

maziva – oleje – technologické kapaliny

TRIBOTECHNICKÉ INFORMACE

2/2018



TECH MAGAZÍN

TECHNIKA VČERA, DNES A ZITRA

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

OBSAH

- **Editorial** 2
- **Trvanlivé kompozitní mazivo** 3
Josef Vališka
- **Komplexní analýzy hydraulických a turbínových olejů** 4–5
Tomáš Turan
- **Centrální mazací systém pásového hydraulického rypadla** 6–7
Pavel Špondr, Antonín Dvořák
- **Technická tribodiagnostika – účinný nástroj prediktivní údržby** 8–9
Milan Soukup
- **Technologické zkoušky obráběcích a tvářecích olejů** 10–12
Miroslav Piška
- **Využití monitoringu stavu maziva pro hodnocení chování mazaného uzlu** 12–14
Milan Omasta
- **Standardizace v oblasti paliv, maziv a tribologie** 15–16
Petr Kříž

Foto na obálce: Shutterstock

Česká strojnická společnost OS Tribotechnika

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

TECH MEDIA PUBLISHING s.r.o. TechMagazín

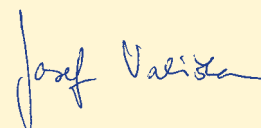
Petržilova 19, 143 00 Praha 4
tel.: 774 622 300
e-mail: redakce@techmagazin.cz
www.techmagazin.cz

A KLOUŽEME DÁL...

Půlrok uběhl jako voda a do rukou dostáváte další z letošních plánovaných dvou čísel Tribotechnických informací. Je zároveň dokladem toho, že tribologie a tribotechnika si stále drží své pevné místo i v moderním světě, který je dnes podle médií a firemních prezentací spíše doménou „jedniček a nul“, jak bývá někdy charakterizována digitální technologie. Jenže i když možná věrozvěstové digitálního byznysu a Průmyslu 4.0, bez nichž se dnes neobejde snad žádná záležitost, nebudou s touto svatokrádežnou myšlenkou souhlasit, sebelepší počítače ještě sám o sobě nic zásadního nevyrobil, stejně tak jako dnes všudypřítomné digitální technologie jako takové. Mohou však pomoci výrazně zlepšit a zefektivnit provoz a funkčnost nejrůznějších zařízení, pro které lze na jejich základě stanovit optimální provozní režim a podmínky.

A to samé lze říci ostatně i o tribotechnice – v podobě nejmodernější měřicí techniky, výpočtů, simulací, monitoringu založeném na snímání a analýze digitálních dat, získala významnou posilu umožňující postupy dříve neproveditelné, a tím i využití zcela nových metod nabízejících dosud nevídané možnosti. Základem je ovšem stejně pořád to, aby mechanické systémy běžely co nejlépe, hladce a bez poruch. A pokud by se snad k nějaké schylovalo, aby se o tom obsluha dozvěděla co nejdříve, a pokud možno ještě před tím, než situace dospěje do kritického stadia. Právě v tom hraje svou nezastupitelnou úlohu „klasická“ tribotechnika a její moderní podpůrné nástroje.

Třináctka sice nese status nešťastného čísla, ale asi i ti nejpověřivější při pohledu na toto vydání Tribotechnických informací – je totiž právě třináctým, které vychází ve spolupráci s TechMagazínem – snad uznají, že nedopadlo zase tak špatně. Tak jako v těch předchozích v něm čtenáři, ať už jde o profesionály z branže nebo z firemního sektoru, najdou dost zajímavých a užitečných informací, které pomohou rozšířit jejich znalosti v tomto pro průmysl velice důležitém oboru. Zásahu na tom samozřejmě mají zejména autoři, kteří zajišťují obsahovou náplň časopisu, i když redakce někdy právě díky jejich snaze obsáhnout co nejširší záběr dané problematiky stojí před nesnadným úkolem dostat maximum z onoho maxima do vymezeného prostoru. Jak se to daří, posuďte na následujících stránkách sami.



Josef Vališka

šéfredaktor

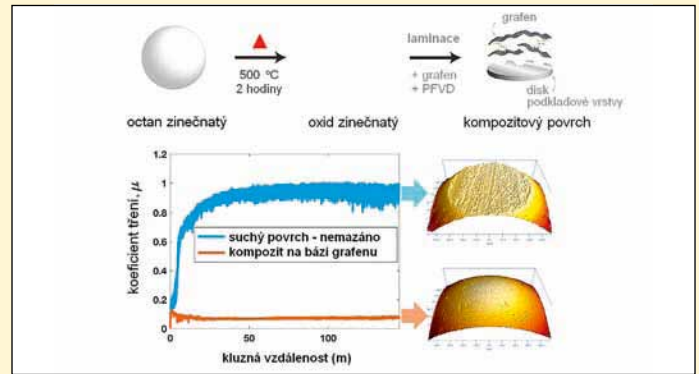
TRVANLIVÉ KOMPOZITNÍ MAZIVO

Výzkumníci z americké Purdue University vytvořili s využitím grafenu typ kompozitního netekutého maziva, které výrazně snižuje tření a opotřebení za extrémních podmínek.

Nový bezkapalinový mazivový kompozit je vyroben z polotekuté směsi grafenového materiálu, oxidu zinečnatého a polymeru, jímž je polyvinyliden difluorid. Směs po vystavení vysoké teplotě vytvoří velmi odolný povrchový povlak s vynikajícími ochrannými a kluznými schopnostmi. Klíčovou složkou směsi je grafen, extrémně tenká vrstva uhlíku, která má mnoho potenciálních technologických aplikací včetně mazání. K jeho stěžejním vlastnostem patří zejména vynikající tepelná vodivost, vysoká pevnost a extrémně nízké tření. Nanočástice zinku a oxidu zinečnatého umožňují, aby se mazivo přichytilo a drželo na kovovém povrchu, zatímco polymer spojuje celou směs dohromady.

„Základními příčinami mechanického selhání jsou tření a opotřebení, takže snížení těchto faktorů zvyšuje výkonost a životnost mnoha mechanických systémů. Navzdory nedávným pokrokům nemohou být ale kapalná maziva použita v situacích, kde jsou vystavena vysoké teplotě nebo nízkému tlaku, jako je třeba vakuové prostředí. Takže životaschopnou alternativou ke svým kapalným protějškům

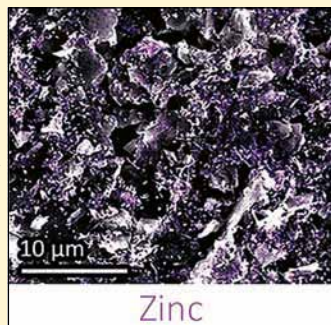
výzkumném dokumentu publikovaném v červencovém vydání časopise Carbon. Zjistili, že kompozitní mazivo vytváří film, který výrazně zlepšuje tření a snižuje opotřebení. Ramanova spektroskopická analýza škrábanců způsobených opotřebením odhalila na kontaktních površích tento trvalý ochranný film i jeho mimořádné



Postup výroby a parametry nového kompozitního maziva

ochranné a lubrikační vlastnosti. „Trvanlivost a odolnost tohoto adhezivního nátěru naznačují výjimečný potenciál jako suchého maziva pro

vysoké zatížení,“ komentoval výsledky experimentů Vilas Pol, profesor chemického inženýrství na Purdue University. ■ /re/



Snímek pořízený skenovacím elektronovým mikroskopem a rentgenovou spektroskopii s disperzní energií ukazuje částice zinku v novém typu netekutého maziva

jsou v těchto extrémních provozních podmínkách suchá pevná maziva,“ uvedl Farshid Sadeghi, profesor strojího inženýrství Cummins Purdue. Výzkumní pracovníci testovali povrchy z nerezavějící oceli potažené novým mazivem za nejhroších scénářů a závěry detailně popsali ve

Ušetřete náklady instalací vhodného mazacího systému

ŠPONDRA[®]
CMS
spol. s r. o.

Silný důraz na kvalitu, záruka až 36 měsíců
Komplexní řešení pro všechna odvětví
Projekt, montáž, nonstop servis

www.spondrcms.cz
spondr@spondrcms.cz
+420 549 274 502

BIJUR DELIMON
INTERNATIONAL
výhradní zastoupení pro CZ a SK

KOMPLEXNÍ ANALÝZY HYDRAULICKÝCH A TURBÍNOVÝCH OLEJŮ S VYUŽITÍM SPECIÁLNÍCH ROZBORŮ

Pod pojmem komplexní analýza může každý rozumět odlišný soubor testů. V článku chceme ukázat, které testy pro komplexní analýzu volíme v ALS Czech Republic, a jakým způsobem mohou přispět k vyhodnocení celkového stavu oleje. Zároveň chceme poukázat na použití některých speciálních metodik, jež můžeme využít, hledáme-li příčinu problémů u zařízení.

Komplexní analýzu oleje bychom měli volit v případech, kdy nevíme o oleji vůbec nic, a chceme ho dále používat. Nebo chceme ověřit vlastnosti oleje, které mohou být ovlivněny přítomností nečistot, vody, případně nějakou další cizí látkou, která nám do oleje pronikla. Pokud se rozhodneme, že chceme kontaminovaný olej dále používat (samozřejmě po vhodném přečištění, dehydrataci apod.), měli bychom ověřit některé vlastnosti, které mohou být klíčové pro bezporuchový provoz zařízení. V **tabulce 1** je uveden soubor komplexních analýz pro

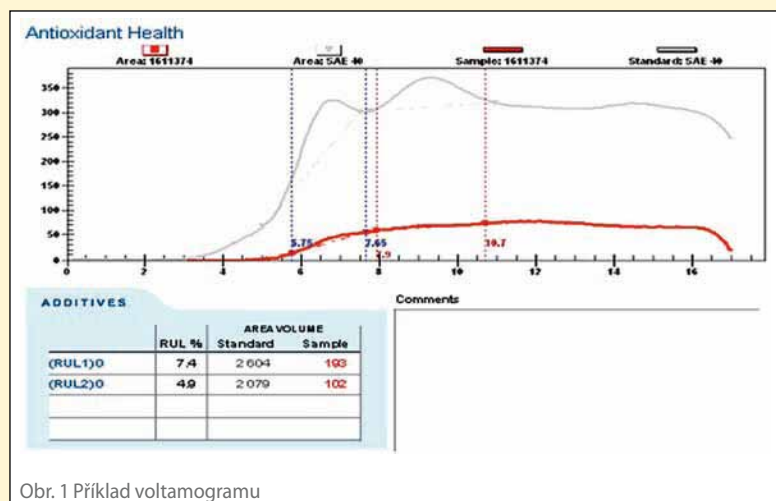
hydraulické a turbínové oleje tak, jak jsou nastaveny v naší laboratoři ALS Czech Republic.

Testy, které jsou v tabulce podtržené, se využívají jako součást proaktivní údržby, sloužící ke stanovení stavu oleje a zároveň i stroje. Doporučuje se je provádět třikrát až čtyřikrát do roka nebo v závislosti na výsledku rozboru. Ostatní testy pak tvoří dohromady tzv. komplexní analýzu, která by měla být provedena zhruba jednou za jeden nebo dva roky. Četnost komplexního rozboru se může lišit v závislosti na výsledcích testů z pro-

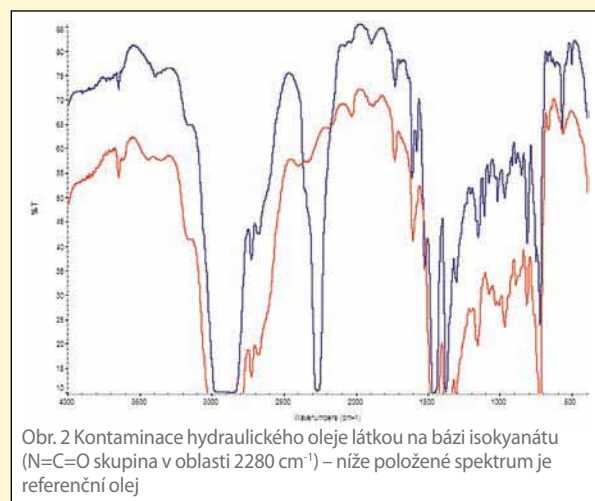
aktivní údržby (podtržené). Jsou-li např. výsledky obsahu otěrových prvků, kódu čistoty a obsahu vody z proaktivní údržby stále vysoké, pak je na místě udělat komplexní rozbor oleje, abychom se ujistili, že přítomné kontaminanty nemají výraznější vliv na kvalitu oleje, a tím i na kvalitu provozu stroje. Pokud jsou výsledky z proaktivní údržby v pořádku, pak není nutné komplexnější analýzu provádět.

Proč by se měly testy provádět?

Deemulgační schopnost je v podstatě schopnost oleje oddělovat proniklou vodu do oleje. Nepřímo tím sledujeme množství přísad v oleji, které jsou schopny udržet takové povrchové napětí vody, že voda, která do oleje pronikne, se v klidovém stavu odlučí a my ji pak můžeme od oleje oddělit. Analýza probíhá tak, že do odměrného válce se nalije v poměru 1:1 voda a olej, směs se rozmíchá při předepsaných otáčkách (vznikne emulze), a pak se sleduje doba, za kterou se olej od vody odlučí. Ideální výsledek testu by měl být do 10 minut (výsledek 40-40-0/10 – tedy 40 ml oleje se oddělí od 40 ml vody za 10 minut a nezůstane žádná



Obr. 1 Příklad voltamogramu



Obr. 2 Kontaminace hydraulického oleje látkou na bázi isokyanátu (N=C=O skupina v oblasti 2280 cm⁻¹) – níže položené spektrum je referenční olej

Tab. 1: Komplexní analýzy hydraulických a turbínových olejů

Analýzy	Hydraulický olej	Turbínový olej
Kinematická viskozita při 40 °C	✓	✓
Kinematická viskozita při 100 °C	✓	✓
Viskozitní index	✓	✓
Celkové číslo kyselosti (TAN)	✓	✓
Obsah vody	✓	✓
Celkové nečistoty na membráně 0,45 μm	✓	✓
MPC (kolorimetrie)	✓	✓
Kód čistoty	✓	✓
Infračervené spektrum (FTIR) – oxidace, obsah vody	✓	✓
Obsah aditivních a otěrových prvků OES-ICP	✓	✓
Deemulgační schopnost	✓	✓
Obsah přísad (RULER)	✓	✓
Deemulgační číslo	–	✓
Pěnovost	–	✓
Odlučivost vzduchu	–	✓
Protikorozi vlastnosti	–	✓
Oxidační stabilita (RPVOT)	–	✓

OES-ICP (optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem)

emulze, tj. směs se rozdělí na dvě fáze olej – voda). Pokud tedy výsledek testu ukazuje 0-0-80/60, pak vzniklá směs se od sebe neoddělí ani za 60 minut a znamená to, že přísady, které mají v oleji být, jsou zcela vyčerpány nebo znehodnoceny. Příčinou špatné hodnoty deemulgační schopnosti jsou ve většině případů nečistoty v oleji, ať už pevné nebo i kapalně, které mají polární charakter a mění povrchové napětí kapaliny.

Velmi podobné je to i se zkouškou **deemulgačního čísla**. I tady za špatný výsledek mohou nečistoty polárního charakteru. Při tomto testu se sleduje oddělení oleje z emulze, která vznikla zavedením páry do oleje. Za velmi dobrý výsledek se považuje oddělení oleje do 300 sekund. Pokud se olej oddělí v rozmezí 300 až 900 s, výsledek je zhoršený a doba potřebná na oddělení delší než 900 s pak značí špatné deemulgační číslo.

Zkouška **pěnovosti** charakterizuje objem pěny, který se vytvoří při probublávání oleje vzduchem. Po ukončení testu by pěna měla opadnout do 10 minut. Pokud se tak nestane, pak je výsledek testu nevyhovující, neboť jak je všem tribotech-

nikům známo, „pěna nemaže“, tudíž pokud máme ve stroji místo oleje pěnu, pak můžeme očekávat velké problémy. Za špatnou (tedy vysokou) pěnovitost nesou zodpovědnost opět nečistoty polárního charakteru a nežádka se může jednat i o prostředek na čištění nebo odmaštění. Pokud se taková látka dostane do oleje, pak to znamená konec pro olejovou náplň, protože látky na bázi detergentu (čisticí prostředky) se z oleje nedají ničím odstranit.

Posledním z testů uvedených v tab. 1, který je výrazně ovlivňován povrchovými vlastnostmi kapaliny, je **odlučivost vzduchu**. Při této analýze se sleduje čas, za který se objem vzduchových bublin natlakovaných do oleje sníží na objem 0,2 %. Za dobrý výsledek se považuje doba snížení objemu bublin vzduchu do 10 minut. Bubliny vzduchu jsou v oleji dalším nežádoucím jevem, neboť mohou snižovat viskozitu oleje, způsobovat kavitaci (vznik dutin v kapalině, které při zániku vytvářejí rázovou vlnu s destruktivním účinkem na okolní materiál) nebo zvyšovat hlučnost provozu stroje. Stejně jako v předchozích třech případech i tady za špatný výsledek mohou ve většině případů přítomné polární kontaminanty v oleji.

Ověření **protikorozičních vlastností** oleje je vlastně nepřímým stanovením obsahu protikorozičních přísad v oleji. Jedná se o test na ocelové tyčince v přítomnosti vody za předepsané teploty po dobu 24 h. Po testu se sledují známky koroze a její intenzita (stupeň) na testované tyčince. V případě pozitivního výsledku nám analýza naznačuje, že v oleji je nedostatečné množství protikorozičních přísad, takže může dojít v případě proniknutí vody do oleje k napadení stroje korozí.

Další metodou, kterou je možno také nepřímo sledovat obsah aditiv a i narůstající produkty degradace, je **oxidační stabilita (RPVOT test)**. Jde o simulovanou oxidaci oleje v rotační tlakové bombě za vysokých teplot, za přítomnosti katalyzátoru a vody. Sleduje se pokles tlaku kyslíku a doba, která je k tomuto poklesu nutná, je výsledkem testu. Běžnou hodnotou bývají výsledky kolem 1000 minut. Dá se tedy poměřovat mezi oleji, které mají lepší oxidační stabilitu. Není ale nutné podle hodnoty oxidační stability volit do stroje olej, neboť pro různé aplikace není olej s lepší oxidační stabilitou podmínkou. Nicméně pokud dostaneme nějaký výsledek, měli bychom ho vždy porovnávat s hodnotou nového oleje. V případě hodnoty 1000 min. bychom tedy neměli dosáhnout výsledku horšího než 250 min., což odpovídá zhruba 25% hodnotě nového oleje. Dá se předpokládat, že pod 25 % hodnoty nového oleje je obsah přísad v oleji takový, že špatně dokáže chránit olej a potažmo tedy i stroj – v takovém případě bychom měli provést nějaký zásah.

Naopak přímé sledování obsahu přísad v oleji nabízí **metoda RULER**, která je založena na voltametrickém stanovení. Porovnává pásy přísad (aminický, fenolický, dithiofosfát zinku, některé protikoroziční přísady obsahující aminy) s pásy přísad v novém oleji. Na **obr. 1** je příklad, jak takový výsledný voltamogram vypadá. Horní křivka s výraznějšími pásy je křivka nového oleje a pod ní je křivka oleje použitého, u kterého obsah přísad je velmi malý.

Tab. 2: Hodnocení MPC (měkkých kalů) kolorimetricky

0–15 ΔE	normální
16–30 ΔE	zvýšená
31–40 ΔE	abnormální
>40 ΔE	kritická

Podobně jako u oxidační stability by i při metodě RULER hodnota obsahu přísad neměla klesnout pod 25–30 % hodnoty nového oleje. Pod těmito hodnotami je obsah přísad nízký a přísady pak nedostatečně chrání olej před degradací. Pokud bychom používali olej s takto nízkým obsahem přísad, musíme počítat s častějším čištěním náplně, a také s tím, že nám olejová náplň nevydrží tak dlouho, jak jsme si představovali. Zároveň tím vystavujeme stroj možným problémům. Neboť vznikající produkty degradace se nebudou držet v oleji, ale budou se zachytávat na stěnách stroje a bude se objevovat zasekávání ventilů, zvýšené opotřebení komponent, snížená účinnost chlazení apod.

Posledním z testů, který chceme zmínit (dle tab.), je metoda stanovení **MPC (kolorimetrické stanovení barvy membrány)**, která slouží k vyjádření obsahu měkkých kalů v oleji. Test spočívá v měření barvy membrány kolorimetrem po stanovení celkových nečistot na membráně.

Při testu se nejdříve přefiltruje 50 ml vzorku smíchaného se stejným množstvím heptanu a po promytí a usušení membrány se měří kolorimetrem barva membrány. Podle naměřeného výsledku se pak množství měkkých kalů vyjadřuje číslem (viz **tab. 2**). Je nutné upozornit na možnost ovlivnění výsledku přítomnými ořetovými prvky, které mohou hodnotu MPC zkraslovat. Proto doporučujeme při měření hodnoty MPC měřit i obsah ořetových prvků. Kdybychom totiž neměli informaci o obsahu ořetových prvků, mohli bychom se v případě např. vyššího obsahu železa domnívat, že nečistoty na membráně jsou měkké kaly a nikoli železo jako ořetový prvek. Následně bychom pak mohli provést zákrok, který by nebyl nutný (např. výměna oleje).

Speciální rozbory

Speciální rozbory nám slouží k doplnění informací nebo zaměření se na konkrétní problém, který byl v průběhu ať už proaktivní nebo komplexní analýzy zjištěn. Jednou z takových analýz je rentgenová analýza. Tu využíváme pro určení složení větších nečistot, které se zachytí na membráně, nebo pro analýzu různých neznámých úsad, stěrů, sraženin. Výsledkem je semikvantitativní stanovení, což je stanovení, které nám řekne, jaké prvky ve vzorku jsou a jaké je jejich poměrné zastoupení (např.: desítky procent železa, jednotky procent křemíku a hliníku, desetiny procenta síry a fosforu). Tento typ rozboru nám tedy pomáhá odhalit, z čeho se nečistota skládá a může nasměrovat pátrání po příčině problému. Malou nevýhodou této analýzy je, že k určení, z čeho se úsada skládá, je nutnost porovnání s čistým olejem nebo hmotou, na které se úsada nebo sraženina objevila, což někdy bývá velký problém.

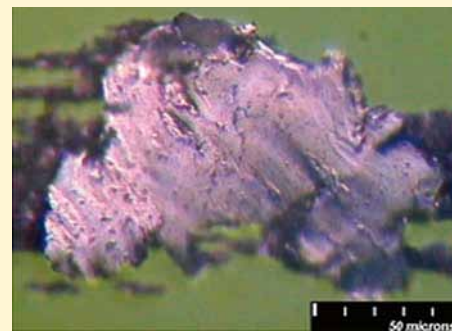
Infračervenou spektrometrii využíváme standardně

např. pro vyhodnocení obsahu vody a oxidace oleje v porovnání s olejem novým. Je možné ji ale také využít pro identifikaci neznámé látky, která se objeví buď v oleji, nebo na nějakém materiálu. Můžeme to zjistit z porovnání s referenčním olejem nebo i materiálem nebo porovnáním s knihovnou spekter. V takových případech neurčíme přesně, o jakou látku jde, ale můžeme odhalit, čemu se nejvíce podobá nebo jaké má podobné funkční skupiny s tou nebo onou sloučeninou. Tady pak např. v kombinaci s rentgenovou analýzou můžeme velmi konkrétně určit typ látky, o kterou by se mohlo jednat. Ideální je pak porovnání s čistou látkou, o které si myslíme, že by mohla být kontaminantem (viz **obr. 2**).

Poslední analýzou, kterou chceme zmínit je ferografie. Jde o vysoce specializovanou analýzu zaměřenou na tvar kovových částic. Pomáhá odhalit velikost, počet a původ těchto částic, tj. jakým způsobem ve stroji vznikly. Zda jde např. o abrazivní částice nebo částice únavové (viz **obr. 3**). Pomáhá doplnit např. částicovou analýzu obsahu ořetových prvků (OES-ICP), neboť ta je schopna zachytit částice do 10 μm. Zatímco ferografie je schopna zachytit všechny feromagnetické částice. Její velkou nevýhodou je náročnost výcviku operátora a také velká pracnost.

Závěrem bychom rádi zopakovali, že komplexní rozbory mají sloužit k ověření vlastností, které mohou být ovlivněny přítomnými nečistotami kapalného i pevného charakteru nebo tam, kde vůbec nevíme, o jaký olej jde a chtěli bychom ho dále používat. Speciální analýzy by nám měly sloužit jako významný pomocník k vyřešení problému, který byl objeven proaktivní nebo komplexní analýzou. ■

Ing. Tomáš Turan, ALS Czech Republic



Obr. 3 Příklady částic zachycených ferografií (únavové a abrazivní částice)

CENTRÁLNÍ MAZACÍ SYSTÉM PÁSOVÉHO HYDRAULICKÉHO RYPADLA

Nasazování CMS (hlavně u rozsáhlých strojů a zařízení u ložisek v těžko přístupných místech) je výhodné a v mnoha případech nepostradatelné. Mazací systémy dopravují mazací látku (olej/tekuté plastické mazivo/plastické mazivo) do mazaných míst v přesně stanoveném množství a čase, nezávisle na odporu proti vnikání maziva do mazaného místa a nezávisle na „negativním lidském faktoru“.

Účelem je snížení tření a valivého odporu (snížení opotřebení a hnací energie), zvýšení ekologičnosti a hygieny provozu (ochrana životního prostředí), zvýšení bezpečnosti práce a zvýšení ekonomické rentability stroje.

Mobilní progresivní CMS

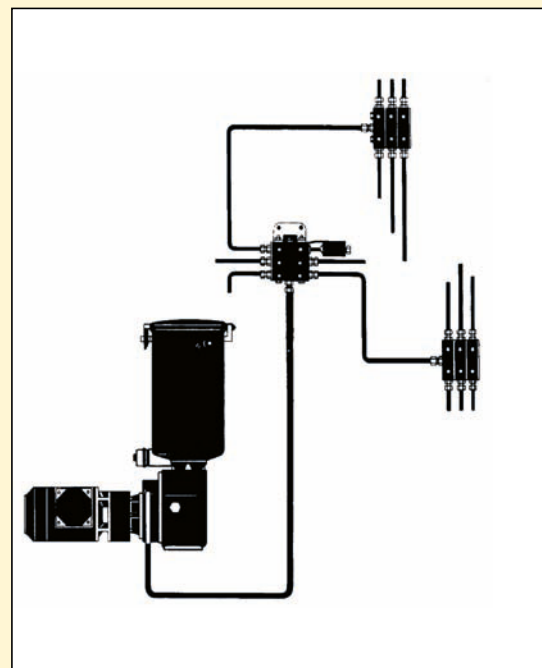
Progresivní CMS (*obr. 1*), které jsou vhodné nejen pro mobilní stroje, slouží k mazání strojních zařízení až do cca 100 (i více) mazacích míst (MM) vzdálených desítky metrů. Systém je provozně velmi spolehlivý, odolný proti mechanickému poškození a vlivům prostředí. Uspořádáním a provedením rozdělovačů docílíme dodávání požadovaného množství maziva do jednotlivých MM v širokém rozsahu poměrů. Princip funkce umožňuje 100% kontrolu („ucpání i prasknutí“) dodávky maziva do všech MM.

Zdrojem maziva u bagru je mazací přístroj poháněný elektromotorem, který dodává mazivo rozvodným potrubím přes kontrolní místo (zde je instalován manometr a pojišťovací ventil) k hlavnímu progresivnímu rozdělovači. Ten obsahuje pracovní píсты, které dávkuje mazivo a současně se v určeném pořadí vzájemně řídí. Při každém zdvihů pracovního pístu progresivního rozdělovače je příslušné množství maziva (odpovídající zdvihovému

objemu pístu) vytlačeno do dalšího progresivního rozdělovače nebo přímo MM. Mazací cyklus se ukončí vypnutím pohonu mazacího přístroje. Celý mazací obvod je řízen a kontrolován automatickou, která obvykle hlídá stav maziva v nádrži a funkci progresivního rozdělovače.

Pracovní režim automatického progresivního CMS – se volí podle charakteru a požadavků provozu. Automatický progresivní CMS může pracovat ve spojitém nebo přerušovaném pracovním režimu. Většinou se u mobilních strojů používá přerušovaného pracovního režimu, kdy se automaticky opakují soubory intervalů provozu a přestávky mazacího agregátu. Možnost libovolného nastavení doby provozu a přestávky mazacího agregátu (v závislosti na čase nebo na zatížení) je dána provedením a nastavením řídicí automatiky.

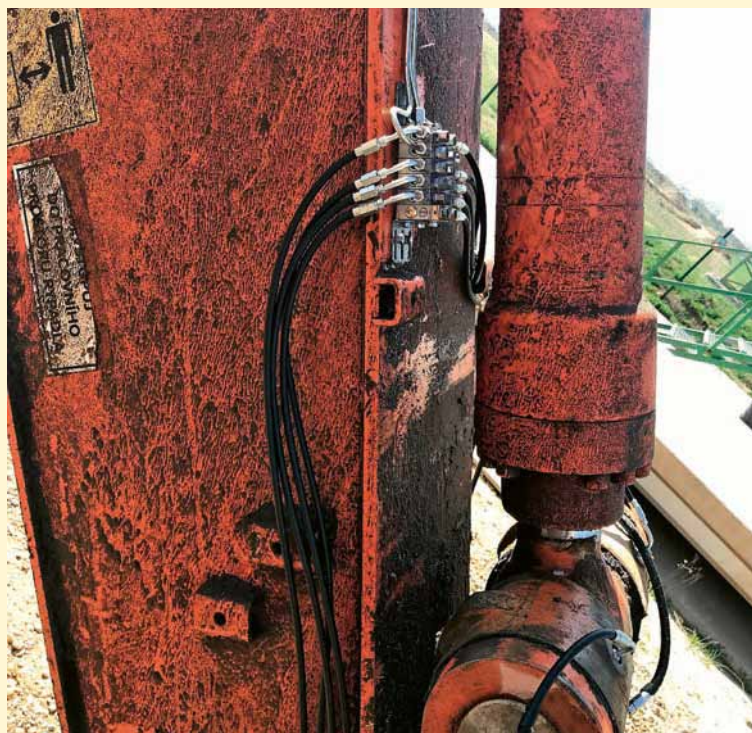
Mazací přístroj – je na principu neregulovatelného pístového hydrogenerátoru se dvěma čerpacími jednotkami. Zásobník maziva bývá většinou na 2 l včetně indikace nízké hladiny. Integrovaný automatický systém umožňuje nastavení doby provozu a přestávky mazacího agregátu současně s vyhodnocením prázdné nádrže a sledováním chodu až dvou progresivních rozdělovačů. Samozřejmostí je plnění nádrže mazacího přístroje přes rychlospojku, čímž je



Obr. 1 Obecný progresivní CMS se sériově uspořádanými progresivními rozdělovači a kontrolou chodu hlavního rozdělovače

zajištěno, že nebudou při doplňování do nádrže maziva zanášeny nečistoty a částice vyskytující se v provezech těchto strojů.

Progresivní rozdělovač – slouží k dávkování maziva dodávaného ve vhodném režimu mazacím přístrojem do MM nebo k dalšímu rozdělovači. Je pasivní součástí mazacího obvodu (do činnosti se uvede až zvýšením tlaku maziva na jeho vstupu). Rozdělení objemu maziva je docíleno pomocí pohyblivých pístů s funkčními zápichy a soustavy přepouštěcích otvorů. Do přívodní sekce se přivede mazivo z mazacího přístroje pod tlakem



Obr. 2: Příklad uchycení progresivního rozdělovače na násadě bagru...



Obr. 3: ... pod výložníkem bagru...

větším, než je hydraulický odpor (proti pohybu, zrychlení a deformaci) na jednotlivých vývodech rozdělovače. Jde o hydraulické odpory ve vedení a MM nebo v dalších rozdělovačích. V tom okamžiku nastane pohyb vždy jen jednoho pístu jedné sekce (toho, který je spojen s tímto tlakem otvory a zápichem pístu bližšího k přívodní sekci). Pohybem pístu je mazivo vytlačováno přes otvory a zápich pístu do výstupního otvoru sekce bližší k přívodní sekci (neplatí pro přívodní sekci). Dokončením tohoto taktu nastává stejná situace pro píst další sekce – bližší k závěrné sekci. Píst přívodní sekce pracuje do vývodů sekce závěrné. Tento cyklus se neustále opakuje, pokud je hydraulický tlak ve vývodech z rozdělovače nižší než tlak na přívodu.

Největší výhodou progresivního rozdělovače je možnost jednoduché a 100% kontroly jeho chodu sledováním pohybu kontrolního kolíku jednoho z pístů rozdělovače. K výhodám dále patří vysoká hodnota pracovního tlaku, přesné dávkování do různých protitlaků v MM a vysoká odolnost proti mechanickému poškození i negativním vlivům pracovního prostředí.

Velkou předností rozdělovačů je také variabilita jejich provedení (až cca max. 24 vývodů) a široký rozsah zdvihových objemů (+ možnost externího i interního spojení vývodů), který umožňuje spolehlivé pokrytí požadavků různých MM na konkrétní dodávaná množství.

Progresivní rozdělovače se dodávají v blokovém (všechny písty v bloku mají stejný zdvihový objem) nebo sekciovém provedení a s různými povrchovými úpravami (např. v provedení nerezovém pro potravinářské stroje).

Rozvodná potrubí – standardně se používají kovové (ocelové pozinkované, měděné aj.) trubky. Pro pohyblivá spojení se využívají vysokotlakové hadice s nalisovaným šroubením. Pro propojení

jednotlivých prvků CMS se používají především šroubení (spojky, redukce, přípojky, „T“ – kusy, atd.) se zářeznými prstny odpovídajících světlostí. Široký sortiment prvků rozvodných potrubí umožňuje provedení kvalitních a spolehlivých propojení.

Řídicí a kontrolní prvky – zařízení pro řízení režimu CMS v závislosti na čase (motohodiny) mazaného stroje (nastavitelná přestávka a provoz) a kontrolu funkce (vyhodnocování signálů kontrolních čidel – snímač pohybu kontrolního kolíku rozdělovače, hladinoměr, manometr, pojistovací ventil apod.). Pro řízení a kontrolu funkce progresivního CMS rypadla, jak už bylo zmíněno, je použita řídicí a kontrolní elektronika včetně displeje a ovládacích tlačítek, jejichž pomocí se nastavují různé hodnoty času doby provozu a přestávky a také počet impulzů nutných k promazání celého stroje.

Specifika CMS mobilních strojů

Celý mazací obvod je řízen a kontrolován integrovanou automatikou, která mimo řídicí funkci hlídá i stav maziva v nádrži a funkci progresivního rozdělovače. Nad to je dále možné využít funkce sdruženého tlačítka mezimazání a kontroly chodu a poruchy, umístěného v kabině řidiče, které umožňuje v případě nutného přimazání stroje např. při průjezdu vodou, při práci v prašném prostředí nebo při těžkých klimatických podmínkách spustit mazání mimo programové nastavení. V době provozu mazacího přístroje tlačítko svítí zeleně. V případě poruchy (nesplnění počtu změn progresivního rozdělovače nebo prázdné nádrže) se tlačítko rozsvítí červeně.

Těžební stroje se pohybují v těžkém terénu a v náročném prostředí. Ne vždy je možné mazací přístroj umístit do krytého motorového prostoru. Tehdy je nutné vybavit mazací přístroj krytem proti prachu a vodě a příp. fyzickým kolizím s překážkami (větve,

kameny apod.). Případné zakrytování se týká také progresivních rozdělovačů. Ovšem pokud to jde, tak jsou umísťovány do takových míst, kde nehrozí žádné kolize s překážkami a odletujícími předměty při práci stroje nebo příp. odstříkávání vody nebo dokonce jejich ponor pod hladinu.

Podobně je zvýšená ochrana pohyblivých částí, tj. tlakových hadic, příp. exponovaných potrubních rozvodů. Hadice jsou vedeny v plastových nebo drátěných omotávkách, příp. chráničkách (i trubky), aby nedošlo k jejich utržení, vytržení nebo kolizi s okolními předměty nebo jinou částí samotného pohybujícího se stroje. Kovové potrubní rozvody musí být upevněny tak, aby vibrace vznikající při práci stroje nebyly příčinou jejich proděravění.

Hlavní výhody CMS rypadla

- spolehlivost namazání i těžce přístupných míst,
- žádné MM není opomenuto,
- minimalizace vniknutí nečistot do MM během mazání,
- klesá opotřebením díky možnému předmazání po dlouhé pauze stroje nebo mezimazání při projetí těžkým terénem (příp. deštěm),
- přesné dávkování v krátkých intervalech (nedochází k nedomazání nebo přemazání),
- zvýšení životnosti ložisek díky pravidelnému obnovování mazivového filmu,
- flexibilita elektronického řízení umožňuje přizpůsobení všem provozním podmínkám,
- minimální požadavky na údržbu, pouze doplňování zásobníků mazacích přístrojů,
- lepší ekonomika provozu stroje (zcela eliminovány prostoje na ruční mazání stroje),
- vyloučení negativního lidského faktoru.

Tyto vlastnosti mobilních CMS jsou předpokladem pro jejich úspěšné prosazování v tomto segmentu průmyslu.

Závěr

CMS mohou do MM dopravovat mazací látky v širokém rozsahu fyzikálních (viskozita nebo konzistence) parametrů a chemických nebo ekologických vlastností.

Je známo, že až 90 % poruch je následkem špatné údržby, v tomto případě tzn. nedodržováním pravidelných mazacích intervalů, špatného dávkování maziva a nečistotami obsazenými v mazivu. Veškeré tyto příčiny lze zcela odstranit aplikováním CMS na stroj.

Přitom ekonomická návratnost nákladů na pořízení CMS, jejich flexibilita na aktuální provozní podmínky a kladné provozní zkušenosti po jejich nasazení mluví jasně pro jejich výraznější používání ve všech typech mobilních strojů a strojních zařízeních. ■

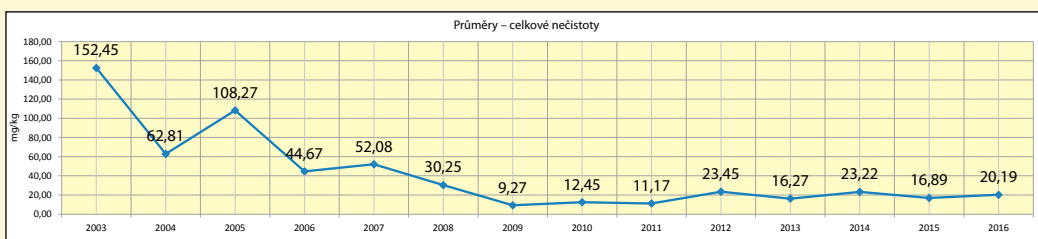
Pavel Špondr, Antonín Dvořák,
ŠPONDRA CMS



Obr. 4: ... a v prostoru za kabinou bagru

TECHNICKÁ TRIBODIAGNOSTIKA – ÚČINNÝ NÁSTROJ PREDIKTIVNÍ ÚDRŽBY

Základní otázka zní: Proč provádět diagnostiku strojů a tribodiagnostiku nevyjímaje? Odpověď je možná překvapivě jednoduchá – významně nám šetří firemní náklady. Současně je nutné si uvědomit, že ji musíme umět využívat jako skutečného pomocníka prediktivní údržby a ne pouze jako formální předpoklad splnění podmínek auditu. V takovém případě se naopak stává zlým pánem, prostředkem zbytečného zvyšování nákladů.



Číslo	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
stroje														
BOY č. 1	134	79	103	116	61	57		21	7	24	4	36	20	42
BOY č. 2	195	66	89	19	53	20	13	16	14	32	4	16,5	6	18,5
BOY č. 4	164	78	107	50	61	13	5	9	24	20	29	17,5	6	18
BOY č. 5	122	35	105	26	59	14	6	12	10	10	5	16,5	18	28,5
BOY č. 6	157	10	109	32	50	26	8	6	7	23	37	20,5	15	27,5
BOY č. 7				13	49	24	5		15	23	5	39	22	11
IPC č. 1	101	113	95	78	39	9	6	9	12	10	59	18,5	19	8
IPC č. 2	129	145	94	88	53	10	18	12	6	15	15			
IPC č. 3	122	82	83	28	56	17	14	10	7		7			
IPC č. 4	160	61	81	16	61	27	9	8	4	20	10			
IPC č. 5	220	12	123	17	35	107	11	24	12	11		29	41	
IPC č. 6	173	10	202	53	48	39	7	10	16	70	4	15,5	5	8
Průměr	152,45	62,81	108,27	44,67	52,08	30,25	9,27	12,45	11,17	23,45	16,27	23,22	16,89	20,19

Co je základem úspěchu

Každá technická diagnostika je založena na zachycení změny sledovaného parametru. Neměli bychom se proto pít po takzvaných „limitních“ hodnotách, je nutné se zaměřit přednostně na jejich výkyvy. Tribodiagnostika sleduje vliv oleje na kvalitu mazání. Probíhající tření způsobuje vznik opotřebení, které se projevuje přiměřenou emítací částic nečistot. Pokud množství těchto nečistot pravidelně sledujeme, lze zachytit jejich nárůst a diagnostikovat blížící se poruchu – tak praví teorie.

Hlavním předpokladem je tedy zachycení skutečného diagnostického signálu. Nečistoty v oleji nejsou konstantní veličinou. Jsou dramaticky proměnné.

Vezmeme-li si za příklad jakýkoli hydraulický agregát, máme v podstatě jedinou jistotu, a to, že se nečistoty rozhodně nebudou nikdy chovat podle našich představ. Předpokládejme, že nositelem informace je olej, který je uzavřen ve velmi znečištěném olejovém systému, tedy v naprosto nepředvídatelném prostředí. Základním a prvotním předpokladem úspěšné aplikace tribodiagnostiky je tudíž snížení a trvalá stabilizace nečistot nejen v oleji, ale i v olejovém systému. A to u všech nečistot, bez ohledu na jejich velikost a druh. Znečišťování olejů je trvalý a nikdy nekončící proces. Olej bude vždy oxidovat, protože se ve většině případů dostává do kontaktu se vzduchem. Bude vždy obsahovat částice „tvrdého“ znečištění, tedy kovy a prach. A bude vždy obsahovat větší či menší množství vody. Odstraňování a stabilizace nečistot musí tudíž být také trvalé a systematické. Příklad správně zavedené péče je vidět v klesajícím trendu nečistot v *grafu č. 1*.

Komunikace tribotechnika

Druhým předpokladem je, možná překvapivě, fungující komunikace mezi tribodiagnostikem, údržbou a obsluhou stroje. Představa o tom, že na vznikající poruchu přednostně přijdeme pečlivým studováním rozborů olejů, je mylná. Poměrně často se vznikající problém stroje projeví nejdříve na změně jeho chování.

Například typickým projevem hydraulických lisů při vznikající poruše čerpadel je nutnost čtenějšího seřizování nastavených parametrů. To by měl být rozhodně signál k mimořádnému odběru vzorku oleje a jeho kontrole. Musí se to ovšem dozvědět tribodiagnostik, tedy musí se komunikovat. Rovněž tak zvýšení provozní teploty oleje bez



zjevné příčiny by mělo končit jeho mimořádnou kontrolou. O zvýšení hlučnosti čerpadel nebo čtenějších poruchách pohybu lisu ani nemluvě. Komunikaci mezi lidmi, kteří se pohybují kolem strojů s interním nebo externím tribodiagnostikem lze bez nadsázky označit jako druhý stavební kámen fungující tribodiagnostiky. Příkladem může být včasné zachycení poruchy chladiče vstřikovacího lisu, která se projevila krátkodobým zvýšením hlučnosti hlavních čerpadel hydraulického vstřikovacího lisu. Kontrola otěrových kovů potvrdila nárůst obsahu mědi, a to téměř rok před průnikem vody do oleje. Firma si včas zajistila náhradní díly a voda byla z oleje odstraněna za provozu lisu pomocí dehydrátoru firmy KLEENTEK. Náklady na výpadek výroby byly zcela minimální.

Četnost a rozsah analýz olejů

Třetím předpokladem úspěchu je výběr vhodných strojů, u kterých diagnostiku provádět, a správná volba četnosti a rozsahu analýz.

Výběr strojů by se měl jednoznačně opírat o ekonomické parametry, ne pouze o celkový objem olejové nádrže.

Jaká finanční ztráta hrozí při jeho neplánované odstávce? Je nahraditelný? To jsou otázky, které jsou zcela oprávněné. Typické představitele nenahraditelných agregátů najdeme např. v cementárnách, kde jedna pec ovlivňuje hospodářský výsledek celé firmy. Správný model péče a tribodiagnostiky zvolili třeba v cementárně v Prachovicích, kde aplikovali

elektrostatické čištění metodou KLEENTEK pro snížení a stabilizaci nečistot a pravidelné rozbory olejů na olejových náplních ložisek vodicích kladek rotační pece. Dosažené úspory za snížení výpadeků výroby cementu z důvodu zadření ložisek vodicích kladek se pohybovaly v řádech desítek milionů korun ročně.

Četnost rozborů je dána potřebou vytvořit alespoň minimální možnost zachycení nastalé změny ve znečištění oleje. Nejčastěji se odběry vzorků provádí cca po třech měsících. Při aplikaci elektrostatického čištění oleje, kdy se oleje čistí dle plánu nasazení minimálně čtyřikrát ročně, je velmi dobré spojit čištění právě s odběry vzorků. Samozřejmě je nutné používat vzorek oleje před čištěním, kdy je ještě hledaná nečistota detekovatelná. Čtyři rozbory ročně také umožňují „trendovat“ výsledky a následně optimalizovat systém péče.

Rozsah analýz, které chceme provádět, je velmi široce volitelný. Nebudu zmiňovat nutnost spolupráce s certifikovanou a akreditovanou laboratoří. Zaměřím se spíše na minimalistickou verzi. Hodnocení nečistot v průmyslových olejích prochází stálým vývojem. Dříve se preferovalo a považovalo za dostačující stanovení kódu čistoty dle NAS 1638 a ISO 4406:1999. Kód čistoty je velmi účinným nástrojem diagnostiky, protože zaznamenává počty částic nečistot v oleji. Pokud dochází k nadměrnému opotřebení, lze předpokládat, že se to projeví právě nárůstem otěrových částic v oleji. Má to ovšem i svá velká úskalí. Prvním z nich je čas. Pokud se v oleji objevují


již tak „velké“ částice železa, např. nad 4 μm a větší, je k nějaké vážné poruše stroje již velmi blízko, někdy pouze v řádech několika dnů. A tím pádem už nelze hovořit o prediktivní údržbě. Druhým úskalím je sedimentační schopnost velkých hmotných částic v nádržích strojů. A to i za provozu. Takže zachytitelnost diagnostického signálu pouze kódem čistoty staví tuto analýzu na úroveň náhody. My ale potřebujeme co nejširší nástroj. Proto je nutné provádět ještě gravimetrické a kolorimetrické hodnocení. Gravimetrie hodnotí hmotnost nečistot, které se zachytí ze vzorku 100 ml na filtrační membráně 0,8 nebo 0,45 μm. To výrazně rozšiřuje vypovídající schopnost analýzy, když víme, že až 90 % nečistot je menších než jeden mikrometr. Dojde-li k tomu, že analýza zachytí nárůst počtu částic kódem čistoty i nárůst hmotnosti nečistot, nemusí to ještě znamenat blížící se problém stroje. My většinou ale potřebujeme co největší jistotu. Doporučuji proto používat pravidlo tří vzájemně si odpovídajících analýz. Dalším krokem je kontrola obsahu otěrových kovů a prachových částic. Nejčastěji se kontroluje obsah železa

a mědi a pro vyloučení vlivu prachových částic obsah křemíku a hliníku. Až když se potvrdí nárůst znečištění podle všech tří výše uvedených analýz, lze s největší pravděpodobností predikovat poruchu. Určení konkrétního místa stroje, kde se porucha objeví, vyžaduje kromě různých druhů analýz i využití dalších diagnostických metod. Především termodiagnostiky, vibrodiagnostiky a elektrodiagnostiky. Kolorimetrické hodnocení (MPC) je zaměřeno na přítomnost největšího objemu nečistot a to jsou produkty „stárnutí“ olejů. Moderní průmyslové oleje jsou chráněny aditivami proti oxidaci, ale i přesto v nich dochází k tvorbě nerozpustných částic submikroskopických velikostí. Z hlediska diagnostiky je význam MPC nenahraditelný, zvláště při predikování problémů proporcionálních ventilů a servoventilů.

Závěr

Tribodiagnostika je opravdu velmi užitečný nástroj prediktivní údržby. Má ovšem svoje pravidla, která musíme poznat a respektovat. Její přínosy jsou výrazné a návratnost vložených prostředků je snadno vyčíslitelná. ■

Ing. Milan Soukup, KLEENTEK



25 let

KLEENTEK, spol. s r.o.
 +420 266 021 559
 Sazečská 8
 108 00 Praha 10
 www.kleentek.cz

25

**Už 25 let
jsme tu pro vás!**

**KLEENTEK
je originál
a originál
je jen jeden.**

**Ušetřete až 90 %
nákladů díky
čistému oleji.**

1993–2018

KLEENTEK®
www.kleentek.eu \ elektrostatické čištění olejů

TECHNOLOGICKÉ ZKOUŠKY OBRÁBĚCÍCH A TVÁŘECÍCH OLEJŮ

Fyzikální a chemické vlastnosti prostředí, ve kterém probíhá řezný proces, mohou významně ovlivnit primární a sekundární plastickou deformaci třísky, teplotu řezání a řezný odpor, trvanlivost nástroje, přesnost a jakost obrobené plochy.

Vhodným řezným prostředím lze obvykle zvýšit hospodárny úběr o 50–200 % v porovnání s prací za sucha, prodloužit trvanlivost a životnost řezných nástrojů, zvýšit kvalitu obrobené plochy. Řezné prostředí vytváří nejčastěji kapaliny, procesní pasty, olejová mlha nebo plyn. Tato média jsou vyrobena a užívána tak, aby měla chladicí, mazací a čistící účinek. Prostředí v zóně řezání má významný vliv na kvantitativní, kvalitativní a ekonomické parametry řezného procesu. V praxi existuje řada operací, které se provádí za sucha, bez přívodu řezné kapaliny. Například při soustružení, kdy se používají nástroje

s povlakovanými slinutými karbidy nebo řeznou keramikou. Také při obrábění litiny se nemusí chladit – materiál obsahuje grafit, pracující jako pevné mazivo. Pro některé operace, jako je protahování, lapování, řezání závitů, vrtání hlubokých děr, výroba ozubení odvalovacím způsobem, je naopak významným požadavkem mazání. Výběr řezné kapaliny a její aplikace ovlivňují jak mechanismus utváření třísky, tak produktivitu obrábění i náklady na obrábění.

Teoretické aspekty chlazení a mazání ve výrobních procesech

Základní funkce řezných kapalin jsou chladicí, což znamená odvod tepla z místa řezu, stabilizaci nízkých teplot řezání, mazací (zahrnuje třecí poměry na rozhraní nástroj-obráběný materiál-tříška, čistící (např. výplach třísek u hlubokého vrtání), redukční tvorbu nárůstků na nástroji, antikorozi a stabilizační pro snížení vibrací stroje.

Způsob přívodu řezné kapaliny do zóny řezání významně ovlivňuje parametry řezného procesu, zejména trvanlivost bříty nástroje a jakost obrobené plochy. Rozlišujeme tyto způsoby přívodu řezné kapaliny do místa řezu:

● **Standardní chlazení** – tento způsob přívodu řezné kapaliny nevyžaduje žádnou úpravu přívodního potrubí a vystačí se standardně dodávaným zařízením, které je tvořeno nádrží na řeznou kapa-

linu, čerpadlem a rozvodovým potrubím. Množství dodávané řezné kapaliny je dáno typem čerpadla a škrcením průtoku výstupním kohoutem nebo ventilem.

● **Tlakové chlazení** – řezná kapalina je přiváděna do místa řezu pod vysokým tlakem. Průměr výstupní trysky bývá 0,3–1,0 mm, tlak 3–20 MPa, výjimečně 100–120 MPa. Řezná kapalina je přiváděna na břit nástroje zespodu, přímo do místa řezu. Množství přiváděné kapaliny se pohybuje v rozmezí 0,5–2,0 l/min.

● **Vnitřní chlazení** – přináší výrazné zvýšení výkonu obrábění, umožňuje zvýšení řezné rychlosti o 5–25 %. Při soustružení je tato metoda vhodná pro nástroje s vyměnitelnými břitovými destičkami ze slinutých karbidů. U vrtáků je vnitřní chlazení upraveno tak, že řezná kapalina je přiváděna centrálními otvory v tělese nástroje až do místa řezu s tlakem řezné kapaliny 6–8 MPa, což vede ke zvýšení výkonu obrábění a případně k lepšímu odvodu třísek.

Vedle konvenčního dělení řezných kapalin na vodné roztoky, emulzní kapaliny, mastné oleje, minerální oleje, zušlechtěné oleje a syntetické kapaliny můžeme tyto procesní kapaliny rozdělit na vodu nemísitelné a vodu mísitelné (ve vodě rozpustné a ve vodě emulgační). Vývojovým trendem je ústup od látek s vodou nemísitelných (těžkých olejů) k emulzím a mikroemulzím, k vodou ředitelným produktům, umožňujícím vyšší řezné rychlosti, vysokou produktivitu obrábění a vyšší kvalitu obrobených povrchů na bázi ekologicky nezávadných, biologicky odbouratelných látek s prodlouženou technologickou trvanlivostí (od šesti měsíců až do několika let). Tyto tzv. procesní kapaliny můžeme aplikovat individuálně – u jednotlivých obráběcích strojů (s otevřeným nebo uzavřeným okruhem chlazení) nebo centrálně (se zásobním tankem a rozvodným systémem po dílně).

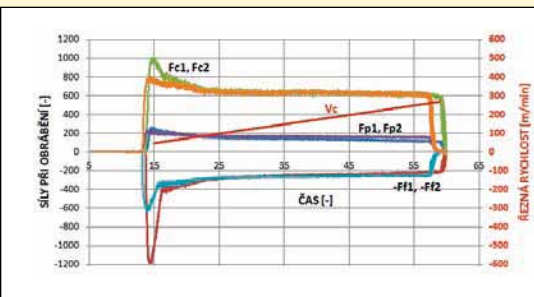
Chladicí účinek řezných kapalin je dán:

- měrným a výparným teplem řezné kapaliny,
- součinitelem tepelné vodivosti [$W m^{-1} K^{-1}$],
- součinitelem teplotní vodivosti a [$m^2 s^{-1}$],
- součinitelem přestupu tepla mezi obrobkem a nástrojem, resp. kapalinou [$J m^{-2} s^{-1} K^{-1}$],
- rychlostí hmotnostního toku proudění kapaliny (5–30 l/min, u broušení i přes 100 l/min) [$kg s^{-1}$],
- smáčivostí řezné kapaliny (ovlivněnou povrchovým napětím řezné kapaliny) [mN/m^{-1}].

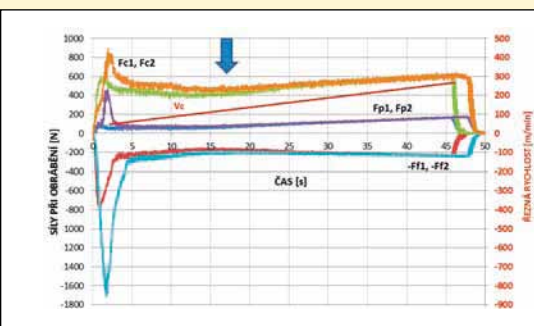
Mazací účinek řezných kapalin se projevuje snížením tření na stykových plochách bříty. Snížené tření se pozitivně projevuje ve všech oblastech tvorby třísky, lepší kvalitě dosaženého povrchu a klidnějším chodem stroje. Jeho předpokladem však je, že řezná kapalina pronikne do stykové plochy a vytvoří zde účinný mazací film. Tento předpoklad se dá splnit jen do určité míry, neboť mezi styčnými plochami působí vysoké tlaky (řádově 103 MPa, tzn. mnohem vyšší než u mazaných strojních zařízení), a vysoké teploty 300–1000 °C. Povrchové aktivní látky mohou účinně ulpívat v mikroskopických nerovnostech obráběných povrchů, napomáhat vzniku tzv. mezní vrstvy a bránit adheznímu ulpívání částic kovu na nástroji a tvorbě studených svarů a mikrosvarů.



Obr. 1 Uspořádání zkoušky: 1 – dynamometr Kistler 9575B s řezným nástrojem, 2 – termokamera Flir 2000



Obr. 2 Typický časový průběh sil při čelní zkoušce obrábění – nevýrazný účinek mazacích schopností procesní kapaliny na průběhy sil Fc a Fp (počáteční píky je nutno neuvažovat – neefektivní geometrie nástroje)



Obr. 3 Typický časový průběh sil při čelní zkoušce obrábění – výrazný účinek mazacích schopností procesní kapaliny na průběhy Fc a Fp (mimo počáteční píky)

Řezné oleje, zušlechtné řezné oleje – jsou kapaliny na bázi minerálních olejů. Přísady, které se používají (mastné látky, organické sloučeniny a pevná maziva), zvyšují jejich tlakovou únosnost a mazací vlastnosti. Mají dobrou smáčivost (tj. rychlost, se kterou se kapalina rozprostře po daném povrchu), dobrou vzlinavost, malý chladicí účinek, ale velmi dobrý mazací účinek ve velmi širokém rozsahu řezných podmínek. Pro srovnání – povrchové napětí oleje je pouze 30 mN/m¹, zatímco u vody je 73 mN/m¹ – takže smáčivost oleje je podstatně lepší než u vody. Výparné teplo (taktéž i rychlost vypařování) je však u olejů ve srovnání s vodou velmi malé (170 až 315 J.g⁻¹, tzn. přibližně 10x menší pro olej ve srovnání s vodou, pro kterou je tato hodnota asi 2260 J.g⁻¹ při 100 °C). Měrné teplo vody je přibližně 4,182 kJ.kg⁻¹K⁻¹, měrné teplo oleje

je 1,80 kJ.kg⁻¹.K⁻¹. Tepelná vodivost vody je 0,598 W.m⁻¹.K⁻¹, oleje zhruba 0,181 W.m⁻¹.K⁻¹. Z toho všeho tedy vyplývá, že chladicí účinek vody je podstatně větší než chladicí účinek olejů a olejnatých kapalin, i přes její poměrně horší smáčivost. V technologii třískového obrábění se obvykle používají:

- minerální oleje bez přísad (nepodléhají bakteriálnímu rozpadu, mají výborné mazací a antikorozní schopnosti, lze je dále obohacovat řadou vyvinutých přísad),
- mastné oleje z rostlinných a živočišných tuků (dobré mazací schopnosti, ale vytvářející pouze tenkou vrstvu olejového filmu málo bránící adhezivnímu otěru nástrojů – např. řepkové oleje),
- smíšené mastné a minerální oleje (maštěné řezné oleje; přísada mastného oleje vytváří tenkou vrstvu o vysoké nosnosti, nízké pevnosti ve stříhu, ale postačující ke snížení tření a zabránění adhezivnímu svařování),
- aditivované (zušlechtné) smíšené mastné a minerální oleje (s EP přísadami – sírou, chlorem, fosforem),
- procesní kapaliny s polymerními přísadami (bez obsahu minerálních olejů).

Limitujícím faktorem je v případě použití olejů na obrábění ocelových materiálů řezná rychlost, při překročení její hodnoty nad 80 (m/min) se již obvykle vyvíjí dým. Proto se jich využívá především pro lehké obrábění na automatech (HSS nástroje; nízkolegované ocele, mosazi), při pracích na protahovacích strojích nebo při broušení. Některé oleje mohou vzplanout, což taktéž limituje jejich rozsah použití. Zušlechťování olejů bylo dříve založeno na zvyšování vyšší tlakové únosnosti a třecích vlastností (přidáním mastných přísad – živočišných nebo rostlinných olejů, mastných kyselin), které však zkracovaly životnost olejů. Dnes se pro tento účel používají tzv. vysokotlaké (EP) přísady rozpustné v oleji a bez omezujícího vlivu na trvanlivost oleje. Účinek EP přísad je založen na chemické reakci mezi kovové čistým povrchem, vznikajícím neustále při obrábění a danými přísadami. Tyto přísady reagují při vysokých teplotách s materiálem obrobku a vytváří mikroskopické vrstvičky kovových mýdel (sulfidů, chloridů a fosfidů) zabráňujícím mikrosvarům a zlepšujících tření.

Technologické zkoušky mazacích účinků procesních kapalin

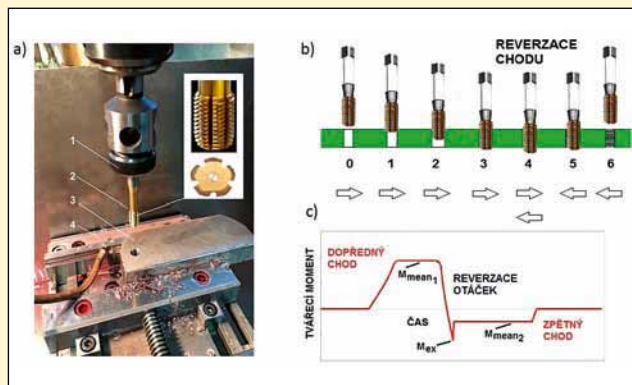
Na rozdíl od laboratorních podmínek se technologické zkoušky provádí v podmínkách blízkých nebo shodných s podmínkami v praxi. Jsou nezastupitelné a mají nejvyšší vypovídající schopnost, zvláště když se podaří vytvořit vazbu na vhodné monitorování řezného procesu. Cílem těchto experimentů bylo především ověřit schopnost měření mazacích účinků různých tvářecích olejů od různých výrobců, ale obecně všech doporučených na aplikaci tváření závitů v korozivzdorné oceli. Zkoušky byly krátkodobé, ale po nich následovaly dlouhodobé aplikace v praxi.

Experimentální zkoušky

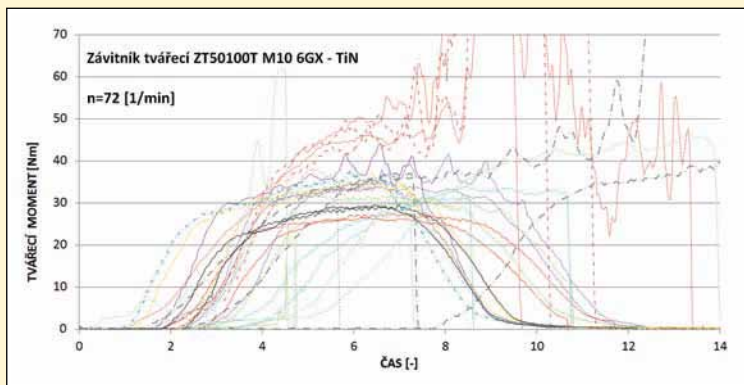
Pro všechny zkoušky byla materiálem obrobku legovaná austenitická ocel s velmi nízkým obsahem uhlíku 1.4404 (AISI 316L, ČSN 41 7349), chrom niklová X2CrNiMo 18-10+AT+SH) o průměru 170 mm a délce 200 mm, ze kterého byly zhotoveny přířezy o tloušťce 20 mm pro zkoušky vrtání a tváření závitů. Pro zahlčení místa tvorby třísky při soustružení nebo tváření bylo využito samonasávací lamelové čerpadlo Viscomat 70 (0,75 kW, průtok 25 l/min, tlak 30 barů) s externím zásobníkem oleje na 50 l. Po každé zkoušce byl pracovní prostor řádně vyčištěn a odmaštěn. Pro sledování teplot v místě řezu byla zpočátku použita termokamera Flir-2000, ale její použití se příliš neosvědčilo (zvláště při tvorbě dýmu, kontaminaci olejem).

Zkoušky mazacích účinků procesních kapalin při obrábění

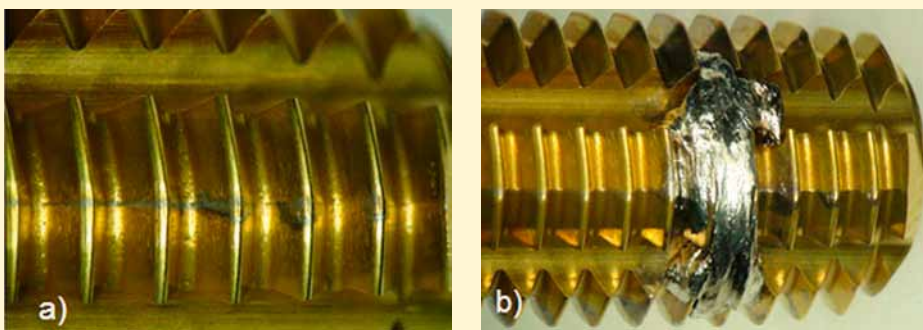
Pro soustružení byl využit soustruh SU 50 A/1000 s plynulou regulací otáček 0–1400 1/min z produkce Tos Kuřim (viz obr. 1) a samostatným okruhem procesní kapaliny. Řezným nástrojem byly VBD TNMG 120408E-M 6630 v upraveném nožovém držáku PTG NR 2020 H16. Šířka řezu ap = 1,5 mm, posuv na otáčku f = 0,205 mm a otáčky 500 1/min, tzn. obrábění v pásmu řezných rychlostí vc = 47–267 m/min. Pro každý řez byl použit nový břit. Čelní soustružení probíhalo směrem od menšího průměru k většímu. Pro měření řezných sil byl použit piezoelektrický dynamometr Kistler 9575b, pro měření krouticích momentů Kistler 9272, plně



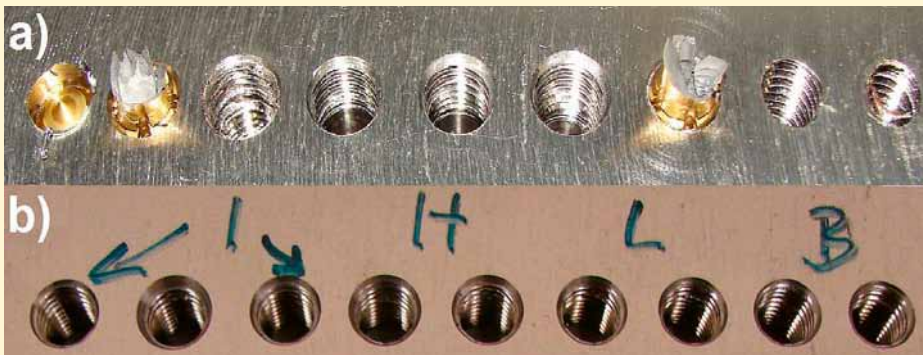
Obr. 4 Zkoušky tváření závitů: a) uspořádání zkoušky: 1 – upínač, 2 – tvářecí závitník, 3 – obrobek, 4 – svěrák, upravený na dynamometru Kistler 9272; b) časové fáze zatížení závitníku, c) schematický časový průběh tvářecího momentu



Obr. 5 Typický časový průběh tvářecích momentů při tváření – srovnání 15 druhů procesních olejů (nejlepší průběhy mají pásmo tvářecích momentů ustálené, s nejnižší průměrnou hodnotou)



Obr. 6 Mechanismy opotřebení závitníků: a) abraze, b) adheze



Obr. 7 Výběr zhotovených děr a závitů a) nekvalitní závit, zlomené závitníky, b) vyhovující závit

řízené počítačem, se snímací frekvencí až 16 kHz v každém měřicím kanálu. Princip zkoušky umožňoval plynulý záznam tří ortogonálních sil při rostoucí řezné rychlosti, podle posunu nástroje od vnitřního otvoru (Ø 30 mm) k vnějšímu okraji (Ø 170 mm), čímž se měnila teplota obrábění, součinitel tření a další parametry.

Zkoušky mazacích účinků procesních kapalin při tváření závitu

Pro vrtání byla využita stolní vrtačka VS 20 (výkon 1,5 kW) s přidávným pracovním prostorem a samostatným okruhem procesní kapaliny (obr. 4).

Nástroje pro vrtání byly upínány do hydraulického sklíčidla pro tváření do bezpečnostní upínací hlavy. Díra pro vrtání závitu byla předvrtána NC středícím vrtákem a vrtaná SK vrtákem Guhring o Ø 9,48 mm pro závitník M10x1,5 ISO3X (6GX) se zesílenou stopkou. Díra byla sražena kuželovým záhlubníkem 2x 90°. Pro každý závit byl použit nový závitník s $v_c = 2,26$ m/min.

Díleč průběhy (obr. 5) byly minimálně dvakrát opakovány pro každý olej, nicméně řada olejů byla pro tuto aplikaci zcela nevhodná (nestabilní průběhy krotivého momentu při tváření, rychlé opotřebení

(viz obr. 6) s lokálními extrémy v tvářecích momentech vedoucích až k lomu tvářecích závitníků (obr. 7).

Diskuze výsledků

Tyto zkoušky prokázaly poměrně dobrou shodu mezi čelní zkouškou soustružením a následnou zkouškou tváření vnitřního závitu. Zkouška soustružením prokázala, zda řezný olej má schopnost proniknout do místa řezu, kontaktu třísky s nástrojem, případně a iniciovat určitý tribologický účinek, snížit tření, případně v jakém pásmu řezných rychlostí. Zkouška tvářením závitu pak obvykle potvrdila předchozí výsledky. Některé oleje při vyšších řezných rychlostech (nad 150 m/min) již vykazovaly vývin dýmu.

Závěry

Zkoušky prokázaly, že oleje se složením založeným na rafinaci minerálních olejů hydroteχνologií a extrakcí rozpouštědly s nízkým obsahem aromátů, obsahující polarizované částice a částice odolné vysokým tlakům snižujících zatížení i otěr břitů, fungují velmi spolehlivě při obrábění i tváření. Tyto kapaliny neobsahovaly chlor a těžké kovy, ale obsahovaly síru, účinné emulgátory a nízký obsah aromátů. Takovéto oleje vytváří dobré předpoklady pro vyšší materiálové úběry, delší trvanlivosti nástrojů a vyšší produktivitu práce. Zkoušky byly krátkodobé, jejich význam nelze přeceňovat, ale návazné nasazení v praxi plně potvrdilo tyto zkoušky a výsledky s vysokou shodou.

Tento výzkum byl podpořen projektem NETME CENTRE PLUS (LO1202) za finančního přispění Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy v rámci účelové podpory programu „Národní program udržitelnosti I“.

Prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.,
FSI VUT v Brně, Ústav strojírenské technologi

VYUŽITÍ MONITORINGU STAVU MAZIVA PRO HODNOCENÍ CHOVÁNÍ MAZANÉHO UZLU

Kontaminace a degradace maziv a hydraulických kapalin představuje vážnou příčinu selhání hydraulických a mazacích systémů nebo mazaných uzlů. Pravidelné sledování stavu těchto kapalin tvoří základ prediktivní údržby strojů. Běžnými sledovanými parametry je úroveň oxidace, obsah vody, obsah pevných látek, otěrových částic apod.

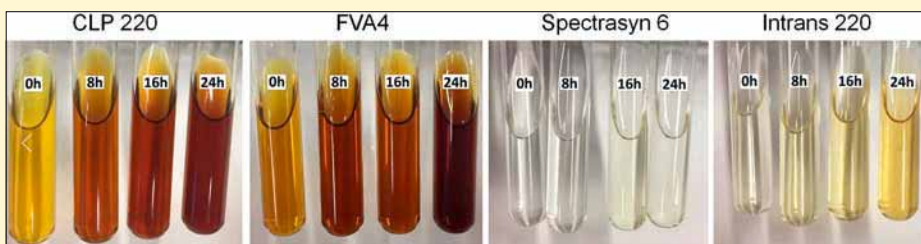
Pro posouzení souvisejících změn dochází v posledních letech k rozšiřování nabídky jednoduchých

senzorů pro průběžné sledování stavu maziv a hydraulických kapalin. Jde zejména o kontaminační

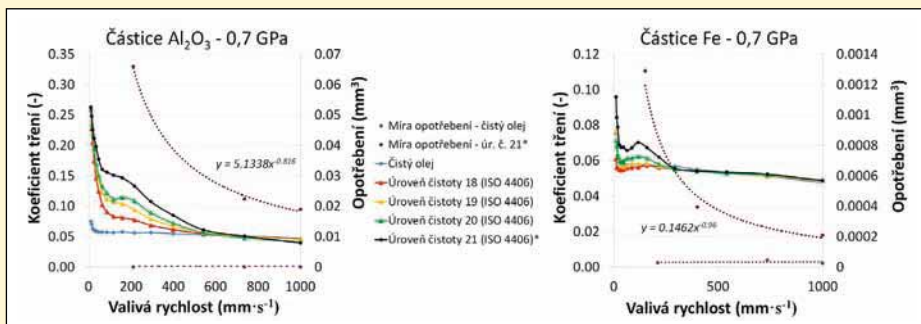
senzory na bázi tzv. světelné závoře pro stanovení obsahu pevných částic v souladu s normou ISO 4406 : 1999, snímače kovového znečištění, snímače relativní vlhkosti a snímače pro hodnocení stavu maziva, které různým způsobem vyhodnocují relativní dielektrickou konstantu, vodivost apod. Tyto snímače umožňují zavádět prvky proaktivní



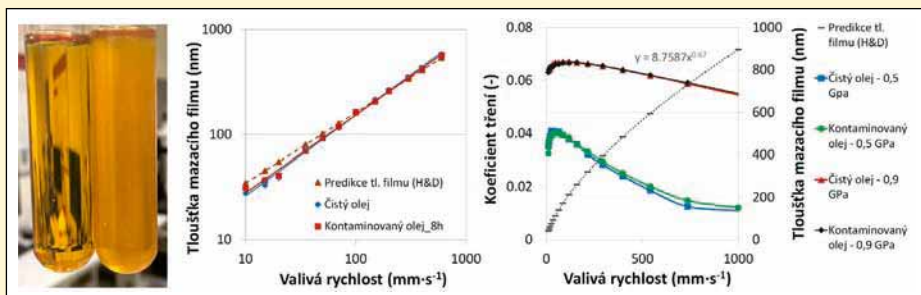
Obr. 1 Použitá experimentální zařízení: Optický tribometr, Mini Traction Machine a Optický profilometr



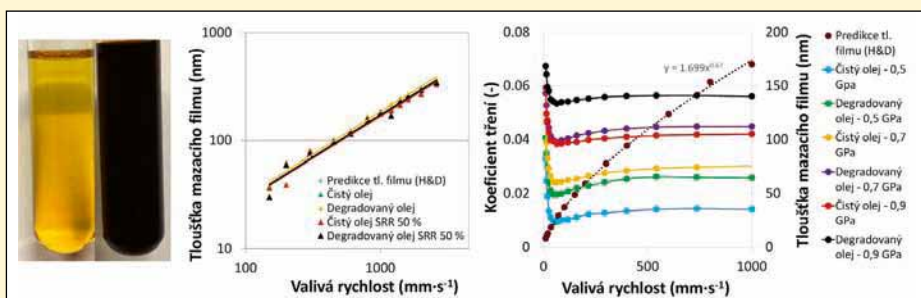
Obr. 2 Vzorky olejů s různou úrovní oxidační degradace



Obr. 3 Porovnání součinitele tření a velikosti opotřebení vzorků kontaminovaných pevnými částicemi (Hertzův tlak 0,7 GPa, poměr skluzu a valení SRR 20 %, olej FVA3)



Obr. 4 Porovnání součinitele tření a tloušťky mazacího filmu vzorků kontaminovaných vodou pro různý Hertzův tlak (olej CLP 220)



Obr. 5 Porovnání součinitele tření a tloušťky mazacího filmu oxidačně degradovaných vzorků pro různý Hertzův tlak (olej EDGE 0W-20)

údržby. Přitom je třeba uvážit vliv detekovatelných změn na mazaný systém, který však značně závisí na konkrétní aplikaci. Cílem této práce je pojednat o vlivu kontaminace a degradace maziva přímo na tribologický uzel. Tím může být např. ozubené soukolí převodovky, u které nastává elastohydrodynamický (EHD) režim mazání.

Z pohledu opotřebení a životnosti EHD kontaktu je nejpodstatnější kontaminace pevnými částicemi. Hodnocení vlivu kontaminace vychází z předpokladu, že částice, případně důlky vytvořené těmito částicemi v kontaktních tělesech způsobují lokální nárůst tlaku při průchodu kontaktem. Ten vede na zvýšení napětí, které je zodpovědné za rozvoj kontaktní únavy. Tento přístup je dobře implementován např. v hodnocení vlivu čistoty maziva při výpočtu

trvanlivosti valivých ložisek. V případě nadměrné kontaminace dochází spíše k nepříjemnému zvýšení abrazivního opotřebení.

Další častým kontaminantem je voda, která se do oleje může dostávat přirozeně vzdušnou vlhkostí nebo procesními úniky. Zatímco vliv vody na chování mazacího nebo hydraulického systému je zřejmý (zvýšené riziko koroze, urychlení oxidačních a degradačních procesů apod.), vliv na únosnost mazacího filmu je diskutabilní.

Velkou skupinu degradačních procesů představuje stárnutí nebo oxidace maziva. U mazacích systémů je vliv oxidace dobře znám (zvýšení viskozity, tvorba úsad, apod.), ovšem vliv na tloušťku mazacího filmu a tření v EHD režimu dosud nebyl uspokojivě řešen. Tato práce se tedy věnuje experimentálnímu

stanovení vlivu kontaminace pevnými částicemi, kontaminace vlhkostí a oxidace maziva na tloušťku mazacího filmu, tření a opotřebení v EHD kontaktu.

Metody a materiály

Popis experimentů je v **Tab. 1**. Studován byl vliv kontaminace pevnými částicemi, vlhkostí a oxidační degradace. Sledovanými parametry bylo tření a opotřebení a tloušťka mazacího filmu. Ke studiu byly použity dva tribometry v konfiguraci ball-on-disc (**obr. 1**), u kterých je ocelová kulička zatěžována vůči disku, přičemž oba povrchy jsou nezávisle poháněny pro dosažení různých podmínek skluzu a valení. Pro studium tření byl použit komerční tribometr Mini Traction Machine (MTM, PCS Instruments) a disk z ložiskové oceli. Míra opotřebení byla stanovena po testu analýzou kontaktní stopy na optickém profilometru (Bruker ContourGT). Pro stanovení tloušťky mazacího filmu byl použit optický tribometr využívající transparentní disk, který je na kontaktní straně opatřen tenkou vrstvou chromu. Díky ní dochází k interferenci světla na rozhraních oleje a povrchů, přičemž výsledné interferogramy jsou snímány pomocí průmyslového mikroskopu a barevné kamery. K vyhodnocení interferogramů je použit SW Achilles, který na základě kalibrace přiřazuje jednotlivým barvám tloušťku mazacího filmu. Sledována je pouze centrální tloušťka, která odpovídá průměrné tloušťce ve středu EHD kontaktu. Pro jednotlivé testy byly použity různé oleje, a to jak základové, tak i plně formulované. Jejich shrnutí je v **Tab. 2**. Oleje byly dále upraveny tak, aby reprezentovaly kontaminované a degradované vzorky. Pro účely studia kontaminace pevnými částicemi byly použity částice korundu (střední velikost 40 μm) reprezentující kontaminaci tvrdými minerálními částicemi a částice železa (střední velikost 40 μm) reprezentující ořetové částice. Částice byly rozmíchány v základovém oleji FVA3 v koncentraci, která odpovídá jednotlivým stupňům čistoty maziva dle normy ISO 4406 : 1999. Sledovány byly úrovně čistoty 18–21.

Příprava vzorků pro měření vlivu kontaminace vodou probíhala probubláváním převodového oleje CLP 220 vzduchem s relativní vlhkostí 95 % při pokojové teplotě. Během 8 h bylo dosaženo relativní vlhkosti oleje 100 % (hodnoceno snímačem relativní vlhkosti LubCos H20+ II – Argo Hytos).

Pro studium oxidační degradace byla použita metoda umělého stárnutí oleje probubláváním vzorku suchým vzduchem při zvýšené teplotě. Prvním vzorkem byl motorový olej 0W-20, u nějž probíhala příprava při teplotě 160 °C a průtoku vzduchu 10 l/h po dobu 96 h. Dosaženo bylo oxidace 50 A/cm (dle DIN 51453), poklesu čísla celkové alkality TBN o 65 % (dle DIN ISO 3771) a nárůstu neutralizačního čísla o 7 mg KOH/g (dle DIN 51558). Tento stav by měl odpovídat motorovému oleji po nájedzu 30 000 km. U dalších vzorků byly použity převodové oleje, a to základové i formulované, minerální a syntetické. Tyto vzorky byly připravovány při teplotě 135 °C a průtoku vzduchu 15 l/h po dobu 8, 16 a 24 h (**obr. 2**).

Kontaminace pevnými částicemi

Vliv kontaminace pevnými částicemi byl studován z pohledu tření a opotřebení povrchů. Tloušťku

Tab. 1 Použitá zařízení a sledované parametry

	Kontaminace pevnými částicemi	Kontaminace vlhkostí	Oxidační degradace
Tribometr MTM	tření, opotřebení	tření	
Optický tribometr	–	tloušťka mazacího filmu	

Tab. 2 Použité oleje

Název oleje	Výrobce	ISO VG	Klasifikace
FVA 3	–	100	minerální, parafinický, základový
FVA 4	–	460	minerální, parafinický, základový
CLP 220	Paramo	220	minerální, převodový
Spectrasyn 6	ExonMobil	32	syntetický, PAO, základový
Intrans 220	Mogul	220	syntetický, převodový, PAO
EDGE 0W-20	Castrol	46	syntetický, motorový

mazacího filmu částice ovlivňují pouze lokálně při svém průchodu kontaktem, proto nebyl tento parametr měřen. Je však uváděna tloušťka predikovaná pomocí vztahu Dowsona pro čistý olej. Výsledky v závislosti na valivé rychlosti pro vybrané podmínky jsou na obr. 3, a to pro kontaminaci tvrdými a měkkými částicemi. Je zřejmé, že tření s rostoucí kontaminací roste, a rovněž se mění vliv rychlosti. Pro čistý olej s rostoucí rychlostí součinitel tření jen mírně klesá, zatímco pro kontaminované vzorky je pokles z počátku velmi výrazný. Od určité rychlosti přestává být vliv kontaminace na tření významný a třecí křivky se přibližují průběhu pro čistý olej. S tím dobře koreluje i průběh míry opotřebení. Nabízí se vysvětlení v podobě vlivu rychlosti na tloušťku mazacího filmu. S rostoucí tloušťkou nedochází k přímé interakci částic s povrchy. Většina částic má však řádově větší průměr než je tloušťka mazacího filmu. Dalším

možným vysvětlením je tendence částic kontakt obtékat, přičemž je tento jev výraznější s rostoucí rychlostí. Experimenty na optickém tribometru s vysokorychlostní kamerou však tuto domněnku nepotvrdily.

Kontaminace vodou

Porovnání tloušťky filmu a tření u čistého vzorku a vzorku kontaminovaného vodou je provedena na obr. 4. Je patrné, že voda v oleji má zanedbatelný vliv jak na tloušťku mazacího filmu, tak i na tření, ačkoli je kontaminace vzorku viditelná. Dřívější experimenty potvrdily, že tloušťka mazacího filmu není příliš ovlivněna ani při podstatně větší koncentraci vody v oleji. Je to způsobeno tím, že voda je díky afinitě povrchu s olejovou fází vytlačována z okolí kontaktu, takže se na utváření mazacího filmu ve vstupní oblasti kontaktu nepodílí. Tento mechanismus se částečně využívá u emulzí oleje

a vody nebo u některých maziv na bázi vody. Voda nicméně ovlivňuje proces hladování EHD kontaktu, ke kterému dochází při vysokých rychlostech.

Oxidační degradace

Porovnání tloušťky mazacího filmu a tření u čistého a oxidovaného motorového oleje EDGE 0W-20 je na obr. 5. Výsledky ukazují, že vliv oxidace na tloušťku mazacího filmu je neprůkazný. Stejně chování bylo zjištěno také u všech typů převodových olejů. Zde nedošlo ani k průkazné změně viskozity, která by naznačovala hromadění oxidačních produktů. U motorového oleje byl nicméně zaznamenán výrazný vliv na součinitel tření. Výsledky konzistentně ukazují na nárůst tření u oxidovaného vzorku, a to pro různé provozní podmínky.

V některých případech nárůst představuje až 100 %. Zdůvodnění vlivu na tření v EHD režimu souvisí se změnou reologických vlastností, respektive degradací aditivních látek oleje. Změny spojené s oxidací olejů představují velmi komplexní problém, který vyžaduje pečlivé zohlednění fyzikálně-chemické povahy jednotlivých olejů, procesů, ke kterým dochází při zrychleném stárnutí a konkrétní metody testování.

Závěr

Na základě studia vlivu kontaminace a degradace maziv na tribologické parametry byly stanoveny následující závěry:

- kontaminace pevnými částicemi má značný vliv na tření a vznikající opotřebení, které roste s vyšší hodnotou úrovně čistoty maziva (dle ISO 4406 : 1999). Valivá rychlost má opačný účinek a při dosažení určité hranice vliv kontaminace u bodového kontaktu zaniká.
- Kontaminace vodou má zanedbatelný vliv na tloušťku mazacího filmu a tření, jelikož se voda nedostává do vstupní oblasti kontaktu.
- Oxidace oleje má zanedbatelný vliv na tloušťku mazacího filmu a výrazný vliv na tření v režimu EHD mazání. ■

Milan Omasta, Jan Strnad, Martin Hartl, Ivan Křupka, FSI VUT Brno

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

Výhody spolupráce s naší nezávislou laboratoří

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

Kontakt:

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

ALS Czech Republic, s. r. o.

Na Harfě 336/9,
Praha 9, 190 00

e-mail: alscz.tribo@alsglobal.com

tel: +420 603 566 106
+420 602 162 535
+420 731 687 110



STANDARDIZACE V OBLASTI PALIV, MAZIV A TRIBOLOGIE

V Pensylvánii (USA) proběhlo od 24. do 28. září ve městě Filadelfie zasedání Mezinárodní technické komise ISO/TC 28 a další související aktivity. Komise ISO/TC 28 představuje hlavní celosvětovou autoritu v oblasti standardizace (tvorby technických norem) v oboru ropa a příbuzné výrobky, paliva a maziva.

Hlavním partnerem Mezinárodní organizace pro normalizaci se sídlem v Ženevě (International Organization for Standardization – ISO) pro konání této konference se stala americká instituce ASTM International s globálním působením v oblasti normalizace, která byla dříve známá pod označením American Society for Testing and Materials, a jejíž celosvětové ústředí sídlí v malém městě West Conshohocken, které tvoří předměstí Filadelfie. ASTM International má zastoupení a kanceláře nejen v USA a Kanadě, ale i v Jižní Americe, Evropě a Číně a je autorem celé řady celosvětově důležitých norem využívaných nejen v laboratořích, ale i v průmyslové praxi v oblasti petrochemie a testování ropných výrobků, paliv a maziv. ASTM International kromě reprezentace v delegaci USA (ve spolupráci s ANSI – American National Standards Institut) nabídla účastníkům konference seminář se zaměřením na praktickou aplikaci statistického zpracování výsledků zkušebních metod dle normy ASTM D6299. ISO/TC 28 zahrnuje široký rozsah činností v oblasti standardizace terminologie, klasifikace, specifikací, metod vzorkování, měření, analýz a testování v oblasti ropy, kapalin na bázi ropy a kapalných paliv, kapalin a kapalných paliv na bázi přírodních a syntetických zdrojů, plyných paliv pro aplikace v dopravě, plyných paliv zkapalněných chlazením nebo kompresí, ropných, přírodních i syntetických maziv a kapalin včetně hydraulických

kapalin a plastických maziv. Sekretariáty komise zajišťují národní normalizační orgány Nizozemí (NEN) a Brazílie (ABNT). Prostřednictvím NEN (Dutch Standardization Institute) je také zajištěna úzká spolupráce s příslušnou evropskou technickou komisí CEN/TC 19 a rovněž její sekretariát. Práce obou komisí je v současné době organizována v dvouletých cyklech a s touto frekvencí se konají i mezinárodní konference, v sudých letech ISO/TC 28 a v lichých CEN/TC 19. V současnosti zahrnuje Mezinárodní technická komise ISO/TC 28 celkem 82 členů zastoupených národními normalizačními orgány 28 účastnických zemí (p-členství) a dalšími 54 národními normalizačními orgány pozorovatelství zemí (o-členství), které zahrnují i Českou republiku prostřednictvím o-členství Úřadu pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ). Uvedená technická komise má vzhledem k zaměřením významnou spolupráci s celou řadou jiných mezinárodních technických komisí. Jako jeden z mnoha příkladů lze uvést především komisi ISO/TC 131, která je zaměřena na tekutinové systémy pro přenos

síly, tj. prakticky na veškeré hydraulické systémy. V olejářském světě je tato technická komise známá mj. v oblasti stanovení kódů čistoty mazacích (především hydraulických) olejů, kdy se s použitím čítačů částic určuje počet částic v určitém objemu oleje v závislosti na jejich velikosti, jako tvůrce příslušné mezinárodní normy ISO 4406 a její nejnovější revize z roku 2017. Dalším příkladem mohou být komise zabývající se plynými palivy, jako jsou ISO/TC 193 (Zemní plyn) a ISO/TC 158 (Analýza plynů). ISO/TC 28 zahrnuje přímo 10 pracovních skupin odborníků a prostřednictvím čtyř subkomisí dalších 16 pracovních skupin zaměřených na různá odborná témata. Konference během čtyř jednacích dní shrnula pracovní aktivity stovek odborníků za uplynulé dva roky. Z velmi rozsáhlé agendy je zde možné uvést jen výběr dokumentů, které mohou být zajímavé pro odborníky v České republice.

Subkomise ISO/TC 28/SC 2 Měření ropy a příbuzných výrobků se zabývá prostřednictvím 8 pracovních skupin především měřením, kalibrací a výpočty množství ropných produktů, dále měřením a kalibrací nádrží pro ropné produkty, hodnocením kvality a vzorkováním v této oblasti. Úzce spolupracuje s profesním sdružením The Energy



Centrum Filadelfie (Philadelphia downtown)

Institute se sídlem v Londýně. Tato subkomise publikovala za uplynulé období čtyři nové mezinárodní normy. ISO 2714 a ISO 2715 zaměřené na měření objemu kapalných uhlovodíků různými typy průtokoměrů. Dále ISO 12917, která je zaměřena na kalibraci horizontálních válcových nádrží manuellními metodami. Nejobecnější využití v petrochemii má z nových dokumentů mezinárodní norma ISO 91 definující teplotní a tlakové objemové korekční faktory a standardní podmínky pro různé ropné produkty, která v sobě inovuje informace dříve uváděné v několika starších zrušených mezinárodních normách. Byla iniciována revize norem ISO 3170 (Kapalné ropné výrobky – ruční odběr vzorků) a ISO 3171 (Kapalné ropné výrobky – odběr vzorků z potrubí), které jsou zavedeny do systému českých norem jako převzaté evropské normy ČSN EN ISO 3170, resp. 3171. Velmi aktivní a zajímavá pracovní skupina i z pohledu laboratorní praxe je WG 12 zabývající se stanovením hustoty ropných produktů. Ve spolupráci s The Energy Institute

probíhají studie v oblasti měření hustoty diesellových kapalných paliv s biosložkou (motorové nafty s různým podílem biosložky na bázi FAME). Tato pracovní skupina požádala též ISO/TC 28 o převzetí technické zprávy ISO/TR 19441 zabývající se vztahem hustota vs. teplota u paliv a biopaliv, která byla uveřejněna v únoru 2018. Jde o zásadní normalizační dokument, jehož překlad do českého jazyka doporučila technická normalizační komise TNK 118 Ropa a ropné výrobky, jakožto poradní orgán České agentury pro standardizaci (ČAS). ČAS od letošního roku zajišťuje pro ÚNMZ tvorbu, překlady a vydávání českých technických norem. Subkomise ISO/TC 28/SC 4 Klasifikace a specifikace paliv a maziv má zásadní dopad pro třídění a aplikace nejrůznějších druhů maziv.

Pod touto subkomisí působí 6 pracovních skupin. WG 3 je společnou pracovní skupinou ISO/TC 28 a výše zmíněné ISO/TC 131, která se zabývá klasifikací a specifikacemi hydraulických kapalin. WG 16 tvoří normy pro klasifikace a specifikace průmyslových převodových olejů, turbinových a kompresorových olejů. Další dvě pracovní skupiny se věnují palivům v námořní dopravě: WG 6 Klasifikace a specifikace paliv pro námořní dopravu a WG 17 Specifikace zkapalněného zemního plynu pro námořní aplikace. Zbývající dvě pracovní skupiny WG 13 a WG 14 jsou dokladem současného velkého soustředění na alternativní paliva, neboť jde o uskupení, která jsou soustředěna výhradně na klasifikace, specifikace, resp. zkušební metody pro dimethylether (DME), který díky svému vysokému cetanovému číslu může hrát roli alternativního paliva především pro motorovou naftu, tedy pro diesellové motory. DME lze mj. vyrábět i z biomasy a představuje tedy pro budoucnost biopalivo s výrazným potenciálem. Aktuálně je pro odborníky v ČR nejzajímavější letošní publikování norem v oblasti specifikací průmyslových maziv, konkrétně ISO 6743-6 Maziva, průmyslové oleje a příbuzné výrobky (třída L) – Klasifikace – Část 6: Skupina C (převodové systémy). Tato norma je právě revidovaná součástí 16 norem série ISO 6743, které pokrývají celý rozsah průmyslových mazacích olejů i jejich všeobecné členění, tj. oleje pro ztrátové mazání, vřetenové, kompresorové, hydraulické, turbinové, převodové, obráběcí, antikorozi, kalící a teplotnosné, pro kluzná vedení, pro pneumatické stroje, pro stacionární motory a jedna část je rovněž věnována klasifikaci plastických maziv. Do českého jazyka byla v minulosti převzata překladem jako evropská EN ISO 6743-4 norma klasifikující hydraulické oleje. Na základě výstupů z letošního zasedání příslušné technické normalizační komise bylo navrženo přeložení mezinárodní normy pro klasifikaci průmyslových převodových olejů ISO 6743-6 a mezinárodní normy specifikující požadavky pro maziva určená pro uzavřené systémy převodovek ISO 12925-1, která je z pohledu ČR druhou důležitou publikovanou mezinárodní normou v posledním období.

Subkomise ISO/TC 28/SC 5, s výrazným zastoupením japonských odborníků, zabývající se měřením zkapalněných uhlovodíkových plynů a zkapalněných plyných paliv na neropné bázi, přispěla k výraznému trendu konference, totiž zaměření

na alternativní paliva. V posledním období byla publikována řada nových norem, zejména v oblasti spojené s námořní přepravou a skladováním zkapalněných uhlovodíkových plynů, např. zkapalněného zemního plynu (LNG), a několik norem, které se týkají manipulace s již zmíněným alternativním palivem dimethyletherem (DME). Příkladem může být ISO 29945, která se zabývá metodami vzorkování DME pro pobřežní terminály.

Alternativní paliva byla samozřejmě doménou v působení subkomise

ISO/TC 28/SC 7 Kapalná biopaliva, jejíž sekretariát zajišťuje Brazílie. Pod touto komisí působí dvě pracovní skupiny, WG 4 se zaměřením na zkušební metody pro ethanol a WG 5 se zaměřením na zkušební metody pro bionaftu. V rámci WG 4 probíhají v současné době odborné aktivity na revizi mezinárodní normy ISO 17308 (stanovení elektrické vodivosti v ethanolu) a ISO 17315 (stanovení celkové kyselosti ethanolu potenciometrickou titrací). Ve stadiu návrhu TC je nově vyvíjený dokument ISO/CD 20782, který se zabývá zkušebními metodami pro stanovení pH paliv na bázi ethanolu. Zajímavým a nadšeně diskutovaným projektem pro budoucnost byl brazilský návrh jednoduché terénní metody pro stanovení obsahu ethanolu v benzínu, aplikovatelné přímo na čerpacích stanicích nebo zásobnících pohonných hmot. Rozpracovaný projektem WG 5 je dokument ISO/DIS 20424 zabývající se stanovením obsahu síry v methylesterech mastných kyselin (FAME) instrumentální metodou ICP-OES.

Skutečným jednacím maratonem se stal poslední den zasedání, kdy probíhalo za účasti několika desítek delegátů z celkem 15 zemí do večerních hodin plenární zasedání celé technické komise ISO/TC 28. Zasedání přijalo celkem 71 rezolucí ve své oblasti technické normalizace. Dle mého názoru stojí za to jmenovat poslední vydané mezinárodní normy významné pro odborné dění v oblasti petrochemie, paliv, maziv a tribologie pro Českou republiku. Jde především o dvě již přijaté revidované mezinárodní normy do systému ČSN pod označením ČSN EN ISO 2719 (bod vzplanutí v uzavřeném kelímku při hodnotách do 100 °C), která byla převzata překladem v roce 2017, a obdobným způsobem byla v letošním roce přejata příbuzná norma jako ČSN EN ISO 2592 (stanovení bodu vzplanutí metodou otevřeného kelímku využitelnou pro velkou většinu mazacích olejů s vyššími body vzplanutí). V důsledku spolupráce a přejímání mezinárodních norem do systému norem evropských byla v letošním roce dále publikována revidovaná EN ISO 20623 Stanovení vysokotlakých a protiděrových vlastností kapalin – čtyřkuličková metoda (Evropské podmínky). Důležitá je palivářská norma EN ISO 4264 Výpočet cetanového indexu paliv na bázi středních destilátů rovnicí o čtyřech proměnných. Vývoj nových norem, které definují nejrůznější zkušební metody se neobejde bez zadávání ověřovacích programů a mezilaboratorních zkoušek v testovacích laboratořích. Statistické zpracování dat má i obrovský význam při testování, získávání výsledků a jejich interpretaci. Proto je mimořádně

důležité zavedení statistických norem EN ISO 4259-1 a ISO 4259-2 pro laboratorní testování ropných výrobků. Část 1 se zabývá stanovením preciznosti údajů ve vztahu ke zkušebním metodám. Část 2 standardizuje interpretaci a použití hodnot preciznosti ve vztahu k metodám zkoušek.

Všechny výše uvedené normy jsou v současnosti zaváděny do systému ČSN překladem do českého jazyka. Z řady desítek zajímavých projektů a rezolucí považují za užitečné jmenovat dále např. zprávu o výzkumu v Energy Institute ohledně náhrady rtuťových teploměrů v některých ISO normách pro zkušební metody. Dále společně projekty s CEN/TC 19, zejména projekt ISO/DIS 22995 pro stanovení bodu zákalu metodou automatického krokového chlazení, zkušební metody na obsah síry ISO 20846 (metoda UVF) a ISO 20884 (metoda WDXRF). Uvedení projektů vedoucích k revizím norem zahrnuje několik desítek položek a je mimo možnosti rozsahu tohoto článku. Delegáti se shodli např. na požadavku přepracovat široce známou normu ISO 3448 z roku 1992 ohledně viskozitních klasifikací průmyslových olejů ISO VG a doplnit tuto normu o nové viskozitní třídy ISO VG pro oleje s extrémně vysokou viskozitou.



Zadření kuliček při provedení tzv. čtyřkuličkového testu

Česká republika využila možnost navázat kontakt se světovou normalizací v oblasti ropy a ropných výrobků. Jsem přesvědčen, že se do budoucna otvírá velký potenciál pro přínosnou mezinárodní spolupráci, jak v ISO/TC 28, tak i ve spolupracující evropské technické komisi CEN/TC 19. Z evropského úhlu pohledu je ISO/TC 28 zcela zásadní institucí pro určování trendů v oblasti norem pro maziva, které jsou často přebírány evropskou normalizací v rámci CEN/TC 19. Primárním zdrojem palivářských normalizačních dokumentů je potom v Evropě v důsledku návaznosti na evropskou legislativu CEN/TC 19. Hlavními současnými trendy v oboru jsou alternativní paliva a zavádění automatizovaných zkušebních metod. Součástí zasedání byla také komerční prezentace firem dodávajících analytické přístroje, např. Metrohm nebo VUV Analytics. Po vyhodnocení a analyzování současného stavu zdrojů využitelných v technické normalizaci oboru a odborných zájmů v rámci České strojnické společnosti a příslušné technické normalizační komise bude vypracován návrh aktivní mezinárodní spolupráce a předložen národním normalizačním institucím. ■

Ing. Petr Kříž, Česká strojnická společnost, odborná sekce Tribotechnika