí buď chemicky (vytvářejí náhradní mazací povrch pomocí chemické vazby s kovem, nejčastěji kombinace síry, fosforu, bóru), nebo fyzikálně jako disperze (většinou se váží adsorpcí, grafit, molybdendisulfid, boritany aj.).

Nyní se objevila na trhu zcela nová a velmi účinná přísada pracující na bázi fyzikální adsorpce na kovový třecí povrch. Jedná se o synergickou kombinaci bílých tuhých maziv (polytetrafluorethylenu (PTFE) a hexagonálního nitridu bóru (hBN). Tato kombinace účinných tuhých maziv je již nějakou dobu známa a je patentem vlastněným firmou Quaker State Company – dceřinou společností Royal Dutch Shell. Tuzemská firma Ekolube, s.r.o., odebírá od výrobce koncentrát stabilizované suspenze těchto látek a vyrábí z něj velmi účinné aditivum do převodových olejů **Ekolube CRT**, které výrazně omezuje opotřebení zubů a ložisek, snižuje teplotu olejové náplně a prodlužuje její životnost, snižuje hlučnost a energetické nároky převodovek. To vše díky synergickému efektu mezi PTFE a hBN. Tento efekt je tak výrazný, že testované parametry těchto maziv významně převyšují parametry dosud nejznámějších tuhých maziv, jako je grafit, MoS_2 nebo samostatný Teflon.

Z tabulky 1 je patrný výrazný rozdíl v měřených tribologických parametrech mezi přísadou **Ekolube CRT** a ostatními pevnými přísadami do maziv. Přísada **Ekolube CRT** dosahuje lepších hodnot jak v oblasti snížení opotřebení, tak v odolnosti proti vysokým tlakům. *Tabulka 2* ukazuje zajímavé snížení množství otěrových kovů při použití v automobilové převodovce.

Tato zcela nová přísada využívá jako nosné medium komplexní esterový olej, který svými vlastnostmi dále posiluje výkonové parametry tohoto výrobku. Koncentrát Ekolube CRT je mísitelný se všemi převodovými oleji mimo olejů na bázi polyalkylenglykolů. Obvyklá dozace přísady v převodovém oleji je 5–10 %. ■

Odborníci z firmy Ekolube, s.r.o. Vám rádi poradí při aplikaci přísady do převodovky.

Více na www.oleje.cz, www.ekolube.cz

PANČOVÁNÍ MOTOROVÉ NAFTY PRŮMYSLOVÝMI OLEJI

Z kontrol kvality motorových paliv provedených ČOI vyplývá, že na trhu se stále objevují paliva s nevyhovující nebo podezřelou kvalitou. Rozsah zkoušek dle příslušných norem mnohdy nepostačuje k tomu, aby prokázal nestandardní složení paliva.

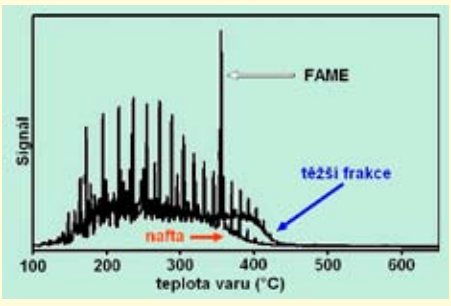
Nicméně nestandardní, i když normě vyhovující, hodnoty některých zkoušek mohou upozornit, že palivo má neobvyklé složení a mohlo by být např. předmětem úniku daně v podobě přimísené nezdaněné složky nebo přímo použití nezdaněného produktu.

Účinným nástrojem v odhalování nestandardních složek by v tomto případě mohla být plynová chromatografie s plamenově ionizačním detektorem (GC-FID), která umožňuje získat charakteristické záznamy pro různé druhy paliv.

Podezřelé vzorky z čerpacích stanic

V rámci projektu TA02031126 financovaného agenturou TAČR byly ve spolupráci s SGS Czech Republic během loňského a letošního roku odebírány vzorky paliv (motorové nafty a benzínu) na čerpacích stanicích a detailně analyzovány ty, které nevyhověly požadavkům příslušných ČSN norem, tzn. ČSN EN 228 pro benzíny a ČSN EN 590 pro nafty.

Pro detailnější analýzu motorové nafty pomocí metody GC-FID bylo zjištěno, že vedle klasické kontaminace automobilovým benzínem se objevují i případy, kdy nafta obsahuje nestandardní olejovou frakci, těžší (s vyšším bodem varu) než je motorová nafta. Jednou z variant, která vysvětluje přítomnost olejové frakce v motorové naftě je, že minerální oleje nejsou zatíženy spotřební daní a jejich dovoz se nekontroluje. Díky jejich dokonalé mísitelnosti s naftou a na základě podobnosti jejich složení je lze pak přidávat k naftě a ušetřit na spotřební dani. Typický obrázek motorové nafty a nafty s příměsí olejové frakce je uveden na *obr. 1* v podobě chromatografického záznamu, kde je patrná příměs



Obr. 1 – Záznam simulované destilace v souřadnicích signál vs. teplota varu pro standardní motorovou naftu s FAME a směs motorové nafty a těžší frakce

Vzorky s Olejem 1	Vzorky s Olejem 2
T0932_motorová nafta	T0935_motorová nafta
T0933_motorová nafta	T0936_Universal Technisches Oil
T0934_minerální olej	T0939_mazací olej G-100
T0937_olej G-25	T0940_mazací olej G-100
T0938_olej G-25	
T0941_Olej RUST CLEANER	

Tab. 1: Označení vzorků zachycených na trhu

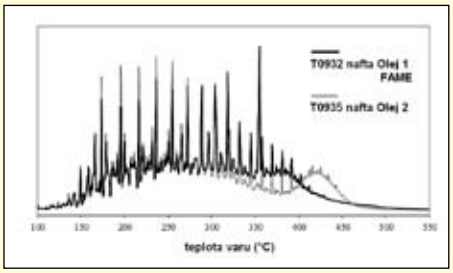
frakce v oblasti bodů varu 350-420 °C. Na základě porovnání obou záznamů lze pak výpočtem odhadnout obsah olejové frakce.

Podíl olejové frakce ve vzorcích motorové nafty odebraných za loňský rok, odhadnutý na základě tohoto výpočtu, se pohyboval v rozmezí 3–20 % hm. Frakční složení olejových frakcí přítomných ve vzorcích naft se lišilo, nicméně obecně lze konstatovat, že spadalo do destilačního rozmezí 300-560 °C. Vzorky naft obsahující těžší frakci překročily limit teploty, při které předestiluje 95 % obj. vzorku (max. 360 °C). V některých případech nebylo dodrženo ani minimální množství vzorku, které předestiluje při 350 °C (min. 85 % obj.). Dalším parametrem, který poukazoval na nestandardní složení naft, byla viskozita při 40 °C. Předepsané rozmezí hodnot bylo sice ve všech případech dodrženo, ▶

TAČR	K. viskozita při 40 °C (mm2.s^{-1})	Síra (mg.kg^{-1})	R250 (% obj.)	R350 (% obj.)	T95 (°C)	Hustota při 15°C (kg.m^{-3})	FAME (% obj.)
ČSN 590	2,0–4,5	max 10	max 65	min 85	max 360	820–845	max 7
T0931	9,35	8		65,6	374,2	846,8	–
T0932	3,56	13	30,3	81,8	391,0	840,3	2,7
T0933	3,54	13	30,3	81,1	394,7	839,9	2,9
T0934	3,46	13	30,5	82,0	390,0	839,9	
T0935	3,33	10	36,4	78,0	402,5	838,3	
T0936	3,34	10	37,2	78,5	403,8	837,2	–
T0937	3,85	12	31,4	77,7	400,9	839,9	4,2
T0938	3,86	10	29,8	76,0	404,3	839,9	4,3
T0939	3,55	10	31,6	78,4	401,8	839,8	
T0940	3,55	10	31,5	78,7	401,7	840,0	
T0941	3,51	12	29,6	82,8	399,5	838,2	3,2

Tab. 2 – Vlastnosti vzorků deklarovaných jako motorová nafta (kat. NM) nebo jako olej (kat. O). Předestilované množství při 250 a 350 °C (R250 a R350), teplota, při níž předestiluje 95 % obj. (T95). Uvedeny jsou i limity povolené normou pro nafty ČSN EN 590.

ale hodnoty byly vyšší než u vyhovujících vzorků. U všech vzorků naft s nevyhovujícím koncem destilace (překročení teploty předestilování 95 % obj.) bylo zjištěno, že tyto vzorky mají viskozitu při 40 °C vyšší než vzorky ze standardní produkce. Hranice mezi vyhovujícím a nevyhovujícím průběhem destilační křivky je přibližně na úrovni viskozity při 40 °C 2,95 mm^2.s^{-1}.



Obr. 2 – Chromatografický záznam pro vzorky T0932 a T0935 deklarované jako motorová nafta

Použitá metodika GC-FID

V letošním roce byly získány další zajímavé vzorky, které byly podrobeny analýze vysokoteplotní plynově-chromatografickou metodou umožňující výstup v podobě tzv. simulované destilace (SD). Analýzy byly provedeny na plynovém chromatografu TRACE GC ULTRA (Thermo Scientific) s kryogenním chlazením chromatografické pece. Použitá metoda umožňuje charakterizaci vzorků v širokém rozmezí bodů varu od benzínových frakcí až po uhlovodíky s normálním bodem varu do cca 700 °C. Vzorek byl do kolony dávkován ve formě sirouhlíkového roztoku technikou „on-column", takže nedocházelo k diskriminaci těžších podílů vzorku. Vedle získání destilační charakteristiky vzorků sloužily chromatografické záznamy i k posouzení podobnosti vzorků metodou tzv. finger printu. Obzvláště užitečnou se ukázala transformace standardních chromatografických záznamů (souřadnice signál vs. retenční čas) do souřadnic signál vs. teplota varu. Použitá metoda umožňuje zjistit přítomnost olejových frakcí a do jisté míry provést i odhad destilačního rozmezí a jejich obsahu v motorové naftě. Díky vysokoteplotnímu uspořádání je touto metodou možné zjistit i přítomnost dalších vysokovroucích organických látek, jako je např. rostlinný olej.

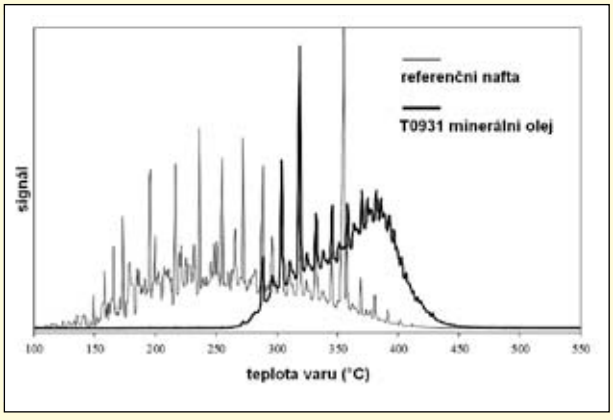
Aktuální případy

Na trhu byly letos zachyceny v podstatě dva typy vzorků nestandardní motorové nafty, které se lišily jednak v typu těžší frakce (dále označené jako Olej 1 a 2), a jednak v přítomnosti FAME. Vzorky v rámci skupiny s Olejem 1 nebo 2 měly velice podobné, někdy až téměř identické chromatografické záznamy GC-FID, a přesto byly deklarovány jako nafta i jako minerální olej. Olej typu 1 se projevil v transformovaném chromatografickém záznamu v oblasti teplot bodů varu 350-500 °C a současně byla zaznamenána přítomnost FAME. Olej typu 2 se pak projevil v oblasti 380–450 °C celkově jako užší destilační řez, bez přítomnosti FAME.

Vzorky na ***obr. 2*** byly deklarovány jako motorová nafta. Společně s nimi byl zachycen ještě další, deklarovaný rovněž jako motorová nafta, jehož chromatografický záznam je téměř identický se záznamem nafty označené T0932. Pokud zůstaneme u prvního typu vzorků s Olejem 1, byly dále na trhu zjištěny vzorky s identickým nebo velmi podobným chromatografickým záznamem jako motorová nafta T0932 a T0933, ale deklarované jako oleje různého označení ***(viz tab. 1)***. Sem patří vzorky T0934, T0937, T0938, T0941, deklarované jako minerální olej, olej G-25 nebo jako olej Rust Cleaner. Druhý typ vzorků, které obsahovaly těžší frakci označenou jako Olej 2, byl deklarován opět jako motorová nafta nebo jako univerzální technický olej a mazací olej G-100. Obsah těžší olejové frakce v uvedených vzorcích byl stanoven odečtem plochy standardní motorové nafty od plochy vzorku z chromatografického záznamu a pohyboval se v rozmezí 12–17 % hm (odečet je závislý na zvolených parametrech).

V tab. 2 jsou uvedeny stanovené vlastnosti pro vzorky T0932-T0941. Všechny vzorky, ať už deklarované jako nafta nebo olej, hustotou splňovaly limit pro motorovou naftu dle ČSN EN 590. Vyznačovaly se velmi nízkým obsahem síry, a obsah FAME byl rovněž nezvykle nízký ***(viz tab. 2)*** a napovídal přimísení složky do nafty. Důležitým kritériem byla v tomto případě destilační zkouška a viskozita, která se u těchto vzorků pohybovala nad zvoleným limitem 2,95 mm^2.s^{-1} a tím také nasvědčovala přítomnosti olejové frakce s vyšší viskozitou. Množství vzorku předestilované do 350 °C (parametr R350 ***v tab. 2***) a teplota destilace pro 95 % obj. (T95) nevyhověly požadavkům normy na motorovou naftu dle ČSN EN 590. Dalším klíčovým parametrem, ale dle celního sazebníku, je pak parametr R350, který je pro motorovou naftu zatíženou spotřební daní omezen na min. 85 % obj. a pro ostatní oleje nezatížené spotřební daní na max. 85 % obj. Na základě tohoto zjištění, by vzorky uvedené ***v tab. 1*** byly zařazeny do kategorie ostatních olejů nezatížených spotřební daní.

Dále byl zajištěn jeden vzorek minerálního oleje T0931, který se svými vlastnostmi velice blíží přidaným olejovým frakcím do nafty. Chromatografický záznam tohoto oleje a referenční motorové nafty ***(obr. 3)*** ukazuje, že olej má nízký obsah síry (8 mg.kg^{-1}), hodnota hustoty 846,7 kg.m^{-3} je velice blízká motorové naftě (max. 845 kg.m^{-3}), parametry destilační zkoušky ***(viz tab. 2)*** se pohybují těsně nad horním limitem. Kinematická viskozita oleje je 9,36 mm^2.s^{-1}. Z pohledu fyzikálně-chemických vlastností je tento olej velmi podobný těm, které se nacházejí v nestandardně složené motorové naftě.



Obr. 3 – Chromatografický záznam pro vzorek minerálního oleje T0931 a referenční nafty

Plynová chromatografie s FID detektorem se tak ukazuje jako jedna z metod, vypovídajících o kvalitě paliv. Standardní hodnocení kvality motorové nafty dle ČSN EN 590 neumožňuje detailnější analýzu paliva, zatímco GC-FID poskytuje charakteristické záznamy pro ropné frakce s odlišným složením a destilačním rozmezím a umožňuje odhalit přítomnost nestandardních složek motorové nafty s určením přibližného destilačního profilu a orientačního obsahu cizí frakce. ■

Zlata Mužíková

CEMA-TECH: Odborníci na centrální mazání, dávkování maziv a mazací techniku

S problematikou mazání strojů, dávkování maziv či přečerpávání maziv přichází do styku drtivá většina průmyslových firem. Dlouhodobě se řešení této problematiky v ČR a SR věnuje odštěpný závod CEMA-TECH společnosti HENNLICH, která je součástí evropské skupiny HENNLICH. CEMA-TECH je renomovaným dodavatelem centrálních mazacích systémů LINCOLN/SKF, systémů ABNOX pro dávkování maziv a mazací techniky do všech odvětví průmyslu.

Centrální mazání: Tisíce komplexních dodávek

Za dobu fungování realizovali odborníci divize CEMA-TECH tisíce komplexních dodávek centrálních mazacích systémů prakticky do všech odvětví průmyslu. „U dodávek centrálního mazání poskytujeme našim zákazníkům komplexní služby, od technického poradenství a návrhu systému přes dodávku komponentů, montáž a uvedení do provozu až po servis a dodávku náhradních dílů," vypočítává šéf divize Milan Dvořák. CEMA-TECH využívá komponentovou základnu a know-how největšího světového dodavatele centrálních mazacích systémů, firmy **LINCOLN**. Tyto komponenty jsou prověřeny na milionech aplikací po celém světě, včetně extrémních podmínek, jako jsou vysoké teploty v Africe nebo Austrálii, či kruté mrazy na Aljašce a Sibiři.

S nedávným vstupem firmy LINCOLN pod křídla koncernu **SKF** se CEMA-TECH stal autorizovaným distributorem mazacích systémů SKF. „Portfolio systémů a komponentů firmy se tak rozrostlo i o další značky koncernu SKF, jako jsou VOGEL, SAFEMATIC, MECA FLUID a další," dodal Milan Dvořák.

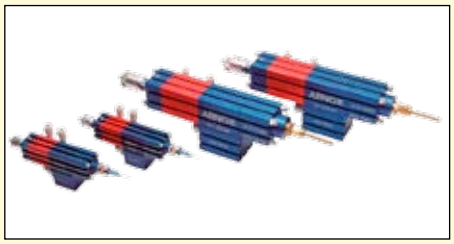
Výhodou centrálních systémů oproti manuálním je skutečnost, že mazivo je dodáváno do ložiska v krátkých intervalech, po malých dávkách a za provozu stroje. V ložisku je tak stále optimální množství maziva, což vede k výraznému prodloužení jeho životnosti a následně ke snížení provozních nákladů celého stroje. Investice do zavedení centrálního mazání mají velmi rychlou návratnost. *(viz obr. 1)*

Obr. 1 – Řada čerpadel LINCOLN

Systémy ABNOX pro dávkování maziv

V návaznosti na stále četnější požadavky řešení dávkování maziv ze strany zákazníků, rozšířila divize CEMA-TECH portfolio dávkovacích systémů o sortiment předního světového výrobce těchto zařízení, švýcarské firmy **ABNOX**.

ABNOX®
High Pressure Hydraulic & Lubrication



Obr. 2 – Dávkovací ventily ABNOX

Obr. 3 – Čerpací stanice ABNOX

Tyto systémy nacházejí uplatnění nejčastěji v automobilovém průmyslu při kompletaci sestav na montážních pracovištích.

K dispozici je široké spektrum čerpacích stanic, dávkovacích ventilů, aplikátorů a dalšího příslušenství. Firma ABNOX je rovněž výrobcem velmi kvalitní mazací techniky a techniky pro přečerpávání maziv. Rovněž tyto komponenty jsou již nyní v sortimentu divize CEMA-TECH. *(viz obr. 2, 3)*

Mazací technika

Divize CEMA-TECH se zabývá také dodávkami mazací techniky, kam patří mazací hlavice, mazací lisy (dekalamitky) a přístroje (mazací vozíky), kapací maznice a automatické maznice značek PERMA, SIMALUBE a SKF. Zajišťuje také techniku pro přečerpávání maziv, olejoznaky, odvzdušňovací filtry a komponenty rozvodů maziva. V sortimentu jsou také maziva, mazací zařízení a další komponenty SKF MaPro *(viz obr. 4)*. ■

Obr. 4 – LINCOLN Power-Luber 18 V Li-Ion – technicky nejvyspělejší akumulátorový mazací lis na současném trhu

ODŠTĚPNÝ ZÁVOD CEMA tech
HENNLICH s.r.o.

Dolní 183/30, 591 01 Žďár nad Sázavou
tel./fax: +420 566 630 524
e-mail: cema-tech@hennlich.cz
www.hennlich.cz/cematech

SKF
Distributor mazacích systémů SKF CEMA-TECH

TRIBODIAGNOSTIKA VELKÝCH TOČIVÝCH STROJŮ

Provoz velkých točivých strojů, jako jsou turbogenerátory, turbokompresory a plynové turbíny, vyžaduje z pohledu tribotechniky a tribodiagnostiky zajištění dokonalého mazání. Olej zde plní řadu úkolů a olejové náplně se pohybují v rozmezí od 1000 až do 70 000 l.

Olej musí v provozu velkých točivých strojů zajistit dokonalé mazání ložisek a převodovky, slouží jako hydraulická a regulační kapalina, chrání zařízení před korozí, snižuje hlučnost a podobně. V neposlední řadě je nositelem informací o technickém stavu samotného strojního zařízení.

V uvedených soustrojích se jako mazivo používají převážně ropné oleje. Tyto jsou upravovány selektivní rafinací a vysokotlakou hydrogenací. V současné době se však stále více začínají prosazovat oleje syntetické. O kvalitě používaných turbínových olejů rozhoduje zejména kvalita základových olejů a dále pak vhodná aditivace.

Oleje se upravují přísadami, a to převážně jen antioxidanty, přísadami proti korozi a pěnivosti. Před použitím je ale nutné je prověřit laboratorně, aby splnily všechny požadované jakostní parametry. Kontrola musí být přesná, protože po nasazení do provozu pracuje olej v systémech až 20 let bez výměny. V průběhu provozu je ročně doplňováno 3–7 % nového oleje, který by měl mít vždy stejné složení – tedy stejnou aditivaci, a pokud možno také stejný typ použitého základového oleje.

Změny vlastností oleje – jsou způsobeny oxidačními a termooxidačními reakcemi. Oxidaci oleje podporuje vzdušný kyslík, vyšší teplota, voda, kovové částice a prach. Méně stabilní molekuly oxidují a tvoří kyselé produkty, které další reakcí vytvářejí komplexní sloučeniny, kaly, pryskyřice a další polymery.

Tab. 1 Základní parametry a termíny sledování

Sledovaný parametr	četnost kontrol	hraniční hodnota
vzhled	denně	vizuální kontrola
barva	denně	vizuální kontrola
číslo kyselosti	za 3 měsíce	max. nárůst o 0,2 ÷ 0,4 mg KOH/g
kinematická viskozita	za 3 měsíce	asi 10 ÷ 15 %
bod vzplanutí	za 3 měsíce	min. 180 °C
obsah vody	za 3 měsíce	max. 500 mg.kg^{-1}
deemulgační číslo	za 3 měsíce	max. 800 s
celkové nečistoty	za 3 měsíce	max. 0,1 % hm.
deemulgační charakteristika	za 3 měsíce	40/38/2 cm^3
obsah přísad	3 x ročně	min. 25 %
mechanické nečistoty	za 3 měsíce	max. 18/16
koroze	za 3 měsíce	nepřítomna
měkké kaly ΔE	za 3 měsíce	max. 25

Tab. 1: Uvedené hodnoty pro sledované parametry a četnost prováděných kontrol jsou určeny pro stroje po záběhu. V případě vzniklých problémů je nutné provádět rozbory častěji, případně je doplnit dalšími metodami. V současnosti se již sledují také tekuté kaly a oxidační zplodiny.

Provozní kontrola maziv

Dlouhodobým sledováním provozu velkých soustrojí se získalo dostatečné množství výsledků ke zpracování doporučení pro rozsah kontrol olejových náplní uvedených strojů a určení potřebných jakostních parametrů vedoucích k zajištění dlouhodobého provozu *(viz. tab.1)*.

Největší problémy:

- **Čistota oleje** – je nutné provádět pravidelné kontroly a v případě výskytu nečistot zajistit jejich dokonalé odstranění. Hodnocení kódu čistoty je dle ISO 4406/99 a ISO 4406/87. Při vyšším obsahu nečistot dochází k poruchám ložisek, převodovek, hydraulických systémů a regulaci soustrojí.
- **Číslo kyselosti** – ukazuje na chemické změny v oleji. Tvoří se různé organické a anorganické kyselé produkty. Při zvýšeném číslu kyselosti vznikají pryskyřičnaté polární látky, které následně zalepují ložiska, hydraulické prvky a omezují funkce regulace. Stává se také při poklesu přísad.
- **Obsah vody** – do oleje se voda dostává tzv. dýcháním olejového systému nebo poruchou chladicího okruhu. Má negativní vliv na olej, způsobuje korozi a ovlivňuje přítomné přísady. Nejjednodušším způsobem odstranění vody je nechat ji odpařit za provozu, při větším množství odstředit a volnou vodu odpustit z nádrže.
- **Deemulgace** – dochází k narušení povrchových vlastností oleje. Tím dochází ke špatnému odloučení vody z oleje. To je způsobeno stárnutím oleje. Daleko větší vliv má však pronikání povrchových aktivních látek (saponátů). Takto znehodnocený olej nelze dále používat a musí se vyměnit.
- **Změna viskozity** – dochází k ní převážně tím, že je do oleje přidán jiný druh oleje. V kompresoru pro dopravu uhlovodíkových plynů se mění viskozita při poškození ucpávek. Pronikání uhlovodíkových plynů sníží viskozitu a bod vzplanutí. Sníží se únosnost mazacího filmu a při nižším bodu vzplanutí hrozí nebezpečí požáru a výbuchu.
- **Pokles přísad** – dochází trvale v průběhu provozu. Olej je možné upravit pomocí doaditivování. Zde je ale nutné znát celkový stav oleje a rozhodnout, co je a není vhodné pro další provoz. Zpravidla se provede výměna oleje.
- **Pěnivost** – při stárnutí maziva začne olej za provozu pěnit. Souvisí to i se ztrátou protipěnících přísad. Hlavní příčinou bývají netěsnosti v olejovém systému a pronikání vzduchu do oleje. Je nutná prohlídka celého olejového okruhu a odstranění závad. Pokud se to vyřeší, je možné přidat nové protipěnicí přísady. Pěnivost převážně souvisí s odlučováním vzduchu.
- **Měkké kaly** – jde o fenomén, kterému se nyní věnuje velká pozornost. Tyto jemné rozpustné nečistoty jsou polární a postupně se usazují tam, kde to pro bezporuchový provoz strojů je potřeba nejméně. Na filtrech, ložiscích, regulacích a také hydraulických prvcích. Ke stanovení měkkých kalů se využívá nové normy ASTM D 7843 – 12. Výsledky se pak uvádějí podle hodnoty ΔE.
  - **ΔE < 15 ... normální stav oleje** – tvorba úsad je nízká,
  - **ΔE 15 ÷ 30 ... zhoršený stav oleje** – lze očekávat vyšší tvorbu úsad, doporučuje se celkový rozbor oleje,
  - **ΔE 30 ÷ 40 ... tvorba polymerních úsad**, dochází k degradaci oleje, usazování měkkých kalů na funkčních částech zařízení,
  - **ΔE > 40 ... kritický stav oleje** – velký potenciál tvorby úsad, degradace, velké množství kalů, ohrožení bezporuchového chodu strojního zařízení.

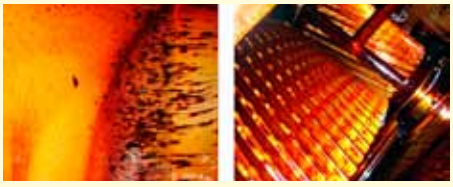
Výměna olejů

Žádný olej není možné v zařízeních používat do nekonečna. V průběhu dlouhodobého provozu totiž dochází ke ztrátě jeho základních vlastností a je potřeba řešit otázku, jak požadovaných vlastností maziva znovu dosáhnout. Nejjednodušší je celková výměna olejové náplně. Vzhledem k velkým objemům se však často doporučuje jen částečná výměna. Do olejové náplně se přidá cca 1/3 objemu nového oleje, čímž se olejová náplň částečně napraví a provoz zařízení se dá po určitou dobu prodloužit. Při celkové výměně náplně je nutný proplach celého systému. Zvláštní pozornost se musí věnovat přítomnosti jemných tekutých kalů, které se během provozu usazují na funkčních uzlech zařízení. Usazování tzv. měkkých kalů a působení nevhodných provozních podmínek je také příčinou stavů uvedených na ***obr.1 a 2***, které jsou příkladem úsad na povrchu ložiska nebo tvorby pryskyřic na ozubených převodech.

Úsady na povrchu ložiska

Velké točivé stroje vyžadují mimořádnou péči o olej, protože odstavení strojů znamená velké ekonomické ztráty. Je proto nutné provádět pravidelné kontroly maziv v návaznosti na celkovou technickou diagnostiku. Výsledky tribotechnické diagnostiky nás upozorní jako první, že se strojem není něco v pořádku. ■

Vladislav Marek, Trifoservis,
Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D., VŠB-TU Ostrava



Pryskyřice na ozubených převodech