

maziva – oleje – technologické kapaliny

# TRIBOTECHNICKÉ INFORMACE 2/2013



**TECH** MAGAZÍN

TECHNIKA VČERA, DNES A ZÍTRA

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

### OBSAH

- **Editorial** 2
  
- **Detergentní vlastnosti vodou mísitelných obráběcích kapalin** 3  
Ing. Petr Kříž, Castrol Lubricants (CR)
  
- **Moderní oleje a nový přístup k jejich analýze** 4–5  
Ing. Vladimír Nováček, ALS CR,  
Jan Novák, Intribo
  
- **Mazací systém řetězů WS-E** 6–7  
Ing. Pavel Špondr,  
Ing. Antonín Dvořák, Ph.D., ŠPONDR CMS
  
- **Zdravotní a bezpečnostní hlediska obráběcích kapalin a jejich používání** 8–9  
Ing. Petr Dobeš, CSc., Cimcool Europe B.V.
  
- **Převratné novinky v analýzách olejů** 10–12  
Jan Novák, Intribo  
Vladislav Chvalina, KLEENTEK

#### Česká strojnická společnost

##### OS Tribotechnika

Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1

tel.: 221 082 203

e-mail: strojpol@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

## I třináctka může být šťastná

Třináctka přes svou neblahou pověst nemusí být vždy osudově nešťastným číslem. Minulý měsíc jsme úspěšně přežili další z pátků s datem 13 a třináctku nese ve svém zařazení i aktuální vydání Tribotechnických informací. Možná jste si toho v dnešní hektické době ani nestačili všimnout, ale tento informační servis již loni úspěšně završil první tučet své tištěné verze, a to, že se od roku 2007, kdy začal v této podobě vycházet, již etabloval a stal se pravidelným periodikem dokumentuje, že zájem o obor trvá a dokonce lze říci, že právě v posledních letech nabývá na významu.

Novinky v tribotechnologii umožňují získat ze strojů a zařízení maximum, a také účinně zabránit riziku jejich poškození či odstávky. Což je v době, kdy čas jsou (stále větší) peníze, často doslova k nezaplacení. Úspory a snížení nákladů díky např. důslednému čištění olejů nebo správné volbě maziv pro danou aplikaci či zařízení představují v soudobých průmyslových procesech nemalé částky. Což se hodí nejen v krušných časech hospodářské krize a recese – která je prý, jak nasvědčují data statistiků, snad už v nehorší podobě za námi – ale i v dobách, kdy nejsou pro průmyslový sektor už hlavní prioritou škrty v rozpočtech.

A to se týká prakticky všech výrobních firem, ale např. i energetických společností (díky monitorování stavu oleje mohou např. sledovat stav transformátorů), provozovatelů autoparků atd. Tribotechnologie může najít uplatnění nejen tam, kde se něco točí a hýbe, jak by se mohlo na první pohled zdát, ale i v řadě dalších oblastí – stačí jen pozorně sledovat, co se v oboru děje, jaké novinky či zajímavé a často netradiční aplikace se objevují. A právě to je úkolem Tribotechnických informací. I ve vydání, které právě čtete, v nich v tomto ohledu můžete najít podnětnou inspiraci. Budeme samozřejmě rádi, pokud se podělíte s čtenáři i o poznatky a zajímavé informace ze své praxe, mohou se totiž hodit i jim. Jak jste si už asi všimli, je toto vydání TechMagazínu z podstatné části věnováno 55. ročníku Mezinárodního strojírenského veletrhu, kde bude TechMagazín s Tribotechnickými informacemi rovněž distribuován. Takže i Tribotechnické informace se rozhodně dostanou do správných rukou – podstatná část vystavovatelů i návštěvníků veletrhu se rekrutuje z řad strojírenských a dalších firem, kde se tyto poznatky mohou uplatnit. Koneckonců na brněnském výstavišti se na strojírenském veletrhu, ať už v roli vystavovatelů, nebo odborných návštěvníků, tradičně můžeme setkat i s členy samotné Tribotechnické sekce České strojnické společnosti. Kromě toho však sekce a její členové pořádají i řadu dalších vlastních akcí, na nichž se lze seznámit s nejrůznějšími aspekty tribotechnologické problematiky a to – což je podstatné – i z praktického hlediska získat zkušenosti a poznatky, které již učinili jiní, a to je (jako vždy když jde o peníze, jejichž úspora je i jedním z důvodů aplikace tribotechnologických produktů a technologických postupů) vždy užitečné. Jejich výčet a termíny konání najdete níže.

Příjemné počtení

PhDr. Josef Vališka, šéfredaktor

## Plán odborných akcí České strojnické společnosti do konce roku 2013

### Konference: 22. Mezinárodní konference CAHP

termín: 23.–25. října 2013

místo: ČSVTS, Praha 1, Novotného lávka 5, budova A – 4. patro, sál 418

odborný garant: Česká asociace pro hydrauliku a pneumatiku – OS ČSS

Dr. Ing. Radim Olšovský, Ph.D., Parker Hannifin Czech Republic s.r.o.

e-mail: rolsovsky@parker.com

### Seminář: Aktuální otázky aplikace maziv v mobilní technice

termín: 27. listopadu 2013

místo: ČSVTS, Praha 1, Novotného lávka 5, budova A – 3. patro, sál 318

odborný garant: OS Tribotechnika ČSS, Ing. Petr Dobeš, Cimcool Europe B.V. – Czech Branch,

e-mail: p.dobes@volny.cz

### Seminář: El. řízení resp. regulace čerpadel

termín: 4. prosince 2013

místo: ČSVTS, Praha 1, Novotného lávka 5, budova A – 3. patro, sál 318

odborný garant: Česká asociace pro hydrauliku a pneumatiku – OS ČSS

Ing. Petr Jáchym, e-mail: jachym.petr@hydac.cz

Pozvánky a přihlášky na jednotlivé odborné akce bude možné najít a stáhnout z internetových stránek České strojnické společnosti [www.strojnicka-spolecnost.cz](http://www.strojnicka-spolecnost.cz)

Bližší informace: Hana Valentová – tajemník ČSS, tel.: 221 082 203; mobil: 728 747 242, e-mail: strojpol@csvts.cz



## DETERGENTNÍ VLASTNOSTI VODOU MÍŠITELNÝCH OBRÁBĚČÍCH KAPALIN

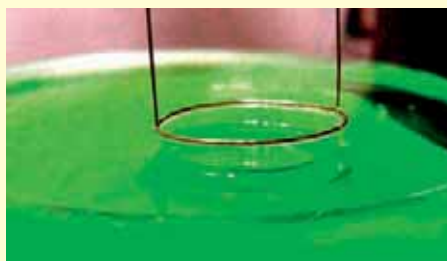
**Základní vlastností vodou mísitelných obráběčích kapalin je kromě výkonu a stability také vyplavovací neboli detergentní schopnost emulze či roztoku. Tato charakteristika má zásadní vliv na tvorbu úsad a zpětně i na výkon nebo stabilitu. Povrchové vlastnosti mají také přímý vliv na ekonomiku provozování těchto technologických kapalin.**

**Mikroemulze a syntetické obráběcí kapaliny nasazené v provozu musí mít optimální detergentní vlastnosti.** Tyto musí být dostatečné, aby bylo zamezeno tvorbě úsad a ukládání různých druhů nečistot na povrchu strojů a obrobků, avšak ne příliš nadměrné, protože příliš intenzivní detergentní působení by mohlo vést k velké chemické agresivitě používané kapaliny. Ta se projevuje například vyplavováním strojních olejů, zejména pro kluzná vedení, případně konzervačních olejů, což může mít za následek v prvním případě trhavé pohyby při obrábění, v druhém nedostatečnou protikorozní ochranu konzervovaných ploch. Především má však v případě nadměrné detergentce kapalina silný sklon k pěnění.



Obr.1: Ukázka efektu povrchového napětí

**Základní fyzikální veličinou charakterizující vyplavovací vlastnosti kapaliny je tzv. povrchové napětí.** Tuto veličinu lze charakterizovat jako míru efektu, při kterém se povrch zkoumané kapaliny chová jako pružná vrstva, snažící se dosáhnout za daných podmínek co nejhladšího stavu a minimální plochy ve shodě s přirozenou fyzikální tendencí zaujímat stav s co možno nejnižší energií. Čím větší je povrchové napětí, tím se kapka ležící na určitém pevném povrchu svým tvarem více blíží tvaru koule. Čím je kapka „kulatější“, tím má daná kapalina menší smáčivost a horší vyplavovací vlastnosti. Existence povrchového napětí vede k některým zajímavým



Obr.2: Princip měření odtrháváním prstence

efektům, jako je pohyb hmyzu na hladině vody (např. vodoměrky). Také je možné, za určitých okolností vhodně tvarované předměty z materiálu větší hustoty než má voda, položit na vodní hladinu aniž by se potopily. Dalším projevem jsou tzv. kapilární jevy tj. vztlínání kapalin v úzkých trubičkách. Viz obr. 1.

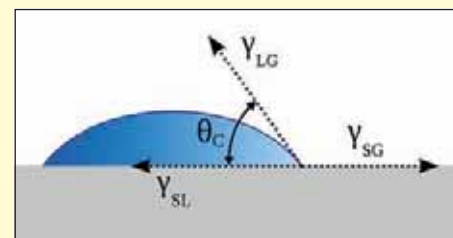
**Příčinou jevu povrchového napětí je nesymetrie sil na rozhraní kapaliny a plynu.** Povrchové napětí vzniká vzájemným působením přitažlivých sil mezi molekulami kapaliny, které jsou vždy větší, než je vzájemné působení molekul v plynu (vzduchu) nad hladinou nebo působení mezi molekulami vody a vzduchu. V důsledku této nesymetrie vzniká na hladině vrstva molekul, která se díky jiné vzájemné vzdálenosti molekul projevuje jako blána kladoucí odpor průniku těles z vnějšku. Síla povrchového napětí působí však v rovině hladiny nikoliv kolmo k povrchu. V kolmém směru je výslednice sil naopak nulová, neboť ve výsledku jde o rovnovážný stav mezi zmíněnými přitažlivými a na straně druhé silami odpudivými, které se projevují až při větším přiblížení molekul.

**Tab.1: Typické hodnoty povrchového napětí za pokojové teploty a optimálních provozních podmínek**

Destilovaná voda	72,8 mN/m
Mikroemulze pro obrábění hliníku	35 až 40 mN/m
Mikroemulze pro obrábění železných kovů	33 až 36 mN/m
Syntetické vodou mísitelné kapaliny	30 až 33 mN/m

**Existuje celá řada metod, jak měřit povrchové napětí kapalin.** Pro praktické využití k měření obráběčích kapalin jsou vhodné zejména dvě metody, které jsou dovedeny do komerční podoby v laboratořích s využitím přístrojů a automatizace. Je to především metoda měření síly potřebné k odtržení kovového prstence od povrchu obráběcí kapaliny (obr. 2). Dále je možno hodnotu povrchového napětí vypočítat za použití metody kapky přisedlé k povrchu na základě měření tzv. kontaktního úhlu (obr. 3).

**Čím větší je hodnota povrchového napětí, tím jsou horší vyplavovací vlastnosti obráběcí kapaliny.** Rozhodně však neplatí, že nejnižší hodnoty znamenají automaticky nejlepší procesní kapaliny. Příliš nízké hodnoty vedou k typickému jevu pěnění, vysoké hodnoty pak k nedostatečnému smáčení povrchu projevujícího se tzv. perlením. Hodnoty povrchového napětí závisí nejen na složení kapaliny a její koncentraci, ale také na teplotě a tvrdosti vody použité pro přípravu emulze. Je proto nanejvýš důležité nepoužívat pro přípravu obráběčích emulzí tvrdou vodu, k čemuž jsou citlivé zejména syntetické kapaliny. Vyplavovací vlastnosti současných obráběčích kapalin jsou nesrovnatelně lepší než vyplavovací vlastnosti vody (tab. 1). Poměrně malé rozdíly v hodnotě povrchového napětí mohou vést k prakticky velkým efektům. Optimálně nízké hodnoty povrchového napětí znamenají výrazné snížení spotřeby koncentráte. Často jde o zásadní efekt, kdy zdánlivě podobné kapaliny vykazují až několikanásobné rozdíly ve spotřebě koncentráte ve stejném procesu a zařízení.



Obr.3: Princip měření kontaktního úhlu

**Optimální volba kapaliny z hlediska detergentních vlastností se určitě vyplatí.** Současné moderní formulace, neobsahující sledované negativní složky jako je kyselina boritá a její deriváty nebo látky uvolňující formaldehyd, dosahují zejména u syntetických kapalin špičkových parametrů. Velké centrální systémy je možné dále optimalizovat pomocí speciálních aditiv upravujících povrchové vlastnosti. Nezastupitelné je krátkodobé cílené zvýšení vyplavovacích vlastností pomocí systémových čističů před výměnou kapaliny ve stroji či v systému umožňující důkladné vyčištění systému. Jedná se o nutnou podmínku pro garance dlouhodobé životnosti obráběčích kapalin. ■

Ing. Petr Kříž, Castrol Lubricants (CR), s.r.o.

## MODERNÍ OLEJE A NOVÝ PŘÍSTUP K JEJICH ANALÝZE

Během posledních desetiletí se sledování životnosti průmyslových maziv provádělo dobře zavedenými testy, které poskytovaly včasné varování před problémy tak, aby měl uživatel dostatek času na přijetí proaktivních opatření ještě před negativním dopadem na spolehlivost zařízení.

V posledním desetiletí však došlo k poměrně dramatickým změnám. Moderní oleje jsou formulovány jinak než jejich předchůdci z nedávné minulosti – postupně se při výrobě maziv používají základové oleje Group II (a vyšší) a kombinace různých typů antioxidantů. Mnoho uživatelů spoléhajících se na desítky let staré tradiční analytické postupy tak zůstává nepřipravených, protože tyto testy již nejsou tak prediktivní nástroj jako kdysi.

a začne degradace vlastního oleje, degradují pak velice rychle. V důsledku toho většina standardních olejových analýz neposkytuje žádné varování o tom, kdy začne olej degradovat a vytvářet úsady.

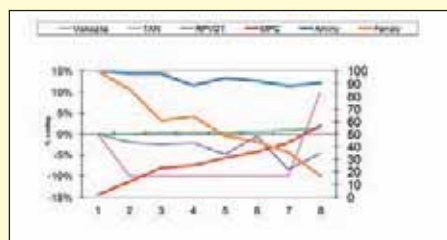
Místo toho, aby degradace probíhala lineárně a předvídatelným způsobem, mnoho z moderních maziv má delší životnost a výkonnost, ale rychle selhává na konci své životnosti, jak je znázorněno na **obr. 1**. Laboratorní analýza oleje byla, je a bude základním

**Tabulka 1: rozdělení základových olejů do skupin dle jejich složení**

Group I	tzv. Solvent Neutral; vyšší zastoupení aromatických uhlovodíků, nasycené uhlovodíky pod 90%, VI v rozmezí 80–120, síra nad 0,03 %; dobrá rozpustnost přísad
Group II	Hydrokrakové oleje; obsah nasycených uhlovodíků nad 90 %, nízký obsah aromatických uhlovodíků, síra pod 0,03 %, VI nad 120; zhoršená rozpustnost přísad
Group III	silná hydrogenace, hydroizomerace; výrazně nad 90 % nasycených uhlovodíků, prakticky bez aromatických uhlovodíků, síra pod 0,03 %, VI nad 120; špatná rozpustnost přísad
Group IV	Syntetické uhlovodíky – typicky PAO; VI nad 130
Group V	Ostatní syntetické oleje – polyestery a polyolestery

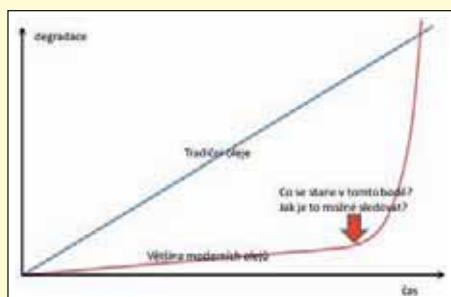
Mnoho dnešních mazacích olejů je značně odlišných od těch používaných v předchozích desetiletích. Hlavní faktory ovlivňující změny ve formulacích olejů byly zvyšující se nároky na maziva např. od výrobců strojů a zařízení, modernizované technologie výroby olejů z ropy, snaha přeformulovat mazací oleje pro zvýšení hodnoty oleje vůči zákazníkovi a omezení dopadů výroby a likvidace olejů na životní prostředí. Obecně přechod od olejů Group I na oleje Group II a III olejů přinesl změny chování olejů v provozu. Zmíněné nové generace olejů degradují odlišně než tradiční formulovaná maziva. Nelineární degradace většiny moderních maziv souvisí s výběrem antioxidantů a také s oxidační stabilitou základových olejů Group II a III. Základové oleje Group II a III mají sice lepší oxidační stabilitu než oleje Group I, ale pokud dojde k vyčerpání antioxidantů

nástrojem pro odhalení počínajícího selhávání maziva. Tradiční soubor laboratorních zkoušek olejů však nedostatečně informuje o počínající degradaci olejů vyrobených ze základových olejů Group II a III, a vůbec neposkytuje informaci o tendenci oleje tvořit úsady v olejovém systému. To je názorně dokumentováno na **obrázku 2**, kde jsou shrnuty výsledky oxidačního testu trvajících 8 týdnů.

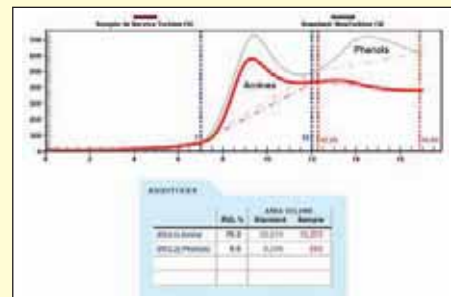


Obr. 2 : Shrnutí výsledků oxidačního testu

Z **obrázku 2** je zřejmé, že viskozita oleje mírně rosla, ale její změna byla cca +2 %. Celkové číslo kyselosti TAN signalizovalo degradaci oleje až v poslední etapě testu. Hodnota RPVOT (rotating pressure vessel oxidation test) poklesla max. o 10 %. Naopak velmi dobře korelují výsledky poklesu obsahu nízkoteplotního antioxidantu na bázi stíněných fenolů s rostoucí hodnotou MPC (membrane patch colorimetry), testem, který identifikuje potenciál oleje k tvorbě úsad v olejovém systému. Výsledky jsou ještě shrnuty v **tabulce 2**. Kromě jiného výsledky také dobře korespondují s poznatkem z minulých let týkajícím se testu RPVOT. Tento test velmi



Obr. 1: Trend degradace tradičních průmyslových olejů versus trend degradace většiny moderních mazacích olejů



Obr. 3: Výsledky měření přístroje RULER. Červená čára je vzorek použitého oleje a šedá linka je referenční vzorek nového oleje. Je vidět, že jeden z antioxidantů – fenolický antioxidant, je na úrovni 6,6 % nového oleje, zatímco druhý antioxidant – aminický antioxidant je na úrovni 76,3 % nového oleje.

dobře dokáže rozlišit oxidační stabilitu nových nepoužitých olejů, ale horší je to se vztahem jeho výsledků k stavu provozovaného oleje a především k identifikaci sklonu oleje ke tvorbě úsad v olejovém systému. Dále bylo zjištěno, že některé typy antioxidantů, které ve výsledné formulaci oleje dávají vynikající výsledky testu RPVOT, mohou vést ke zvýšené tvorbě úsad v olejovém systému. Výsledky RPVOT plně formulovaného oleje mohou být také ovlivněny některými inhibitory koroze a pasivátory kovů, protože při testu se používá měděný katalyzátor, jehož povrch může být těmito přísadami „obsazen“ a tím pádem dochází ke snížení katalytického účinku mědi při testu.

### Stanovení množství antioxidantů – zkouška RULER (voltametrie)

Bylo prokázáno, že přímé monitorování jednotlivých antioxidantů je velmi dobrá prediktivní metoda pro sledování úbytku antioxidantů a poskytuje hlubší pochopení toho, jak oleje degradují. FTIR analýza je řadu let užitečným nástrojem ke sledování degradace olejů, včetně některých antioxidantů. RULER (ASTM D6971, D7590, D6810, D7525) je speciálně navržen tak, aby sledoval jednotlivé antioxidanty a na rozdíl od FTIR tato zkouška není ovlivněna jinými chemickými sloučeninami. RULER identifikuje typ antioxidantů v oleji a porovnáním výsledků s novým olejem umožňuje určit, kolik antioxidantů bylo vyčerpáno. Příklad výsledků z RULERu lze vidět níže. Důležité je, že na rozdíl od FTIR se pomocí RULERu velmi dobře monitoruje obsah aminických antioxidantů a lze tak získat komplexní pohled na aktuální rezervu oxidační stability analyzovaného oleje.

### Stanovení potenciálu k tvorbě úsad – MPC

Jakmile se spustí degradace antioxidantů v mazivu, první fyzický dopad na mazivo je produkce velmi



Tabulka 3: Příklad laboratorních membrán. Hodnota  $\Delta E$  větší než 40 by měla být důvodem k obavám v jakékoli aplikaci a naznačuje, že mazací systém je již pravděpodobně zasažen úsadami. Výsledek menší než 15 je možné považovat za normální.

Tabulka 2: Výsledky oxidačního testu

Parametr	Začátek testu	Konec testu	Komentář
K.viskozita při 40 °C, mm <sup>2</sup> /s	32,7	32,1	Nevýznamná změna
TAN, mg KOH/g	0,10	0,11	Nevýznamná změna
RPVOT, min	945	900	Nevýznamná změna
MPC, dE	2	57	Významná změna – indikuje velký potenciál ke tvorbě úsad
RULER-aminy, % rel.	100	91	Pokles dobře korelující s výsledkem RPVOT
RULER-fenoly, % rel.	100	17	Významná změna, dobrá korelace s MPC

malých sub-mikronových nečistot. Tyto částice nečistot se mohou skládat z produktů degradace základových olejů, ale v počátečních fázích vývoje se častěji skládají z degradovaných antioxidantů. Zkouška, která se ukázala jako nejslibnější při prokazování přítomnosti produktů degradace, se označuje jako Membrane Patch Colorimetry (MPC). Kolorimetr vyhodnocuje zbarvení membrány průměru 47mm s porozitou 0,45μm způsobené zachycenými nerozpustnými nečistotami a produkty degradace. Čím vyšší je změřená hodnota ΔE kolorimetrem, tím vyšší je znečištění oleje a tím vyšší je i zároveň potenciál k tvorbě úsad v olejovém systému (neboli Varnish Potential). Pro tento postup od prosince 2012 platí mezinárodní norma ASTM D7843.

#### Podle naměřené hodnoty je možné snadno zařadit stav oleje do skupin:

- ΔE < 15 – normální stav, doporučuje se zachovávat nastavený interval pravidelných kontrol, např. 3 měsíce, pravděpodobnost tvorby úsad je nízká.
- ΔE = od 15 do 30 – zhoršený stav – upozorňuje provozovatele na zvýšenou pravděpodobnost tvorby úsad, stav oleje by měl být sledován. Je možné také očekávat rychlejší zhoršování kondice

oleje. Ačkoliv systém obvykle nebývá ještě úsadami zasažen, začátky tvorby úsad je možné zaznamenat zejména při zchladnutí oleje. Doporučuje se provést další laboratorní rozbor oleje.

- ΔE = od 30 do 40 – abnormální stav – pravděpodobnost tvorby úsad je vysoká, z důvodu degradace oleje je v oleji zvýšený obsah měkkého znečištění. Toto měkké znečištění začne tvořit úsady zejména v úzkých a v chladnějších místech. Olej může způsobovat např. problémy ventilů. Doporučuje se provést kontrolu stroje zaměřenou na hledání známek tvorby úsad (např. kontrola filtrů, nádrží, sítěk před ventily atp.) a kontrolu zvýšení provozních teplot (např. u ložisek). Je nutné při-



Obr. 4: Velmi silné vrstvy úsad vzniklých degradací jsou stále častějším jevem

jmout nápravná opatření potvrzená podrobným laboratorním rozбором oleje.

- ΔE > 40 – kritický stav – olej má velký potenciál k tvorbě úsad. Z důvodu degradace oleje je v oleji vysoký obsah měkkého znečištění, které je schopné velmi negativně ovlivnit chod zařízení.

#### Závěr

RULER identifikuje vyčerpání antioxidantů a poskytuje kritickou informaci, kdy olej začne exponenciálně degradovat. MPC měří tvorbu těchto degradačních produktů a umožňuje uživateli odhadnout, kdy se začnou usazovat v mazacím systému. Tyto dva testy jsou vhodné nástroje pro predikci vzniku úsad v olejovém systému u moderních maziv.

Na **obrázku 4** je možné vidět, jak tradiční analytické metody (4x ročně – viskozita, č. kyselosti, obsah vody a obsah prvků, barva, kód čistoty) neodhalily vznik úsad v olejovém systému. Uživatel byl dlouhé roky přesvědčen, že je vše v pořádku, a proto ani nepečoval o olej způsobem, který by zamezil vzniku těchto úsad nebo je ze systému odstranil.

Průmyslové oleje prošly dramatickou transformací v posledním desetiletí. Novější chemické složení poskytuje vyšší výkonnost oproti výkonu maziv v nedávné minulosti, ale změnil se také soubor pravidel pro jejich údržbu. Testy jako RPVOT, číslo kyselosti a viskozita nyní poskytují jen malou hodnotu při detekci počínající degradace maziva. Většina z těchto moderních maziv nedegraduje lineárně, ale mají potenciál k rychlému selhání ke konci své životnosti. Doporučené zkoušky pro monitorování moderních olejů jsou RULER – měření obsahu antioxidantů a MPC – kolorimetrie membrán, které měří tvorbu měkkého znečištění.

Tradiční analytické metody doporučujeme doplnit o výše uvedené metody, které poskytují klíčovou informaci o degradaci moderních olejů a tvorbě úsad v olejových systémech. ■

Vladimír Nováček, ALS Czech Republic  
Jan Novák, Intribo

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

#### Výhody spolupráce s naší nezávislou laboratoří

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

#### ALS Czech Republic, s. r. o.

Na Harfě 336/9,  
Praha 9, 190 00

email: tribology@alsglobal.com

tel: +420 284 081 575, +420 602 162

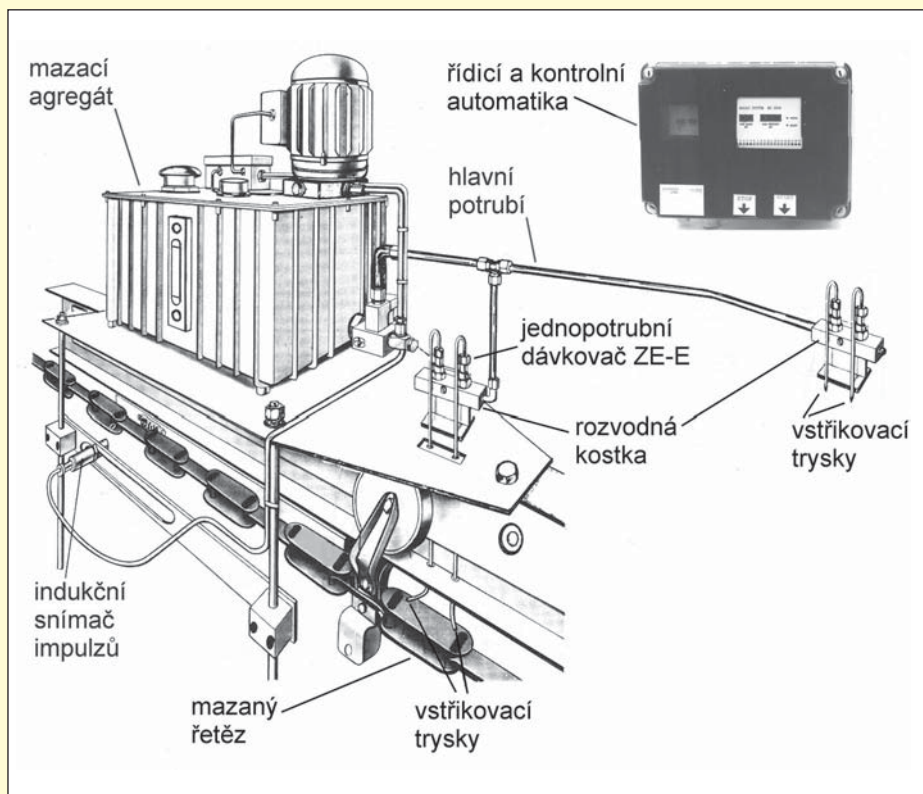


## MAZACÍ SYSTÉM ŘETĚZŮ WS-E

**Můžeme jej zařadit mezi jednopotrubní centrální mazací systém /CMS/ (používáme-li jako hledisko pro rozdělení CMS počet tlakových potrubí mezi zdrojem tlakového maziva a mazacími místy /MM/, popř. mezi zdrojem tlakového maziva a rozdělovacími nebo dávkovacími prvky) mezi základní CMS.**

Podmínkou funkce WS-E je opakované dynamické střídání pracovního a odlehčovacího tlaku v hlavním rozvodném potrubí, které je nutné pro činnost jednopotrubních dávkovačů.

rozvaděče zpět do nádrže maziva. V okamžiku splnění nařízeného času nebo počtu impulsů (načtení např. indukčním snímačem) na řídicí automatice je elektricky přepnut elektromagnetický



Obr. 1 Příklad provedení CMS řetězů – WS-E

### Použití WS-E

Centrální mazací systém /CMS/ WS-E se používá hlavně k automatickému mazání zejména pohyblivých mazaných míst (např. pracovních i poháněcích řetězů, křížových kloubů, válečků, kladek, článkových pásů a pod.).

Používá se pro části strojů (např. obráběcích, tvářecích, textilních, balicích, polygrafických, mobilních atd.), části strojních zařízení (manipulační technika, dopravníkové trasy, pojezdové schody, výrobní a montážní linky, lakovny a pod.) a nástroje (tvářecí, obráběcí, montážní přípravky atd.) v celém rozsahu strojírenství.

CMS WS-E lze použít i pro technologické mazání (tvářecích či obráběcích operací, dílů při montáži, atd.).

### Funkce WS-E

Po uvedení mazaného zařízení do pohybu se aktivuje do činnosti řídicí a kontrolní automatika. Ta zapne elektromotor mazacího agregátu a ten uvede do činnosti zubové čerpadlo. Mazací olej je veden ve vnitřním okruhu mazacího agregátu přes škrtkový ventil elektromagnetického

rozvaděč do opačné polohy. To znamená, že je přerušena cirkulace mazacího oleje ve vnitřním okruhu a mazací olej je veden tlakovým rázem do hlavního potrubí a pomocí jednopotrubních dávkovačů je vstříknuto určené množství maziva přes vstřikovací trysky vysokou rychlostí ve formě směrovaných kapek na mazané místo. Tím je splněn impuls mazání a řídicí automatika přechází do režimu načítání času nebo impulsů. V okamžiku splnění nařízeného času nebo počtu impulsů se celý režim mazání opakuje. V době mezi mazacími impulsy je hlavní potrubí hydraulicky tlakově odlehčeno do nádrže maziva přes elektromagnetický rozvaděč (podmínka pro správnou funkci jednopotrubních dávkovačů). Tyto dva režimy (mazání x přestávka) se stále automaticky opakují až do vypnutí mazaného zařízení.

### Pracovní režim automatického WS-E

Pracovní režim se volí podle charakteru a požadavků provozu. Automatický WS-E může pracovat ve spojitěm nebo přerušovaném pracovním režimu. Při spojitěm pracovním režimu je mazací přístroj uveden do chodu při spuštění mazaného stroje nebo zařízení a mazací látka je dopravována do MM v opakujících se mazacích cyklech po celou dobu jeho chodu.

Při přerušovaném pracovním režimu se automaticky opakují soubory intervalů provozu a přestávky (není myšleno tlakové odlehčení systému) mazacího agregátu. Možnost libovolného nastavení doby provozu a přestávky mazacího agregátu (v závislosti na čase nebo na zatížení) je dána provedením řídicí automatiky.

### Prvky WS-E

#### 1) Mazací přístroj (agregát)

Zdroj tlakového maziva se způsobem pohonu elektromotorem zubového čerpadla. Mazací přístroje mívají obvykle vlastní zásobník maziva (různé tvary, provedení a velikosti) s hladinoměrem (např. plovákový pro mazací oleje) pro snímání obvykle jedné až dvou úrovní hladiny a dalším příslušenstvím.

#### 2) Řídicí (+ kontrolní) automatika

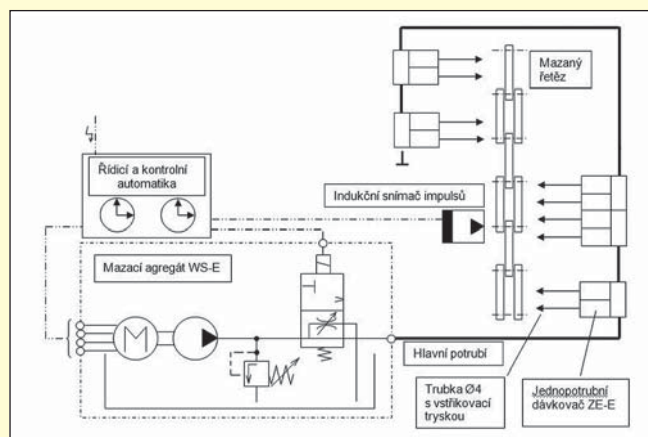
Zařízení pro řízení režimu CMS v závislosti na čase nebo na zatížení mazaného objektu (nastavitelný interval provozu a přestávky) a pro kontrolu funkce (vyhodnocování signálů kontrolních čidel - hladinometr, tlakový spínač, indukční snímač, ukazatel průtoku a pod.) CMS.

Pro řízení a kontrolu funkce progresivních CMS se obvykle používají řídicí a kontrolní elektroniky, které často obsahují i silovou část pro napájení jednotlivých elektroprvků a jsou součástí mazacího přístroje (příp. CMS) nebo jsou integrovány v řídicím systému mazaného stroje nebo zařízení.

Automatický provoz (v závislosti na chodu mazaného zařízení) a kontrola funkce zajišťují vyloučení negativního lidského faktoru.

#### 3) Indukční snímač

Používá se k převodu počtu pohybujících se kovových částí mazaného zařízení na elektrický signál. Jsou to např. články pohybujícího se mazaného kovového řetězu. Sejmутý počet zvolených částí mazaného zařízení prošlých aktivním polem indukčního snímače je kritériem pro řízení



Obr. 2 Hydraulické schéma CMS řetězů – WS-E

režimu MAZÁNÍ x PŘESTÁVKA řídicí a kontrolní automatikou.

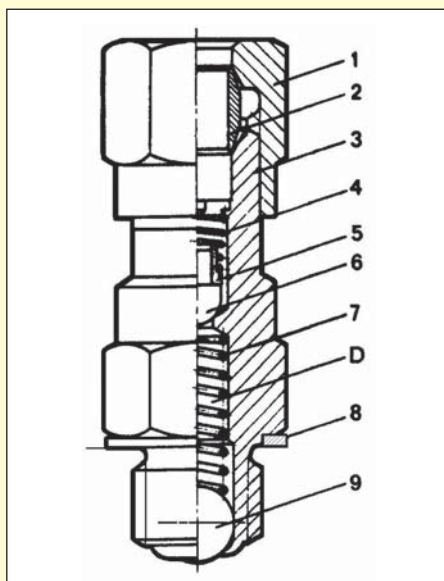
#### 4) Dávkovač

Dávkovač je mazací prvek se jmenovitou dávkou maziva na zdvih (a vývod). Dávkovače se dodávají v příslušném provedení (pro mazací oleje nebo pro plastická maziva), uspořádání (blokové nebo sekciové) a zdvihovém objemu (10, 25, 50, 100, 200 mm<sup>3</sup>/zdvih).

Rozsah zdvihových objemů (+ možnost externího spojení vývodů) dávkovačů umožňuje spolehlivé pokrytí požadavků různých MM na konkrétní do-dávaná množství.

#### Pracovní režim dávkovače

Při uvedení mazacího agregátu do provozu (doba mazacího impulsu) vzrůstá tlak oleje v hlavní větvi CMS. Na tento růst tlaku reaguje dávkovač zdvihem kuličky (9) proti pružině (7) která je přitlačena do opačné krajní polohy. Současně je otevřen zpětný ventil (5 a 6), který stlačí pružinu (4) a olej nad kuličkou (9) je tlačěn k třecímu místu. Při tlakovém odlehčení hlavní větve CMS se nejdříve uzavře zpětný ventil (5 a 6). Odlehčovací ventil mazacího agregátu udržuje v hlavním potrubí odlehčovací tlak 0,8 baru. Proti tomuto tlaku je vrácena kulička (9) silou stlačené pružiny (7) směrem dolů do výchozí polohy. Před kuličkou (9) ve směru k hlavní větvi nacházející se olej je současně přemístěn do dávkovací komory (D) a je tak připraven pro další mazací impuls. Čas potřebný k přemístění oleje je závislý na pracovní viskozitě oleje, dodávaném množství a dalších parametrech (počtu mazacích míst, vzdálenostech, světlostech atd.) CMS. Mini-



Obr. 3 Jednopotrubní dávkovač ZE-E.

mální potřebná délka přestávky mezi mazacími impulsy je cca 0,10 až 30 s.

#### 5) Rozvodné potrubí

Standardně se pro rozvodná potrubí používají kovové (ocelové, měděné příp. jiné) trubky, hadice, rozvodné kostky, šroubení (spojky, redukce, přípojky, „T“ – kusy atd.) pro propojení: mazací přístroj → dávkovače → MM. Současným trendem při realizaci rozvodných potrubí jednopotrubních CMS je používání hadic místo tradičních kovových trubek a využívání rychloupínacích šroubení. Široký

sortiment prvků rozvodných potrubí umožňuje provedení kvalitních propojení jednotlivých prvků systémů.

#### 6) Příslušenství

Přípeňovací prvky, konzoly, spojovací materiál, ochrana proti mechanickému poškození, spotřební materiál, atd.

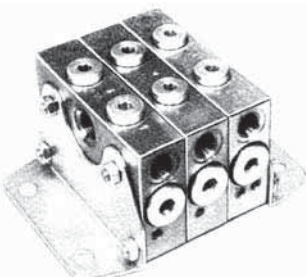
#### Závěr

Technické, provozní a ekonomické přednosti:

- přesné a velmi malé dávkování v širokém rozsahu zdvihových objemů,
- jednoduchá (bez velkého zásahu do konstrukce systému) možnost změny počtu MM (přidání nebo odebrání dávkovačů) a velikosti dávkování množství maziva do jednotlivých MM (výměna dávkovačů),
- během doby přestávky je rozvodné potrubí vždy odlehčeno (není zatíženo pracovním tlakem),
- snadná automatizovatelnost (+ kontrolovatelnost) provozu,
- jednoduchá montáž (rozvodná potrubí malých průměrů - do cca 12 mm a pro nízké /většinou/ pracovní tlaky - do cca 4 MPa),
- téměř žádná (mimo doplňování zásobníků mazacích přístrojů mazivem) údržba,
- nižší cena i provozní náklady ve srovnání s jinými CMS na stejný počet MM,
- robustní a osvědčená konstrukce, WS-E jsou předpokladem pro jeho úspěšné používání.

Ing. Pavel Špondr, Ing. Antonín Dvořák, Ph.D.,  
ŠPONDRA CMS, spol. s r. o.

## ◆ CENTRÁLNÍ MAZACÍ SYSTÉMY ◆ PRVKY MAZACÍ TECHNIKY ◆ ZAŘÍZENÍ NA ÚPRAVU TLAKOVÉHO VZDUCHU



**ŠPONDRA<sup>®</sup>**  
**CMS**  
spol. s r. o.

ŠPONDRA CMS, spol. s r. o.

centrální mazací systémy

Terezy Novákové 79

621 00 Brno

Tel.: + 420 549 274 502

Fax: +420 549 274 502

E-mail: spondr@spondrcms.cz

www.spondrcms.cz

**Dovolujeme si Vás pozvat k návštěvě naší expozice (volná plocha „B“, stánek č. 1) v rámci 55. Mezinárodního strojírenského veletrhu, který se koná ve dnech 7. – 11. října 2013 v Brně.**

# ZDRAVOTNÍ A BEZPEČNOSTNÍ HLEDISKA OBRÁBĚCÍCH KAPALIN A JEJICH POUŽÍVÁNÍ

PROCESNÍ KAPALINA JE DŮLEŽITÝM PRVKEM V PROCESU OBRÁBĚNÍ KOVOVÝCH MATERIÁLŮ A JEJÍ KVALITA ČASTO ROZHODUJE O VÝSLEDKU OBRÁBĚCÍHO PROCESU I O ŽIVOTNOSTI STROJE. JEJÍ SPRÁVNÁ VOLBA SNIŽUJE NÁKLADY, ZVYŠUJE VÝKONNOST OBRÁBĚNÍ I JAKOST VÝROBKŮ. MODERNÍ PROCESNÍ KAPALINY, KTERÉ SVÝM SLOŽENÍM SPLŇUJÍ NEJNOVĚJŠÍ EVROPSKÉ ZDRAVOTNÍ, BEZPEČNOSTNÍ A EKOLOGICKÉ POŽADAVKY, PŘEDSTAVUJÍ DŮLEŽITOU SOUČÁST VÝROBNÍHO PROCESU A JSOU JEDNÍM ZE ZÁKLADNÍCH PŘEDPOKLADŮ BEZPEČNÉHO PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ V OBRÁBĚCÍCH PROVOZECH.

Dávno před začátkem průmyslové revoluce věděli řemeslníci, že opotřebením součástí nebo nástrojů lze snížit použitím vhodného maziva. S rozvojem průmyslové výroby byly tyto zkušenosti využívány a zdokonalovány, takže už počátkem 20. století se v zámečnických dílnách používaly jednoduché procesní kapaliny, jako např. rostlinný nebo ropný olej. A také první emulze, které jako emulgátor používaly draselné mýdlo. Ukázalo se, že mají dostatečné mazací účinky a chladí mnohem lépe než olej. Dalším zdokonalováním obou typů vznikla první generace procesních kapalin, které se vyznačovaly tím, že se používalo vše, co plnilo základní funkce.

V období mezi světovými válkami docházelo k dalšímu zdokonalování těchto kapalin a jejich funkčních vlastností. Kapaliny používané v tomto období, které trvalo až do 80. let minulého století, lze považovat za 2. generaci. Dnešní procesní kapaliny 3. generace se vyznačují důrazem kladeným na ekologii, zdravotní nezávadnost a bezpečnost při používání i při jejich likvidaci. Projevuje se

to velkými změnami ve složení kapalin – nejen v případě přísad, kde dlouhodobě osvědčené látky mizí a místo nich se hledají bezpečné náhrady, ale i v sortimentu základových olejů.

## Omezení složek v dřívějších letech

V průběhu desetiletí, kdy jsou v průmyslu procesní kapaliny používány, docházelo a stále dochází ke změnám jejich složení. K výrazným změnám ve složení chladicích mazacích kapalin (a tím i jejich technických a aplikačních vlastností) vedly i zákony na ochranu životního prostředí, na ochranu zdraví pracujících, vodohospodářské zákony i zákony o chemických látkách.

Už počátkem 80. let nastal na základě studie Světové zdravotnické organizace, která hodnotila riziko karcinogenity polycyklických aromátů (PCA), příklon v základových olejích k hluboko rafinovaným resp. hydrokrakovaným olejům. Např. USA omezily obsah PCA v olejích reglementováním rafinačních podmínek (tlak vodíku, teplota), zatímco v Německu byla omezena hodnota obsahu PCA stanovením limitu

$\alpha$ -benzpyrénu. V Čechách a na Slovensku se obsah PCA stanovuje podle metodiky IP 346 extrakcí do dimethylsulfoxidu, přičemž mezní hodnota je 3 %. Tyto poznatky o PCA a požadavky zákonodárců různých zemí vedly k tomu, že významní uživatelé, zvláště z oblasti automobilového průmyslu, ve svých interních předpisech stanovili nové limity obsahu škodlivých látek, které nebylo při použití naftenických základových olejů možno dodržet, což vedlo k reformulaci složení chladicích mazacích kapalin mísitelných s vodou. Jako základové oleje se začaly používat parafinické rozpouštědlové rafináty nebo oleje připravené hydrokrakováním. To si vyžádalo optimalizaci emulgačních systémů s ohledem na jejich horší emulgovatelnost a vedlo to i k nové generaci produktů.

Dalším hřebíkem do rakve klasických receptur bylo zpřísnění legislativy v oblasti zákonů o odpadech a ochraně životního prostředí. Novelizace zákona o odpadech v roce 1986 v SRN prakticky znamenala „trest smrti“ pro chlórparafiny. Likvidace odpadů obsahujících nad 2 % chlóru se stala kvůli vysokým nárokům při jejich likvidaci mimořádně drahá, a proto se prosadil trend produktů neobsahujících chlór. EU zareagovala na informaci o potenciální karcinogenitě chlórovaných parafinů s krátkými řetězci jejich zákazem roku 2002, na Slovensku bylo jejich použití zakázáno od 1. 1. 2004, v ČR byly zařazeny na seznam látek, jejichž uvádění na trh je omezeno. V roce 1993 Německo v chladicích mazacích látkách prakticky zakázalo používání dietanolaminů (byl stanoven limit max. 0,2 %), jež mohou spolu s dusitany vést ke vzniku karcinogenních nitrosaminů. Tato skutečnost však byla výrobcům a uživatelům obráběcích kapalin známa už v polovině 70. let a vedla k tomu, že dusitany byly z receptur vypuštěny a nahrazeny jinými protikorozními prostředky. Dietanolamin byl nahrazen primárními a terciárními aminy, které se však ve svých vlastnostech značně odlišují od sekundárního dietanolaminu, což komplikovalo vývoj nových emulzí. Zároveň byly na trh uvedeny produkty neobsahující boraminy, protože Němci ve své důslednosti prohlásili, že nelze vyloučit zanesení sekundárních aminů z čistících a protikorozních prostředků, a protože chladicím mazacím kapalinám chybí inhibitor tvorby nitrosaminů, musí se jeho obsah kontrolovat.

Další zpřísnění přineslo omezení obsahu zinku v odpadních vodách na 2 mg/litr, což vedlo k vypuštění zinkdithiofosfátu z formulace obráběcích kapalin a postupnému přechodu k hydraulickým olejům bez obsahu zinku, protože netěsnostmi v systémech obráběcích strojů se hydraulické oleje dostávají do náplní pracovních emulzí.

V zákonodárství Německa i EU postupně přicházela další zpřísnění. V roce 1966 byly limity pro páry a aerosoly zavedeny i pro chladicí mazací kapaliny a oleje v pracovním prostředí, což vedlo k rozšíření tzv. nízkoodpařivých olejů na bázi esterových olejů resp. olejů hydrokrakovaných. Roku 1998 vstoupila v platnost směrnice EU o biocidech, která stanovuje, že v rámci schvalovacího procesu se biocidní produkty musí podrobit hodnocení rizika. Podle současného stavu pod tuto směrnici nespádají chladicí mazací kapaliny, pokud jejich biocidní aktivita není v podkladech explicitně (např. v návodu





nebo technické informací) zdůrazněna. Předpokládá se však, že po ukončení přechodného období to bude znamenat konec pro více než 75 % biocidů na trhu kvůli vysokým nákladům na schválení účinné látky. V obráběcích kapalinách se to projeví nutností výměny neschválených biocidů za jiné.

### Další postupná omezení v současnosti

Již několik let platí nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH – Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals) a postupně nabývají platnosti jeho termínované zákonné požadavky. Řada jich již platí a nyní probíhá autorizace chemických látek u ECHA (Evropská chemická agentura).

V současnosti se nás dotýká i další evropské nařízení (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí (Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures – CLP), které zavedl do Evropy Globální harmonizovaný systém (GHS) klasifikace a označování. Od prosince 2010 je v souvislosti s CLP zákonem požadováno klasifikování a označování chemických látek podle tohoto nařízení, i když pro již dodávané látky je období odkladu až do roku 2015.

Jednou z látek, které se používají jako složka procesních kapalin nebo jako výchozí látka pro přísady, je kyselina boritá. Kyselina boritá a určité boritany sodné splňují jedno z kritérií nebezpečnosti pro SVHC (Substances of Very High Concern, tedy látky vzbuzující mimořádné obavy) a jsou již téměř 10 let doporučeny pro klasifikaci jako toxické pro reprodukci. Kvůli ochraně lidského zdraví a životního prostředí stanovuje REACH čtyřkrokový postup, který má ověřit, jestli je skutečně nutné je vyrábět z trhu. Stručně jej lze shrnout takto:

- Identifikace jako SVHC.
- Zařazení na Seznam kandidátů.
- Priorizace pro autorizaci.
- Přidání na seznam Annex XIV látek podléhajících autorizaci.

V žádné fázi tohoto postupu není jisté, že látka nacházející se v jedné fázi bude postupovat do následující. Avšak jestliže se látka dostane do závěrečné fáze, může být stažena z trhu pro všechny případy použití (až na výjimky), pro které nebyla autorizace udělena nebo pro které nelze demonstrovat, že rizika pro lidské zdraví a pro životní prostředí jsou odpovídajícím způsobem kontrolována.

Kyselina boritá a tetraboritany sodné se dostaly do druhé fáze tohoto postupu a na seznam kandidátů byly přidány v červnu 2010. Pro jejich dodavatele to znamená určité povinnosti, ale neomezuje to jejich použití. Ovšem kyselina boritá je důležitá pro procesní kapaliny jako výchozí látka pro výrobu antikorozních přísad, které jsou nejčastěji vyráběny reakcí a následnou tvorbou komplexů z kyseliny borité a alkanolaminů. Reakční produkty v těchto přísadách jsou chemické látky, které vyžadují vlastní registraci podle REACH a ohlášení podle CLP.

Podobná je situace s biocidy uvolňujícími formaldehyd – používané biocidy nyní musí být rozsáhle testovány na všechna nebezpečí, která představují pro lidské zdraví a pro životní prostředí. Od 1. 1. 2013 platí nová direktiva o biocidech, která zahrnuje aktivní účast ECHA. Bude zachován dvoukrokový

autorizační proces a nové aktivní látky a biocidní produkty s nízkými riziky budou mít přístup k autorizaci EU místo současné autorizace na úrovni členských států unie. Shromažďování údajů by mělo být snadnější a výsledky zkoušek bude možno sdílet.

Všechna taková omezení, jakým je ohrožena kyselina boritá, mají přímý dopad na přípustné složení procesních kapalin a na jejich dostupnost. Výsledkem pak je:

● **Menší rozmanitost kapalin na trhu.** Velcí uživatelé kapalin mají obavy z používání látek typu SVHC, a dávají přednost výrobkům, které je neobsahují. Určité průmyslové obory mají vlastní seznamy látek, které jsou nežádoucí v používaných přípravcích. Tím přímo i nepřímo omezují složení dostupných složek, což vede k redukci sortimentu výrobků, které z nich lze vyrobit.

● **Vyšší náklady na suroviny a vyšší ceny konečných výrobků.** Látky vyřazované z použití jsou zpravidla nahrazovány látkami dražšími – nejen proto, že obsahují dražší složky nebo používají dražší suroviny, ale i proto, že vyžadují nový rozsáhlý výzkum a vývoj. Často je také nutno místo určitého množství původní složky použít větší množství nové. To vše se projeví v konečné ceně hotového výrobku.

● **Zdánlivě „nebezpečnější“ označování výrobků, přestože jejich složení se nezměnilo.**

S tím, jak vstupují v platnost nové předpisy, se zpřísněnými limity obsahu nebezpečných látek, dochází k tomu, že přípravek dosud neoznačovaný nyní podléhá označení jako nebezpečný.

● **Formulace nových produktů je vyvolávána také nutností náhrady surovin kvůli standardizaci.** V souvislosti s platností REACH a nezbytností autorizace řada výrobců racionalizuje sortiment výrobků a nejčastěji ze sortimentu vypadávají nestandardní látky vyráběné v malém množství, kde by náklady na autorizaci neúnosně zvýšily jejich cenu.

### Provozní vlivy na procesní kapaliny

Každá procesní kapalina je během používání ovlivňována látkami, které se do ní postupně dostávají, a které je nutno vždy považovat za znečištění, protože zpravidla nežádoucím způsobem postupně stále více ovlivňují nejen její složení, ale i její výkonnostní a zdravotní charakteristiky. Moderní kapaliny nabízejí vysokou stabilitu a dlouhou životnost, což přináší jak pozitivní důsledky – snižování nákladů na kapalinu, tak negativní – dochází ke značnému růstu obsahu nečistot v kapalině. Veškeré látky, které se do procesní kapaliny postupně dostávají lze rozdělit na tři základní skupiny – pevné, kapalné a biologické znečištění.

Pevné znečištění představují látky, které se do kapaliny dostanou z okolního prostředí na nářadí nebo na obráběných dílech, s vodou použitou k míchání kapaliny nebo jiným, často nahodilým způsobem. Také obráběný materiál – železo, hořčík, hliník, kadmium – se může uvolňovat do procesní kapaliny a výrazně ovlivňovat její provozní i zdravotní vlastnosti. Všechny tyto nečistoty mohou přitahovat a shlukovat jemné kovové nebo grafitové částice za vzniku pevných, polotuhých nebo lakovitých úsad. Protože se každá procesní kapalina za provozu odpařuje, je pro tvorbu a množství pevných

nečistot rozhodující koncentrace kapaliny, obsah úkapových olejů, tvrdost vody používané pro míchání i doplňování kapaliny a relativní vlhkost. Zimní období často přináší další dva vlivy zvyšující tvorbu pevných nečistot. Studená voda má vyšší tendenci vytvářet na hladině mýdelnaté povlaky. Nízká relativní vlhkost vede k vyššímu odpařování vody z procesní kapaliny, zvyšování koncentrace a nutnosti doplňování další vody, což způsobuje zahušťování anorganických solí obsažených v kapalině a jejich postupné přeměně na polotekuté, lepivé až tuhé usazeniny. Významný vliv mají pevné nečistoty také na podráždění pokožky a dermatitidy, protože obsahují vysoce koncentrované soli a zbytky – zvláště když jsou na místech, kterých se dotýká obsluha. Řešením je pravidelné oplachování interiéru stroje, které zabrání akumulaci nečistot a úsad.

Podobně i kapalně znečištění představuje směs nežádoucích látek, které se buď mohou postupně vyloučit jako pevné úsady, nebo zůstávají v kapalně fázi a ovlivňují složení procesní kapaliny. Typickým příkladem je tzv. úkapový olej, což jsou všechny nežádoucí oleje, které se během používání dostávají do procesní kapaliny. Mohou pocházet z mnoha zdrojů, např. olej na součásti z předchozích operací, nebo uniklý z hydraulického systému, z kluzného vedení, z vřetene nebo z převodu.

Úkapový olej může být příčinou mnoha problémů, např. zvýšenou tvorbou aerosolů nebo dýmu, destabilizací emulze, skvrn na některých kovech, zhoršením životnosti nástrojů, zhoršením kvality obráběného povrchu, ale také např. obtížnější likvidací použité procesní kapaliny. Úkapové oleje v komplexní směsi se složkami provozované procesní kapaliny představují zdroj podráždění pokožky a vzniku dermatitid nebo dokonce alergických reakcí. K tomu významně přispívají také různé organické látky a mikroorganismy, které se dostanou do procesních kapalin mísitelných s vodou a mohou dráždit pokožku nebo sliznice dýchacích orgánů, dokonce i vytvářet toxické látky.

U procesních kapalin mísitelných s vodou dochází k jejich promíchání s úkapovým olejem, což vede k několika problémům. V první řadě reaguje s emulgátorem, kterého je v kapalině jen omezené množství a tím ovlivňuje stabilitu původní emulze. V emulzi je pak směs různých základových olejů různého typu, které vyčerpávají přítomný emulgátor, takže může dojít k oddělování přebytečného „směšného“ oleje. Viskozita úkapového oleje se pravděpodobně liší od základového oleje emulze. To ovlivňuje velikost olejových kapek v emulzi, což může zhoršit životnost nástrojů i kvalitu obráběného povrchu. Přísady z hydraulického oleje, např. zinek, se mohou postupně rozptýlit do vodní fáze, což má nežádoucí důsledky při likvidaci kapaliny a vypuštění do odpadní vody.

Během dlouhého života moderní procesní kapaliny na ni působí řada vnějších vlivů, které jsou zpravidla negativní a představují její znečištění. Čím lépe se podaří toto znečištění minimalizovat, tím déle je možné udržet kapalinu v dobrém provozním stavu, což je bezpečnou cestou k dosahování minimálních celkových nákladů a maximální výkonnosti obráběcího stroje. ■

Ing. Petr Dobeš, CSc., Cimcool Europe B.V.

## PŘEVRTANÉ NOVINKY V ANALÝZÁCH OLEJŮ

**Kondice a čistota oleje má zcela zásadní vliv na kondici stroje, resp. jeho spolehlivost, efektivitu a produktivitu. Problémy mazání, zasekávání ventilů, rychlé opotřebení komponent a tvorba úsad v kritických částech olejových systémů jsou příčinou dlouhých prostojů, snížené produktivity a nejdražších provozních problémů vůbec. Je proto důležité a podstatné definovat příčiny.**

Ke sledování kondice oleje jsou ideální dvě novinky v oblasti analýz olejů – metoda kolorimetrie membrán (MPC) a měření antioxidantů (RULER). Obě tyto metody jsou výsledkem dlouholetého vývoje analytických metod a požadavků výrobců a provozovatelů zařízení na rychlou, přesnou a jednoduchou analýzu, která poskytne během několika minut jasnou informaci o kondici oleje, která bezprostředně ovlivňuje provozní parametry strojů – prostoje, poruchy, kvalitu výroby či opotřebení komponent.

### Úsady – hlavní příčiny poruch mazání

Úsady (resp. přesněji angl. výraz varnish) je tzv. měkké znečištění způsobené degradací oleje. Typické zástupce silných úsad můžete vidět na **obr. 1 a 2**.



Obr. 1: Ventil zasažený úsadami, které způsobují zasekávání regulace a chybnou funkci

Díky oxidaci oleje vznikají v oleji nežádoucí chemické látky, které začnou z oleje vypadávat a tvořit úsady v olejovém systému. Úsady mají různé formy – od měkkých rosolovitých přes lepivé kaly až po tvrdé a lesklé laky.

Úsady narušují mazací film a **zvysují tření** na pohyblivých součástech. Produkty oxidace oleje jsou lepivé a podobně jako mucholapka na sebe zachytávají větší částice tzv. tvrdého znečištění. Vyšší tření na povrchu zasaženého i okem neviditelnou mikroskopickou vrstvou úsad znamená lokální zvýšení teploty, zvýšené namáhání stroje, rychlejší opotřebení a v důsledku rychlejší degradaci oleje a vznik dalších úsad. Úsady negativně ovlivňují zejména ventily, čerpadla, hydromotory, ložiska, filtry, soukolí převodovek, teplosměnné povrchy chladičů a ohřevu oleje, ucpávky atp.

#### Typické projevy úsad:

- Zasekávání ventilů
- Trhavý pohyb hydraulik (Slip-stick efekt)
- Zvýšené opotřebení – zejména ložisek a převodovek
- Snížená účinnost chlazení způsobující přehřívání strojů
- Zkrácená životnost filtrů
- Zkrácená životnost oleje
- Úniky oleje

### Přicházejí změny

Průmyslové oleje prošly v posledním desetiletí zásadními změnami. Novější chemické složení moderních olejů poskytuje vyšší výkonnost oproti výkonu maziv v nedávné minulosti, ale změnila se také



Obr. 2: Velmi silné vrstvy úsad vzniklých degradací oleje jsou stále častějším jevem

pravidla pro jejich sledování a údržbu. Chemické složení maziv se změnilo především díky změně výroby základových olejů z ropy.

Místo toho, aby degradace moderních olejů probíhala lineárně a díky tomu předvídatelným způsobem, má mnoho moderních maziv delší životnost a vyšší výkonnost, ale na konci své životnosti rychle selhává a rychle degraduje. Jakmile dojde k poklesu antioxidantu pod určitou úroveň, základový olej přestane být chráněn a během krátké doby dojde k exponenciálnímu nárůstu nečistot a dramatickému zhoršení vlastností oleje. Z moderních olejů, kvůli jejich přirozené nižší rozpouštěcí schopnosti, nerozpustné produkty degradace vypadávají a tvoří tak **úsady častěji** než z tradičních olejů se základovým olejem vyráběným rafinací ropy. Proto je pro sledování jejich kondice nutné využívat **moderní analytické postupy**.

### Budoucnost – rychlá analýza

Běžná je situace, kdy technik či provozovatel (lisu, turbíny, převodovky apod.) stojí před strojem, který vykazuje nějakou provozní neposlušnost, a je pod tlakem, aby provedl rychlou diagnostiku, analýzu příčin a provedl nějaké adekvátní opatření. A to v co nejkratším čase z důvodu minimalizace ztrát způsobených prostojem a také za minimální náklady nápravy.

Osoby znalé základů tribotechniky si uvědomují, že podle typu stroje až 95 % negativních projevů stroje způsobuje špatná kondice oleje. Pokud tedy panuje nějaké podezření špatné funkce oleje, ve valně většině případů se provede preventivní výměna olejové náplně. V porovnání s ušlým ziskem a cenou prostroje se jeví cena nového oleje akceptovatelná. Nicméně výměna olejové náplně obvykle problém neřeší nebo jej řeší pouze krátkodobě – **příčina problému – nečistoty a úsady** tvořené produkty degradace oleje zůstávají v olejovém systému a mají volné pole působnosti způsobovat další problémy. Výsledkem je tedy obrovská finanční ztráta – jak za zbytečný nákup a likvidaci oleje, tak za další prodloužení prostroje a ušlý zisk. Běžné postupy a poznatky tribotechniky se

v mnoha firmách neaplikují, protože na to není čas a získané výsledky analýz olejů si často neumí nikdo vysvětlit a využít. V lepším případě technik vzorky oleje odebere do pet-lahve od limonády, pošle je do laboratoře na zpracování. Výsledky analýz ve formě protokolu se dostanou po týdnu zpět k technikovi, který je často neumí dát do souvislosti se stavem stroje a vyhodnotit diagnostický signál, na základě kterého by mohl provést kvalifikované rozhodnutí. Jednodušší situaci má tedy provozovatel, který má k dispozici správnou laboratorní techniku. Není však potřeba si představovat, že je nutné mít specializovanou místnost s kontrolovanou atmosférou s přetlakovými dveřmi, se vstupem v ochranném oděvu a s vybavením za desítky milionů korun.

### Dvě klíčové zkoušky pro sledování kondice olejů – RULER a MPC

**MPC** (Membrane Patch Colorimetry) – nabízí možnost měření a sledování množství nerozpustných nečistot v oleji. Umožňuje tak předem upozornit na nebezpečí tvorby úsad v kritických komponentech strojů a zařízení a definuje potenciál oleje k tvorbě úsad, resp. příčinu vedoucí k většině problémů strojů a zařízení. **RULER** (Remaining Useful Life Evaluation Routine) – je patentovaná zkušební metoda měření zbývajících životnosti maziv. Přístroj měří úroveň antioxidantů v mazivech a poskytuje tak klíčovou informaci o schopnosti oleje odolávat namáhání a oxidaci.

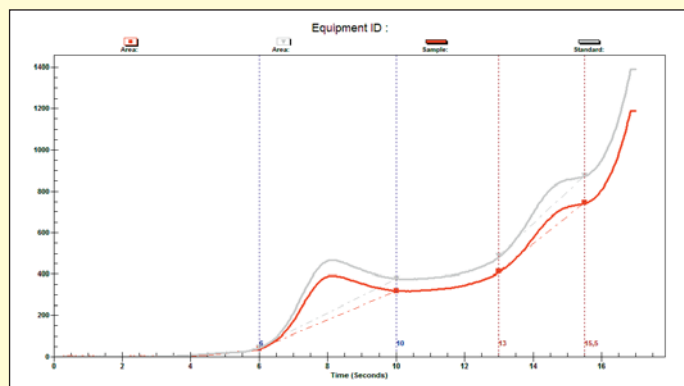
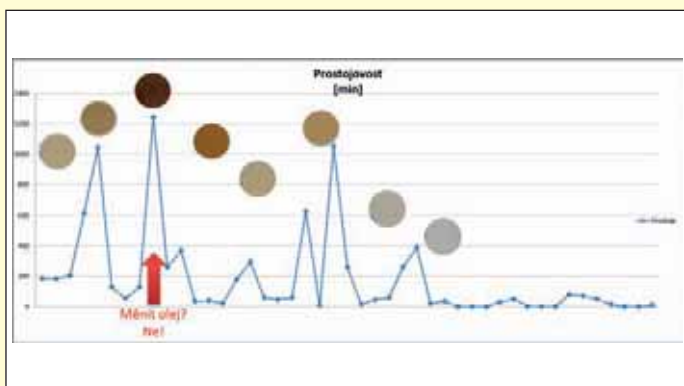


Obr. 3: Poslední generace přístrojů RULER View™ a MPC color

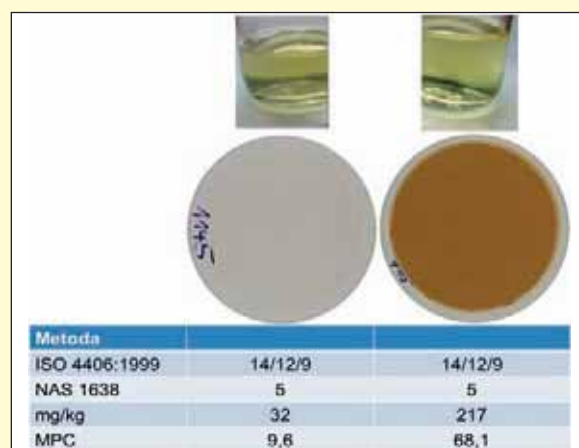
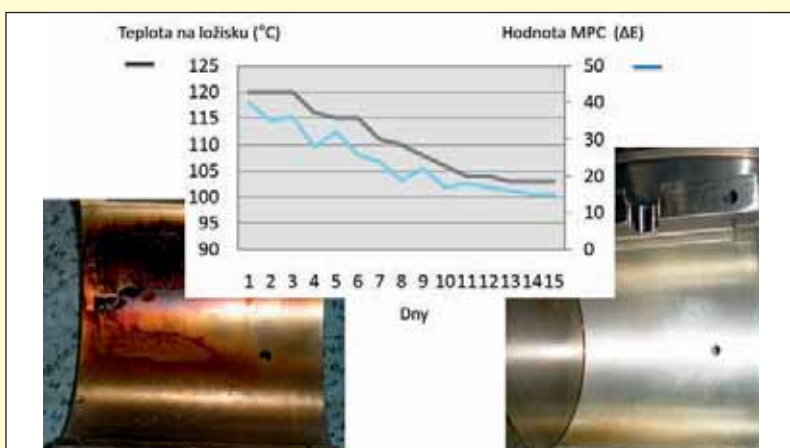
### STANOVENÍ MNOŽSTVÍ ANTIOXIDANTŮ – ZKOUŠKA RULER

Technologie RULER poskytuje snadný způsob, jak určit zbývajících životnost maziv stanovením hladiny antioxidantů v olejích a mazivech. Díky RULERu je tedy schopen uživatel přesně definovat klíčovou příčinu problému a stanovit, kdy nastane bod zlomu, **viz. obr. 3**. RULER identifikuje typ antioxidantů v oleji a porovnáním výsledků s novým olejem umožňuje určit, kolik antioxidantů bylo vyčerpáno. Pokud známe stáří oleje či průběh motohodin, jsme schopni určit i zbývajících životnost oleje. Přístroj využívá pro měření voltametrie a je speciálně navržen tak, aby sledoval jednotlivé antioxidanty. Není proto nutné znát, jaká aditiva výrobce použil při výrobě oleje, jejich chemické složení a podle toho volit vhodnou laboratorní metodu. Unikátní odolná konstrukce přístroje RULER View™ byla přizpůsobena k tomu, aby přístroj bylo možné využívat nejen v laboratoři, ale aby bylo možné získat rychlé a přesné výsledky i přímo v provozu. V současnosti existují tyto ASTM normy založené na technologii RULER – ASTM D6971, D7590, D6810, D7525.





Obr. 5: Nízké hodnoty MPC (bílé membrány) znamenají chod bez prostojů. Díky RULERu bylo možné rychle zjistit, že pokles obsahu aditiv je minimální a výměna oleje není nutná.



Obr. 6: Graf souvislosti MPC a teploty ložiska

Obr. 7: Příklad srovnání výsledků částicových metod a gravimetrie s kolorimetrií. Dle ISO 4406 a NAS 1638 jsou vzorky stejné.

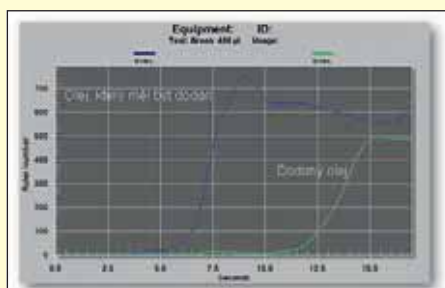
se postupně vyčistil celý hydraulický systém a problémy odezněly.

### Příklad – Souvislost mezi MPC a množstvím úsad způsobující zvýšení teplot na ložisku

Na grafu v obr. 6 je patrná jasná souvislost teploty na ložisku a naměřenou hodnotou MPC v průběhu čištění oleje za provozu. Díky čištění oleje se postupně odbourávají úsady v olejovém systému, snižuje se tím tření na ložiskách způsobené přítomností úsad a díky tomu klesla teplota ložisek na bezpečnou úroveň. Klesající hodnoty MPC odpovídají klesajícím problémům.

### Příklad – porovnání kolorimetrie a částicových metod

V praxi se pro hodnocení kondice olejů stále hojně využívají metody měření množství částic v definovaném množství vzorku oleje, které však principiálně nepostihují produkty degradace oleje. Hodnocení



Obr. 9: Z grafu měření RULERem je jasně patrné, že dodaný olej obsahuje jiný balíček aditiv oproti dosud používanému oleji

kondice oleje na základě kódu čistoty NAS 1638 resp. ISO 4406 tak nepřináší podstatnou část informace o oleji, kterou bychom mohli využít pro odhalení a prevenci příčin prostojů a poruch strojů a zařízení.

### Vstupní kontrola maziv

Stroje představují obrovské investice, které přesahují i stamiliony korun a je na nich, aby svou práci vygenerovaly dostatečný zisk, aby si vydělaly nejen na sebe a platy zaměstnanců, ale i na další investice. Olej v těchto strojích je neoddelitelným konstrukčním prvkem, který zásadním způsobem ovlivňuje jejich chod a spolehlivost. Proto oleji, který je do stroje plněn a doplňován, je nutné věnovat náležitou pozornost. V průběhu řetězce událostí na cestě oleje od rafinerie ke koncovému zákazníkovi může dojít k nežádoucí kontaminaci nebo záměně. Provést rychlou vstupní kontrolu oleje při předání a zkontrolovat, zda je olej tím skutečně požadovaným olejem v požadované

čistotě a kondici, je díky moderním laboratorním přístrojům RULER a MPC Color velice jednoduché.

### Příklad – zanedbaná vstupní kontrola

Pro ilustraci uvádíme případ, kdy zanedbání vstupní kontroly mělo fatální následky – proběhla plánovaná výměna několika tisíc litrů turbínového oleje ISO 46 v parní turbíně zásobující elektřinou a parou celý cukrovar. Po dvou měsících provozu se však vyskytly závažné problémy. Celý olejový systém byl zalepen kalem a úsady (viz obr. 8). Výsledkem byla kompletní odstávka cukrovaru v průběhu kampaně a 2000 zaměstnanců bylo bez práce. Celková vyčíslená ztráta přesahovala 10 milionů dolarů. Následnou analýzou příčiny havárie se odhalilo, že byl dodán jiný olej. Olej obsahoval nekompatibilní balíček aditiv, která způsobila závažnou reakci v mazacím systému.

### Závěr

Kolorimetrie MPC a RULER jsou jednoduché nástroje pro vyhodnocení kondice oleje – tj. kondice stroje. Pravidelné sledování čistoty olejů a potenciálu k tvorbě úsad, zbývající životnosti oleje a úbytku antioxidantů je důležitou součástí pravidelné údržby stroje a je nástrojem pro:

- Snižování nákladů spojených s provozem strojů a zařízení
- Eliminaci prostojů
- Zvýšení produktivity a kvality výroby
- Zvýšení efektivity výroby ■



Obr. 8: Rychlá a jednoduchá vstupní kontrola pomocí měření antioxidantu RULER by zabránila katastrofě

Jan Novák, Intribo, s.r.o.  
Vladislav Chvalina, KLEENTEK, spol. s r.o.