ISSN 1210-311X MK ČR: 5 979

TECHNICKÁ DIAGNOSTIKA

1 ROČNÍK XXVIII 2019

ASOCIACE TECHNICKÝCH DIAGNOSTIKŮ ČESKÉ REPUBLIKY, z. s.

TRIBODIAGNOSTIKA V ČESKÉ PRAXI

Provozní zkušenosti a aplikace hydraulických kapalin v provozu
Operating experience and application of hydraulic fluids in service TD4

Využití molekulové spektroskopie v tribodiagnostice paliv a maziv
The use of Molecular Spectroscopy in tribo-diagnostics of fuels and lubricants TD7

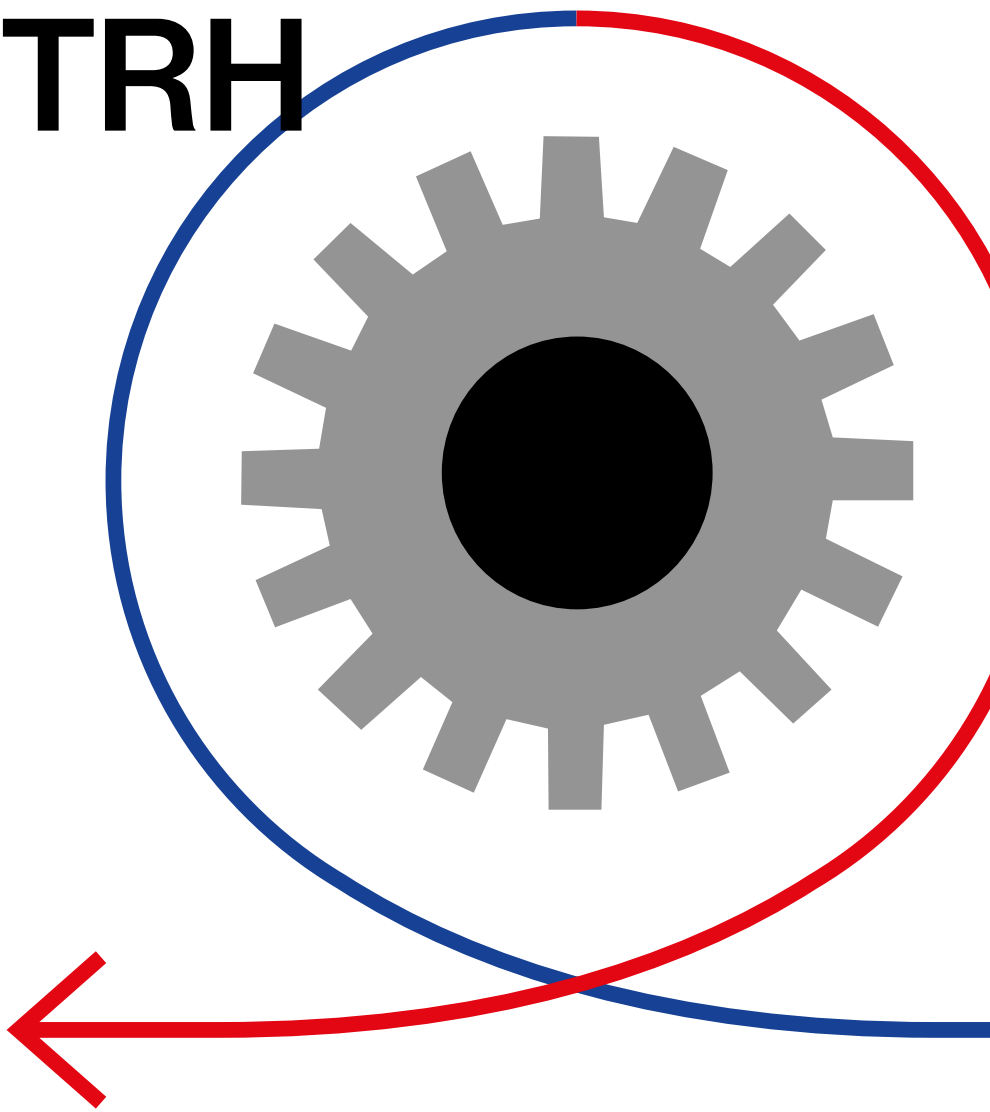
Propojení více druhů bezdemontážních diagnostických metod – příklady z praxe
Interconnection of multiple kinds of diagnostic methods without dismantling – examples from practice TD10

Kapaliny do ostřikovačů – metanol a jiná zdravotní rizika
Windscreen washer fluids - methanol and other health risks TD12

Oleje pro užitkové automobily a stroje
Oils for commercial vehicles and machines TD16

www.atdcr.cz

61. MEZINÁRODNÍ STROJÍRENSKÝ VELETRH



7.–11.10.2019
BRNO

Central European Exhibition Centre

BVV Veletrhy Brno

Vážení čtenáři,

ATD ČR, z. s., a její odborná skupina Tribodiagnostika již počtvrté předkládá několik odborných článků.

Jedná se o zajímavé poznatky z oblasti mazání a vlivu mazání na zajištění dlouhodobého bezporuchového provozu.

V současné době se řeší řada významných úkolů se zajištěním ekologického provozu jak motorových vozidel, tak strojních zařízení, kde jsou paliva a maziva rozhodujícím faktorem. Významně se podílíme na prodlužování životnosti olejů a výrobních prostředků pomocí pravidelně prováděné tribodiagnostiky.

Naše odborná skupina pravidelně informuje o současném stavu a připravovaných změnách na technických seminářích a konferencích. Přední odborníci zde předkládají nové poznatky z této oblasti. Kromě takovýchto akcí se věnujeme výchově specialistů, tj. certifikovaných tribodiagnostiků, kteří mají rozhodující vliv na úroveň tribotechniky v naší republice.

Schválené školicí pracoviště TRIFOSERVIS Čelákovice pravidelně provádí školení, na němž připravuje specialisty pro tribodiagnostiku. Školí a přednášejí zde přední odborníci, kteří seznamují účastníky se základy tribotechniky a diagnostiky maziv a paliv. Výuka probíhá podle mezinárodních norem. V závěru školení čekají účastníky základní zkoušky, které prověří, jaké znalosti posluchači získali. Ti, kteří základní znalosti prokážou, obdrží osvědčení o absolvování tohoto náročného školení. Úspěšní absolventi se mohou přihlásit ke zkouškám u certifikačního orgánu ACM DTO CZ v Ostravě, který je povinen provést přezkoušení. Po úspěšném složení zkoušky udělí certifikační orgán certifikát „Technický diagnostik – tribodiagnostik“, a to v jazyce českém a anglickém. V roce 2019 získalo certifikát 20 nových pracovníků. Dále se přihlásilo 7 zájemců o certifikaci ze Srbska. V tomto případě proběhla první část školení v Bělehradě, druhá část pak u nás v Čechách. Závěrečné zkoušení a předání certifikátu se uskuteční v Bělehradě v prostorách české ambasády.

Školicí střediska ATD ČR, o. s., jsou povinná pravidelně dále vzdělávat certifikované pracovníky, a to ve formě profesního setkávání, konání pravidelných seminářů a každoroční konference. Řada certifikovaných pracovníků přednáší na mezinárodních a českých akcích, někteří vyučují na vysokých školách. V současné době je certifikováno celkem 150 tribodiagnostiků. Školení pro nové zájemce je prováděno jednou ročně. Příští školení se bude konat v únoru a březnu 2020.

Odborná skupina pořádala v roce 2019 seminář na téma hydraulické kapaliny; akce se konala v hotelu Vigvam v Němčicích u Kolína a účastnilo se jí 80 pracovníků.

V roce 2019 bychom vás rádi pozvali na mezinárodní konferenci TRIBOTECHNIKA V PROVOZU A ÚDRŽBĚ, která se uskuteční ve dnech 5. a 6. listopadu 2019 v hotelu 9 skal Sněžné-Milovy.

Zde mimo odborné znalosti získáte řadu nových přátel. Kromě připravené odborné přednášky je zde výstava přístrojů pro diagnostiku, filtračních zařízení, nových maziv a zařízení pro mazací techniku. V rámci společenského večera proběhne tombola, jejíž výtěžek bude věnován na rehabilitaci popálených dětí.

Věříme, že uvedené články v příloze časopisu Řízení a údržba průmyslového podniku vás uvedou do problematiky mazání a pomohou vám objasnit jeho významnou úlohu při zajištění dlouhodobého a bezporuchového provozu strojů a zařízení. Zjistíte, jak důležité je získat potřebné znalosti o využívání tribotechnické diagnostiky ve vašich provozech.

Vladislav Marek, Ondřej Švec

ŠÉFREDAKTOR:	ING. DANIEL ZUTH, PH.D.	***EDITOR-IN-CHIEF:***	*ING. DANIEL ZUTH, PH.D.*
ZÁSTUPCE ŠÉFREDAKTORA:	ING. LADISLAV HRABEC, PH.D.	***ZÁSTUPCE ŠÉFREDAKTORA:***	*ING. LADISLAV HRABEC, PH.D.*
GRAFICKÁ ÚPRAVA:	JIŘÍ RATAJ	***GRAPHIC EDIT:***	*JIŘÍ RATAJ*
REDAKČNÍ RADA:	DR HAB. INŻ. WITOLD BIAŁY	***EDITORIAL BOARD:***	*DR HAB. INŻ. WITOLD BIAŁY*
	ING. MARTIN HOLEK, PH.D.		*ING. MARTIN HOLEK, PH.D.*
	PROF. ING. VÁCLAV LEGÁT, DRSC.		*PROF. ING. VÁCLAV LEGÁT, DRSC.*
	DOC. ING. VIERA PEŤKOVÁ, PHD.		*DOC. ING. VIERA PEŤKOVÁ, PHD.*
	ING. FRANTIŠEK VDOLEČEK, CSC.		*ING. FRANTIŠEK VDOLEČEK, CSC.*
VYDAVATEL:	ASOCIACE TECHNICKÝCH DIAGNOSTIKŮ ČR, Z. S. VŠB-TU OSTRAVA 17. LISTOPADU 15 / 2172 708 33 OSTRAVA - PORUBA	***PUBLISHER:***	*ASOCIACE TECHNICKÝCH DIAGNOSTIKŮ ČR, Z. S.* *VŠB-TU OSTRAVA* *17. LISTOPADU 15 / 2172* *708 33 OSTRAVA - PORUBA*
VYCHÁZÍ:	2× ROČNĚ	***VYCHÁZÍ:***	*2× ROČNĚ*
MK ČR:	5 979	***MK ČR:***	*5 979*
ISSN:	1210-311X	***ISSN:***	*1210-311X*

ETICKÝ KODEX: ČASOPIS TECHNICKÁ DIAGNOSTIKA SE PŘI SVÉM VYDÁVÁNÍ ŘÍDÍ ETICKÝM KODEXEM, KTERÝ STANOVUJE PRAVIDLA PRO PUBLIKACI PŘÍSPĚVKŮ. TO SE TÝKÁ JAK POSUZOVÁNÍ AUTORSKÝCH PŘÍSPĚVKŮ, TAK NÁSLEDNÉHO RECENZNÍHO ŘÍZENÍ. JEHO ZNĚNÍM JSOU POVINNI SE ŘÍDIT AUTOŘI, RECENZENTI I REDAKCE. CELÉ ZNĚNÍ ETICKÉHO KODEXU JE ZVEŘEJNĚNO NA WWW.ATDCR.CZ.

Provozní zkušenosti a aplikace hydraulických kapalin v provozu

PAVEL BUREŠ
PARAMO, A. S.

Anotace

Současné moderní stroje, které využívají hydrostatické či hydrodynamické mechanismy, vyžadují použití kvalitních, vysoce výkonných hydraulických kapalin. Hydraulická kapalina, resp. olej je nedílnou součástí těchto systémů a jsou na něj kladeny vysoké nároky. Jak správně vybrat nejvhodnější hydraulickou kapalinu a několik dalších postřehů z provozu je uvedeno v tomto článku.

Annotation

The modern machines that are equipped by hydrostatic or hydrodynamic mechanisms require the use of high-quality high--performance hydraulic fluids. Hydraulic fluid or oil is an integral part of these systems and consequently high requirements are demanded. How to choose the most suitable hydraulic fluid and several observations from the operation are quoted in this article.

Provozní zkušenosti a aplikace hydraulických kapalin v provozu

Hydrauliku, potažmo hydraulické systémy nalezneme ve všech oblastech průmyslu, od jednoduchých hydraulických zvedáků až po složité mechanické systémy řízení turbín, letadel apod. V současné době jsou hydraulické systémy jedním z nepostradatelných prvků používaných při konstrukci a stavbě strojů či zařízení.

Držitelem patentu na vynález hydraulického lisu se stal v roce 1795 Joseph Bramah. Hydraulický zvedák vynalezl v roce 1851 Richard Dudgeon. A právě tyto skutečnosti nám vytvořily podmínky rozvoje poměrně efektivního přenosu tlakové energie formou kapalin. Zároveň nám umožnily ovládat parametry takto přenášené energie podle přesně zadaných požadavků. Postupem času nacházely technicky vylepšené hydraulické systémy široké uplatnění v dynamicky se rozvíjejícím průmyslu.

Hydraulické kapaliny

Základní a nejlevnější hydraulickou kapalinou se v prvopočátcích stala voda. Ta, jak víme, má mnoho neduhů, a tak se zaměříme na v současné době nejpoužívanější hydraulické kapaliny, tedy na oleje.

Základní a nejrozšířenější skupinou jsou ropné hydraulické oleje, které díky optimálním fyzikálním a dalším vlastnostem jsou v současné době nejrozšířenější v provozovaných hydraulických systémech.

Hydraulické kapaliny dělíme zejména podle základového oleje (viz tab. 1) a též podle použité aditivace.

Donedávna nejrozšířenější hydraulické oleje jsou vyráběny ze základových olejů **skupiny I** (tzv. selektivní rafináty), které mají většinou viskozitní index 90–105, vyšší obsah síry a menší

Tabulka 1: Rozdělení základových olejů podle API

Skupina	Nasycené uhlov. (% hm.)	Síra (% hm.)	Viskozitní index	Typ oleje
I	pod 90	nad 0,03	80–120	selektivní rafináty
II	nad 90	pod 0,03	80–120	hydrokrakové oleje
III	nad 90	pod 0,03	nad 120	hydrokrakové oleje
IV	polyalfaolefiny – PAO			
V	ostatní syntetické oleje (estery, silikony, polyglykoly a další)			

podíl nasycených uhlovodíků. Aditivace těchto hydraulických olejů je většinou na bázi ZnDTP (dialkyldithiofosfát zinečnatý).

V současné době se však některé olejářské firmy zaměřují na výrobu vysoce kvalitních hydraulických olejů ze základových olejů **skupiny II**, někdy i ze **skupiny III** nebo jejich směsí (oleje vyrobené hydrokrakovým způsobem). Tyto oleje mají vyšší viskozitní index, nízký obsah síry a podstatně vyšší oxidační stabilitu. Jako aditiva jsou v této skupině hydraulických olejů používány směsné balíčky zušlechťujících přísad. Pro některé aplikace jsou vyžadovány hydraulické oleje s aditivací bez obsahu zinku. U hydraulických olejů, zejména v kombinaci s bezzinkovou aditivací, se značně prodlužuje jejich životnost, resp. oxidační stabilita, dle výsledků laboratorního testu ASTM D943 až k hranici 7 000 hod.

Další důležitou skupinou jsou hydraulické oleje na bázi polyalfaolefinů – PAO (**skupina IV**), kde již mluvíme o plně syntetickém hydraulickém oleji. Oleje vynikají vysokou oxidační stabilitou, vysokým viskozitním indexem, nízkým bodem tekutosti a možností provozovat hydraulický olej při vyšších provozních teplotách. Problémem však bývá horší rozpustnost oxidačních produktů a dalších produktů degradace oleje. Aditivace je většinou bez obsahu zinku.

Do poslední **skupiny V** jsou zařazeny všechny ostatní syntetické oleje, např. polyglykolové, esterové, silikonové a další. V současné době se pro hydraulické oleje skupiny V používají zejména syntetické estery (hydraulické oleje s označením „HEES"), které jsou používány v lesnictví a vodohospodářství zejména díky své vysoké biologické odbouratelnosti.

Nesmíme však zapomenout na ostatní kapaliny používané v hydraulických systémech. Zde mluvíme o nehořlavých, lépe řečeno o těžko zápalných hydraulických kapalinách. Dělí se následně:

HFAE – emulze olej ve vodě, obsah vody >80 %
HFAS – pravé roztoky oleje a vody >80 %
HFB – emulze voda v oleji
HFC – roztoky polymerů ve vodě, <80 % (voda – glykol)

HFDR – syntetické kapaliny, estery kys. fosforečné, bez vody
HFDS – syntetické kapaliny na bázi chlorovaných uhlovodíků, bez vody
HFDT – směs HFDR + HFDS, bez vody
HFDU – syntetické jiné, bez vody (organické estery)

V současné době je nejpoužívanější kapalinou tzv. **HFC kapalina** (voda – glykol), která se používá např. ve vstřikolisech hliníku. Pro náročnější aplikace s požadavky na vyšší bod vzplanutí se používají tzv. **HFD kapaliny**, které jsou vyžadovány např. v zařízeních hutních provozů apod.

Rozdělení hydraulických olejů podle ISO a DIN:

ISO 6743/4 – H

HH	rafinovaný olej	
HL	HH	+ přísady proti korozi a oxidaci
HR	HL	+ přísada zvyšující viskozitní index
HM	HL	+ protioděrová přísada
HV	HM	+ přísada zvyšující viskozitní index
HG	HM	+ zvýšená přilnavost (únosnost mazacího filmu)
HS	syntetické olej	

DIN 51 524

část 1 HL	obdoba ISO – HL
část 2 HLP	obdoba ISO – HM
část 3 HVLP	obdoba ISO – HV

Vysvětlivky: H – hydraulická kapalina, L – protikorozní a protioxidační vlastnosti, P – protioděrové vlastnosti, V – snížená závislost viskozity na teplotě, D – detergentní vlastnosti

A nyní vyvstává nejdůležitější otázka: *Jakou hydraulickou kapalinu použít?*

Ano, základní pravidlo zní – použít olej, který je doporučen výrobcem stroje, nebo olej, který se ve stroji používá doposud. V mnoha případech se však dokumentace ke stroji nenašla nebo ji vlastník stroje vůbec nedostal, ale setkáváme se i s tím, že výrobce stroje kopíruje údaje o mazivu již několik desítek let z předešlých mazacích plánů.

Bohužel při použití výše uvedených norem existuje jedno velké nebezpečí a tím je záměna či volba nevhodného hydraulické oleje. Kromě základních norem hydraulických olejů je nutné sledovat doplňující požadavky výrobců strojů (mazivost, oxidační odolnost, typ základového oleje, typ aditivace atd.).

A nyní již postřehy z praxe:

1) Hydraulické oleje typu HL dle ISO a DIN

Jedná se o hydraulické oleje složené ze základového oleje a antioxidantu s inhibitory koroze.

Mazání převodu obráběcích strojů:

U převodů obráběcích strojů se většinou používají standardní ložiskové oleje DIN 51 517-2 CL, resp. hydraulické oleje typu HL.

V mnoha případech byl doporučen hydraulický olej typu HM, resp. HLP, nebo dokonce olej multifunkční HLP/CGLP. *Maže to převody, proč nepoužít něco lepšího?*

Bohužel v některých obráběcích strojích jsou použity elektromagnetické spojky, které nemají rády aditivované oleje, a tak dochází k jejich prokluzům a k následnému spálení.

Proto je nutné použít a dodržet oleje typu CL, resp. HL.

Naopak u mazání kluzně uloženého vřetena obráběcího stroje, kde jsou vysloveně předepsány ložiskové oleje s přísadou (mazivostní přísada), se často setkáváme s tím, že se použije obyčejný ložiskový olej, který – jak známo – neobsahuje žádnou mazivostní přísadu, čímž dochází k opotřebení a následnému zadření vřetena.

2) Hydraulické oleje typu HM, resp. HLP. Který olej použít do hydraulického systému?

Zde si můžeme ukázat názorný příklad rozdělení hydraulických olejů. Každá petrochemická firma má několik druhů hydraulických olejů tohoto typu:

- *základní hydraulické oleje, aditivace ZnDTP, životnost dle testu cca 2 500 h*
  ISO VG 10, 22, 32, 46, 68, 100
  ISO 6743/4 typ **HM**; DIN 51 524/2-**HLP**
  PARAMO HM
- *prodloužená životnost, aditivace – směsná přísada, životnost dle testu cca 3 500 h*
  ISO VG 22, 32, 46, 68
  ISO 6743/4 typ **HM**; DIN 51 524/2-**HLP**
  MOGUL HM S, MOGUL H-LPD 46
- *extrémní životnost, aditivace bez obsahu zinku, životnost dle testu cca 6 500 h*
  ISO VG 32, 46, 68
  ISO 6743/4 typ **HM**; DIN 51 524/2-**HLP**
  MOGUL HM ZF, MOGUL H-LPD 46 ZF

Ve výčtu hydraulických olejů nelze opomenout ani oleje typu HLP-D, které mají užitné vlastnosti obdobné jako konvenční oleje typu HM/HLP (bez deemulgačních vlastností). Navíc disponují schopností uvolňovat, rozpouštět a udržovat ve vznosu nečistoty vznikající za provozu v hydraulickém systému. Hydraulické oleje typu HLP-D jsou schopné adsorbovat až 0,2 % vody, aniž by byla ohrožena funkce hydraulického systému. Odpovídají i hlavním požadavkům specifikace MAN N 698.

Jak tedy vybrat adekvátní hydraulický olej HM/ HLP?

- Vždy se držet doporučení výrobce stroje
- Brát na zřetel typ základového oleje
  *Zaměřit se např. na viskozitní index, oleje s VI pod 100 budou vyrobeny ze **skupiny I**, naopak oleje s VI cca 115–120 již budou vyrobeny většinou ze směsi olejů **skupiny II** a **III**.*
- Vybrat vhodnou aditivaci
  Základní rozdělení většinou uvádějí výrobci – aditivace na bázi zinku nebo bez obsahu zinku. Použití oleje s detergentní složkou HLP-D. Dále se zaměřit např. na oxidační zkoušky atd.
- Porovnávat požadované mazivostní testy
  FZG, Brugger test atd.
- Používat prověřené dodavatele
- Nenechat si nákupčím vnutit nejlevnější olej, ale používat selský rozum

Jaký olej HM, resp. HLP použít?

Příklady z praxe:

Hydraulický kovací lis, objem oleje cca 30 t

Doporučte nám olej s následující specifikací:

*ISO VG 46, ISO 6743/4 typ **HM**; DIN 51 524/2 – **HLP**, tj. běžný hydraulický olej, ale na posledním řádku byl poměrně drobným písmem dopsán požadavek na mazivost, a to Brugger test min. 30 N/mm².*

Pro tento případ byl použit olej MOGUL HM 46 ZF. Po najetí stroje a odzkoušení bylo všechno v pořádku. Po necelém roce byl olej reklamován, zadřela se totiž 2 čerpadla (axiální pístová čerpadla). Cena opravy se pohybovala ve statisících. Olej si firma nechala otestovat v nezávislé laboratoři, kde se prokázal velmi nízký obsah zinku. Prý se jednalo o málo aditivovaný olej.

Po dobu cca 10 měsíců a hlavně po poruše hadice bylo totiž do systému dolito větší množství hydraulického oleje HM 46, který nemá požadovanou mazivost.

Na dotaz, proč byl použit olej HM 46, bylo řečeno, že má úplně stejné normy, jak požadoval výrobce stroje.

Hydraulický systém zemního stroje – bagr

Doporučte nám olej do hydraulického okruhu bagru; bez dalšího upřesnění – elektronická aukce.

Při dotazu, o jaký typ stroje se jedná, bylo univerzálně sděleno, že jde o klasickou hydrauliku.

Byl navržen olej typu HVLP 46, pro zimní období pak typ HVLP 32.

Po důkladném pátrání však vyšlo najevo, že dalším požadavkem je norma CAT TO-4 a SAE 10 W.

Pozor: Oleje pro hydrostatické nebo i pro hydrodynamické okruhy strojů CAT, KOMATSU atd. velmi často požadují oleje SAE 10 W, SAE 30, SAE 50, a to ve spojení s normou CAT TO-4.

U těchto olejů je ale oproti klasickým olejům HLP/HVLP mnohem vyšší aditivace (cca 1 000 ppm zinku, cca 4 000 ppm vápníku).

3) Hydraulické oleje HLP-D

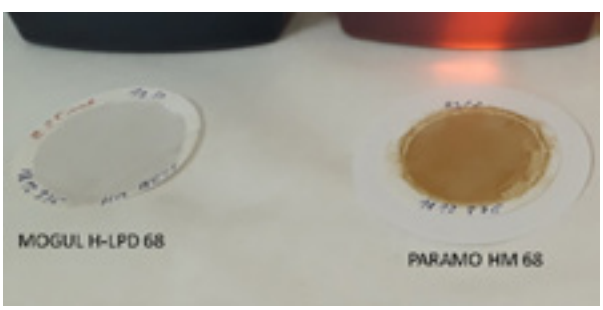
Již několik let se diskutuje o tzv. měkkých kalech v hydraulických systémech. Víme, proč se tvoří. Víme, co to je, a dokonce již existují firmy, které nabízejí odfiltrování měkkých kalů jednou provždy; tím je olej zachráněn a tyto kaly se již v oleji tvořit nebudou.

V zásadě můžeme konstatovat, že s nástupem vysoce rafinovaných základových olejů API skupin II a III se uvedené měkké kaly tvoří častěji než s oleji API skupiny I vyrobenými selektivní rafinací.

U těchto olejů byly v poměrně velké míře zastoupeny aromáty, které nám uvedené měkké kaly pěkně rozpouštěly. Naši technici a obchodníci poměrně dlouhou dobu doporučují použití olejů typu H-LPD pro hydraulické systémy, jež pracují v náročných podmínkách (třísměnný provoz, vysoká teplota, mechanické nečistoty, poměrně zvýšený obsah vody). Bohužel vše většinou končí u vyšší ceny oleje.

V současné době provádíme dlouhodobé testování a porovnání hydraulického oleje **MOGUL H-LPD 68** vs. **PARAMO HM 68** na hydraulickém lisu (třísměnný provoz, vysoká prašnost, vysoké teploty oleje). Při běžném rozboru se oba oleje chovají standardně, až na hodnotu MPC (viz tab. 2).

Co je však hodně zajímavé, je porovnávání filtru 0,45 µm, tj. hodnoty MPC po jednom roce provozu oleje typu MOGUL H-LPD 68 a oleje PARAMO HM 68, viz obrázek.



4) Hydraulické oleje HV, resp. HVLP

Tato skupina olejů je díky nižší závislosti viskozity na teplotě předurčena pro použití zejména v mobilní technice a v systémech pracujících ve venkovním prostředí nebo v místech, kde značně kolísá teplota.

Tyto oleje jsou „závislé" zejména na použití kvalitního, střihově stabilního modifikátoru viskozity.

Hydraulické lisy umístěné v hale, tj. teplota v hale min. 15 °C, prům. teplota cca 20–25 °C, třísměnný provoz, většinou zubová a pístová čerpadla. Olej byl nuceně chlazen v nádrži na 45 °C. Špičková teplota oleje dosáhla cca 80 °C; používaly se standardně oleje typu HV, resp. HVLP 46.

Tabulka 2: Výsledky laboratorních analýz pro hydraulické oleje MOGUL H-LPD 68 a PARAMO HM 68

MOGUL H-LPD 68	Kin. viskozita při 40 °C	Číslo kyselosti	Bod vzplanutí	Obsah vody	Kód čistoty ISO	MPC
1/2018	64,3	0,46	256	26	16/13	–
7/2018	62,8	0,40	260	68	18/14	<10
12/2018	61,6	0,45	254	89	18/14	<15
PARAMO HM 68	**Kin. viskozita při 40 °C**	**Číslo kyselosti**	**Bod vzplanutí**	**Obsah vody**	**Kód čistoty ISO**	**MPC**
1/2018	63,2	0,87	244	21	17/14	–
7/2018	60,3	0,60	258	152	15/12	<30
12/2018	59,8	0,55	240	138	16/13	>40

Rozbory olejů po jednom roce vykazovaly nutnost výměny oleje z důvodu snížení VI (viskozitního indexu) a kinematické viskozity (až o jednu třídu ISO VG).

Proč nepoužít kvalitní hydraulický olej HM/HLP?

V olejích byl použit zřejmě málo stabilní modifikátor viskozity, který se postupně tzv. nastříhal, čímž došlo k poklesu VI a hlavně k rapidnímu snížení kinematické viskozity.

Zde si musíme upřesnit, z jaké viskozity základového oleje se vyrábí hydraulický olej typu HV, resp. HVLP, ISO VG 46. Pro výrobu tohoto oleje se používá základový olej o viskozitě cca 32–36 mm^2/s, takže při tzv. nastříhání modifikátoru viskozity nám běžně může kinematická viskozita hydraulického oleje spadnout až o jednu třídu ISO VG.

5) Odběr vzorku oleje

Čeho se vyvarovat při odběru vzorku

- Často se setkáváme s tím, že zákazník chce urgentně provést rozbor oleje a jeden z požadovaných parametrů je i obsah vody v ppm. Vzorek přijde v PET lahvi od minerální vody Poděbradka.
- Dodaný vzorek oleje byl značně znečištěný, vykazoval viditelné mech. nečistoty. Po urgencích bylo zjištěno, že vzorek oleje byl odebrán z kalníku.
- Zanesené motory kalem. Bylo zjištěno, že olej byl vypuštěn z motoru druhý den ráno, ale autobus celou noc stál na dílně; olej před vzorkováním nebyl homogenizován.
- Vzorkovnice kvalitně popsat – na vzorkovnici bylo uvedeno pouze „Lis č. 68".

Správný postup odběru vzorku:

- Odebírat homogenizovaný vzorek ze zahřátého systému (nejlépe z tlakové větve systému).
- Provést odkalení.
- Použít adekvátní vzorkovnici.
- Důkladně označit vzorkovnici (název oleje, název stroje, mth., název firmy, datum, jméno a kdo provedl rozbor).

6) Jak správně měřit mechanické nečistoty?

Nejpoužívanější jsou metodiky měření kódu čistoty ISO 4406 a NAS 1638. V současné době se využívají různé měřicí přístroje na principu laseru, tzv. bílého světla, průtoku přes kalibrovaná síta či pomocí mikroskopu. Ne všechny přístroje však měří skutečný obsah mechanických částic. Některé přístroje jsou zatíženy chybou při započítání vzduchových bublin, jiné zaznamenají i polymerní aditiva jako částice a tím dojde k naměření zdánlivě horší čistoty oleje. Tyto neduhy nemají měřicí přístroje na principu počítání částic pomocí mikroskopu. Bohužel jsou časově i uživatelsky náročnější, což jim brání ve větším rozšíření.

Pavel Bureš
oddělení obchodně-technických služeb PARAMO, a. s.
pavel.bures@paramo.cz

Recenzent
Ing. Václavíčková Ivana; osoba certifikovaná na funkci Technik diagnostik tribodiagnostik – Kategorie III

The use of Molecular Spectroscopy in tribo-diagnostics of fuels and lubricants

Využití molekulové spektroskopie v tribodiagnostice paliv a maziv

RNDR. FRANTIŠEK KESNER, PH.D.
NICOLET CZ, S. R. O.

Anotace

Příspěvek se zabývá teorií vzniku infračervených spekter ve střední infračervené oblasti a základními měřicími technikami, které se v současnosti využívají pro analýzu maziv a paliv. Ukazujeme využití této analytické techniky jak pro kvalitativní, tak i kvantitativní analýzu včetně multivariačních metod. V případě analýzy olejů jsou nastíněny skupiny látek, které se sledují na základě norem ASTM E2412 a D7418.

Annotation

The article deals with the theory of infrared spectra formation in the middle infrared region and with the basic measuring techniques currently used for the analysis of lubricants and fuels. We show the use of this analytical technique for both qualitative and quantitative analysis, including multivariate methods. In the case of oil analysis, groups of substances monitored based on ASTM standards E2412 and D7418 are outlined.

1. Úvod

V dnešní době stále roste zájem o rychlou, jednoduchou a ekonomickou analýzu paliv a maziv. Mezi tyto metody patří také molekulová spektroskopie, jejíž součástí je infračervená spektroskopie, která je v současnosti nejrozšířenější a nejrozvinutější.

Infračervená spektroskopie se zabývá převážně zkoumáním celkového stavu provozní kapaliny (maziva), ale pomocí této metody můžeme také určovat např. chemické složení částic v provozní kapalině; částice mohou dosahovat až do velikosti cca 30 mikrometrů. Hlavní využití této techniky je rozdělit analyzované vzorky na ty, které se nemusejí podrobovat dalším analýzám z nejrůznějších důvodů, a na vzorky, které musíme ještě analyzovat klasickými metodami tribodiagnostické analýzy (např. acidobazická titrace a měření bodu vzplanutí). Tyto metody jsou většinou přesnější než infračervená spektroskopie, ale také časově náročnější, pracnější a v neposlední řadě i dražší. Proto se jim, pokud je to možné, snažíme vyhnout.

Prezentovaný příspěvek zahrnuje příklady využití infračervené spektroskopie v kvalitativní i kvantitativní analýze maziv

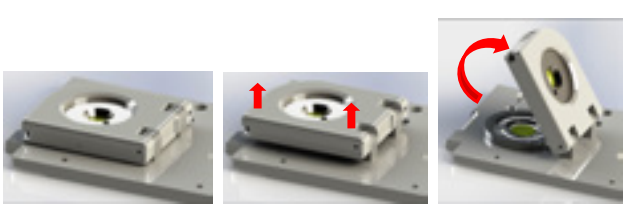
Obrázek 1: *FTIR spektrometr Nicolet iS10iZ10 s autosamplerem*

a paliv. Dalším krokem prezentace bude vysvětlení základních principů tribodiagnostické analýzy upotřebených maziv, včetně několika příkladů. Závěrem se zaměříme na příklady využití v jednoduché kvantitativní analýze složek podle Lambertova–Beerova zákona. Příkladem může být např. stanovení obsahu nízkoteplotního fenolického antioxidantu v elektroizolačních olejích nebo stanovení MEŘO v naftě.

V posledních letech patří mezi trendy infračervené spektroskopie provozních kapalin zcela automatizované systémy s podavači vzorků. Tyto systémy pak k analýze dat využívají převážně multikomponentní (multivariační) metody. Mezi příklady chemometrických metod patří např. stanovení TBN, TAN, kinematické viskozity, v případě paliv pak stanovení oktanových čísel, cetanového čísla, hustoty atd. Příklad takovéhoto systému lze vidět na obrázku 1.

2. Teorie

Infračervená spektrometrie jako optická nedestruktivní analytická metoda patří do skupiny metod molekulové spektroskopie. Při interakci elektromagnetického záření s měřeným vzorkem dochází v důsledku excitace typických skupin nebo vazeb v molekulách k pohlcení záření o určitých hodnotách energie. Tím vznikají charakteristická spektra složená z tzv. vibračně absorpčních pásů.



Obrázek 2a: *Horizontální kapalinová kyveta se ZnSe okénky – detail*

3. FTIR – transmisní vzorkovací techniky

Kapalné vzorky lze měřit „na průchod" v kapalinových kyvetách, které mohou mít fixní tloušťku nebo mohou být rozebíratelné s proměnnou tloušťkou. Výhodou rozebíratelných kyvet je jejich snadnější čištění, na druhé straně je pro kvantitativní analýzu nutné po jejich montáži spektrometricky spočítat jejich tloušťku. Volba optické dráhy (tloušťka kyvety) souvisí s intenzitou absorpčních pásů analyzované látky – pro silně absorbující vzorky je obvykle vhodné volit slabší distanční kroužky mezi okénky, aby spektrum neobsahovalo totálně

Obrázek 2 b: *Horizontální kapalinová kyveta se ZnSe okénky*

absorbující pásy. Volba materiálu okének se rovněž řídí druhem vzorku – pro bezvodé kapaliny je nejvhodnější KBr, pro roztoky obsahující vodu např. BaF2, ZnSe nebo CaF2.

Aktuálním trendem poslední doby jsou tzv. horizontální kapalinové kyvety, se kterými se jednodušeji pracuje, ale jako optický materiál využívají výhradně ZnSe (viz obrázek 2a a 2 b).

4. FTIR – ATR – tlumená totální reflexe

Pro silně absorbující vzorky lze použít techniky vnitřního odrazu – ATR (z angl. tlumená totální reflexe). V případě, že vzorkem je pevná látka, je přitlačen ke vhodnému krystalu (ZnSe, Ge, Si atd.) pomocí momentové přítlačky a záření mnohonásobně odrážené uvnitř krystalu proniká do vzorku do hloubky několika μm. Efektivní hloubka pronikání záření do vzorku závisí na indexu lomu použitého krystalu, na úhlu dopadu záření na hranu krystalu a na vlnové délce. ATR technika u kapalných vzorků je vhodná jak pro kvalitativní, tak i kvantitativní analýzu. Její princip je schematicky znázorněn na obrázku 3.

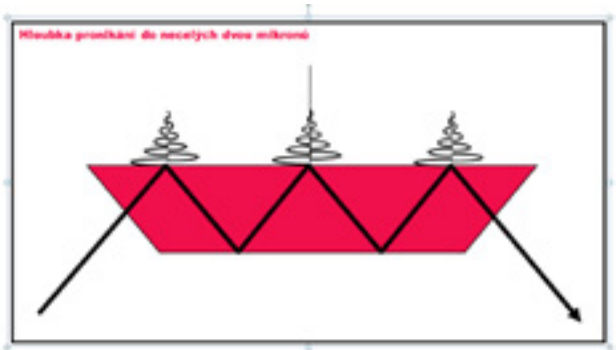
Nezastupitelné místo má ATR technika při analýze silně absorbujících materiálů (tmavých olejů, plastických maziv či pryží, vodných roztoků atd.).

5. FT – IR tribodiagnostika upotřebených olejů

Jednou z hlavních oblastí využití infračervené spektrometrie v tribodiagnostice je monitorování provozních kapalin na základě norem ASTM E2412 a D7418. Sledované parametry těchto látek lze rozdělit do následujících skupin:

A. Produkty oxidačního namáhání:

- karboxylové sloučeniny
- nitráty
- sulfáty



Obrázek 3: *Schéma techniky ATR se třemi odrazy*

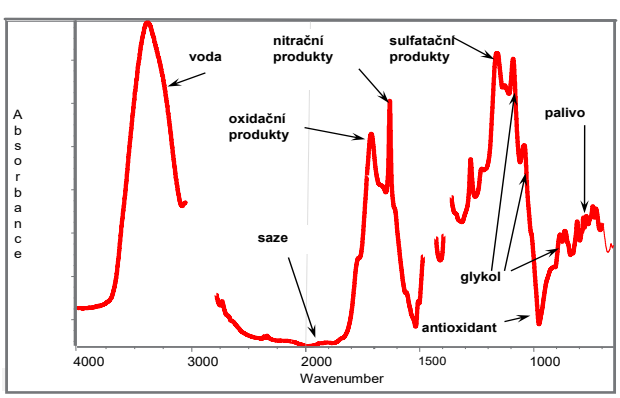
B. Produkty tepelného namáhání:
- těžší alifatické uhlovodíky
- aromatické a polyaromatické uhlovodíky

C. Aditiva:
- obsah aditiv v koncentrátech a čerstvých olejích
- úbytek zušlechťujících přísad v použitých olejích

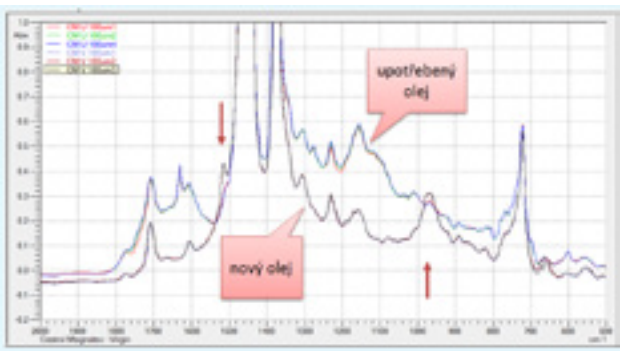
D. Kontaminanty:
- obsah vody
- obsah glykolů
- obsah paliva
- obsah sazí
- obsah jiných nežádoucích látek (rozpouštědla aj.)

Pro spektrální identifikaci výše uvedených parametrů může sloužit obrázek 4. Nesmíme však zapomenout, že některé parametry mohou působit proti sobě. Např. úbytek některých zušlechťujících přísad může být ovlivněn nárůstem produktů tepelného nebo oxidačního namáhání.

Pro ilustraci monitorování stavu provozní kapaliny jsou na obrázku 5 vidět infračervená spektra ve střední infračervené oblasti nového, resp. upotřebeného motorového oleje. Z obrázku je patrné, že upotřebený olej vykazuje zvýšení oxidačních produktů v oblasti cca 1 650 cm-1 a výrazný úbytek v oblastech označených červenou šipkou, což je možno přiřadit úbytku antioxidantů, resp. inhibitorů koroze v průběhu používání provozní kapaliny.



Obrázek 4: *Spektrální oblasti důležité pro analýzu použitých olejů*



Obrázek 5: *Nový versus upotřebený motorový olej*

6. Kvantitativní analýza

Výška pásů vyjádřená v absorbanci nebo plocha určují kvantitativní zastoupení sloučenin ve směsích. Nejjednodušší spektrální kvantitativní analýza předpokládá platnost Lambertova–Beerova zákona, tj. lineární závislost mezi absorbancí a koncentrací měřených analytů (za jinak konstantních experimentálních podmínek). To vyžaduje, aby vybrané vibrační pásy nebyly ovlivněny intermolekulární interakcí a aby se ve spektru nepřekrývaly. Příkladem využití tohoto kvantitativního stanovení pomocí Lambertova–Beerova zákona může být např. stanovení nízkoteplotního antioxidantu v elektroizolačních olejích.

Pokud nejsou splněny tyto požadavky, využívá kvantitativní analýza maticového počtu a složitější statistiky (např. metody PCA, PCR, PLS, CLS a metoda P-matrix) a vyhodnocují se celé spektrální oblasti. Tyto multikomponentní (multivariační) metody je vhodné použít v případě, kdy matrice analyzovaných vzorků není přesně definovaná nebo kdy dochází k překrytí spektrálních pásů. Další výhodou multikomponentních metod je možnost stanovit více analytů z jednoho spektra. Jejich nevýhodou je poměrně složitý matematický aparát a rovněž potřeba značného množství standardů nutných k vytvoření spolehlivého kalibračního modelu.

7. Závěr

Infračervená spektroskopie ve střední oblasti je v dnešní době jednou ze základních analytických technik používaných v tribodiagnostických laboratořích. S úspěchem se využívá jak pro kvalitativní, tak i kvantitativní analýzu paliv (např. při stanovení úbytku přísad v upotřebených olejích, produktů degradace, pro kvantitativní analýzu nízkoteplotního antioxidantu atd.).

V případě analýzy paliv se se značnou přesností stanovují nejen „chemické“ parametry benzínů a naft (FAME, ETBE, MTBE, obsah olefinů, obsah polyaromátů atd.), ale i parametry spíše fyzikálně-chemické povahy (oktanové číslo, cetanové číslo, hustota, TAN, TBN, destilační parametry atd.).

Recenzent
Švec Ondřej, DiS., Trifoservis Vladislav Marek, Čelákovice; osoba certifikovaná na funkci Technik diagnostik tribodiagnostik – Kategorie II

Propojení více druhů bezdemontážních diagnostických metod – příklady z praxe

MARTIN HOLEK, MICHAL KROVAK
UNIPETROL RPA, S. R. O.

Anotace

Spojením dvou a více diagnostických metod získáme takzvanou multiparametrickou diagnostiku (MD). Důvodem užití více metod najednou je zvýšení jistoty při rozhodování o technickém stavu sledovaného objektu a potlačení nevýhod jednotlivých dílčích diagnostických metod.

Cílem MD je nezvýhodňovat a nevyzvedávat jednu metodu nad ostatními, ale poukázat na možnost vzájemné spolupráce jednotlivých metod a díky jejich správné kombinaci mít co nejpřesnější znalosti o technickém stavu daného objektu a podávat provozovateli daného zařízení co nejpřesnější predikci o zbytkové životnosti.

Annotation

The combination of two or more diagnostic methods is multiparametric diagnostics (MD). The reason for using several methods at once is to increase certainty when deciding on the technical condition of the monitored object and suppressing the disadvantages of individual partial diagnostic methods.

The aim of the MD is not to favor and to pick up one method over others, but based on the cooperation between the methods and their appropriate combination and the most accurate knowledge of the technical condition of object.

Tabulka č. 1: *Ukázka přílohy B z normy ČSN ISO 17359*

Typ stroje: Čerpadlo	Symptom nebo změna parametru									
Příklady závad	Únik kapaliny	Mělení dílek	Výkon	Tlak nebo vakuum	Otáčky	Vibrace	Teplota	Doba doběhu	Zvučíšení oleje	Únik oleje
Poškozené oběžné kolo		•	•	•	•	•	•	•	•	
Poškozené uzpěvky	•	•		•	•	•				
Excentrické oběžné kolo			•	•	•	•	•	•		
Poškozené ložisko		•	•		•	•	•	•	•	•
Opotřebené ložisko		•				•	•	•	•	
Chybné uložení						•				
Nevyváženost						•				
Nesouosost		•				•				

• Označuje, že se může vyskytnout symptom nebo změna parametru, když se vyskytne závada.

Tabulka č. 2: *Ukázka přílohy B z normy ČSN ISO 17359*

Typ stroje: Parní turbína	Symptom nebo změna parametru									
Příklady závad	Únik páry	Mělení dílek	Výkon	Tlak nebo vakuum	Otáčky	Vibrace	Teplota	Doba doběhu	Zvučíšení oleje	Únik oleje
Poškození rotorové lopatky	•		•			•	•	•	•	
Poškozený labyrint	•		•	•	•	•	•	•		
Excentrický rotor	•					•		•		
Poškození ložiska		•	•	•		•	•	•	•	•
Opotřebení ložiska	•	•				•	•	•	•	•
Prohnutý rotor	•					•		•	•	
Nestejné prodloužení	•	•				•	•			
Nevyváženost						•				
Nesouosost						•				

• Označuje, že se může vyskytnout symptom nebo změna parametru, když se vyskytne závada.

1. ÚVOD

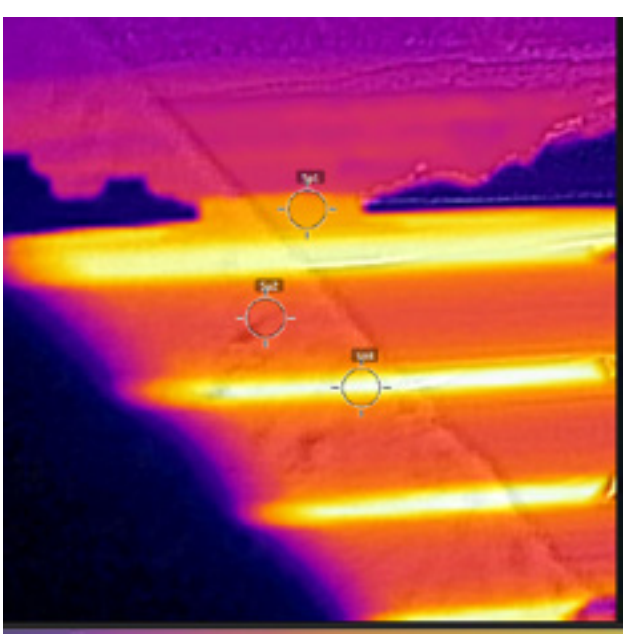
Samotná MD vychází z normy ČSN ISO 17359 Monitorování stavu a diagnostika strojů – Obecné pokyny (platnost od listopadu 2018, dříve norma ČSN ISO 13380 Monitorování stavu a diagnostika strojů – Obecné směrnice pro použití výkonnostních parametrů). Výše zmíněná norma stanovuje pokyny pro obecné postupy, které mají být uváženy při sestavování programu monitorování stavu strojů. V přílohách A až B normy ČSN ISO 17359 jsou přiřazeny závady k měřeným parametrům, diagnostické metodě pro jednotlivé typy strojů.

V tabulce č. 1 a 2 je krátká ukázka z normy ČSN ISO 17359. Jedná se o doporučení, která by měla být upravena na základě zkušenosti s daným konkrétním strojem, způsobem provozu a dle úrovně dané diagnostické metody v daném čase a prostředí.

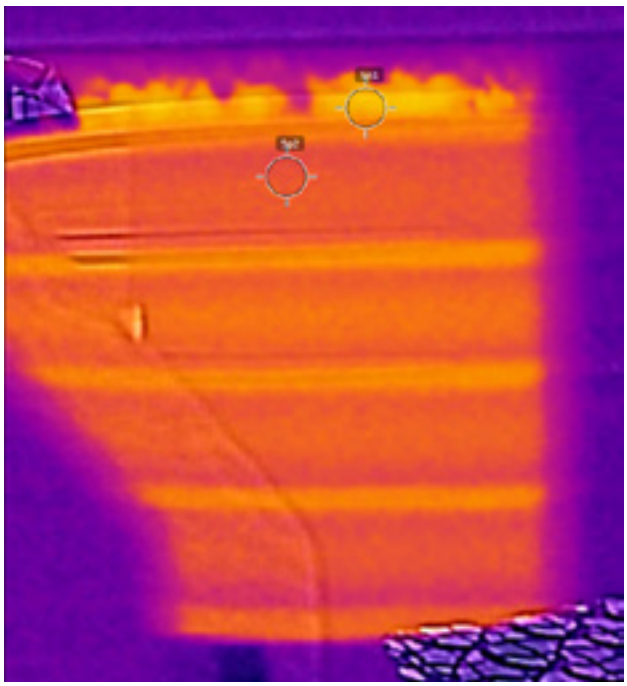
2. Příklady z praxe

2.1 Nevhodné, vysoké napnutí řemenů ventilátoru

Prvním příkladem je ukázka doplnění vibrodiagnostiky o termodiagnostiku. Při pravidelném vibrodiagnostickém měření byly zjištěny vyšší hodnoty vibrací ventilátoru, a to jak rychlosti, tak zrychlení. Bohužel samotná metoda vibro-



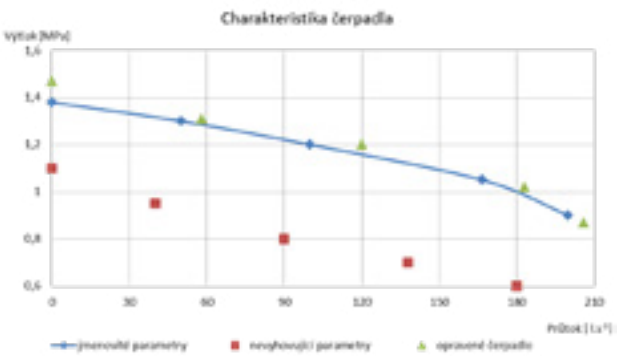
Obrázek č. 1: *Termogram s nevhodně napnutými řemeny. Teplota SP1 65 °C, SP2 53 °C, SP3 95 °C*



Obrázek č. 2:*Termogram se správně napnutými řemeny. Teplota SP1 34 °C, SP2 28 °C*

diagnostiky již nebyla schopna sama s dostatečnou přesností určit příčinu zvýšených hodnot vibrací, proto byla pro zpřesnění znalostí o technickém stavu použita i termodiagnostika. Na obrázku č. 1 je termogram řemenice, řemenu a hřídele el. motoru. Na první pohled je patrná nejvyšší teplota na řemenici

Obrázek č. 3: *Poškozená oběžná kola odstředivého čerpadla*



Graf č. 1: *Závislost výtlaku na čerpaném množství*

95 °C. Ložiska el. motoru, hřídel a řemeny nedosahují zdaleka takové teploty. Na základě tohoto měření lze jednoznačně konstatovat, že základní příčinou jsou nevhodně napnuté řemeny. Na obrázku č. 2 je termogram téhož stroje po správném napnutí řemenů. Zde je již maximální teplota 34 °C, a to na hřídeli el. motoru. Rovněž hodnoty rychlosti vibrací a zrychlení po zásahu klesly na dlouhodobý normál. Pokud by byl provozován tento strojní uzel bez zásahu, došlo by brzo v lepším případě k destrukci řemenů, v horším případě, a to v důsledku kombinace vysokých radiálních sil a teplot na ložiska el. motoru, k jejich poškození.

2.2 Měření výkonnostních parametrů

Dalším příkladem z praxe je ukázka kombinace diagnostických metod určených pro požární čerpadla. Jedná se o odstředivé třístupňové čerpadlo, jmenovitý průtok je 166 l.s-1, výtlačná výška činí 1,05, MPA. Jmenovitý výkon el. motoru má hodnotu 310 kW. Radiální ložiska čerpadla jsou kluzná, axiální valivá. Na čerpadle je pravidelně jednou za rok prováděna výkonová zkouška, zda je čerpadlo schopno dosáhnout deklarovaných parametrů. V rámci této zkoušky je sledována teplota ložisek, chladicí vody ložisek a měření rychlosti vibrací a zrychlení.

Při jedné z pravidelných zkoušek bylo zjištěno, že čerpadlo nedosahuje deklarovaných parametrů, viz graf č. 1. Přitom ostatní sledované parametry byly v běžných hodnotách. Rychlosti vibrací v horizontálním směru na ložiskových domcích byly cca 2,8 mm.s-1, ve vertikálním cca 2,5 mm.s-1. Dlouhodobý trend se pohybuje v rozmezí 2,5 až 3,5 mm.s-1. Spektrum rychlosti vibrací rovněž nevykazovalo žádné změny. Teplota ložisek a chladicí vody byla rovněž v obvyklých mezích. Provozní otáčky el. motoru byly také v pořádku a sací filtr nebyl zanesen. Proto bylo rozhodnuto o nutné revizi čerpadla. Při revizi bylo zjištěno poškození (vylámání) části oběžných kol a statorových lopatek. Na obrázku č. 3 jsou vidět poškozená oběžná kola. Po výměně všech poškozených dílů již čerpadlo dosahovalo deklarovaných parametrů. Podstata zkoušky je popsána v ČSN ISO 18129. Pokud by byl stroj hodnocen jen na základě hodnot rychlosti vibrací, nedošlo by ke zjištění poškození oběžných kol a stroj by byl chybně klasifikován jako schopný provozu bez omezení.

Obrázek č. 4: *Poškozené ložisko ventilátoru po demontáži*

2.3 Poškození ložisek vzduchového ventilátoru

Začátkem měsíce září byla zjištěna zvýšená teplota ložiska vzduchového ventilátoru – ze standardních hodnot mezi 30 a 40 °C došlo ke skokovému zvýšení na 73 °C. Při kontrolním diagnostickém měření byly naměřeny zvýšené hodnoty zrychlení a obálky. Byl odebrán vzorek oleje z ložiskového domku a stroj byl následně odstaven. Tribodiagnostický rozbor oleje signalizoval zvýšený obsah Fe v oleji (74 ppm). Došlo k výměně ložisek.

V tomto případě na poškození prvotně poukázala zvýšená teplota ložiska, poškození bylo dále potvrzeno vibrodiagnostikou a tribodiagnostikou. Díky on-line sledování parametrů došlo ke včasné detekci závady stroje, který mohl být řízeně odstaven, a nedošlo k poškození dalších částí stroje, jak by tomu mohlo být při úplné havárii ložisek. Náklady na opravu byly tedy v tomto případě včasným zásahem podstatně sníženy.

3. Použitá literatura

[1] ČSN ISO 17359 Monitorování stavu a diagnostika strojů – Obecné pokyny
[2] ČSN ISO 13372 Monitorování stavu a diagnostika strojů – Slovník
[3] ČSN ISO 18129 Monitorování stavu a diagnostika strojů – Přístupy k diagnostice výkonnosti

Recenzent
doc. Ing. Helebrant František, CSc., VŠB – Technická univerzita Ostrava; osoba certifikovaná na funkci Technik diagnostik tribodiagnostik – Kategorie II

Windscreen washer fluids – methanol and other health risks

Kapaliny do ostřikovačů – metanol a jiná zdravotní rizika

JAN SKOLIL
CLASSIC OIL S. R. O.

Anotace

Zimní kapaliny do ostřikovačů mohou být vyráběny ze tří jednosytných alkoholů – etanolu, isopropanolu a metanolu. Ten třetí je kvůli své jedovatosti a metanolové kauze považován za nepoužitelný pro zimní nemrznoucí směsi. Opak je pravdou, jak dokazuje např. prohibice v Kanadě. Paradoxně mnohem větší zdravotní riziko přinášejí uživatelům vozidel letní směsi do ostřikovačů bez kapky alkoholu, které při absenci konzervačních činidel mohou podporovat vznik tzv. legionářské nemoci. Tyto opomíjené nebo naopak přeceňované (metanol) zdravotní závadnosti provozních kapalin rozvíjí tento článek.

Annotation

Windscreen washer fluids are manufactured mainly from three monoalcohols - ethanol, isopropanol and methanol. The third one is due to its toxicity and "methanol scandal" considered as non-usable for winter antifreeze liquids. Opposite is the right, as it is shown in the example prohibition in Canada. Paradoxically more serious health risk are users exposed from summer screenwashes without content of any alcohols. They can support development of „Legionnaires disease" due to the absence of biocide or preservative. These underestimated or on the contrary overestimated (methanol) health risks of vehicle operating fluids outlines this article.

1. ÚVOD

České deníky a časopisy nás pravidelně informují o kvalitě zimních kapalin do ostřikovačů z pohledu jejich bodu tuhnutí [1]. Protože testování obvykle provádějí novináři laici bez jakékoli metrologické znalosti, následuje po prvotní mediální euforii z nalezení viníka dementi v dalším čísle, kdy se zjistí, že všechny kapaliny vlastně vyhovují nezámrznosti deklarované na etiketách. V lepším případě nás pak různé tištěné či elektronické motoristické médium jednou za rok informuje kromě jiného o tom, jak je důležité vyhýbat se metanolu. Smutné však je, že zdravotní problémy související s kapalinami do ostřikovačů, ať už na českém, či na středoevropském trhu, jsou úplně někde jinde. Vedle zmíněného metanolu, u kterého jde spíše o nedostatky ve značení na etiketách, v dokumentaci nebo ve výbavě použitých spotřebitelských obalů, je riziko poškození zdraví zejména v druhu použité parfemace a u letních kapalin

do ostřikovačů pak i v nedostatečné biocidní konzervaci, či dokonce použití pouze obyčejné vody.

2. LYNČOVÁNÍ METANOLU

Ještě v polovině devadesátých let minulého století a až do ekonomické krize v roce 2008 se koncentrovaná nemrznoucí směs vyráběla výhradně z lihu s přídavkem propan-2-olu (dále jen isopropanolu) ke zlepšení čisticí funkce nebo když byl jako regenerát levnější. A pro požadované body tuhnutí se ředila vodou. Metanol jste v takové kapalině mohli nalézt pouze jako nečistotu z výroby lihu nebo záměrně přidanou denaturační složku. V obou případech maximálně v množství několika procent. Ještě před „metanolovou aférou" v létě 2012 se vyskytly první kapaliny do ostřikovačů, které toxický metanol jako nemrznoucí složku obsahovaly. Ve většině případů šlo o produkty z Polska nebo ze severní Moravy, které však zpočátku nebyly dostatečně legislativně značeny [1]. Například již při 3% koncentraci metanolu ve finálním přípravku si nevystačíte s jediným symbolem nebezpečnosti [2] a od stejné koncentrace je nutné opatřit výrobek i uzávěrem odolným proti otevření dětmi, tj. dětskou pojistkou, viz obr. 1a. Tato legislativní záležitost má souvislost právě s metanolovou kauzou, protože subjekt, který v Opavě vyráběl zimní kapaliny s metanolem (Carlogic, s. r. o.), byl současně také svými pracovníky zapojen do metanolové kauzy, za což byli tito jedinci odsouzeni. Orgány činné v trestním řízení rozhodly, že šlo o záměrné přidávání metanolu do potravinářského lihu, ač mohlo jít o pouhou, i když trestuhodnou záměnu surovin. Nakonec ani český stát není v celé záležitosti nevinný, neboť jím v tehdejší době povolené denaturační činidlo glycerin (látka pro svou sladkou chuť záměrně přidávaná do vína) dělá z celé záležitosti denaturace alkoholu pokryteckou záležitost.

Je nutné připomenout, že používání metanolu v zimních kapalinách do ostřikovačů nikdy nebylo a ani není v Evropě zakázáno. Jeho vliv na zdraví vdechováním skrz větrání automobilu nebyl prokázán a je tak pouze na zákaznícovi (a doufejme i nákupčích a prodejcích směsí), kterému typu nemrznoucí směsi dá přednost. Zda to budou dražší, zdraví neškodlivé směsi nebo levnější s potenciálním zdravotním rizikem. Koupit na českém trhu kapalinu do ostřikovačů s metanolem je však v současnosti téměř nemožné. Může za to i neopodstatněná fobie z metanolu, kterou někteří výrobci podporují mezi zákazníky i marketingově. Přesto existují státy, kde zimní kapaliny do ostřikovačů z lihu nenajdete. Předně je to Rusko, pro které dokonce společnost VW vyvinula vlastní podkategorii normy TL 52 164 založené výhradně na isopropanolu [3]. K nezdaněnému lihu se tak tímto způsobem lidé nedostanou a metanolem se neotráví. Naopak v Kanadě se předpokládá nejspíše větší inteligence zákazníků, neboť místní nemrznoucí směs neobsahuje ve větší míře ani isopropanol, ani etanol, viz obr. 1 b. Líh tam sice není v ostřikovačích zakázán, ale kvůli prohibici a souvisejícímu vysokému zdanění i v těchto aplikacích si tamní motoristé ostřikují přední sklo výhradně metanolem. Ano, tím samým metanolem, ze kterého má v České republice kvůli metanolové kauze většina národa takový strach. Takže co je lepší, neregulovat spotřebu alkoholu, nebo zavést prohibici a současně ostřikovat denně přední sklo

Obrázek 1a: *Polský produkt z roku 2012 obsahující metanol*

metanolem, protože jinak by obyvatelstvo dokázalo nouzově pít i denaturovanou nemrznoucí směs?

3. ALERGENNÍ VONNÉ LÁTKY

Běžnému řidiči, kromě záměny požitím, tak metanol z nemrznoucí směsi nemůže poškodit zdraví ani při puštěné klimatizaci nebo otevřeném okénku. Naproti tomu existuje určitá, i když malá skupina lidí, u níž se projevuje alergie na vonné látky z parfémů. Těch se vyskytuje v zimních kapalinách z několika důvodů opravdu hodně a přijmout je větrákem automobilu je bohužel velmi snadné. Hlavní příčinou použití je překrytí nepříjemného zápachu způsobeného senzorikou lihu, tzv. úkapy a dokapy. Problémem mohou být i denaturační činidla, která by sice měla bránit zneužití etanolu pro výrobu potravinářského lihu bez placení spotřební daně, ale zatím spíše svým zápachem značně znepříjemňují použití lihu pro jiné aplikace. Další příčinou dávkování parfému, zejména u letních typů kapalin, může být přidaná hodnota. Pro některé zákazníky je nákup produktu se zobrazeným ovocem přitažlivější než nákup přípravku, který má na etiketě vyfocený sportovní vůz s čistým předním sklem. V poslední době

Obrázek 1 b: *Současná kanadská nemrznoucí kapalina*

jsou kromě tradičních citrusových vůní nejčastěji používána aromata připomínající malinu, jablko nebo meloun. Obvyklé bývají také moderní svěží typy s názvy jako „ice crystal", „fruit basket", „for women" a podobně. Uživatel si pravděpodobně neuvědomuje, že v této přidané hodnotě je skryto malé, i když pro někoho velmi nepříjemné zdravotní riziko – alergické reakce. To, proč je většina kapalin do ostřikovačů opatřena právě citrónovou vůní, není náhoda. Aroma lemonu je totiž nejsnáze dostupnou a hlavně nejlevnější parfémovou složkou pro technické použití [4]. Základní látka citrónové vůně d-Limonene je dobře rozpustná v alkoholu a má výborné rozpouštěcí a čisticí účinky. Kromě samotného limonenu obsahují tyto parfémy i další látky, jež svým odborným názvoslovím značí, že mají co do činění s citrusovými plody: Citral nebo Citronellol, viz tab. 1. Bohužel d-Limonene je látka dráždivá a nebezpečná pro životní prostředí. Tyto vlastnosti se vzhledem k dávkování parfému v množství několika desetin procenta nemohou ve výsledném produktu projevit. Co se však projevit může, je jeho vlastnost způsobující alergickou reakci. V současnosti je prokázána asi u 26 parfémových vonných látek. A ty, pokud jsou obsaženy, musejí být uvedeny na etiketě kosmetického nebo čisticího prostředku spadajícího pod působnost nařízení EU č. 648/2004, a to při koncentraci vyšší než 0,01 hmotnostního procenta. A kapaliny do ostřikovačů, kvůli své čisticí funkci na sklo, takovými přípravky jsou. Některým z vyjmenovaných alergenních látek je přímo přiřazena riziková věta: *Může vyvolat senzibilizaci při styku s kůží nebo při vdechování.* Na každé etiketě kapaliny do ostřikovačů tak musí být uvedena informace, zda přípravek obsahuje parfém. A pokud je v něm obsah alergenních vonných látek vyšší než limit, musejí být uvedeny i názvy těchto alergenů [4].

Zdravotní řešení je samozřejmě velmi jednoduché, ale musí se za ně připlatit. Pro alergiky by byl vhodný, i když v limitované edici, takový typ kapaliny do ostřikovačů, který bude deklarovat použití parfemace bez jakýchkoli alergenních vonných látek nebo alespoň s alergeny v podlimitním množství. Někteří zákazníci by ocenili přímo produkt bez aromatu. V tomto případě totiž platí, že méně je rozhodně více. Ale bez velmi kvalitního lihu, použitého pro výrobu zimní verze kapalin do ostřikovačů, to určitě nepůjde. Kromě vdechování alergenních vonných látek, jež způsobují u některých jedinců vznik vyrážky nebo zrudnutí kůže, bychom se tak zbavili i přijímání různých ketonů a aldehydů – nečistot v lihu, které mohou způsobovat závratě a v některých případech i zvracení. Vždyť je kvůli specifickému zápachu nekvalitního lihu známe asi všichni [4].

4. LEGIONELLA – HOREČNATÉ ONEMOCNĚNÍ

Poslední poškození zdraví, které mohou kapaliny do ostřikovačů způsobit, se díky konzervačním účinkům alkoholu netýká zimních tekutin, ale pouze letní verze, která obsahuje až 99 % vody. Voda je velmi účinná mycí složka, je ekologická a na rozdíl od alkoholů nezapáchá, naopak po aditivaci parfémem tato obarvená tekutina příjemně voní a vypadá. Část uživatelů věří, že stejnou službu jim odvede např. obyčejný jar. V podstatě ve stejné koncentraci jako při mytí nádobí, tedy pár kapek na

3–5 litrů vody. Někteří dokonce používají pitnou vodu bez jakékoli úpravy. A tam začíná kámen úrazu. Primární problém

Tabulka 1: *Nejběžnější alergenní vonné látky v nemrznoucích směsích [4]*

Látka	Vůně	Výskyt	Typ
Citral	příjemná citrónová	v citrusových plodech, silicích a olejích	aldehyd
Citronellol	nasládlá květinová, zejména růže a citrusů	v rostlinných olejích, ovoci, černém čaji a exotických nápojích	alkohol
Linalool	květinová	v jablečné, mandarinkové a pomerančové šťávě, meruňkách, broskvích, jahodách, švestkách, gardeniích, levanduli, mrkvi, bergamotovém oleji, majoránce, tymiánu a kardamomu	alkohol
Limonen	citrusová	v grapefruitech, citrónech, limetkách, pomerančích, pepři, australském teatree oleji a v muškátovém oříšku	terpen

pitné vody je totiž to, že jde o tekutinu, která je životodárným médiem pro většinu mikroorganismů, hub a řas, které mohou poškozovat naše zdraví. A nemusí jim vůbec vadit, že pod krytem motoru nemají moc velký přísun světla a občas jsou vystaveny vyšším teplotám z důvodu jeho přehřátí, v zimě naopak mrazu [6].

V anglosaských zemích si totiž lékaři po roce 2000 začali všímat, že stoupá počet pacientů s onemocněním dýchacích cest způsobeným bakterií Legionella. Zjistilo se, že většina z nich jsou profesionální řidiči jezdící staršími vozidly, většinou nákladními, jsou kuřáci a večer po zaměstnání se nesprchují. Až 95 % postižených vykazovalo shodu v tom, že se často pohybují ve velmi industrializovaných areálech, nepoužívají žádnou kupovanou kapalinu do ostřikovačů a často jezdí bez klimatizace. Kontaminace bakterií nastává pro uživatele vozidla používáním kapaliny na ostřikování skel, kdy vzniklý aerosol proniká do kabiny ventilací nebo otevřenými okny. V případě, že jde jen o vodu z kohoutku, máte dle studií 20% pravděpodobnost, že je kontaminována Legionellou, zejména druhem L. pneumophilla. Pojmenování získala po 211 onemocnělých amerických veteránech, které postihla na oslavě 200 let nezávislosti USA ve Philadelphii v roce 1976. Třicet čtyři z nich tehdy zemřelo. Obvykle je jí nakaženo tři až šestnáct obyvatel z 1 milionu. Inkubační doba pro rozvoj onemocnění se pohybuje od 2 do 10 dnů. Úmrtnost nastává u 5–30 %, v případě včasného zahájení léčby je menší než pět procent. Pro její růst je vodní prostřední základem a teplota mezi 20 až 50 °C nezbytnou podmínkou, snese i lehce kyselé prostředí. Množství bakterií se v případě ideálních podmínek zdvojnásobí přibližně každých osm hodin [5].

Odlišnost mezi pitnou vodou a prodávanou kapalinou do ostřikovačů, vyrobenou ze změkčené vody, je z pohledu možnosti vzniku onemocnění v tom, že komerční produkt obsahuje konzervační činidlo – biocid. Ačkoli jej tam výrobci nepřidávají jako prevenci před tzv. legionářskou nemocí, ale čistě z pragmatických důvodů, aby se během prodeje letní kapalina nezkazila, na tuto bakterií stačí. Z etikety to lze nepřímo poznat, stejně jako u parfemace, a to proto, že konzervační látky jsou alergenní, takže je najdete téměř na všech etiketách hlavních výrobců provozních kapalin. Je jich několik typů; před onemocněním vás uchrání isothiazoliny a všechny jejich odvozeniny, výrobci je navíc často nechávají na etiketách psát velkým písmem. A jak už bylo psáno výše, onemocnění se nemusejí bát ani uživatelé zimních kapalin do ostřikovačů, Legionella se totiž při nízkých teplotách nerozmnožuje.

5. ZÁVĚR

Složení zimních kapalin do ostřikovačů se vlivem omezeného výběru nemrznoucích látek s vhodnými fyzikálními vlastnostmi, cenovou dostupností a senzorikou omezilo v podstatě na tři jednosytné alkoholy: etanol, metanol a isopropanol. Jejich fyzikální vlastnosti jsou si relativně podobné, avšak při ekonomickém pohledu na jejich využití kontra zdravotní nezávadnost dochází ke značně protichůdným střetům. Přes toxicitu metanolu (při dodržení všech legislativních náležitostí) není možno jeho použití odsoudit. Mnohem více tak zdraví motoristů ovlivňují vedlejší složky kapalin

Obrázek 2: *Takto vypadá „život" v letní kapalině do ostřikovačů*

do ostřikovačů – parfémy a konzervanty; ty první alergie způsobujícími vonnými látkami, ty druhé, pokud je v letní kapalině nenajdeme nebo použijeme jen obyčejnou vodu, potenciálním rizikem z přítomnosti bakterie zodpovědné za legionářskou nemoc.

6. LITERATURA

[1] Skolil J.: *Jsou zimní kapaliny do ostřikovačů bezpečné?* Tribotechnika (5) 53–56 (2012).
[2] Kolektiv autorů: Pracovní materiál k odbornému KURZU APLIKOVANÉ CHEMICKÉ LEGISLATIVY – 11. KACHLE. Brno: Ekoline, s. r. o., 2011. 150 s.
[3] VW TL 52164 – 09-2009, *Group Standard: Windshield-Washer Fluid.* Wolfsburg: Volkswagen Aktiengesellschaft, 2009. 10 s.
[4] Skolil J.: *Škodlivé látky v kapalinách do ostřikovačů – parfémy.* PETROLmagazín (1) 62–63 (2013).
[5] Skolil J.: *Kapaliny do ostřikovačů – prevence poškození zdraví.* PETROLmagazín (3) 56–57 (2017).

Recenzent
Švec Ondřej, DiS., Trifoservis Vladislav Marek, Čelákovice; osoba certifikovaná na funkci Technik diagnostik tribodiagnostik – Kategorie II

Oleje pro užitkové automobily a stroje

JIŘÍ KLAPKA
CERTIFIKOVANÝ TRIBODIAGNOSTIK

Úvod

Skupinou olejů, která je neustále v kvalitativních změnách, je oblast motorových olejů pro automobily. V této přednášce se budu zabývat nejnovějšími trendy v oblasti motorových olejů pro naftové motory užitkových automobilů a strojů. V průběhu posledních let zde zejména z důvodu legislativních změn limitů výfukových plynů došlo k výrazným změnám v oblasti vlastností, požadavků a chemického složení.

Legislativa a konstrukce motoru

Už od konce 80. let minulého století je hlavní technickou hybnou silou v oblasti spalovacích motorů legislativní omezení produkovaných výfukových plynů. V tabulce 1 je patrné, k jakým obrovským změnám u jednotlivých hodnocených součástí výfukových plynů za poslední období došlo. Všechny tyto výrazné změny měly vliv na konstrukci pohonné jednotky a samozřejmě i na motorový olej. Velký skok na hraně možného se odehrál právě mezi parametry pro EURO V a VI. Došlo, jak je patrné z tabulky, minimálně k 50% redukci.

Tabulka 1: *Charakteristika změn vyvolaných legislativními požadavky na emise výfukových plynů (https://www.infineuminsoght-2017/lower-emisions-by-design, 12. dubna 2017)*

Parametr	EURO V	EURO VI	Změna	Použité systémy
HC g/kWh	0,46	0,13	–72 %	Oxidační katalyzátor
Nox g/kWh	2,0	0,40	–80 %	EGR (recirkulace výfukových plynů SCR (selektivní katalytická redukce)
PM g/kWh	0,02	0,01	–50 %	Filtr částic
PN/kWh	-	$8{,}0 \times 10^{11}$		Filtr částic

Do konstrukce vstupují zejména systémy úpravy výfukových plynů – oxidační katalyzátory, speciální částicové filtry, využití SCR (selektivní katalytická redukce). V konstrukci motorů se uplatňují zejména velice přesné a rychlé elektronické systémy zajišťující spolu se sofistikovanými mechanickými částmi velice přesné a pro výfukové plyny vhodné spalovací podmínky. Uplatňují se i systémy zpětné recirkulace výfukových plynů do sání motorů. Všechny tyto systémy výrazně ovlivňují složení motorových olejů.

Vyžadovány jsou zejména vysoká odolnost vůči oxidačním dějům z důvodu zvýšených teplotních nároků na motorový olej, stabilita viskozitních vlastností pro bezporuchový chod rozvodových částí motorů pro zajištění optimálních podmínek spalování, vysoká kontrola tvorby vysokoteplotních i nízkoteplotních úsad v kontextu teplot v pístové skupině, recirkulace výfukových plynů a obsahu biosložky v motorové naftě, kontrola odparnosti oleje pro výrazné snížení kontaminace výfukových plynů ze strany odpařeného motorového oleje, kontrola chemického složení pro zajištění bezporuchové a dlouhodobé funkce katalytických systémů.

Tabulka 2: *Změny ve složení motorových olejů (https://www.infineuminsoght-2017/lower-emisions-by-design, 12. dubna 2017)*

Složka	ACEA E6-16	ACEA E9-16
Sulfátový popel % hmotnosti	≤ 1,0	≤ 1,0
Fosfor % hm.	≤ 0,08	≤ 0,12
Síra % hm.	≤ 0,30	≤ 0,40

V předcházející tabulce (tabulka 2) jsou prvky, které podléhají kontrole, ve složení motorového oleje jsou omezeny a rozhodují o použitelnosti konkrétního oleje v nejnovějších typech dieselových (naftových) motorů. Nové požadavky vedly tvůrce legislativy (specifikace a klasifikace) k doplnění a ke změnám testů pro motorové oleje, viz tabulka 3.

Tabulka 3: *Změny v požadavcích na vlastnosti motorových olejů (https://www.infineuminsoght-2017/lower-emisions-by-design, 12. dubna 2017)*

Test	ACEA E6-16	ACEA E9-16
CEC L-109 (kontrola oxidace s palivem s biosložkou)	++	+
OM646LA (kontrola opotřebení)	++	+
OM501LA (čistota pístu)	++	+
OM646 Bio (čistota pístu s palivem s biosložkou)	++	+
Cummins ISM (opotřebení způsobené sazemi)	N/A	++
Mack T12 (korozivní opotřebení)	+	++

Pro splnění těchto podmínek se na trhu objevila nová aditiva se sníženým obsahem kontrolovaných prvků a se zvýšeným důrazem na požadované vlastnosti, zejména v oblasti vysokých teplot. Nejnovější typy motorových olejů používají téměř výhradně oleje skupiny II, III, IV a V (dle API) s nízkou odporností a vysokou oxidační stabilitou.

Klasifikace, specifikace motorových olejů pro HD dieselové (naftové) motory

Nové požadavky na motorové oleje se promítají nejen do složení olejů, ale zejména do specifikací, klasifikací a OEM norem pro motorové oleje.

Typickým příkladem změn jsou doporučované viskozitní třídy dle SAE. Nejčastěji doporučovanou viskozitní třídou pro nejnovější typy motorů splňující normu EURO VI je SAE

Viskozitní klasifikace motorových olejů SAE J 300 01/2015

Viskozitní třída SAE	Dynamická viskozita mPa.s v CCS při teplotě °C max.	Mezní čerpatelnost viskozita mPa.s, °C	Kinematická viskozita při 100°C (mm²/s) min.	max.	Dynamická viskozita při 150°C (mPa.s)
0W	6200 při – 35	60 000 při - 40	3.8		
5W	6600 při – 30	60 000 při - 35	3.8		
10W	7000 při – 25	60 000 při - 30	4.1		
15W	7000 při – 20	60 000 při - 25	5.6		
20W	9500 při – 15	60 000 při - 20	5.6		
25W	13000 při - 10	60 000 při - 15	9.3		
8			4,0	6,1	1,7
12			5,0	7,1	2,0
16			6,1	8,2	2,3
20			6.9	9.3	2.6
30			9.3	12.5	2.9
40			12.5	16.3	2.9 a)
40			12.5	16.3	3.7 b)
50			16.3	21.9	3.7
60			21.9	26.1	3.7

a) pro třídy SAE 0W, 5W a 10W
b) pro třídy SAE 15W, 20W, 25W a 40

5 W-30. Doplňkovými viskozitními třídami jsou viskozitní třídy SAE 10 W-30, 10 W-40 a v nejmenší míře SAE 15 W-40. Tabulka 4 charakterizuje nejnovější trendy ve viskozitních parametrech tzv. „lehkoběžných" olejů. U HD dieselových (naftových) motorů se sice neprosazují, jak je tomu u malých benzínových motorů, viskozitní třídy SAE 0 W-20 nebo 0 W-16, ale to může být jen dočasný stav.

Změny se největší měrou promítly do výkonových specifikací, klasifikací a OEM norem. Na následujících řádcích jsou popsány nové specifikace pro HD dieselové (naftové) motory evropských výrobců automobilů ACEA a API, které jsou základem pro výrobce motorů a plně reflektují trendy změn.

Specifikace evropských výrobců motorů ACEA 2016

E: Oleje pro Heavy Duty dieselové (naftové) motory

E4 – Stabilní, stay-in-grade olej udržující čistotu, zajišťující vynikající kontrolu čistoty pístů, opotřebení, zacházení se sazemi a oxidační stabilitu maziva. Doporučuje se pro vysoce zatěžované vznětové motory splňující požadavky na emise Euro I, Euro II, Euro III, Euro IV a Euro V a pracující za velmi náročných podmínek, např. při výrazně prodloužených servisních intervalech výměny oleje podle doporučení výrobce. Je vhodný pro motory bez filtrů částic a pro některé motory s EGR a rovněž pro motory vybavené systémem redukce emisí NOx. Doporučení se však mohou mezi výrobci motorů lišit.

E6 – Stabilní, stay-in-grade olej zajišťující vynikající kontrolu čistoty pístu, opotřebení, zacházení se sazemi a oxidační stabilitu maziva. Doporučuje se pro vysoce zatížené vznětové motory splňující požadavky na emise Euro I, Euro II, Euro III, Euro IV, Euro V a Euro VI a pracující za velmi náročných podmínek, např. při výrazně prodloužených intervalech výměny oleje podle doporučení výrobce. Je vhodný pro motory s EGR, s filtrem částic nebo bez nich a pro motory vybavené systémem redukce emisí NOx. Kvalita E6 se důrazně doporučuje u motorů vybavených filtrem částic a je určena pro použití v kombinaci s naftou s nízkým obsahem síry. Doporučení se však mohou mezi výrobci motorů lišit.

E7 – Stabilní, stay-in-grade olej zajišťující efektivní ochranu s ohledem na čistotu pístu a oleštění válce. Dále zajišťuje vynikající kontrolu opotřebení, zacházení se sazemi a oxidační stabilitu maziva. Doporučuje se pro vysoce zatížené vznětové motory splňující požadavky na emise Euro I, Euro II, Euro III, Euro IV a Euro V provozované za náročných podmínek, např. při prodloužených intervalech výměny oleje podle doporučení výrobce. Je vhodný pro motory bez filtrů částic a pro většinu motorů s EGR a většinu motorů vybavených systémem redukce emisí SCR NOx. Doporučení se však mohou mezi výrobci motorů lišit.

E9 – Stabilní, stay-in-grade olej zajišťující efektivní ochranu s ohledem na čistotu pístu a oleštění válce. Dále zajišťuje vynikající kontrolu opotřebení, zacházení se sazemi a oxidační stabilitu maziva. Doporučuje se pro vysoce zatěžované vznětové motory splňující požadavky na emise Euro I, Euro II, Euro III, Euro IV, Euro V a Euro VI a provozované za náročných podmínek, např. při prodloužených intervalech výměny oleje podle doporučení výrobce. Je vhodný pro motory s filtry částic nebo bez filtrů a pro většinu motorů s EGR a pro většinu motorů vybavených systémy redukce NOx na bázi SCR. E9 se důrazně doporučuje pro motory vybavené filtrem částic a je navržen pro použití v kombinaci s nízkosirným palivem. Doporučení jednotlivých výrobců se však mohou lišit.

V průběhu letošního roku se očekává další pokrok ve vývoji motorových olejů a vypsání nových specifikací. Změny se týkají zejména oxidační stability, tvorby úsad a opotřebení. V neposlední řadě vznikají specifikace pro motorové oleje vhodné do moderních, energii šetřících spalovacích motorů se změněnými viskozitními požadavky. Typické parametry a posloupnosti jsou na následujících řádcích:

ACEA E6 → ACEA E8 (sulfátový popel 1%, P 0,08, S 0,3), navýšené požadavky na oxidační stabilitu → **ACEA F8** navíc „lehkoběžné" oleje (HTHSV 2,9–3,5, mPA.s)

ACEA E9 → ACEA E11 (sulfátový popel 1%, P 0,12, S 0,4), navýšené požadavky na oxidační stabilitu → **ACEA F11** navíc „lehkoběžné" oleje (HTHSV 2,9–3,5, mPA.s)

K obdobným trendům dochází i v klasifikacích dle API. Také tady dochází k významným změnám zaměřeným na životnost oleje a oleje podporujícího úsporu energie charakterizovanou oleji s viskozitními třídami SAE xW-30.

Nové klasifikace dle API

API CK-4 popisuje oleje pro použití ve vysokorychlostních vznětových motorech s čtyřdobým cyklem, které jsou navrženy tak, aby splňovaly standardy emisí výfukových plynů typu modelů roku 2017, stejně jako motorů předchozích modelových roků. Tyto oleje jsou určeny pro použití ve všech aplikacích s dieselovými palivy s obsahem síry do 500 ppm. Používání těchto olejů s obsahem síry vyšším než 15 ppm však může mít vliv na životnost katalyzátoru výfukových plynů nebo na interval výměny oleje. Jsou oleje obzvláště účinné při udržení životnosti systému řízení emisí, kde se používají filtry částic a další pokročilé katalytické systémy. Jsou navrženy tak, aby poskytovaly zvýšenou ochranu proti oxidaci oleje, ztrátám viskozity v důsledku smyku a provzdušňování oleje a také ochranu proti znehodnocení katalyzátoru, zablokování filtrů částic, opotřebení motoru, tvorbě úsad na pístu, degradaci oleje za nízkých a vysokých teplot a proti nárůstu viskozity související se sazemi. Oleje API CK-4 překračují výkonnostní kritéria API CJ-4, CI-4 s CI-4 PLUS, CI-4 a CH-4 a mohou účinně mazat motory vyžadující tyto kategorie služeb API.

API FA-4 charakterizuje oleje s viskozitními třídami dle normy SAE XW-30 speciálně vyvinuté pro použití ve vybraných vysokorychlostních vznětových motorech s čtyřdobým cyklem, které jsou navrženy tak, aby splňovaly emisní standardy 2017 pro skleníkové plyny (GHG). Tyto oleje jsou připraveny pro použití v silničních aplikacích s obsahem síry v motorové naftě do 15 ppm. Oleje API FA-4 jsou formulovány s HTHS 2,9 cP – 3,2 cP, což pomáhá snižovat emise skleníkových plynů. Tyto oleje jsou obzvlášť účinné při udržování životnosti systému řízení emisí, kde se používají filtry částic a další pokročilé katalytické systémy. Oleje API FA-4 jsou navrženy tak, aby poskytovaly zvýšenou ochranu proti oxidaci oleje, ztrátě viskozity způsobené smykem a provzdušňováním oleje, ochranu proti poškození katalyzátoru, zablokování filtrů částic, opotřebení motoru, tvorbě úsad na pístu, degradaci oleje za nízkých a vysokých teplot a proti nárůstu viskozity související se sazemi. Oleje API FA-4 nejsou vzájemně zaměnitelné ani zpětně kompatibilní s API CK-4, CJ-4, CI-4 s oleji CI-4 PLUS, CI-4 a CH-4. Informace o tom, zda jsou oleje API FA-4 vhodné pro použití, je možné najít v doporučeních výrobců motorů.

Závěr

Závěrem je možné charakterizovat základní trendy v oblasti motorových olejů pro užitkové automobily a stroje.

- Jednoznačný trend směrem k „lehkoběžným“ olejům SAE xW-30, úspora energie a paliva
- Vysoká kontrola oxidace a tvorby úsad
- Vysoká kontrola mazání a tvorby úsad při kontaminaci palivem (biosložkou) a produkty ze spalovacího procesu (sazemi)
- Vysoká spolehlivost oleje v souvislosti s funkcí rozvodů motoru, parametry oleje pod kontrolou i při vysoké kontaminaci oleje.

Recenzent
doc. Ing. Petr Kozák, CSc., OMV Česká republika, s. r. o.

Current situation regarding hydraulic fluids on the Czech market

Současný stav hydraulických kapalin na českém trhu

ING. PAVLA BAUEROVÁ
MOL ČESKÁ REPUBLIKA, S. R. O.

Anotace

Hydraulické oleje jsou jednou z nejprodávanějších skupin olejů na českém trhu. Největší podíl na trhu tvoří hydraulické oleje úrovně ISO-L-HM. V daných výkonnostních úrovních hydraulických olejů ale existují kvalitativní rozdíly. Výrobci hydraulických zařízení vyžadují lepší vlastnosti olejů, jako je vyšší čistota, delší životnost, posílené protiotěrové vlastnosti atd. Navzdory požadavkům výrobců však podíl prémiových hydraulických olejů vzrůstá velmi pomalu.

Annotation

The hydraulic oils are one of the bestselling lube category within Czech market. The hydraulic oils of specification ISO--L-HM have the largest market share. We find some quality differences in different performance levels of hydraulic oils. The demand of hydraulic equipment manufacturers (OEM) requires better oil properties such as higher purity, anti-wear properties and service lifetime etc. Despite of the OEM's requirements, the premium hydraulic oil share is growing very slowly.

Statistika

Podle statistických údajů České petrolejářské asociace (ČAPPO) se v České republice prodá více než 6 kilotun hydraulických olejů z domácí produkce a doveze se více než 17,5 kt ročně. Pokud do statistiky nebudeme započítávat oleje pod kódy nomenklatury 2710 19 99 90 (oleje ostatní) a 2710 19 99 20 (oleje pro technologické účely), kam lze zařadit procesní oleje, které nejsou primárně určeny pro mazání, ale vstupují do výrobních procesů jako surovina, zjistíme, že hydraulické oleje se podílejí na prodeji všech mazacích olejů více než 30% podílem z domácí produkce a 20% podílem z celkového dovozu olejů na český trh. Celkový objem hydraulických olejů prodaných v České republice je tedy přibližně 23 % z celkového množství olejů uvedených pod kódy nomenklatury 2710 19, jedná se tedy o největší skupinu olejů na trhu, a proto si právem

zaslouží naši pozornost. Tato statistika se příliš neliší ani od prodejní statistiky MOL ČR, kde objem prodaných hydraulických olejů činí přibližně 35 %.

Rozdělení hydraulických olejů

Hydraulické oleje rozdělujeme podle klasifikací DIN a ISO do následujících tříd podle složení, obsahu přísad a viskozitního indexu (Tabulka 1).

Nejběžnějším hydraulickým olejem používaným v České republice je hydraulický olej viskozitní třídy ISO VG 46, klasifikace DIN 51524-2 a ISO-L-HM. Dle našich údajů tvoří až 65 % z celkového prodaného množství hydraulických olejů. Avšak u hydraulických olejů podle DIN 51524-2 a příslušných viskozitních tříd existují u mnoha výrobců – včetně nás – kvalitativní (výkonnostní) rozdíly. Zatímco standardní hydraulické oleje ISO-L-HM se nejčastěji dodávají v cisternách, případně v IBC kontejnerech, prémiové hydraulické oleje stejné klasifikace DIN 51524-2 a ISO-L-HM se prodávají převážně v originálních sudových baleních. V čem se tyto prémiové hydraulické oleje liší?

Tabulka 1: *Rozdělení hydraulických olejů*

	ISO (DIN)	Složení	ISO VG	Obvyklé provozní teploty
MINERÁLNÍ hydraulické oleje (92% spotřeba)	HH (H)	Rafinované minerální oleje bez přísad	10, 22	+5 °C až +70 °C
	HL (HL)	Rafinované minerální oleje s AK & AO přísadami	32, 46	
	HM (HLP)	Rafinované minerální oleje s AK & AO & AW přísadami	32, 46, 68 a 100	
	HV	HM oleje s vysokým viskozitním indexem (nad 140)	15, 32, 46 a 68	
	(HLPD)	HM s detergenty a dispersanty	32 a 46	
	HS	Syntetické základové oleje (not fire resistant)	32 a 46	+5 °C až 100 °C
Ohnivzdorné hydraulické oleje (6% spotřeba)	HFA	Emulze – olej ve vodě (max. 20 % obj. olej)	10, 15, 22 a 32	+5 °C až 55 °C
	HFB	Emulze – voda v oleji (max. 60 % V/V olej)	22, 32, 46 a 68	+5 °C až 60 °C
	HFC	Vodný roztok polymeru (35–55 % V/V voda)	15, 22, 32 a 46	–30 anebo –20 °C až 55 °C
	HFD	Bezvodá syntetická kapalina	46, 68 a 100	–20 anebo 0 °C až +150 °C
Nehořlavá voda		Voda + antikorozní přísady	1 mm²/s, 20 °C	+5 °C až 50 °C
Biologicky lehce odbouratelné hydraulické kapaliny (2% spotřeba)	HETG	Triglyceridy (rostlinné oleje)	32, 46 a 68	–10 °C až +60 °C
	HEES	Syntetické estery	32, 46 a 68	–20 °C až 80 °C (krátkodobě <100 °C)
	HEPG	Polyglykoly (syntetické kapaliny)	32, 46 a 68	–30 °C až +90 °C
	HEPR	Polyalfaolefiny a podobné uhlovodíky	32, 46 a 68	

Prémiové hydraulické oleje

Standardní minerální oleje se vyrábějí většinou ze základových olejů Group I, což jsou selektivní rafináty, a z části ze základových olejů Group II a jako aditivum se používá ZnDTP (dialkyldithiofosfát zinku). Prémiové hydraulické oleje jsou převážně vyráběny z olejů z Group II a olejů Group III, na trhu se začínají objevovat i syntetické oleje z Group IV na bázi polyalfaolefinů. Jako aditiva jsou zde používány komplexní balíky aditiv a mnohdy aditiva bez obsahu popelatvorných látek (zinku a vápníku). Prémiové hydraulické oleje se vyznačují vynikající oxidační stabilitou a dlouhou životností a byly navrženy podle požadavků výrobců hydraulických zařízení, zejména vstřikolisů (Engel, Parker Hanifin /Denison/, Bosch Rexroth, Arburg, Kraus-Maffei). Požadavky výrobců jsou přísnější například v kódu čistoty.

	Požadavek na kód čistoty ISO 4406
DIN 51524	21/19/16
GM requirement	17/15/12
METSO OEM	20/16/12
Kraus-Maffei vstřikolisy	18/15/11
Bosch Rexroth	21/19/16
MOL Hydro HME 46	19/17/14
MOL Hydro HME 46 HP	17/15/12

Výrobci hydraulických zařízení jsou si vědomi, že bezpečný a spolehlivý provoz průmyslových a mobilních zařízení je možný pouze s dobře zvolenou hydraulickou kapalinou určenou pro danou aplikaci. Hydraulická kapalina musí nejenom dobře přenášet výkon, ale i mazat, snižovat tření, odvádět teplo a chránit zařízení vůči korozi. Dalším indikátorem výkonnosti hydraulických kapalin je také filtrovatelnost v suchých a vlhkých podmínkách. Blokované filtry mohou být velkým problémem pro údržbu hydraulických kapalin v terénu. Prémiové hydraulické kapaliny si zachovávají vynikající filtrovatelnost dlouhodobě. Rostoucí nároky na stroje a zařízení neustále zvyšují požadavky na hydraulické kapaliny, proto výrobci zařízení zavádějí vlastní, přísnější specifikace (viz Tabulka 2).

Například výrobce Bosch Rexroth zavedl novou, vylepšenou specifikaci Bosch Rexroth RDE 90235, která výrazně překračuje požadavky současných norem DIN a ISO. Test RDE 90235 sleduje chování hydraulického čerpadla a hydraulického pohonu i za reálných provozních podmínek. Obvyklé testy pracovaly při tlaku 350 barů, nový test hodnotí oleje při tlaku 550 barů. Tato metoda je určena jak pro minerální hydraulické oleje, tak i pro biologicky odbouratelné oleje a ohnivzdorné hydraulické kapaliny a plně nahrazuje původní normy RD 90220-01

Tabulka 2

Specifikace	Typické požadavky
DIN 51524 -2	Základní požadavky na HM/HLP oleje (viskozitní index, kód čistoty, AK & AO & AW vlastnosti)
SEB 18122	Požadavky DIN + vylepšené AW a EP vlastnosti (German steel industry)
Bosch Rexroth	Požadavky DIN + zvýšená tepelná stabilita, nízká tendence k tvorbě kalů, zkouška vysokotlakým čerpadlem, zvýšená odolnost vůči opotřebení
Eaton/Vickers	Požadavky DIN + zvýšená odolnost vůči opotřebení (test na čerpadle)
Cincinnati-Machine	Požadavky DIN + zvýšená teplotní stabilita, nízká tendence k tvorbě kalů
Denison HF-1	Požadavky DIN + nízká tendence k tvorbě kalů, zkouška na pístovém čerpadle
Denison HF-2	Požadavky DIN + nízká tendence k tvorbě kalů, test na lopatkovém čerpadle
Denison HF-0	Denison HF-1 + HF-2 + hydrolytická stabilita + filtrovatelnost + požadavek na rychlou separaci vzduchu (nízká pěnivost)

(pro minerální hydraulické oleje) a RD 90221-01 (pro biologicky odbouratelné hydraulické oleje). Testování probíhá v několika cyklech při různě vysokých tlacích a při nízkých i vysokých teplotách po několikahodinovou dobu provozu čerpadla. Sleduje se opotřebení a kompatibilita s materiály i změna fyzikálně-chemických vlastností oproti počátečním hodnotám hydraulického oleje.

Jednu z nejvyšších výkonnostních úrovní hydraulických olejů předepisuje specifikace Denison HF-0, která zahrnuje testy vůči opotřebení na pístovém (čerpadlo P46) a lamelovém čerpadle (čerpadlo T6C). Mimo opotřebení čerpadla se hodnotí anilinový bod, pěnivost, životnost TOST, filtrovatelnost a hydrolytická stabilita.

Portfolio hydraulických olejů MOL

Rozdíly v kvalitě mezi hydraulickými kapalinami dostupnými na trhu jsou tedy v některých případech enormní, ačkoli všechny splňují minimální požadavky standardů. Tzv. prémiové hydraulické kapaliny zlepšují provozní bezpečnost, snižují pravděpodobnost poruch čerpadla, zaručují nižší prostoje i celkové náklady na údržbu. Z našich zkušeností však tyto typy tvoří maximálně 10 % z prodaného množství hydraulických olejů stejné viskozitní třídy a výkonnostní úrovně. (viz Tabulka 3)

Speciální hydraulické oleje ISO-L-HV

I v případě hydraulických olejů s vysokým viskozitním indexem najdeme rozdíly. Tzv. vícestupňové hydraulické oleje nacházejí uplatnění především v mobilních zařízeních anebo při vysokých provozních teplotách (nad 80 °C v teplotně namáhaných místech). Hydraulické oleje s vysokým viskozitním indexem zajišťují spolehlivý celoroční provoz u stavební a zemědělské techniky, v dopravě atd., a to včetně studených startů při nízkých teplotách (pod –30 °C). Požadavek normy DIN/ISO limit pro HV/HVLP na viskozitní index oleje je min. 140. Bod tekutosti musí být nižší než –30 °C. Mezi další parametry patří samozřejmě i protiotěrové vlastnosti a oxidační stabilita, filtrovatelnost, která odkazuje na již zmíněné specifikace. Avšak požadavky některých výrobců zařízení jsou ještě přísnější, zejména pokud se jedná o výrobce mobilního zařízení, který exportuje do celého světa, včetně arktických nebo naopak rovníkových oblastí. Prvonáplně pro tato zařízení tak musejí vyhovovat vlastním parametrům zákazníka, viskozitní index hydraulických olejů musí být vyšší než 200 a bod tekutosti nižší než –50 °C. Oleje musejí mít například minimální obsah vody a vynikající odlučivost vzduchu. Právě tvorba bublin v hydraulickém oleji může způsobovat trhavé pohyby např. v tlumičích, větší namáhání pístu a tím i zvýšené opotřebení.

Ostatní hydraulické oleje

Níže uvádíme ostatní hydraulické oleje, které se vyskytují na českém trhu:

- Biologicky odbouratelné oleje – Jejich povinnost používání je definována zákonem o lesích č. 289/95 Sb. Bioodbouratelné oleje tvoří přibližně 2 % celkové spotřeby hydraulických olejů v ČR a jejich spotřeba má mírně vzrůstající tendenci. Převažují zejména hydraulické oleje na bázi syntetických olejů, které mají lepší oxidační stabilitu oproti rostlinným hydraulickým olejům. Nejnovějším trendem jsou oleje na bázi nasycených esterů, které jsou však výrazně dražší.
- Ohnivzdorné hydraulické kapaliny – Jsou používány v provozech se zvýšeným nebezpečím požáru, jako jsou ocelárny, slévárny, kovárny, důlní provozy aj. Spotřeba se pohybuje v rozmezí 4–8 % z celkového množství hydraulických olejů.
- Hydraulické oleje pro potravinářství – Jde o hydraulické oleje v potravinářské kvalitě splňující specifikaci NSF H1 na bázi polyalfaolefinů nebo i bílé medicinální oleje, které mohou splňovat i NSF kategorii 3-H pro přímý styk s potravinami. Jejich spotřeba je nižší než 1 %.
- Hydraulické oleje pro letectví – Oleje musejí splňovat specifikace pro letectví (DCSEA, MIL-PRF, DEF STAN, vojenské specifikace NATO H-5) apod. Hydraulické oleje pro letectví jsou na bázi speciálních minerálních olejů, ale převážně jsou vyrobeny ze syntetických olejů (PAO, estery, fosfátové estery), mají definovanou čistotu a vynikající teplotně-viskozitní vlastnosti. Jejich spotřebu na českém trhu nelze přesně stanovit, v případě letectví se jedná o nadnárodní dopravní společnosti Boeing či Airbus. Jsou určeny rovněž pro vojenskou techniku Armády ČR, kde je spotřeba cca 10 000 litrů ročně.

Zdroje:

- Statistika prodeje olejů a maziv MOL ČR
- Prezentační materiály MOL Lubricant a běžně dostupné informace a údaje
- LOULA, Václav, PODRAZIL, Miloš. Statistika maziva 2016 – ČAPPO (ČSÚ, MPO). Březen 2017
- LOULA, Václav, PODRAZIL, Miloš. Statistika maziva 2017 – ČAPPO (ČSÚ, MPO). Březen 2018

Literatura:

1. BLUM, Karl-Heinz, ELLENRIEDER, Klaus. Fluid Rating.

Tabulka 3: *Portfolio hydraulických olejů MOL*

	MOL hydraulické oleje	Přínos
Prémiové hydraulické oleje	Hydro HM AL Hydro HM 46 AL Extra (NAS 6)	Extra dlouhý výměnný interval
	Hydro HME Hydro HME 46 HP (NAS 6)	Dlouhý výměnný interval
	Hydro HLPD 46 AL (NAS 6, FZG 12)	Müller Weingarten
	Hydro HLPD	Prašné a mokré prostředí
	Hydro HVD 46	MAN N 698
	Hydro HV	Vysoká střihová stabilita v širokém rozsahu pracovních teplot
Standardní hydraulické oleje	Hydro HVLP	Spolehlivá ochrana zařízení
	Hydro HM	Spolehlivá ochrana zařízení
	Madit OH HM	Spolehlivá ochrana zařízení

Lube Magazine on-line. Červenec 2018. Dostupné na http://www.lube-media.com/wp-content/uploads/Bosch-Rexroth-LUBE-Online-July18-v4.pdf
2. PARREAU, Ph. Hydraulic fluid used in piston, vane, valve. Parker Denison vane technology. Leden 2014 Dostupné na http://fluidsinfo.pagesperso-orange.fr/Procedures/H30585%20rev%20a.pdf

Recenzent
Klapka Jiří, VALAR Czech Oil a.s., Praha; osoba certifikovaná na funkci Technik diagnostik tribodiagnostik – Kategorie III

The importance of Tribo-technical Diagnostics in the operation of hydraulic machines

Význam tribotechnické diagnostiky v provozu hydraulických zařízení

ONDŘEJ ŠVEC, DIS., VLADISLAV MAREK
TRIFOSERVIS ČELÁKOVICE

Anotace

Hydraulická zařízení jsou velmi citlivá na kvalitu a dobrou technickou kondici hydraulických olejů. Kromě standardních parametrů, jako jsou viskozita, obsah vody či číslo kyselosti, musí být kladen velký důraz zejména na čistotu oleje. Díky novým metodám můžeme obsah nečistot monitorovat již v zárodku a eliminovat případné škody či odstávky navržením vhodného řešení, jako je třeba filtrace.

Annotation

Hydraulic devices are very sensitive to the quality and good technical condition of hydraulic oils. In addition to the standard parameters such as viscosity, water content or acidity number must be placed great emphasis in particular on the purity of the oil. Thanks to new methods we can already monitor the content of impurities at the very beginning and thus eliminate possible future damage or shutdowns by suggesting suitable precautions, such as filtration.

Provozní diagnostika

V provozu lze velmi těžko určit přesný technický stav olejové náplně. Rozhodující je rozbor v laboratorních podmínkách. Nicméně pomocí vizuální kontroly můžeme sledovat například kritický obsah vody (zákal) nebo nám může o změně technického stavu něco říci i změna barvy olejové náplně (oxidační produkty). Existují také mobilní sledovací zařízení, avšak chybovost měření bývá výrazně větší než v laboratoři. Vhodné je nastavit si management sledování jednotlivých zařízení a průběžně sledovat trendy změn. Při výměnách olejových náplní či spouštění nového stroje není také úplně od věci udělat si vstupní rozbor náplně, aby se následně daly pozorovat změny způsobené provozem.

Diagnostika

Když vzorek dostaneme do laboratoře, je potřeba určit si prioritní parametry pro sledování trendů. Určitě by se měla průběžně sledovat kinematická viskozita při 40 °C, obsah vody, číslo kyselosti a nečistoty. Zevrubnější rozbor by měl zahrnout také obsah antioxidantů, deemulgační schopnost, obsah prvků (otěrové kovy nebo aditivační prvky), případně bod vzplanutí, i když tento parametr se v hydraulických systémech neobjevuje jako špatný příliš často i při dlouhodobém provozu náplně.

Nečistoty

Jak už bylo řečeno, u hydraulických olejů jsou nejčastějším problémem přítomné nečistoty. U měření nečistot máme několik možností, jak sledovat stav. Jedná se o metodu membránové filtrace a následné vážení nečistot, měření částicových nečistot, měkké kaly a nově dle metodiky CPA. Nejlepší je samozřejmě kombinace metod. U hydraulických olejů se speciálně vyplatí sledovat zároveň částicové nečistoty dle ISO/NAS a měkké kaly. Do tohoto portfolia by bylo vhodné zařadit i novou metodiku CPA, tedy měření měkkých kalů průsvitem.

MPC – měkké kaly

V diagnostikování přítomnosti měkkých kalů nastal průlom s příchodem normy ASTM D 7843-12[1] z prosince roku 2012. Tato norma přesně definuje kolorimetrické postupy při identifikaci měkkých kalů pomocí membránového filtru 0,45 µm.

Zkušební membrány

Následně se sleduje barevnost filtru pomocí speciálního kolorimetru. Výsledky uvádíme v hodnotách ΔE. Je vždy vhodné měřit hodnoty kalů, i když například částicové měření ISO/NAS nevykazuje obsah nečistot. Čítače částic totiž velmi jemné měkké kaly nedokážou zachytit, a proto je důležité kombinovat několik metod ke zjištění nečistot, včetně měkkých kalů.

Jak číst hodnoty ΔE?

ΔE < 15 normální stav – olej ponechat v provozu

ΔE 15–30 zhoršený stav – upozorňuje na fakt, že v oleji je více kalů

ΔE 30–40 abnormální stav – hodnota úsad je vysoká; je nutné nasadit jemnou filtraci a zkontrolovat funkční uzly zařízení

ΔE > 40 kritický stav – potenciál tvorby úsad je velmi výrazný; olej je v podstatě „zralý" na výměnu

Naše laboratoř jako doporučující hodnotu pro filtraci uvádí hodnotu ΔE větší než 20. Pro výměnu olejové náplně se rozhodujeme při překročení hranice ΔE 40. Zde je ale nutné posoudit ještě další měřené parametry. Jak již bylo výše psáno, není úplně vhodné zaměřit se pouze na hodnoty měkkých kalů, ale udělat i o něco zevrubnější a komplexnější rozbor, včetně sledování jiných spekter nečistot, jako je CPA, váhové měření nečistot či sledování obsahu částic.

CPA – měkké kaly průsvitem

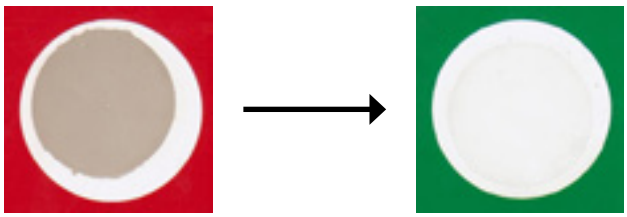
Novinkou posledních let je sledování měkkých kalů průsvitem filtrační membrány. Na rozdíl od běžného MPC je přístroj schopen detekovat kaly zachycené uvnitř filtru a s předstihem zjistit potenciál tvorby. Kaly jemnější než 0,45 µm protečou póry filtrační membrány a usadí se uvnitř. Membrána se zvenku může tvářit jako zcela bílá, ale uvnitř filtru může být usazeno již kritické množství menších kalů, které čekají na svou příležitost. Tyto drobné kaly jsou možná ještě nebezpečnější, protože jsou velmi těžko detekovatelné. Metoda CPA[2] je s velkou přesností může odhalit včas.

Hodnoty √ΔE CPA při měření průsvitem filtru

Třída 1 – √ΔE < 15	dobrý stav
Třída 2 – √ΔE 15,1 – 17	vyhovující stav
Třída 3 – √ΔE 17,1 – 19	sledovat
Třída 4 – √ΔE 19,1 – 20	výstraha
Třída 5 – √ΔE > 20	kritický stav

Filtrace měkkých kalů

Námi doporučovanou technikou pro odstranění měkkých kalů je jednoznačně jemná obtoková filtrace. Výsledky některých filtrací jsou opravdu velmi výrazné, což dokazuje níže uvedený reálný příklad z praxe (olejová náplň cca 500 litrů). Filtrační zařízení by mělo být součástí každého provozu, aby bylo možné rychle reagovat na negativní aspekty, na něž upozorní tribotechnická laboratoř.



Jak vypadají měkké kaly na membráně 0,45

Hydraulický olej

Před filtrací	*Po filtraci*
ΔE = 32,9	***ΔE = 3,3***

Měkké kaly jsou na filtru 0,45 jasně identifikovatelné. Dalo by se říci, že lze vytvořit etalon pro porovnávání kalů pouhým okem. Je to ale dosti zavádějící metoda a naprostou jistotu nám v hodnocení konkrétní hodnoty dodá pouze kolorimetr. Různé odstíny zachycené na filtru mohou totiž lidské oko zmást.

Příklady hodnot na filtru 0,45

ΔE = 77,1	***ΔE = 45,5***	***ΔE = 34,8***	***ΔE = 14,2***

Závěr

Nejdůležitějším faktorem je sledování trendů u všech měřených aspektů. Je potřeba, aby údržba v provozu sledovala jednotlivé parametry v průběhu času. Ideálním řešením je udělat rozbor nového oleje v náplni zařízení a následně pozorovat změny jednotlivých parametrů. Díky této metodě dokážeme i odhadnout, jak dlouho nám olejová náplň v konkrétním zařízení vydrží provozuschopná i po další výměně. Je nutné provádět pravidelnou kontrolu, protože dle statistik mají špatné provozní kapaliny v hydraulických zařízeních na svědomí až 82 % všech poruch. Zavedení kontrol přináší značné úspory, a to jak na olejích, tak na poruchách systému a hlavně na prostojích jednotlivých zařízení. Vynaložené náklady na provedené rozbory jsou v celkovém kontextu minimální.

Literatura a použité normy

[1] ASTM D 7843-12MPC
[2] Manuál k přístroji CPA – INTRIBO, s. r. o., 2018
[3] Metodiky společnosti TRIFOSERVIS

Recenzent
Ing. Hrabec Ladislav, Ph.D., VŠB – Technická univerzita Ostrava; osoba certifikovaná na funkci Technik diagnostik tribodiagnostik – Kategorie II

MURR ELEKTRONIK

stay connected

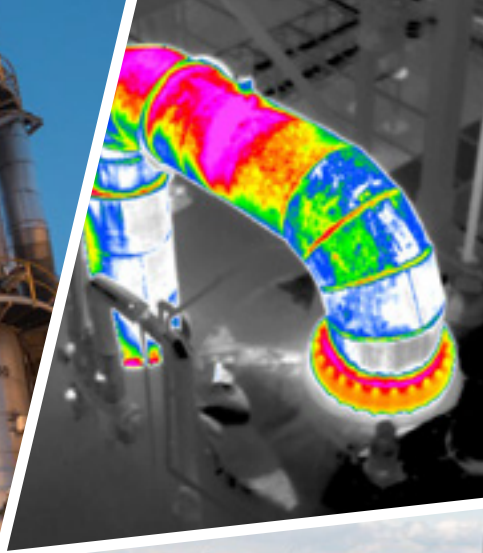
Držte krok

s technologickým vývojem.

Budoucnost je plná výzev,
a my máme ty správné
odborníky pro jejich pokoření.

NEXT LEVEL SOLUTIONS
Smart Service for Smart Systems

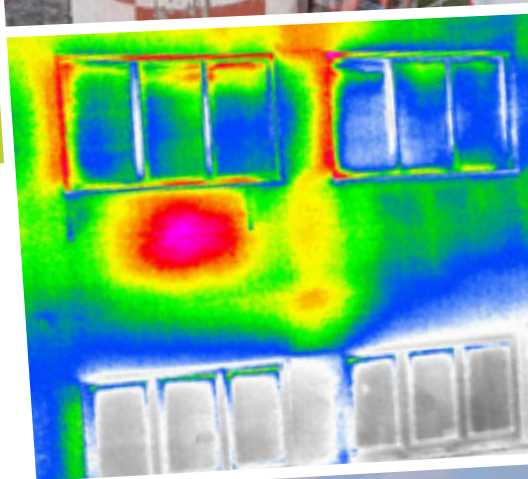
www.murrelektronik.cz



VERTICALIMAGES

AERIAL PERSPECTIVE

www.verticalimages.cz



- výškové inspekce pomocí dronů
- letecké mapování letecké fotografie a video
- prodej a výroba dronů, školení pilotů