

Ing. Jiří K u ž e l, VÚHU
Božena Ž ě á n s k á, VÚHU

Jakost a životnost olejů ve velkých strojních mechanismech

Určování a posuzování kvality maziv ve velkých náplních převodovek a hydraulických mechanismů provádí laboratoř maziv VÚHU Most, útvar TZ-ÚJ od roku 1974, kdy se uskutečnila delimitace rozboru trafoolejů do KSK a kapacita laboratoře se uvolnila pro tuto činnost.

Pro určování kvality oleje byl zaveden soubor metod podle ČSN a postupů olejářských laboratoří k.p. Benzina. Hodnocení kvality se provádí podle mezních hodnot použitých olejů, sdělených tehdejším vývojovým střediskem paliv a maziv k.p. Benzina.

Podnětem této činnosti je nutnost zavádění organizované tribotechniky v SHR a v jejím rámci též řízené exploatace olejových náplní. Na lomových koncernových podnicích SHR je cca 500 náplní větších než 150 l, které obsahují cca 500 Mg oleje. Laboratorní sledování kvality těchto náplní je ekonomické, jednak zamezí provozu dobývacích mechanismů s nevyhovující náplní, jednak umožní tyto náplně využívat až do hraničních hodnot kvality a tím prodlouží jejich životnost a přinese úsporu maziv. V současné praxi v revíru se projevují oba extrémy, jak pozdní výměna náplně, tak i předčasná výměna, založená pouze na časové lhůtě. V tomto případě je reálný předpoklad na nejméně dvojnásobné prodloužení životnosti olejových náplní a tím dosažení významných úspor materiálových i finančních. Roční spotřeba olejů v SHR (cca 3056 Mg) je vysoká a s nasazováním dalších dobývacích mechanismů, zejména pásové dopravy, bude stále vzrůstat, což se může v budoucnu ocitnout v rozporu s možností jejich dodávky. Snížením spotřeby se rovněž zmenší problémy spojené s likvidací opotřebovaných maziv a ochranou životního prostředí. Organiza-

ce, ve kterých je zavedena organizovaná tribotechnika dosahují značných úspor na mazivech i ložiskách. V hutních podnicích ostravské oblasti (VŽKG, NHKG, TZ VŘSR) je i dnes, mnoho let po jejím zavedení meziroční úspora ložisek a maziv 5 - 10 %. Každý z těchto podniků je rozsahem strojního zařízení i spotřeby maziv srovnatelný s SHR. Dobré zkušenosti v organizaci mazání se mezi hutními podniky rychle rozšiřují.

Obnova kvality olejových náplní

Jednou z významných cest pro snížení spotřeby maziv je jejich čištění. Ze sledování kvality olejových náplní v SHR vyplynulo, že oleje se v provozu znehodnocují téměř výhradně jen vniknutím cizích látek; vody, mechanických nečistot jílového a uhelného charakteru a kovového otěru. Náplně znehodnocené tzv. přirozeným stárnutím, (tvorbou pryskyřičných látek vlivem oxidace vzdušným kyslíkem) jsou v podmínkách revíru výjimkou. Oleje je třeba obvykle vyměnit daleko dříve v důsledku znečištění.

Odstranění cizích látek není technicky příliš náročné. Ohřátím oleje na cca 80 °C v usazovací nádrži se oddělí voda a urychlí sedimentace hrubších mechanických nečistot. Zbylé nečistoty se odstraní filtrací např. kalolisem, textilním či papírovým filtrem nebo pomocí odstředivky. Pro účely jednotlivých koncernových podniků by postačily "doma vyrobené" čistící stanice provozované v ČKD Praha, závod Kompresory nebo donedávna ve VTŽ Chomutov.

Oleje znehodnocené přirozeným stárnutím je možno regenerovat jen v zařízení rafinerie olejů, jejíž provozování není v podmínkách revíru reálné. Významným úspěchem tribotechniky v podmínkách exploatace olejů v SHR by však bylo i využívání maziv do hranice stárnutí. Je znám případ, že v hutním podniku náplně převodovek válcovací trati vydržely po celou dobu životnosti trati, deset let. Hranice použitelnosti některých jakostních ukazatelů byly sice poněkud překro-

čeny, ale v provozu trati se neprojeví žádné potíže.

Dobu stárnutí olejů v provozních podmínkách těžebních mechanismů zatím nelze určit, v nalezených případech přirozeně zestárlých olejů v revíru se nezjistila doba jejich exploatace. Lze jen odhadnout, že ke stárnutí olejů nedojde dříve než za 4 až 5 let.

Mrazuvzdornost převodových olejů

V souvislosti s životností olejů se sleduje též zachování mrazuvzdornosti náplní, vyjádřené jako bod tuhnutí a viskozita při teplotě -18°C . Třeba podotknout, že měření bodu tuhnutí náplně prováděné ve VÚHU neodpovídá zcela normované zkoušce bodu tuhnutí oleje. Vlivem normou předepsaného ohřátí oleje před zkouškou (odstraní se voda a sedimentují nečistoty) získají se podle ČSN 656072 podstatně nižší hodnoty bodu tuhnutí, které však neodpovídají skutečným provozním podmínkám náplní.

Mrazuvzdornosti oleje se dosahuje jednak odparafinováním při -13°C , jednak přidávkou aditiv, tzv. depresantů. Měření vzorků náplní prokázalo, že u převodových olejů se bod tuhnutí v provozu zvyšuje, patrně vlivem vlhkosti, nečistot i rozkladu depresantu. Nejvyšší naměřené hodnoty byly -10°C . V tomto případě u neoheřívání náplní je nebezpečí, že za mrazu se převodovky budou rozbíhat bez mazání, které se obnoví až po zahřátí zařízení. Opotřebení i poruchovost převodových skříní se ovšem značně zvýší.

Mezi používanými převodovými oleji se projeví určité rozdíly. Měření 391 náplní v letech 1976-80 vykazovalo u oleje PP 80 průměrnou hodnotu bodu tuhnutí $-29,6^{\circ}\text{C}$, u oleje PP 7 pak $-19,0^{\circ}\text{C}$. První olej je tedy pro zimní podmínky revíru vhodnější. Jeho obecnému používání brání však skutečnost, že k.p. Benzina hodlá naopak výrobu a tím i dodávky oleje PP 80 podstatně omezit a doporučuje používat olej PP 7. Problém zvyšování bodu tuhnutí náplní během provozu má být odstraněn

přípravou nového druhu oleje PP 7A, ve kterém je použit jako snižovač bodu tuhnutí (depresant) přípravek "Paraflow", stejný jako v oleji PP 80.

První šarže tohoto oleje je od počátku roku ve zkušebním provozu v jedné převodovce poháněcí stanice DPD č. 4 na Velkolomu čs. armády. Z náplně jsou měsíčně odebírány vzorky a její kvalitu zjišťuje výrobce (závod Paramo), Výzkumný ústav paliv a maziv v Praze a VÚHU. Závěr o vhodnosti nového druhu oleje bude možno učinit až po delší době zkušebního provozu.

Tribodiagnostika

Tato bezdemontážní diagnostická metoda pro určení stavu mechanického zařízení vychází z předpokladu, že olej po určité době provozu v jakémkoliv stroji odráží jeho technický stav a podmínky provozu. Je tedy v zásadě možno rozbořením oleje získat informace o samotném mechanickém zařízení či vhodnosti způsobu exploatace.

Myšlenka sama není nová, již dlouho se např. ze sníženého bodu vzplanutí a snížené viskozity motorových olejů usuzuje na špatný mechanický stav motoru. Ale např. u převodovek žádná z běžně prováděných zkoušek oleje neindikuje jejich mechanický stav. Teprve možnost poměrně jednoduchým způsobem stanovit obsahy různých kovů v oleji, podmíněná rozvojem analytiky a přístrojové techniky, se stala hlavním faktorem rozvoje tribodiagnostiky.

Mazané části strojního zařízení se opotřebovávají třením, v oleji zůstávají rozptýleny nepatrné částice kovů v koloidním stavu nebo snad i chemicky vázány. Koncentrace těchto dispergovaných kovů během záběhu mechanických skupin stoupá rychleji, po záběhu se nárůst zvolňuje a zůstává po dobu životnosti mechanismu vcelku stálý, ke konci životnosti se pak opět prudce zvyšuje. Samotný absolutní obsah kovů

v oleji není významný, pro diagnostiku je rozhodující výše jejich přírůstku při exploataci zařízení.

Absolutní koncentrace kovů v opotřeбенém oleji se pohybují obvykle v oblasti 0 - 200 mg/l, u havarovaných zařízení i více.

Metoda použití na stanovení těchto relativně nízkých koncentrací musí tedy být velmi citlivá, jednoduchá a levná, aby celkový ekonomický efekt byl příznivý. Tyto podmínky splňují zejména spektrální metody, emisní spektrometrie a atomová absorpční spektrometrie.

Prvá z nich se provádí na tzv. kvantometrech, rozměrných a složitých přístrojích vybavených počítačovou technikou se značnou pořizovací cenou. Záření kovů, vybuzené elektrickým výbojem se rozkládá na spektrální čáry, jejich intenzita se měří fotonásobiči, koriguje se a vyjadřuje v koncentračních jednotkách. Výhodou těchto analytických strojů je současné měření všech stanovených kovů a tím krátká doba analýzy. Při sériové práci zařízení pak také nízká cena rozboru. Nevýhodou je vysoká pořizovací cena a značné nároky na umístění a obsluhu. Vysoká automatizace poskytuje výsledky zpravidla počítačem vytištěné či monitorované z obrazovky. Přístroje tohoto typu bývají u nás instalovány v oceárnách.

Druhá metoda (atomová absorpční spektrometrie) je založena na principu, že atomy prvku pohlcují záření, které by při excitaci samy vydávaly. Zředěný roztok oleje je rozprašován do plamene, kterým prochází monochromatické záření výbojky, charakteristické pro stanovovaný prvek. Zjišťuje se úbytek záření výbojky, pohlceného atomy určovaného prvku. Metoda se kalibruje pomocí roztoků o známé koncentraci. Nevýhodou je postupné stanovení jednotlivých prvků, tím vyšší pracnost a nákladnost analýzy. Výhodou, a to podstatnou, je poměrně nízká pořizovací cena zařízení a malé nároky na jeho umístění. Je možno říci, že právě rozvoj této přístrojové

techniky podnítil rozvoj tribodiagnostiky, i když v současné době za širokého rozšíření této metody jsou ekonomicky výhodnější spíše kvantometry.

Reprodukovatelností výsledků se obě metody příliš neliší. Jako všechny spektrální metody závisí na celé řadě neovlivnitelných faktorů, což působí na absolutní správnost výsledků. Doporučuje se proto měření provádět stále na jednom přístroji za použití stejných standardů koncentrace, tím je zaručeno, že nárůst koncentrace kovu během exploatace zařízení je určen spolehlivě.

Hlavní význam tribodiagnostiky je v možnosti přizpůsobit údržbu zařízení jeho okamžitému stavu a tak zabezpečit jeho bezporuchový provoz. Podmínkou diagnostiky kteréhokoliv strojního zařízení je jednak diagnostický program, určující frekvenci odběru vzorků a zjišťované kovy, jednak limitní hodnoty normálního opotřebení, vypracované na základě dlouhodobého sledování obsahu oděrových kovů, přímého zjišťování mechanického stavu a provozních zkušeností u daného strojního zařízení. Limitní hodnota normálního opotřebení je v podstatě normální křivka nárůstu oděrového kovu v oleji, odrážející průměrný průběh opotřebení daného zařízení. Odchytky od limitní hodnoty směrem nahoru se specifikují jako poruchy a určuje se způsob nápravy.

Nejvíce je rozšířena diagnostika zážehových a vznětových motorů. Poněvadž jednotlivé mechanické skupiny motorů se zhotovují z rozdílných materiálů, je často možno určit přímo opotřebovanou součást. Zadírání motoru je možno zjistit dříve, než dojde k poruše a často lze určit i příčinu. Sleduje se především obsah železa, mědi, olova, hliníku, chromu a též křemíku, jako indikátoru prachového znečištění.

V zahraničí se tribodiagnostika uplatňuje i u plynových turbin, kompresorů, převodovek, hydraulických systémů. Vznikly i firmy, zabývající se výhradně organizací a prováděním diagnostických programů a posudků. Některé olejářské společnosti nabízejí zákazníkům i bezplatnou diagnostickou službu.

(V literatuře je uveden příklad, kdy nejmenovaná společnost provádí bezplatně tribodiagnostiku pro všechny motory antracitového dolu. Jedinou povinností dolu je odebírat podle instrukcí vzorky olejů při výměnách a odesílat k analýze. Školení údržbářů ve správném odběru vzorků provedla rovněž společnost.)

V ČSSR byly publikovány zatím jen zkušenosti s diagnostikou motorů a obráběcích strojů. V řadě podniků se však již k zavádění tribodiagnostiky přistoupilo.

Stanovení některých oděrových prvků (Fe, Cu, Pb) se zavedlo v laboratoři maziv VÚHU TZ-ÚJ na atomovém absorpčním spektrofotometru Zeiss AAS 1. Potřebné organokovové standardy se připravily podle ZN ČKD Praha na bázi kovových kaprinátů. Od poloviny roku 1979 se pravidelně zjišťuje obsah uvedených oděrových kovů ve vzorcích náplní dobývacích mechanismů, u kterých se posuzuje jejich další použitelnost. Cílem je získat podklady a zkušenosti pro stanovení diagnostických programů a limitních hodnot opotřebení u velkých převodovek a hydraulických systémů.

Z výsledků sledování obsahu oděrových kovů vyplývá, že obsah Fe a Cu je nejvyšší v kolesových převodovkách dobývacích strojů, zejména KU 800. Po pololetním až ročním provozu náplně obsahuje obsah Fe běžně 3000 mg/kg oleje, při obsahu náplně 1000 l to představuje úbytek cca 3 kg materiálu ozubených kol. Ve skutečnosti bude však úbytek podstatně vyšší, poněvadž železo je přítomno ve větších, usazujících se vložkách, ze kterých se v plameni spektrofotometru stanoví jen povrchová část.

Absolutně nejvyšší obsah železa byl nalezen v náplni převodovky kola rypadla K 1000 v množství 8500 mg/kg oleje. Dobu provozu náplně se však nepodařilo zjistit. Obsah Cu byl rovněž nejvyšší - 409 mg/kg oleje.

Ostatní převodovky velkstrojů a pásové dopravy jsou namáhány méně, obsah kovů se pohybuje u Fe v mezích 0 - 600 mg/kg u Cu v mezích 0 - 30 mg/kg oleje.

Aplikace diagnostických metod v podmínkách SHR se jeví jako velmi výhodná. Provozuje se řada velkých a složitých mechanismů a hydraulických systémů s náročnou údržbou. Prostoje při haváriích i preventivních opravách znamenají vždy velkou ztrátu těženého materiálu. Průběžná znalost mechanického stavu by umožnila operativní plánování oprav a praktické vyloučení nečekaných havárií a opotřebení, a tím i lepší využití strojního zařízení.

Literatura

Ropa a uhlie - ročník 1978-79

Coal age - ročník 1979

Benzina k.p. Praha - Průzkum životnosti olejových náplní velkých převodovek v hutním průmyslu.
(Zpráva čis. 74-40 z roku 1974)

J. Kužel - Sledování změn jakosti velkých olejových náplní.
(Výzkumná zpráva čis. 20/1 - 04 z roku 1979).

Recenzoval: Ing. Tomáš Kratochvíl

S h r n u t í

Jakost a životnost olejů ve velkých strojních mechanismech

Článek pojednává o problematice tribotechniky v SHR, na jejímž řešení se podílí VÚHU. Jedná se především o životnost olejů ve velkých náplních a hodnocení jejich další použitelnosti, o zjišťování mrazuvzdornosti olejů v provozu a o tribodiagnostice převodových skříní a hydraulických systémů.