maziva – oleje – technologické kapaliny

TRIBOTECHNICKÉ INFORMACE

1/2012

TECH MAGAZÍN
TECHNIKA VČERA, DNES A ZÍTRA

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

OBSAH

- **Editorial** 2
- **Centrální mazací technika** 3
  Cematech
- **Čtyřikrát vyšší mazací účinnost** 3
  UltraLube
- **Zlatá tribologická medaile 2011** 3
- **Vliv teploty na hydraulické oleje** 4–5
  Kleentek
- **Optimalizace průtoku pomocí kvantitativního řízení zdrojů maziva** 6–7
  Špondr CMS
- **Preventivní údržba plynových motorů pomocí analýz olejů** 8–9
  ALS Czech Republic
- **Namazat na sucho stačí jen jednou** 10–11
  Ulbrich Hydroautomatic
- **Kapaliny pro obrábění obtížně obrobitelných materiálů** 12–13
  Cimcool Europe B.V. - Czech Branch
- **Vliv degradace maziva na tloušťku mazacího filmu** 14
  VUT FSI Brno
- **Co se Vám snaží říci vaše převodovka?** 15
  Klüber Lubrication CZ
- **Vliv prachu na poškození motoru** 16
  Castrol Lubricants (CR)

Tribotechnické informace v nové podobě, v novém médiu

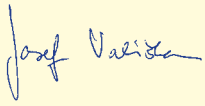
Vážení čtenáři, setkáváme se opět u dalšího vydání Tribotechnických informací. Pro některé z vás bude možná překvapením jejich nová tvář. Dosud vycházely Tribotechnické informace jako příloha časopisu Technický týdeník, od tohoto vydání dochází ke změně, a partnerem pro Tribotechnické informace se stal nově časopis TechMagazín, který tuto roli převzal po jednání výboru odborné sekce Tribotechnika České strojnické společnosti v září letošního roku.

Změna přináší některé drobné vizuální proměny související s grafickou podobou, vzhledem k novému médiu, na obsahové stránce Tribotechnických informací se však nic zásadního nemění – na jejich stránkách budete stále nacházet odborné studie, prezentace firem, zprávy a články z oboru, informace o akcích a zajímavých publikacích týkajících se tribotechnické problematiky. Můžete se o tom ostatně sami přesvědčit při pohledu na obsah tohoto vydání.

Pro Tribotechnické informace je v souvislosti s novou podobou a distribucí podstatné i to, že se váš časopis a tím i informace o dění v české tribotechnice možná snáze dostanou i k vašim kolegům na Slovensko, kde je TechMagazín také distribuován (byť mají k dispozici i vlastní časopis Tribotechnika), stejně jako na řadu dalších odborných akcí, jichž je TechMagazín mediálním partnerem, kde mohou Tribotechnické informace nabídnout pro potenciální zájemce lecos užitečného – toto vydání míří například na mezinárodní kongres o energetice. Jeho účastníky by mohl zaujmout třeba článek o využití tribotechnické diagnostiky olejů ke zjišťování stavu velkých kondenzátorů prostřednictvím analýzy oleje v jejich papírové izolaci. Podobně bude TechMagazím s Tribotechnickými informacemi distribuován i na mezinárodním veletrhu Aqua-therm, kde se také řada záležitostí týká přímo či nepřímo tribotechnické problematiky, jež se dnes ostatně prolíná celým průmyslovým sektorem, na který je nový partnerský časopis zaměřen. Stejně tak se nyní pravidelně dostane ke studentům hlavních českých technických univerzit.

Aktuální informace o novinkách z oboru navíc nemusejí čekat až do dalšího vydání Tribotechnických informací, které by měly vycházet prozatím jednou, posléze dvakrát do roka, ale mohou se uplatnit i na stránkách TechMagazínu, případně v některé z jeho pravidelných, tématicky zaměřených specializovaných příloh, či na webových stránkách. To může přinést členům Tribotechnické sekce rovněž nové možnosti.

Budeme rádi, když nám sdělíte svůj názor či připomínky, abychom mohli Tribotechnické informace dále rozvíjet. Vždy je co zlepšovat.



PhDr. Josef Vališka, šéfredaktor

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

Odborná sekce Tribotechnika České strojnické společnosti
pořádá dne 12. prosince 2012 odborný seminář na téma:
AKTUÁLNÍ OTÁZKY APLIKACE MAZIV
Seminář se bude konat tradičně na ČSVTS
Praha 1, Novotného lávka 5, budova A – 3. patro, sál č. 318.
Bližší informace: Ing. Milan Šimánek,
Castrol Lubricants (CR), s.r.o., milan.simanek@castrol.com
Pozvánky a přihlášky
na jednotlivé odborné akce Tribotechnické sekce
bude možné najít a stáhnout z internetových stránek
České strojnické společnosti **www.strojnicka-spolecnost.cz**
Kontakt: Hana Valentová – tajemník,
tel.: 221 082 203, e-mail: strojspol@csvts.cz

CEntrální MAzání + mazací TECHnika = CEMATECH

Odštěpný závod CEMATECH firmy HENNLICH s.r.o. je významným dodavatelem centrálních mazacích systémů LINCOLN a mazací techniky do všech odvětví průmyslu.

U dodávek **centrálního mazání** poskytujeme komplexní služby od technického poradenství a návrhu systému přes dodávku komponentů, montáž, případně šéfmontáž, až po servis a dodávku náhradních dílů. K dispozici máme komponentovou základnu a know-how největšího světového dodavatele centrálních mazacích systémů, americko-německé firmy **LINCOLN**. Tato skutečnost je výhodná zvláště pro výrobce strojů obsahujících centrální mazání, kteří exportují do zahraničí, neboť značka **LINCOLN** je celosvětově akceptovaná a náhradní díly **LINCOLN** a servis jsou dostupné kdekoli na světě.

Za dobu naší existence jsme dodali stovky centrálních mazacích systémů do všech odvětví průmyslu. Mezi naše pravidelné zákazníky patří např. ŽĎAS, Plzeňský Prazdroj, Třinecké železárny, LB Minerals, Sklostroj Turnov, Škoda Auto, Škoda TS, Barum, TOS Kuřim a mnoho dalších.

V oblasti mazací techniky dodáváme:

- **mazací hlavice** – všechny běžně používané typy i atypická provedení,
- **mazací lisy a přístroje** – mazací lisy ruční přítlačné, pákové, pistolové, pneumatické a akumulátorové, mazací přístroje ruční, nožní, elektrické a pneumatické,
- **automatické maznice** – pro olej i tuk,
- **technika pro manipulaci s mazivy a palivy** – jednotlivé komponenty i sestavy pro přečerpávání nafty, bionafty, rostlinného oleje, oleje a tuku,
- **technika pro manipulaci s použitým olejem** – mobilní sběrné, odsávací a kombinované jednotky,
- **komponenty rozvodů maziva** – trubky, hadice, šroubení a kotevní materiál,
- **další komponenty** – olejoznaky, odvzdušňovací filtry, mazací štětky ad.

Jde o velmi kvalitní komponenty s příznivou cenou. Zhruba 2000 položek je stále skladem.

O. z. **CEMATECH** je součástí obchodně-výrobní společnosti **HENNLICH s.r.o.**, která je dodavatelem široké škály komponentů a profesionálních technických řešení téměř do všech odvětví průmyslu. Společnost spadá pod evropskou skupinu **HENNLICH**.

HENNLICH s.r.o., o. z. CEMATECH
Libušínská 183, 591 01 Žďár nad Sázavou
tel.: 566 630 524, fax: 566 630 032
e-mail: cematech@hennlich.cz
www.hennlich.cz/cematech

UltraLube – ČTYŘIKRÁT VYŠŠÍ MAZACÍ ÚČINNOST

V dnešní době se nestává příliš často, že se na trhu objeví skutečně převratná novinka, která boří dogmata předchozích desetiletí a přináší něco nového a neotřelého. Podařilo se to společnosti Plews & Edelmann, která ve spolupráci s universitami v USA vyvinula výrobkovou řadu maziv na biologické bázi značky UltraLube.

Produkty UltraLube jsou vyrobeny na bázi sójového oleje a díky svým vlastnostem poskytují výkonnost, která výrazně převyšuje běžné výrobky na bázi ropy. Komplexní produktová nabídka zahrnuje prostředky pro uvolňování spojů, lubrikanty, penetranty, produkty pro antikorozní ochranu, plastická maziva pro automobilový průmysl i strojírenství, oleje pro hydraulické i pneumatické systémy, převodové oleje, oleje pro obrábění kovů, chladicí kapaliny i produkty pro potravinářský průmysl s atestem H1.

Produkty **UltraLube** jsou výjimečné hned v několika rovinách:

- 4x vyšší mazací účinnost než maziva na ropné bázi,
- přirozeně vyšší viskozita, která snižuje tření, teplotu a opotřebení – zvláště pak ve vysokorychlostních aplikacích,
- vydrží déle než maziva na ropné bázi a jsou méně náchylná k odkapávání při vysokých teplotách,
- snadno se mísí s tradičními produkty na ropné bázi,
- okamžitě pronikají k mazaným plochám, vytvářejí stabilní a dlouho působící mazací vrstvu na povrchu kovu a dokonce i na plastu,

Univerzální Lubrikant & Penetrant slouží k uvolnění rezivých a zaseknutých součástek nebo k mazání kluzných částí, válečkových dopravníků, řetězů, závěsů dveří apod.

- molekuly oleje na rostlinné bázi jsou „polární", váží se ke kovu a lehce k němu přilnou (na rozdíl od molekul oleje na ropné bázi, které jsou z kovu odpuzovány).

Korporace **Plews & Edelmann** má vedoucí postavení na trhu USA v oblasti pneumatických nástrojů a příslušenství, hydraulických komponentů, tlakových hadic, řídicích systémů a dalších komponentů pro automobilový průmysl. Více než 40 let vyrábí a dodává špičková maziva. **UltraLube** je výsledkem několikaletého vývoje naprosto nové generace maziv na rostlinné bázi, které uspokojí celou šíři požadavků v oblasti mazání od domácího kutila přes autodopravce až po technologa výkonných strojírenských celků. „S našimi produkty získáváte výkonnost syntetických maziv v cenové hladině maziv na bázi ropy" říká Dave Babics, senior produkt manager společnosti Plews.

Novinka se poprvé v ČR představila na MSV 2012 v rámci projektu Packaging Live, plně robotizované balicí linky. Automechanik Lubomír Souček nám po vyzkoušení produktu řekl: „Sprej UltraLube mi velmi pomohl při montáži vstřikovacích ventilů benzinového motoru. Po namazání těsnicích O-kroužků byla absolutně bezproblémová montáž ventilu do sacího potrubí, na rozdíl od předchozí montáže s mazacím sprejem konkurenční značky." ■

ZLATÁ TRIBOLOGICKÁ MEDAILE 2011

Jako ocenění vynikajících výsledků v tribologii, zvláště pak za záslužnou práci na poli leteckých a kosmických aplikací byla udělena Zlatá tribologická medaile profesoru Qunji Xue, řediteli Lanzhou Institute of Chemical Physics.

Profesor Xue, jeden z nejlepších a nejvlivnějších světových tribologů posledních 40 let, se narodil v provincii Shandong a na tamní univerzitě obdržel v roce 1967 také inženýrský titul. Od založení Laboratoře pevných maziv byl jejím šéfem do roku 1999, kdy byl jmenován ředitelem Institute of Chemical Physics. Jeho práce se zaměřila na vývoj tribomateriálů splňujících potřeby leteckého, kosmického a námořního průmyslu v Číně. V roce 1997 byl zvolen do Čínské technické akademie. Zasloužil se o založení Laboratoře pevných maziv v Lanzhou, která se pod jeho vedením stala Státní klíčovou laboratoří pevných maziv Čínské akademie věd a největší skupinou tribologického výzkumu v Číně. Nové přísady a pevná maziva vyvinutá jeho skupinou jsou dnes v Číně vyráběna ve velkém objemu. Výzkumná práce jeho skupiny v oblasti kosmických pevných maziv významně přispěla k úspěchu čínského Národního kosmického programu. Stal se velmi aktivní také ve vzdělávání další generace tribologů. ■

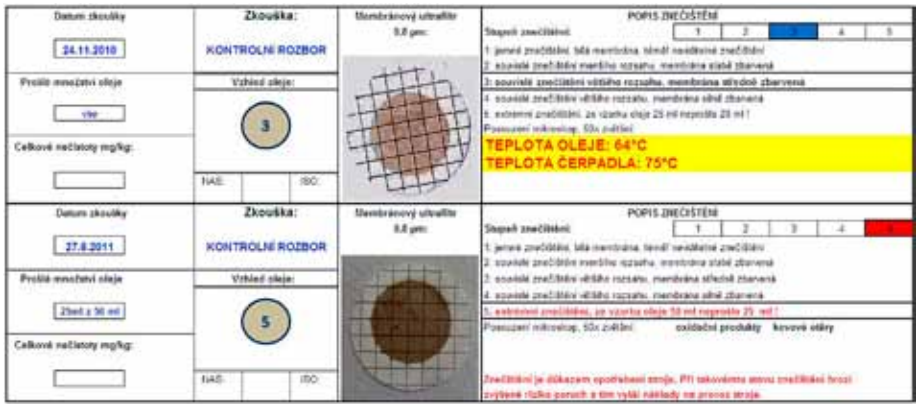
Zlatá tribologická medaile, nejvyšší světové ocenění v oboru, byla založena a poprvé udělena v roce 1972. Dosud jí bylo oceněno 39 osobností ze 13 zemí.

VLIV TEPLOTY NA HYDRAULICKÉ OLEJE

Až 85 % problémů hydraulických zařízení je způsobeno znečištěním oleje. Před tímto problémem varují i odborné studie. Teplota hydraulického oleje je jedním z faktorů, který ovlivňuje stav oleje ale hlavně i samotný chod stroje.

Typy znečištění

Znečištění můžeme rozdělit do tří základních skupin. Znečištění TVRDÉ (kov, prach, brusivo). MĚKKÉ (oxidační produkty oleje a produkty reakce aditiv olejů) a VODA (volná, vázaná). Největší procento celkového znečištění a také nejvíce provozních problémů v hydraulických systémech je tvořeno právě tzv. MĚKKÝM ZNEČIŠTĚNÍM. Samotná oxidace oleje je vytvářena nebo případně urychlována několika vlivy, působícími na hydraulický olej.



Tab. č. 1: Výsledky olejových zkoušek na mikrofiltru 0,8 µm. Změna stavu oleje v průběhu 7 měsíců.

Základní vlivy urychlující oxidaci oleje:

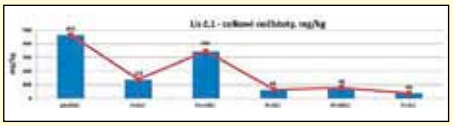
- **Kyslík**, kde se atmosférickým tlakem při teplotě 20 °C rozpustí v ropném oleji cca 8–10 % obj. vzduchu. Malá množství vody a kyslíku jsou proto vždy v oleji přítomná.
- **Katalyzátory**, které definujeme jako částice urychlující nějaký proces (reakci), ale samy se ve výslednou reakci nemění (částice kovů vznikající opotřebením, určitá olejová aditiva).
- **Jiskrové výboje** v olejových filtrech vznikající při průchodu oleje filtrem. Díky tření dochází ke vzniku statické elektřiny, která jiskrový výboj vytváří. Teplota dosahuje až 10 000 °C. Následně dochází ke krakování molekul a tím i degradaci oleje.

Teplota

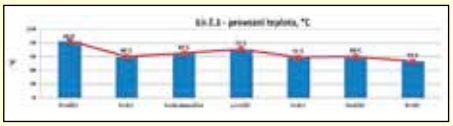
Dalším velmi nebezpečným vlivem působícím na vznik oxidace oleje je TEPLOTA. Za ideální provozní teplotu hydraulických olejů považujeme teplotu +45 °C. Každým jejím zvýšením o 10 °C se proces oxidace dvojnásobně urychluje. Pokud je tedy hydraulický olej vysoce tepelně zatěžován, vytvářejí se oxidační produkty v oleji velmi rychle. Jestliže nedojde k jejich odstranění, začnou se tyto produkty usazovat na kovových plochách (stěny nádrže, potrubí) a nabalovat na sebe další vrstvy nečistot. Takto nastartovaný proces je velmi těžké v krátké době vyřešit.

Tabulka č. 1 nám ukazuje, jak za relativně krátkou dobu vzniká vysoké znečištění u oleje protékajícího přes extrémně tepelně namáhané místo. Zkoušky měření byly provedeny na hydraulickém válcovém lise. Teplota byla snímána na dvou místech. Na nádrži lisu a na čerpadle. Rozbory olejů byly provedeny pomocí mikrofiltru o pórozitě 0,8 µm. Na konci roku 2010 byla naměřena teplota oleje +64°C a teplota čerpadla +75 °C (tzn. trojnásobně urychlený proces oxidace oleje!). Během 7 měsíců došlo k razantnímu nárůstu znečištění a tím i k dalšímu nárůstu teploty. Nečistoty ve vznosu (ty, které se ještě nestihly přichytit na stěny atmosférické nádrže a potrubí) protékají hydraulickým okruhem přes čerpadlo. To je více a více zatěžováno a dochází k jeho přehřívání. V tomto případě teplota čerpadla dosáhla kritické hodnoty +82 °C *viz tab. č. 1*.

Vztah mezi znečištěním a teplotou oleje (případně nejteplejšího místa v hydraulickém okruhu, přes



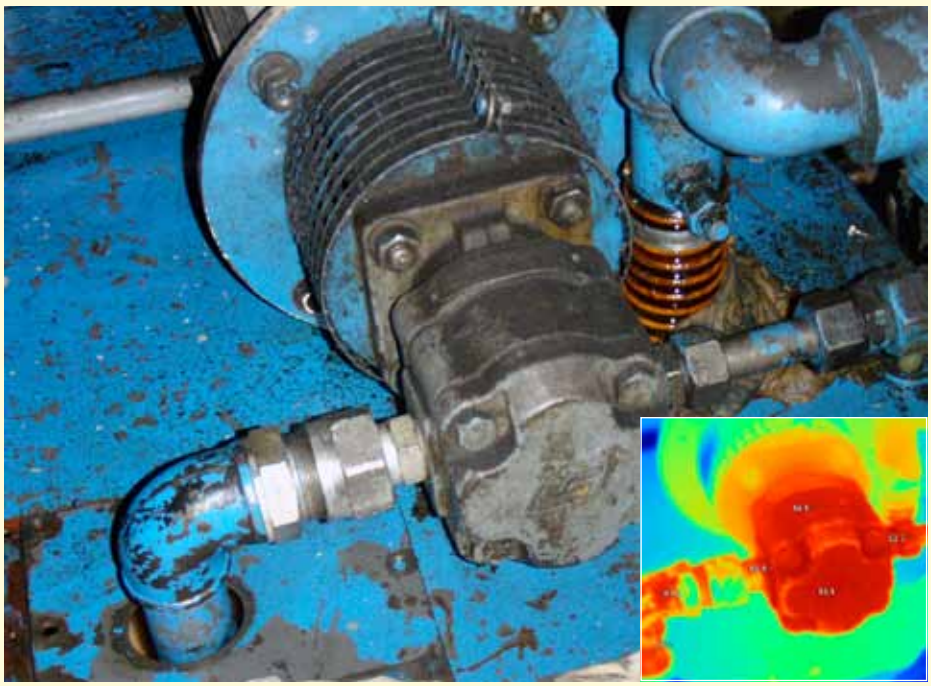
Graf č.1: Průběh znečištění během jednoho roku



Graf č. 2: Průběh teploty čerpadla během jednoho roku

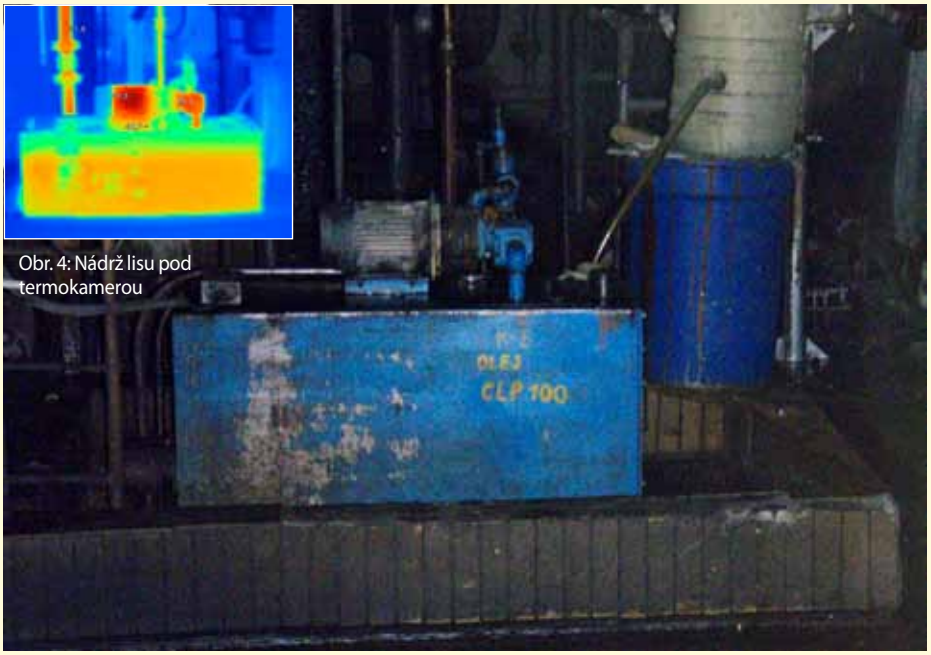
které olej protéká), je tedy zřejmý. Dá se ale tento problém odstranit? Odpověď je ano. Pokud jsme schopni odstranit znečištění NEJEN z oleje ale i z CELÉHO HYDARULICKÉHO SYSTÉMU stroje. Jak na to? Preventivní údržbou. Ta nám říká jasně a stručně: „nečekejte na poruchu, udržujte hydraulický systém stroje v naprosté čistotě a předejdete problémům". Graf č.1 a 2 ukazuje závislost znečištění na teplotě u jednoho z válcových lisů v průběhu jednoho roku. Na tomto stroji byla zavedena systematická péče o oleje metodou ELC (elektrostatickým čištěním olejů) *viz graf č. 1 a graf č. 2*.

První čistící cyklus byl zahájen na začátku roku 2011 na ca 400 litrové nádrži lisu. Tento stroj je pro firmu klíčový. V případě poruchy se okamžitě zastaví výroba na celé hale. Proto byl údržbou vybaven velmi drahým olejem odolávajícím vysokým teplotám. Rozbory však ukázaly, že ani drahé oleje nejsou schopné po delší dobu velkou teplotní zátěž snášet. Po prvním čištění oleje se podařilo zredukovat celkové znečištění o 70 %. Došlo k menšímu namáhání čerpadla a tím i k poklesu teploty. Nicméně do cca 5 měsíců se letité nečistoty (oxidační produkty), usazené v systému stroje, začaly opět uvolňovat, více namáhat čerpadlo a teplota opět razantně stoupla. Díky pravidelnosti čistících cyklů ale permanentně klesají jak celkové nečistoty (úsady v systému stroje) tak i teplota. Stroj přestává hlásit chyby, údržba



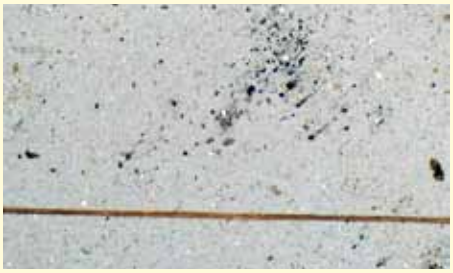
Obr. 1: Čerpadlo lisu

Obr. 2: Pohled na čerpadlo lisu termokamerou



Obr. 4: Nádrž lisu pod termokamerou

Obr. 3: Hydraulická nádrž lisu



Obr. 5 a 6: Snímek znečištění na membáně pod mikroskopem před a po čištění (pro lepší pochopení velikosti částic je na snímku přiložen lidský vlas)

poukazuje na bezproblémovost stroje. Investice do oprav již nejsou třeba.

Závěr

Tepelné ztráty, energetické ztráty, x-násobně urychlený proces oxidace oleje, vysoké riziko poruch, kratší životnost stroje, to vše může mít na svědomí vysoká teplota v hydraulickém systému viz *obr. 1, obr. 2, obr. 3, obr. 4, obr. 5 a 6*.

Je známo, že výrobní firmy nejvíce prodělávají na prostojích. Pokud má stroj poruchu, výroba se zastaví , firma nevydělává. Pokud chceme udržovat stroje ve 100% kondici, musíme se zaměřit na veškeré druhy problémů, které se u hydraulických zařízení objevují. Vysoká teplota oleje patří jednoznačně k jedním z nich. ■

Jan Comorek
KLEENTEK, spol. s r.o.

na českém trhu od roku 1993

1

Zastoupení ČR:
KLEENTEK, spol. s r. o.
+420 266 021 559
Sazečská 8
108 00 Praha 10

Zastoupení SR:
KLEENTEK SLOVAKIA, s.r.o.
+421 456 857 026
Bernolákova 27
968 01 Nová Baňa

UŠETŘÍME VAŠE VÝROBNÍ NÁKLADY

- prodloužíme životnost oleje
- prodloužíme životnost stroje
- snížíme spotřebu elektrické energie
- zvýšíme kvalitu vaší výroby
- pracujeme za plného provozu, bez jeho omezení

VYUŽIJTE MOŽNOSTI DLOUHODOBÉHO NÁJMU

www.kleentek.eu \ elektrostatické čištění olejů

KLEENTEK®

OPTIMALIZACE PRŮTOKU POMOCÍ KVANTITATIVNÍHO ŘÍZENÍ ZDROJŮ MAZIVA
PROJEKTOVÁNÍ PROGRESIVNÍCH OBVODŮ POMOCÍ GENETICKÝCH ALGORITMŮ

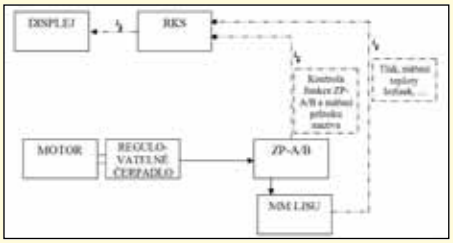
Spotřeba maziva je v některých případech mazaných strojů a zařízení veliká a mnohdy i za určitých provozních podmínek bezdůvodná. Optimální spotřebu maziva v daném okamžiku můžeme zajistit proměnnou hodnotou dodávaného množství maziva z mazacího přístroje se zpětnou vazbou na provozní parametry daného stroje či zařízení.

Tato práce popisuje výsledky vývoje nových softwarových programů určených k návrhu uspořádání progresivních rozdělovačů a progresivních obvodů, s jejichž pomocí lze dosáhnout významného technického, ekonomického a ekologického přínosu oproti návrhům stávajícím.

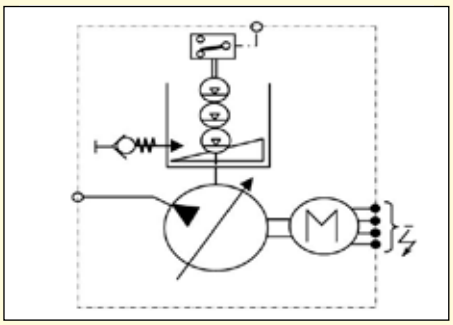
1. Optimalizace průtoku

Optimalizací průtoku maziva se zpětnou vazbou se rozumí takové dávkování maziva do mazacích míst strojů či zařízení, které bude optimální pro danou chvíli (teplotu okolí, počet cyklů, zatížení stroje, atd.). Zpětnou vazbou je vyjádřena míra zatížení, teplota v mazacím místě resp. dostatečné namazání mazacího místa. Tímto aktivním přístupem centrálního mazacího systému jsme schopni minimalizovat úkapy z mazacích míst zvláště při ztrátovém mazání a dále snížit příkon mazacího systému.

1.1 Ručně nastavitelný průtok (vícevývodové MP)

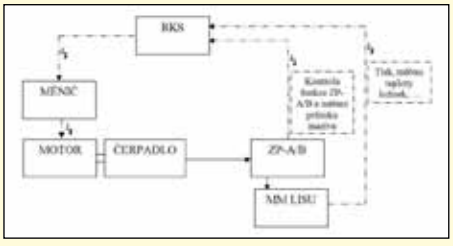


Obr. 1: Schéma CMS s regulovatelným čerpadlem



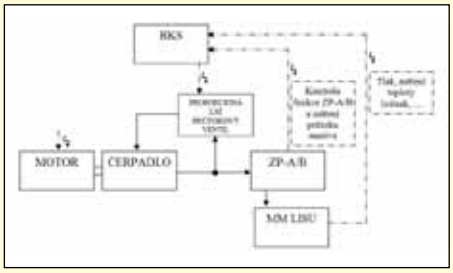
Obr. 2: Schematická značka mazacího regulovatelného čerpadla s hladinoměrem

1.2 Automatické řízení průtoku pomocí měniče



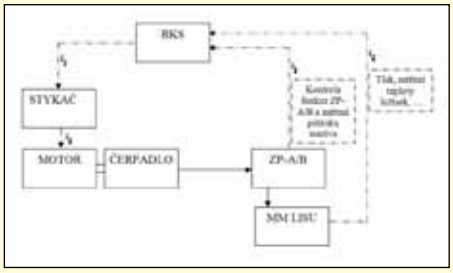
Obr. 3: Schéma CMS s plynule regulovatelným průtokem pomocí měniče

1.3 Automatické řízení průtoku pomocí proporcionálního ventilu



Obr. 4: Schéma CMS s plynule regulovatelným průtokem pomocí proporcionálního průtokového ventilu

1.4 Automatické řízení průtoku pomocí software



Obr. 5: Schéma obvod CMS s nespojitou regulací průtoku pomocí software

2. Návrh progresivních obvodů pomocí genetických algoritmů

Doposud se návrhy rozdělovačů a progresivních mazacích obvodů prováděly intuitivně (ručně) nebo pomocí jednoduchých výpočetních postupů např. v programu Excel. Takovým způsobem lze provést optimalizaci jednoduchých rozdělovačů nebo progresivních systémů vykonáním řádově desítek opakovaných kroků. U zkušeného projektanta se bude jednat o zhruba 10–15 iterací.

V dizertační práci byly prezentovány dva softwarové nástroje, které umožňují provést design rozdělovačů a progresivních systémů. První program, ve kterém je implementován genetický algoritmus (dále jen GA), slouží k návrhu progresivních rozdělovačů ZP-A až ZP-D (Delimon). Druhý program, jehož součástí je paralelní genetický algoritmus (dále jen PGA), byl vyvinut k návrhu progresivních systémů, které výše uvedené typy rozdělovačů používají.

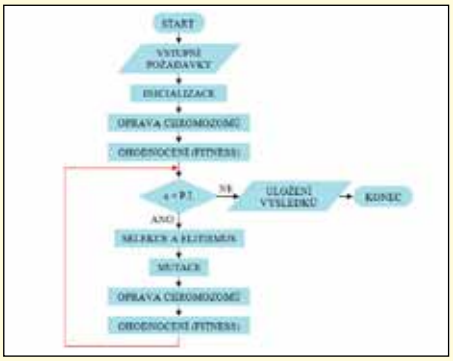
V článku je stručně popsán první jmenovaný software sloužící k návrhu rozdělovačů ZP-A až ZP-D (Delimon) a jsou zde uvedeny výsledky optimalizace pro dva různé rozdělovače ZP-A ve srovnání s početně-intuitivním návrhem. Pomocí tohoto programu je možné provést také návrh progresivních systémů.

2.1 Algoritmus programu

K optimalizaci progresivních rozdělovačů byl v objektově orientované platformě JAVA vytvořen vlastní program, ve kterém je implementován GA *(viz obr. 6*). Tento program slouží k nalezení nejvhodnějších konstrukcí rozdělovačů ZP-A až ZP-D na základě těchto vstupních požadavků:

- typ a počet sekcí (obvykle 3 až 12 sekcí),
- počet otevřených vývodů rozdělovače (dáno počtem jeho sekcí),
- poměr dělení maziva v rozdělovači,
- parametry GA.

Poměr dělení maziva v progresivních rozdělovačích lze zadat např. požadovanými objemy maziva, které mají být vytlačeny z jeho vývodů během jednoho pracovního cyklu [cm^3.cyklus^{-1}], mazací fáze [cm^3.fáze^{-1}] apod.



Obr. 6: Algoritmus návrhového programu s GA

Mezi parametry programu s GA patří: ***N*** velikost populace, t_t selekční tlak, P_m pravděpodobnost mutace a ***PI*** počet iterací. Poslední parametr určuje trvání simulovaného evolučního procesu.

Celočíselné kódování je vhodný způsob, jak interpretovat nezbytné a dostačující informace o konstrukčním provedení progresivních rozdělovačů. Tyto číselné řetězce reprezentující rozdělovače se nazývají chromozómy.

Podstatnou část programu tvoří GA. Počáteční populace chromozomů je v programu vytvořena pomocí generátoru pseudonáhodných čísel a je uložena ve dvojrozměrném poli, se kterým jsou prováděny další operace. Chybně vygenerované chromozomy jsou programem opraveny a ty jsou dále ohodnoceny pomocí účelové funkce. V programu byl původní tvar účelové (fitness) funkce nahrazen vztahem, který lépe vystihuje dělení maziva v rozdělovačích ZP-A až ZP-D. Pomocí fitness se porovnávají požadované a vypočítané objemy maziva vytlačené z vývodů rozdělovačů během mazacího cyklu nebo mazací fáze. Požadované dělení maziva v rozdělovačích lze do programu zadat také procentuálně.

Poté je populace podrobena selekci. V programu je implementována turnajová selekce. Selekcí jsou z původní populace vybráni jedinci s nižší hodnotou fitness, kteří dále postupují do nové generace. Protože není algoritmem selekce zaručeno, že do

nové generace postoupí vždy nejlepší jedinec z populace, je v programu dále použit tzv. elitismus. Nejlepší jedinec je v populaci vyhledán a je automaticky zkopírován do nové generace, aniž by se podroboval selekci. Následně jsou jedinci populace s pravděpodobností P_m mutováni. Nad každým genem chromozomu je proveden náhodný pokus a s výše uvedenou pravděpodobností je změněn. Mutací mohou být vytvořeni chybní jedinci, proto jsou programem opět provedeny opravy a poté jsou opět chromozómy ohodnoceny. Celý cyklus GA se opět opakuje, dokud nebude splněna ukončující podmínka cyklu FOR, tj. počet zadaných iterací simulovaného evolučního výpočtu.

2.2 Srovnání početně-intuitivního a softwarového návrhu rozdělovačů

V tab. 1 je uvedeno srovnání výsledků početně-intuitivního a softwarového návrhu dvou rozdělovačů ZP-A (Delimon) – *viz tab. 1*.

V tabulce byly zadány poměry dělení maziva v procentech. První rozdělovač byl určen k distribuci maziva do šesti míst. Druhý byl určen k rozdělování maziva do osmi míst. Požadováno bylo také, aby byl poměr dělení maziva u navržených progresivních rozdělovačů ZP-A v toleranci ±10 % vůči zadání. V tab. je ve sloupci ***čís. výv.*** uvedeno číslování vývodů rozdělovačů ZP-A. Tabulka je dále rozdělena na dvě části. První část se týká rozdělovače ZP-A se šesti otevřenými vývody a druhá rozdělovače s osmi vývody. Tyto dvě části se dělí na dvě skupiny sloupců, tj. ***dělení maziva*** a ***odchylky dělení***. V první jmenované části je uveden požadovaný poměr dělení maziva, viz ***zadání***, dále pak poměry dělení maziva u rozdělovačů navržených početně-intuitivním přístupem, ***realizace***, a pomocí software s GA, tj. ***výpočet***. Ve druhé části, ***odchylky dělení***, jsou v absolutní hodnotě uvedeny procentuální odchylky dělení maziva (vůči zadání) u rozdělovačů ZP-A získaných početně-intuitivním přístupem, ***realizace***, a rozdělovačů ZP-A navržených pomocí software s GA, ***výpočet***. Podtržené hodnoty znamenají překročení poměru dělení maziva konkrétního vývodu o více než ±10 % vůči zadání.

čís. výv.	Distribuce maziva v rozdělovačích ZP-A [%]									
	rozdělovač č. 1/6 sekcí					rozdělovač č. 2/4 sekce				
	dělení maziva			odchylky dělení		dělení maziva			odchylky dělení	
	zadání	realizace	výpočet	realizace	výpočet	zadání	realizace	výpočet	realizace	výpočet
1	4,21	4,27	4,17	1,43	0,95	7,17	7,14	7,96	0,42	11,02
2	5,88	4,27	5,95	27,38	1,19	7,17	7,14	7,96	0,42	11,02
3	5,88	5,98	5,95	1,70	1,19	7,18	7,14	7,96	0,56	10,86
4	21,85	25,64	22,02	17,35	0,78	7,18	7,14	7,96	0,56	10,86
5	26,89	29,92	26,19	11,27	2,60	12,40	14,29	11,36	15,24	8,39
6	35,29	29,92	35,71	15,22	1,19	12,40	14,29	11,36	15,24	8,39
7	–	–	–	–	–	23,25	21,43	22,73	7,83	2,24
8	–	–	–	–	–	23,25	21,43	22,73	7,83	2,24

Tab. 1: Srovnání výsledků početně-intuitivního a softwarového návrhu dvou rozdělovačů ZP-A

Závěr

Z nastíněných schémat regulace množství maziva vyplývá, že pro optimalizaci množství dodávaného maziva do mazacích míst pomocí zdroje maziva existuje několik variant. Všechna jsou snáze technicky proveditelná a i ta varianta finančně nejnáročnější je k poměru ušetřeného maziva dle druhu nasazení v krátkém časovém horizontu ekonomicky návratná. Dále z výsledků tabulky vyplývá, že návrh rozdělovačů ZP-A pomocí software s GA je mnohem výhodnější, než je tomu u intuitivně-početního přístupu. Samotný návrh rozdělovačů ZP-A v programu s GA trvá řádově několik sekund. Naproti tomu početně-intuitivní přístup představuje několikaminutový proces optimalizace. Jak je dále patrné, výsledky získané pomocí software s GA splňují ve většině případů zadaný poměr dělení maziva a předčí řešení získané stávajícím intuitivně-početním způsobem. Tento test programu s GA a intuitivně-početního postupu byl proveden u rozdělovačů ZP-A, které jsou součásti reálných progresivních mazacích systémů. ■

Pavel Špondr, Antonín Dvořák,
ŠPONDR CMS, spol. s r.o.
Jiří Vepřek,
OCHI-INŽENÝRING, spol. s r.o.

ŠPONDR CMS spol s r. o.

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

BIJUR DELIMON INTERNATIONAL
VÝHRADNÍ ZASTOUPENÍ PRO ČR A SR

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

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

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

NABÍZÍME:

Kompletní dodávky

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

Kompletní služby

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

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

PREVENTIVNÍ ÚDRŽBA PLYNOVÝCH MOTORŮ POMOCÍ ANALÝZ OLEJŮ

Výhody používání pravidelných analýz olejů pro monitorování stavu strojů si velmi dobře a poměrně dlouho uvědomují výrobci plynových motorů, zvláště těch větších. Příčina je jasná – cena motoru je velká a vzhledem k velikostem olejových náplní ve velkých plynových motorech a vzhledem k cenám olejů pro plynové motory ani cena oleje není zanedbatelná. Kromě toho právě v případě plynových motorů jsou zkušenosti s analýzami olejů velmi dobré a většina výrobců motorů dnes ve svých provozních předpisech doporučuje či nařizuje analýzy oleje provádět. Součástí provozních předpisů jsou také parametry doporučené ke sledování a jejich limity.

Sledované parametry a jejich význam

V tabulce č. 1 jsou uvedeny obvykle sledované parametry a doporučené limity tak, jak je uvádí výrobci motorů Waukesha a Jenbacher. Stav vlastního oleje v plynovém motoru je ovlivněn řadou faktorů *(viz. obr.1)*. Dále uvádím parametry používané ke sledování stavu oleje i stroje.

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

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

TAN – celkové číslo kyselosti; charakterizuje nárůst obsahu kyselých složek v oleji; tyto složky mohou vznikat spalováním plynu (viz výše) a stárnutím oleje; na rozdíl od tabulky 1 se často používá kritérium „hodnota TAN nesmí být rovna nebo větší než hodnota TBN".

Oxidace, nitrace – určují se pomocí infračervené spektrometrie a jejich hodnota charakterizuje postup degradace oleje; někdy se také stanovuje hodnota sulfatace.

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

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; prakticky všichni výrobci plynových motorů doporučují okamžitý zásah při detekci jakéhokoliv množství glykolu v oleji, je to důsledek jeho negativního působení na přísady oleje a téměř jisté degradace oleje.

Otěrové kovy – někteří výrobci doporučují limity obsahu otěrových kovů, ale většina se přiklonila k trendové analýze; dnes se pomocí optické emisní spektrometrie s indukcí vázaným plazmatem sleduje 14 až 22 prvků (jsou mezi nimi samozřejmě také aditivní prvky a prvky související se znečištěním oleje, ne jen otěrové kovy) a trendová analýza velmi spolehlivě odhalí i malé odchylky od normálního průběhu.

Chlor – obsah chloru se sleduje především v olejích 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.

Často se kromě uvedených parametrů sledují některé další, například obsah síry nebo parametr označovaný i-pH (z anglického initial pH), který se používá k hodnocení možné korozivnosti oleje.

Příklady z praxe

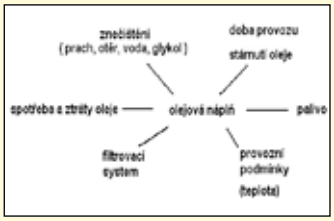
Při analýzách olejů z plynových motorů je velmi důležitá rychlost, se kterou se výsledky analýzy s vyhodnocením dostanou k uživateli motoru, protože plynové motory většinou běží v nepřetržitém provozu, což znamená 168 h za týden. Přitom u motorů spalujících bioplyn nebo skládkový plyn je interval odběru vzorků (závisí také na kvalitě plynu) 200 motohodin – *viz obr. 2*.

V prvním příkladu jsou uvedeny výsledky analýz oleje z motoru spalujícího bioplyn s vyšším obsahem síry. Olej má viskozitní třídu SAE 15W-40. *Z obr. 2* je zřejmé, že po prvním delším období, kdy se hodnota TBN držela nad hodnotou TAN, došlo po první výměně vždy k rychlému vyrovnání obou hodnot a tím pádem k nutnosti další výměny oleje. Zřejmě to bylo způsobeno kombinací vlivu velkého obsahu síry ve spalovaném bioplynu a zbytkem nevyměněného oleje v motoru, který degradaci alkalických přísad nastartoval.

V obrázku 2 silnější čára zobrazuje průběh hodnot TBN a slabší prů-

Parametr	Waukesha	Jenbacher
Viskozita	-20 až +30% od hodnoty nového oleje	≥12 až ≤18 cSt při 100°C (SAE 40)
TBN	30–50% hodnoty nového oleje (podle typu plynu)	>50% hodnoty čerstvého oleje (>2)
TAN	2,5 až 3 nad hodnotu nového oleje	2,5 nad hodnotu nového oleje
Oxidace	25 A/cm	20 A/cm
Nitrace	25 A/cm	20 A/cm
Znečištění	>1 %	>1%
Voda	>0,1 %	>0,2%
Glykol	nepřítomen	>0,02%
Otěrové kovy	trendová analýza	Jsou dány limity, ale doporučují trendování
Chlor	900 ppm	Není limitován

Tab. 1: Sledované parametry a jejich limity



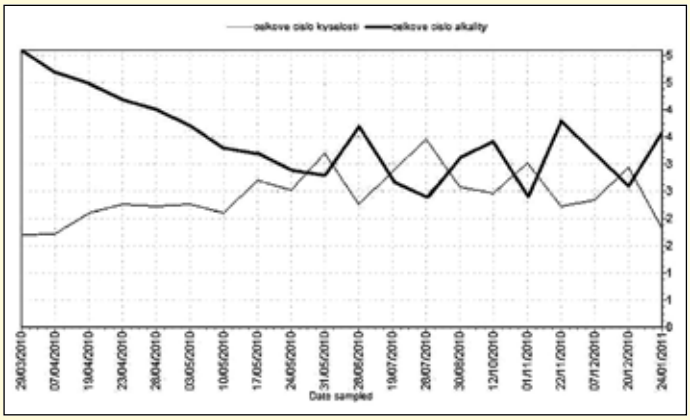
Obr. 1: Faktory ovlivňující stav oleje

Parametr		Po výměně		
Datum odběru	29.1.11	31.1.11	25.2.11	13.3.11
TAN (mg KOH/g)	4,17	3,40	4,02	5,31
TBN (mg KOH/g)	2,2	5,7	3,8	2,6
Sulfatace (A/cm)	43	11	19	40
Obsah olova (ppm)	27	2	32	100

Tab. 2: Změny parametrů v motoru spalujícím bioplyn s vyšším obsahem síry

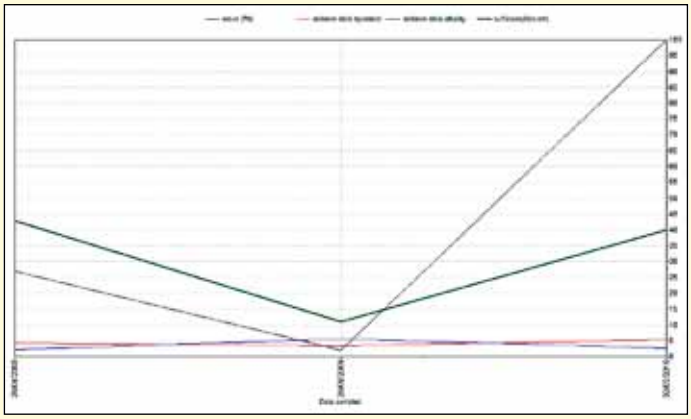
Datum odběru	14. 9.	5. 10.	13. 10.	22. 10.	30. 10.	10. 11.	11. 12.	19. 12.	28. 12.
Viskozita/40°C (mm²/s)	137,3	143,1	145,9	148,8	150,6	155,2	152,7	162	168
Viskozita/100°C (mm²/s)	14,69	14,43	14,63	14,86	14,95	15,63	15,12	15,7	15,6
TAN (mg KOH/g)	0,96	2,23	2,07	2,00	2,65	2,8	2,32	2,9	3,36
TBN (mg KOH/g)	8,7	7,4	6,3	6,2	5,8	6,2	6,8	8,9	5,0
Oxidace (A/cm)	7	7	8	12	14	22	12	10	17
Nitrace (A/cm)	<2	5	6	8	10	20	7	6	13

Tab. 3: Výsledky analýz vzorků z motoru spalujícího bioplyn s nízkým obsahem síry

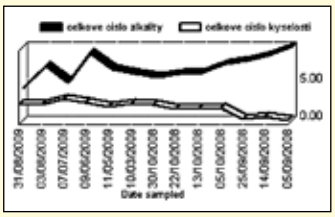


Obr. 2: Průběh TAN a TBN

běh hodnot TAN. Zároveň stoupala významně hodnota sulfatace, která právě souvisí s tvorbou produktů degradace oleje vlivem oxidů síry vznikajících při spalování bioplynu obsahujícího síru. Pokud je olej v motoru ponechán delší dobu bez výměny s hodnotou TAN vyšší než hodnota TBN, následuje postupně nárůst obsahu barevných kovů. Materiály, které je obsahují, jsou právě napadány kyselými produkty spalování bioplynu



Obr. 3: Průběh TAN, TBN, sulfatace a obsahu olova



Obr. 4: Průběh TAN a TBN

s vyšším obsahem síry, pokud tyto nejsou dostatečně neutralizovány alkalickými přísadami motorového oleje. ***V tabulce 2*** jsou uvedeny hodnoty parametrů z jiného motoru, kterými je právě výše uvedená skutečnost korozivního působení „kyselého" oleje na motor dokumentována. Toto je posléze ilustrováno ***na obr. 3***.

Pro druhý příklad byl vybrán motor spalující také bioplyn, ale obsah síry v tomto plynu dosahoval maximálně 200 mg/m^3. Olej má viskozitní třídu SAE 40. I když sledovaná doba byla kratší, než v prvním příkladě, i tak lze říci, že výrazně menší vliv na stav oleje je zřejmý ***(viz tab. 3)***. ***Na obrázku 4*** je potom jasně vidět, že průběh hodnot TAN a TBN je odlišný od předchozího případu.

Závěr

Sledování plynových motorů pomocí analýz vzorků olejů z nich odebraných je dnes jednoznačně kvalitním diagnostickým nástrojem. Analýzy olejů z plynových motorů jsou významným zdrojem informací jak o stavu oleje, tak o stavu motoru. A jsou také zdrojem informací o kvalitě spalovaného plynu, ať už jde o zmiňovaný vysoký obsah síry či chloru nebo o zajímavý případ vysokého obsahu křemíku v oleji – byly naměřeny hodnoty ve stovkách ppm, kdy nedošlo k očekávanému nadměrnému opotřebení motoru a dodatečnými analýzami bylo zjištěno, že jde o křemík organického původu, který se dostal do motoru společně se špatně vyčištěným bioplynem z vyhnívacích nádrží. ■

Ing. Vladimír Nováček,
vladimir.novacek@alstribology.com
Ing. Tomáš Turan,
tomas.turan@alsglobal.com
ALS Czech Republic, s.r.o.

PREVENTIVNÍ ÚDRŽBA STROJŮ POMOCÍ ANALÝZ OLEJŮ

ALS Tribology poskytuje detailní analýzy mazacích olejů pro dosažení bezporuchového provozu a vysoké produktivity zařízení pomocí preventivní údržby. Pravidelné analýzy olejů z motorů, převodů, hydraulických systémů, kompresorů a dalších zařízení poskytují možnost sledování stavu opotřebení pro každý díl sledovaného zařízení.

Přednosti ALS Laboratory Group
- Působíme ve 33 zemích po celém světě, máme 101 poboček
- Hlavním zaměřením jsou služby v analytické chemii
- Naším závazkem je trvající rozvoj služeb
- Máme více než 70 let zkušeností

Zajištění kvality
- Akreditace ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005
- Účast na mezilaboratorních porovnávacích zkouškách

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
- Školení a konzultace pro zákazníky

Výsledky na Internetu
- Výsledky ve speciální aplikaci ihned po dokončení analýzy
- Třídění podle strojů (dílů)
- Přehledné tabulky, grafy, trendy

Flexibilita
- Schéma rozboru podle typu stroje a Vašich požadavků
- 1 odběrová souprava pro různé typy olejů

Naše kvalifikace
- Akreditovaná laboratoř vybavená moderními přístroji
- Zkušení a certifi kovaní specialisté
- Rozsáhlá databáze výsledků

Přehled zkoušek podle typu oleje

Typ oleje	Zkoušky
Skupina A (pro všechny typy olejů kromě olejů pro chladící kompresory)	
Motorový (benzín)	ICP* FTIR – voda, glykol, nitrace viskozita při 40°C, palivo
Motorový (nafta)	ICP* FTIR – voda, saze, sulfatace, oxidace TBN; viskozita při 100°C, palivo
Pro plynový motor	ICP* FTIR – voda, glykol, nitrace, sulfatace, oxidace TAN, TBN, viskozita při 40 a 100°C
Hydraulický	ICP* FTIR – voda, oxidace viskozita při 40°C, kód čistoty ISO
Turbínový	ICP* FTIR – voda, oxidace viskozita při 40°C, kód čistoty ISO, TAN
Převodový	ICP* FTIR – voda, oxidace viskozita při 40°C
Pro vzduchové kompresory	ICP* FTIR – voda, oxidace viskozita při 40°C, TAN
Plastická maziva	ICP* FTIR – voda
Skupina B (pouze pro oleje do chladících kompresorů)	
Pro chladící kompresory	ICP* FTIR – oxidace viskozita při 40°C, TAN, kód čistoty ISO, voda (KF)

*Al, Cr, Cu, Fe, Pb, Sn, Si, Mg, Mo, B, Na, K, Ca, Zn, P, Ni

Co nabízíme
- AES–ICP
- FTIR
- Kód čistoty ISO 4406/NAS 1638/SAE AS 4059 dle Vašeho požadavku
- TAN/TBN
- Voda coulometricky (KF)
- Body vzplanutí
- Speciální balíčky zkoušek pro nafty a izolační oleje

Vaše dotazy rádi zodpovíme na telefonním čísle: 284 081 575 a 602 162 535, nebo na emailové adrese: tribology@alsglobal.com

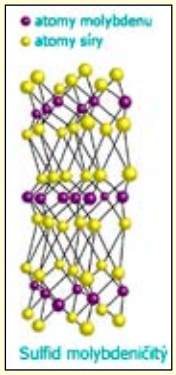
RIGHT SOLUTIONS RIGHT PARTNER
www.alsglobal.eu

NAMAZAT NA SUCHO STAČÍ JEN JEDNOU

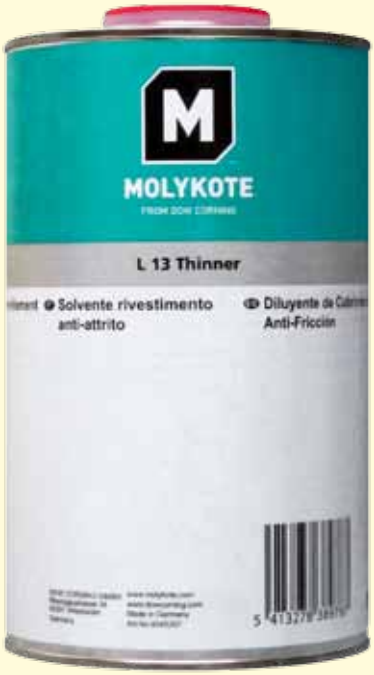
Princip kluzných laků a jejich využití v praxi

MLUVÍME-LI O MAZIVECH A MAZÁNÍ NENÍ TŘEBA PŘEDSTAVOVAT A VYSVĚTLOVAT, CO JSOU MAZACÍ TUKY, PASTY, OLEJE ATD. MÁLOKDO OVŠEM VÍ, ŽE DO TÉTO KATEGORIE PATŘÍ I TZV. KLUZNÉ LAKY, O KTERÝCH SE ČASTO MLUVÍ, JAKO O SUCHÉM MAZÁNÍ. CO TO VŠAK JSOU KLUZNÉ LAKY A JAK MOHOU MAZAT NA SUCHO? TYTO A MNOHÉ DALŠÍ OTÁZKY BUDOU OBJASNĚNY V NÁSLEDUJÍCÍCH ŘÁDCÍCH.

Kluzný lak je tenký povlak, který se nanáší na povrch různých materiálů, nejčastěji však kovů, za účelem zlepšení kluzných vlastností. Tento kluzný povlak, neboli film, se obecně skládá z miniaturních pevných mazacích částic a organických nebo anorganických pojiv (speciální pryskyřice a rozpouštědla). Pevné mazací částice jsou nejčastěji ze sulfidu molybdeničitého, grafitu, teflonu nebo syntetických částic, mohou ale být použity i speciální pigmenty. Ze všech uvedených typů tuhých mazacích částic poskytuje sulfid molybdeničitý nejlepší mazací vlastnosti. Sulfid molybdeničitý (dříve známý též jako sirník molybdeničitý) je chemicky vyjádřen vzorcem MoS_2, skládá se tedy ze dvou atomů síry a jednoho atomu molybdenu. Výborný mazací efekt je důsledkem jeho vrstevnaté struktury. Vytváří soudečkovité krystaly, přičemž převažující formou jsou lístečky či šupinky, které se dokáží tzv. rozlísečkovat neboli zalapovat do povrchu prakticky jakéhokoliv kovu, jehož drsnost povrchu (Ra) je obvykle 3,2 až 1,6. Rozlísečkovat neboli zalapovat do povrchu kovu se snadno řekne i napíše. Co to však přesně znamená a proč tomu tak je? To jsou otázky, které nás přivádí k samotné podstatě a principu nejpoužívanějších kluzných laků na bázi sulfidu molybdeničitého. Chemicky i fyzikálně je prokázáno, že silné vazby mezi rovinami molybdenu a síry, a naopak slabé vazby v rovinách síra - síra, umožňují snadné přesunutí krystalických lamel. Při plošném zatížení se svazky vrstev postupně rozdělují a dochází k tzv. zaleštění kluzného povlaku (viz ukázka níže), který i po této fázi spolehlivě oddělí třecí plochy a tím tak významně ovlivní koeficient tření mezi danými plochami, které se mezi sebou pohybují tzv. nasucho, tj. bez použití jiného typu maziva. Roviny síry vedou k silné vazbě na kovové povrchy, a proto se kluzné laky obecně vyznačují celou řadou pozitivních vlastností:



- výrazně zlepšují plošné tření, proto se používají nejen pro záběh ale i pro jednorázové celoživotnostní mazání,
- umožňují přesné a rovnoměrné rozvrstvení v závislosti na drsnosti povrchu materiálu,
- po nanesení jsou nehořlavé, suché a nevážou na sebe prach a nečistoty,
- poskytují okamžitou a plnou účinnost i po dlouhotrvající odstávce,
- nevykazují žádné známky stárnutí, neodpařují se a neoxidují,
- odolávají extrémnímu tlaku, který přesahuje mez kluzu většiny kovů, a proto se také využívají při tváření za studena,
- poskytují nouzové mazání - i ten sebelepší tuk nebo pasta se může jednou vymačkat,
- některé typy kluzných laků poskytují velmi dobrou ochranu proti korozi,
- často nahrazují brynýrování, chromování, zinkování, černění nebo kadmiování,
- u šroubových spojů dovolují opětovné dosažení přesného utahovacího momentu,
- mohou vytěsňovat i vůle, ve výjimečných případech se nanášejí ve více vrstvách nebo se navzájem kombinují,
- snižují hlučnost, především u ozubených převodů,
- poskytují široký teplotní rozsah použití,
- umožňují úsporu v technologickém procesu, mohou nahradit např. broušení povrchu (po aplikaci kluzného laku může dojít ke snížení drsnosti Ra až o jeden stupeň),
- snadná aplikace sprejem,



- jsou vhodné i do prostředí vakua,
- odolávají různým typům záření,
- nemají bod skápnutí,
- nepodléhají změnám vlhkosti.

Největší sortiment kluzných laků nabízí, již řadu desetiletí, značka Molykote®, kterou od roku 1964 vlastní mezinárodní koncern Dow Corning®. O kluzných lacích a ostatních typech maziv pojednává velmi detailně a přehledně český web www.molykote.cz, kde je v době vzniku tohoto článku zveřejněno 13 různých aplikací s různými typy kluzných laků, které jsou, jak na vzduchu, tak i za tepla vytvrzující.

Molybdenit v křemenné žíle z ložiska barevných rud je šesterečný minerál sulfidu molybdeničitého

Ukázka zaleštění kluzného laku na šroubovém spoji, který přenášel několika tunové osové zatížení

Na závit šroubu a matice byl nanesen za tepla vytvrzující kluzný lak Molykote®3400 LF. Před montáží byl povrch závitu šroubu i matice zcela matný. Utažení šroubu bylo provedeno na kalibračním zařízení, na kterém můžeme měřit průběh nárůstu osové síly ve vztahu k zvyšování utahovacího momentu. Postupným zvyšováním utahovacího momentu na momentovém stroji došlo i k postupnému zvyšování osové síly na použitém šroubu. V konečné fázi postupného zatěžování přenášel šroubový spoj osovou sílu v řádech několika tun. Stejným strojem (viz foto) bylo provedeno povolení šroubu, tzn. zrušení osové síly. Nanesená vrstva kluzného laku nám jasně ukazuje, ve kterých místech na šroubovém spoji se osová síla přenášela. Zaleštěné plochy na prvních závitech šroubu jsou přesně ty plochy, přes které byla osová síla přenášena nejvíce. Přestože šroub byl zatížen osovou silou v řádu několika tun, je patrné, že kluzný lak Molykote® na plochách obou závitů se nesetřel a vytvořil zaleštěnou kluznou plochu s velmi nízkým koeficientem smykového tření. U šroubových spojů s naneseným kluzným lakem lze velmi přesně definovat součinitel smykového tření, který se v průběhu utahování a následném povolování prakticky nemění.

Fotografie zachycující detail závitu použitého šroubu s již zaleštěným kluzným lakem na funkčních plochách

Pohled na sulfid molybdeničitý pod mikroskopem – pro představu o velikostních poměrech jsou na těchto dvou snímcích zobrazeny bílé pruhy, jejichž délka představuje daný počet mikronů.

Hydraulické utahovací zařízení Hytorc

Shrnutí: Kluzné laky Molykote® použité na šroubových spojích, které jsou vystaveny vysokým teplotám a tlakům, umožňují, díky definovatelnému součiniteli smykového tření, rovnoměrné a přesné utažení s následnou nedestruktivní demontáží. Tato možnost, opakovaného použití šroubových spojů s aplikovaným kluzným lakem Molykote®, představuje významnou úsporu v nákladech na provoz a údržbu.

Máte-li zájem o úsporu v nákladech na provoz a údržbu, můžete zdarma využít tzv. tribotechnické optimalizace. Více informací o této službě naleznete na webu www.molykote.cz. ■

D. Maršík, marsik@ulbrich.cz
Ulbrich Hydroautomatik s.r.o.