

# Tribológia a tribotechnika pomáha nášmu národnému hospodárstvu



**Tribológia patrí medzi multidisciplinárne vedy, ktorá využíva a zovšeobecňuje poznatky mechaniky, fyziky, matematiky, chémie, biológie a ďalších vedných odborov. Tribológia rieši problémy trenia, opotrebovania a mazania povrchov trúcich sa dvojíc pri ich vzájomnom relatívnom pohybe. Toľko hovorí jednoducho a jednoznačne teória; prax je však oveľa zložitejšia. Preto sa v tomto článku chceme venovať Tribológii a jej praktickému využitiu - Tribotechnike v priemyselnej a prevádzkovej praxi.**

**TEXT/FOTO Pavol KLUCHO, Slovenská spoločnosť pre tribológiu a tribotechniku**

Pojem tribológia nie je taký starý ako je praktické využívanie tribológie v praxi počas niekoľkých tisícročí, napr. na celom svete sa publikujú obrázky zo starého Egypta, keď sa pri stavbe pyramíd používali prírodné mazivá na mazanie dopravných prostriedov a ešte skôr sa našli v Mezopotámii nákrsky a predmety, kde je znázornené koleso, ktoré má drevené, kostové, kamenné ložiská.

Názov tribológia má pôvod v gréckom slove, kde tribos- znamená trenie a logos- znamená veda, náuka. Profesor Peter H.Jost, prezident ITC (International Tribology Council, UK - Medzinárodný tribologický výbor, Anglicko), zaviedol tento názov v roku 1966 a odvtedy sa rozšírilo jeho používanie po celom svete, prirodzene aj u nás. Slovenská spoločnosť pre tribológiu a tribotechniku (SSTT) je asociatívnym členom ITC.

V súčasnosti sa predmet Tribológia prednáša na vysokých školách technického zamerania na celom svete a prirodzene aj u nás, ako sú: Slovenská technická univerzita (Strojnícka fakulta, Bratislava, Materiálovo-technologická fakulta so sídlom v Trnave), Žilinská univerzita v

Žiline, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Technická univerzita Košice a v ďalších VŠ na Slovensku. Na základe uvedeného možno konštatovať, že naše VŠ opúšťajú každoročne niekoľkí absolventi, ktorí absolvovali predmet Tribológia v prvých dvoch ročníkoch štúdia a niektorí absolventi sa tribológii venovali hlbšie v doktorandskom štúdiu alebo postgraduálnemu štúdiu doma alebo v zahraničí.

SSTT si dala za cieľ vzdelávať formou dlhodobých kurzov (s názvom TRIBOTECHNIK) stredné technické kádre, pracovníkov z praxe so stredoškolským, ale aj s vysokoškolským vzdelaním, ktorí majú na starosti technické a výrobné zariadenia v podnikoch, predajcov mazív, palív a technologických kvapalín, pracovníkov v strojárnskych podnikoch rôzneho zamerania, elektrárňach, stavebníctve, poľnohospodárstve, potravinárskom priemysle, doprave atď. Od 80-tych rokov minulého storočia absolvovalo tieto dlhodobé kurzy (80 vyučovacích hodín, plus konzultácie, exkurzie do analytických a tribologických laboratórií, výroby mazív v Slovnaft, a.s.) viac ako 600 absolventov nielen zo Slovenska, ale i z ČR. Každý účastník dlhodobého kurzu TRIBOTECHNIK vypracoval záverečnú prácu, na úrovni malej diplomovej práce, a po jej obhajobe obdržal osvedčenie o úspešnom absolvovaní tohto kurzu, ktoré ho oprávňovalo vykonávať funkciu tribotechnika vo svojom podniku alebo v inom technickom zamestnaní. V minulosti, koncom 80-tych rokov minulého storočia sa nám podarilo v spolupráci so Strojníckou a Chemickotechnologickou fakultou SVŠT zorganizovať aj postgraduálne štúdium vo vednom odbore Tribológia a tribotechnika. Štúdium ukončilo 46 absolventov, ktorí potom zastávali vo svojich podnikoch funkcie Tribotechnik, alebo pracovali na dôležitých technických a technologických oddeleniach vo svojich podnikoch, atď. Mnohí z nich sú členmi našej SSTT a úzko s nami spolupracujú pri výchove a vzdelávaní budúcich tribológov a tribotech-

nikov. V súčasnosti poriada SSTT kurzy TRIBOTECHNIK I. a II. v oblasti tribotechniky a analýzy mazív podľa ISO 18436-4:2008; každý kurz v trvaní 3 dní (24 hod). Na týchto kurzoch prednášajú renomovaní odborníci – tribológovia. Absolventi týchto kurzov spĺňajú požiadavky pre vykonanie akreditačnej certifikačnej skúšky na Certifikačnom orgáne personálu (COP TD) a môžu získať tak medzinárodne platný certifikát podľa ISO 17024 v klasifikačnom stupni I.(TRIBOTECHNIK I.), resp. klasifikačný stupeň II.(TRIBOTECHNIK II).

Ako vyplýva z uvedeného, máme v praxi veľký počet vzdelaných tribológov, ktorí si svoje vedomosti stále dopĺňajú na seminároch, konferenciách, sympóziach, ktoré organizuje naša SSTT, nielen pre svojich členov, ale aj pre záujemcov zo všetkých odborov národného hospodárstva, priemyslu, výskumných ústavov, vysokých a stredných škôl technického zamerania, atď.

## **HLAVNÉ ZAMERANIE TRIBOLÓGIE A TRIBOTECHNIKY**

Úlohou tribológie a tribotechniky je znižovanie resp. odstránenie trenia a opotrebovania trúcich sa častí v exponovaných uzloch kontaktu. Riešenie uvedeného problému nie je také jednoduché a závisí od viacerých faktorov, ako je optimálna konštrukcia a voľba materiálu strojného zariadenia, motorového agregátu, turbíny, extrémne prevádzkové podmienky, teplota, tlak, korozívne prostredie, prítomnosť vody, atď. Keďže týchto faktorov je veľmi veľa, zameriame sa najmä na mazivá a mazanie, ktoré za určitých podmienok a optimálnych funkčných vlastností maziva, môžu v podstatnej miere znížiť trenie a opotrebovanie v trecích uzloch. Mazivo a všeobecne mazacie prostriedky sú konštrukčným prvkom, s ktorým sa pri konštrukcii strojného zariadenia musí kalkulovať a musí hrať rovnako dôležitú úlohu ako je konštrukčný materiál na zhotovenie zariadenia.

## **DRUHY A FUNKČNE VLASTNOSTI MAZÍV**

Mazivá rozdeľujeme do troch skupín, a to na kvapalné, tuhé a plynné. Z hľadiska bežnej praxe sa používajú najmä kvapalné a tuhé mazivá. Ku kvapalným mazivám patria rôzne typy ole-

jov, ako sú: motorové, prevodové, hydraulické, turbínové, ložiskové, kompresorové oleje, atď. Samostatnú skupinu tvoria chladiaco-mazacie kvapaliny, používané na obrábanie kovov (emulzné kvapaliny, rezné oleje, lisovacie, honovacie a brúsne kvapaliny, atď.). Táto skupina je tak rozsiahla, že by si vyžadovala uverejnenie v samostatnom článku, preto sa tejto problematike teraz nebudeme venovať. Do tuhých mazív sú zaradené: plastické mazivá (nazývane aj tuky, vazelíny), mazacie pasty, klzné laky, atď. K tuhým mazivám patria tiež: grafit, molybdendisulfid, wolfrámdisulfid, práškový teflón, rôzne kovové prášky (Cu, Al, Sn, Zn) vo vhodnom nosiči.

## **ZÁKLADOVÉ OLEJE**

Na výrobu horeuvedených mazív sa používajú základové oleje, ktoré môžu byť ropné, syntetické, polosyntetické, rastlinné, živočíšne, atď. a vhodné prísady (aditívy), ktoré im zabezpečujú požadované funkčné vlastnosti. Aké vlastnosti musí mať základový olej?

Základový olej musí mať:

- vysokú termicko-oxidačnú stabilitu
- vynikajúce viskozitné vlastnosti
- vysoký viskozitný index (V.I.)
- vyhovujúce nízkoteplotné vlastnosti
- požadovaný bod vzplanutia
- nízku odparivosť

## **PRÍSADY**

Druhou veľmi dôležitou zložkou pri výrobe vysokokvalitných mazív sú prísady, ktoré musia zabezpečovať požadované funkčné vlastnosti finálnych produktov, a to:

- stály mazací film, zabraňujúci oderu a opotrebovaniu trúcich sa súčiastok
- efektívny odvod tepla z trúcich sa súčastí
- stalosť voči oxidácii pri extrémnych teplotách
- efektívnu ochranu súčastí zariadenia proti korózii produktami oxidácie
- obmedzenie tvorby karbónu na pieste a v spaľovacej komore, na ventiloch a kalov v olejovej vani dispergovaním uhlíkatých produktov a detergentným – čistiacim – účinkom oleja
- požadovanú viskozitno-teplotnú charakteristiku oleja, zabezpečujúcu pohyb oleja pri nízkych teplotách (možnosť dobrého štartu) a dostatočnú viskozitu pri pracovnej teplote

- vysokú stabilitu proti mechanickej deštrukcii
- nízku odparivosť
- zabezpečenie vysokotlakových mazacích účinkov
- odstránenie penenia zhoršujúceho mazivosť oleja
- ochrana pred hrdzavením.

Na zabezpečenie uvedených požiadaviek a nárokov sa používajú tieto druhy prísad:

1. zahusťujúce prísady-zvyšujú tiež V.I.
2. depresanty-znižujú bod tuhnutia
3. antioxidanty-zabraňujú oxidácii oleja-mazi-va, tvorbe kyslých a lakových produktov
4. detergenty-zmývajú usadeniny a laky z častí motora a neutralizujú kyslé splodiny
5. disperganty-rozptyľujú a zabraňujú usadzo-vaniu sa produktom oxidácie oleja
6. protioderové a protizadieracie prísady (VT-prísady a EP extreme pressure prísady)
7. antifrikčné a mazivosť prísady-modifikátory trenia
8. protikorózne prísady
9. protihrdzné prísady
10. prísady proti peneniu

Funkčné účinky niektorých prísad sa prekrývajú. Tak napr. antioxidačné prísady znižujú množstvo látok, vytvárajúcich laky a zosilňujú tak efekt detergentných prísad, znižujú množstvo produktov oxidácie kyslého charakteru, čím znižujú koróziu. Zahusťujúce prísady znižujú 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, aby sa zvýšila ich účinnosť, resp. použilo sa menšie množstvo prísad, čo má značný ekonomický prínos.

## PLASTICKÉ MAZIVÁ

Plastické mazivá (PM) patria medzi druhé najpoužívanejšie mazivá. V priemysle sa používajú na mazanie klzných a valivých ložísk, otvorených a uzatvorených prevodov.

V automobilovom priemysle sa PM používajú na mazanie týchto častí automobilov:

- klzné časti na podvozkoch
- klzné časti na karosérii
- náboje kôl
- ložiská vodných čerpadiel
- ložiská elektromotorov.

PM sa vyrábajú na báze vysokokvalitných ropných, syntetických, polosyntetických olejov a vhodných prísad. Ďalšou zložkou PM sú spevňovadlá, ktorými sú sodné, lítne, vápenaté, hlinité mydlá organických kyselín a ich vzájomných kombinácií.

Ďalšie typy PM sú na báze komplexných spevňovadiel, ako sú organické soli prvkov Al, Ca, Ba, Li, Na.

Tretím typom sú PM na báze spevňovadiel, ako je bentonit, silikagél, polymočovina, teflón a ich prípadné kombinácie s Li spevňovadlom.

Plastické mazivá musia splňať tieto úžitkové vlastnosti:

- vyhovujúca konzistencia
- dobrá tesniaca schopnosť
- odolnosť voči vode
- oxidačná stabilita
- protikorózna odolnosť
- schopnosť odolávať vysokým zaťaženiam a tlakom
- práca pri extrémnych teplotách-nízkych a vysokých, pri vysokých a nízkych otáčkach
- mechanická stabilita
- kompatibilita s tesniacimi materiálmi, znášateľnosť s plastami
- tlmenie hluku
- stálosť pri skladovaní
- prirodzene dobré mazacie vlastnosti v daných podmienkach.

Základné charakteristiky plastických mazív

- konzistencia
- bod skvapnutia
- koloïdná a oxidačná stálosť
- EP, AW vlastnosti (Extreme pressure, Antiwear)
- korózne a ochranné vlastnosti
- odolnosť voči vode.

Oleje, prísady mazivá sa pred ich použitím viacnásobne testujú v laboratóriách a v špeciálnych

prístrojoch. Na obrázku vidíme mikroskop, ktorý sníma tuhé častice v oleji.

## PRÍNOSY TRIBOLÓGIE A TRIBOTECHNIKY PRAXI



Za pomerne krátke obdobie zavedenia pojmov tribológia a tribotechnika došlo k mnohým pokrokom a zlepšeniam v oblasti riešenia problémov trenia, opotrebovania a mazania vo všetkých oblastiach priemyslu, stavebníctva, poľnohospodárstva, ropného a petrochemického priemyslu atď.

V oblasti automobilových olejov motorových a prevodových došlo k výrazným pokrokom a poznatkom, ktoré pomohli zaviesť výrobu nových typov olejov, a to multigrádových olejov, ktoré možno používať celoročne a nielen sezónne.

Predovšetkým sa vyvinuli a začali vyrábať vysokokvalitné základové oleje a nové typy prísad, ktoré umožnili vyrábať tieto multigrádové - celoročné motorové oleje. Ku kvalitným ropným základovým olejom pribudli aj syntetické oleje na báze polyalfaolefínov (PAO), esterové oleje a ďalšie typy syntetických olejov. Na ich báze sa vyrábajú polosyntetické a plnosyntetické motorové oleje rôznych viskozitných tried SAE 0WX - XW60. Do značnej miery sa predĺžili výmenné intervaly súčasných moderných motorových olejov až na 50 000 km a v budúcnosti sa počíta s ešte dlhšími výmennými intervalmi. Podobne je to aj pri prevodových olejoch, ktoré sa používajú v automobiloch a v priemysle. Podľa

špecifikácie API sa dnes vyrábajú a používajú vysokovýkonnostné prevodové oleje GL-3, GL-4 a GL-5 o rôznych triedach viskozity podľa SAE od 70 W do 250 W, vrátane ich kombinácií za vzniku celoročných multigrádových prevodových olejov.

V súčasnosti sa vyrábajú aj vysokovýkonnostné prevodové oleje do automatických prevodoviek s vysokými parametrami typu DEXRON III až DEXRON VI.

Podstatne sa zlepšili aj oleje pre 2-taktné a 4-taktné motocyklové motory a dosahujú kvalitatívne parametre špecifikácie JASO.

V oblasti plastických mazív sa vyrábajú moderné komplexné PM, špeciálne mazivá pre vysoké teploty dosahujúce 260 ° C a vysoké zaťaženia a tlaky, ktoré spĺňajú náročné požiadavky užívateľov.

Pre špeciálne použitie sa vyvinuli a vyrábajú klzné laky, ktoré obsahujú niektoré kovové prášky v olejovom nosiči, ktorý sa pri vysokých teplotách v mieste použitia odparí a zvyšky kovu vytvoria klzný lak s nižším koeficientom trenia, ako majú trecie uzly.

Ďalšie úspechy sa dosiahli tiež v nanotribológii a biotribológii. V súčasnosti sa už implantujú pacientom nové, modernejšie a trvanlivejšie umelé bedrové a kolenné kĺby (endoprotézy). Sú zhotovené z nových materiálov, s dobrými tribologickými vlastnosťami. Aj to je ďalší prínos tribológie pre praktické využitie v humánnej medicíne. Tribológii a tribotechnike vďačíme za mnohé praktické využitié poznatkov v praxi, najmä v automobilovom, leteckom, strojárskom, chemickom a petrochemickom priemysle, stavebníctve, atď.

Ak sa správne a dôsledne využívajú poznatky z tribológie a tribotechniky, prináša to veľké zisky pre národné hospodárstvo, ušetrí sa podľa zahraničných údajov ročne 3 až 5 % HDP.