Maziva – oleje – technologické kapaliny

TRIBOTECHNICKÉ INFORMACE

1/2023

TRIBOTECHNIKA
MOTOROVÁ PALIVA

TECHMAGAZÍN

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

OBSAH:

- **Nenápadný půvab tribotechniky** 2
  Editorial: Josef Vališka
- **Zasedání CEN TC/19: Ropa a ropné výrobky** 3-4
  Ing. Petr Kříž
- **Účinek fullerenových částic WS2 na tribologii tváření kovových materiálů** 5-7
  Ing. Miroslav Píška, Ing. Zuzana Vnuková, Ing. Jan Sedláček
- **Jak na havárie s nebezpečnými kapalinami?** 8-9
  www.denios.cz
- **Mikroskopická analýza částic** 10-11
  Mgr. Pavlína Lesňáková

Česká strojnická společnost
sekce **Tribotechnika a motorová paliva**
Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1
tel.: 728 747 242,
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

NENÁPADNÝ PŮVAB TRIBOTECHNIKY

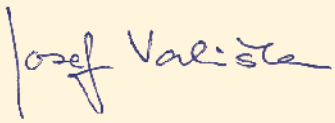
Vše, co je v pohybu (a to je dnes prakticky celý svět), zejména pokud jde o nejrůznější technická zařízení, nějak souvisí s třením a energií. A jak na ně, to je skutečná věda.

Věda, která však není jen akademickou záležitostí, ale rozvinutým segmentem se zcela praktickým významem i výsledky – a dnes už i regulérním byznysem. V době, která je charakterizována úsilím o maximální efektivitu, úspornost a ohleduplnost k životnímu prostředí, je samozřejmě velmi důležité i vědět, jak dosáhnout toho, aby systémy, které denně používáme a jsou neodmyslitelnou součástí našeho běžného života, fungovaly přesně tím požadovaným způsobem.

Poznatky, které k tomu mohou přispět, mají proto cenu zlata (doslova a do písmene), obvykle v podobě významných úspor, jež lze s jejich pomocí zajistit. Přičemž významnou roli v tom hraje právě tribotechnologie, resp. tribotechnika, přinášející výsledky tohoto oboru do praxe a aplikačního využití, která umožňuje správnou volbou správných materiálů, maziv apod. snížit energetické ztráty, zajistit maximální spolehlivost a dlouhou životnost provozovaných zařízení.

Dnes mj. i pomocí systémů prediktivní údržby předcházet drahým a nákladným poruchám, resp. vysokým nákladům, v důsledku nepředvídaných fatálních selhání zařízení, jimž se dá s využitím vhodných prostředků a technologií zabránit. A i když se může někdy zdát, že tento obor je ve stínu módních marketingových kampaní typu Průmysl 4.0, digitalizace, automatizace apod., opak je pravda: je jejich možná nenápadnou, ale klíčovou součástí. ■

Josef Vališka,
šéfredaktor



PLÁN ODBORNÝCH AKCÍ TRIBOTECHNIKY NA 2. POL. 2023

ZÁKLADNÍ A NÁSTAVBOVÝ KURZ TRIBOTECHNIKY
Termín: 10.–13. října 2023
Hotel Sladovna, Černá Hora.
odborný garant: Ing. Vladimír Nováček, Ing. Jiří Valdauf (strojspol.@csvts.cz)

ODBORNÝ SEMINÁŘ TRIBOLOGIE
Termín: 6. prosince 2023
Novotného lávka 200/5, Praha 1
odborný garant: Ing. Petr Kříž, (petr.kriz@chematribos.cz)

TRIBOTECHNICKÉ INFORMACE Č. 2/2023 příloha TechMagazínu
Termín vydání: 10. listopadu 2023
odborný garant: Ing. Petr Kříž, (petr.kriz@chematribos.cz)
organizační garant: Petr Kostolník (petr.kostolnik@techmagazin.cz)

Bližší informace: Ing. Olga Křížová, tajemník ČSS
mobil: 728 747 242, nebo na **www.tribotechnika.cz**

ZASEDÁNÍ CEN TC/19: ROPA A ROPNÉ VÝROBKY

Česká strojnická společnost – Centrum technické normalizace, hostila v letošním roce v Praze pravidelné zasedání evropské technické komise CEN TC/19 Ropa a ropné výrobky, maziva a příbuzné produkty, ve dnech 24.–28. dubna 2023.

Tato významná akce na poli standardizace se uskutečnila pod záštitou Ministerstva průmyslu a obchodu udělenou ministrem Ing. Jozefem Síkelou. Velký dík patří České agentuře pro standardizaci jako hlavnímu sponzorovi a partnerské organizaci zastřešující toto zasedání z pohledu národního normalizačního orgánu UNMZ, stejně jako sponzorům setkání z řad komerčních subjektů, kterými byly firmy provozující středoevropské a české rafinerie, společnosti ORLEN Unipetrol a MOL. Zasedání se uskutečnilo v budově Českého svazu vědeckotechnických společností (ČSVTS) v atraktivním centru Prahy na Novotného lávce v bezprostřední blízkosti Karlova mostu, kde sídlí i Česká strojnická společnost.

Pro zasedání, které se uskutečňuje pravidelně jednou za dva roky, bylo vyčleněno pět jednacích dní. Program zasedání byl zahájen tématy motorových paliv, která představují velmi důležitou část aktivit CEN TC/19, především v návaznosti na evropskou legislativu zaměřenou na snižování emisí skleníkových plynů.

Zasedání bylo zahájeno v pondělí 24. dubna setkáním zástupců technického fóra se zaměřením na motorové benziny s vyšším obsahem kyslíku označovaného jako TF E10+, podle druhů motorových benzinů obsahujících vyšší množství kyslíku, a to v přepočtu na ethanol nad 10 % objemu. V návaznosti na právě probíhající revizi evropské směrnice k obnovitelným zdrojům energie (tzv. RED III vůči aktuálně platné RED II), která je součástí legislativního balíčku Fit for 55 byl diskutován záměr zavedení výše uvedených benzinů s obsahem kyslíku v přepočtu na ethanol až do výše 20 %, který bude označován E20, tedy analogicky ve smyslu aktuálně platné normy na označování paliv EN 16942.

Zavedení tohoto paliva je podporováno všemi rozhodujícími hráči v oblasti paliv, především pak Evropskou asociací výrobců automobilů (ACEA), která má ambiciózní cíle uvedení benzinů s obsahem ethanolu ideálně v přepočtu na 15 až 20 % objemových, avšak bude pravděpodobně akceptováno i dosažení širšího rozmezí 10 až 20 % objemových. Nejpodstatnější technickou položkou návrhu na zavedení benzinu E20 bylo oktanové číslo získané výzkumnou metodou (RON), kde byl konstatován úmysl zavedení minimálního limitu RON = 98. Tento návrh byl podpořen několika přesvědčivými technickými prezentacemi na téma přínosů RON 98 vs. RON 95 pro spotřebu paliva a pro průběh spalovacího procesu, například prezentací na téma charakteristik předzápalu pro různé druhy paliv. Bylo konstatováno, že pro moderní zážehové motory je možno s palivem specifikovaným minimálním RON = 98 dosáhnout zvýšení účinnosti až o 3 %. Z dalších technických parametrů stojí za zmínku problematika koroze v důsledku většího rizika spojeného s vyšším obsahem ethanolu, kde byl diskutován pozitivní vliv detergentů na tento parametr a dosaženo shody na používání standardu měření korozivních vlastností podle Mezinárodní asociace korozních inženýrů NACE TM 0172.

> Tradiční součástí zasedání byl odborný seminář pořádaný zástupci hostitelské země.

Druhý a třetí jednací den byly ve znamení programu pracovních skupin WG 21 a WG 24. Pracovní skupina WG 21, která se zabývá všeobecně problematikou bezolovnatých motorových benzinů, plně podpořila výše uvedené závěry TF E10+ a nadále bude poskytovat v této oblasti podporu výzkumným pracím na technické požadavky a vlastnosti bezolovnatých benzinů s vyšším obsahem kyslíku a kyslíkatých látek. Samozřejmě zde nejde jen o podporu vyššího obsahu ethanolu jako takového, ale důraz bude kladen i na použití kyslíkatých látek s výhodnými technickými vlastnostmi na bázi etherů, jako je např. ETBE.

V oblasti ethanolu se skupina aktuálně zabývá revizí technické normy EN 15691 Ethanol, jako složka automobilových benzinů – Stanovení netěkavého podílu (odparku) – Vážková metoda. Nejdůležitější pracovní položkou skupiny v následujícím období bude revize aktuálního vydání normy EN 228, která je legislativně zezávazněna pro specifikaci motorových benzinů. Revize bude provedena především s ohledem na charakteristiky LSPI (předzápal při nízkých otáčkách) a vlivu vlastností benzinu na tvorbu pevných částic během spalování. Česká republika připravuje s ohledem na revizi normy EN 228 určité vstupy v oblasti

destilačních charakteristik a těkavosti, které jsou v souladu se zájmy našich výrobců, dodavatelů paliv a provozovatelů čerpacích stanic. Z dalších oblastí aktivit WG 21 je třeba určitě zdůraznit přípravu nových norem pro alkylované benziny pro tzv. malé spalovací motory používané typicky pro zahradní techniku, a to EN 17867 Alkylované benziny pro malé spalovací motory připravované ve spolupráci s technickou komisí CEN TC 441 – Označování paliv a EN 17697 Specifikace bezolovnatých benzinů pro použití v malých motorech.

V oblasti činnosti pracovní skupiny WG 24 se zaměřením na motorové nafty je zcela zásadní pracovní položka revidující normu na legislativně závaznou specifikaci motorové nafty EN 590. Revize je zaměřená především na řešení zvýšeného opotřebení vstřikovačů nafty v důsledku přítomnosti abrazivních částic, kde od roku 2017 probíhá dlouhodobý výzkum. Návrh ohledně přítomnosti abrazivních částic aktuálně posuzují výrobci vstřikovačů a výrobci souvisejících zařízení OEM, návrhy měření abrazivních částic se ustavily na použití podle normy Institute of Petroleum IP 630. Dále je v diskusi případné snížení limitu hustoty tak, aby bylo možné použít větších podílů tzv. parafinické motorové nafty, která je řazena mezi syntetická paliva.

Pracovní skupina WG 38 zabývající se alternativními palivy pracuje v úzké návaznosti na instituce EU a je motivována legislativním balíčkem pro snižování emisí Fit for 55. Nejvyšší priorita je věnována vývoji standardizačních požadavků pro paliva se středním obsahem kyslíku, např. v souvislosti s uvedenou problematikou benzinů E20. Střední priorita bude věnována rozvoji palivových směsí s obsahem methanolu, které by mohly mít velký dopad na lodní dopravu. Vedlejší

prioritou je rozvoj použití DME (dimethylether) jako směsné komponenty pro LPG, tedy zkapalněné uhlovodíkové plyny, především na bázi propanu a butanu. Pozornost se obrací také k zavádění dalších paliv, jako je použití amoniaku, jenž může být prakticky aplikovatelný jednodušší cestou než vodík, a dále tzv. OME (oxymethylenethery).

Tradiční součástí zasedání byl odborný seminář pořádaný zástupci hostitelské země, tedy České republiky, tentokrát nazvaný Motorová paliva dnes a v budoucnosti. Přednášející z Ministerstva průmyslu a obchodu, České vodíkové technologické platformy HYTEP, Svazu chemického průmyslu ČR a zástupci sponzorů ORLEN Unipetrol a MOL přednesli pět zajímavých přednášek na aktuální témata. Kladný ohlas vzbudily všechny přednášky, ať již na téma legislativních rámců pro používání syntetických paliv nebo vodíku, přednášky ohledně strategií rozvoje rafinerií v nových podmínkách nebo přínos standardizace paliv k jejich reálné kvalitě v praxi České republiky.

Poslední dva jednací dny byly tradičně vyhrazeny plenárnímu zasedání CEN TC/19. Velmi důležitým výstupem ze zasedání je informace z jednání se zástupci Evropské komise (DG CLIMA), která potvrzuje, že do roku 2026 není pravděpodobná změna směrnice specifikující kvalitu motorových paliv (FQD). Plenární zasedání informovalo o spolupráci s řadou institucí, mezi jinými o spolupráci se zrcadlovou komisí ASTM D02 v oblasti mezilaboratorních zkoušek pro obsah FAME ve směsích motorových naft a dále pro obsah aromátů, diaromátů a triaromátů v motorových naftách a syntetických motorových naftách. Vystoupili na něm zástupci řady spolupracujících organizací se svými zprávami, např. zástupci ATC (Technická komise výrobců aditiv v Evropě), CONCAWE (Asociace evropských rafinerií s environmentálním zaměřením), Methanol Institute, Fuels Sustainable a dalších. Samozřejmou součástí byly též zprávy o činnosti dalších pracovních skupin nejen se zaměřením na paliva, ale také na maziva, které však převyšují rozsah a možnosti tohoto článku. Byla také odhlasována rezoluce o zvýšení frekvence konání zasedání CEN TC/19 jedenkrát ročně.

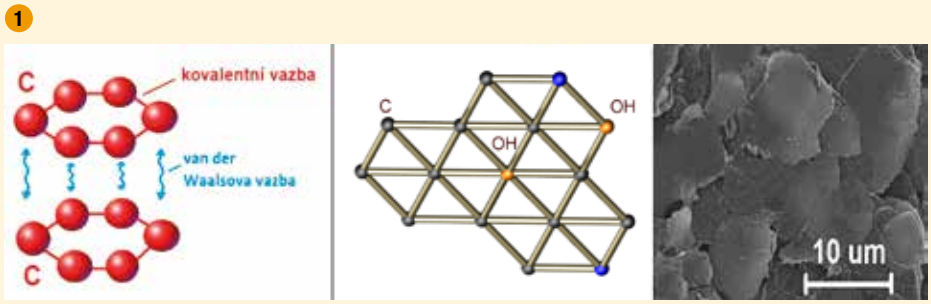
Celkem se pro pět jednacích dní zaregistrovalo 89 účastníků z 19 evropských zemí a Turecka. Zasedání mělo velmi pozitivní ohlasy, jak ohledně odborné úrovně, tak i směrem k organizaci. V neposlední řadě účastníci ocenili organizovanou procházku nejatraktivnějšími místy staré Prahy s profesionálním průvodcem. ■

Ing. Petr Kříž
předseda České strojnické společnosti

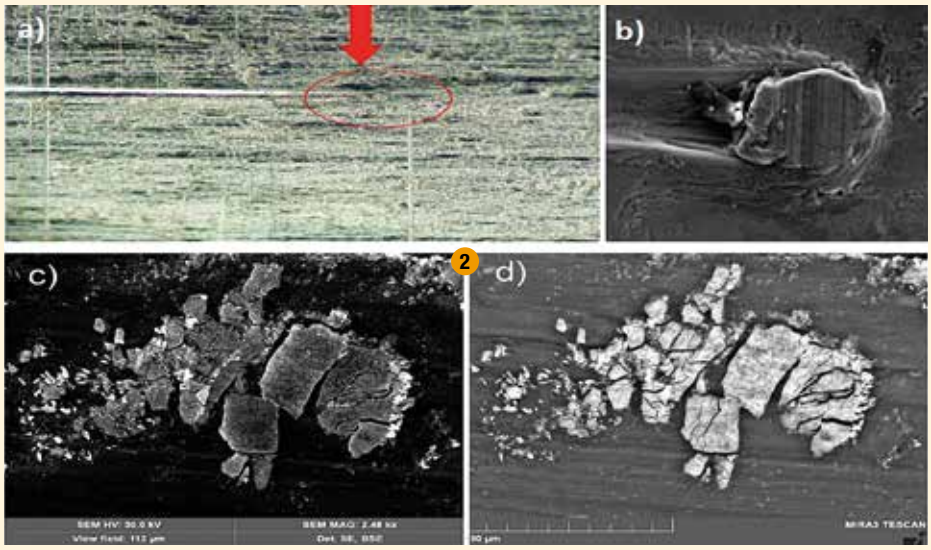
▼ INZERCE

ÚČINEK FULLERENOVÝCH ČÁSTIC WS2 NA TRIBOLOGII TVÁŘENÍ KOVOVÝCH MATERIÁLŮ

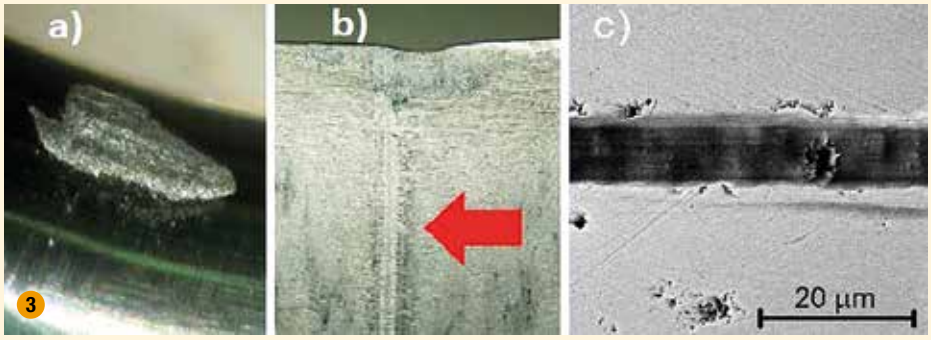
Tento příspěvek se zabývá testováním účinků redukovaného oxidu grafenu (RGO) při zpětném protlačování kovových aerosolových nádobek a disulfidu wolframu (WS2) při tváření závitu v zušlechtěné oceli.



1 **Struktura grafenu** jako účinného maziva, struktura redukovaného oxidu grafenu a vločky redukovaného oxidu grafenu.



2 **Poškození plechovky** cizorodou částicí. Abrazivní rýha (a), zachycená inkluze (b), analýza inkluze v režimu sekundárních elektronů (c), analýza inkluze v režimu odražených elektronů (d).



3 **Poškození plechovky** uvolněním nestabilní části nárůstku na hraně tvářecího nástroje. Místo výskytu nárůstku (a), poškozená hrana nádobky (b), detail abrazivní rýhy v nádobce (c).

Objev grafenu a obecně fullerenů koncem 90. let znamenal doslova revoluci v řadě průmyslových odvětví. Jejich specifická struktura a velmi malé rozměry zajišťují mimořádné mechanické a tribologické vlastnosti, a tak brzy vznikla i řada nových pojmů, jako např. superlubricita, s uváděnými hodnotami koeficientu smykového tření kolem 0,000001, což vyvolalo zájem na zkoušky aplikací v technické praxi.

Teoretický rozbor problému

Fullereny mohou vytvářet několik morfologických fází: duté kuličky o velikosti cca 200 nm, vločky, destičky, stuhy, vrstevnaté struktury, nanotrubičky a vrstevnaté kuličky. Jejich unikátní vlastnosti však nespočívají v pouhém chemickém složení či jednoduché struktuře, ale právě v kombinaci jejich vysoké pevnosti kovalentní vazby, poskytující Youngův modul 1 TPa (5x vyšší než ocel), a velmi slabé van der Waalsově vazbě (< 0,1 eV, tzn. cca 80krát nižší), umožňující snadný skluz těchto uhlíkových rovin, ale odolávající i průniku diamantového hrotu mikroskopu pro atomární síly. Podobným materiálem je i redukovaný grafen oxidu nahrazující v některých uzlových bodech mřížky uhlíku jinými prvky s velmi jemnou vločkovou morfologií (viz **obr. 1**).

Experimentální část

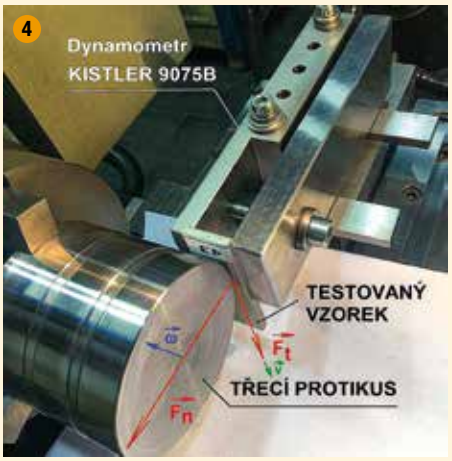
Zkoušky účinků RGO na tribologii rozhraní pro tváření aerosolových nádobek

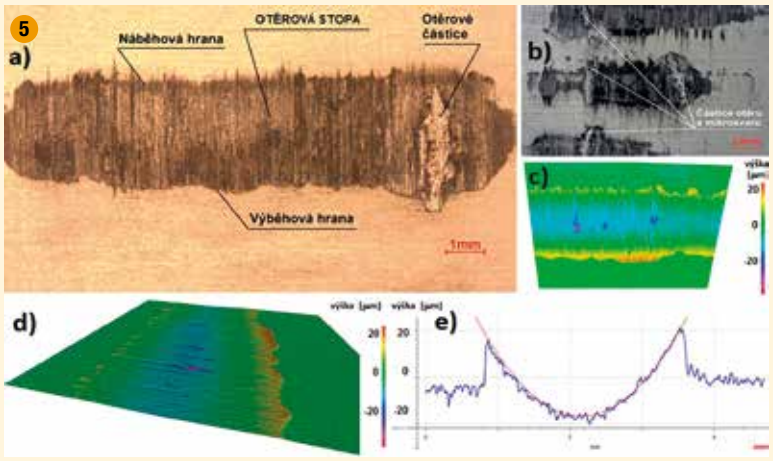
Tváření kovů při výrobě aerosolových nádobek se vyznačuje extrémními podmínkami tváření, které se blíží adiabatickému průběhu deformace. To znamená, že vygenerované deformační teplo přispívá k eliminaci nárůstu meze kluzu materiálu v důsledku velké deformace i vysoké rychlosti deformace materiálu a tvářený materiál účinně odpevňuje, takže se kov při tváření chová jako silně viskózní kapalina. Nicméně i tady se může vyskytnout problém, při kterém částice tvářeného materiálu dokáže poškodit tenkou stěnu plechovky (**obr. 2, 3**), proto je účinné mazání zcela namístě. Pro zkušební testy byly vyrobeny tři druhy vzorků po třech kusech z hliníkové slitiny (téměř čistý hliník) o rozměrech 30 x 6,6 x 100 mm pro testování s označením (podle nanesené vrstvy laku):

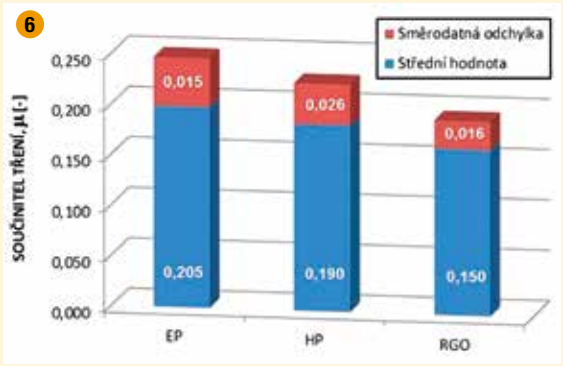
a) EP – standardní lak (blíže nespecifikovaný),

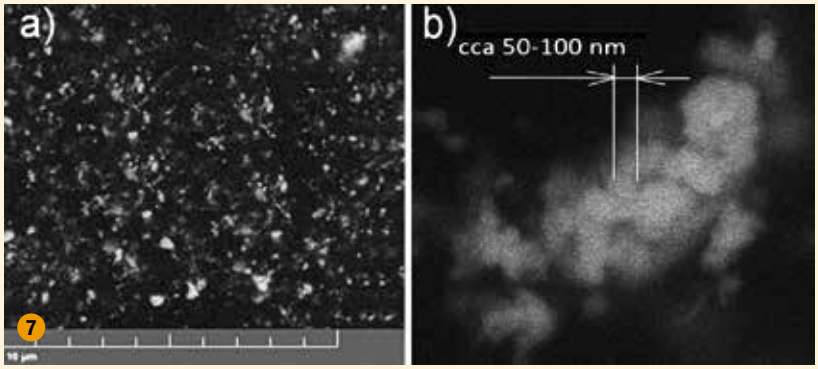
b) HP – Graphene GNP HP F8/1 (tzv. graphene nanoplatelets), destičky s velikostí částic do 26,5 µm, 73 % ≤ 10 vrstev,

FOTO: Denios









c) RGO – 5% redukovaný oxid grafenu v isopropanolu – vločky s nízkým stupněm oxidace, průměrná velikost vloček je 500 nm, 90 % vloček mělo průměr menší než 800 nm, počet vrstev < 10.

Třecí zkoušky na VUT v Brně probíhaly na speciálním stroji podle vlastního know-how, které umožňuje zhotovení dokonale symetrické a koaxiální válcovité plochy s osou rotace vzorku a kvalitním povrchem třecího protikusu (Ra < 0,4 μm), při obvodové rychlosti 100 m/min a přítlaku 40 N a při počáteční teplotě třecí dvojice 21 °C (**obr. 4**).

Testování účinků disulfidu wolframu (WS2) při tváření závitu v zušlechtěné oceli

Tento materiál byl zvolen na základě rostoucího počtu publikací, který uváděl unikátní vlastnosti tohoto fullerenu díky multivrstevnaté struktuře nanofullerenových kulovitých částic, zajišťující vynikající mazací schopnosti, přičemž celistvé fáze prokazují odolnost proti tlakovému zatížení (4 263 000 psi, tj. asi 30 MPa), teplotám (-273 do +500 °C) a balistickému dynamickému zatěžování. Při vysokých zatíženích (cca 1 GPa) se oddělují dílčí vrstvy od povrchu a tvoří tenkou ochrannou vrstvu na povrchu oceli, která snižuje tření a degradaci mezi materiálem a nástrojem. Uváděná velikost nanočástic výrobcem je od 50 do 200 nm, které snadno zaplňují všechny druhy poruch celistvosti povrchu, jako jsou mikrotrhliny a škrábance. Netoxický a zdravotně nezávadný materiál, bez aktivní síry, chloru, boru, formaldehydu, zinku a bez kritických aminů (jako jsou monoethanol nebo dicyklohexylaminy). Tento materiál není klasifikován jako karcinogenní nebo mutagenní pro zárodečné buňky.

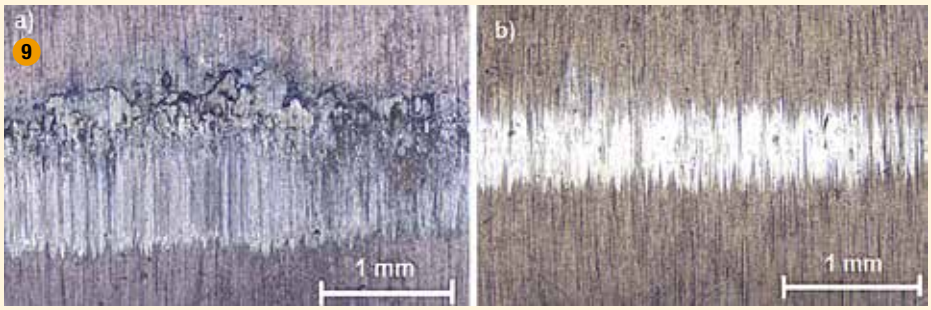
Vlastní analýza tohoto materiálu pomocí elektronové mikroskopie prokázala, že koncentrát tohoto přípravku (s označením MFW3302) obsahuje shluky jemných kulovitých částí (viz **obr. 7**).

Výrobce dále uvádí dobrou rozpustnost nanopřísady WS2 ve vodě v jakémkoliv poměru, přičemž doporučený rozsah objemových koncentrací je 5–10 %. Pro zkoušky byly zvoleny různé koncentrace ve vodě ve větším rozsahu, s kvalitou vody dle tabulky níže.

Parametry vody

Měřený parametr	Hodnota
Vodivost (mS/m)	27,00
Acidita (pH)	7,72
Obsah rozpuštěných pevných částic (mg/l)	237
Tvrdost vody (mmol/l)	1,90
Tvrdost vody (°DH)	11,00
Obsah železa (mg/l)	< 0,10

Vlastní zkoušky proběhly podle metodiky, tvářeným materiálem byla nízkolegovaná ušlechtilá křemíkovo-chromová ocel 54 SiCr6 CSN EN 10089-03 ve stavu válcovaném za tepla, o pevnosti Rm = 900–1150 MPa, tažnost A_5 = min. 5 %, kontrakce Z = min. 38 %, obrobená do bloků materiálu 15 x 15–100 mm. Tvářecím nástrojem byl závitník Gühring HSS-E S-MASCH – GFO DIN 371RN FORM C 6HX M6 (5 % Co) s povlakem TiN (2,5 μm).



9

4 **Princip zkoušky tření –** měření přítlačné síly Fn a tečné (smykové) Ft.

5 **Analýza otěrových stop.** Celkový pohled (a), opakovaná měření (b), kolmý pohled na otěrovou plochu (c), axonometrický pohled (d), digitální řez otěrové plochy (e).

6 **Statistický rozbor** dosažených výsledků.

7 **Analýza struktury částic** pomocí elektronového mikroskopu. Přehledový snímek (a), detail struktury při zvětšení 100 000krát (b).

8 **Ukázka experimentu** tváření závitu a aplikace maziva.

9 **Otěr na reálných** aerosolových nádobkách při stejné expozici zatížení a času 50 sekund, EP (a), RGO (b).

Obráběcím strojem bylo centrum MCV 1210 s řídicím systémem Sinumerik 840D, krouticí momenty a síly byly snímány dynamometrem Kistler 5072 plně řízeným počítačem se snímací frekvencí 16 kHz v každém měřeném kanálu. Tvářecí rychlost 57 m/min, otáčky 3000 1/min, posuv na otáčku: 1 mm. Nástroj byl upnut v bezpečnostním adaptéru Emuge Franken KSN Synchro IKZ. Mazání bylo ruční, pomocí plastikové láhve se zaplavením tvářeného závitu.

Diskuze výsledků

Při zkouškách tváření nádobek se oba fullereny osvědčily v účinku na třecí vlastnosti lakovaných Al plechovek, přičemž lepší výsledky dosáhl RGO (o 100 % vyšší časová odolnost vůči EP při stejném zatížení, při nižším součiniteli tření). Ekonomická náročnost je přijatelná vůči vyšší spolehlivosti nádobek, výzkum pokračuje mj. v usměrněném rozložení fullerenů vůči směru zatížení. Fullereny napomohly k zachování materiálu v třecím místě ve prospěch plastické deformace třené vrstvy, což se projevilo i na reálných nádobkách (**obr. 9**).

Aplikace tohoto druhu suspenze nanoaditiv na tváření závitů byla v této zkoušce pouze srovnatelná s jinými druhy procesních kapalin (polymerů). Potvrdil se její maximální účinek při objemové koncentraci 10 % na energetické účinky při tváření, ale pro zlepšení součinitele tření jsou jiné polymery v této aplikaci účinnější. Tato suspenze měla silnou tendenci k sedimentaci, což by mohlo vést k problémům při odstávkách výrobní techniky. Výzkum dalších technologických aplikací pokračuje.

Závěry

Testované fullereny (grafen a redukovaný oxid grafenu) prokázaly své výborné tribologické účinky pro aplikaci zpětného protlačování lakovaných hliníkových slitin. I přes svou vysokou cenovou náročnost je lze využít v nízkých koncentracích, kde snižují smykové tření a brání vzniku nárůstků na stěnách tvářecích nástrojů, což vede ke snížení výskytu neshodných kusů. Naopak tváření závitu v zušlechtěné oceli s aplikací disulfidu wolframu se neprokázalo výrazně výhodnější ve srovnání s běžně používanými polymery.

Příspěvek byl vytvořen s podporou projektů „Aplikace nových technologií povrchových úprav v kovovém obalovém průmyslu“, PID: FV40313, MPO a projektu specifického výzkumu FSI VUT v Brně „Moderní technologie pro zpracování pokročilých materiálů využívaných pro interdisciplinární aplikace“, FSI-S-22-7957. ■

Prof. Ing. Miroslav Píška, CSc,
FSI VUT Brno
Ing. Zuzana Vnuková,
Ing. Jan Sedláček, Ph.D, Moravia Cans

▼ INZERCE

ŠPONDR® CMS spol. s r. o.

BIJUR DELIMON INTERNATIONAL
VÝHRADNÍ ZASTOUPENÍ PRO ČR A SR

CENTRÁLNÍ MAZACÍ SYSTÉMY

ÚSPORY	Navrhneme a dodáme kvalitní systém, který ošetří vaše stroje a výrazně prodlouží jejich životnost, sníží četnost servisních zásahů, uspoří energii a zvýší komfort ve vašem podniku.
KVALITA	Výroba podléhá postupům v rámci certifikací, za kvalitu ručíme nadstandardní zárukou až 36 měsíců.
RYCHLOST	Držíme bohaté skladové zásoby, nonstop servis, v případě nutnosti okamžitá reakce.
TRADICE	1872 založen DELIMON, 1993 ŠPONDR CMS. Mnohaleté zkušenosti jsou garancí spolehlivosti a dlouhodobé spolupráce.

NÁVRH – PRODEJ – MONTÁŽ – SERVIS – NÁHRADNÍ DÍLY

ÚSPORY PRO VŠECHNA ODVĚTVÍ PRŮMYSLU

ŠPONDR CMS, SPOL. S R. O.
+420 549 274 502
SPONDR@SPONDRCMS.CZ
WWW.SPONDRCMS.CZ
JEČNÁ 26A
621 00 BRNO

JAK NA HAVÁRIE S NEBEZPEČNÝMI KAPALINAMI? BEZPEČNĚ A EFEKTIVNĚ!

Všude tam, kde se manipuluje s nebezpečnými látkami, existuje bohužel vždy určité riziko, že dojde k jejich úniku. Mezi takové činnosti patří nejen manipulace s nebezpečnými látkami na pracovišti, ale také vyskladňování a naskladňování těchto látek.

Mezi nejvíce rizikové patří především oblasti, kde se větší nádoby vyskladňují či naskladňují pomocí vysokozdvižných či paletových vozíků. Všichni, kteří běžně pracují ve skladu nebo na pracovišti s nebezpečnými kapalinami, by měli být schopni rychle a správně zareagovat na vzniklou nehodu. Jsou to totiž ti, kteří jsou se vzniklou nehodou konfrontováni jako první.

Největší nedostatky připravenosti ve firmách

V každé firmě je situace zcela odlišná. Mimo jiné záleží na tom, jak intenzivně a jak dlouho se firma touto problematikou zabývá. Velké firmy mají tendenci např. usilovat o získání různých certifikátů, nebo je u nich zaveden systém environmentálního managementu, takže většinou bývají dobře připraveny. Tyto firmy zpravidla potřebují jen optimalizovat jednotlivé kroky během konkrétní havarijní situace.

V jiných firmách jsou nedostatky zásadanějšího charakteru. Často roli havarijního plánu podceňují a ptají se, proč se otázkou úniku nebezpečných látek vůbec zabývat. V některých firmách se dokonce stává, že zaměstnanci netuší, kde sorpční prostředky pro okamžitý zásah při úniku nebezpečné látky hledat.

Největší chyby při likvidaci havárie

Jednou z nejzásadnějších chyb je, že není k dispozici dostatek sorpčního materiálu. Příčinou může být například chyba při plánování materiálových zásob. Pro stanovení konkrétního vhodného objemu záchytné vany platí základní pravidlo, že záchytná vana musí být schopna zachytit alespoň obsah odpovídající největší skladované nádobě. Podobným způsobem je nutno postupovat při plánování materiálových zásob sorbentů, kdy je třeba si uvědomit, že veškeré nádoby s nebezpečnými látkami s sebou přináší vysoký potenciál nebezpečí v podobě možného úniku. K jeho likvidaci je nutné mít k dispozici dostatek vhodných sorbentů s odpovídající absorpční kapacitou.

Jsou vaši zaměstnanci připraveni na případnou havárii?

Pro představu: Pokud budete mít například k dispozici dostatek sorbentů pro absorpci kapaliny vyteklé z 200litrového sudu, ale dojde k poškození třeba IBC nádrže, která má mnohonásobně vyšší objem, sorpčních prostředků bude nedostatek a pak nezáleží na tom, jak dobře jsou vaši zaměstnanci proškoleni.

Při plánování zásob je třeba brát v úvahu spotřebu sorbentů v rámci standardního provozu. Malé úkapy jsou při každodenní práci naprosto běžné – občas se něco rozlije nebo zamaže, tudíž i zde sorbenty naleznou své uplatnění. Ovšem zásoby se tak postupně snižují a může nastat den, kdy dojde k nějaké větší havárii a k její likvidaci nebude k dispozici potřebné množství sorbentů.

FOTO: Denios

FOTO: Denios

K předcházení takovým situacím doporučujeme striktně rozdělit celkovou zásobu sorbentů podle účelu použití na ty, které jsou určené ke každodenní spotřebě a ty, které použijete v případě havárie. Ke každodenní spotřebě jsou ideální např. sorpční role, které lze umístit na nástěnný držák a k nimž tak mají zaměstnanci neustálý přístup. Pro větší nehody a havárie jsou určeny havarijní sorpční sady, které mohou být uloženy zvlášť v zaplombovaném boxu.

V každém případě by měla být spotřeba sorpčního materiálu průběžně monitorována a zásoby pravidelně doplňovány. Nejrozumnější je stanovit v této věci odpovědnou osobu a zavést tuto povinnost do provozního řádu.

Za fatální chybu lze považovat také to, že v případě nehody nebude k dispozici vhodná varianta sorbentů pro zachycení konkrétní kapaliny. Proto je nezbytné si před pořízením zásoby sorpčních prostředků ujasnit, jaké druhy kapalin jsou v provozu používány a v jakém množství. Dále je třeba promyslet, kde budou sorbenty uskladněny, kde budou používány a kde hrozí nejvyšší riziko úniku. To vše dokáže napovědět, jaké sorbenty je třeba mít po ruce v blízkosti konkrétních rizikových oblastí.

Základní postup při úniku kapaliny

V první řadě je třeba správně posoudit situaci. Co přesně vyteklo a jaké nebezpečí z úniku tohoto druhu kapaliny hrozí. Dále je třeba mít neustále na paměti, že se nesmíte v blízkosti úniku ničeho dotýkat, pokud nebudete adekvátně vybaveni osobními ochrannými pomůckami! Jakmile uděláte bez rozmyslu jednu věc, uděláte potom hned druhou a další a ještě další, a náhle zjistíte,

1 **Havarijní sorpční sady** mohou být ve firmě uloženy v zaplombovaném boxu.

2 **Řada sorbentů DENSORB** vyniká nekompromisní absorpční schopností a vysokou odolností vůči roztržení.

> „Kdo je připraven, není překvapen," praví lidová moudrost.

že se nějak, ani nevíte jak, vaše pokožka dostala do kontaktu s vyteklou chemikálií, byla poleptána nebo jinak poraněna. Proto jednou z nejdůležitějších věcí, které je třeba vzít na vědomí, je nepouštět se do zásahu bez použití ochranných pomůcek, protože vlastní bezpečnost je to nejdůležitější.

K vlastní ochraně by měly být použity minimálně ochranné rukavice, brýle a uzavřená obuv. Podle nebezpečnosti vyteklé kapaliny může být nutný též respirátor nebo dokonce ochranný oblek. Provozní řád by měl rovněž jasně definovat hranici, kdy je z hlediska velikosti havárie či nebezpečnosti uniklé látky již vhodné postoupit zásah záchranným složkám – např. firemním hasičům.

Nejdůležitější je mít jistotu, že si zaměstnanci dokáží s havárií poradit

Jednoduše řečeno, dojde-li k nějaké havárii, není čas ztrácet čas. Firmy by neměly věnovat pozornost pouze vypracování havarijního plánu, ale měly by s ním zaměstnance take důkladně seznámit a v neposlední řadě jej i prakticky nacvičit – tak jako v případě cvičných evakuačních poplachů. Praktické cvičení pomůže odhalit případné nedostatky havarijního plánu, který pak bude možné vylepšit. Zejména v případech, kdy se v blízkosti místa nehody nacházejí nějaké podlahové výpusti či kanály, je nutné zasáhnout bez zbytečného otálení. Osoby, které nejsou řádně proškoleny, jednají často zbrkle a mohou snadno udělat nějakou chybu – například roznesení úkapů na podrážkách bot, nesprávné použití osobních ochranných pomůcek nebo způsobení kontaminace během likvidace nehody. Pravidelnými tréninky si pracovníci během cvičných zásahů osvojí správný postup, kdy se mohou „nanečisto" poučit z vlastních chyb. Je téměř jisté, že v průběhu školení vypluje na povrch něco, co je třeba vylepšit.

Co je DENIOS akademie?

Jedná se o praktické školení a trénink týkající se likvidace havárie s nebezpečnými látkami. Program školení se skládá z teoretické a praktické části. Během teoretické části je probrána aktuální platná legislativa, plánování nouzových opatření a vhodné prostředky pro případ nehod.

Následuje praktické cvičení, kde si účastníci vyzkouší, jak správně a efektivně používat havarijní sorpční sadu při likvidaci uniklé kapaliny. Dozví se mnoho praktických rad a tipů, které ušetří váš čas a zvýší bezpečnost vašeho provozu a zároveň napomáhají optimalizaci celého procesu likvidace a nápravě případných nedostatků. V rámci školení jsou zohledňovány všechny individuality konkrétního provozu. V potaz jsou brány skutečnosti jako nebezpečí, které v provozu hrozí, s jakými nebezpečnými látkami je zde manipulováno, či zda dle provozního řádu platí na daném místě nějaké zvláštní podmínky. Při tréninku jsou simulovány reálné podmínky, takže se pracuje s nádobami, které jsou v provozu běžně používány, ať již jde o 30litrové kanystry či IBC nádrže.

Jako firma s mnohaletou tradicí máme vlastní řadu sorbentů DENSORB, které v rámci školení používáme. Vynikají extra vysokou sorpční kapacitou, nekompromisní absorpční schopností a výjimečnou odolností vůči roztržení. Sorbenty DENSORB a široké spektrum dalších produktů lze najít na www.denios.cz. Pokud máte zájem o prvotřídní školení od našich specialistů, zavolejte na 800 383 313 nebo pište na obchod@denios.cz. ■

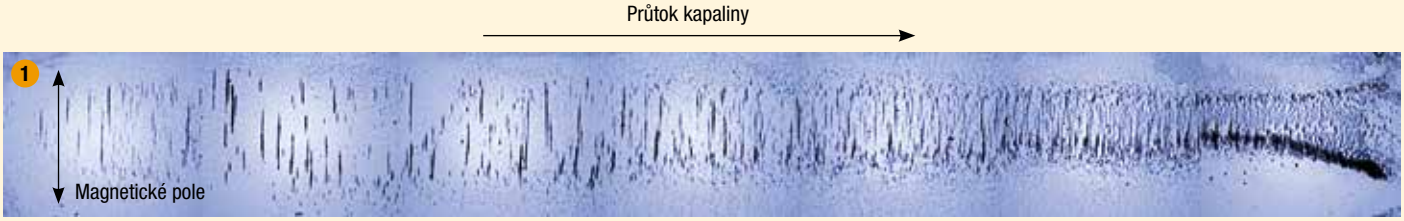
DENIOS
EKOLOGIE & BEZPEČNOST

www.denios.cz

MIKROSKOPICKÁ ANALÝZA ČÁSTIC

METODA PRO HODNOCENÍ TŘECÍCH PROCESŮ VE STROJÍCH

Množství a druh částic, které se tvoří ve strojích při jejich provozu, je možné sledovat různými metodami. Například metodou atomové emisní spektrometrie a hodnotou PQ indexu se mohou hodnotit procesy ve stroji z pohledu celkového opotřebení strojních součástí.

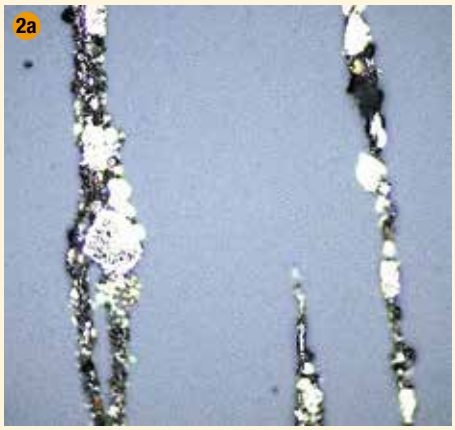


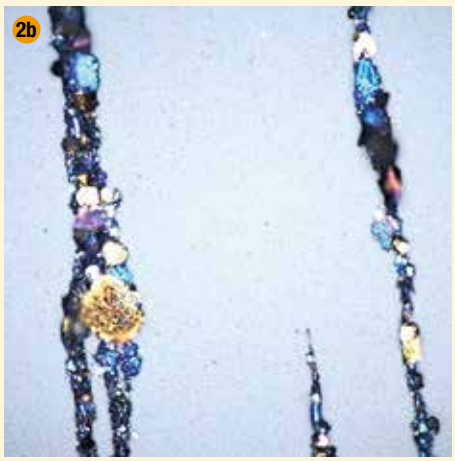
Metody kontroly čistoty oleje pomocí čítače částic nebo gravimetrické hodnocení celkových nečistot na membráně nám dají přehled o stavu oleje z pohledu celkového znečištění. Mají ale své limity, jako např. velikost částic nebo nemagnetickou povahu některých kovů. Mikroskopickou analýzou si můžeme přiblížit procesy probíhající při kontaktním pohybu dvou třecích dvojic. Z výskytu druhu a množství částic, které daný stroj produkuje, můžeme odhadnout, které místo je nadměrně zatíženo, pokud máme dostatečné informace o konstrukci a materiálovém složení daného systému, nebo zda nedošlo k průniku kontaminantů případně vody do systému.

Metoda ferografie neboli mikroskopická analýza částic je založena na pozorování sedimentujících částic v kapalině, která prochází silným magnetickým polem. Ředěný vzorek stéká po skleněné podložce (nebo plastové folii), přičemž největší magnetické částice sedimentují v první polovině ferogramu. Magnetické částice vytvářejí řetízky a jsou orientovány po směru magnetického pole, naproti tomu nemagnetické částice se dají najít kdekoliv ve ferogramu, orientovány jsou náhodně a často po směru průchodu kapaliny. Identifikace částic se odvíjí od polohy částice, její velikosti, orientaci, tvaru, vzhledu, průsvitnosti, zbarvení po zahřátí nebo při použití barevných filtrů či polarizovaného světla. Na **obr. 1** je příklad záznamu ukládání částic na ferogramu při padesátinásobném zvětšení v optickém mikroskopu.

Rozdělení částic

Základní rozdělení částic souvisí s mechanismem jejich vzniku. Za nejzávažnější typ částic se považují částice řezné, které indikují průnik abrazivních kontaminantů nebo vyosení třecích dvojic. Dochází k porušení povrchu tvrdou částicí za odštípnutí třísky kovu. Částice únavové ukazují na přetížení způsobené valivým pohybem. Velikostí přesahují 15 µm, jsou nepravidelně ohraničené a převážně ploché. Částice kluzné nám mohou





přiblížit místo přetížení při kluzném pohybu a nedostatečném mazacím filmu maziva. Velmi často jsou kombinací únavových částic s rovnoběžnými vrypy na povrchu po kluzném pohybu. Nejběžnějším typem jsou částice otěrové, které vznikají vždy při kontaktu dvou třecích dvojic a velikostně nepřesahující 15 µm. Jejich výskyt se považuje za normální a není nebezpečný, pokud se jejich obsah výrazně nezvyšuje. Nemagnetické (neželezné) částice, např. měď nebo hliník, upozorňují např. na přetížení ložisek. Výskyt třecích polymerů můžeme vnímat pozitivně i negativně v závislosti na množství těchto polymerů. Měkký polymer nemá přímý vliv na porušení povrchu, nicméně zvyšuje viskozitu oleje a může ucpávat filtry a způsobovat obtok nebo protržení filtrační vložky, čímž se již odfiltrované větší a tvrdší částice mohou dostat zpátky do systému. Částice korozní jsou obsaženy převážně na konci ferogramu a indikují především zvýšení kyselosti a vyčerpání aditivních složek. Částice oxidů (černé, červené α i β typ) se mohou rovněž vyskytovat na celé testované ploše ferogramu, jsou součástí řetízků, nebo v případně červených paramagnetických oxidů se mohou vyskytovat i mimo ně. Vznikají při přetížení oleje, zvýšené teplotě a také při průniku vody do systému.

K přiblížení odhadu materiálového složení je vhodná tepelná úprava ferogramu, kdy se skleněná podložka zahřeje po dobu 90–120 sekund na teplotu 330 °C. Barevné změny jsou sledovány u různě legovaných ocelí, které se podle stupně legování barví do modra, žluta nebo zůstávají stříbrně bílá. Na **obr. 2** je viditelná změna částic otěrových nízkolegovaných ze stříbrné do modré a únavové částice středně legované oceli ze stříbrné do žluté. Barevné nebo tvarové změny jsou taktéž využívány k identifikaci některých druhů krystalických látek, biologických složek a polymerů.

Kdy se ferografie využívá?

Vzhledem k časové náročnosti při hodnocení ferografické stopy se mohou využívat rutinní metody pro její indikaci, jako např. stanovení obsahu kovů metodou ICP-OES nebo stanovení hodnoty PQ indexu. Avšak v některých případech nemusí hodnoty úplně odpovídat ferografickému nálezu. Jako příklad (vzorek č. 3 – motorový olej) při výskytu vysokého obsahu mědi. Ačkoliv je měď nemagnetická, pokud by byly částice velikosti 5-10 µm a pocházely z otěru, na ferogramu by byly viditelné. V tomto případě měď nebyla na ferogramu nalezena a můžeme tedy usoudit, že je celkově rozpuštěná a pochází z jiného zdroje, např. z chladicího systému (bloky chladiče). Nicméně se zde vyskytovaly únavové částice

FOTO: Denios

Tabulka č.1

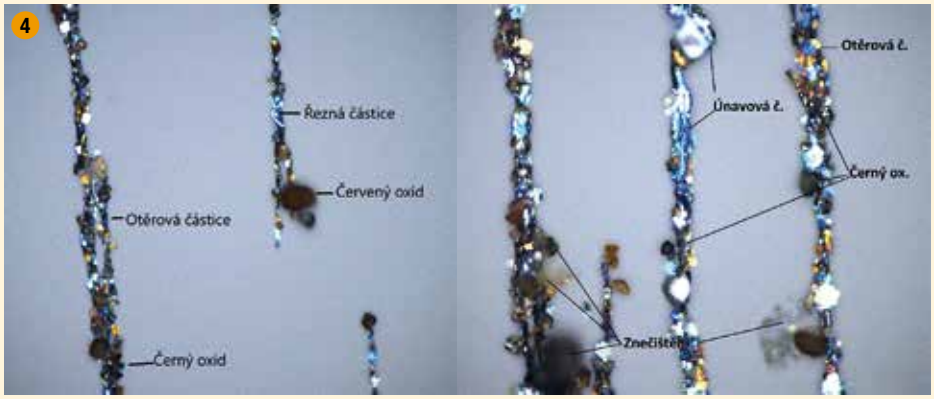
Vzorek	Kovy (ppm)									PQ
	Al	Ni	Cr	Fe	Cu	Pb	Sn	Si	Mo	
1	0	0	0	21	5	0	0	6	0	<10
2	0	0	0	4	0	0	0	1	0	13
3	2	0	0	8	566	2	0	3	24	<10
4	5	0	2	61	105	48	0	14	52	16
5	5	0	1	19	3	2	1	17	62	128

3

Tabulka č.2

Vzorek	Ferografie											poznámka
	Otěrové	Únavová	Řezné	Sférické	Laminární	Oxidy	Třecí polymery	Koroze	Nečistoty	Znečištění	Voština	
1	Zvýšení	Stříbrná	Zanedbatelné	Zanedbatelné	Zanedbatelné	Rudohnědé	Střední	Zanedbatelné	Stříbrná	Zvýšení	Stříbrná	Přívod
2	Zvýšení	Zvýšené	Zanedbatelné	Zanedbatelné	Zanedbatelné	Rudohnědé	Střední	Zanedbatelné	Zvýšená	Zvýšení	Zanedbatelné	Přívod
3	Stříbrná	Zvýšená	Zanedbatelné	Stříbrná	Zanedbatelné	Rudohnědé	Zanedbatelné	Zanedbatelné	Zanedbatelné	Stříbrná	Stříbrná	Motor
4	Střední	Střední	Zvýšené	Zanedbatelné	Zanedbatelné	Černohnědé	Černé	Střední	Zvýšené bílé kov. částice	Střední	Zanedbatelné	Motor
5	Zvýšení	Zvýšená	Zvýšené	Zanedbatelné	Zanedbatelné	Černohnědé	Střední	Střední	Střední	Zvýšení	Střední	Motor

4



velikosti do 57 µm (šířka v nejdelším rozměru, ale částice spíše užšího charakteru) indikující přetížení při valivém pohybu.

V dalším příkladu (vzorek č. 4 – motorový olej) bylo v oleji změřeno zvýšené množství prvků železa a olova a vysoký obsah mědi. Hodnota PQ indexu naznačovala menší množství magnetických částic, ale pro tento typ stroje hodnota byla v běžném rozmezí. Při bližším pozorování pod mikroskopem se ale ukazovaly převážně částice řezné velikosti do 22 µm nízkolegovaných i středně legovaných ocelí, dále byly zvýšené výskyty černých oxidů, korozivních částic a částice nemagnetických bílých kovů, jako hliníku nebo olova velikosti do 18 µm, i částice mědi. Zásadní problém byl určen při detekci extrémního

1 Zobrazení ferografického záznamu při padesátinásobném zvětšení.

2 Částice v řetízku před tepelnou úpravou (2a) a po zahřátí ferogramu na 330 °C (2b).

3 Tabulky 1 a 2 ukazují souhrnný přehled výsledků obsahu kovů, PQ indexu i ferografické analýzy.

4 Ilustrativní zobrazení částic při 500násobném zvětšení

výskytu třecích polymerů, tedy výrazné přetěžování oleje a možnost zanesení filtru a jeho obtok nebo protržení.

U vzorku č. 5 (motorový olej) byla naměřena vysoká hodnota PQ indexu. ICP analýza ale neidentifikovala zvýšené množství kovů. Při mikroskopické analýze byla potvrzena přítomnost zvýšeného množství řezných částic velikosti do 19 µm, také zvýšené množství únavových částic do velikosti 45 µm, černé oxidy, neželezné částice i třecí polymery. V tomto případě se jedná o průnik kontaminantů nebo vyosení třecích dvojic, zvýšení provozní teploty a přetížení oleje.

V případě převodových systémů (vzorky 1 a 2 – převodový olej ISO 460), kde byla ferografie zadávána rutinně, se můžeme podívat na případy zvýšeného množství třecích polymerů, tedy přetěžování oleje. Hodnoty obsahu kovů a PQ indexu neindikují zvýšené množství částic, ale ferografie již v tomto bodě je schopna odhalit zvýšené množství třecích polymerů jako možný problém do budoucna. V případě vzorku č. 2 byla zjištěna přítomnost měděných částic velikosti do 18 µm. Je tedy možné nasadit preventivní čištění oleje, nebo sledovat olej ve zkrácených intervalech a zkontrolovat možný zdroj mědi.

U vybraných vzorků nebyla provedena kontrola čistoty oleje žádnou další metodou, ať už se jedná o metodu stanovení obsahu nečistot na membráně, nebo celkové znečištění motorových olejů. Přesto znečištění na ferogramech je viditelné. Kvantifikace znečištění ale není prioritní, naopak znečištění může komplikovat čtení záznamu. Nicméně je možné využít této informace k celkovému obrazu stavu oleje i zařízení a včasně varovat před možností průniku kontaminantů. Na **obr. 4** jsou zobrazeny částice při 500násobném zvětšení, při použití reflexního osvitu se zaostřením na nejmenší částice. Ferogram je po tepelné úpravě.

Díky výsledkům mikroskopické analýzy je možné poukázat na možný problém, který se v systému vyskytuje. Může jít o přetížení oleje, zvýšenou provozní teplotu, průnik vody do systému, vyčerpání nebo snížení aditivních látek chránící stroj proti korozi nebo průniku kontaminantů způsobujících poškrábání povrchu a tvorbu řezných částic. ■

Mgr. Pavlína Lesňáková
ALS Czech Republic

FOTO: Denios

▼ INZERCE