maziva – oleje – technologické kapaliny

TRIBOTECHNICKÉ INFORMACE

2/2015

TECH MAGAZÍN
TECHNIKA VČERA, DNES A ZÍTRA

ČSS

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

OBSAH

Editorial 2

Specifika maziv pro aplikace v kosmickém prostoru 3
Olga Křížová, Petr Kříž

Jak zabránit poruchám strojů a zařízení 4–5
Jan Novák

Oleje pro šroubové kompresory 6–7
Vladislav Marek, Ondřej Švec, Ladislav Hrabec

Klasifikace maziv v potravinářském průmyslu 7–8
Pavel Růžička

Limity analýz olejů – jak je překonat 10–11
Vladimír Nováček

Výroba a aplikácia prísad do mazív 11–13
Pavol Klucho

Paralelní progresivní centrální mazací systém 14–15
Pavel Špondr, Antonín Dvořák

Vrtěti světem

Dáváme svět do pohybu – četl jsem kdysi reklamní slogan na nějaké výstavě či veletrhu. V podstatě velmi stručně a výstižně charakterizuje, jakou roli v moderní době plné technických vymožeností hraje právě tribotechnika a tribologie.

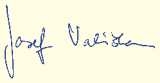
Velkou naději na další pokrok v oboru představují zejména nové pokročilé materiály využívající výsledky výzkumu v nanotechnologiích. Syntetická maziva, vytvářená „na míru" určitým požadavkům, jsou efektivnější než jejich tradiční předchůdci. To má mimořádný význam nejen u zařízení vystavených extrémním požadavkům na energetickou a palivovou úspornost, ale i na dlouhodobou životnost a optimální provozní podmínky, což je hlavně případ průmyslových strojů a zařízení. Často jde navíc o systémy pracující nepřetržitě či v extrémních podmínkách s obtížnou přístupností pro údržbu a servisní zásahy, jako jsou např. větrné elektrárny. Nové výzvy přinesl i současný trend vysokorychlostního obrábění, kdy jsou točivé součásti strojů vystaveny extrémnímu zatížení, ale zároveň je požadováno minimální tření kvůli dosažení maximální energetické úspornosti.

Stejně tak jsou kladeny nové požadavky na rozvoj moderních diagnostických metod umožňujících detailní a přesné stanovení stupně opotřebení maziv, a tím i možnosti jejich dalšího používání či nutnosti výměny k prevenci rizika poškození strojů a zařízení, která tato maziva používají.

Příkladem mohou být mazací oleje, které zaznamenaly zejména v poslední dekádě dramatický vývoj. Jsou koncipovány jinak, než jejich předchozí generace, takže se v mnoha případech značně odlišují od tradičních, v minulosti používaných olejů. Došlo k tomu hlavně kvůli novým nárokům na technické parametry ze strany výrobců strojů a motorů, modernizovaným technologiím výroby, ale i omezení dopadů výroby a likvidace odpadů s ohledem na stále se zpřísňující požadavky na ochranu životního prostředí. Při jejich výrobě se používají základové oleje vyšších skupin v kombinaci s chemicky složitějšími antioxidanty, takže nové typy mazacích olejů mají odlišný způsob a dobu degradace v porovnání s tradičními předchůdci (pokud dojde k vyčerpání antioxidantů, degradují velice rychle a nelineárně, a neposkytují obvyklé signály, kdy začne docházet k tvorbě úsad), což si vynutilo i nové diagnostické přístupy k vyhodnocování jejich stavu.

Motoristé, kteří zanedlouho začnou připravovat své čtyřkolé miláčky na zimní sezónu, už význam správného mazání znají a není potřeba jim zdůrazňovat péči o motor a jeho dobrý stav – tedy i správné intervaly výměny oleje, i když většině z nich asi pojem tribotechnika asi nic neříká – nicméně ji uplatňují v praxi. Podobně je tomu i v průmyslové sféře, která se pro změnu chystá nikoli na zimu, ale – pokud lze věřit vizionářům ohlašujícím nové trendy – na zásadní systémovou změnu, přesněji přechod do zcela nové etapy označované jako průmysl 4.0. Samozřejmě – víme své: upraví se marketingová hesla a prezentace, ale v podstatě zůstane jako obvykle vše při starém... Anebo snad přece jen ne?

Rozvoj průmyslu v Česku se odráží i ve významu, jaký má tribotechnika v moderní průmyslové výrobě. Průmysl nové generace, o kterém se teď často hovoří, bude do značné míry postaven (a závislý) na počítačových sítích, cloudu a systému vzájemně komunikujících zařízení, označovaném jako „internet věcí". A jeho součástí je i možnost dálkové diagnostiky (včetně té v reálném čase) pomocí systému kabely či bezdrátově propojených senzorů umístěných přímo na strojích či uvnitř motorů, což otevírá nové možnosti i v oblasti tribotechniky. Průmysl 4.0, fenomén, který ze zrodil a má masivní ohlas v sousedním Německu, začíná neúprosně pronikat i k nám a byl i jedním z hlavních témat posledního ročníku strojírenského veletrhu, který minulý měsíc proběhl v Brně. Ostatně mnozí z vás měli možnost se o tom přesvědčit jako vystavovatelé či návštěvníci této největší průmyslové události u nás na vlastní oči a uši.



PhDr. Josef Vališka, šéfredaktor

Česká strojnická společnost – Odborná sekce Tribotechnika
ve spolupráci se
Slovenskou společností pro tribologii a tribotechniku ZSVTS a Odbornou skupinou tribodiagnostiky ADT ČR
Vás zve ve dnech 13.–15. 4. 2016 na
XII. Mezinárodní Česko-Slovenskou konferenci

Mazání v moderním průmyslovém podniku

Konference se uskuteční již tradičně v hotelu Ski – Nové Město na Moravě

Hlavní tematické okruhy konference a odborní garanti okruhů:

Moderní průmyslová maziva – Ing. Petr DOBEŠ, CSc. **Ošetřování maziv a mazací systémy** – Vladislav CHVALINA **Tribodiagnostika maziv a strojů** – Ing. Vladimír NOVÁČEK **Teorie tření a mazání** – Ing. Jiří VALDAUF **Legislativa a ekologické řízení podniku** – Ing. Petr KŘÍŽ

Bližší informace: **Hana Valentová, mobil: +420 728 747 242, tel.: +420 221 082 203, e-mail: strojspol@csvts.cz, www.tribotechnika.cz**

SPECIFIKA MAZIV PRO APLIKACE V KOSMICKÉM PROSTORU

Úspěch Curiosity (NASA, Mars 2013) vděčí PFPE/PTFE plastickým mazivům

Mazání v technologiích používaných pro průzkum vesmíru, zahrnujících pohyblivé díly umělých družic Země, kosmických sond nebo průzkumných modulů určených pro přistání na kosmických tělesech ve sluneční soustavě, vykazuje celou řadu mimořádných požadavků. Pro uvedený účel existuje široké spektrum velmi rozdílných typů maziv, z nichž jsou zvláště ceněna speciální plastická maziva do extrémních podmínek.

Při výběru vhodných maziv pro aplikaci v kosmických technologiích je nutno brát v úvahu několik zvláštních požadavků:

● **Extrémní teploty** ovlivňují především volbu chemického složení maziva. Většina aplikací ve volném kosmickém prostoru je charakterizována velmi nízkými teplotami, které se mohou blížit absolutní nule. Přistávací moduly pro průzkum planet a měsíců jsou vystaveny teplotám kolísajícím v širokém rozsahu, spjatým se střídáním planetárních dní a nocí, od teplot hluboko pod bodem mrazu až po velmi vysoké teploty: na Měsíci od -180 °C až +135 °C, na Marsu od -90 °C až +30 °C, na Venuši téměř konstantních +464 °C.

Maziva pro kosmické aplikace jsou využívána i v elektronice a vakuu

● **Stav beztíže** klade zvláštní nároky na dodávku maziva do třecího uzlu. Musí být řešeny problémy s čerpatelností maziv, která je ovlivněna mimo jiné povrchovým napětím a viskozitou používaných syntetických kapalin. Protože nedochází vlivem absence gravitace k přirozené konvekci v tekutinách, je třeba počítat v některých případech s dodatečným řešením odvodu tepla.

● **Přítomnost vakua** ve volném kosmu nebo na kosmických tělesech bez atmosféry, resp. s velmi řídkou atmosférou, podporuje extrémní odpařování maziv z povrchů. Vhodnou volbou jsou tedy maziva s velmi nízkou tenzí par, případně může být tento problém řešen dokonalým utěsněním a izolací mazací soustavy od okolního prostoru. Velmi zajímavý vliv má přítomnost vakua na chemické reakce. Na jedné straně je nutno počítat s nepřítomností oxidačních reaktantů, jako je zejména atmosférický molekulární kyslík, což má za následek absenci tvorby oxidačních vrstev vedoucí k vysokým koeficientům tření, nefunkčnosti běžných aditiv a zadírání třecích povrchů. Na straně druhé je například na nízkých oběžných drahách kolem Země přítomen kyslík v atomární formě reaktivních radikálů, které jsou schopny velmi zásadně chemicky degradovat zasažené povrchy.

● **Studené povrchy** umělých družic přicházející do následného styku s bezprostředně odpařenými mazivy mohou vést naopak ke kondenzaci jejich par a k nežádoucímu orosení citlivých částí, především optických přístrojů, jako jsou nejrůznější teleskopy a spektroskopy.

● **Meteoroidy a prachové částice** nepředstavují naproti tomu v meziplanetárním prostoru vzhledem k hlubokému vakuu zásadní potíž, v případě výzkumů planet, měsíců, planetek a kometárních jader se toto řeší dokonalým utěsněním.

● **Pronikavá radiace** je podstatným problémem mazání v kosmu, neboť vede k výraznému urychlení rozkladu všech druhů maziv, zejména pak organického základu. To platí pro oba dva typy uvažovaného záření, ať již jde o elektromagnetické spektrum, z něhož v blízkosti Země patří cca 10 % k vysoce energetickým druhům ionizujícího záření (UV-záření, X-záření) nebo rychle se pohybující částice s původem ve slunečním větru, radiačních pásech planet nebo dokonce hlubokém vesmíru.

Mazání ve vesmíru

Pro mazání ve vesmíru přicházejí v úvahu tři skupiny maziv: **syntetické oleje, filmy pevných maziv a speciální plastická maziva**. Příklady mazaných částí jsou rotační a lineární ložiska, piezomotory a reduktory. Typickými podmínkami jsou pomalé přesné rotační pohyby, stop-start situace, extrémně dlouhodobé mazání, vibrace a přetížení.

● **Základní skupinou jsou syntetické oleje**, které při použití ve vyšších rychlostech vedou ke stabilním třecím podmínkám. Zřetelnou nevýhodou je vyšší těkavost maziva a relativně vyšší degradace. Z běžných olejů do této skupiny patří PAO (polyalfaolefiny tj. syntetické uhlovodíky) a syntetické estery. Speciální vlastnosti vykazují oleje na bázi polysiloxanů, případně velmi speciální další křemíkové deriváty uhlovodíků (SiHC). Patrně nejrozšířenější skupinu pro opravdu extrémní podmínky představují syntetické perfluorované polyethery (PFPE).

● **Mazání ve vakuu se neobejde bez použití speciálních mazacích filmů tuhých maziv**. Jejich určitou nevýhodou je nestabilita třecích podmínek. V současnosti se používají i dlouho známé chemické sloučeniny sprejované na povrchy, jako jsou sulfidy a selenidy kovů (WS_2, $NbSe_2$) včetně nejznámějšího materiálu, tzv. molyky (MoS_2). Velmi se osvědčila technologie nanášení tuhých látek ve vakuu technologií plazmového sprejování. K tomuto účelu se používají vrstvy měkkých (i drahých) kovů (Pb, Ag, Au, In) nebo vysoce speciálních kompozitních materiálů (BaF_2 – CaF_2, WC – Co).

● **Osvědčené je použití speciálních plastických maziv**, kde je dnes již osvědčeným příkladem aplikace plastického maziva kombinujícího základový olej na bázi perfluorovaných polyetherů (PFPE) s extrémní termickou a radiační stabilitou a zpevňovadlo na bázi Teflonu (PTFE – polytetrafluorethylen). Tato maziva v sobě do značné míry spojují výhody syntetických olejů i pevných mazacích filmů. Kromě požadavků pro použití v kosmickém prostoru vykazují i extrémní únosnost mazacího filmu a jsou naprosto inertní a kompatibilní s používanými raketovými palivy. Vývoj tohoto druhu maziv svým významem daleko přesahuje specializované aplikace ve vakuu. Tyto produkty nalézají stále častěji uplatnění v extrémních podmínkách průmyslu a energetiky, ať již jde o extrémní teploty nebo odolnost vůči agresivním chemikáliím a ionizujícímu záření, aplikace v elektronice a vakuové technice.

Trendy pro mazání v kosmu

Kromě výše uvedeného zahrnují i mnoho převratných a zcela nových technologií. Rozvíjí se výzkumné a vývojové projekty zaměřené na konstrukci magnetických ložisek, mazání pod inertní atmosférou, plynem pod vysokým tlakem, mazání mlhou, jemnými částicemi např. ve formě grafitového prachu získávaného katalytickou tvorbou z plynné fáze. Lze očekávat, že uvedené technologie mohou mít v budoucnu velký význam i pro speciální použití v průmyslu. ■

Ing. Olga Křížová, Chematribos
Ing. Petr Kříž, Castrol Lubricants (CR)

JAK ZABRÁNIT PORUCHÁM STROJŮ A ZAŘÍZENÍ

Levnější prevence než náprava

Čistit stroj a zbavovat olej ve stroji vody a nečistot je nákladné – ať už se použije libovolná technologie. Nejefektivnější je zabránit vstupu nečistot do systému z vnějšku.

Utěsněte systémy

Ať už jde o převodovku, hydrauliku, pumpu nebo mazací systém turbíny, krokem číslo jedna je zamezit vniku nečistot do systému veškerými otvory, které jsou zejména na nádrži či skříni stroje. Návazným krokem je, zabezpečit dýchání olejového systému zavzdušňovacími filtry, které jsou opravdu schopny zachytávat nečistoty a vlhkost z nasávaného vzduchu do nádrže.

Dýchání strojů

Odvětrání olejových nádrží hydraulických systémů, převodovek či mazacích okruhů se obvykle kombinuje s otvorem na doplňování olejů. Mnohdy se jedná o víčka bez filtru. V lepším případě je na nádrži víčko s jednoduchým filtrem. Tyto filtry nedokážou zachytávat vzdušnou vlhkost a jsou obvykle schopny filtrovat částice od 40 µm a větší.

To je z hlediska ochrany oleje nedostatečné. Nejzávažnější z hlediska opotřebení jsou zejména částice v jednotkách mikrometrů – tedy tak velké nebo menší, jako je vůle mezi pohybujícími se částmi (typicky 3–5 µm), resp. tloušťka mazacího filmu. Bavíme se tedy o částicích, které jsou lidskému oku neviditelné (pro ilustraci lidský vlas má přibližně tloušťku 65 µm).

Příklady, jak to být nemá. Veškeré poletující částice a vlhkost se dostávají do oleje. Nešťastné je řešení, kdy vnější prostředí kontaminuje olejová mlha.

Zavzdušňovací filtry s desikantem

Hygroskopické zavzdušňovací filtry s desikantem vynalezl v 80. letech Jim Waller, a jelikož se toto technické řešení velmi osvědčilo, založil společnost Des-Case, která je dnes světovou jedničkou a tahounem v inovacích v oblasti zavzdušňovacích filtrů. Des-Case vyrábí zavzdušňovací filtry pro celou řadu partnerů, a proto se s jejich filtry můžete setkat pod známými značkami výrobců olejů či hydraulických prvků. Čím dál širší je také spolupráce přímo s výrobci zařízení (zejména převodovek), a proto filtry Des-Case lze nalézt přímo u nových strojů.

Desikant je hygroskopická látka, která vysouší své okolí. V zavzdušňovacích filtrech se nejčastěji používá jako desikant silikagel. S tím se setkáváte např. u nových bot či u některých potravin (arašídy). Silikagel má velkou a dlouhodobou schopnost jímat vlhkost či vodní páry. Součástí desikantu je indikátor vlhkosti, který ukazuje změnou barvy saturaci desikantu vodou. Nejlepší indikátor je modrý, který po saturaci silikagelu mění svou barvu do růžova. Jednoduše tak obsluha nebo technik údržby pohledem přes průhledné pouzdro filtru zjistí, že filtr je potřeba vyměnit.

Princip zavzdušňovacích filtrů Des-Case

Funkce filtru s desikantem je v podstatě triviální. Vzduch z vnějšího prostředí při „nádechu" stroje prochází filtrem, kde se ze vzduchu odstraní částice nečistot, pak prochází náplní desikantu (silikagelu), kde se z proudícího vzduchu odstraní vlhkost a pak vzduch prochází dalším filtrem. Odtud do nádrže s olejem proudí čistý a suchý vzduch.

Filtry Des-Case mají celou řadu unikátních konstrukčních prvků. V podstatě jsou nezničitelné a schopny eliminovat problém unikající olejové mlhy, mají systém řízení množství protékajícího vzduchu a další. Výrobní škála je také unikátní – od maličkých „knoflíkových" filtříků pro půl litrové náplně až po obří filtry o velikosti popelnice pro zabezpečení statisíce litrových tanků s oleji či palivem. Všechny filtry Des-Case v současné době jako jediné splňují přísnou evropskou legislativu a jsou v souladu s nařízením evropské komise REACH.

A co je přínosem? Spolehlivější zařízení s delší životností, menší spotřeba oleje, nižší náklady na

Nástavec na nádrž s rychlospojkou včetně zavzdušňovacího filtru a ventilu na odběr vzorku

údržbu. Je např. prokázané, že instalace kvalitního zavzdušňovacího filtru s desikantem dokáže prodloužit životnost ložisek minimálně 2–3násobně.

Hybridní zavzdušňovací filtry

Tato nová generace zavzdušňovacích filtrů se používá zejména ve velmi vlhkých, prašných či agresivních prostředích. Hlavní rozdíl proti filtru s desikantem je v rozšíření o expanzní komoru.

Hybridní zavzdušňovací filtr s expanzní komorou

Membrána uvnitř expanzní nádoby se podle tlakových poměrů ve skříni převodovky smršťuje či roztahuje. Pokud jsou změny hladiny ve stroji relativně malé (např. vlivem změny teploty) systém využívá pro dýchání pouze prostor expanzní komory – olejová náplň je tak defacto úplně izolována od vnějšího prostředí. Až ve chvíli, kdy se v nádrži vytvoří malý podtlak, resp. přetlak, otevřou se ventily ve spodní části filtru a vzduch proudí filtrem dovnitř, resp. ven. Instalace nevyžaduje žádné konstrukční úpravy stroje a zabere pouze několik minut.

Rychlospojky

Rychlospojky na olejové nádrži ušetří spoustu času při doplňování oleje nebo při připojování obtokové filtrace. Především však není nutné pokaždé systém otevírat a předejde se další kontaminaci olejové náplně.

Vhodné skladování a manipulace s mazivy

V praxi velmi často vídáme, že každé doplnění oleje se projeví ve zvýšení znečištění oleje ve stroji. Příčin je několik.

Nevyhovující skladování olejů – olej není nijak chráněn proti kontaminaci

Nový olej

Nezřídka se stává, že dodaný nový olej nesplňuje kvalitativní požadavky stanovené výrobcem zařízení. Nový olej tak má např. kód čistoty 19/17/15 a požadavek výrobce stroje je 15/13/11. Řešení problému je jednoduché – pravidelná vstupní kontrola maziv a čištění oleje před aplikací v zařízení.

Vhodně řešený sklad maziv je zárukou konstantní kvality a čistoty maziv

Skladování maziv

Nevyhovující skladování maziv, kdy se otevřené sudy a kontejnery nacházejí přímo v provozu nebo naopak venku na dvoře, umožnuje vnik nečistot a vlhkosti do oleje. Nejasné označení umožní záměnu maziv.

Řešení – sklad maziv musí mít jasný řád a štábní kulturu. Načaté sudy se zabezpečí zavzdušňovacími filtry s desikantem, které zabrání vniku vody a nečistot do oleje. Případně se sudy a kontejnery vybavují nástavci s rychlospojkami. Oleje se před použitím přečistí nebo filtrují tak, aby se do strojů dostával opravdu čistý nový olej.

Manipulace s oleji

Pro manipulaci s mazivy se často používají nevyhovující prostředky. Olej se přelévá ze sudu do otevřených nádob (kýblu či konve) a pak pomocí trychtýře do stroje. V lepším případě obsluha kýbl na olej vytře hadrem. Olej tak není nijak chráněný proti vnější kontaminaci.

Příkladem vhodného řešení je variabilní systém IsoLink pro precizní manipulaci s oleji. Nádoby jsou hermetickým uzavřením chráněny před vnější kontaminací. Výdej oleje má ergonomické ovládání a plnění nádob je možné provést přes rychlospojky. Systém samozřejmě podporuje barevné kódování.

Barevné kódování

Optimální je, pokud se zavede barevné označování pro jednotlivé druhy oleje, aby se předešlo vzájemnému smísení nekompatibilních olejů. Každý typ oleje pak má přiřazen svoji barvu, která je jasně viditelná na plnicím otvoru stroje, na vyhrazené filtrační jednotce či přenosném kontejneru pro daný typ oleje.

Recept na prostoje – nevyhovující prostředky pro manipulaci s olejem

Optimální řešení – systém IsoLink

Každá barva filtračního vozíku znamená jiný druh oleje – prostor pro chybu je menší

Závěr

Pokud nevíte kde začít, nejlepší je začít auditem současného stavu. Je vhodné identifikovat slabá místa a navrhnout nápravná opatření, podle nákladnosti a rychlosti návratnosti pak naplánovat jednotlivé kroky. **Vyplatí se to? Ano. Velmi rychle.** ■

Ing. Jan Novák, Kleentek

Nejmodernější analytické metody pro přesné stanovení kondice olejů

MPC - kolorimetrie
RULER - zbývající životnost olejů a měření aditivace

Prodloužení životnosti strojů a zařízení
Bez neplánovaných prostojů
Zvýšení kvality/kvantity výroby
Snížení nákladů výroby

Leasing přístrojů KLEENTEK
Komplexní řešení péče o oleje bez investic

Kontaktní informace
www.intribo.com
+420 266 021 559, info@intribo.com
INTRIBO s.r.o., Sazečská 8, Praha 10

intribo

KLEENTEK, spol. s r. o. / +420 266 021 559 / Sazečská 8 / Praha 10

1

na českém trhu od roku 1993

www.kleentek.eu \ elektrostatické čištění olejů

UŠETŘÍME VAŠE VÝROBNÍ NÁKLADY

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

KLEENTEK®

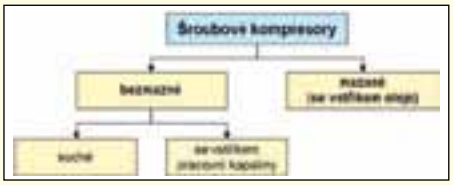
OLEJE PRO ŠROUBOVÉ KOMPRESORY

Článek se zabývá problematikou mazání šroubových kompresorů. Pro stlačení vzduchu se používají různé typy kompresorů, které se volí podle spotřeby vzduchu, provozního tlaku a podmínek provozu. Každý typ kompresoru má specifické podmínky pro mazání a tím i volbu vhodného typu maziva. Mazivo je nutné počítat mezi konstrukční prvky každého soustrojí a je mu nutné věnovat náležitou pozornost.

Při volbě vhodného kompresoru je nutné také vzít v úvahu, že stlačený vzduch je výrobně ekonomicky velmi náročný a jde o jednu z nejdražších komodit. V současné době se do popředí produkce a provozu dostávají šroubové kompresory. Jedná se o objemové kompresory rotační. Stlačené vzdušiny se v nich dosahuje zmenšením objemu párových komůrek mezi šroubovými zuby obou rotorů. Rotory jsou vytvořeny jako šroubová tělesa s velkým stoupáním a nestejným počtem zubů (*obr. 1*).

Obr. 1 Šroubový kompresor

Na *obr. 2* je zobrazeno rozdělení šroubových kompresorů, kterých se dnes používá asi 85 % s přímým vstřikem oleje do šroubovice, a to vzhledem k jednodušší a robustnější konstrukci. Vstřikováním oleje do pracovního prostoru (asi 5 kg oleje na 1 kg plynu) je mazání a chlazení rotorů tak účinné, že synchronizační soukolí není již zapotřebí. Olej zajistí těsnost rotorů, snižuje výtlačnou teplotu vzduchu. Šroubové mazané kompresory jsou mimořádně jednoduché stroje. Jedním z rozhodujících faktorů je zde používání vysoce jakostních olejů a dokonalé odloučení oleje ze vzduchu.



Obr. 2 Rozdělení šroubových kompresorů

Požadavky na oleje

U šroubových kompresorů se používají převážně oleje viskozitní třídy ISO VG 46 a ISO VG 68. Ve výjimečných případech se používá olejů jiné viskozity. Při provozu kompresoru s přímým vstřikem oleje do šroubovice dochází k přímému styku se vzduchem – vzdušným kyslíkem. Oxidace oleje je urychlována velkými objemy vzduchu a velkou plochou šroubovice.

Dochází zde k velkým bodovým tlakům a teplotám, olej je zatěžován oxidačně – teplotně. Za těchto velmi složitých podmínek dochází ke stárnutí, což má za následek tvorbu karbonových částic a lepivých polárních lakových úsad. Tyto látky snižují výkonnost oleje, zvyšuje se nebezpečí pro ložiska, dochází k ucpávání odlučovačů a filtrů. Olej ztrácí své základní jakostní parametry, což způsobuje havárii těchto kompresorů. Z výše uvedeného vyplývá, že olejům pro šroubové kompresory je nutné věnovat velkou pozornost.

Oleje musí plnit řadu základních povinností a musí mít:

- dobré mazací vlastnosti,
- vhodnou přilnavost,
- těsnící schopnost,
- zajistit odvod tepla,
- antikorozní vlastnosti,
- vysokou oxidační stálost,
- nízkou tenzi par – odparnost,
- tlumicí vlastnosti,
- vysoký bod vzplanutí,
- nízký bod tuhnutí.

Na olej působí řada nepříznivých vlivů: vysoký tlak, zvýšená teplota, prach z nasávaného vzduchu, vlhkost, oxidační prostředí, zbytkové prvky z opotřebení apod. Oleje pro šroubové kompresory se v současnosti nejčastěji výkonově hodnotí podle norem DIN nebo ISO. Podle ISO 6743 se oleje rozdělují podle tepelného zatížení. U šroubových kompresorů s přímým vstřikem oleje se používají nejčastěji oleje podle výkonnosti ISO-L-DAG nebo DAJ. Podle DIN 51506 se používají nejčastěji oleje podle VCL nebo VDL (*tab. 1*).

Výběr olejů

Pro provoz šroubových kompresorů se převážně používají:

- vysoce rafinované ropné oleje – redestilované velmi úzké frakce,
- hydrokrakované oleje – úzké frakce,
- syntetické oleje – (PAO, esterové ekologické oleje).

S úspěchem se používají hydrogenované oleje, kde je více než 90 % nasycených uhlovodíků, s nízkou odparností a vysokým bodem vzplanutí. Oleje jsou dále vhodně upravené aditivy. S těmito oleji byla provedena řada provozních zkoušek u malých i velkých šroubových kompresorů. Tam, kde jsou vysoké teploty, se doporučují syntetické oleje na bázi polyalfaolefinů nebo polyesterů.

Důležitou vlastností všech typů olejů je nízká odparnost a dobrá schopnost odlučování oleje ze vzduchu. Olej je ve vzduchu složen z kapek, aerosolů a páry. Pro zajištění předepsané jakosti vzduchu musí být olej odstraněn.

Povinností každého provozu kompresoru je dodávat stačený vzduch předepsané jakosti. Na kvalitu vzduchu dbá norma ISO 85 731 (*viz tab. 2*), která předepisuje jakost podle druhu použití vzduchu. Odstranění oleje ze stlačeného vzduchu se provádí pomocí speciálních separátorů, kde se pro odloučení kapalin používají skleněná vlákna, na kterých koaluguje jemný aerosol, který ve větších kapičkách stéká do spodní části separátoru a vrací se zpět do mazacího systému kompresoru. Pro odstranění par je nutné dále zařadit vymrazovací systém a sušičky pro odstranění celkové vlhkosti vzduchu. Pro speciální použití, kde se vyžaduje nepřítomnost

Tab. 1 Požadované základní jakostní parametry olejů pro šroubové kompresory

Vlastnosti	Jednotka	Hodnota oleje VDL 46	Hodnota oleje VDL 68
Kinematická viskozita při 40 °C	$mm^2.s^{-1}$	46 ± 10 %	68 ± 10 %
Viskozitní index, min		90	90
Bod vzplanutí o. k.	°C	220	230
Bod tuhnutí	°C	-25	-20
Popel oxidační	% hm.	0,05	0,05
Obsah vody, max.	% hm.	0,05	0,05
Korozivní působení na kovy, Cu 100°C / 3 hod., max.		1	1
Deemulgační charakteristika max. 20 min.	cm^3	40 – 37 – 3	40 – 37 – 3
Pěnivost - při 25 °C, max. - při 95 °C, max. - při 25 °C po 95°C, max.	cm^3 cm^3 cm^3	75 / 0 75 / 0 75 / 0	75 / 0 75 / 0 75 / 0
Oxidační zkouška (Fe_2O_3) a) odparnost, max. b) zvýšení CCT, max.	 % hm. % hm.	 20 3	 20 3
Destilační zbytek po oddestilování 80% oleje - kinem. viskozita /40 °C max. - CCT, max.	 $mm^2.s^{-1}$ % hm.	 230 0,3	 250 0,3
Odparnost NOACK	% hm.	7	7

oleje, se používají pro stlačování vzduchu kompresory bezmazné.

Provozní ověření

Pro zajištění bezporuchového provozu a určení termínu výměny olejů byla provedena řada zkoušek. Rozdíl je v tom, o jak velké zařízení jde, a tím kolik oleje je v olejovém systému.

U malých kompresorů se provádí výměna olejů po 2000 až 3000 provozních hodinách. U velkých šroubových kompresorů, kde je 100 až 500 litrů oleje, se doporučuje provádět pravidelně kontrolu. Zde se pak může dosáhnout u kvalitních olejů několika tisíců provozních hodin. Pravidelná diagnostika prokázala výhodnost hydrogenátů. Výsledky několika zkoušek jsou uvedeny v tabulkách.

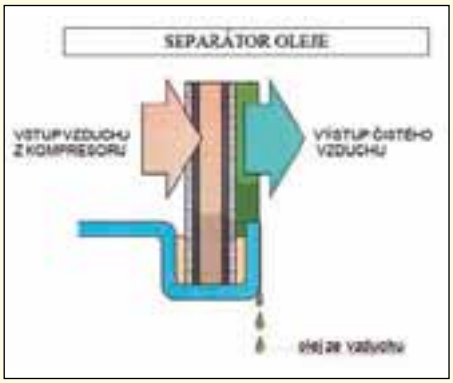
V průběhu více let jsme systematicky hodnotili provoz vybraných šroubových kompresorů s přímým vstřikem oleje. Jako základový olej byl použit hydrogenát s úzkou frakcí s odparností dle Noaca max. 7 %. Výsledky ukázaly velmi dobré všechny základní jakostní parametry oleje a při pravidelné kontrole se dále potvrdilo, jak se dá významně prodloužit výměna oleje při zajištění bezporuchového provozu. Velmi důležité pro zajištění provozu je věnovat pozornost čistotě nasávaného vzduchu a odlučování oleje ze stlačeného vzduchu.

Je nutné používat kvalitní sací filtry a vzduch nasávat z místa, kde není značně znečištěn. Kvalita odlučovačů se projeví jak na čistotě oleje, tak na množství doplňovaného oleje, který uniká z kompresoru do stlačeného vzduchu.

Tab. 2 Třídy kvality stlačeného vzduchu pro všeobecné použití (ISO 85 721)

Třída kvality	Pevné částice maximální velikost	Pevné částice koncentrace	Vlhkost max. tlakový rosný bod	Olej+ koncentrace
	[µm]	[mg/mn^3]	[°C]	[mg/m^3]
1	0,1	0,1	-70	0,01
2	1	1	-40	0,1
3	5	5	-20	1
4	15	8	+3	5
5	40	10	+7	25
6	-	-	+10	-
7	-	-	-	-

+ celkový obsah kapiček, mlhy a páry



Závěr

Šroubové kompresory jsou pro svoji jednoduchost, ekonomičnost a spolehlivost využívány v nejrůznějším provedení. Od malých pojízdných až po velká stacionární soustrojí. Pro tyto typy kompresorů je na trhu celá řada olejů. Zatím převažují ropné oleje úzkých frakcí, výborné oxidační stability a nízké odparnosti. Jednotliví výrobci šroubových kompresorů dodávají oleje pod vlastním označením po dohodě s výrobci a dodavateli těchto olejů.

Při pravidelné diagnostice, a to jak tribotechnické, tak např. vibrační, se zajistí bezpečnost provozu a také značné ekonomické úspory. Náklady na diagnostiku jsou mnohem nižší než náklady vzniklé z prostojů strojů, výměny olejů, za nákup náhradních dílů. ■

Vladislav Marek, Ondřej Švec, Trifoservis
Ladislav Hrabec, VŠB-TU Ostrava

MAZIVA SPLŇUJÍCÍ TECHNICKÉ A LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY PRO APLIKACI V POTRAVINÁŘSTVÍ

Potravinářský průmysl představuje jedno z nejvýznamnějších dynamicky se rozvíjejících průmyslových odvětví. Moderní zpracování potravin však podléhá stále se zpřísňujícím pravidlům průběžného monitorování kvality vyráběných potravin a všech rizikových míst možné kontaminace potravinářských surovin či vyráběných produktů.

Je tedy zřejmé, že ve výrobních zařízeních a technologiích zpracovávajících potravinářské suroviny je nutno aplikovat právě a pouze jen taková ekologická maziva, která splňují veškeré požadavky pro aplikace v potravinářském průmyslu. V podstatě se jedná o dvě základní skupiny produktů:

- maziva určená pro náhodný kontakt s potravinami
- maziva pro přímý kontakt s potravinami – pomocné prostředky (přídavné technologické látky používané při zpracování potravin)

Maziva určená pro náhodný kontakt s potravinami – specifikace typu NSF H1

Jde o maziva, jež **nejsou určena pro přímý kontakt s potravinami**, nýbrž jsou vyvinuta pro mazání mechanismů strojních zařízení používaných při výrobě a zpracování potravin (ložiska strojních celků, hydraulické systémy, převodové mechanismy, kompresory, řetězy, dopravníky...). Během jejich používání se předpokládá, že může v nezbytné technologické míře (náhodné nepředpokládané úniky, netěsnosti...) dojít k **náhodnému kontaktu** s potravinami. Z tohoto důvodu musí takováto maziva obsahovat pouze přijatelné komponenty, které mohou přijít do styku s potravinami = podléhají příslušným schválením (uznávaná americká legislativa NSF – USDA, dnes s mezinárodní platností, evropská legislativa = lokální předpisy). Schváleným mazivům pro náhodný kontakt v potravinářském průmyslu dle testů netoxicity tak vydává např. od r.1998 certifikát použitelnosti **H1** původně americká organizace NSF (National Sanitation Foundation), dnes s mezinárodní působností, v tzv. bílé knize schválených produktů.

NSF
Nonfood Compounds Program Listed H1
ISO 21469 Certified

Do skupiny maziv pro náhodný kontakt s potravinami patří zejména tzv. bílé oleje. Jde o silně i vícenásobně rafinované minerální i syntetické oleje s velmi nízkým obsahem aromatických uhlovodíků a téměř nulovým obsahem cyklických polyaromatických uhlovodíků (1 µg/kg). Maziva dále obsahují vysoce výkonná aditiva, která zaručují výbornou odolnost vůči vysokým zatížením a teplotám, minimalizují opotřebení a poskytují vynikající antikorozivní ochranu potravinářských zařízení. Všechny tyto vlastnosti zajišťují dlouhou provozní životnost strojů při současném snížení rizika možné kontaminace, jak vyžaduje v potravinářství používaný řídicí a kontrolní systém HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point System).

(pokračování na str. 26) ▶

(pokračování ze str. 25)

Maziva pro přímý kontakt s potravinami – pomocné prostředky (přídavné technologické látky při zpracování potravin) – specifikace typu NSF 3H

Nonfood Compounds Program Listed 3H

Tato skupina mazacích či separačních a čisticích prostředků představuje látky používané **pro přímý kontakt s potravinami** (separační, mazací, uvolňovací přípravky, technologické přísady s čisticím účinkem...). Je zřejmé, že zbytkové minimální množství těchto látek vždy zůstává v potravinách. Zde již na základě evropské směrnice 95/2/EC s příslušnými doplňky nelze vystačit s bílými oleji, jakožto technologickými přísadami při výrobě potravin. Na pomocné prostředky ve výše uvedeném významu se totiž vztahují další přísné požadavky (např. se musí jednat o látky bez obsahu GMO = geneticky modifikované organismy, musí se jednat o produkty bez obsahu alergenů atd...). Takovéto produkty jsou např. na bázi rostlinných olejů + rostlinných vosků + potravinářských aditiv a splňují samozřejmě evropskou směrnici 95/2 EC, jsou schváleny dle specifikace **NSF 3H**. Neobsahují alergeny a splňují směrnici1829-1830/2003 EC vzhledem ke GMO.

Je zřejmé, že zmíněné produkty pro přímý kontakt s potravinami musí vyhovovat z hlediska požadavků Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č.1935/2004 a dále dle §26 zákona č.258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů **pro použití v ČR** jako technologické prostředky pro přímý kontakt s potravinami. Tyto produkty jsou úspěšně aplikovány např. při zpracování těsta, kdy zajišťují optimální mazání a maximální ochranu kráječů chleba a dávkovačů těsta, při separaci potravinářských výrobků z forem apod., kdy je nutné mimo jiné dodržet zachování chuti a vůně finálních produktů, a to i v případě delšího skladování. Vhodně navržená viskozita takovýchto produktů pak umožňuje zpravidla jejich aplikaci ve vstřikovacím systému bez ohřívání olejů. Dále je uveden základní přehled standardů a závazných norem vztahujících se k problematice aplikovatelných maziv v potravinářském průmyslu:

Americká a mezinárodní legislativa:

FDA (Food and Drug Administration) – úřad pro testování netoxicity komponent jednotlivých formulací, stanovuje seznam ingrediencí – § 21 CFR (Code of Federal Registartion) 178.3570 část 21 – a jejich limity týkající se koncentrace pro použití v mazivech, u nichž je potenciální možný kontakt s potravinami.

Organizace NSF (National Sanitation of Foundation) – dříve USDA ((United State Department of Agriculture) – ověřuje položky dané seznamem FDA (testy toxicity, resp. netoxicity produktů), ověřuje nové produkty, vydává certifikáty a vytváří přehled maziv (tzv. bílá kniha), kde je možný předpoklad nahodilého či přímého kontaktu s potravinami dle specifikací NSF:

- H1 maziva pro náhodný kontakt s potravinami,
- 3H maziva a technologické prostředky pro přímý kontakt s potravinami,
- HT-1 teplonosné kapaliny pro náhodný kontakt s potravinami.

Evropská legislativa:

Směrnice č 1935/2004 EC (v platném znění) týkající se materiálů, jež přicházejí do kontaktu s potravinami.

Směrnice č.2008/72/EC (v platném znění) týkající se plastických materiálů a druhů komponent pro kontakt s potravinami.

Směrnice 1829-30/2003/EC (v platném znění) týkající se GMO (geneticky modifikované organismy).

Směrnice 96/2/EC (v platném znění) týkající se rostlinných olejů a potravinářských aditiv.

Směrnice 2003/89/EC (v platném znění) týkající se alergenů.

Související standardy v ČR:

Zákon 258/2000 Sb. par. § 36 o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů ve znění následujících předpisů v současném znění (v souladu s Nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1935/2004 v platném znění).

Vyhláška 38/2001 (Novela 186/2003), v platném znění – „Vyhláška Ministerstva zdravotnictví o hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmy (seznam povolených látek) – výjimky schvaluje SZÚ.

ČSN EN ISO 21469 – Bezpečnost strojních zařízení – Nahodilý kontakt maziv s produktem – Hygienické požadavky.

ČSN EN ISO 22000 (569600) – Systémy managementu bezpečnosti potravin – Požadavky na organizaci v potravinovém řetězci.

Na přiložených obrázcích 1., 2., a 3. jsou uvedeny některé typické aplikace a technické parametry maziv schválených pro potravinářské aplikace se specifikacemi NSF – H1, resp. NSF – 3H.

Ke všem výše uvedeným produktům lze poznamenat, že ekologická maziva pro potravinářské provozy v souladu s trendem monitorování kvality výroby potravinářských výrobků a následné ochrany spotřebitele, budou stále častěji vyhledávána jako maziva s minimálním negativním vlivem na okolní prostředí. Jedná se o technicky velmi vyspělé produkty s optimálně navrženými vlastnostmi, kde jejich vyšší pořizovací cena je bezesporu několikanásobně vyvážena jejich neutrálním vlivem na životní prostředí. ■

Ing. Pavel Růžička, Ph.D., TOTAL Česká Republika

NEVASTANE ST

Syntetický převodový olej na bázi polyglykolu pro mazání strojů v potravinářském průmyslu

POUŽITÍ

VÝHODY

NEVASTANE XS 320

Plastická maziva na vysoká zatížení na bázi zpevňovadla kalcium sulfonát komplex pro potravinářské provozy

APLIKACE

SPECIFIKACE

VÝHODY

FINATUROL D

POUŽITÍ

SPECIFIKACE

VÝHODY

ČESKÁ STROJNICKÁ SPOLEČNOST z.s.

Novotného lávka 200/5, 110 00 Praha 1, tel. 221 082 203, mobil 728 747 242
www.strojnicka-spolecnost.cz

odborná sekce Tribotechnika

www.tribotechnika.cz

Vás zve na odborný seminář:

TECHNICKÝ SERVIS A FLUID MANAGEMENT PRO MODERNÍ MAZIVA

ve čtvrtek 17. prosince 2015

od 9:00 v budově Českého svazu VTS, Praha 1, Novotného lávka 200/5, 3.patro - sál 319

Seminář bude zaměřen na moderní technologie a poznatky z oblastí údržby, servisu, sledování parametrů a komplexního fluid managementu současných maziv.

Odborným garantem a hlavním partnerem semináře
je společnost Castrol Lubricants (CR), s.r.o.
www.castrol.com/industrial, e-mail: petr.kriz@castrol.com

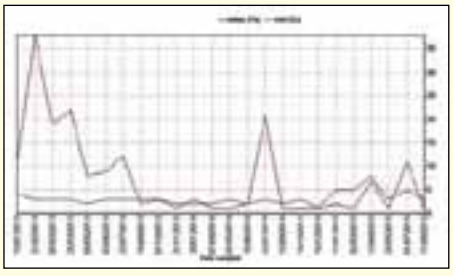
Castrol Industrial

LIMITY ANALÝZ OLEJŮ – JAK JE PŘEKONAT

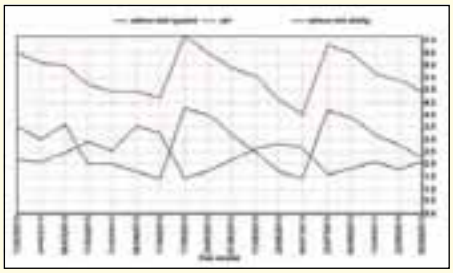
Analýzy olejů jsou již dlouho využívaným nástrojem v moderní údržbě. Přínosy tohoto diagnostického nástroje pro sledování stavu strojů byly mnohokrát popsány a dokumentovány. Jedním z mála limitujících faktorů jeho efektivity je doba od odebrání vzorku oleje ze stroje do získání výsledků analýzy a diagnostického závěru. Moderní technologie a dobrá organizace umožňují dnes tuto dobu výrazně minimalizovat.

Analýza oleje jako nástroj proaktivní údržby

Neplánované opravy a odstávky výrobních strojů a velké zásoby náhradních dílů způsobují pokles produkce a vzrůst nákladů. Proaktivní („vstřícná") údržba je taková, při které se na vznik poruch nečeká, ale je snaha jim aktivně předcházet. Tento způsob údržby ovlivňuje výrazně spolehlivost provozu. Monitorování stavu oleje po celou dobu provozu, sledování průběhu změn vlastností (tedy tribodiagnostika) a jeho správné ošetřování – to je proaktivní údržba mazacích olejů. Analýza mazacích olejů dnes slouží jako diagnostický prostředek ke sledování různých typů strojů s uzavřeným cirkulačním mazacím systémem od turbín po plynové motory. Schémata rozborů, tedy jaké zkoušky se mají provést, se liší právě podle typu stroje a jsou dobře známá. Při dodržení optimálních intervalů odběru vzorků lze spolehlivě zachytit všechny změny od běžného stavu (běžných hodnot jednotlivých sledovaných parametrů) a s velkým předstihem upozornit uživatele stroje, že se děje něco neobvyklého. Sledování trendů jednotlivých ukazatelů nebo jejich kombinací dává perfektní přehled o stavu stroje i oleje (*viz obr. 1 a 2*). Velmi důležité přitom je, aby diagnostik z laboratoře znal podrobnosti o sledovaném stroji, což velmi často není možné bez komunikace s uživatelem stroje. Při formulaci diagnostického závěru analýzy mazacího oleje je nutné poskládat údaje od výrobce stroje, uživatele stroje, výrobce oleje s naměřenými daty. Často bývá limitem nedostatek informací o vzorku a stroji, ze kterého byl vzorek odebrán. Nikdo nevyplňuje rád formuláře, ale v tomto případě ušetření několika minut může znamenat mnohem méně hodnotný diagnostický závěr, což ve svém důsledku nejvíce poškodí uživatele stroje a tribodiagnostiky. Velmi důležitý je také výběr zkoušek. Výše zmíněná schémata rozborů jsou sestavena obecně pro určitý typ stroje. Často se může stát, že je možné dělat průběžně méně zkoušek a k rozsáhlejšímu rozboru přikročit při zjištění nějaké anomálie nebo jednou za delší časový úsek.



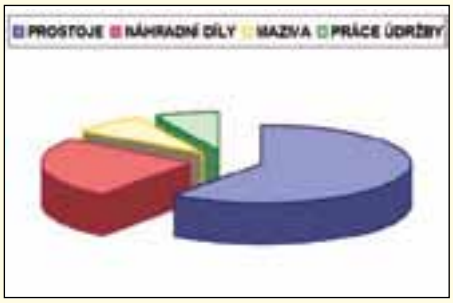
Obr. 1 Průběh obsahu kovů v oleji z plynového motoru



Obr. 2 Průběh parametrů TAN (celkové číslo kyselosti), TBN (celkové číslo alkality) a i-pH u oleje z plynového motoru

Možnost úspor

Stále je možné setkat se s názorem, že analýzou mazacího oleje zjistíme jeho stav a posoudíme, zda je možné ho ponechat ve stroji navzdory dosaženému předepsanému intervalu výměny oleje. A to, že je ta hlavní úspora – nemuseli jsme koupit nový olej. Přitom je dávno známo, že hlavní úspory dosažitelné proaktivní údržbou jsou dnes v minimalizaci prostojů strojů (*viz obr. 3*).



Obr. 3 Skladba úspor dosažitelných proaktivní údržbou zaměřenou na mazací oleje

Je tedy zřejmé, že hlavním cílem je pokud možno zabránit prostojům, a když už k prostoji dojde, pak ho zkrátit na minimum. Proto i jedna z podmínek úspěšné diagnostiky je rychlost. Stav stroje, příčina poruchy a možnost jejího odstranění musí být známy, co nejrychleji je to možné. Tady je úskalí všech „off-line" prováděných diagnostik, tedy i analýzy olejů prováděné v laboratoři, kam je nutné vzorek odebraný ze sledovaného stroje poslat. Přesto se po celém světě analýzy olejů v komerčních laboratořích v širokém měřítku provádějí. Jak je to možné?

Výhody a nevýhody tribodiagnostiky

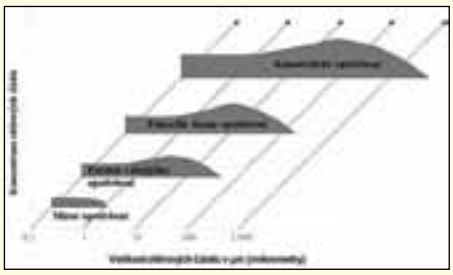
Začněme nevýhodami. Především je potřeba odebrat reprezentativní vzorek oleje, to znamená dodržet určitá pravidla. Dále je potřeba vzorkovat pravidelně – tribodiagnostika pracuje s trendy sledovaných parametrů. Pak je potřeba dopravit vzorek do laboratoře a čekat na výsledky. Vyhodnocení výsledků musí udělat člověk s dostatkem znalostí a zkušeností. Tedy hodně podmínek musí být splněno, abychom získali smysluplný závěr.

A výhody? Nejpodstatnější je, že při správně aplikované tribodiagnostice lze s velkým předstihem zjistit vznikající poruchu – sledujeme totiž změnu režimu opotřebení ve stroji, kdy ke skutečné poruše je ještě daleko. Na *obr. 5* je ilustrován vliv režimu opotřebení na počet a velikosti otěrových částeček kovů, které můžeme vhodnou metodou detekovat v mazacím oleji. Analýzami oleje tedy můžeme sledovat stav stroje, především jeho dílů, které jsou v kontaktu s mazacím olejem, i stav oleje. Dokonce je možné sledovat stav součástí stroje, které s olejem v kontaktu vůbec nejsou (např. vzduchový filtr motoru).

Dobu od odběru vzorku do objevení se výsledků s vyhodnocením na obrazovce počítače zadavatele analýzy lze rozdělit na tři úseky – cesta vzorku do laboratoře, analýza vzorku, cesta výsledků z laboratoře k zadavateli analýzy. Třetí úsek je díky internetu dostatečně minimalizován. Jde tedy o to, jak co nejvíce zkrátit cestu vzorku do laboratoře a dobu analýzy vzorku. Přepravní společnosti jsou dnes schopny vzorky k analýze dopravit v EU do 24 hodin. Otázka je pak cena takové přepravy, protože ta je letecká. Moderní analytické přístroje používané k analýzám olejů pro účely tribodiagnostiky poskytují výsledky dostatečně přesné i dostatečně rychle (postupy jsou automatizovány, laborant jen umístí vzorek do podavače přístroje, často ani nemusí navažovat nebo odměřovat, i to proběhne automaticky).

Doba jednodušších analýz se pak pohybuje na úrovni 1–2 dnů, složitější analýzy trvají do 5 dnů a jen speciální analýzy mohou trvat déle.

Obr. 4 Automatický viskozimetr pro stanovení kinematické viskozity



Obr. 5 Vliv změny režimu opotřebení na počet a velikost otěrových částic

Závěr

Analýzy olejů – tribodiagnostika – jsou důležitou součástí proaktivní údržby strojů. Vývoj zcela určitě směřuje k čidlům indikujícím stav stroje na základě analýzy oleje, která budou zabudována přímo v olejovém systému stroje. Taková čidla existují již dnes, ale zatím jejich výsledky nejsou dostatečně spolehlivé. Kromě toho existují přístroje pro analýzu přímo u stroje, většinou lze stanovit poměrově viskozitu, vodu, znečištění, nově se objevují přenosné infračervené spektrometry. Všechna tato zařízení mají jednu velikou výhodu – výsledky jsou hotové hned na místě, není nutné se zdržovat odesíláním vzorku a čekáním na výsledek z laboratoře. Situace se dost jasně vyvíjí ke stavu, kdy se prvotní tribodiagnostika bude dělat u stroje/na stroji. Nicméně zatím všechny přenosné přístroje a všechna čidla hodnotí především stav oleje. Výhodou laboratorní tribodiagnostiky stále je, že umí včas zjistit vznikající poruchu stroje a také zacílit na místo, kde porucha vzniká. ■

Ing. Vladimír Nováček
ALS Czech Republic

VÝROBA A APLIKÁCIA PRÍSAD DO MAZÍV

Aplikácia prísad v súčasných mazivách je dnes už samozrejmou skutočnosťou. Prísady v podstatnej miere napomáhajú zabezpečiť požadované funkčné vlastnosti a akostné ukazovatele mazív, ktoré vyplývajú z neustále stúpajúcich nárokov a podmienok ich aplikácie. Vzrast výkonov, teplotné podmienky, mazivostné nároky, zvýšené čistiace účinky atď. sú okolnosťami vplývajúcimi na zvýšené požiadavky akosti, tribotechniky, funkčnej účinnosti a vhodnosti pre súčasné, ale hlavne perspektívne – vývojové motory a strojné zariadenia.

Prednosťou prísad je, že už v malých koncentráciách môžu zlepšiť viaceré úžitkové vlastnosti základových olejov. K zlepšeniu kvalitatívnych ukazovateľov možno síce dospieť v niektorých prípadoch aj zmenou ich technológie výroby, avšak toto riešenie je vo väčšine prípadov menej výhodné, najmä z hľadiska investičných a prevádzkových nákladov, ako aplikácia vhodných prísad.

Z hľadiska účinku môžu prísady zlepšovať iba jednu alebo súčasne viac vlastností, teda hovoríme o mono- alebo multifunkčných prísadách. Jednotlivé prísady v niektorých prípadoch pôsobia vzájomne synergicky, čiže ich celkový účinok je väčší ako vyplýva z pravidla aditivity. Pri aplikácii prísad je dôležité nájsť také synergické kombinácie, ktoré umožňujú znížiť pridávané množstvo prísad a docieliť tak úspory prísad pri zachovaní rovnakého účinku vo finálnych produktoch.

Požiadavky na akosť mazív

Vývoj motorovej techniky smeroval k zvyšovaniu výkonov pri súčasnom znižovaní rozmerov a hmotnosti agregátov, čo viedlo k zvyšovaniu ich mechanického a tepelného namáhania. Tieto faktory ovplyvňujú nielen požiadavky na akosť materiálu, použitého k výrobe agregátov, ale aj na vlastnosti a akosť mazacích olejov.

Dôsledkom zvyšovania výkonu motorov je v prvom rade zvyšovanie teploty na funkčných miestach motorov, pretože možnosti odvodu tepla sú obmedzené (napr. teploty na pieste môžu dosahovať hodnoty až nad 300 °C). Sťažený pracovný režim motora sa prejavuje i vo zvýšenej pracovnej teplote olejovej náplne, ktorá dosahuje teploty až okolo 100 °C.

Obdobný bol aj vývoj prevodoviek a rozvodoviek, kde s narastaním výkonu motorov je potrebné prenášať väčšie sily, čo pri zachovaní rovnakých rozmerov a hmotností, prípadne ich zmenšovaní, malo za následok opäť vzrast mechanického a tepelného namáhania týchto agregátov.

Rovnaký vývoj prekonali aj priemyslové oleje, kde vývoj stále viac zaťažovaných zariadení si vyžiadal opäť zvyšovanie požiadaviek na mazacie oleje. Okrem toho vzrastajú aj tlaky na predlžovanie životnosti olejov v mazaných strojoch a zariadeniach. V súčasnosti sa prechádza, napr. v prevodovkách, už aj k aplikácii životnostných náplní.

Mazacie oleje musia preto zachovávať svoje vlastnosti za čím ďalej, tým viac náročnejších pracovných podmienok, ktoré v prvom rade požadujú zvyšovanie tepelno-oxidačnej stability týchto olejov. Znamená to, že olej musí pri pracovných teplotách odolávať tepelnej a oxidačnej degradácii, tj. vzniku tepelne-oxidačných reakcií, vedúcich k vzniku kyslých oxidačných produktov (s následným koróznym účinkom, najmä voči farebným kovom) a k prebiehaniu polykondenzačných reakcií, vedúcich k tvorbe v oleji nerozpustných zlúčenín, ktoré sa vylučujú v podobe usadenín a kalov.

Od motorových a prevodových olejov sa okrem toho tiež vyžaduje, aby zaistili ľahkú štartovateľnosť a premazávanie aj pri nízkych teplotách. Súčasne si však olej musí zachovať svoju mazaciu schopnosť pri pracovných teplotách, ktoré sú podstatne vyššie. Z týchto hľadísk má mať olej pomerne nízky bod tuhnutia, dobré nízkotepelné a reologické vlastnosti a čo najmenší rozdiel vo viskozite pri nízkych a vysokých teplotách, čiže musí mať plochú viskozitne-teplotnú krivku, charakterizovanú vysokým viskozitným indexom.

Zabezpečenie zvýšených požiadaviek si vyžiadalo používanie zušľachťujúcich prísad do mazacích olejov, ktoré zosilňujú prirodzené vlastnosti olejov, alebo im dodávajú aj vlastnosti nové. Používanie prísad sa postupne rozširovalo a stalo sa technickou nutnosťou. Dnes je známa široká paleta prísad do mazacích olejov rôzneho chemického zloženia, ktoré zlepšujú ako fyzikálnochemické, tak aj úžitkové vlastnosti olejov. Obvyklé je delenie prísad podľa ich funkčného pôsobenia.

Najnovšie smery vo zvyšovaní akostnej a ekonomickej úrovne mazacích olejov, hlavne motorových, prevodových, hydraulických a ďalších špeciálnych typov, je použitie plne syntetických alebo polosyntetických mazacích olejov s vynikajúcimi akostnými parametrami, najmä po stránke nízko a vysokoteplotných a mazivostných vlastností a tepelnej stálosti. Z ekonomického hľadiska sú veľmi výhodné najmä čiastočne syntetické oleje, vykazujúce podstatne vyššie funkčné účinky oproti olejom iba na ropnej báze. Pritom sa v nich môžu používať všetky typy prísad ako u ropných olejov, kým u plne syntetických olejov je výber typov prísad špecifickejší – podľa charakteru syntetiky.

Prísady do mazacích olejov

Z mazacích olejov, ktoré sú z hľadiska funkčnej náročnosti najvýznamnejšie, sú automobilové oleje a z nich hlavne motorové a prevodové. Sú to oleje s najvyšším obsahom prísad, dnes už v oblastiach do 20 % hm a v niektorých prípadoch i vyššie.

Prísady do olejov sú organické chemické zlúčeniny zložitej štruktúry, ktoré dodávajú mazacím olejom tieto funkčné vlastnosti:

- stály mazací film, zabraňujúci oderu trúcich súčiastok
- efektívny odvod tepla z trúcich sa súčastí
- efektívnu ochranu súčastí zariadenia proti korózii produktmi oxidácie a neúplného zhorenia paliva
- stálosť voči oxidácii pri nízkych (80-120 °C) a vysokých (250-300 °C) teplotách
- obmedzenie tvorby karbónu na pieste, v spaľovacej komore, na ventiloch a kalov v olejovej vani dispergovaním uhlíkatých produktov a detergentným (čistiacim) účinkom oleja
- odstránenie penenia, zhoršujúceho mazivosť oleja
- požadovanú viskozitno-teplotnú charakteristiku oleja, zabezpečujúcu pohyb oleja pri nízkych teplotách (možnosť štartu) a dostatočnú viskozitu pri pracovnej teplote do 250-300 °C
- vysokú stabilitu proti mechanickej deštrukcii
- nízku odparivosť
- zabezpečenie vysokotlakových mazacích účinkov
- stabilitu pri uskladnení
- ochranu pred hrdzavením.

Na zabezpečenie uvedených nárokov sa používajú tieto druhy prísad:

1. Zahusťujúce prísady – zvyšujú V.I.,
2. Depresanty – znižujú bod tuhnutia,
3. Antioxidanty – zabraňujú oxidácii oleja, tvorbe kyslých a lakových produktov, ▶

4. Detergenty – zmývajú usadeniny a laky z časti motora a neutralizujú kyslé splodiny,
5. Disperganty – rozptyľujú a zabraňujú usadzovaniu sa produktom oxidácie oleja,
6. Protioderové a protizadieracie prísady (EP extreme pressure, VT-prísady),
7. Antifrikčné a mazivostné prísady – modifikátory trenia,
8. Protikorózne prísady,
9. Protihrdzné prísady (Antirusty),
10. Prísady proti peneniu.

Funkčné účinky niektorých prísad sa prekrývajú. Tak napr. antioxidačné prísady zmenšujú množstvo látok, vytvárajúcich laky a zosilňujú tak efekt detergentných prísad, zmenšujú množstvo produktov oxidácie kyslého charakteru, čím zmenšujú koróziu. Zahusťujúce prísady zmenšujú zvýšením viskozity oleja pri vysokých teplotách opotrebovanie a zlepšujú tesnosť trecej sústavy v pracovnej oblasti, čo vedie k zníženiu spotreby oleja. Antikorózne prísady pasivujú katalytické povrchy kovov, čím znižujú možnosť oxidácie oleja atď.
Pri formulácii finálnych olejov sa využíva synergický efekt vzájomných kombinácií prísad, aby sa zvýšila ich účinnosť, resp. použilo sa menšie množstvo prísad, čo má značný ekonomický prínos.

Hlavné typy prísad

Viskozitné prísady (modifikátory V.I.)
- polymetakryláty
- kopolyméry etylén-propylén
- kopolyméry styrén-izoprén
- kopolyméry styrén-butadién
- polyizobutylény
- polybutény

Používajú sa na zvýšenie viskozity a viskozitného indexu olejov. Prevádzkové výhody oleja s vysokým viskozitným indexom spočívajú v menšom trení pri nízkych teplotách a zníženom odere a nižších stratách oleja pri vysokých teplotách. Viskozitné prísady sú v oleji rozpustné organické polyméry. Mechanizmus ich pôsobenia spočíva v tom, že polymérna molekula je v oleji prítomná ako napučavá špirálovitá častica, ktorá nadobúda kompaktnú zvinutú formu v zlom rozpúšťadle, akým je studený olej a rozvinutú formu s veľkým povrchom v lepšom rozpúšťadle, akým je teplý olej. V tejto forme má molekula maximálny zahusťovací účinok na olej. Ako viskozitné prísady sa používajú uvedené polyméry. Účinok týchto prísad závisí od chemickej štruktúry a molekulovej hmotnosti, úžitková hodnota závisí od odolnosti voči tepelnému a najmä šmykovému (strihovému) namáhaniu.

Depresanty, znižujúce bod tuhnutia
- polyalkylmetakryláty s dlhými alkylovými reťazcami
- alkylované naftalény alebo fenoly
- kopolyméry etylénu a vinylacetátu
- polyakrylamidy

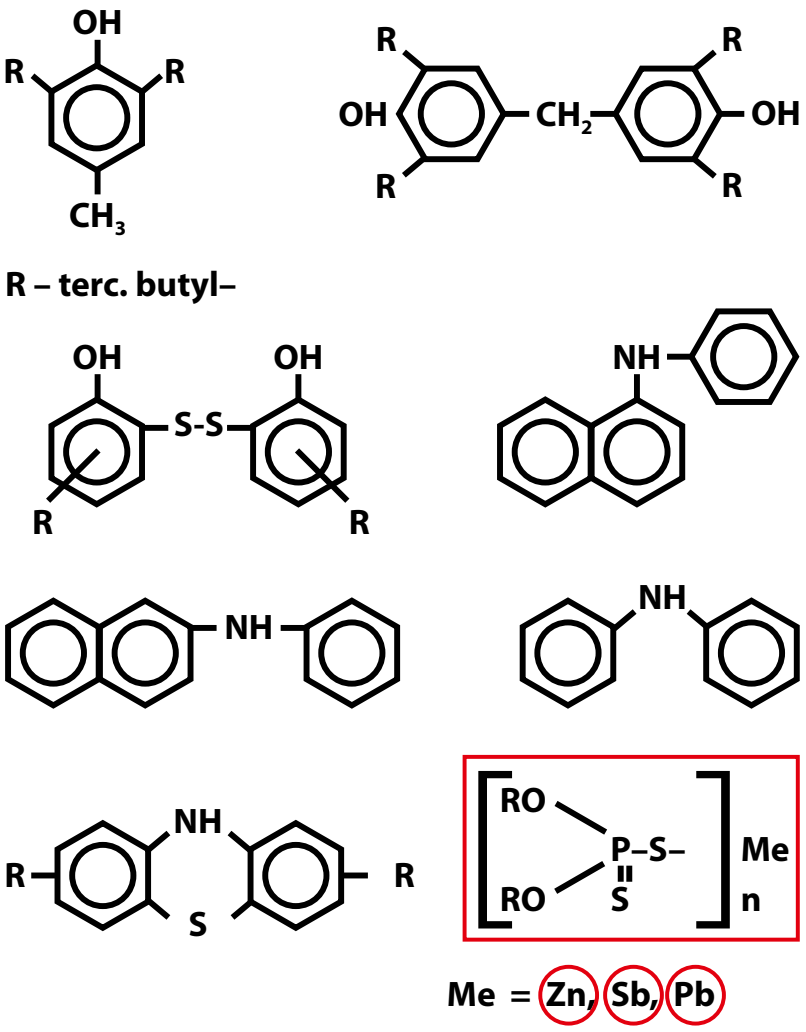
Ich pôsobenie súvisí so sťažovaním kryštalizácie parafínu pri nízkych teplotách. Pri nízkych teplotách vznikajú vzájomne spojené a prepletené mriežky z kryštalického parafínu, ktoré adsorbujú olej a vytvárajú objemnú gélovitú štruktúru, obmedzujúcu tečenie oleja. Depresantná prísada, zachytená na povrchu kryštálikov, zabraňuje ich narastaniu a vznikajú tak častice oveľa menšie, neprekážajúce do takej miery pohyblivosti oleja.

Antioxidačné prísady
- dialkyl (aryl) ditiofosfáty (Zn, Ca, Ba)
- alkylsalicyláty (Ca, Mg, Ba)
- alkylfenoláty (Ca, Ba)
- alkylfenoly
- bisalkylfenoly
- alfa-naftol
- beta-naftylamín

Tieto prísady obmedzujú a zastavujú oxidačné a polykondenzačné reakcie, prebiehajúce v oleji v priebehu jeho práce. Prebiehanie oxidačných reakcií vedie k vzrastu viskozity oleja a k zvýšenému obsahu nerozpustných uhlíkatých látok v oleji. Mechanizmus oxidácie ropných olejov je radikálový, kde radikály vznikajú rozpadom primárnych oxidačných produktov, ktorými sú hydroperoxidy. Antioxidanty pôsobia buď tak, že rozkladajú vzniknuté peroxidy, alebo prerušujú reťazec radikálových reakcií. Z prvej skupiny antioxidantov (rozkladačov peroxidov) najrozšírenejšie sú kovové soli dialkylditiofosforečných kyselín (najmä zinočnaté), ktoré sa vyznačujú multifunkčným pôsobením, pretože okrem antioxidačných vykazujú aj protikorózne a protioderové vlastnosti. Do druhej skupiny (lapačov radikálov) patria napr. 2,6-di-terc-butyl-p-krezol, alfa-naftol, beta-naftylamín, atď.

Detergentno – dispergačné prísady (DD prísady)
- sulfonáty ropné a syntetické neutrálne a bázické (stredne a vysokobázické), (Ca, Mg, Ba)
- alkylfenoláty (majú i účinok antioxidačný) neutrálne a bázické (Ca, Mg, Ba)
- alkylsalicyláty (majú účinok antioxidačný) neutrálne a bázické (Ca, Mg)
- sukcínimidy neutrálne a bázické, bezpopolné detergenty-disperganty proti nízkoteplotným kalom (hlavne do olejov pre benzínové motory s nízkoteplotným režimom)
- alkenyltiofosfonáty (Ca, amínové)
- Mannichove bázy-bezpopolné disperganty, antioxidanty a antikorodanty

Štruktúrne vzorce hlavných typov antioxidantov, ktoré majú všeobecne použitie v mazivách, palivách, farbách a dokonca aj v potravinách



Úlohou DD prísad je udržať produkty starnutia oleja, vznikajúce v priebehu jeho práce v motore, v oleji v rozptýlenom stave tak, aby sa neusadzovali na častiach motora a zaistiť tak čistotu predovšetkým funkčných dielov motora (najmä piestovej skupiny), a to za všetkých teplotných režimov motora.

Mechanizmus pôsobenia DD prísad je mnohotvárny a zložitý a podľa súčasných predstáv zahrňuje tieto faktory:

a/ solubilizačné javy, spojené hlavne so sorpciou účinných zložiek prísad na uhlíkatých a sadzových časticiach, rozptýlených v oleji,

b/ elektrostatické a elektrochemické interakcie prísad alebo ich myciel so sadzovými časticami a s kovom,

c/ neutralizačné vlastnosti, súvisiace s hodnotou bázicity (TBN).

Bázické DD – prísady

Všetky uvedené typy DD – prísad sa môžu pripravovať ako neutrálne, tak aj bázické a vysokobázické prísady (s alkalickou rezervou). Bázické a vysokobázické prísady obsahujú 3–15násobné množstvo kovovej zložky, ktoré by zodpovedalo neutrálnej soli, čím sa docieľuje značného zvýšenia čísla celkovej bázicity (TBN) do hodnôt 300-400 mg KOH/g. Predpokladá sa, že prebytočný kov je prítomný v prísade ako veľmi jemná disperzia (o veľkosti častíc 10^{-3} až 1 mikrón) vo forme uhličitanu, prípadne hydroxidu.

Disperzné prísady

Tieto prísady účinkujú proti studeným kalom. Ako studené kaly sa označujú také usadeniny, ktoré vznikajú v motore pri studenom, nevyťaženom chode motora v mestskej prevádzke s častými zastávkami pri práci motora na voľnobeh (tzv. režim stop and go). Uplatňujú sa skoro výlučne bezpopolné zlúčeniny vyššej molekulovej hmotnosti, obsahujúce spravidla v molekule bázicky reagujúci dusík. Najrozšírenejšie sú: deriváty alkenyljantárových kyselín s dlhým reťazcom (200, prípadne aj viac uhlíkových atómov), polyméry a kopolyméry uhľovodíkov, obsahujúce polárne skupiny (amíny, amidy, imidy) zlúčeniny typu Mannichových báz. Niektoré bezpopolné prísady (najmä vysokomolekulárne) pôsobia tiež ako modifikátory viskozity, niektoré majú protikorózne a antioxidačné účinky.

Protioderové a protizadieracie prísady (VT – prísady)

- dialkyl (aryl) ditiofosfáty kovov (Zn, Sb, Mo)
- dialkylditiokarbamáty kovov (Zn, Sb, Mo)
- trikrezylfosfáty
- dibenzyldisulfid
- alkylsulfidy a polysulfidy
- sírené nenasýtené karboxylové kyseliny
- sírený spermový olej
- estery mono a dikarboxylových kyselín
- polyolové estery (na báze pentaerytritolu)

Reagujú s kovovým povrchom súčiastok za vyšších teplôt vznikajúcich v dôsledku nedostatočného mazania a vytvárajú vrstvičky kovových solí, ktoré za podmienok medzného alebo suchého trenia pôsobia ako sekundárne mazadlá. Ako prísady pre vysoké tlaky sa uplatňujú rôzne organické zlúčeniny, obsahujúce jednu alebo viac z týchto látok: síru, fosfor, karboxyl, pričom podmienkou je, aby prísada reagovala chemicky s povrchom mazaného kovu v podmienkach medzného mazania. Prísady pre vysoké tlaky sa používajú v olejoch rezných, prevodových a motorových (v motorových sa označujú tiež ako protioderové prísady, z ktorých najrozšírenejšie sú Zn dialkylditiofosfáty). V prevodových olejoch sa využívajú predovšetkým rôzne organické zlúčeniny fosforu a síry, ako sírené a fosforosírené uhľovodíky, xantáty kovov, dialkylditiokarbamáty kovov a iné.

Antifrikčné a mazivostné prísady (Modifikátory trenia)

Začínajú sa uplatňovať v motorových a prevodových olejoch v ostatnom desaťročí, kde znižovaním trenia znižujú potreby energií, tj. potreby pohonných hmôt a teda zhospodárňujú prevádzkové náklady (odtiaľ: ekonomické oleje). Mechanizmus pôsobenia modifikátorov trenia sa vysvetľuje tým, že silne polárne častice (molekuly, mycely) sa pevnými silami (elektrostatickými) viažu na kovové povrchy a vytvárajú niekoľkovrstvové filmy, kde sú vrstvy usporiadané súbežne s kovovým povrchom. Vrstvy zabraňujú dotykom pohybujúcich sa povrchov a pri pohybe dochádza k „treniu" medzi vrstvami modifikátorov a nie kovových povrchov. Ako modifikátory trenia sa uplatňuje veľmi široká paleta chemických zlúčenín, ako sú:

- amíny (imidazolín, etoxylované amíny),
- amidy (hydroxymetylamid kys. olejovej),
- imidy (deriváty sukcínimidov),
- kyseliny, estery, zlúčeniny fosforu (fosfonáty, fosfáty, fosfity),
- sírne zlúčeniny (sírené olefíny, estery sulfónových kyselín).

Protikorózne prísady

- sulfidy,
- sírené terpény,
- fosfity,
- ditiokarbamáty,
- dialkylditiofosfáty (Zn),
- triazoly.

Chránia súčiastky motora zo zliatin farebných kovov (najmä ojničné ložiská z olovnatých bronzov) proti koróznemu pôsobeniu kyslých produktov oxidácie oleja, alebo agresívnych látok, pochádzajúcich z paliva tým, že reagujú s farebnými kovmi za vzniku ochranného filmu na povrchu súčiastok.

Protihrdzné prísady (antirusty)

- Ca a Mg-soli ropných sulfonových kyselín,
- deriváty imidazolínov,
- deriváty alkyljantárových kyselín,
- amínové soli alkylfosfátov,
- amidy a sulfamidy kyselín,
- estery vyšších mastných kyselín.

Prísady chránia povrchy súčiastok zo zliatin železa proti hrdzaveniu (tj. účinku vlhkosti a vzdušného kyslíka) vytváraním pevne adsorbovaných hydrofóbnych filmov na povrchu kovu a zabraňujú tak pôsobeniu vlhkosti.

Prísady proti peneniu

- polysiloxany (polymetylsiloxan, polyvinylsiloxan),
- silikónové oleje.

Pre niektoré oleje sú vhodné aj:

- vápenaté mydlá,
- lanolín,
- alkylsulfáty,
- oleát draselný.

Prísady zabraňujú peneniu oleja v priebehu jeho práce. Používajú sa prísady najmä na báze organického kremíka a rôzne organické látky. Prísady proti peneniu sa pridávajú do mazacích olejov vo veľmi malých množstvách (ppm). U polysiloxanov je dôležitá i voľba polysiloxanu (silikónového oleja) s vhodnou relatívnou molekulovou hmotnosťou.

Záver

Veľmi mnoho zušľachťujúcich prísad do mazív má polyfunkčný účinok. Typické sú v tomto smere mnohé prísady proti starnutiu (oxidácii) olejov, ktoré súčasne zabraňujú korózii, hrdzaveniu, pasivujú povrchy kovov, majú protioderové účinky atď.

Väčšina viskozitných prísad a modifikátorov viskozitného indexu (V.I.) znižuje aj bod tuhnutia a niektoré zväčšujú aj priľnavosť a mazivosť oleja.

Prevažné množstvo dnešných mazacích olejov obsahuje niekoľko druhov hlavných a špeciálnych prísad. Platí to predovšetkým o automobilových olejoch motorových a prevodových a špeciálnych priemyselných olejoch.

Pre praktickú aplikáciu prísad je dôležité, aby boli dokonale rozpustné v danom oleji, nevytvárali zákal alebo usadeniny a to ani pri dlhodobom skladovaní alebo zmenách teploty. Preto je potrebné skúšať aditivovaný olej na jeho stálosť pri skladovaní a pri miešaní s iným aditivovaným olejom.

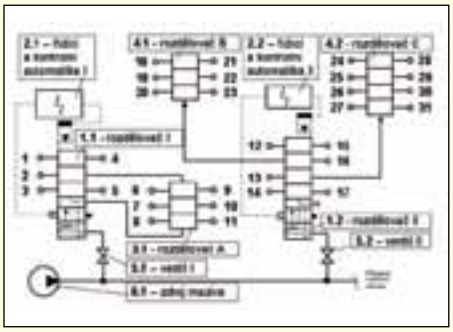
Pri manipulácii a skladovaní prísad je nutné zachovať určité predpisy, aby sa zabránilo narušeniu ich kvality (prehriatím, stykom s vlhkosťou, vzájomným zmiešavaním rôznorodých prísad) a aby sa zamedzilo škodlivému fyziologickému účinku prísad na obsluhu. ■

Dr. Pavol Klucho, SSTT Bratislava

PARALELNÍ PROGRESIVNÍ CENTRÁLNÍ MAZACÍ SYSTÉM

Paralelní progresivní centrální mazací systémy /CMS/ se používají pro rozsáhlé systémy mazání. Progresivní systém se obecně zařazuje mezi základní (univerzální) CMS. Mazací látka (olej nebo plastické mazivo) je postupně (progresivně) rozdělována a dodávána do jednotlivých mazacích míst /MM/ mazaného objektu.

Progresivní rozdělovače jsou vhodné pro manipulaci s mazacími oleji v daném rozsahu viskozity i s plastickými mazivy. Uspořádané do sériového propojení mohou běžně pracovat s plastickými mazivy do penetrační třídy 2 (NLGI 2) a v paralelním uspořádání mohou progresivní rozdělovače pracovat s plastickými mazivy až do penetrační třídy 3 (NLGI 3).

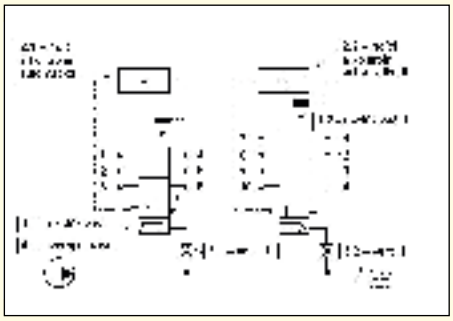


Obr. 1 Schéma progresivního CMS s kombinovaným (skupinové + paralelní/sériové) zapojením

Způsoby zapojování progresivních rozdělovačů v CMS

Progresivní rozdělovače lze zapojit:

- **Sériově** – progresivní rozdělovače jsou řazeny za sebou. Jde o nejčastěji používané uspořádání rozdělovačů v progresivním systému (viz ***obr. 1*** – pravá větev systému). Používá se především pro jednoduchou možnost kontroly dodávky maziva do všech MM celého CMS. Pro 100% kontrolu proti „ucpání" (výstupů) stačí hlídat pohyb kontrolního kolíku kteréhokoliv rozdělovače.
- **Paralelně** – progresivní rozdělovače jsou řazeny vedle sebe (viz ***obr. 1*** – levá větev systému a ***obr. 3***). Toto propojení vyžaduje speciální provedení progresivních rozdělovačů umožňující jejich vzájemné propojení. Při provozu se nesčítají tlakové ztráty na jednotlivých rozdělovačích. Pro 100% kontrolu proti „ucpání" (výstupů) i „prasknutí" (přívodů) stačí hlídat pohyb kontrolního kolíku kteréhokoliv rozdělovače.
- **Skupinově** – progresivní rozdělovače jsou řazeny vedle sebe a jsou k hlavní větvi rozvodného potrubí připojeny přes uzavírací ventily (viz ***obr. 2***). Uzavírací ventil může být součástí rozdělovače. Toto propojení umožňuje jednoduché zapojování nebo odpojování jednotlivých skupin MM, přičemž není ovlivněna funkce jiných částí CMS. Při provozu se nesčítají tlakové ztráty na jednotlivých rozdělovačích.
- **Kombinovaně** – jedná se o vhodné sloučení výše uvedených způsobů zapojování (viz ***obr. 1***). Sloučení umožňuje využití výhod (popř. potlačení nevýhod) základních způsobů zapojení.

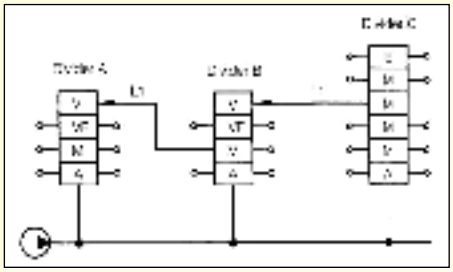


Obr. 2 Schéma progresivního CMS se skupinovým zapojením

Volba způsobu zapojení progresivních rozdělovačů v CMS se řídí obvykle technickými parametry mazaného objektu, příslušnými provozními podmínkami a často také ekonomickými možnostmi.

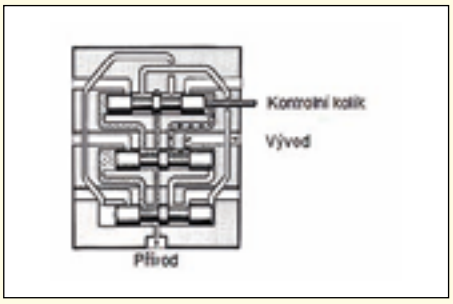
Použití paralelního progresivního CMS

Zatímco sériový progresivní systém může obsluhovat až cca 100 MM, systémy uspořádané pro paralelní provoz mohou dodávat plastické mazivo do až cca 400 MM a mazací oleje až do více než 1000 MM. To znamená, že systémy s progresivními rozdělovači propojenými paralelně mohou být také nasazeny namísto dvoupotrubních centrálních mazacích systémů a pokud jsou vybaveny monitorovacím zařízením, jsou levnější než dvoupotrubní CMS, a to se stejně efektivním monitorováním.



Obr. 3 Schématické uspořádání paralelního progresivního CMS

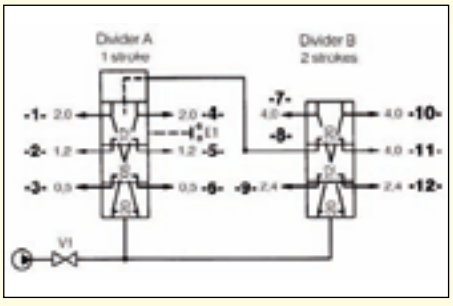
Oproti nejpoužívanějším progresivním centrálním systémům, které zahrnují hlavní rozdělovač a několik podružných rozdělovačů zapojených sériově, sestává dále popsaný systém z progresivních rozdělovačů propojených paralelně k jednomu hlavnímu potrubí, poskytující vzájemné řízení tak, že počet zdvihů prováděných všemi rozdělovači je buď stejný, anebo násobný.
Mezi výhody tohoto systému patří to, že tlakové ztráty nejsou kumulativní, jako je tomu v případě rozdělovačů zapojených sériově. Mazací přístroj musí být chráněn pojišťovacím ventilem v případě nenadálé blokace systému progresivních rozdělovačů. Také monitorování těchto blokací nebo úniků maziva je velice zjednodušené – elektrická zařízení jsou řízena jediným koncovým spínačem umístěným na konci systému. Poruchy lze snadno lokalizovat pomocí našroubovaných tlakových indikátorů ve spojení se zvukovými a vizuálními alarmy. Toto minimalizuje náklady vyhledávání poruch. Systémy s progresivními rozdělovači paralelně zapojenými mohou být rozšiřovány nebo redukovány bez vlivu na provoz a parametry původního systému.
CMS s paralelně zapojenými rozdělovači se osazují různé stroje (např. tvářecí, potravinářské) a strojní zařízení nebo části technologických komplexů (např. huť, válcovna, cementárna, elektrárna, papírna, cihelna, cukrovar) v celém rozsahu strojírenství.



Obr. 4 Princip funkce progresivního rozdělovače

Funkce paralelního progresivního CMS

Základní konstrukce paralelních progresivních rozdělovačů je stejná, jako je tomu u rozdělovačů používaných pro sériové systémy (viz obr. 4). Rozdíl je pouze v tom, že každý externě řízený progresivní rozdělovač má mírně modifikovanou koncovou sekci. Jeho středový vývrt je zatěsněn oproti přilehlé střední sekci a je vybaven externí přípojkou. Základní principy systému jsou zobrazené na obr. 3 a 5.
A = normální vstupní sekce
M = normální středová sekce
E = normální koncová sekce
VE = modifikovaná koncová sekce
V = sekce řízení potrubí



Obr. 5 Režim provozu se dvěma paralelně spojenými progresivními rozdělovači

Pokud všechny rozdělovače mají provádět stejný počet zdvihů, skrze ovládací potrubí (L1) od řídicího rozvaděče do řízeného rozvaděče musí být dodáván zdvojený objem maziva. Pro rozdělovače

ZP-A je toto zajišťováno sloučením dvou vedlejších vývodů řídicího rozvaděče. V případě ZP-B rozdělovačů se preferuje propojení dvou protilehlých vývodů (pro vyrovnání rotací pístu).
Mazací přístroj dodává mazivo hlavním rozvodným potrubím k progresivním rozdělovačům. Poté, co rozdělovač A provede jeden zdvih a rozdělovač B dva zdvihy, koncový spínač E1 na rozdělovači A způsobí přepnutí dvoucestného ventilu V1, resp. zastaví motor mazacího přístroje.

Projekčně provozní zásady paralelního progresivního CMS

Hlavní potrubí

Použití hlavních potrubí velkých průměrů umožňuje minimalizaci tlakové ztráty a dodávku maziva do velkých vzdáleností.

Ovládací potrubí

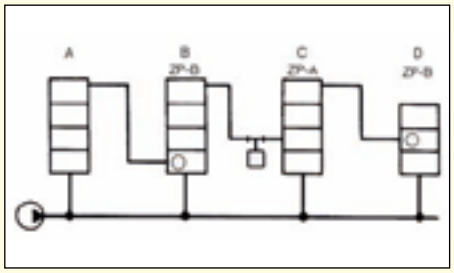
Ovládací potrubí (L1) vyžadované pro paralelní řízení má být propojeno se střední nebo vstupní sekcí řídicího rozdělovače pro zabránění tlakových ztrát, např. mezi vstupními a koncovými sekcemi.

Monitorování

Zatímco při progresivních rozdělovačích zapojených v sérii musí být pro dosažení 100% kontroly proti „prasknutí" každý podřízený rozdělovač monitorován, při použití paralelního uspořádání progresivních rozdělovačů se vzájemným řízením stačí monitorovat jediný rozdělovač. Když dojde k „prasknutí" potrubí na vstupní straně, všechny rozdělovače v systému přeruší chod.
Signál pro provoz mazacího přístroje (dvoucestného ventilu) je vedený do řídicího systému. Doba kontroly se nastavuje mírně delší než interval mezi mazacími cykly.

Indikátory tlaku

ZP-B rozdělovače mají začleněný indikátor vysokého tlaku preferenčně v sekci, jehož výstup řídí další rozdělovač (pro zjednodušení detekce ucpání). Pokud se např. rozdělovač B (obr. 6) zablokuje, indikátor vyšle signál ke zdroji maziva (dvoucestnému ventilu) a odpojí tlak maziva od systému. V případě rozdělovačů ZP-A je indikátor přetlaku namontován hned za výstupem řízení v ovládacím potrubí s řídicím rozdělovačem, pro jehož indikaci je zabudován.



Obr. 6 Uspořádání indikátorů tlaku nebo tlakových spínačů v paralelním systému

Namísto indikátoru přetlaku se může montovat tlakový spínač, který zajistí v případě blokace vizuální indikaci např. prostřednictvím vizuálního alarmu.

Změny v počtech mazacích míst

Na rozdíl od systémů s progresivními rozdělovači zapojenými do série je poměrně snadné zvýšit počet mazacích bodů nebo zaslepených vývodů v paralelním uspořádání se vzájemným řízením. Musí však být zajištěno, že každý rozdělovač zahrnuje nejméně tři, a ne více než šest sekcí při provozu s plastickými mazivy, a ne více než deset sekcí při provozu s olejem. Musí se také brát v úvahu, že výstupy, skrze které se sekce vyprazdňuje, nejsou na vlastní sekci, ale na sekci přilehlé.

Závěr

Technické a provozní přednosti:

- možnost vysokého počtu MM,
- možnost 100% kontroly dodávky maziva do všech MM,
- možnost dosažení prakticky neomezených poměrů dodávaných množství maziva do jednotlivých MM,
- nezávislost dodávaného množství maziva na různých protitlacích v jednotlivých MM,
- vysoká úroveň pracovního tlaku,
- snadná automatizovatelnost provozu, ovládání a kontroly,
- zdroj tlakového maziva bez požadavku na speciální funkci,
- velká variabilnost použití,
- vysoká spolehlivost provozu a odolnost proti mechanickému poškození i ostatním negativním vlivům pracovního prostředí,
- minimální požadavky na údržbu, pouze doplňování zásobníků mazacích přístrojů.

Tyto vlastnosti progresivních CMS jsou důvodem pro jejich úspěšné používání v celém rozsahu strojírenství. ■

Pavel Špondr, Antonín Dvořák,
ŠPONDR CMS, Brno

ŠPONDR® CMS spol s r. o.

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

BIJUR DELIMON INTERNATIONAL
VÝHRADNÍ ZASTOUPENÍ PRO ČR A SR

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

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

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

NABÍZÍME:

Kompletní dodávky

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

Kompletní služby

Mimo vlastních dodávek nabízíme kompletní řetězec předprodejních a poprodejních služeb:

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

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