

tribotechnické

i n f o r m a c e

2/2007

- Tribotechnika v teorii a praxi, říjnová konference
- Mazání kompresorů
- Servis olejů
- Zisťovanie spoľahlivosti strojného parku

CELOSTÁTNÍ NEZÁVISLÝ LIST PRO VÝZKUM, VÝVOJ A PRŮMYSLOVOU PRAXI

Technický týdeník

Česká strojnická společnost
Odborná sekce tribotechnika

10. jubilejní mezinárodní konference

Tribotechnika v teorii a praxi

15.-17. října 2007, Praha

Česká strojnická společnost (ČSS) - sekce Tribotechnika uspořádala 15.-17. října 2007 v prostorách Českého svazu VTS na Novotného lávce v pořadí již 10. jubilejní konferenci Tribotechnika v teorii a praxi, která byla současně vhodnou příležitostí připomenout tribotechnické veřejnosti skutečnost, že na letošní rok připadá již padesáté výročí organizovaného mazání v našich zemích. Formálně je charakterizováno založením Odborné skupiny techniků mazání, nyní Odborné sekce Tribotechnika České strojnické společnosti právě před 50 roky a prvním setkáním dne 25. 7. 1957!

Zahájení této 10. jubilejní konference se neslo tedy i v duchu 50letého výročí plodné spolupráce českých a slovenských tribologů a tribotechniků. K oběma těmto výročím zazněly velmi zajímavé a společensky zaměřené úvodní přednášky pánů - Bohumila Buchtely za sekci Tribotechnika ČSS v Praze a Ing. Jozefa Stopky za Slovenskou spoločnosť pre tribológiu a tribotechniku (SSTT) v Bratislavě.



slavě.

Retrospektivní pohled pana Bohumila Buchtely na vývoj české tribotechniky byl uzavřen vzpomínkou a díkem desítkám a stovkám dnes již většinou zapomenutých výzkumných a vývojových tribotechnických pracovníků, podnikových tribotechniků, mazačů a později údržbářů mazání. Byli to totiž oni, kdo svojí každodenní, odborně zaujatou, pečlivou a bohužel většinou nedocenenou prací byli základem kvalitního mazání a v nelehké praxi tak završovali celý pestrý proces aplikace tribotechniky. Shromáždili obrovské množství poznatků a zkušeností, které představují pevný základ pro budoucí generace tribotechnických pracovníků.

Jubilejní charakter konference byl zdůrazněn i účastí dvou zakládajících členů sekce Tribotechniky, Ing. Ctirada Náhlavského a Bohumila Buchtely. Celoživotní zásluhy Ing. Ctirada Náhlavského o rozvoj v oboru byly oceněny předáním pamětní plakety Zvazu slovenských vedeckotechnických společností za rozvoj slovensko-české spolupráce, kterou osobně předal jménem SSTT



Ing. Jozef Stopka.

PROGRAM KONFERENCE BYL DÁLE TÉMATICKY ROZDĚLEN DO TŘÍ OKRUHŮ A TO:

Sekce I - Maziva

odborný garant Ing. Petr Dobeš, CSc.

- Trendy trhu automobilových a průmyslových olejů
- Vývoj maziv a vývoj nových specifikací
- Vlastností maziv a jejich zkoumání
- Zdravotní a ekologické aspekty maziv
- Maziva pro obrábění a tvárění
- Maziva a jejich použití v průmyslu
- Plastická maziva
- Mazání a maziva v mobilní technice
- Speciální aspekty tribologie

Sekce II - Péče o maziva a jejich ošetřování

odborný garant Vladislav Chvalina

- Diagnostika, údržba a spolehlivost strojů
- Tribodiagnostika a analýzy maziv
- Tribotechnika jako součást proaktivní údržby
- Mazací technika
- Čištění maziv
- Likvidace upotřebených maziv
- Technickohospodářský význam tribotechniky

Sekce III - Nové konstrukční prvky a materiály

odborný garant Prof. Ing. Jan Suchánek, CSc.

- Keramické materiály
- Řezné nástroje
- Otěrvozorné povrchové vrstvy a povlaky
- Kluzná ložiska
- Valivá ložiska
- Ozubená kola

V jeho rámci bylo předneseno 25 odborných a 4 komerčních přednášky.

Konferenčními jazyky byly čeština, slovenština a angličtina, přičemž byl v průběhu celé konference zajištěn kvalitní simultánní překlad do angličtiny a zpět do češtiny.

Všichni účastníci konference obdrželi sborník, který obsahoval přednášky v plném znění, doplněné vždy krátkým shrnutím v češtině nebo angličtině. Jedním z mediálních partnerů konference byla redakce Springer Media - Technický týdeník.

K úspěchu konference přispěla významně i paralelně probíhající výstava pěti firem - sponzorů konference.

Konference se zúčastnilo více než 60 našich a zahraničních odborníků z UK, SRN, JAR, Polska, Maďarska, Rumunska a Slovenska. Hojně byla zastoupena Slovenská republika včetně představitelů partnerské organizace - Slovenské společnosti pre tribológiu a tribotechniku (SSTT) se sídlem v Bratislavě.

Kromě velmi dobré odborné úrovně přednášek, doprovázených živou a věcnou diskusí, přispěla konference významně ke vzájemnému setkání výrobců a obchodních distributorů maziv s podnikovými tribotechniky a odborníky z akademické sféry.

V současnosti si ani nelze představit oblast národního hospodářství, kde by se nevyužily poznatky tribologie a tribotechniky, jako je správný výběr maziva, jeho sledování za účelem správného a dlouhodobého chodu strojních zařízení, automobilů, strojních agregátů a mechanismů, v letecké i námořní dopravě. Volba správného kvalitního maziva a monitorování jeho stavu společně s vhodným ošetřováním během provozu mohou přinést nejen úspory maziv, náhradních dílů apod., ale především zajistit spolehlivý provoz bez prostojů. Správ-



ná aplikace tribotechnických poznatků má v neposlední řadě vliv na dosažení minimální energetické náročnosti a tím i na zlepšení ekonomických výsledků podnikatelské činnosti při respektování legislativních a ekologických požadavků. A pod vlivem těchto aspektů se nesl duch konference.

Velmi pozitivně působila vystoupení tribotechniků z velkých průmyslových firem, která vypovídají o rostoucí úloze tribotechniky a tribodiagnostiky v průmyslu.

BOHUMIL BUCHTELA
OS TRIBOTECHNIKA ČSS

OBSAH

listopad 2007

Šéfredaktor: Jan Baltus

Odpoředný redaktor: Judita Egyedová

Redaktor odborné řásti: Ing. Vladimír Nováček

Redakční rada
OS Tribotechnika řSŠ

Bohumil Buchtela

Ing. Petr Dobeř, CSc.

Vladislav Chvalina

Ing. Petr Moravec

Ing. Ctirad Náhlovský

Ing. Vladimír Nováček

Ing. Vratislav Perna

Ludmila Stránská

Ing. Milan řimánek

Ing. Pavel řpondr

Ing. Vladimír řřebický, CSc.

Ing. Jiř Valdauf

Ing. Stanislav Vilímek

řeská strojnická společnost

OS Tribotechnika

Novotného lávka 5

116 68 Praha 1

tel. 221 082 203

fax: 221 082 217

e-mail: strojpol@csvts.cz

www.tribotechnika.cz

www.strojnicka-spolecnost.cz

Vydavatel:

Technický ředeník, Nádražní 32, 150 00 Praha 5

www.techtydenik.cz

- Vychází jako samostatná příloha Technického ředeníku
- Objednávky řasopisu a inzerce přijímá vydavatel - Technický ředeník
- Redakce neodpovídá za obsah a objektivitu veřejněných inzerátů a vyhrazuje si právo příspěvky krátit. Stanoviska a názory obsažené v jednotlivých příspěvcích jsou stanovisky a názory autorů.

- Tribotechnika v teorii a praxi, 10. mezinárodní konference 2
- REACH a ropné výrobky 4
- Mazání kompresorů 4
Ing. Ctirad Náhlovský
- Servis olejů – významný nástroj pro snížení nákladů 5
Ing. Stanislav Vilímek
- Centrální mazací systém mobilních strojů 8
Ing. Pavel řpondr, Ing. Antonín Dvořák, Ph.D.
- Tribodiagnostika – součást moderní péče o stroje 10
Ing. Vladimír Nováček
- Pořadavky na moderní vodou mísitelné obráběcí kapaliny 12
Ing. Lukáš Bělín
- Zistovanie spoľahlivosti strojného parku pomocou tribotechnickej diagnostiky 14
RNDr Janka Mihaľčová, Ph.D. Doc Ing Hekmat Al Hakim, CSc. Ing Duřan Digoň
- Pevná maziva pro 21. století 17
Ing. Petr Dobeř CSc.
- řevodovky, spojky, pohony 19

Česká strojnická společnost OS Tribotechnika

pořádají v úterý 11. prosince 2007 od 9:15 hodin seminář

REACH a ropné výrobky

Povinnosti vyplývající z nové legislativy

místo: Český svaz VTS, Praha 1, Novotného lávka 5, 4. patro, sál č. 417

Seminář je určen pro všechny pracovníky, kteří jsou a budou dotčeni novou evropskou legislativou. Ta se navzdory mylným představám týká nejenom chemického průmyslu, který je již zvyklý na stále se zpřisňující zákony, nýbrž se nově dotýká všech oblastí, které vyrábějí a nebo distribuují nové výrobky. Nařízení postihující především oblasti zdraví a bezpečnosti výrobků je v platnosti již od 1. června 2007. Na první rok je stanoveno přechodné období, během něhož musí být splněny první konkrétní úkoly vyplývající z tohoto nařízení! Po 1. června 2008 již hrozí sankce. Všichni, kdo dosud neví, zda budou touto legislativou ovlivněni, i ti co by si rádi upřesnili svoje vědomosti jsou vítáni na tomto semináři.

Odborný garant semináře:
Ing. Jiří Valdauf - LUBRICANT s.r.o.
e-mail: jiri@valdauf.cz

Organizační sekretariát semináře:
Česká strojnická společnost - Stránská Ludmila
Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1, tel.: 221 082 203
fax: 221 082 217, e-mail: strojpol@csvts.cz
www.strojnicka-spolecnost.cz

PROGRAM

8:45 - 9:15	Prezence účastníků
9:15 - 9:45	Ing. Vladimír Janeček - Svaz chemického průmyslu ČR REACH. Základní pojmy Nařízení Evropského parlamentu a Rady ES č. 1907/2006. Osoby a organizace dotčené tímto nařízením
9:45 - 10:15	Ing. Dana Hendrychová - Svaz chemického průmyslu ČR Harmonogram náběhu REACH
10,15 - 10,35	Přestávka na kávu a občerstvení
10:35 - 11:15	RNDr. Jaroslav Buchta - PARAMO Pardubice Zkušenosti s REACH v ropném průmyslu
11:15 - 11:30	Ing. Josef Hasa - Ministerstvo životního prostředí Aktuální informace z evropské a české legislativy související s REACH
11:30 - 11:40	Ing. Dana Hendrychová - Svaz chemického průmyslu ČR Projekt Adaptabilita a posílení konkurenceschopnosti chemického průmyslu ČR
11:40 - 11:45	Ing. Vladimír Janeček - ReachCentrum CZ, s.r.o. Nabídka služeb k implementaci nařízení REACH č.1907/2006 společností dotčeným tímto nařízením
11:45 - 12:30	Diskuse

Mazání kompresorů

Základní dělení pístových kompresorů je dáno druhem pohybu pístu. Buď jde o pohyb vratný nebo rotační (kompresory křídlové – lamelové). Druh dopravného média je dalším kritériem – jde o kompresory vzduchové, plynové a chladivové. Z pohledu konstrukčního provedení se kompresory dělí na křížákové a bezkřížákové, ležaté a stojaté, jedno a vícestupňové a konečně s písty běžnými



a diferenciálními. Téměř všechny uvedené druhy posléze ovlivňují provedení konkrétní mazací soustavy a konečně i volbu optimálního oleje i jeho spotřebu. Ty jsou

povinností konstruktéra a posléze obsluhy kompresoru jeho doporučení respektovat. Obsáhlost tématu redukuje toto pojednání na mazání kompresorů vzduchových.

VOLBA MAZIVA

Vzduchové pístové kompresory s vratným pohybem pístu z pohledu kombinovaného tření při pohybu pístu ve válci, jsou velmi náročné na vlastnosti a množství mazacího oleje. Jsou náročné i na čistotu nasávaného vzduchu. Další požadavky formulují výstupní teploty a výstupní tlaky. Při nepřetržitém provozu vzduchového kompresoru jsou vhodné ropné oleje v případech menších nároků (teploty na výtlačku do 120°C) výkonové klasifikace ISO-L-TSB a při vyšších nárocích výkonové klasifikace ISO-L-DAB.

Všeobecně vyšší nároky na vlastnosti oleje kladou kompresory lamelové, kde jsou vhodné oleje klasifikace ISO-L-DAB.

TRIBOTECHNICKÁ OBSLUHA VZDUCHOVÝCH PÍSTOVÝCH KOMPRESORŮ.

Za provozu kompresoru je značná řada úkonů tribotechnického charakteru, které se musí provádět. Hlavními jsou:

- Používat druh ropného oleje pro mazání válců a ucpávek, který je předepsán
- Při ústředním tlakovém mazání válců a ucpávek (tlakovým mazacím přístrojem) seřídít spotřebu oleje do jednotlivých míst podle předepsaného množství
- Zajišťovat čistotu nasávaného vzduchu
- Odpouštět usazeniny z odlučovačů
- Čistit chladiče a chladicí prostory
- Kontrolovat ventily v předepsaných lhůtách
- Vyměňovat olejovou náplň v klikové skříni (u bezkřížákových provedení) nebo náplň klikového mechanismu (u křížákových provedení) podle pokynů daných výsledky tribodiagnostických nálezů při souběžném čištění ošetřovaných součástí kompresoru.

Jedním ze závažných důvodů odborné tribotechnické obsluhy vzduchových kompresorů je mj. zabránit výskytu uhelnatých usazenin – zůstatků, které se vyskytují na výtlačných cestách. Ty jednak zhoršují mazací podmínky mezi písty a válci, funkčnost pístních kroužků a výtlačných ventilů. Zhoršují také odvod tepla a snižují průtočné profily ventil a výtlačných potrubí s následkem zvyšování teploty. Jsou velmi nebezpečné, protože bývají příčinou požárů a explozí vzduchových kompresorů

ING. CTIRAD NÁHLOVSKÝ

Servis olejů - významný nástroj pro snížení nákladů

Stejně jako v jiných oblastech, tak i tam, kde se používají v provozu průmyslové oleje (hydraulické, převodové, turbínové, řezné oleje, emulze, apod.) se v posledních letech klade velký důraz nejen na používání kvalitních olejů, z hlediska jejich vlastností, ale zároveň i na sledování jejich kvality v průběhu používání za účelem optimálního nastavení systému výměny těchto olejových náplní

Za tímto jednoduchým konstatováním skutečnosti se následně skrývá snaha o snižování nákladů tam, kde se ještě nedávno hospodařilo jediným způsobem, a to způsobem výměny olejové náplně podle subjektivního názoru obsluhy daného stroje nebo výměny podle dodavatele oleje stanovených termínů.

Situace se začala měnit mj. nejen v souvislosti s rozvojem tribodiagnostiky, ale také s nárůstem cen průmyslových olejů.

Když se objeví závada např. na automobilu, ať už vlivem provozní závady nebo vinou dopravní nehody není nutné hned kupovat nové auto. První kroky vedou do servisu, kde zjistí závažnost závady, navrhnou řešení a následně provedou servisní službu. Navíc je každý automobil, pokud chce být jeho majitel dobrým hospodářem, pravidelně monitorován formou servisních prohlídek.

Celý tento systém je možno aplikovat na olejové náplně. Je zde "Servis olejů".

Aby byl Servis olejů opravdu nástroj pro snížení nákladů – viz název článku - je nutné respektovat mj. :

- Servis olejů jako ucelený systém tří vzájemně se doplňujících částí (analytická část, servisní služby, logistická podpora)

- výchozí předpoklady pro nastavení systému Servisu olejů

- provozní trendy

- strategie proaktivní údržby
- vzájemná vazba mezi technologickým médiem (olej, emulze) a technologickým zařízením

- použití kvalitní softwarové podpory

- aktivní přístup Servisu olejů – nutnost zpětné vazby směrem k technologickému zařízení

ZÁKLADNÍ ČÁSTI SERVISU OLEJŮ

Názory na obsah pojmu "Servis olejů" dnes nejsou jednotné. Tato nejednotnost je závažnější zejména pro organizace, které uvažují o externím dodavateli (outsourcingu) Servisu olejů. Mohou se tak dostat do situace, kdy dodavatelé této služby nabízí různý kvalitativní i kvantitativní obsah a je mnohdy problematické vyhodnotit, co je výhodnější.

V této situaci je nutné, stejně jako v jiných technických oblastech, co možná nejjednodušeji definovat obsah pojmu "Servis olejů" a mít tak možnost porovnávání kvalitativních a kvantitativních parametrů Servisu olejů od různých dodavatelů, přičemž důraz by měl být kladen na komplexnost Servisu olejů.

Komplexně nabízený nebo vlastními silami realizovaný Servis olejů by měl zahrnovat tři

základní vzájemně propojené části :

- analytickou část
- servisní služby
- logistickou podporu

V této části je třeba upozornit, že Servis olejů jako pojem a jeho obsah se týká zejména průmyslových olejů a obráběcích emulzí.

ANALYTICKÁ ČÁST

Úkolem analytické části Servisu olejů je :

- provést laboratorní analýzu vzorku oleje dle požadavku na jednotlivé kvalitativní parametry oleje a emulze

- porovnat naměřené hodnoty kvalitativních parametrů s limitními (doporučovými) hodnotami

- posoudit vliv naměřených hodnot na strojní zařízení

- rozhodnout o dalším postupu

Teprve na základě důkladně provedené analytické části Servisu olejů je možné připravit konkrétní servisní služby.

SERVISNÍ SLUŽBY

Dále uvedené servisní služby jsou službami základními, které by měly být poskytovány v rámci Servisu olejů. Jsou to následující služby:

Strategie údržby	Potřebná technologie	Paralela s lékařským postupem
Proaktivní údržba	Monitoring a úprava zhoršujících se základních příčin, např. kontaminace	Monitorování tlaku a měření cholesterolu spolu s dietní kontrolou
Prediktivní údržba	Monitorování vibrací, teplot, vyrovnaní strojů, opotřebení	Indikace infarktu pomocí EKG nebo ultrazvuku
Preventivní údržba	Pravidelné výměny strojních dílů	Chirurgické zákroky (by-pass, transplantace)
Údržba po poruše	Vysoký rozpočet na údržbu	Infarkt nebo mrtvice

- konzultační služby
- kontrola objemu nádrže
- filtrace oleje – odstranění mechanických nečistot, odstranění vody

- čištění nádrže
- výměna oleje včetně propláchnutí daného systému

- výměna emulze včetně odstranění bakterií

- aditivace oleje či emulze

- likvidace odpadu – v režimu zpětného odběru nebo odpadu

- další služby dle specifikace zákazníka

Každá z uvedených servisních služeb vyžaduje vždy specifickou technickou přípra-

vu v závislosti na pracovním prostředí a na požadovaných výsledcích servisní služby.

LOGISTICKÁ PODPORA

Logistická podpora je důležitá součást jak analytické části, tak i vlastních servisních služeb, zejména pak z hlediska samostatnosti dodavatele Servisu olejů.

Velmi důležitá je logistická podpora právě v možnosti dodavatele Servisu olejů nabídnout kvalifikovaný odběr vzorku oleje, jeho zaslání do laboratoře a následně odbornou diskuzi nad výsledky laboratorní analýzy.

Úroveň logistické podpory přímo ovlivňuje schopnost dodavatele realizovat Servis olejů "na klíč", tedy mj. s vlastními nádobami na vyčerpání oleje v průběhu servisních služeb, či s vlastními nádobami pro likvidaci odpadu, přičemž služba likvidace odpadu je sama o sobě logistickou podporou komplexního Servisu olejů.

Servis olejů bude významným nástrojem pro snižování nákladů pouze v případě kvalitativního i kvantitativního zajištění všech tří jednotlivých částí a zároveň respektování jejich provázanosti.

PROVOZNÍ TRENDY

Z hlediska výsledné kvality Servisu olejů i všech jeho tří částí je nezbytné respektovat současné ekonomické a provozní trendy, které ovlivňují přístup k řízení olejového hospodářství.

PROVOZNÍ TRENDY – EKONOMICKÉ NÁKLADY

Přetrvávající trend na snižování ekonomických

nákladů se projevuje i ve snaze co nejpřesněji definovat možnosti snížení nákladů všude tam, kde olejové hospodářství představuje významnou ekonomickou položku.

Při dnešních cenách energií je logickým trendem snižovat spotřebu energie. Příspěvkem ke snížení spotřeby energie může být z hlediska olejového hospodářství nákup kvalitnějších olejů a emulzí. Takových, které mají zvýšenou odolnost např. proti teplotním výkyvům a tím i delší životnost.

Ekonomické náklady je možno snižovat reálným snižováním nákladů na údržbu. Reálným proto, protože ne vždy je provoz-

ně reálné řešení snížení počtu pracovníků údržby bez ohledu na jejich kvalifikaci pro údržbu mnohdy speciálních technologických zařízení.

PROVOZNÍ TRENDY - TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ

Provozní podmínky technologického zařízení jsou limitovány stále se zvyšující-

a kvantitativně odborně prováděná analytická část Servisu olejů může být jedním ze základů proaktivní péče o technologická zařízení.

STRATEGIE PROAKTIVNÍ ÚDRŽBY

Z hlediska řízení údržby je možné i při servisu olejů využít čtyři základní strate-

gické přístupy k řízení údržby, viz přehled níže.

Zajímavá je paralela s lékařským postupem. Pokud budeme považovat olej v technologickém zařízení za jeho krev, je možné přirovnat péči o technologické zařízení k péči o lidské tělo.

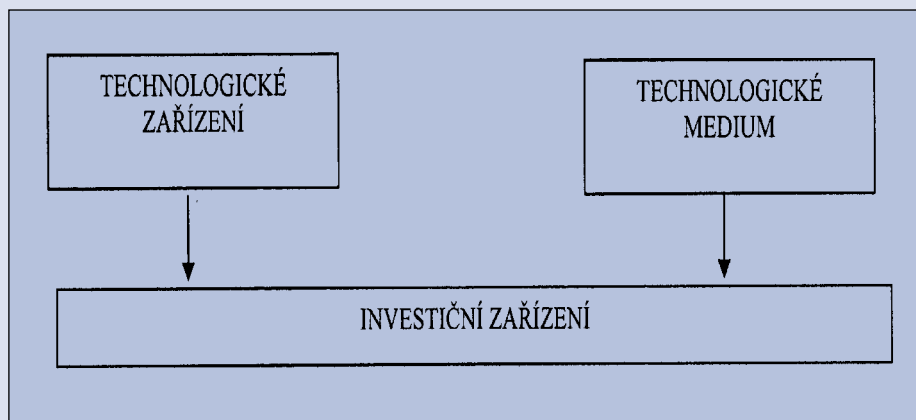
Moderní přístupy k řízení údržby obecně, a tedy i přístupy k Servisu olejů, je nutné strategicky nastavit nejlépe na proaktivní údržbu.

Základem strategie proaktivní údržby je systematické analyzování stavu investičního zařízení a následné zavádění nápravných opatření, která snižují celkové náklady na provoz investičního zařízení v průběhu celého jeho životního cyklu.

Je nepochybné, že technologické zařízení, které k realizaci výrobního procesu potřebuje technologické médium tvoří společně s médiem investiční zařízení, tedy vstupní předpoklad pro strategii proaktivní údržby.

KOMPLEXNOST SERVISU OLEJŮ

Komplexnost Servisu olejů je možno vyjádřit následujícím schématem:



Skladba investičního zařízení pro proaktivní údržbu Servisu olejů

cím požadavkem na zvyšování produkce.

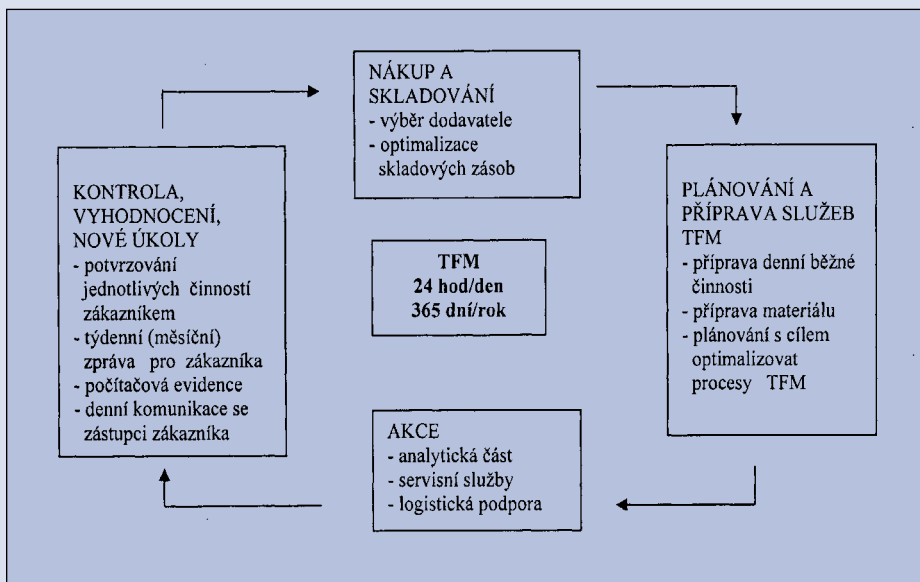
Zajistit vyšší produkci znamená pro technologická zařízení jako celek nebo pro jejich jednotlivé části zejména vyšší pracovní rychlosti. To v konečném důsledku zejména pro oleje znamená, že jsou vystaveny vyšším tlakům a teplotám, které při dlouhodobém působení snižují jejich životnost.

PROVOZNÍ TRENDY - OLEJ, EMULZE (TECHNOLOGICKÉ MEDIUM)

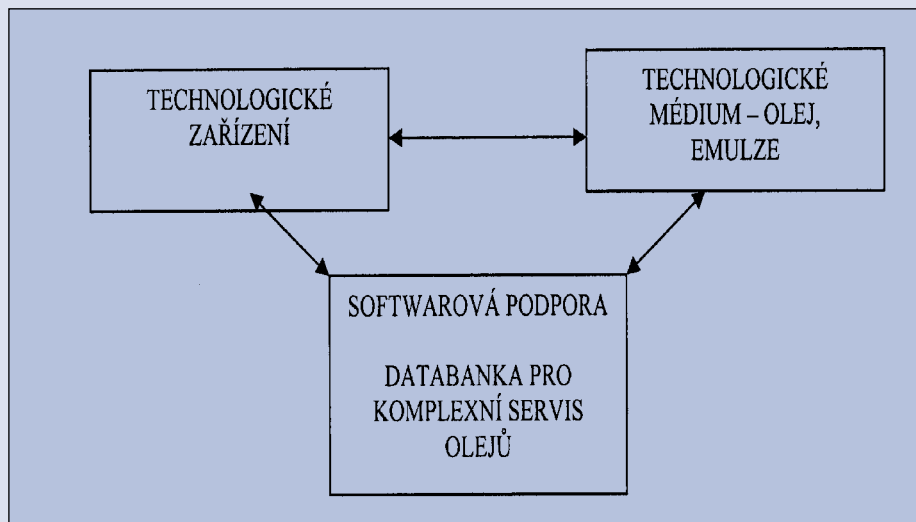
Jednoznačně prioritním požadavkem na technologické médium je požadavek na jeho delší životnost za současného plnění jeho hlavních funkcí, tj. mazání, chlazení, čištění a konzervace

Stále diskutovaným požadavkem je univerzálnost olejů.

Z hlediska tribodiagnostického, a tedy z hlediska Servisu olejů, je významným požadavkem využít technologické médium jako nosiče informací o technickém stavu technologického zařízení. Systémově správně nastavená, kvalitativně



Total Fluid Management – pracovní schéma



Vzájemné vazby komplexnosti Servisu olejů

Ukládáním technických a provozních požadavků kladených na technologická zařízení spolu s informacemi z analýz technologických médií do společné databanky je možno zajistit komplexnost Servisu olejů a tomu odpovídající strategii údržby právě v souladu s jednotlivými výše uvedenými provozními trendy. Zároveň je možno takto vytvořenou databanku využívat k provozně-ekonomickým vyhodnocováním na různých konstrukčních úrovních technologického zařízení.

SERVIS OLEJŮ A OUTSOURCING

V souvislosti s uvedeným požadavkem na snižování provozních nákladů je možné dnes uvažovat o realizaci Servisu olejů jako outsourcingové služby, a to na různých dodavatelských úrovních.

Vždy je však nezbytně nutné si uvědomit, že Servis olejů prováděný ať už

vlastními silami nebo externím dodavatelem (outsourcingová služba) by měl plně respektovat výše uvedené skutečnosti, tedy:

- Servis olejů jako ucelený systém tří vzájemně se doplňujících základních částí (analytická část, servisní služby, logistická podpora)

- výchozí předpoklady pro nastavení systému Servisu olejů

- provozní trendy
- strategie proaktivní údržby
- vzájemná vazba mezi technologickým médiem (olej, emulze) a technologickým zařízením
- použití kvalitní softwarové podpory
- aktivní přístup Servisu olejů – nutnost zpětné vazby směrem k technologickému zařízení

Rozhodnutí, zda realizovat Servis olejů vlastními silami nebo pomocí outsourcingové služby bude vždy rozhodnutím zejména ekonomickým, které jde ruku v ruce s požadavky na kvalitu Servisu olejů.

Proto je pro porovnání těchto dvou variant velmi důležité stanovit personální, technická a logistická kritéria včetně jejich obsahu. Ekonomické hodnocení výhodnosti resp. nevýhodnosti jedné z variant musí vycházet z porovnání porovnatelných kritérií a jejich obsahu. Není možné např. porovnávat nabízenou cenu hodiny outsourcingové služby s hodinovým platem vlastního zaměstnance apod. Vždy je nutné vysvětlit, co všechno cena hodiny outsourcingové služby zahrnuje a porovnat tento obsah s adekvátním obsahem vlastních zdrojů.

Dnes již není jediný požadavek uživatele technologických médií na způsob dodávek „just in time“, tedy bez financování nadbytečných zásob a skladových prostorů.

Způsob, kdy se technologické médium stává majetkem uživatele až v okamžiku dodání přímo do technologického celku a v tomto okamžiku je také placeno, zcela jistě přispívá k úspoře ekonomických nákladů uživatele.

A solidní dodavatel Servisu olejů by měl být schopen tento systém zásobování zajistit.

Za nejvyšší úroveň outsourcingové služby v oblasti Servisu olejů lze považovat tzv. Total Fluid Management (TFM). Zjednodušeně je možno přiblížit obsah TFM na následujícím pracovním schématu:

Outsourcing musí být vždy aktivní služba, což mj. znamená, že dodavatel služby - Servisu olejů - nebude pouhým vykonavatelem, ale konzultantem a v závislosti na kvalitě používaného softwaru zároveň i poskytovatelem provozně ekonomických informací.

V konkrétním případě Servisu olejů to znamená např. vyhodnocení vhodnosti použití technologického média pro danou výrobu z hlediska kvality výrobků, opotřebení pracovních nástrojů, spotřeby na jednotlivých mazacích místech apod.

Cílem outsourcingu je mj.:

- snížení nákladů při vstupu outsourcingové služby
- zákazník spokojený s kvalitou a efektivností outsourcingové služby
- dlouhodobé partnerství založené na vzájemné důvěře a oboustranně výhodné spolupráci.

Pokud chce být management moderních výrobních provozů dobrým hospodářem, bude hledat cesty jak uspořít i v oblasti olejového hospodářství, která se mnohdy významně podílí na celkových provozních nákladech společnosti. Cílem tohoto hledání by mělo být nastavení kvalitního systému péče o olejové hospodářství - Servisu olejů.

Stejně tak, jako je možné, a dnes celkem běžné, využívat outsourcingových služeb v oblasti např. IT technologií, operativního leasingu automobilů nebo úklidových služeb, tak je možné spolupracovat i s dodavatelem outsourcingových služeb v oblasti olejového hospodářství - Servisu olejů.

ING. STANISLAV VILÍMEK

mycí stoly • mycí automaty • sudové regály • záchytné vany • skládové kontejnery • rybníky

odmašťování dílů a součástek

IBS

IBS Scherer Czech s.r.o.
Českých legií 5
549 01 Nové Město nad Metují
telefon: 491 420 371
fax: 491 421 612
www.mycistoly.cz

Zákaznická linka: 491 421 612

Centrální mazací systém mobilních strojů

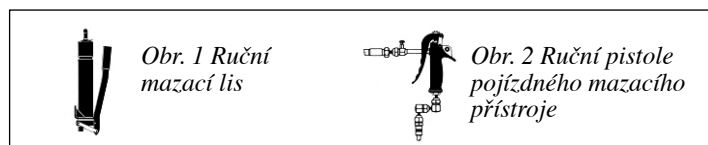
Článek pojednává o aplikaci progresivního centrálního mazacího systému (CMS), pro dávkování maziva do mazacích míst podvozků a technologických nástaveb mobilních strojů (nákladních automobilů, autobusů, trolejbusů, návěsů, přívěsů a těžebních, stavebních, zemědělských atd. strojů). Prodloužení životnosti dílů třecích dvojic (zajištěno 100% namazání všech mazacích míst), snížení spotřeby maziva, zkrácení prostojů a odstranění obtížné a namáhavé práce proti ručnímu mazání zaručí rychlé ekonomické zhodnocení pořizovacích nákladů. Správným používáním se zvyšuje i ekologičnost provozu.

Moto: Oč je CMS pro vozidlo méně důležité než klimatizace pro řidiče?

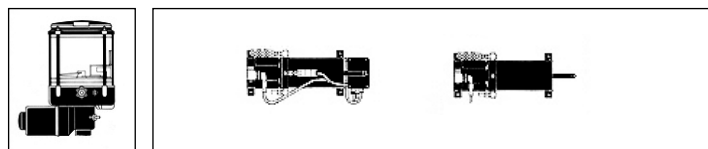
VÝVOJ MAZÁNÍ PODVOZKŮ A NADSTAVEB MOBILNÍCH STROJŮ

Ruční mazání

- ruční mazací lis
- pojízdný mazací přístroj



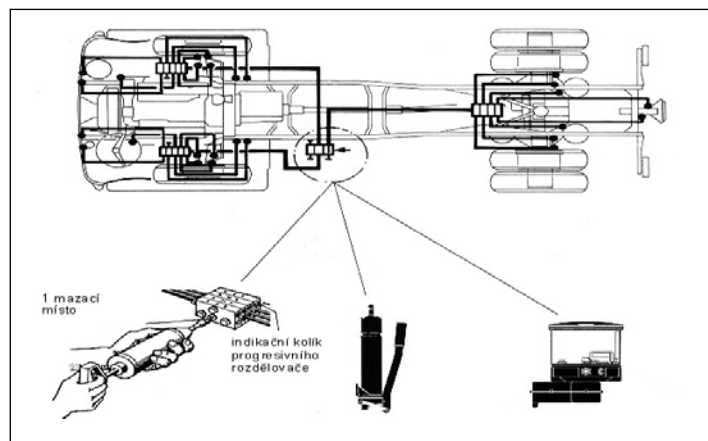
AUTOMATICKÉ MAZÁNÍ



Obr. 3 Elektrický mazací přístroj Obr. 4 Pneumatické mazací přístroje

CMS POUŽITELNÉ PRO MAZÁNÍ MOBILNÍCH STROJŮ

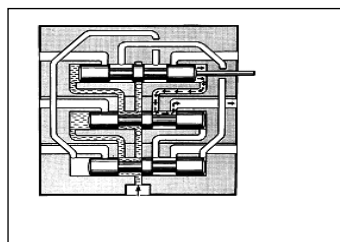
- vícepotrubní CMS
- jednopotrubní CMS
- progresivní CMS



Obr. 5 Možnosti použití mazacích přístrojů u jednobodového mazání podvozku mobilního stroje osazeného progresivními rozdělovači maziva

Progresivní rozdělovač

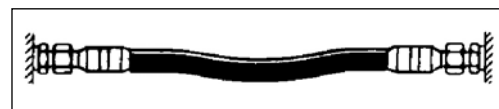
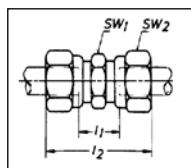
Progresivní rozdělovač slouží k dávkování maziva dodávaného ve vhodném režimu mazacím přístrojem do mazacích míst nebo k dalšímu rozdělovači. Progresivní rozdělovač je pasivní součást mazacího obvodu (do činnosti se uvede až zvýšením tlaku maziva na jeho vstupu).



Obr. 6 Princip funkce progresivního rozdělovače.

Rozvodná potrubí

Standardně se pro rozvodná potrubí používají kovové (ocelové, měděné,

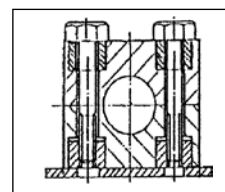
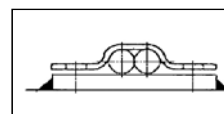
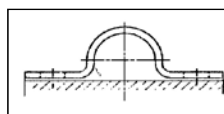


Obr. 7: Příklad prvku rozvodných potrubí (spojka přímá, hydraulická hadice)

příp. jiné) trubky. Pro pohyblivá spojení (a někdy z montážních důvodů) se využívají vysokotlaké hadice obvykle s nalisovanými koncovkami. Pro propojení jednotlivých prvků CMS (od mazacího přístroje po mazací místa) se používají především nepájená šroubení (spojky, redukce, přípojky, „T“ - kusy, atd.) se zářeznými prstny odpovídajících světlostí. Stávající sortiment prvků rozvodných potrubí umožňuje provedení kvalitních a spolehlivých propojení.

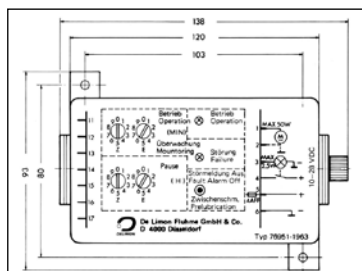
Příslušenství

Přípevňovací prvky, konzoly, spojovací materiál, ochrana proti mechanickému poškození, spotřební materiál, atd. se volí s ohledem na předpokládané provozní podmínky.



Obr. 8 Příklad prvku příslušenství (přichytky rozvodných potrubí)

ŘÍDICÍ A KONTROLNÍ SYSTÉM



Většinou je umístěn v kabině řidiče. Indikační kontrolky ukazují aktuální stav či poruchu CMS. Obsluha okamžitě kontroluje stav mazání, příp. může kdykoli stroj přimazat funkcí mezimazání.

Obr. 9 Řídicí a kontrolní systém mobilního stroje

FOTO Z INSTALACE CMS NA STAVEBNÍM STROJI



Obr. 10 Detail 24V DC mazacího přístroje

Obr. 11 Detail řídicího a kontrolního systému v kabině řidiče

HLAVNÍ PROVOZNĚ-TECHNICKÉ VÝHODY CMS MOBILNÍCH STROJŮ

- spolehlivost namazání i těžce přístupných mazaných míst,
- žádné mazací místo není opomenuto,
- minimalizace možnosti vniknutí nečistot do mazacího místa během mazání,
- možnost předmazání po dlouhé pauze stroje,
- přesné dávkování v krátkých a nastavitelných intervalech (nedochází k nedomazání nebo přemazání) převážně během provozu,
- prodloužení životnosti mazaných míst,
- zvýšení ekologičnosti provozu.

Pro automatické mazání podvozků mobilních strojů a jejich technologických nástaveb se dnes používají především progresivní (sériově uspořádané), ztrátové, pro plastická maziva, automatické (s kontrolou funkce) a vysokotlaké CMS s mazacími přístroji s pohonem elektromotorem a s vlastním zásobníkem maziva.

ING. PAVEL ŠPONDR
ING. ANTONÍN DVOŘÁK, PH.D.

Inzerce Petr Kostolník

Tribodiagnostika

- součást moderní péče o stroje

Pravidelně prováděná analýza mazacího oleje je dnes součástí preventivní či proaktivní údržby strojů. Analýzou oleje se zjišťují ošetrové kovy, jeho znečištění, úroveň obsahu přísad a základní fyzikálně-chemické parametry oleje. Pravidelně prováděné analýzy a na jejich základě vytvořené trendy jednotlivých parametrů spolehlivě postihují změny v úrovni a charakteru opotřebení stroje, průnik nežádoucích látek, pokles obsahu přísad pod bezpečnou úroveň jak pro stroj, tak pro olej. Důležitá je rychlost prováděných analýz a tím pádem rychlost odezvy pro uživatele strojů. Výsledky a přínosy tribodiagnostiky jsou prezentovány na konkrétním příkladu sledování strojů.

PREVENTIVNÍ ÚDRŽBA ZALOŽENÁ NA ANALÝZE OLEJŮ

Ekonomický efekt

Sledování stavu strojů pomocí analýz mazacích olejů je dnes důležitou částí technické diagnostiky, především proto, že návratnost

cín, olovo ad.; 2) znečištění oleje – např. křemík, hliník, sodík, titan ad.; 3) tzv. aditivní prvky, které jsou součástí přísad v olejích a jejichž obsah souvisí s vyčerpaností těchto přísad – např. vápník, zinek, hořčík, fosfor, baryum ad. Analýza přímou metodou plně podchycuje částice do 8 μm velikosti, se zvětšující se veli-



Výhodou dnešních ICP spektrometrů je možnost analyzovat stovky vzorků olejů denně.

Další metodou je infračervená spektrometrie s Fourierovou transformací (FTIR). Kromě již „tradičních“ produktů degradace oleje (oxidace, nitrace, sulfatace) se dnes pomocí FTIR dá sledovat přítomnost či obsah vody v oleji, přítomnost či obsah glykolu v oleji, obsah sazí v oleji, TBN i další parametry oleje. Stručný souhrn většiny možností je uveden v **tabulce 2**.

Do třetí skupiny patří fyzikálně-chemické parametry zaměřené především na stav oleje a jeho znečištění. Která ze zkoušek se provádí závisí především na typu oleje. U všech typů olejů se stanovuje viskozita jako základní vlastnost mazacího oleje. Vedle sledování přítomnosti vody v oleji pomocí FTIR se často využívá tzv. crackle test – prskací zkouška. Pomocí titrace v nevodném prostředí pomocí standardizovaných postupů se stanovují čísla celkové alkality (TBN) a kyselosti (TAN). TBN souvisí s přísadami zásaditého charakteru, které se přidávají především do motorových, ale i některých dalších typů olejů. TAN je dáno jednak přísadami kyselého povahy, jednak charakterizuje oxidační degradaci olejů.

Posuzování hodnoty TAN závisí opět na typu oleje, např. u motorových olejů lze očekávat hodnoty nového oleje kolem 1 až 1,5 mg KOH/g a TAN by se nemělo zvýšit o více než 2 mg KOH/g, u některých hydraulických olejů je hodnota nového oleje kolem

Typ opravy	generální	střední	drobná
Cena za opravu	500 000	100 000	20 000
Podíl poruch	10%	55%	35%
Odhad ročních nákladů na opravy	50 000	55 000	7000
Celkem bez programu analýz olejů	112 000 Kč		
Podíl poruch s analýzou olejů	5%	20%	75%
Odhad ročních nákladů na opravy	25 000	20 000	15 000
Celkem s programem analýz olejů	60 000 Kč		

Tab. 1: Příklad úspor dosažitelných analýzou olejů

prostředků vložených do analýz je velmi dobrá, a přitom vypovídací schopnost výsledků analýz olejů o stavu strojů je dostatečně vysoká. Úspora za nákup mazacích olejů, jejichž výměnné intervaly lze při pravidelně prováděných analýzách ve velké většině případů prodloužit, činí totiž asi 10% z celkem dosažitelných úspor. Přitom jen s touto částkou bývají náklady na analýzy porovnávány. Největší úspory dnes prokazatelně spočívají v minimalizaci prostojů sledovaných strojů, v úsporách za opravy a náhradní díly – jak je stručně dokumentováno na příkladu v **tabulce 1**.

Metody

Program sledování stavu strojů pomocí analýz mazacích olejů je dnes založen na třech skupinách zkoušek. Jednak je to metoda vhodná ke stanovení obsahu různých prvků v oleji. Nejčastěji se dnes využívá přímá metoda stanovení pomocí optické emisní spektrometrie s indukci vázaných plazmatem (ICP). Stanovuje se někdy až 22 prvků. Pomocí stanovení obsahu prvků se sledují: 1) ošetrové kovy, tj. opotřeben stroj – např. železo měď, hliník,

kostí částic pak účinnost stanovení klesá. Proto se při sledování opotřebení strojů stanovení ICP vhodně kombinuje s další metodou zaměřenou

Parametr	Oblast spektra (cm^{-1})	Jednotka
Obsah sazí	3800 a 1980	A/cm, %
Voda, glykol (-OH)	3650-3150	A/cm, %
Glykol (ropné oleje)	1140-1000	%
Oxidace (ropné oleje)	1720	A/cm
NO _x /karboxyláty (ropné oleje)	1650-1538	A/cm
Nitrace	1630	A/cm
Oxidace/sulfáty	1150	A/cm
Protioděrová přísada (ropné oleje)	700-640	A/cm, %
Protioděrová přísada (syntetické oleje)	1000-930	A/cm, %
Sulfáty	640-590	A/cm
Palivo (nafta)	820-800	A/cm
Palivo (benzín)	780-760	A/cm
Degradace esterů (syntetické oleje)	3720-3590	A/cm

Tab. 2: Využití FTIR při analýzách olejů

na větší částice, např. různé klasifikátory částic třídící tzv. velké částice (velikost 20 a více μm) do skupin podle charakteru, PQ index apod.

0,5 mg KOH/g a TAN by se nemělo zvýšit o více jak 1 mg KOH/g a například nepoužitě olej pro chladicí kompresory mají hodnotu

Mobilní zařízení		Průmysl; elektrárny	
Typ stroje	Interval odběru (hod)	Typ stroje	Interval odběru (měsíce)
motory	250	převodovky	3
hydraulické systémy	500	hydraulické systémy	3
převody	500	mazací systémy	3
diferenciály, koncové pohony	500	turbíny	3

Tab. 3: Doporučené intervaly odběru vzorků olejí

datum	KV40 (mm ² /s)	KV100 (mm ² /s)	VI	ČK (mg KOH/g)	Voda (ppm)	NAS	ISO	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Al (ppm)	Si (ppm)
1.7.2004	43,92	6,756	108	0,33	51	12	22/19/14	5	5	28	6
7.4.2005	44,74	6,673	101	0,36	91	11	20/18/14	9	4	24	<10
6.12.2005	44,07	6,816	110	0,39	62	9	17/16/12	18	15	10	8
16.6.2006	45,24	6,987	112	0,55	97	6	15/14/10	8	1	6	<5
5.12.2006	44,07	7,055	119	0,57	58	8	17/16/12	<5	6	25	17
25.6.2007	48	7,319	114	0,39	55	6	15/13/11	<5	1	3	4

Tab. 4: Záznam stanovených hodnot z lisu 1204

kolem 0,01 mg KOH/g a zvýšení na 0,1 mg KOH/g je u nich považováno za kritické. Někdy je potřeba stanovit přesné a většinou malé množství vody přítomné v oleji. Týká se to především izolačních olejů a z mazacích olejů pak skupin olejů pro chladicí kompresory, turbínových olejů a někdy hydraulických olejů. Pro tento případ je úspěšně využívána titrace podle Karl Fischera, častěji se využívá coulometrická titrace.

Obsah vody lze změřit až k hranici 10 ppm. Některé oleje obsahují přísady, které mohou reagovat s titračními činidly a zkreslovat výsledek stanovení obsahu vody. V takovém případě se využívá pícka, ve které se voda přítomná v oleji odpaří a proudem inertního plynu (např. dusík) je vnesena přímo do titrační nádoby a stanovena.

Znečištění olejů je důležité sledovat jak z hlediska životnosti stroje, tak oleje. V případě motorových olejů se nejčastěji používá výkonných odstředivek a z naředěného vzorku oleje se nečistoty odstředí a stanoví v hmotnostních procentech. U průmyslových olejů se využívá stanovení nečistot na membránovém filtru buď v procentech hmotnostních nebo v mg/kg. Ke stanovení a rozdělení podle velikosti částic přítomných v oleji se využívají tzv. čítače částic. Výsledek se vyjadřuje nejčastěji v ISO kódu (ISO 4406:1999), který ve formě tří čísel oddělených lomítky, např. 19/16/13, informuje o počtech částic větších než 4 μm, 6 μm a 14 μm přítomných v 1 ml oleje. Čítače obecně nejsou schopny stanovit původ a složení počítaných částic, ale dnes již existují přístroje, které vedle počítání částic provádějí také třídění částic do několika skupin především podle tvaru částice a propustnosti světla částic.

Odběr vzorku

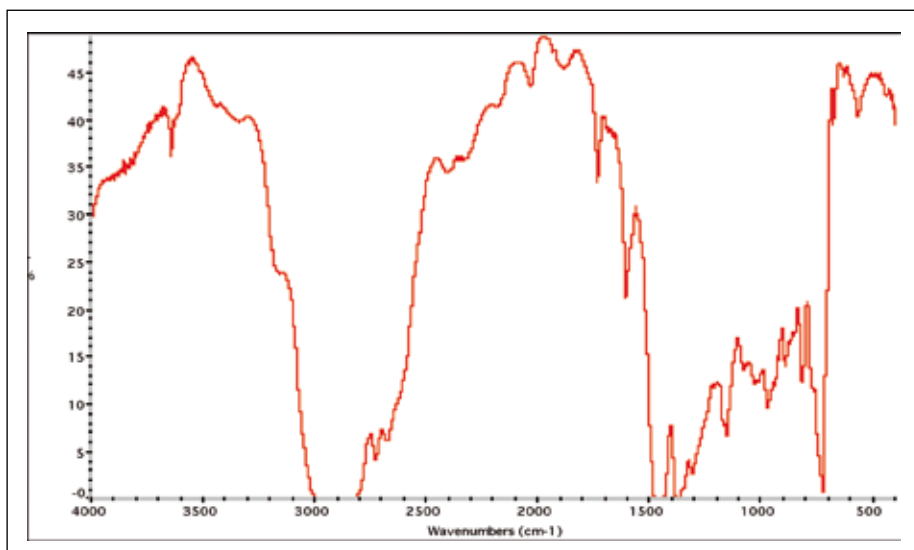
Správný postup při odběru vzorku oleje je zásadní věc pro vypovídající výsledky analýzy tohoto vzorku. Je velmi důležité dodržovat některé zásady zaručující reprezentativní složení odebraného vzorku z hlediska celé olejové náplně sledovaného stroje. Kromě toho při sledování stavu strojů pomocí analýz olejů je důležité správně a úplně vyplnit údaje

o oleji i stroji do formuláře, které je přiložen ke vzorkovnici. Součástí protokolu je totiž vždy diagnostický závěr, tzn. vyhodnocení získa-

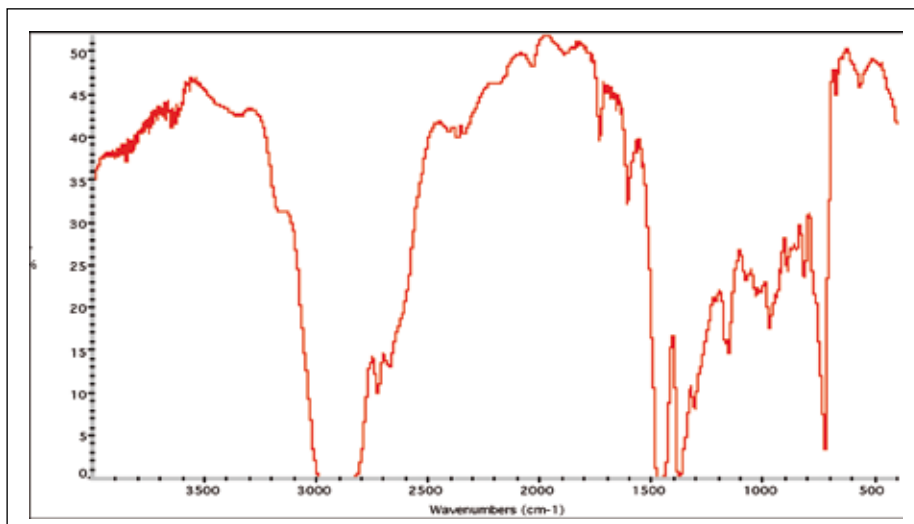
ných výsledků a doproučení dalšího postupu. Pro tento závěr jsou právě údaje o stroji i oleji velmi důležité. Při sledování stavu strojů je také důležité dodržovat pravidelné intervaly odběru vzorků oleje, protože jedině tak je možné postihnout změny související se změnou režimu opotřebení stroje. Vhodné intervaly jsou uvedeny v tabulce 3. Tyto intervaly mohou být na základě výsledků analýz oleje po určité době sledování zkráceny nebo prodlouženy.

SLEDOVÁNÍ HYDRAULICKÝCH LISŮ

Jako příklad pro uplatnění sledování stavu strojů pomocí analýz olejů byly vybrány hydraulické lis, na kterých se zpracovává plech na díly pro automobilový průmysl. Lisy jsou naplněny hydraulickým olejem typu HM 46 podle klasifikace ISO. Jednou za půl roku jsou z nich odebírány vzorky k analýze a pravidelně se sledují tyto parametry: kinematická viskozita při 40 a 100 °C, viskozitní index, číslo kyselosti, obsah vody, kód čistoty, obsah železa, mědi, hliníku a křemíku. Dále je každý vzorek analyzován pomocí FTIR spektroskopie. Protože jde o starší stroje, olejová náplň je doplňována v průměru 5% svého objemu za rok. V tabulce 4 je typický záznam hodnot sledovaných parametrů.



Obr. 1: FTIR spektrum vzorku z prosince 2006



Obr. 2: FTIR spektrum vzorku z června 2007

Jak je z **tabulky 4** vidět, kromě hodnot znečištění na začátku sledování a některých hodnot obsahu hliníku jsou v zásadě všechny sledované parametry v pořádku. Po doporučení účinnějšího čištění oleje se hodnoty kódů čistoty pohybují na velmi dobré úrovni a i hodnota obsahu hliníku se víceméně ustálila, pouze vzorek z prosince 2006 vykázal zvýšení obsahu hliníku a křemíku v souvislosti s průnikem prachu do oleje. Na vzorku z června 2007 je zřejmé, že i zde účinné čištění oleje sehrálo svoji pozitivní roli. FTIR analýza vzorků ukazovala až do prosince 2006 uspokojivý stav oleje, u posledního vzorku z června 2007 se objevily náznaky termooxidační degradace oleje.

Zřejmá je především menší intenzita pásů antioxidantů. Stav oleje zatím nevyžaduje výměnu náplně, ale pokud příští vzorek potvrdí tento trend, bude nutné k výměně přistoupit, protože vysokoteplotní antioxidant, jehož pásy se již také začaly snižovat, funguje i jako protioděrová přísada a hrozilo by zvýšené opotřebením především čerpadla.

Na **obrázku 3** je dobře vidět, jak nasazení účinnějšího čištění vedlo k odstranění prachu

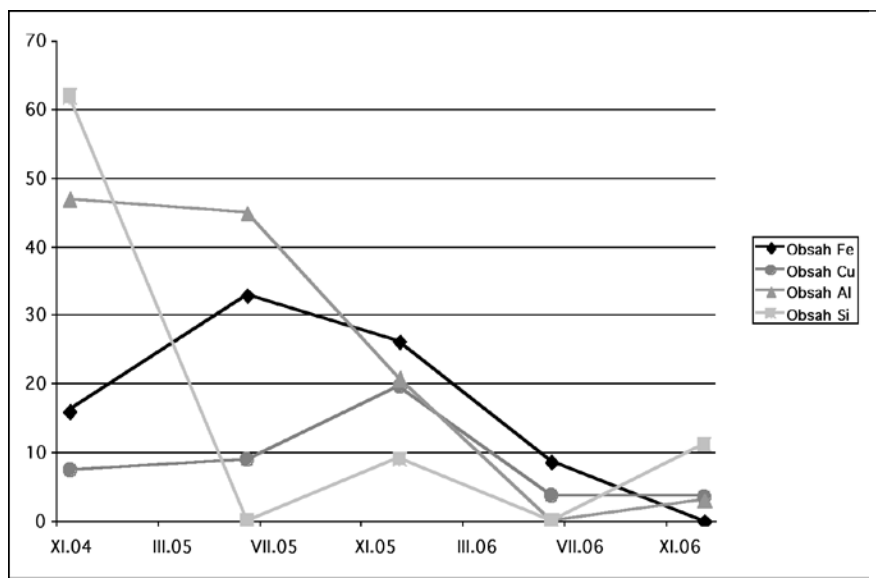
z oleje (obsah hliníku a křemíku) a postupně i ke snížení obsahu otěrových kovů železa a mědi. Pokud by byl olej (a stroj) ponechán svému osudu při obsahu křemíku přes 60 ppm, železo i měď by zachovaly stoupající trend jako následek zvýšeného opotřebením a hrozila by porucha hydraulického systému, nejspíše čerpadla. Na obrázku 4 je u jiného lisu dokumentována souvislost přítomnosti prachu a zvýšeného opotřebením hydraulického systému, zároveň určitá setrvačnost v obsahu kovů po nasazení čištění.

Možnost sledování stavu strojů pomocí analýz olejů byla dokumentována na příkladu hydraulických lisů, ze kterých jsou vzorky olejů analyzovány 3 roky. Doporučení účinnějšího čištění olejů na základě výsledků analýz vyloučilo nutnost opravy nadměrně opotřebených či porouchaných částí hydraulického systému.

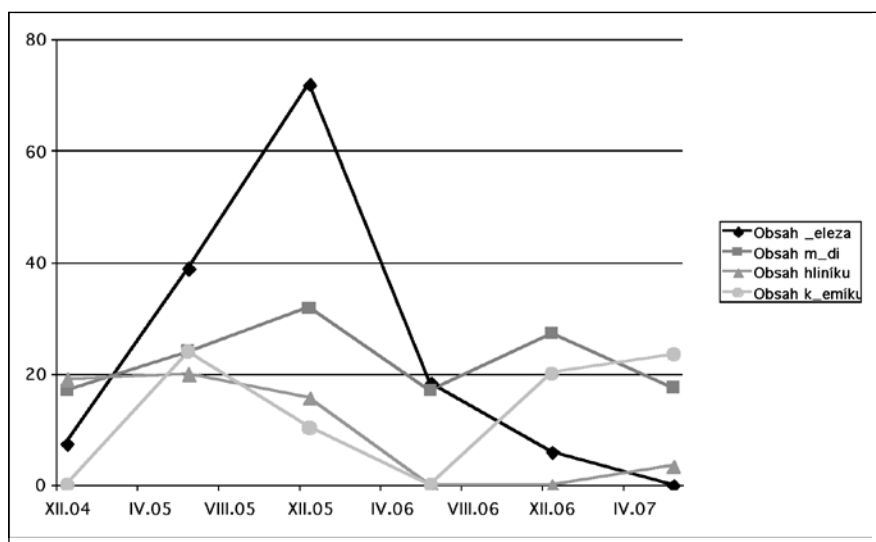
ING. VLADIMÍR NOVÁČEK

Literatura

Ashley Mayer, Noria Corporation,
„What the Tests Really Tell Us“.
Practicing Oil Analysis Magazine.
March 2006



Obr. 3: Průběh obsahu sledovaných prvků u lisu 1201 (v ppm)



Obr. 4: Průběh obsahu sledovaných prvků u lisu 1301 (v ppm)

Požadavky na moderní vodou mísitelné obráběcí kapaliny

S rychlým vývojem technologií a optimalizací výrobních procesů stále vzrůstají požadavky na špičkové výkony v oblasti obrábění. Tyto výkony, které mají významný vliv na efektivitu a ekonomiku výrobního toku, se vztahují nejen na obráběcí stroje nejmodernějších technologií ale stejně tak i na použité technologické kapaliny. Na ty jsou kladeny stále vyšší nároky vzhledem k často velmi agresivním výrobním podmínkám. Příspěvek se zabývá rozdělením a složením řezných kapalin používaných v procesech obrábění kovů, jejich výkonových parametrech a optimálních systémech provozní péče. Dále se zaměřuje na oblast provozní problematiky spojené s vodou mísitelnými chladicími kapalinami, trendy a požadavky, kterým by měly vyhovět s výhledem do budoucna.

FUNKCE TECHNOLOGICKÝCH KAPALIN PRO KOVOBRÁBĚCÍ PROCESY

Cílem kovoobrábění je výroba obrobků dle požadovaných specifik s kvalitně obrobeným povrchem a stálostí rozměrů obrobku. Na řezné (chladičí - mazací) kapaliny, které se při samotném procesu užívají, je kladeno hned několik důležitých úkolů a funkčních vlastností. Během obrábění dochází v místě řezu k vytváření tepla, které je způsobeno vlivem tření, a k plastické deformaci materiálu obrobku. Vznikající teplo dosahuje v mnoha případech extrémních teplot, které mají významný vliv na životnost nástroje a výslednou kvalitu obrobeného povrchu. Je tedy žádoucí vznikající teplo z místa řezu odvádět. Vznik tepla a jeho akumulaci snižujeme dvěma základními způsoby. Prvním z nich je chlazení vhodným médiem a druhý je omezení samotného vzniku tepla, které zajistíme mazací schopností média. Vždy závisí na podmínkách obrábění jaký z těchto dvou faktorů je preferován.

Obecně platí, že vydatný odvod tepla je zapotřebí především při vysokých řezných rychlostech a vysokých požadavcích na rozměrovou přesnost obrobků. Na mazací stránku je kladen větší důraz tehdy, jedná-li se o nízké řezné rychlosti a rovněž v procesech obrábění, kde je prioritou a požadavkem vysoká kvalita povrchu. Chladičí efektivita závisí na několika faktorech, především pak na průtoku a množství chladicí kapaliny přiváděné k řeznému nástroji za danou dobu, na součiniteli tepelné vodivosti chladicího média, na viskozitě, reologických vlastnostech atd.. Dalšími neméně důležitými vlastnostmi kapalin pro obrábění je zajištění dostatečného odvodu třísek (oplachové vlastnosti), abrazivních částic z místa řezu, zajištění protikorozi ochrany během mezioperační doby,

prodloužení životnosti nástrojů a jiné sekundární vlastnosti.

ROZDĚLENÍ ŘEZNÝCH KAPALIN

Obecně dělíme obráběcí kapaliny do dvou základních skupin a ty dále dělíme na další podskupiny. Jedná se buď o vodu nemísitelné řezné kapaliny – „řezné oleje“, či vodu mísitelné řezné kapaliny – „emulze“.

Vodou nemísitelné kapaliny, řezné oleje

■ Minerální oleje (získané primárním i sekundárním zpracováním ropných produktů)

■ Masné oleje (živočišné a rostlinné oleje)

■ Olejové směsi na bázi minerálních a masných olejů

■ Syntetické oleje (synteticky připravené chemickým procesem - definovaná chemická struktura - syntetický ester s modifikovanou strukturou, PAO - polyalfaolefiny, PAG - polyalkylenglykoly, atd.)

Vodou mísitelné kapaliny

■ Olejové emulze s různým podílem obsahu minerálního oleje

(těžké konvenční emulze, polosyntetické kapaliny se středním obsahem oleje, lehké mikroemulze)

■ Syntetické chladicí kapaliny

Používání emulzí je tradiční způsob využití chladících vlastností vody spojených s mazacími a protikorozními účinky oleje. Tyto kapaliny jsou velmi oblíbené pro své nízké pořizovací náklady. Výhody jsou dosaženy díky tomu, že stěžejní část emulzní náplně (často 95 %) tvoří voda (užitková, městská, upravovaná). Olejová emulze se dodává v koncentrovaném stavu. Koncentrát rozpustný ve vodě obsahuje přísady - aditiva, která zlepšují provozní vlastnosti kapaliny a jejich výběr a složení je různé pro danou aplikaci. Řezné oleje jsou však taktéž často užívané a jejich použití je podmíněno specifikací obráběcího procesu. Disponují především výbornou mazací schopností, ochranou vůči korozi, dlouhou životností a odolností vůči tvorbě pěny. Jejich pořizovací cena je však primárně

vyšší a ve srovnání s emulzemi a vodou mísitelnými kapalinami mají podstatně horší chladicí schopnost. I když v případě tzv. nízkoviskozních olejů dobře odvádějí teplo z místa řezu. Obecně nevýhodou aplikace řezných olejů je nepříjemná manipulace s mastnými obrobky a zaolejované prostředí (včetně vyšších nároků na další technologický proces odmaštění a čištění).

SLOŽENÍ ŘEZNÝCH KAPALIN

Obě skupiny obráběcích kapalin, ať už vodou mísitelné (emulzní, syntetické) či řezné oleje, mají podobné složení:

■ základový olej (mimo syntetických kapalin většinou na bázi minerálního oleje)

■ masné oleje, esterové oleje (zlepšující pevnost mazacího filmu a jiné vlastnosti základových olejů)

■ vysokotlaké přísady (EP aditiva, sloučeniny na bázi síry, fosforu a chlóru)

■ inhibitory koroze a látky potlačující prostředí vhodné pro korozi

■ protipěnovostní přísady

■ přísady vůči vzniku aerosolu

Vodou mísitelné kapaliny jsou dále vybaveny speciálními látkami pro jejich nezbytnou funkci:

■ emulgátory

■ biocidní, fungicidní látky

Jak řezné oleje tak i emulzní kapaliny mají jako základovou složku minerální oleje. Minerální oleje jsou rafinovány (hydrogenace, další procesy sekundárního zpracování), upraveny na požadované vlastnosti a dodávány buď bez přísad nebo ve formě směsných olejů. Obecně lze říci, že minerální oleje disponují vysokým stupněm mazacích schopností a poskytují velmi dobrou protikorozní ochranu. Pokud jsou na obrábění kladeny vysoké požadavky z hlediska mazivosti (únosnosti mazacího filmu) přidávají se do olejů esterové oleje či jiné masné oleje. U aplikací obrábění houževnatých materiálů, při nichž se vyskytují velké řezné síly (tlaky), je zapotřebí zajistit dostatečnou pevnost mazacího filmu přidáním tzv. EP přísad (Extreme Pressure).

Tyto přísady tvoří, tzv. chemisorpci, dostatečné přilnutí na kovový povrch. Většinou se jedná o kombinaci sloučenin na bázi síry, chloru a fosforu, které při vysokých teplotách reagují s materiálem obrobku a břitů nástroje za vzniku tzv. sulfidů, chloridů a fosfidů kovů. Inhibitory koroze by měly zajistit dostatečnou protikorozní ochranu kovových povrchů po dobu mezioperační fáze. Pokud je zapotřebí aby byl povrch vůči korozi lépe chráněn (po delší dobu, či problematické materiály - různé druhy litiny), doporučují se tzv. konzervační produkty. Tyto jsou většinou na bázi lehkých solventů a po odpaření zanechávají vrstvu zabraňující přímému kontaktu vzdušné vlhkosti či samotný povrch pasivují.

Olej, zajišťující mazací stránku emulzní kapaliny, se rozptýlí ve vodě v podobě kapiček pomocí aditiv (která se nazývají emulgátory) a je dále v celém systému homogenně stabilizován. Biocidní a fungicidní látky zajišťují biostabilitu a odolnost vůči bakteriální kultivaci, růstu plísní, kvasinek a hub, na které jsou emulzní náplně díky vysokému obsahu vody zvláště náchylné.

PROVOZNÍ PROBLEMATIKA ŘEZNÝCH KAPALIN

Problematika obráběcích kapalin během provozu je velmi často viditelná v různých podobách. Porovnáváme-li však problematiku mezi obráběcími kapalinami vodou nemísitelnými s kapalinami vodou mísitelnými tak je zde signifikantní rozdíl. Všechny výhody, které nám voda v emulzních kapalinách přináší, ať už z ekonomického hlediska nebo technickým zlepšením formou podstatně efektivnějšího chlazení (než v případě čistého řezného oleje), se projevují s větší problematikou z hlediska údržby. Těmto druhům obráběcích kapalin musí být proto věnována zvláštní odborná péče. Voda, která představuje obecně 95% objemu emulzní náplně, je totiž ideálním životním prostředím pro mikroorganismy. Toto se stává významnou slabinou emulzních náplní. Samotná kvalita vstupní vody hraje klíčovou roli v životnosti náplně a odrazu problematiky během vlastního provozu a procesu obrábění.



Castrol Lubricants (CR), s.r.o.
Industrial Lubricants & Services,
 V Parku 2294/2, 148 00 Praha 4
 tel. 296770329, fax : 296770304, info.cz@castrol.com

Komplexní řešení Vaší technologie obráběcích kapalin se zaměřením na vyhledávání potenciálu snížení nákladů – Fluid Management

Průmyslové oleje a maziva pro všechna průmyslová odvětví

Technologické kapaliny

- Technologické kapaliny pro automobilový průmysl (uvolněné pro VW, Škoda, Audi, BMW)
- Emulze s mimořádnou životností
- Řezné a tvářecí oleje a maziva pro nejvyšší výkony
- Odmašťovací prostředky
- Konzervační prostředky

Plastická a speciální maziva pro extrémní podmínky

Kvalitu vody, ktorá je používaná pro prípravu mixu, delíme do čtyř základných skupín:

- demineralizovanou (zbašenou minerálných látok, solí, prevážne na bázi vápníku a horčíku)
- mäkku vodu
- vodu se střední hodnotou tvrdosti
- tvrdou vodu

Na základě analytického rozboru vody, množstvím zmíněných kationtů (Mg, Ca, Fe, atd.), zjistíme tvrdost vody. Ta je vyjadřována nejčastěji ve stupních tvrdosti dle německých či francouzských stupňů (GH, DH, atd.). Emulzní náplně mají v prostředí měkkých vod tendenci pěnit, což může způsobit během samotného procesu výrazný problém (nedostatek mazivosti, chlazení, atd.). Naopak tvrdé vody způsobují problematiku z hlediska mísení a přípravy mixu, tvorby mýdel a šlemlů, které pak mají sklon k usazování na strojích, v potrubních a rozvodných systémech a celkově zhoršují oplachové vlastnosti. Během samotného procesu (navíc díky odparu vody, který je typický zejména pro brusné operace) se tyto soli koncentrují. Mix se tedy tzv. zasoluje, což může finálně vést k destabilitě mixu a separaci koncentrátů. Výrazná tvrdost vody navíc ovlivňuje protikorozi ochranu emulze. Ta se musí proto častěji měnit a její životnost je tím omezena. Navíc to může mnohdy znamenat neplánované výpadky ve výrobě. Dle kvantitativního stanovení obsahu solí je tedy velmi důležité zvolit správný produkt pro dané prostředí. Volba produktu a jeho chemické koncepce pak ovlivňuje provozní problematiku, která sebou nese i ekonomické náklady výrobního procesu.

Důležitým parametrem emulzních náplní je hodnota míry jejich kyselosti, tj. pH. Optimálním rozsahem většiny emulzí na bázi minerálních

oleje jsou hodnoty pH mezi 8.8 - 9.3. Toto platí u těžkých (mléčných) emulzí či polosyntetických kapalin se středním či nízkým obsahem oleje, pokud nemá kapalina speciální složení, které umožňuje držet hodnotu pH v nižším rozsahu. Tento druh emulzí je vhodný z hlediska problematiky dráždění pokožky, která se v provozech často vyskytuje. Vysoké pH (zejména u čerstvých náplní) způsobuje vysušování pokožky a její praskání. Někdy bývají příčinou zvýšené hodnoty pH alkalické čisticí přípravky aplikované za účelem čištění strojů a celého systému. Nízké hodnoty pH a jejich pokles je nejčastěji způsoben bakteriálním napadením. Výsledkem toho je zhoršení biostability náplně, její zápach a výsledně oslabení protikorozi ochrany kapalin. V kapalině je proto zapotřebí držet dostatečné množství látek (baktericidů), které zabrání kultivaci mikroorganismů. Proto je nutné vždy držet doporučenou koncentraci, kterou určí dodavatel na základě místních podmínek a specifik obrábění. Dalším důležitým opatřením je pravidelné a dostatečné odstraňování třísek, obrusu, cizího oleje a veškerých cizích látek, které se mohou do emulze dostávat. Veškeré tyto cizí látky totiž nepříznivě ovlivňují biostabilitu náplně a napomáhají vytvářet ideální prostředí pro bakterie.

Základními parametry, jež by měly být během provozu sledovány, jsou koncentrační profil a hodnota kyselosti. Tyto hodnoty by měly být sledovány prakticky denně. Pokud není kapalina držena při správné koncentraci, je tím ovlivněn samotný proces z hlediska výkonnosti emulze. V té pak chybí dostatek látek umožňujících splňovat požadavky obrábění (mazivost, životnost, protikorozi ochrana a jiné). Další parametry, které se sledují u emulzních náplní, jsou spojeny s odborností a kvalitou servisu dodavatele

emulzí a jsou přímo úměrně požadavkům zákazníka na životnost náplně. Prodloužená životnost emulze se pak samozřejmě odráží v celkových nákladech vztahených na spotřebu koncentrátů, nákladech na likvidaci náplně, nákladech na čištění strojů a pracovní sílu. Po celkové kalkulaci tak může samotná pravidelná péče o kapaliny, či v případě rozšířených služeb formou profesionálního servis dodavatele technologických kapalin, významně snížit náklady a optimalizovat celý proces obrábění.

TRENDY OBRÁBĚCÍCH KAPALIN

Vzhledem k rychlému vývoji technologií obráběcích procesů, používaných materiálů a obtížných pracovních podmínek, je zapotřebí obráběcí kapalin optimalizovat v mnoha směrech. Jednak z důvodu jejich výkonnosti (např. vysokotlaké vnitřní chlazení nástrojem - CNC Machining, Mapal Reaming; technologie 40-900 bar: stabilita vůči tvorbě pěny, vysokých požadavků na mazací schopnosti obráběcích kapalin, oplachových vlastností, stability a životnosti) a také z důvodu legislativních aspektů. Některé typy chemických struktur jsou tak postupně nahrazeny jinými účinnými látkami. Jedná se především o biocidní skupiny látek a některé typy stabilizátorů. Výhledem do budoucna by se měl trend vývoje řezných kapalin posouvat do oblasti biologicky odbouratelných, jemných k pokožce pracovníků, nahrazujících minerální olej za ekologicky akceptovatelná maziva, případně používající základový olej se zlepšenými užitnými vlastnostmi - Polyalkylen glykoly, Polyalfaolefiny a syntetické estery, které ostatně nabývají stále vyšší popularity díky aplikovatelnosti na široké spektrum řezných operací.

ING. LUKÁŠ BĚLÍN, CIMCOOL EUROPE B.V.

Zisťovanie spoľahlivosti strojného parku pomocou tribotechnickej diagnostiky

Hlavným cieľom využívania metód tribotechnickej diagnostiky v prevádzke vozových parkov je správna diagnostika opotrebovania motorového oleja a jeho schopnosti plniť požadovanú funkciu. To pomáha utvoriť presný obraz o stave jednotlivých častí motora a s týmito poznatkami je možné zabrániť investíciám do jednotlivých opráv a samozrejme za straty pri prestojoch.

So zvyšovaním spoľahlivosti a hospodárnosti prevádzky dopravných prostriedkov je úzko spojené sledovanie technického stavu jednotlivých častí stroja a stavu používaných mazív. Správna diagnostika exploatovaných olejov zabráni predčasným výmenám olejových náplní, ale aj neprimeranému predlžovaniu výmenných intervalov, keď olej nesplní požadované podmienky. Správna realizácia metód tribotechnickej diagnostiky (TTD) sa odrazí redukovaním ceny za jednotlivé technické stupne údržby.

Stav motora a jeho jednotlivých súčastí sa dá presne špecifikovať pomocou metód tribotechnickej diagnostiky. Dôležité je

presné stanovenie výmenných intervalov, pretože neadekvátne predĺženie intervalu výmeny spôsobuje stratu schopnosti oleja plniť svoju funkciu a tým speje k zvýšeniu hladiny a intenzity opotrebovania strojných uzlov. Vzorky boli odobraté z vozového parku, ktorý obsahuje viac ako 120 strojných zariadení. Merania sa prevádzali v Tribotechnickom laboratóriu FVT TU v Košiciach so sídlom v Prešove.

USKUTOČNENÉ TRIBODIAGNOSTICKÉ METÓDY

Určenie bodu vzplanutia:

Bod vzplanutia je najnižšia teplota, pri ktorej vzorka oleja za definovaných podmienok vyvinie toľko pár, že tieto pri priblížení skúšobného plamienka vzplanú a zhasnú, vyjadruje sa v °C, jej hodnota má rozhodujúci význam pre zaradenie oleja z hľadiska požiaro-bepečnostnej charakteristiky. V použitých olejoch môže zníženie teploty vzplanutia poukazovať na zriedenie oleja palivom. Použitý prístroj: vyhrievacia komora – BV 90.

1. Určenie obsahu vody v oleji:

Analýza sa vykonáva na základe audiovizuálneho pozorovania niekoľkých kvapiek vzorky oleja vyhrievanej na stálu teplotu 154 °C. Prítomnosť vody sa vyjadruje v %. Použitý prístroj: CCT INFRA

2. Určenie obsahu celkových nečistôt v oleji:

Obsah celkových nečistôt sa určuje pomocou zatienenia infračervenej sondy ponorenej do vzorky oleja. Používajú sa dve sondy – zelená a hnedá. Zelená sa používa na analýzu benzínových a naftových olejov a hnedá slúži na analýzu hydraulických a prevodových olejov. Obsah celkového znečistenia sa odčíta z numerickej stupnice v jednotkách %. Použitý prístroj: CCT INFRA

3. Určenie režimu trenia a opotrebovania:

Režim trenia a opotrebovania sa určí v závislosti od počtu veľkých častíc DL a malých oterových častíc DS, ktoré sa usádzajú v tenkostennej kapiláre pôsobením divergentného magnetického poľa.

Hladina opotrebovania sa vypočíta podľa vzťahu:

$$W_{PC} = \frac{D_L + D_S}{1800} * 100 (\%)$$

Intenzita opotrebovania sa vypočíta podľa vzťahu:

$$P_{LP} = \frac{D_L * k}{D_L + D_S} * 100 (\%)$$

- ak je DL 100, potom koeficient k = 0,01,

- ak DL je v rozmedzí 100 až 900 je koeficient k = 0,1 až 0,9, napr. DL = 500, potom k = 0,5.

Použitý prístroj: priamočítajúci magnetický analyzátor častíc PMA 87 – 2

5. Ferografická analýza.

Ferografia je tribodiagnostická metóda, založená na oddelení cudzorodých častíc v olejové náplni mazacích sústav strojov od vlastného oleja. Využíva sedimentáciu častíc na špeciálnej podložke pri prietoku vzorky oleja v silnom nehomogénom magnetickom poli. V mikroskope skúmame tvar, veľkosť a morfológiu oterových častíc, ktoré nesú významnú informáciu o prevládajúcom druhu trenia a opotrebovania strojných súčastí mazaných olejom. Použitý prístroj: Magnetický analyzátor (príprava vzorky), Bichromatický mikroskop (vyhodnotenie vzorky).

CHYBY JEDNOTLIVÝCH SÚSTAV KAROSA C 734.1340

Olej prechádza mazacou sústavou a následne vstupuje aj do výmenníka tepla, kde je ochladzovaný chladiacou kvapalinou. Pri poruche výmenníka tepla vstupuje počas odstavenia motora chladiaca kvap-

alina do olejovej náplne taktiež pri poškodení tesnenia pod hlavou alebo pri poškodení tesnenia vložky valca, a tým sa zvyšuje obsah vody v oleji. (Tab. č.2) K zmiešaniu oleja a chladiacej kvapaliny dochádza aj pri prehriatí a prasknutí hlavy valca a predelu priestoru medzi olejom a chladiacou kvapalinou. Na obrázku je v hlave valca vyznačený vstup oleja a chladiacej kvapaliny. (Tab. č. 3)

Penikanie paliva do oleja môže nastať pri netesnosti podávacieho čerpadla. Tlačný čap s puzdrom sa pohybuje v čerpadle smerom dopredu a dozadu čím zabezpečuje

zvýšené množstvo nečistôt v oleji, ktoré ovplyvňuje opotrebovanie motora. Nečistoty v oleji podľa pôvodu ich vzniku delíme na primárne a sekundárne. Primárne nečistoty vznikajú vplyvom opotrebovania a pri nedokonalom procese spaľovania. Sekundárne nečistoty penikajú do motora z vonkajšieho prostredia. Uvedené poškodenia môžu mať za následok zvýšenie opotrebovania a zníženie prevádzkovej spoľahlivosti stroja, čím sa výrazne zvýšia celkové náklady. Poruchám je možné zabrániť preventívnymi kontrolami, do ktorých sa zahrňujú tribodiagnostické metódy.

Tab. 2 Výsledky analýz – zariadenie č. 2

Poradie odberov	Celkový počet najazdených km	Počet najazdených km od výmeny oleja	Výsledky	Odporúčanie	
1.	1 173 518	16689	stopy vody, CN (1,96 %), D _L (360), D _S (60), B.V.(147°C)	WPC (23,33 %), PLP (25,71 %)	kontrola chladiacej sústavy, výmena oleja
2.	1 184 387	27558	H ₂ O (0 %), CN (2,25 %), D _L (440), D _S (410), B.V. (130 °C)	WPC (47,22 %), PLP (20,71 %)	kontrola palivovej sústavy, výmena oleja
Výmena olejovej náplne					
3.	1 194 729	6031	H ₂ O (0 %), CN (1,95 %), D _L (135), D _S (30), B.V. (170 °C)	WPC (9,17 %), PLP (8,18 %)	olej je schopný plniť svoju funkciu
4.	1 205 281	16583	H ₂ O (0 %), CN (1,95 %), D _L (60), D _S (20), B.V. (170 °C)	WPC (4,44 %), PLP (0,75 %)	olej je schopný plniť svoju funkciu

CN – celkové znečistenie, D_L – počet veľkých častíc, D_S – počet malých častíc, WPC – hladina opotrebovania, PLP – intenzita opotrebovania

podávanie paliva. Čap čerpadla je inštalovaný s maximálnou presnosťou, čo značí že jeho opotrebovanie spôsobí netesnosť sústavy a nastane únik paliva. Podávacie čerpadlo je mazané tlakom oleja a tým sa palivo dostáva do olejovej náplne. (Tab.č. 4) Opotrebovanie a tým netesnosť piestnych krúžkov, ktoré zabezpečujú udržanie tesnosti valca aj stieranie oleja zo

VÝSLEDKY PRÁCE Popis motora

Karosa C 734.1340 – ML 636 je štvordobý, vznetrový, radový, kvapalinou chladený šesťvalec s priamym vstrekaním paliva, pravotočivý. Obsah valcov je 11,94 dm³, vstrekovací tlak paliva 19 MPa, tlak mazacieho oleja 440 kPa a náplň chladiacej zmesi je 26 litrov. Dodávka chladiacej zmesi je zabezpečená vodným čerpadlom pri pretlaku 130 kPa s kapacitou 320 l/min pri 2000 otáčkach/min.

Určenie technického stavu

Technický stav motora bol sledovaný v piatich autobusoch Karosa C 734. Z olejových náplní každého autobusu boli odobraté štyri vzorky po cca.10 tisíc km. Po druhom odbere vzorky oleja bola vymenená olejová náplň zariadenia.

Výsledky ferografickej analýzy: Vo vzorke sa nachádza tesniaci materiál, ktorý pravdepodobne pochádza zo semeringov po generálnej oprave. Adhezívne a abrazívne častice sa vyskytujú v zanedbateľnom množstve. Adhezívne častice v množstve (50 – 60) a abrazívne častice (10 – 15), farebných kovov (10 – 15) ks v 1ml oleja. [Obr. č.6]

Vyhodnotenie: Nasledovné dve výmeny sa odporúčajú po 20 tisíc kilometrov. Po výsledkoch tribodiagnostických testov sa je možné uvažovať o predĺžení výmeny olejovej náplne po 25 – 30 tisíc kilometrov.

Výsledky ferografickej analýzy: vo vzorke sa nachádza veľké až kritické množstvo adhezívnych častíc (300 – 500), (50 – 60) abrazívnych častíc, úlomky z tes-

Tab. 1 Výsledky analýz – autobus č. 1

Poradie odberov	Celkový počet najazdených km	Počet najazdených km od výmeny oleja	Výsledky	Odporúčanie	
1.	1 181 154	10331	stopy vody, CN (2,88 %), D _L (40), D _S (15), B.V.(175°C)	WPC (3,05 %), PLP (0,72 %)	kontrola chladiacej sústavy, v príp. potreby výmena tesnení
2.	1 191 334	22815	H ₂ O (0,01 %), CN (3 %), D _L (120), D _S (20), B.V. (140 °C)	WPC (7,77 %), PLP (8,57 %)	kontrola palivovej a chladiacej sústavy, výmena oleja
Výmena olejovej náplne					
3.	1 202 254	9857	H ₂ O (0 %), CN (3 %), D _L (310), D _S (80), B.V. (167 °C)	WPC (24,66 %), PLP (23,85 %)	kontrola palivovej sústavy, výmena oleja
4.	1 212 879	20482	H ₂ O (0 %), CN (2,98 %), D _L (160), D _S (30), B.V. (170 °C)	WPC (10,55 %), PLP (8,42 %)	výmena oleja

CN – celkové znečistenie, D_L – počet veľkých častíc, D_S – počet malých častíc, WPC – hladina opotrebovania, PLP – intenzita opotrebovania

lina do mazacej sústavy. To sa odrazí pri zvýšení obsahu vody v oleji. (Tab. č.1) Pri chode motora dochádza k opačnému javu, vtedy sa olej dostáva do chladiacej sústavy.

stien valca spôsobujú nedokonalé spaľovanie paliva a prechod nespálených zbytkov do olejovej náplne. (Tab. č. 5)

Nepriaznivý vplyv na chod motora má aj

niacich materiálov (čierna hranaté objekty), vlákna z olejového filtra a farebné kovy (10 – 15) ks v 1 ml oleja. [Obr. č. 7]

V prvých dvoch vzorkách bola diagnostikovaná vysoká intenzita opotrebovania, čo

interval po 20 000 kilometrov, aby sa predišlo predčasnému znehodnoteniu oleja.

Výsledky ferografickej analýzy: Vo vzorke je (100 – 250) adhézných častíc, (5 – 10) abrazívnych častíc, zjavný je aj tesniaci

materiál (30 – 50) ks v 1 ml oleja a farebné kovy. [Obr. č. 9]

Vyhodnotenie: Pred výmenou olejovej náplne bol olej znehodnotený a zvýšené CN hodnoty na neprípustnej úrovni. Po výmene bol olej v dobrom stave aj po najazdení 20 000 kilometrov. Doporučuje sa predĺžiť interval výmeny na 25 000 – 30 000 kilometrov.

Výsledky ferografickej analýzy: Vo vzorke boli zistené adhézne častice o množstve (100 – 150), prevláda tesniaci materiál (30 – 50), nachádzajú sa tam aj kremíkové častice zo vzduchového filtra (5 – 10) a farebné kovy o množstve (3 – 5) ks v 1 ml oleja. [Obr. č. 10]

Vyhodnotenie: Preventívna starostlivosť o autobus bola vyhovujúca. Doporučuje sa výmenný interval 30 000 kilometrov.

Olej pôsobí na motor v dobrom slova zmysle. Motor pôsobí na olej v zlom slova zmysle. Keď sa naleje nový olej do motora, začína proces degradácie oleja. Každý motor má svoje technické a technologické parametre, ktoré určujú individuálne intervaly výmeny oleja a preto závisí na technickom stave motora a na prevádzkových podmienkach (prostredí v ktorom motor pracuje a na samotnej obsluhu stroja).

Vo vozovom parku ŠAD Prešov, ktorý prevádzkuje 124 strojov sa neodôvodnene pre-

Tab. 3 Výsledky analýz – autobus č. 3

Poradie odberov	Celkový počet najazdených km	Počet najazdených km od výmeny oleja	Výsledky		Odporúčanie
1.	1 432 213	5 715	H ₂ O (0 %), CN (2,83 %), D _L (210), D _S (20), B.V. (166 °C)	WPC (12,77 %), PLP (18,26 %)	kontrola palivovej sústavy, výmena oleja
2.	1 442 337	15839	H ₂ O (0 %), CN (2,99 %), D _L (90), D _S (22), B.V. (170 °C)	WPC (6,22 %), PLP (0,80 %)	výmena oleja
Výmena olejovej náplne					
3.	1 453 016	9292	H ₂ O (0 %), CN (2,99 %), D _L (90), D _S (20), B.V. (170 °C)	WPC (6,11 %), PLP (0,05 %)	výmena oleja
4.	1 463 836	20112	H ₂ O (0 %), CN (1,92 %), D _L (170), D _S (30), B.V. (180 °C)	WPC (11,11 %), PLP (8,50 %)	výmena oleja

CN – celkové znečistenie, D_L – počet veľkých častíc, D_S – počet malých častíc, WPC – hladina opotrebovania, PLP – intenzita opotrebovania

mohlo byť spôsobené predĺžením predpísaných výmenných intervalov olejov, alebo nasávaním kremíku poškodeným vzduchovým filtrom. Interval bol nevyhovujúco predĺžený cez 30 000 kilometrov.

Vyhodnotenie: V zimných obdobiach sa odporúča výmena oleja už po 20 000 kilometrov. Neskôr je možné predĺžiť interval v rozmedzí 25 000 – 28 000 kilometrov. Pre presnejšiu diagnostiku sú potrebné ďalšie tribodiagnostické testy.

Výsledky ferografickej analýzy: Vo vzorke sa našlo stredné množstvo adhézných častíc (200 – 400), viditeľné abrazívne častice (50 – 60), farebné kovy v malom množstve (5 – 10) ks v 1 ml oleja, kremíkové častice zo vzduchového filtra a vlákna z olejového filtra. [Obr. č. 8]

Vyhodnotenie: Výmena oleja pred prvým odberom vzorky bola neúmerne predĺžená bez posúdenia vlastností oleja. Olej bol hneď po výmene znehodnotený a stratil schopnosť plniť svoju funkciu. Odporúča sa výmenný

Tab. 5 Výsledky analýz – autobus č. 5

Poradie odberov	Celkový počet najazdených km	Počet najazdených km od výmeny oleja	Výsledky		Odporúčanie
1.	1 363 572	10 138	H ₂ O (0,2 %), CN (2,00 %), D _L (140), D _S (20), B.V. (180 °C)	WPC (8,88 %), PLP (8,39 %)	kontrola chladiacej sústavy
2.	1 374 336	20 902	H ₂ O (0 %), CN (2,95 %), D _L (120), D _S (23), B.V. (212 °C)	WPC (6,38 %), PLP (0,84 %)	výmena oleja
Výmena olejovej náplne					
3.	1 384 448	24 913	H ₂ O (0 %), CN (2,70 %), D _L (70), D _S (20), B.V. (190 °C)	WPC (7,94 %), PLP (0,79 %)	olej je schopný plniť funkciu mazania
4.	1 394 710	20 332	H ₂ O (0 %), CN (2,85 %), D _L (105), D _S (22), B.V. (165 °C)	WPC (7,06 %), PLP (8,26 %)	kontrola palivovej sústavy

CN – celkové znečistenie, D_L – počet veľkých častíc, D_S – počet malých častíc, WPC – hladina opotrebovania, PLP – intenzita opotrebovania

Tab. 4 Výsledky analýz – autobus č. 4

Poradie odberov	Celkový počet najazdených km	Počet najazdených km od výmeny oleja	Výsledky		Odporúčanie
1.	1 157 015	21 586	H ₂ O (0 %), CN (2,81 %), D _L (140), D _S (20), B.V. (160 °C)	WPC (8,88 %), PLP (8,75 %)	kontrola palivovej sústavy, výmena oleja
2.	1 167 625	32 196	H ₂ O (0 %), CN (2,99 %), D _L (95), D _S (20), B.V. (148 °C)	WPC (6,38 %), PLP (0,82 %)	kontrola palivovej sústavy, výmena oleja
Výmena olejovej náplne					
3.	1 178 457	9 998	H ₂ O (0 %), CN (2,96 %), D _L (150), D _S (26), B.V. (163 °C)	WPC (9,77 %), PLP (0,83 %)	kontrola palivovej sústavy, výmena oleja
4.	1 188 791	20 332	H ₂ O (0 %), CN (1,98 %), D _L (180), D _S (30), B.V. (190 °C)	WPC (11,66 %), PLP (8,57 %)	olej je schopný plniť funkciu mazania

CN – celkové znečistenie, D_L – počet veľkých častíc, D_S – počet malých častíc, WPC – hladina opotrebovania, PLP – intenzita opotrebovania

dlžovali výmenné intervaly mazacieho systému. Bolo sledovaných päť starších autobusov typu Karosa C 734. Zo sledovaných autobusov boli odobraté 4 vzorky a boli podrobené tribodiagnostickej analýze. Po ich vyhodnotení boli určené jednotlivé preventívne kontroly chybných sústav motora a na záver boli stanovené nové výmenné intervaly. Presné diagnostikovanie stavu mazacej sústavy s' ažovali neevidované dolievania oleja v jednotlivých etapách odberu vzoriek. Dokonalé stanovenie výmenných intervalov si tiež vyžaduje väčšie množstvo odobratých vzoriek.

Využitie tribotechnickej diagnostiky sa odrazí v znížení nákladov a v zlepšení prevádzkovej schopnosti, ktoré pozitívne vplývajú na ekonomický rast podniku.

RNDR. JANKA MIHALČOVÁ
PHD, DOC. ING. HEKMAT AL HAKIM, CSC.
ING. DUŠAN DIGOŇ
FAKULTA VÝROBNÝCH TECHNOLOGIÍ TU
V KOŠICIACH SO SÍDLOM V PREŠOVE

Pevná maziva pro 21. století

S rozvojem techniky rostou požadavky na materiály použité ve vyspělých konstrukcích. Mezi jinými také požadavky na maziva, která jsou jejich významnou součástí rozhodující často o dosažení očekávaných parametrů. Zmenšování rozměrů, zvyšování výkonnosti, životnosti a spolehlivosti, bezpečnosti a ekologičnosti, to jsou požadavky, které kladou i na maziva tak vysoké požadavky, že je nutno často volit inovativní řešení – nové typy a kombinace speciálních přísad vyústí často v nové generace maziv nebo jeden druh maziva je nahrazen mazivem zcela jiné koncepce.

Tak dochází k tomu, že dříve vyhovující standardní mazací oleje nebo plastická maziva jsou v podobných případech nahrazována speciálními produkty obsahujícími ve své struktuře pevná maziva jako inovativní prvek nebo jsou zcela nahrazována vybranými pevnými mazivy.

Produkty s obsahem pevných maziv jsou často používány k řešení problémů, zvláště při mezním a smíšeném mazání, když jsou kluzné povrchy zatíženy vysokým měrným tlakem při velmi nízkých rychlostech, ale také v kritických aplikacích, např. mazivo musí plnit funkci v širokém rozsahu teplot nebo za podmínek extrémních teplot, např. v letecké nebo raketové technice.

Mazání za sucha s použitím pevných maziv je také vyžadováno v jaderných reaktorech, ve vysokém vakuu, v agresivním prostředí nebo v případech, kde znečištění mazacím olejem nebo plastickým mazivem je nepřijatelné.

1. DRUHY PEVNÝCH MAZIV

Pevné mazivo je často definováno jako pevná látka, která snižuje tření a opotřebení dotýkajících se povrchů v relativním pohybu. Na základě této definice lze za pevné mazivo považovat široký sortiment materiálů a povlaků. Pro třídění různých typů pevných maziv se používá řada systémů, např. dělení na strukturální maziva, mechanicky působící maziva, mýdla a chemicky aktivní maziva. Hlavním účelem všech těchto látek je vytvoření trvale přilnavého tvrdého nebo měkkého filmu na třecím povrchu. Jeho naneseání může být provedeno mechanicky, chemicky, elektrochemicky nebo fyzikálně, např. ponorem, lapováním, nátěrem, elektrolyticky, nástřikem, plátováním, navařováním, napečením, spékáním nebo iontovým nánosem ve vakuu.

Jako zdaleka nejrozšířenější strukturální maziva je používán grafit a sulfid molybdeničitý (MoS_2). Jejich dobré mazací vlastnosti jsou výsledkem vrstevnaté krystalické struktury. Vedle těchto dvou látek existuje celá řada dalších, např. halidy a sulfidy kovů, které mají také podobnou strukturu a potenciálně dobré mazací vlastnosti. Dosud však v průmyslu široké uplatnění nenacházejí.

Do skupiny mechanicky působících maziv patří různé typy látek, jejichž mazací účinky jsou založeny na různých fyzikálních a mechanických vlastnostech nebo podmínkách. Dají se dále rozdělit na samomazné materiály, kam patří organické polymery (sem patří třetí velmi rozšířené pevné mazivo – PTFE), měkké kovové filmy, konverzní povrchové vrstvy a skla, dále na materiály vyžadující nosné médium, kam patří anorganické sloučeniny a kovové prášky a na látky zakládající své mazací vlastnosti na vyso-

ké tvrdosti, kam patří vrstvy typu PVD, CVD a DLC.

Mýdla jsou kovové soli vyšších mastných kyselin. Nejúčinnější z nich jsou polární látky s aktivními skupinami na molekule s dlouhým řetězcem. Často dávají nejnižší součinitel tření dosažitelný pevným mazivem, ale nejsou použitelné nad bodem tání a za vysokých zatížení. Hlavní funkcí mýdel v tribotechnice je jejich použití jako složka plastických maziv. Hlavní oblast použití mýdel jako samostatného maziva spočívá ve vzniku mýdla „in-situ“ na kovovém povrchu jeho chemickou reakcí s mastnou kyselinou.

Chemicky aktivní maziva zahrnují vysokotlaké (EP) a protioptřebovací (AW) přísady a řadu dalších chemických látek, které reagují



s kovovým povrchem za vzniku mazací nebo ochranné vrstvy.

2. PRODUKTY S OBSAHEM PEVNÝCH MAZIV

2.1. Prášky

Aby pevné mazivo ve formě prášku dostatečně pokrylo třecí povrchy, musí mít vhodné vlastnosti zajišťující vytvoření filmu (kohezivní vlastnosti) a jeho pevné přilnutí (adhezivní vlastnosti). Tyto základní požadavky splňují jen samomazná pevná maziva. Také MoS_2 , díky své krystalické struktuře a typu vazby, tyto požadavky velmi dobře splňuje a díky tomu je také nejčastěji používán. Jiná pevná maziva používaná v práškové formě, např. grafit nebo PTFE, uvedené požadavky splňují jen do určité míry.

Před nanášením prášku pevného maziva se musí povrch pečlivě očistit, jeho zdrsnění zlepšuje přilnavost a tedy i životnost.

Nanášení prášku se provádí jeho jednoduchým vetřením do povrchu hadříkem, houbou, tvrdým štětcem nebo leštícím kotoučem apod. Lze použít také vhodné nosné médium, které může vedle snadnějšího nanášení také zlepšit adhezivní a kohezivní vlastnosti použitého prášku.

2.2. Disperze a suspenze

Disperze a suspenze pevného maziva v nosných kapalinách s nízkou odpařivostí se použí-

vají hlavně tehdy, když se má vytvořit film suchého maziva, ale z technických důvodů není možno použít práškovou formu. Používají se zde stejné typy maziv a i použití je stejné.

Disperze a suspenze pevného maziva ve vodě jsou používány pro vytvoření povlaku před tvářením součástí za tepla i za studena. Nejpoužívanější látky jsou zde soli, bílá pevná maziva a grafit.

Disperze a suspenze pevného maziva v oleji se také používají v technologii tvářením, ale také jako přísada do převodových a mazacích olejů. Používají se stejné typy látek jako ve vodě, v převodových a mazacích olejích hraje dominantní roli MoS_2 .

2.3. Plastická maziva

Přísada pevných maziv v plastickém mazivu je určena především ke zvýšení jejich schopnosti odolávat tlaku, opotřebení a tření. Ve srovnání s chemicky reagujícími přísadami rozpustnými v oleji je výhodou pevných maziv jejich neutrální reakce s mnoha plasty a elastomery, dobré chování za vysoké teploty a výborné nouzové chování, když vrstva plastického maziva nevydrží.

Černá pevná maziva, tedy hlavně grafit a MoS_2 , jsou příznivá pro záběhový proces nebo v případě mezního mazání, bílá pevná maziva jsou výhodná v případech, kdy se v kontaktu vyskytuje kmitavý pohyb nebo vibrace. Obvyklý podíl pevného maziva v plastickém mazivu je v rozsahu 1 - 3 %. Když podíl pevného maziva v plastickém mazivu překročí 10 %, má pevné mazivo značný zpevňovací účinek a někdy se pro takové mazivo používá označení mazací pasta.

V plastickém mazivu se obvykle nepoužije jeden druh pevného maziva, ale kombinace dvou nebo více látek, které mají synergické účinky.

2.4. Pasty

Pasty jsou pevná maziva rozmíchaná v nosném oleji. K dosažení správné konzistence musí být podíl pevného maziva aspoň 40 %. Pro omezení nežádoucího odlučování oleje se v moderních formulacích používá malé množství mýdla.

Černé pasty obsahují obvykle MoS_2 , grafit nebo jejich kombinaci a vzhledem k jejich vysoké únosnosti se používají hlavně pro místa s velmi pomalým pohybem, např. při montáži nebo záběhu.

Pasty používající kombinaci bílých pevných maziv jsou vhodné v případech, kdy se v kontaktu vyskytuje kmitavý pohyb nebo vibrace, kde výborně chrání před opotřebením a tribokorozi.

2.5. Kluzné laky a kluzné filmy

Kluzné laky a kluzné filmy jsou suspenze pevných maziv a dalších přísad v roztoku anorganických nebo organických pojiv. Nejčastěji používanými pevnými mazivy jsou MoS_2 , grafit a PTFE. Každé z nich má charakteristické vlastnosti, které předurčují oblast použití. Nejdůležitějšími přísadami jsou pigmenty, které chrání proti korozi. Jako pojivo se používají organické pryskyřice, celulóza a anorga-

nické silikáty a fosfáty. Jako rozpouštědlo se používá voda nebo uhlovodíky. V závislosti na systému pojiva probíhá vytvrzování naneseného filmu za pokojové nebo za zvýšené teploty. Po vytvrzení kluzného laku dostaneme vysoce přílnavý mazací film, který obsahuje až 70 % podíl pevného maziva.

Provozní vlastnosti kluzného laku nejsou konstantní, ale ovlivňuje je mnoho různých činitelů. Výkonost kluzného laku závisí hlavně na:

- Složení kluzného laku, typu pojiva, podílu pojiva a pevného maziva, typu pevného maziva a tloušťce filmu.

- Vlastnostech podkladu, na něž je kluzný lak nanášen, především čistota, drsnost a tvrdost.

- Podmínkách prostředí, především na požadavcích a jejich typu, např. zatížení, rychlosti, teplotě a typu okolního média a jeho znečištění.

3. Oblasti použití pevných maziv

Vzhledem k trvale rostoucím požadavkům kladeným na moderní mazací systémy jsou pevná maziva obsažena téměř ve všech formulacích maziv. Nejvýznamnější oblast použití představuje mazání strojních součástí a použití jako procesní látky v různých výrobních technologiích, např. při sklářské výrobě nebo při obrábění a tváření kovů.

Při tváření je hlavním úkolem pevného maziva vytvoření účinné separační vrstvy mezi nástrojem a výrobkem, působící proti adhezním silám mezi materiály. V kombinaci s nosným médiem a dalšími přísadami může pevné mazivo snižovat nebo upravovat součinitel tření a tak např. udržet teplotu procesu konstantní. Svoji ochranou proti opotřebení zvyšuje životnost náradí, chrání i proti korozi a zaručuje požadovanou kvalitu povrchu a přesnost rozměrů výrobku. Výběr vhodného pevného maziva závisí na konkrétní operaci, parametrech procesu a na materiálech dvojice.

Při obrábění se používají přísady jako mastné kyseliny, estery, kovová mýdla nebo přísady s obsahem chlóru, síry a fosforu. Působením tlaku a tepla vznikají na povrchu reakční produkty, jako chloridy, fosfidy a sulfidy kovů, které snižují součinitel tření a chrání proti opotřebení.

Hlavní pole působnosti klasických pevných maziv, např. grafitu, MoS₂, vosků, mýdel, solí nebo dokonce měkkých kovů je v takových tvářecích operacích jako je kování za tepla i za studena, protlačování za studena apod. V 90. letech 20. století k nim přibyla nová oblast použití, tváření vysokým vnitřním tlakem, tzv. hydroforming. Pevná maziva jsou pro uvedené oblasti použita k dispozici ve formě pigmentu nebo prášku obsaženého v pryskyřičném nebo voskovém filmu, či jako disperze ve vodě nebo v oleji.

Rozmanitost použití pevných maziv při mazání strojních součástí bude zřetelnější, když použijeme jako hledisko různé typy součástí.

3.1. Mazání šroubových spojů

Šroubové stroje zajišťující rozehratelné spojení dvou a více součástí patří mezi nejužívanější strojní součásti. Výběr nevhodnějšího maziva závisí na materiálu šroubu a matice, na podmínkách použití, např. teplota, vlhkost, chemické prostředí, záření, a na konstrukčních požadavcích jako je např. předepsaný součinitel tření.

Pro mazání šroubů za vysokých provozních teplot se z uvedených důvodů používají speciální mazací pasty. Pasta obsahuje základový olej, který se smíchá s různými pevnými mazivy a

dalšími přísadami. Je třeba věnovat pozornost tomu, aby pasta neobsahovala síru, zinek, olovo nebo hliník, které by mohly způsobit škodlivé změny ve složení materiálu šroubu, např. vysokoteplotní korozi.

Vysokoteplotní šrouby se vyrábějí z žárovečných austenitických slitin s obsahem Ni, Cr a Mo. Výsledkem je vysoký součinitel tření a významná tendence k adhezi a zadírání. Moderní vysokoteplotní pasty na šrouby tvoří tlakově odolný separační film, který zabrání svaření závitů, definuje součinitel tření a brání pronikání oxidujících plynů. Velmi účinné jsou pasty s obsahem hydroxidů kovů, fosfátů a sulfidů.

V mnoha případech mazání šroubů se jako alternativa plastických maziv nebo past používají pevná maziva ve formě laku. Jejich výhodou je snadná aplikace ponorem a odstředěním nebo nástřikem, což jsou ověřené postupy pro hromadnou výrobu. Manipulace s povlakovacími šrouby je čistá a vhodná pro robotickou montáž. Speciální oblasti použití kluzných laků a filmů jsou šrouby do plechu, samořezné šrouby, vruty do dřeva a šrouby vyrobené z plastů.

3.2. Mazání valivých ložisek

V závislosti na použití se valivá ložiska mažou olejem, plastickým mazivem, mazací pastou nebo kluzným lakem, přičemž nejčastěji je to plastické mazivo. Různá speciální maziva bez obsahu nebo s obsahem pevných maziv umožňují najít správné mazání téměř pro každé použití.

K důležitým činitelům patří:

- rozsah teplot,
- rozsah rychlostí,
- maximální kontaktní tlak ve valivém kontaktu,
- podmínky prostředí (chemické složení, vlhkost apod.).

plastická maziva nebo pasty s obsahem pevných maziv se užívají pro bezpečné oddělení valivého tělíska a oběžné dráhy za nízkých rychlostí a vysokých zatížení. Navíc mají tato maziva velmi dobré nouzové vlastnosti a chrání i rázovým zatížením. Pro ložiska s kmitavým pohybem jsou optimální maziva s obsahem bílých pevných maziv. Kluzné laky jsou nejlepším řešením při použití ve vakuu, v jaderné energetice, za extrémních teplot nebo pro mikropohyby.

Existují také speciální konstrukce valivých ložisek, které používají pevná maziva jako součást ložiskového materiálu – to umožňuje výrobu speciálních bezúdržbových ložisek.

3.1. Mazání kluzných ložisek a kluzných povrchů

Pro mazání kluzných ložisek platí podobná pravidla jako v případě valivých ložisek s tím rozdílem, že zde největší roli hraje mazání oleje. Pro správnou volbu maziva je třeba porovnat konstrukční údaje kluzného ložiska s klíčovými hodnotami maziva.

Vždy musí být zajištěno spolehlivé oddělení materiálové dvojice, přičemž prvotní požadavek na mazivo je spolehlivý přenos zatížení při minimálním opotřebení. Zatímco kluzná ložiska jsou zpravidla provozována v oblasti hydrodynamického mazání, a proto je klíčovým činitelem viskozita, v případě kluzných vedení a jiných kluzných povrchů se jedná o mezní nebo smíšené mazání. Nejlepším řešením těchto provozních požadavků je mazání s kluzným obložení z PTFE nebo epoxidové vrstvy

obsahující ve své struktuře pevné mazivo jako je MoS₂ nebo grafit. Mazací pasty nebo kluzné laky jsou také vhodné a nabízejí se pro záběhovou fázi provozu nebo pro rozběh a doběh za normálního provozu. Tímto způsobem lze bezpečně řešit mezní a smíšené mazání aniž by docházelo k opotřebení a zabezpečit nouzové chování i při špatném mazání olejem.

3.2. Mazání řetězů

Zde není možný vznik hydrodynamického mazání, protože vysoké stykové tlaky a nízké kluzné rychlosti mezi jednotlivými prvky to vylučují. Za podmínky smíšeného mazání lze pouze omezit opotřebení a přijatelné životnosti lze dosáhnout za použití pevných maziv.

Při výběru vhodného maziva je třeba vzít v úvahu nejen různé konstrukční typy řetězů, ale též materiálové dvojice, provozní parametry a podmínky prostředí. Pro pevná a vysoce viskózní maziva je třeba vhodným způsobem zajistit jejich zatečení nebo vzlínání, aby se dostala to těsných spár, např. mezi čep a pouzdro. Mazivo musí mít také přiměřenou přílnavost, aby nedošlo k jeho odstříknutí při vysoké rychlosti řetězů nebo vysoké odstředivé síle na kole nebo pastorku.

3.3. Mazání plastů a elastomerů

Při mazání plastů a elastomerů hraje zvláště důležitou roli kompatibilita materiálů. Bobtnání, vylouhování a křehnutí jsou nejzávažnější změny, k nimž může v případě kontaktu elastomerů s mazivem dojít. Pevná maziva mají jen malý vliv na modul pružnosti, pevnost a tvrdost. Vedle nižšího tření a ochrany před opotřebením hraje důležitou roli také separační schopnost maziva. Většinu uvedených požadavků lze velmi dobře splnit použitím mazacích laků a filmů s obsahem pevných maziv.

Při mazání plastů je třeba vzít v úvahu také zvláštnosti materiálů, tedy interakce mezi plastem a mazivem. Konkrétně je třeba věnovat pozornost tendenci ke vzniku trhlin vzniklých napětím. Vzhledem k množství plastů, které jsou dnes k dispozici, vždy se doporučuje provést zkoušku kompatibility vybraného plastu. Podobně jako při mazání elastomerů mají pevná maziva při zkoušení kompatibility jen omezený vliv. Oleje, plastická maziva a mazací pasty s obsahem pevných maziv, také kluzné laky a kluzné filmy lze úspěšně použít pro mazání dvojic plast-ocel nebo plast-plast. Také záběhové fázi je třeba při použití plastů věnovat dostatečnou pozornost a lze ji zpravidla pevnými mazivy velmi pozitivně ovlivnit.

4. Závěr

Trvale rostoucí požadavky kladené na součásti moderních strojů při jejich výrobě, montáži a používání vedou i k růstu požadavků na použité maziva.

Pevná maziva, která bývají často považována za exotický a okrajový druh mazání, se ve stále větší míře uplatňují jako optimální řešení vysokých nároků na mazání součástí moderních strojů nebo jako technologická maziva při obrábění a tváření kovů. Jak ukazují uvedené oblasti použití, nacházejí pevná maziva široké uplatnění při mazání nejrůznějších strojních součástí.

Projevuje se to také stále vyšším podílem použití pevných maziv v konstrukci moderních automobilů.

AUTOR: ING. PETR DOBEŠ, CSC.
FUCHS OIL CORPORATION (CZ), SPOL. S R.O.

Převodovky, spojky, pohony

Nejstarší převodové systémy, zcela mechanické, jsou v současnosti téměř univerzálně nahrazeny synchronizovanými. Mechanické převody přesto stále nacházejí uplatnění v některých těžkých nákladních a pracovních strojích, v moderních motocyklech, protože umožňují rychlejší řazení, a také třecí materiál synchronních kroužků je náchylnější k opotřebení.

První synchronizovaný systém představil před II světovou válkou Cadillac, Porsche jej v roce 1952 zdokonalil a rozšířil komerční používání. Synchronizovaná převodovka se stala od 60tých



let univerzálním pohonem. Rozvoj přinesl vyšší počet převodových stupňů a na začátku 90tých let se objevila převodovka 6ti stupňová.

Vývoj automatických převodových systémů začal ve Spojených státech ve 30tých letech. Od 70tých let je 90 % nových vozů v USA vybaveno automatickou převodovkou. V Evropě obliba není tak vyhraněná, většina automobilek však nabízí tuto verzi ve svých vozech.

Ruční a automatické převodovky reprezentují nejvíce zastoupené alternativy dostupné většině spotřebitelů. V poslední době narůstá obliba poloautomatických převodů, pracuje se na zdo-

tření a nižší ztrátu energie. Synchronní kroužky pak vyžadují určitý vyšší koeficient tření, což vyvolává konflikt s ekonomickými požadavky. Materiál kroužků žádá navíc dobrou slučitelnost s přísadami.

Vyšší nároky na mazání s ohledem na vyšší zatížení a tlaky mají diferenciály a koncové rozvody. Oleje jsou pro tyto účely vybaveny přísadami, které působí za vysokých tlaků a teplot na povrchy kovů a chrání před opotřebením.

Mazací kapalina pro automatické převodovky, ve zkratce ATF (Automatic Transmission Fluid), zajišťuje mazání ložisek a kotoučů spojky, převodů, slouží jako hydraulické médium pro regulační prvky. To znamená vyšší zatížení této kapaliny, komplexní formulaci a v důsledku kratší výměnné intervaly. Požadavky se mění podle výrobce převodovek, a to se odráží ve specifikacích a speciálních testech.

U některých automobilů (Honda), motocyklů s mokrymi spojkami, které nemají oddělené



mazání motoru a převodovky, zajišťuje mazání motorový olej. Většinou jsou však převody mazány specificky určeným převodovým olejem.

Podobně jako u motorových olejů, také převodové oleje jsou ovlivňovány tlakem na ochranu životního prostředí a ke snížení ztrát energie



viskozity na teplotě, tedy mít vyšší viskozitní index. Nízkoviskozní naftenické oleje dříve používané již zdaleka neodpovídají požadavkům moderních převodových systémů, vývoj vyžaduje používání vysoce rafinovaných a syntetických olejů.

K orientaci v sortimentu slouží klasifikace a specifikace. Z hlediska viskozity je to mezinárodní viskozitní klasifikace SAE. Označení výrobků může zahrnovat jednu nebo více viskozitních tříd, podle vlastností. Např. SAE 80W, SAE 75W/80 apod.

Podle výkonnostní kvality je neznámější třídění automobilových převodových olejů podle API (hlavní třídy jsou GL-4 pro převodovky pracující za obvyklých podmínek a GL-5 pro hypoidní převodovky a rozvodovky pracující za ztížených podmínek). Pro ověření těchto specifikací však již chybí potřebné zázemí testovacích zařízení. Stále častěji proto jednotliví výrobci převodovek specifikují požadavky na míru jednotlivým systémům a doplňují vlastní testy.

Volba maziva bude v budoucnu vyžadovat větší znalost a zkušenost než dříve a bude záviset především na doporučení výrobce převodového systému, často již jako celoživotní náplň.

**IVANA VÁCLAVÍKOVÁ, PARAMO, A.S.
PŘEROVSKÁ 560, 530 06 PARDUBICE**

zkratky:

SAE: Society of Automobile Engineers, USA

API: American Petroleum Institute

Viskozitní klasifikace

SAE J 306 pro převodové automobilové oleje

SAE viskozitní třída	Max.teplota pro viskozitu 150 000cP (°C)	Kinematická viskozita při 100°C (mm ² /s)	
		Minimum	Maximum
70W	-55	4,1	-
75W	-40	4,1	-
80W	-26	7,0	-
85W	-12	11,0	-
80	-	7,0	< 11,0
85	-	11	< 13,5
90	-	13,5	< 24,0
140	-	24,0	< 41,0
250	-	41,0	-

konání plynulých bezstupňových převodovek (např. Continuously Variable Transmission), pro traktory, motocykly i v osobní dopravě.

Relativně nejjednodušší nároky na mazání mají ruční mechanické převodovky, mazivo musí zajistit odolnost proti oxidaci, korozi, oděru, pění a ekonomické požadavky na nižší

třením, zvýšení ekonomiky paliva, dosažení delší životnosti, nejlépe po dobu životnosti vozidla. Nižší viskozita poskytuje jak úsporu paliva, tak dobré vlastnosti při nízkých pracovních teplotách, zároveň je ale nezbytné udržet dostatečnou viskozitu i při vysokých pracovních teplotách. Mazací olej musí vykazovat menší závislost

Paramo, a.s.
Přerovská 560
530 06 Pardubice
tel.: 466 810 111
fax: 466 335 019
e-mail: paramo@paramo.cz
www.paramo.cz

