

Vlastnosti motorových olejů

Díl desátý – Otěrové kovy

V našem seriálu se postupně věnujeme základním vlastnostem motorových olejů, tak jak byste je měli znát vy – praktici v autodílnách. Tentokrát se autor celého seriálu ing. Jaroslav Černý, CSc., věnuje rizikům, jež přináší výskyt otěrových kovů v motorovém oleji.

U velkých dopravců se lze často setkat s praxí, že olejové náplně ve velkoobjemových motorech jsou pravidelně analyzovány a pozornost je zaměřena především na obsah kovů v oleji. U mnoha dalších provozovatelů velkých automobilů jsou podobné analýzy prováděny pouze v případě podezření na nenormální provoz a počátky možné závady motoru. Podívejme se v krátkosti, jak se kov dostane do oleje a co to znamená pro další provoz.

PŘÍČINY A ZDROJE OBSAHU KOVŮ V OLEJI

Nejprve se podívejme ve stručnosti, jak se určitý kov dostane do motorového nebo převodového oleje. Začneme úplně samozřejmým faktem, že motor a tedy i všechny třecí povrchy jsou vyrobeny z určitých kovových materiálů. Většinou jde o železo zušlechtné přidávkem jiných kovů, o hliníkové či měděné součástky, nebo je určitý díl motoru potažen povrchovou vrstvičkou jiného kovu, např. s cílem zvýšit tvrdost povrchu, zlepšit kluzné vlastnosti, zlepšit protikorozní ochranu apod. Díky těmto případům se kromě železa samotného musíme zajímat i o další kovy, např. hliník, měď, chrom, olovo, cín, nikl, stříbro apod.

Třecí povrchy kovů, ani ty pečlivě vysoustružené, nejsou nikdy naprosto hladké. Každý povrch má určitou morfologii, strukturu, kterou je možné znázornit jako zubatou čáru, podobně jako na obr. 1. V normálním stavu jsou v motoru dva třecí povrchy odděleny vrstvičkou oleje. Viskóznější oleje vytvářejí při stejné teplotě silnější vrstvičku mazacího filmu než méně viskózní oleje. Povrchy tak nepřicházejí navzájem do kontaktu, nebo jen do minimálního díky některým větším nerovnostem na povrchu. Pokud ale na třecí plochy působí nějaká přitlačná síla, může být vrstvička oleje vytlačena a dva povrchy se do kontaktu dostanou. Dochází k tzv. meznému

Kovové plochy oddělené vrstvou oleje – normální stav, malý otěr

Kovové plochy v těsném kontaktu – mezní tření, velké přitlačné tlaky, velký otěr

Obr. 1. Mechanismus vzniku otěrových částic.

tření, kdy oba povrchy nejsou mazány vrstvou oleje, ale pouze jeho mazivostními aditivami, která na povrchu kovu ulpěla. Tato situace je také znázorněna na obr. 1. Jestliže se tako- ▶

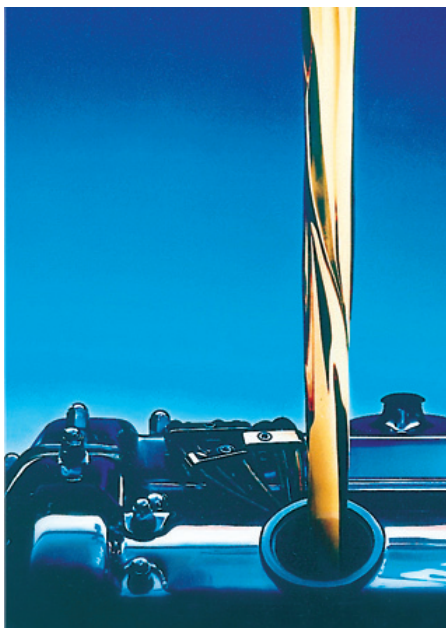
Otěrový kov	Původ – motorový díl
železo	vyskytuje se téměř vždy jako hlavní konstrukční kov, jeho koncentrace je až na výjimky vždy nejvyšší
měď	ložiska, ventilová skupina – zdvihátka, pouzdro pístního čepu, bronzové díly
chrom	chromované díly – těsnící kroužky, vložky apod.
nikl	součást konstrukční oceli ložisek, hřídelí, ventilů
hliník	písty, válečková ložiska, určité typy pouzder
olovo	valivá ložiska, u starých zážehových motorů kontaminace z benzínu
cín	ložiska, bronzové díly
stříbro	postříbřená ložiska
křemík	indikátor prachu, špatný stav vzduchového filtru

Tabulka 1. Otěrové kovy v motorovém oleji a jejich zdroje.

► vé dva povrchy navzájem pohybují, dochází k vzájemnému odírání jejich nerovností a oddělování mikroskopických částeczek konstrukčního kovu. Tyto částecčky pak přecházejí do oleje. Následně je potom možné chemicky stanovit množství určitého kovu v oleji a na základě jeho množství také odhadnout významnost tření v motoru. Tak lze předpovídat počátky závady – např. počátek zvýšeného opotřebení nebo dokonce zadírání. Touto diagnostikou lze předcházet velkým závadám a haváriím motorů mnohem dříve, než by se na závadu přišlo díky jejím dalším projevům (hluk nebo vibrace motoru, zvýšená teplota oleje apod.).

CHARAKTERISTICKÉ KOVY

Díky tomu, že konstrukční kovy různých dílů motoru jsou většinou vyrobeny ze specifických materiálů, je z množství konkrétního kovu v oleji možné také odhadnout pravděpodobné místo, kde k závadě dochází. Samozřejmě že každý motor může mít svoje specifika, vždy stejný díl motoru nemusí být vyroben z ocele stejného složení. Přesto při výrobě motorových dílů převažují určité konstrukční kovy, a na tom je založen i odhad lokalizace závady. Seznam nejčastěji analyzovaných kovů v oleji a jejich původ je uveden v tabulce 1.



V tabulce 1 je vedle běžných konstrukčních kovů uveden i křemík. Ten s konstrukčními kovy nesouvisí, ale jeho obsah je téměř vždy analyzován. Křemík je totiž hlavní součástí prachových částic. Pokud se křemík dostává do motorového oleje ve zvýšeném množství, je většinou problém se vzduchovým filtrem a je třeba filtr vyměnit. Ostatní kovy, jejichž přítomnost je možné v motorovém či převodovém oleji nalézt, pocházejí většinou z aditivace (zinek, molybden, antimon, vápník, hořčík, baryum) nebo z jiných kontaminujících zdrojů. Sodík a bor se nacházejí v nemrznoucích směsích, sodík je také častým kontaminantem motorových olejů díky zimním posypům vozovek solí.

ANALÝZA KOVŮ V OLEJI

Jak už bylo uvedeno, analýza kovů v motorových olejích se běžně provádí u určitých typů motorů. Výsledkem je pak laboratorní protokol, kde jsou uvedeny koncentrace různých kovů v oleji. Koncentrace se uvádí v jednotkách ppm. Zkratka ppm znamená „part per milion“, jedno ppm je tedy jedna miliontina celku. Je to obdoba procent, kdy jedno procento (part per cent) je jedna setina celku. Jestliže dáme tato dvě vyjádření dohromady, jedno ppm je jedna desetitisícina procenta (0,0001 %). Tolik na vysvětlenou k jednotkám koncentrace kovů.

Určitá hladina koncentrace kovů v oleji je zcela běžná a normální. I při normální a bezproblémové práci motoru dochází ke kontaktu mezi kovovými povrchy, zejména na velmi namáhaných partiích motoru (např. píst ve válci či ventilová zdvihátka). Normální otěrové částice jsou velmi malé a není jich mnoho. Při zvýšeném odírání některého dílu motoru potom dochází ke zvýšenému opotřebení a zvýšení koncentrace konkrétních kovů v oleji. Při závažnějších projevech zvýšeného tření či již přímo při zadírání pak koncentrace kovů může dosáhnout velmi vysokých hodnot – až ve stovkách ppm.

V tabulce 2 jsou uvedeny hodnoty koncentrací konstrukčních kovů v motorovém oleji z velkého vznětového a zážehového motoru. Jsou zde uvedeny tři limity: oblast normálního ►

Kov	Velké vznětové motory – opotřebení			Zážehové motory – opotřebení		
	normální	zvýšené	nebezpečné	normální	zvýšené	nebezpečné
železo	pod 50	50 – 75	nad 75	pod 120	120 – 150	nad 150
měď	pod 30	30 – 45	nad 45	pod 25	25 – 35	nad 35
chrom	pod 12	12 – 20	nad 20	0 – 17	17 – 25	nad 25
nikl	pod 25	25 – 40	nad 40	pod 25	25 – 40	nad 40
hliník	pod 25	25 – 35	nad 35	pod 35	35 – 50	nad 50
olovo	pod 25	25 – 40	nad 40	pod 25	25 – 40	nad 40
cín	pod 5	5 – 12	nad 12	pod 5	5 – 12	nad 12
křemík	pod 25	–	nad 25	pod 25	–	nad 25

Tabulka 2. Limitní koncentrace kovů v motorovém oleji (ppm).



BOSCH

Údržba a servis akumulátorů

BAT 121



Bezzátěžový tester akumulátorů

- vhodný pro všechny typy 12V akumulátorů
- rychlý a objektivní test akumulátoru do 3 s
- test dobíjecí soustavy
- dodávka včetně tiskárny
- schváleno pro posuzování záruky akumulátorů Bosch a VARTA

BAT 415



Elektronická nabíječka

- vhodná pro nabíjení všech typů 12V akumulátorů včetně gelových
- plynule regulovatelný nabíjecí proud
- možnost nabíjení hluboce vybitých akumulátorů
- podpůrný režim palubní sítě při vyjmutí akumulátoru z vozidla
- kompaktní rozměry a nízká hmotnost

BAT 250



Nezávislý startovací zdroj

- pro osobní vozidla s 12V palubní sítí
- ochrana proti přepólování
- inteligentní elektronická ochrana proti napětovým špičkám
- nabíjení možné také přes zásuvku autozapalovače 12V

CZ Robert Bosch odhytová s. r. o.
tel. +420 261 300 422
automobilova.diagnostika@cz.bosch.com
www.bosch.cz/aa

SK Robert Bosch spol. s r. o.
tel. +421 248 703 674
automobilova.diagnostika@sk.bosch.com
www.bosch.sk/aa

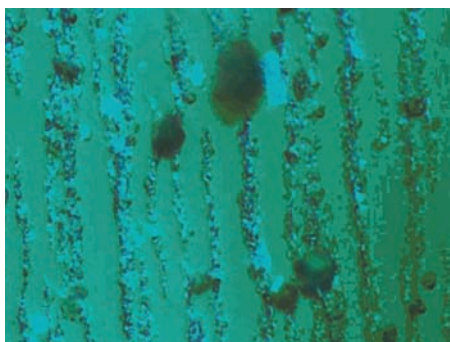
► provozu, oblast zvýšeného tření a opotřebení a oblast nebezpečného až havarijního opotřebení.

Je třeba říci, že tyto limitní hodnoty jsou specifické pro každou značku automobilu. Výrobci velkých vznětových motorů obvykle uvádějí pro všechny typy svých motorů jednotné limity koncentrací kovů. Avšak limity udávané různými výrobci mohou být odlišné. V tabulce 2 jsou uvedeny hodnoty obvyklé a lze říci, že průměrné. Při opakovaném překročení varovných limitů pro zvýšené opotřebení je už potřeba najít závadu, která toto zvýšené opotřebení způsobila. Při překročení obsahu křemíku je potřeba vyměnit vzduchový filtr.

OTĚROVÉ ČÁSTICE

Abychom naše povídání o kovech v motorových olejích trochu ozvláštnili, ukážeme si, jak otěrové částice vypadají. Protože existuje několik typů namáhání třecích dílů, existuje i několik mechanismů opotřebení, které se většinou pojmenovávají anglickými názvy a v češtině nemají svoje pojmenování (únarové opotřebení, pitting, scuffing, abrazivní opotřebení apod.). Částice vzniklé odlišným mechanismem opotřebení mají různý tvar a charakteristiku povrchu.

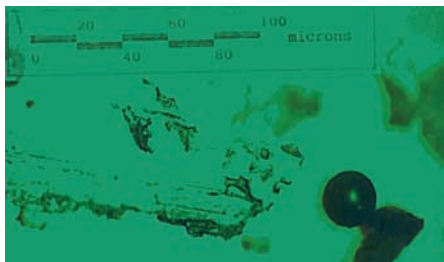
Do takových podrobností však nemůžeme zacházet. Uvedme si pouze to, že velikost částic z normálního opotřebení se pohybuje v řádu několika mikrometrů, obvykle do pěti mikrometrů. Čím jsou otěrové částice větší (většinou desítky, někdy až více než sto mikrometrů) a čím je jejich četnost vyšší, tím je opotřebení motoru větší.



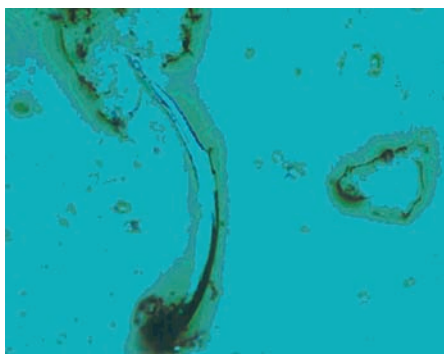
Obr. 2. Malé částice normálního opotřebení.

Analytickou technikou, kterou lze izolovat většinu otěrových částic z oleje a následně částice prohlédnout a zhodnotit pod mikroskopem, je ferrografie. Jde o metodu, kde pomocí silného magnetu se ze vzorku protékajícího oleje vyčtyají ferromagnetické částice (železo). Současně s nimi se izolují i některé další částice, např. prachové částice, oxidické částice nebo tribopolymery.

Na obr. 2 je uveden příklad velmi malých částic normálního opotřebení. Díky mag-



Obr. 3. Částice intenzivního opotřebení.



Obr. 4. Částice vznikající při zadíráni.

netickému poli jsou částice uspořádány do řetízků. Na dalším obr. 3 je vidět velká částice, která vznikla již při velmi silném tření. Částice na obr. 4 vznikla při zadíráni motoru. Tyto částice jsou velmi podobné šponám, které vznikají při řezání kovů soustružením. Jejich výskyt v oleji znamená okamžité zastavení a demontáž motoru či stroje. U motoru, který je diagnosticky sledován, k takovému stavu nesmí nikdy dojít.

Moderní mikroskopy umožňují něco více než jen sledování a hodnocení tvaru částice. Díky speciálnímu nasvícení vyhodnocované částice pomocí barevných průchodových a odrazových světél nebo použitím polarizovaného či ultrafialového světla je možné

odhadnout i materiál částice – např. železo, barevný kov, prachová částice, oxidická vrstva, částice polymeru apod.

ZÁVĚR

Závěrem je třeba říci, že podrobná analýza otěrových částic vyžaduje již opravdu zkušeného pracovníka, který vyhodnocení provádí. A tomu odpovídá i cena analýzy. U automobilových olejů proto ve většině případů vystačíme s běžným stanovením koncentrace otěrových kovů. S využitím limitních hodnot je potom možné vyhodnotit i stav nebo rychlost opotřebení motoru. Podrobné vyhodnocení otěrových částic přichází v úvahu zejména v některých průmyslových odvětvích (energetika, těžký průmysl), kde na spolehlivosti stroje (turbíny, čerpadla, hydraulického zařízení) závisí i prosperita celé společnosti. ◀◀

Ústav technologie ropy a petrochemie, VŠCHT Praha

Obrazový materiál byl převzat z Atlasu otěrových částic vydaného společností Reo Trade, s. r. o., Opava.

Otiskli jsme:

- Vydání 01/02: Základní funkce olejů
- Vydání 03: Viskozita motorových olejů
- Vydání 04: HTHS viskozita a lehkoběžné oleje
- Vydání 05: Kyselost a alkalita olejů
- Vydání 06: Detergenty a disperzanty
- Vydání 07/08: Nečistoty v oleji
- Vydání 09: Oxidační stabilita, nitrace oleje
- Vydání 10: Palivo v oleji
- Vydání 11: Voda a glykol v oleji