

TECHNICKÁ DIAGNOSTIKA

1

**Jak vznikl projekt TRIBOTECHNIK JUNIOR –
Příběh z dílny, který přerostl v odborný program**

2

**Pokročilé technologie re-rafinovaných olejů –
energeticky a ekologicky udržitelná budoucnost maziv**

3

**Jak špatná provozní kapalina znemožnila
konání hokejového utkání extraligy**

4

**Vliv tribotechnické diagnostiky
na údržbu**

5

**Formulace motorových olejů v nových
podmínkách technického rozvoje**

Vážení přátelé technické diagnostiky, o vzrůstajících nárocích na provozní kapaliny v souvislosti s úsporami energií tu v minulých číslech bylo již mnohé napsáno. Jakým směrem se reálně ubírá vývoj mazání, tření, mazacích olejů a dalších provozních kapalin, se ke čtenářům dostane v několika článcích. Články propagují společná témata technické diagnostiky a vývoje provozních kapalin. Např. je možné zmínit stěžejní mazivářský výrobek, jakým je motorový olej pro spalovací motory. Při jeho současném vývoji dochází k absolutní proměně funkce oleje v motoru, i ke změnám ve složení. Bohužel se spolu s legislativním tlakem dostává do popředí i „dezinformační“ pohled na tření, mazání, maziva a další provozní kapaliny. Informací se zcela nesmyslnými popisy a závěry spíše přibývá, než ubývá.

Věřím, že následující články a níže popsána iniciativa pro mladé tribotechniky přinesou do našeho oboru více vědecké odbornosti.

O tom, že tribodiagnostika rozhodně má smysl a budoucnost spočívá na mladých lidech, je možné se přesvědčit na následujících řádcích.



*Jiří Klapka, CTD, vedoucí odborné skupiny tribodiagnostiky
Libor Frolich, CTD, MERLIN-PLUS spol. s r.o.*

Jak vznikl projekt TRIBOTECHNIK JUNIOR – Příběh z dílny, který přerostl v odborný program

Projekt TRIBOTECHNIK JUNIOR nevznikl na papíře ani na poradě – zrodil se z praxe. Kořeny sahají ke konkrétní situaci na Střední škole technické a ekonomické v Brně (SŠTE Brno), kde jsme se při jedné z návštěv setkali s vyučujícími a vedením školy.

V dílnách této školy se potýkali s opakovaným problémem kazící se emulzní kapaliny ve strojích. Vznikaly zápachy, technologické komplikace a zvyšovalo se riziko kožních potíží žáků. Během našeho zásahu při hledání příčiny a zavádění nápravných opatření nás pedagogové začali zaplavovat dotazy: Proč se kapalina kazí? Jak se má správně kontrolovat? Jak se o ni starat? Jak často ji měnit?

Tehdy jsme si uvědomili, jak podstatně schází systematické vzdělávání v oblasti tribotechniky, maziv a péče o stroje – tedy oblastí, které jsou naprosto klíčové pro každého budoucího technika či strojníka, ale nejsou součástí vzdělávacích osnov.

Od řešení konkrétního problému k myšlence komplexního programu

Z původního záměru „vyřešit technický problém“ se postupně stalo pravidelné zaškolování učitelů a konzultace správných postupů v péči o obráběcí kapaliny. Společně s pedagogy jsme začali navrhovat základy výuky pro žáky, která by byla praktická, odborně správná a zároveň využitelná v budoucím zaměstnání.

Tak se zrodil první koncept vzdělávacího bloku pod názvem „Základní principy olejů a maziv – Obráběcí kapaliny“. Tento blok jsme následně začlenili do výuky technických oborů. Nyní máme za sebou čtyři úspěšné roky realizace modulu a výuka se stala součástí běžné školní praxe.

Zájem roste – spolu s ním i vize projektu

Zkušenosti a pozitivní ohlasy z výuky na SŠTE Brno nás povzbudily a motivovaly. Postupně se přidávají další školy a my vidíme, že zájem o tribotechniku a diagnostiku roste – nejen mezi učiteli, ale i mezi samotnými studenty. Tito studenti získávají praktické dovednosti, které jim poskytují výhodu na trhu práce i lepší pochopení strojních procesů.

To nás vedlo k další myšlence: Proč by žáci nemohli získat certifikaci? Proč nevytvořit systém, který by uznával jejich odborné znalosti a dovednosti?

Co TRIBOTECHNIK JUNIOR přináší

Program byl vytvořen ve spolupráci odborníků z firem MERLIN-PLUS, TotalEnergies, Trifoservis a pedagoga SŠTE Brno. Hlavními hybateli tohoto projektu jsou od začátku Libor Frolich, CTD., a Mgr. Josef Korčák, MBA. **Jeho cílem je:**

- zavést systematickou výuku tribotechniky na středních školách,
- propojit teorii s reálnou praxí prostřednictvím praktických cvičení a měření,
- zavést certifikační systém, který studentům otevře dveře do praxe, nebo i na vysoké školy,
- budovat odborné sebevědomí mladých techniků, kteří chápou důležitost údržby, diagnostiky a mazání.

Z TRIBOTECHNIKA JUNIORA roste budoucnost techniků

Projekt TRIBOTECHNIK JUNIOR tak dnes již není jen jedním výukovým blokem, ale rostoucím systémem vzdělávání, který má potenciál ovlivnit přípravu mladé generace techniků v celé České republice. **Vzniká koncepce:**

- certifikovaných kurzů,
- jednotné výukové metodiky,
- propojení s odborníky z praxe,
- spolupráce mezi školami, firmami i státní správou.

TRIBOTECHNIK JUNIOR se stává mostem mezi školou a průmyslem. Podporuje technické myšlení, zvyšuje kompetence žáků a reaguje na požadavky trhu práce. Již máme záštitu Ministerstva průmyslu a obchodu, ATD ČR, z.s. a usilujeme o záštitu Ministerstva školství, abychom mohli projekt rozšířit i do dalších krajů. Naším cílem je, aby se do budoucna tribotechnika stala standardní součástí výuky v technických oborech a žáci mohli odcházet ze škol nejen se základními znalostmi, ale i s odborným certifikátem, který jim otevře dveře do praxe nebo pomůže při přijetí na vysokou školu.

Výsledkem není jen zlepšení péče o stroje ve školních dílnách. Je jím především formování nové generace techniků, kteří budou schopni chápat a řešit problémy s komplexním přístupem. Přesně takové odborníky dnešní průmysl potřebuje.

Projekt, který začal v jedné dílně řešením nepříjemného zápachu z emulze, dnes pomáhá budovat odborné sebevědomí nové generace techniků. A to je podle nás ten nejlepší důkaz, že má smysl.

Pokročilé technologie re-rafinovaných olejů – energeticky a ekologicky udržitelná budoucnost maziv

Anotace / Abstract

Článek představuje re-rafinované základové oleje (RRBO) jako ekologicky a energeticky udržitelnou alternativu ke konvenčním olejům. Popisuje klíčové technologie rerafinace, ekologické přínosy, aktuální vývoj trhu a legislativní trendy. Zaměřuje se na výzvy v dostupnosti surovin a technologické náročnosti, ale zároveň zdůrazňuje pozitivní výhled díky rostoucí poptávce a inovacím v oblasti maziv.

The article introduces re-refined base oils (RRBO) as a sustainable alternative to conventional base oils. It outlines key refining technologies, environmental benefits, market trends, and regulatory developments. Despite challenges in feedstock availability and process complexity, RRBO show strong future potential driven by increasing demand and innovation in the lubricants industry

Úvod

Přechod k udržitelným postupům v různých odvětvích je v posledních letech významný, průmysl olejů a maziv není výjimkou. Re-rafinované základové oleje (Re-Rafined Base Oils – RRBO) stojí v čele této transformace a nabízejí udržitelnou alternativu ke konvenčně získaným základovým olejům



STR Tecoil, finská společnost a lídr v oblasti nakládání s odpadními oleji a jejich zpracování

recyklací již použitých olejů. Rafinace upotřebených olejů nejen zlepšuje kvalitu opakovaně používaných základových olejů, ale také významně přispívá ke snížení dopadu tohoto průmyslu na životní prostředí. Tento článek se zabývá technologií výroby re-rafinovaných základových olejů, jejich výhodami, výzvami a budoucími perspektivami odvětví.

Proces rerafinace základových olejů

Zpracování použitých olejů zahrnuje odstranění nečistot, jako je voda, nerozpustné nečistoty a rezidua vyčerpaných přísad, aby se vyrobily základové oleje, které jsou téměř stejně čisté jako jejich konvenční protějšky získané z rafinace ropy.

Proces obvykle zahrnuje několik klíčových kroků:

- 1. Dehydratace:** odstranění vody
- 2. Destilace:** rozdělení použitého oleje do různých frakcí
- 3. Extrahování rozpouštědlem:** odstranění kontaminantů a nežádoucích sloučenin
- 4. Hydrogenace:** zlepšení chemické stability spolu se změnou barvy oleje

Tyto procesy jsou navrženy tak, aby zajistily, že rerafinované základové oleje splňují běžné standardy kvality, mezinárodní specifikace i přísné standardy automobilních výrobců.

Použité technologie se samozřejmě liší v závislosti na výrobním závodu, např. v Řecku, Itálii, Finsku, Německu či USA. V zásadě jsou ale velmi podobné postupům v konvenčních rafinériích.

Ekologické výhody

Ekologické výhody používání re-rafinovaných základových olejů jsou značné. Odpadní oleje jsou totiž největší skupinou nevodného kapalného nebezpečného odpadu na světě. Podle studie GEIR (European Grouping of the Regenerative Industry,

a member of the Union of the European Lubricants' Industry UEIL) životní cyklus rerafinovaných základových olejů vykazuje snížení emisí CO₂ až o 71 % ve srovnání s konvenční výrobou základových olejů. Toto významné snížení je především důsledkem opětovného využití existujících materiálů a vyžaduje méně energie a zdrojů.

Použití RRBO také pomáhá zmírňovat ekologická rizika jako znečištění půd a vod spojená s nesprávnou likvidací použitých olejů.

Dynamika trhu

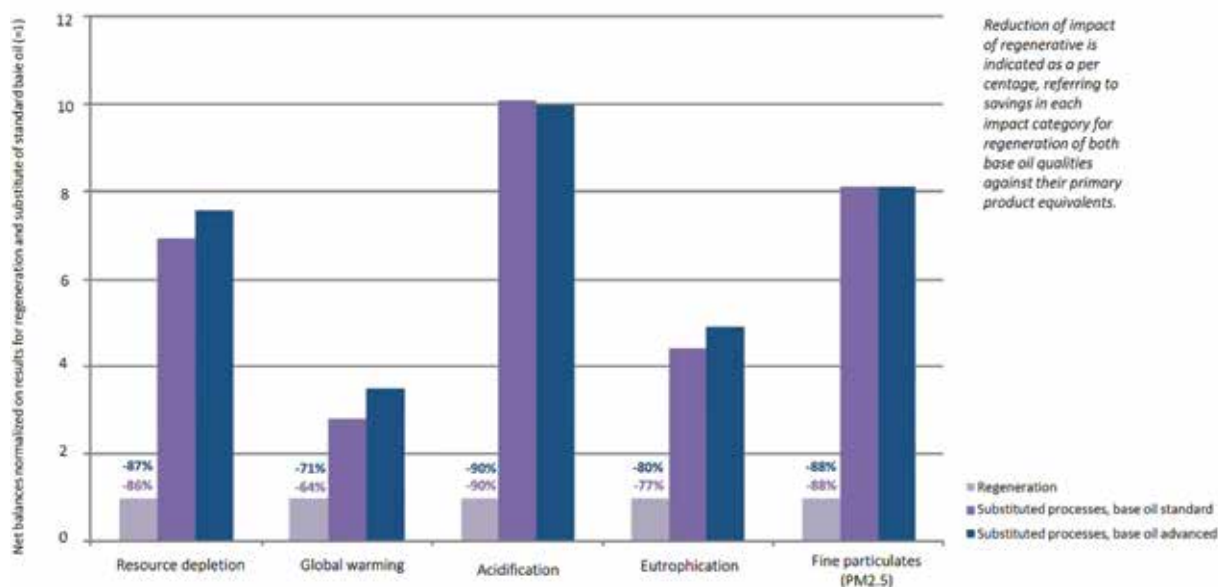
Trh s re-rafinovanými základovými oleji roste, protože více průmyslových odvětví uznává důležitost udržitelných postupů. Poptávka po RRBO je poháněna rostoucí striktností environmentálních předpisů a zvyšujícím se povědomím o výhodách re-rafinčního procesu. Trh by měl růst o to více, čím více zemí zavádí přísnější předpisy pro likvidaci použitých olejů a podporuje zpětný odběr a recyklaci minerálních produktů. Navíc již nyní někteří OEM výrobci začínají vyžadovat určitý minimální obsah RRBO ve schválených motorových olejích.

V zemích jako Turecko, Čína a Indie je nyní legislativně vyžadován jasný procentuální podíl re-rafinovaného oleje v minerálních olejích. Tento požadavek se má navíc v následujících

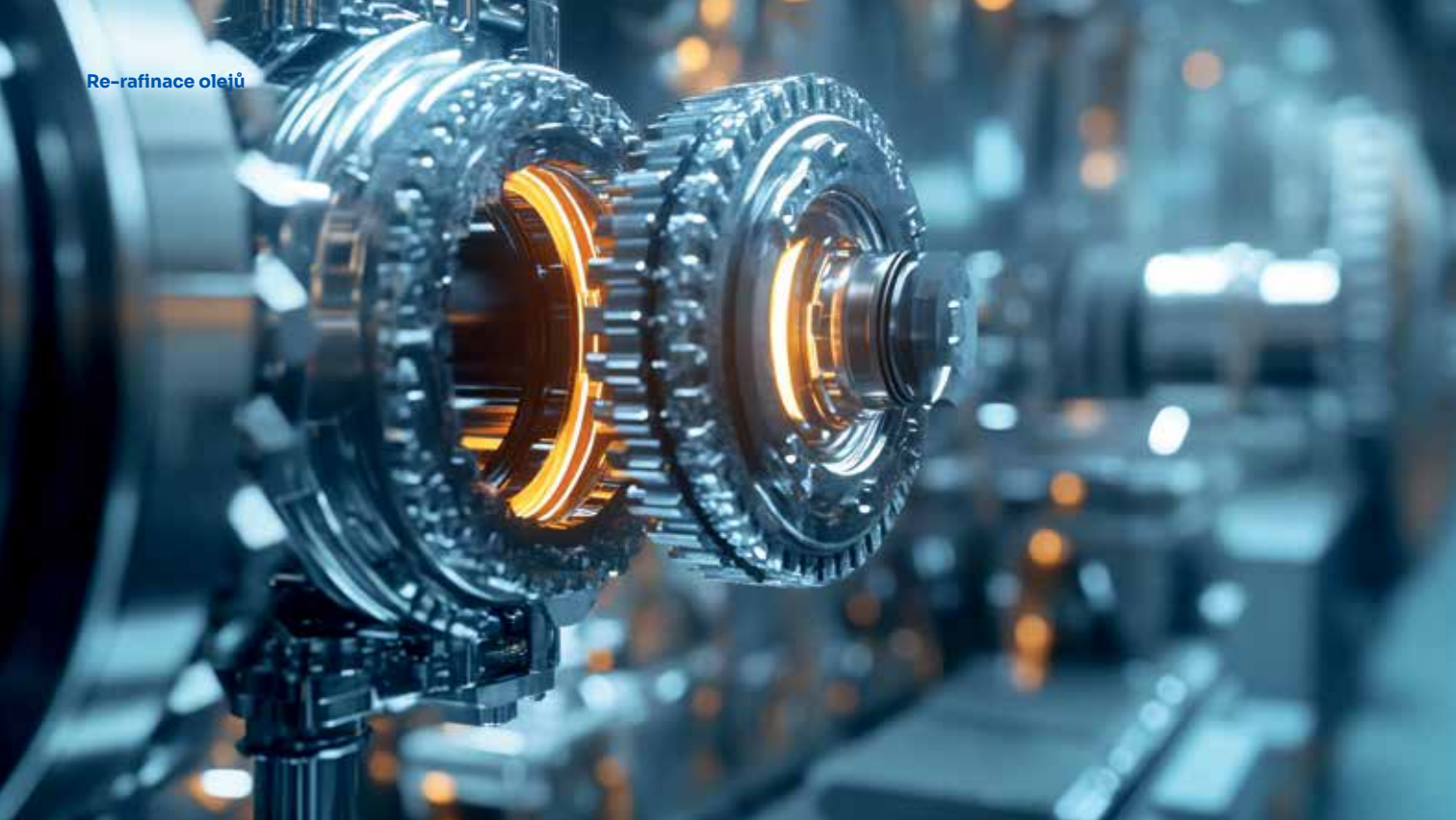
letech zpřísnit, což odráží širší trend směrem k začlenění RRBO do finálních produktů. Tyto a další chystané předpisy jsou klíčové pro RRBO, resp. jejich přijetí na trhu a, což je zcela esenciální, zajištění stálé dodávky použitých olejů pro jejich přepracování. Obecně se očekává signifikantní růst v podílu RRBO i v běžných produktech, především motorových olejích.

V Indii má být podíl RRBO v olejích 50–60 % do roku 2029. Austrálie vyniká jako jeden z nejvyspělejších RRBO trhů v Asii. Australský trh API Group I primárně spoléhá na re-rafinované oleje, které se podílejí přibližně 20 % na poptávce po základových olejích. Spojené státy udržují využití použitého oleje na přibližně 72 %. Většina rafinérií v USA a Kanadě využívá sběr použitého oleje ke snížení nákladů na suroviny a udržení kvality sebraného použitého oleje. Přibližně 60 % sesbíraného použitého oleje se následně re-rafinuje na základní suroviny, přičemž většina rafinérií vyrábí základové oleje skupiny II/II+. Předpokládá se, že kapacita opětovné rafinace vzroste v letech 2025–2026 přibližně o 25 %.

V Evropě je nakládání s použitými oleji regulováno evropským nařízením 1013/2006 a směrnicí EU 2018/851. Míra sběru je aktuálně v západní Evropě vysoká, ve střední a východní Evropě se zlepšuje. Trend RRBO se posouvá z Group I s proměnlivou kvalitou směrem ke Group II/III.



Porovnání energetické a materiálové náročnosti výroby RRBO oproti běžným či pokročilým základovým olejům – Abdalla, Fehrenback, Theis, Life Cycle Assessment for Regeneration of Waste Oil to Base Oil, Institut für Energie (2022)



Výzvy ve výrobě re-rafinovaných základových olejů

Navzdory mnoha výhodám čelí výroba re-rafinovaných základových olejů několika výzvám. Jedním z hlavních problémů je sběr a dostupnost použitých olejů. Koordinace sběrného procesu vyžaduje robustní síť, a i s miliony litrů použitých olejů dostupných globálně je množství, které lze přepracovat na vysoké standardy, omezené.

Další výzvou je složitost a náklady na re-rafinací proces. Techniky jako extrakce rozpouštědlem, vakuová destilace a hydrogenace jsou pokročilé technologie a vyžadují značné investice do technologií a infrastruktury. Navíc je proces dále komplikován nutným zpracováním vedlejších produktů re-rafinace.

Zajištění, že re-rafinované oleje splní specifikace OEM (Original Equipment Manufacturer) pro kvalitu a výkon, přikládá další vrstvu složitosti. Avšak i po této stránce jsou snahy úspěšné, a na trhu tak jsou k dispozici oleje pro nákladní i osobní automobily schválené předními výrobci, a tedy technicky na úrovni klasických olejů.

Výhled do budoucna

Budoucnost re-rafinovaných základových olejů však vypadá slibně. Inovace v rafinérských technologiích dovolují zvýšení efektivity i kvality výstupního RRBO, čímž je učiní konkurenceschopnějšími s konvenčními základovými oleji úrovně API Gr II

a III. Aktivity v oblasti vzdělávání a průmyslové spolupráce mohou dále iniciovat poptávku a propagovat objektivní přínosy. Globální trh pravděpodobně zaznamená zvýšenou poptávku, a to především díky nově stanoveným environmentálním cílům.

Závěrem lze říci, že re-rafinované základové oleje představují významný krok vpřed v úsilí o udržitelnost v průmyslu maziv. Během dalšího vývoje trhu se očekává, že využívání RRBO poroste a nabídne životaschopnou a ekologickou alternativu k tradičním základovým olejům. Pokračováním ve vývoji těchto technologií může průmysl maziv dosáhnout významného pokroku ve snižování svého dopadu na životní prostředí a zároveň uspokojit rostoucí poptávku po výkonných produktech.

Zdroje

Stellantis. Stellantis Introduces in Its SUSTAINera Recycle Range the First Sustainable Engine Lubricant Made from 100% Regenerated Oil Designed by TotalEnergies Lubricants [online].

IFEU – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Life Cycle Assessment of Regeneration of Waste Oil to Base Oil – GEIR Final Report [online]. 2021. Available from: <https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/GEIR-final-report-LCA-21-04-05.pdf>
U.S. Department of Energy. Used Oil Management and Beneficial Reuse Options to Address Section 1. E. of Executive Order 13834. 2020.

Abdalla, Fehrenback, Theis, Life Cycle Assessment for Regeneration of Waste Oil to Base Oil, Institut für Energie 2022.

Článek prošel recenzním řízením.

Jan SKOLIL, CLASSIC Oil s.r.o., Třinecká 1124, 273 43 Buštěhrad, ČR

Jak špatná provozní kapalina znemožnila konání hokejového utkání extraligy

Anotace / Abstract

Nejprověřenější tekutinou generující chlad je čpavek, v plynné formě zvaný amoniak. Jeho provoz je jedním z neekonomičtějších. Pokud se jeho zdravotní riziko eliminuje navazujícím sekundárním okruhem obsahujícím bezpečnější náplň, tak je i bezproblémovým pro dýchací ústrojí člověka. Méně zkušeností z praxe je naopak známo o jeho korozní agresivitě, zejména účincích na měď. Jeden takový případ dokonce nedávno znemožnil konání zápasu hokejového utkání extraligy.

1. Čpavek

Se vzrůstajícím civilizačním rozmachem stoupají i nároky na chladicí technologie. Jedním ze způsobů, jak nižší teploty dosáhnout, je použití chladiv. Chladiva jsou definována jako látky, které v chladicím okruhu přijímají teplo při nízkém tlaku a teplotě a odevzdávají jej při vyšším tlaku a teplotě. Přijímání a odevzdávání tepla je v tomto případě současně spojeno se změnou skupenství.

Jedním z nejstarších a nejrozšířenějších chladiv je i čpavek (NH_3). I přes svou jedovatost a výbušnost jako jediné chladivo nepoškozuje ozonovou vrstvu ani nemá potenciál způsobovat klimatické změny. Těmito dvěma výhodami se nemůže pyšnit žádný z jeho konkurentů (oxid uhličitý, etan a propan, natož pak fluorované uhlovodíky). Má mimořádně velkou hmotnost a dobrou objemovou chladivost, vysoký součinitel přestupu tepla při změně skupenství a je netečný vůči většině kovů (viz dále), plastů a materiálů používaných pro těsnění. Má neomezenou rozpustnost s vodou, naopak minimální v minerálních oleji. Navíc je levný. [1]

Těto látky se používá zejména v absorpčním, resp. kompresním chladicím zařízení, kde součástí celé technologie je kromě tohoto média kondenzátor, výparník, škrticí ventil, absorbér a čerpadla. Detailní popis technologie není předmětem tohoto materiálu, je však podstatné zmínit, že u větších chladicích okruhů by bylo

neekonomické rozvádět získaný chlad pomocí primárního okruhu se čpavkem, nehledě na bezpečnost. Zde pak nastupují sekundární okruhy, ve kterých můžete nalézt obyčejnou vodu, glykol nebo solanku.

2. Sklad potravin

Jako typický příklad potravinářského provozu s chlazením na bázi čpavku a sekundárním okruhem obsahujícím glykol nám může posloužit sklad potravin, který se nachází na okraji Prahy, zde včetně bourárny masa. Jedná se o systém s 65 tis. litry nemrznoucí kapaliny, kde by se kapalina po dvaceti letech provozu dala nazvat „tekutým železem“, nikoliv glykolem. Médium před likvidací obsahovalo neuvěřitelných 6 370 mg/l železa, tj. 0,63 % železa v kapalině. Napadené byly i obvykle korozně stálé legující prvky oceli (chrom, nikl, molybden), včetně prvků z jinak v glykolu stabilních slitin (zinek, cín a měď).



Příklad chladicí technologie z potravinářského provozu výroby sýrů



Typický příklad kompresoru, který je nezbytný u absorpčního chlazení

Nicméně koncentrace mědi byla relativně nízká, což prokazuje, že zde do sekundárního okruhu nepronikl žádný čpavek. I tak bylo na čištění okruhu od rzi spotřebováno 5 tun kyseliny fosforečné, zlikvidováno 70 tis. l starého média a dalších 130 000 litrů s výplachy po čištění. Naši technici najezdili přes 1 700 km, strávili na stavbě 1 044 hodin a dalších 132 hod na cestách. Protože nebylo možné plnit a odvážet tekutiny pomocí autocisterny, bylo za celou dobu využito na 475 IBC kontejnerů. Nepřekročený rozpočet akce byl 171 tis. EUR.

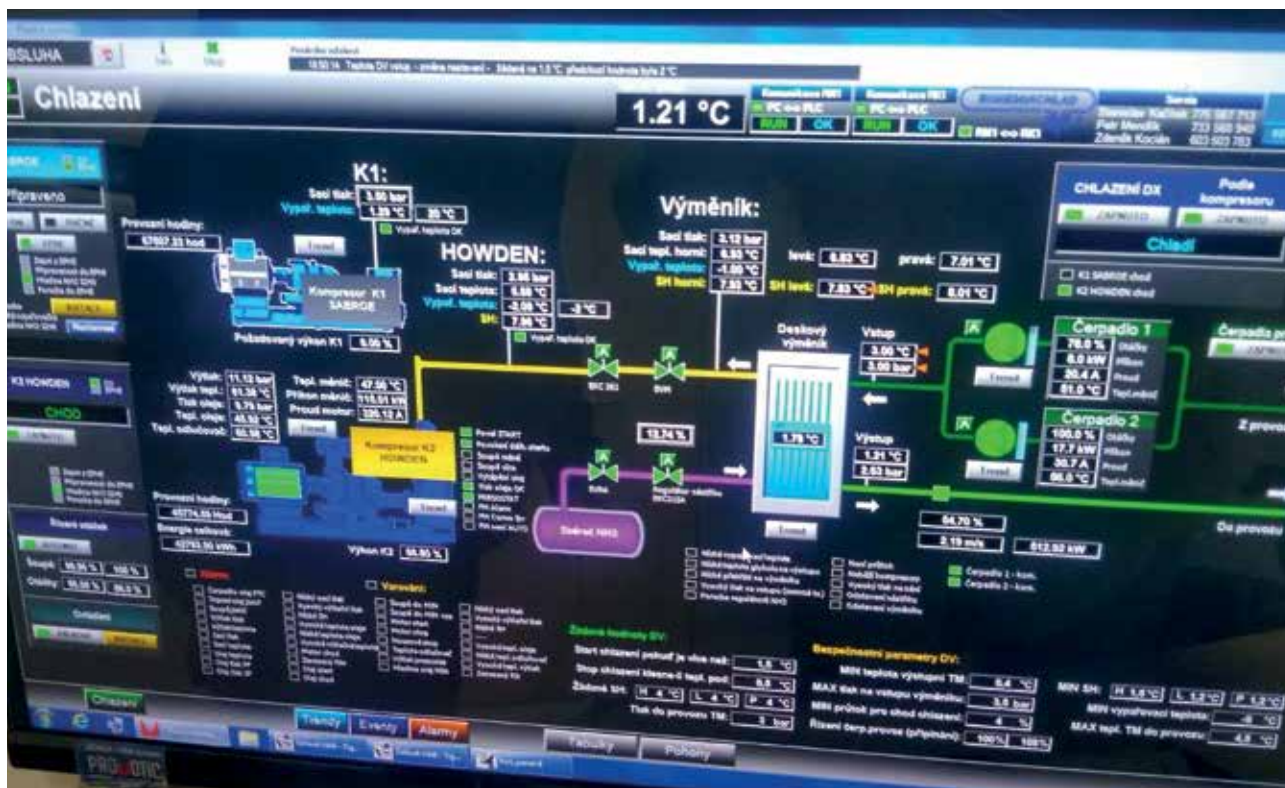
3. Výrobce sýra

První uživatel sekundárního okruhu na bázi glykolu přenášející chlad vzniklý pomocí čpavku, kde došlo k nám známému proniknutí chladiva do nemrznoucí směsi, byl tradiční výrobce sýrů z jižních Čech. Vzorky, ke kterým jsme se v roce 2020 dostali, obsahovaly přes 50 mg/l železa, vysoký obsah zinku a mědi. Dodatečně byl pomocí spektrofotometrie stanoven zbytkový obsah amoniaku na hodnotě 4 mg/l. To prokazuje, že do okruhu pronikl čpavek, ale z důvodů provozní teploty už je tato koncentrace po několika měsících relativně nízká. Ta už

by na korozi mědi zdaleka nestačila. Uživatel technologie na tento problém reagoval proaktivně a po výměně glykolového média si od té doby nechává čtvrtletně odebrat vzorek z obou okruhů. Jednou za rok se u zákazníka provede detailní prvková analýza včetně stanovení koncentrace obsažených inhibitorů, jednou za rok i antikorozi zkuška. [2] Nové médium vykazuje po zásahu stabilní hodnoty na zbytkový obsah amonných iontů či rozpuštěného železa. A díky pravidelně sledovanému trendu (u glykolů jinak neobvyklému) důležitých parametrů je tak téměř vyloučená rapidní změna efektivity chlazení z důvodů vady na straně kapaliny.

4. Zimní stadion

Chlazení ledu oproti ostatním provozům, kde je třeba nízkých teplot, vyžaduje velkou efektivitu a rychlou reakci technologie na potřeby kvalitního kluziště. Zejména u velkých stadiónů tohoto požadavku není možné dosáhnout pomocí sekundárního okruhu obsahující glykol, ale je nutné sáhnout po jiném médiu, které nabídne podstatně nižší viskozitu. Nejčastěji se pro tento účel používá solanka – mravenčan draselný. To je také případ



Většina provozovatelů velkých chladicích okruhů s chladivem na bázi čpavku používá moderní digitální on-line sledování stavu (čpavek zobrazen fialově)



Detailní pohled na zkorodovanou měděnou trubičku výměníku chlazení zimního stadionu po setkání s amoniakem

systému, kterému se věnuje tato kapitola. Na počátku byla rekonstrukce, provedená v letních měsících, kdy se nechladí led, a tudíž musela proběhnout velmi rychle. Vyměnila se celá čpavková technologie, naplnila se nová solanka a vše nasvědčovalo tomu, že bude provoz zimního stadionu bezproblémový jako v předchozí roky. V říjnu se začaly objevovat první potíže s měděnými výměníky, dodavatel technologie nejprve logicky reagoval reklamací u výrobce výměníků. Jeden výměník musel být vyměněn bez ohledu na příčinu a následně byla provedena detailní sondáž koroze u výrobce v Itálii. Ta prokázala,



Při výměně chladicí kapaliny během nepřetržitého provozu je často potřeba dočasně použít externího venkovního chlazení.

že chyba není na straně mědi, ale v kapalině, která v ní kóluje. Mezitím odešly na zimním stadionu další dva výměníky a analýza složení prokázala, že vodný roztok mravenčanu obsahuje extrémní hodnoty amoniakových iontů – na úrovni tisíců mg/l! Ty byly v médiu nalezeny zejména kvůli tomu, že oproti výše popsané technologii chlazení v potravinářství, je zde podstatně nižší provozní teplota. Provozovatel naštěstí zareagoval velmi rozumně. Odložil konání jednoho hokejového utkání a díky následné reprezentační přestávce měl možnost vyměnit všechny zkorodované výměníky a naplnit je částečně novou solankovou náplní do okruhu. I přes stále vysoké hodnoty amoniaku vydrželo chlazení ledu stávající uspořádání, které městská organizace navíc doplnila o pravidelný měsíční monitoring chemického složení. Před další letní rekonstrukcí chladicí technologie pak dokonce zvládl odehrát hokejový klub na mravenčanu draselném obsahující amoniak se stále vysokými hodnotami rozpuštěné mědi a železa dokonce celé předkolo hokejové extraligy a ukončit tak úspěšně sezonu.

5. Závěr

Moderní chladicí okruhy obsahující jako chladivo čpavek mohou za extrémních podmínek nebo při nedodržení technologické kázně způsobit proniknutí této látky do sekundárního okruhu obsahující nemrznoucí směs. Měď, která je za normálních okolností inertní při styku jak s vodou, tak i chladicí kapalinou [3], pak velmi rychle koroduje a pokud nedojde přímo k poškození technologie, jsou uvolněné mědnaté ionty příčinou následné akcelerace koroze železných součástí, které byly do té doby chráněny inhibitory koroze obsaženými v nemrznoucí směsi. Následná rekonstrukce chlazení a prodlevy způsobené jejím nefunkčností pak mohou provozovateli způsobit velmi vysoké ztráty v řádu milionů korun. [4]

Literatura

- [1] Machala, J. *Používané principy chlazení v průmyslu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, fakulta strojního inženýrství, 2010. 30 s.
- [2] ASTM D1384 - 05 – Standard Test Method for Corrosion Test for Engine Coolants in Glassware. West Conshohocken, Pennsylvania: ASTM International, 2005. 8 s.
- [3] ASTM E745-80 (2009) *Standard service testing for corrosion of metallic containment materials for use with heat-transfer fluids in solar heating and cooling systems*. West Conshohocken, Pennsylvania: ASTM International, 2009. 8 s.
- [4] Skolil J.: Nemrznoucí kapaliny do solárních systémů. In *Solartechnika* (3), 30–31 (2013), ISSN: 1338-0524.

Článek prošel recenzním řízením.

Vliv tribotechnické diagnostiky na údržbu



Úvod

Vliv tribotechnické diagnostiky na údržbu v průmyslových závodech začíná být již neopominutelným faktorem ve správném fungování moderních společností. Ačkoliv propojenost dalších diagnostických metod (tribo, vibro, termo aj.) s prací údržby začíná být leckde na velmi vysoké úrovni, stále existuje řada (většina!!!) provozů, která se o tuto informačně technickou pomoc v provozu dostatečně nezajímá. Je nutné přesvědčit vedení a ekonomický sektor společností, že preventivní výměnou olejových náplní, které by mohly ještě řadu hodin sloužit či neustálým řešením poruch opravdu finance neušetříme.

Tribotechnická diagnostika

Tribotechnická diagnostika je jednou z metod bezdemontážní technické diagnostiky využívající maziva jako média pro získání informací o dějích a mechanických změnách v technických systémech, u nichž jsou maziva aplikována. Jejím posláním je zjišťovat, vyhodnocovat a oznamovat výskyt cizích látek v mazivu, a to jak z hlediska kvantitativního, tak také kvalitativního. Tribotechnická diagnostika se tak stává účinným a objektivním nástrojem sledování procesu opotřebení mechanických systémů s předpokladem vhodného využívání maziv.

Proč tedy diagnostika?

Tribotechnická diagnostika je nedestruktivní analytickou metodou, která nám může poskytnout spoustu informací nejen o samotném mazacím médiu, ale i o technickém stavu stroje. Včasným zásahem na základě rozboru maziva můžeme zabránit poruchám velmi drahých soustrojí, a tím uspořit velké množství peněz a ve finále i času, který by byl potřeba v případě odstávky po poruše. Pečlivá diagnostická prevence kromě peněz a času může uspořit údržbě také hodně práce, díky prevenci nemusíme řešit následné likvidace poruch a problémů způsobených špatnou péčí o maziva.

Spolupráce sektoru údržby s tribotechnickou laboratoří

V případě, že se podnik rozhodne věnovat diagnostice zařízení potřebnou péči, je opravdu velmi nutná úzká spolupráce údržby a laboratoře. Aby byl proces úplně úspěšný, je potřeba dodržovat některé body. Následující body jsou návodem pro pracovníky údržby – tedy práce do momentu, než samotný vzorek opustí závod a putuje do laboratoře.

Odběr vzorku

Vzorek musí představovat průměrné složení používaného maziva ve strojním zařízení. Vzorky by proto měla odebírat jedna osoba nebo musí být vypracován přesný pracovní postup a jednotná metodika. Všeobecně se vzorky odebírají do čistých vzorkovnic. Odebraný vzorek se popíše a předá k rozboru. Popis musí být přesný a čitelný. O způsobu hodnocení rozhoduje tribotechnik po domluvě se zadavatelem, který je zodpovědný za vedení diagnostiky a mazacích služeb. Sledované zařízení musí být minimálně 20 minut v provozu z důvodu dokonalého promíchání a ohřátí oleje na provozní teplotu. Pak odpustíme cca 500 ml oleje do čisté nádoby a nalijeme zpět do zařízení. Po propláchnutí odběrného místa provedeme samotný finální odběr.

Popis vzorku

Popis vzorku je hned po odběru nejdůležitější činností pracovníka údržby. Díky správnému popisu se velmi usnadňuje

práce laboratoři a umožňuje tribodiagnostikovi navrhnout řešení odpovídající konkrétnímu stroji. Jinak budeme postupovat v doporučení např. u hydraulických či turbínových olejů. Velmi důležitou informací je pro laboratoř také velikost náplně, protože představuje velký rozdíl, když budeme mít např. 100 mg/kg železa v nádrži o objemu 20 litrů, nebo 15 000 litrů. Co je tedy nutné, aby se na vzorkovnici/dodacím listu objevilo?

Jméno společnosti	Adresa	Místo
Výrobní číslo stroje	Výrobce	Typ
Oddělení	Jméno maziva	Označení oleje (výkonové, viskozitní)
Datum odběru vzorku	Velikost olejové náplně	Hodiny odpracované na mazivu
Výměna oleje: ano / ne	Datum / hodina výměny oleje	Poznámky

Na co je dobré se zaměřit?

Samotné diagnostické postupy navrhuje po domluvě se závodem tribotechnická laboratoř. U běžných průmyslových olejů je určité vhodné sledovat čistotu oleje (částice, váhové, MPC), obsah vody, viskozitní parametry, oxidační degradaci (hodně poradí MPC a číslo kyselosti), případně bod vzplanutí a schopnost oleje odlučovat vodu. Do balíčku měření můžeme přidat ještě aditivaci, pěnovostní parametry atd. Sféru možností měření a sledování kondice olejových náplní je mnoho, proto je velmi důležitá spolupráce údržby a laboratoře. Laboratoř může ideálně navrhnout každé olejové náplni specifické spektrum rozborů, které bude nejvhodnější pro daný druh zařízení.

Problémy

V této části si rozebereme konkrétní příklady zanedbání tribotechniky a možné následky.

Plastická maziva v ložiscích bez kontroly

V potravinářském závodu byla dlouhodobě zanedbávána kontrola ložisek. Následkem toho, že tuk v ložiskách nebyl průběžně doplňován, nebyl měněn apod., docházelo k masivní oxidaci zbytků maziva a zadírávání samotných ložisek. Do momentu, než se této problematice začala věnovat pozornost, byla jediným možným řešením výměna ložiska po poruše.



Po zavedení průběžného sledování stavu maziva v ložiskách byl problém eliminován. Údržba v daném závodu nyní ví, jak správně ložisko doplňovat, kdy doplňovat a jak by mělo mazivo vypadat. Při nejasnostech putuje malý vzorek maziva do laboratoře, která ho podrobí kompletnímu testování. Výsledkem je jednoznačně úspora na materiálu i nutných odstávkách.

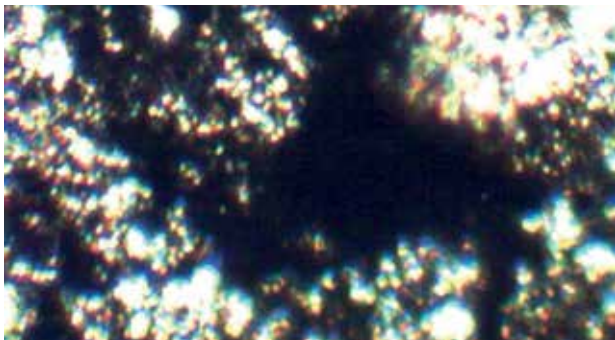
Obrázek 1



Obrázek 2



Obrázek 3



Na prvním obrázku je mazivo oxidačně zcela degradované. Z původní konzistence NLGI 2 je prachová směs produktů oxidace a nečistot. Ložisko samozřejmě havarovalo. Na druhém obrázku je trochu opačný problém, zde došlo k přeplnění ložiska mazivem a k následnému oddělení olejové složky od zpevňovačů (původní konzistence maziva NLGI 3).

Na třetím obrázku je mikroskopický snímek velmi dlouho používaného maziva, u něhož jsou patrné oxidační produkty a velké množství kovového otěru.

Nedůsledná práce údržby

Bylo konstatováno, že vzorek oleje, který byl dodán k průběžné kontrole, má nízký bod vzplanutí. Dle údržby byl o pár dní později odebrán a odeslán k rozboru kontrolní vzorek. Následný rozbor ukázal, že bod vzplanutí je v pořádku. Okamžitě si vysvětlíme proč.



V levé lahvi se nachází vzorek původní a v pravé dodaný vzorek kontrolní údajně ze stejného zařízení. Zde je zřejmé, že údržba si zřejmě ulehčila práci a vzorek, který dodávala pro kontrolní rozbor, odebrala pravděpodobně z nového sudu, aby nemusela absolvovat cestu k zařízení. Výsledkem je zbytečný rozbor a nedořešení problému. Na tomto případě je zanedbaná práce údržby zřejmá už pouhým pohledem. Vyplatí se tedy nešvindlovat a práci si neulehčovat, protože pak se logicky nemůžeme dobrat k podstatě problému.

Nevhodná aplikace a výměna motorových olejů

Při použití neprověřených a méně kvalitních motorových olejů dochází k rychlému stárnutí olejů za vzniku polymerních silně polárních produktů, které zalepují celý motor. Odstranění je velmi složité. Výplach a odstranění stojí mnoho peněz. Když se na oleji ušetří několik tisíc korun, škody mohou jít do milionů.

Závěr

Závěrem je opět nutné upozornit a apelovat na spolupráci údržby, managementu a diagnostiky. Je důležité, aby údržba měla o jmenované oblasti zájem, aby byla samostatná a erudovaná. Ve všem zmíněném ale musí být údržbě nápomocen ekonomický sektor společností a management. Bez podpory nadřazených má údržba jednoduše smůlu a nepohne se z místa. Nutnost ukazovat na úspory a zjednodušení práce je opravdu potřebná.

Článek prošel recenzním řízením.



Jiří KLAPKA, CTD

Formulace motorových olejů v nových podmínkách technického rozvoje

Anotace / Abstract

Motorové oleje pro spalovací motory jsou specifickou skupinou mazacích olejů. Jsou dnes složitou směšnou kapalinou plnící v motoru širokou paletu funkcí. Konstrukční změny spalovacích motorů posledních desetiletí, vyvolané legislativním tlakem (limity emisí výfukových plynů), jsou hybnou silou vývoje formulací nejen motorových olejů, ale i maziv jako celku.

Motor oils for internal combustion engines are a specific group of lubricating oils. Today they are a complex mixed fluid performing a wide range of functions in the engine. Structural changes in internal combustion engines in recent decades, caused by legislative pressure (exhaust gas emission limits), are the driving force behind the development of formulations not only of motor oils but also of lubricants as a whole.

Trendy ve formulaci motorových olejů na pozadí trendů ve vývoji spalovacího motoru

Motorový olej není ve skutečnosti jen kapalinou snižující v motoru tření a opotřebení. Podobně jako krev v lidském těle je nedílnou součástí stroje. Ve své podstatě plní širokou škálu funkcí. Vývojové trendy formulací motorových olejů kopírují v posledních desetiletích vývojové trendy spalovacích motorů. Složitost vývoje moderního motorového oleje potom lze od funkcí oleje v motoru odvodit. Zmíním se alespoň o funkcích základních.

Samozřejmě v první řadě jde o „mazání motoru“ (funkčnost, snížení opotřebení a snížení tření). Další funkcí je „odvod tepla“ (chlazení) z funkčních částí motoru (zejména pístová skupina, turbodmychadlo ale i další). V provozních podmínkách motoru se mohou vytvářet na částech motoru úsady, které mohou omezit funkčnost motoru nebo může dojít i k jeho havárii. Další funkcí je proto „ochrana proti tvorbě vysokoteplotních úsad a nízkoteplotních úsad a kalů“. Spalovací motor nepracuje ve vzduchoprázdnu a na součástky motoru působí agresivní kyselé produkty vznikající při spalování paliva. Z venkovního prostředí se do motoru dostává i vzdušná vlhkost. Proto další funkcí motorového oleje je „ochrana proti korozi a rezivění“.

Do popředí se při formulaci moderního motorového oleje dostávají i nové požadavky. Specifickou skupinou je mazání různých přídatných zařízení. Např. mazání turbodmychadla, v němž se motorový olej potýká s vysokými teplotami za nedostatečného proudění oleje, ale i mazání servomotorů apod.

A za novinku posledního období bychom mohli považovat „ochranu přídatných zařízení“. Speciální chladicí systémy (EGR), různé typy katalytických systémů (DPF, SCR...), kde chemické složení může ohrozit jejich funkčnost a životnost.

Dynamika vývoje spalovacích motorů přináší i zcela nové problémy, které musí formulace motorového oleje řešit. Takovým problémem je např. ochrana proti jevu LSPI. LSPI efekt, neboli Low Speed Pre-Ignition, je nežádoucí jev v dnes často používaných přeplňovaných benzínových motorech s přímým vstřikováním. Dochází při něm k předčasnému samovolnému zážehu směsi paliva a vzduchu ještě před klasickým zapálením od svíčky. Tento jev může vést k prudkému zvýšení tlaku ve válci, což může způsobit klepání motoru, poškození pístů, ojníc a dalších součástí.

Základní rámec vývoje motorů a s tím související vývoj formulací motorových olejů byl a je tvořen legislativním tlakem vycházejícím z obav o životní prostředí, z nebezpečí vyčerpání přírodních zdrojů a starostí o energetickou udržitelnost budoucího vývoje. Tyto tlaky si vynutily na konci 80. a počátku 90. legislativní normy kontroly složení výfukových

plynů spalovacích motorů. V Evropě známých jako EURO 1, 2... Tyto vlivy utvářejí základní i rozšířené požadavky. Velký zá- sah si vyžádala zejména pohonná jednotka – spalovací motor a k němu přímo navázané mechanismy a součásti pohonu.

Došlo k velkým změnám v konstrukci motoru a následující změny měly velký vliv na samotný motorový olej:

- Použití nových typů katalyzátorů výfukových plynů (DPF, SCR) a jejich životnost
- Použití technologicky pokročilých materiálů a povrchových úprav (nové slitiny, použití nekovových materiálů...)
- Zmenšení rozměrů mazaných uzlů a motorů
- Změny ve spalovacím procesu – přímé vstřikování nafty i benzínu
- Hybridizace – využití různých zdrojů energie nebo různých paliv
- On-line monitorování stavu oleje
- Použití turbodmychadel pro naftové i benzínové motory
- Úpravy časování průběhu vstřikování paliva (Diesel Commonrail, ACCERT TM...)
- Recirkulace výfukových plynů včetně jejich chlazení (EGR)



Tyto požadavky vystupňovaly samotný vývoj motorových olejů. Vzhledem k novým požadavkům se musel vývoj více zaměřit jak na zlepšení standardních vlastností, jako je např. termooxidační stabilita, tak na nové požadavky, např. chemické složení. **Dominují následující požadavky na nové formulace motorového oleje:**

- Stabilita viskozitních parametrů po celou dobu životnosti („Stay in Grade“ oleje)
- Malá závislost viskozity na teplotě – stabilní mazací podmínky
- „Pevnost“ mazacího filmu, mazivostní vlastnosti – snížení opotřebení motoru spolu se sníženým třením
- Termooxidační stabilita – životnost olejové náplně, snížení opotřebení
- Čistota motoru – nižší náchylnost k tvorbě vysokoteplotních a nízkoteplotních úsad a kalů
- Nižší viskozita oleje spolu s vylepšenými nízkoteplotními parametry – snížení spotřeby paliva, snížení opotřebení při startech, snížení opotřebení některých součástí
- Chemické složení – snížení nebo eliminace některých prvků nebo sloučenin z různých důvodů (ekologie, pracovní prostředí, funkce motoru a dalších přídavných zařízení)

Poslední dobou zamíchala s požadavky na motorový olej elektrifikace automobilů. Ke standardním i rozšířeným požadavkům a charakteristice se přidala skupina spalovacích motorů v hybridních pohonných jednotkách. Specifické provozní podmínky spalovacího motoru v hybridní pohonné jednotce přináší i nové požadavky pro motorový olej. Motorový olej tak v hybridních pohonných jednotkách čelí specifickým požadavkům, které se promítají zejména do optimalizací viskozitních parametrů. Jde o eliminaci důsledků provozu motoru při nízkých provozních teplotách, eliminaci kontaminantů oleje (voda a palivo), rychlé zaolejování systému při nízké teplotě nebo speciálním režimu s častými starty (Start & Stop), pro snížení opotřebení ložisek, eliminace LSPI efektu, o kterém již bylo psáno v předcházejícím odstavci.

Základové oleje pro „nízkoviskózní“ motorové oleje

V souvislosti s těmito novými i standardními požadavky a s dalšími přístupy v řešení pohonné jednotky se ve formulacích motorových olejů prosadily motorové oleje s nízkou viskozitou s novými viskozitními třídami – viz tabulka 1 s třídami SAE 0/5W-20/16/12. O takto koncipovaných olejích se hovoří jako o „nízkoviskózních“ motorových olejích.

Ve formulacích se dominantně uplatňují základové oleje skupiny III s novými parametry v kombinaci dalšími syntetickými základovými oleji (PAO, estery). Požadavky výrobců motorů kladou důraz na vysokou stabilitu viskozitních parametrů a nízký

Tabulka 1

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

obsah modifikátorů viskozity ve formulaci oleje. Přijatelným řešením se i z ekonomického hlediska stalo použití vhodných základových olejů skupiny III s nízkou viskozitou. V nejnovějších verzích, zejména pro motory pracující v hybridních hnacích jednotkách, jsou používány základové oleje označované jako základové oleje skupiny III Plus. Tyto oleje umožňují formulace motorových olejů s dobrou mazací schopností a velmi dobrou nízkoteplotní charakteristikou. Některé formulace jsou doplněny i základovým olejem skupiny IV (PAO) pro zlepšení zejména nízkoteplotních vlastností, nebo syntetickým esterem pro zlepšení vnímatelnosti aditiv.

Nejnovější technologie výroby základových olejů skupiny III (skupina III Plus) umožnila vylepšit zejména tyto parametry:

- Viskozitní index – posun u jednotlivých viskozit základových olejů o cca 15 jednotek. U lehčích základových olejů se jednalo o posun z VI 120 na VI 135. U viskóznějších variant základových olejů z dosahovaných VI okolo 130 na VI okolo 145.
- Nízkoteplotní vlastnosti – snížení samotného bodu tekutosti až o 20 % a snížení hodnot CCS např. u teploty -30 °C o cca 25 %.
- Odparnost NOACK – snížení odparnosti NOACK při 250 °C až o 20 %.

V tabulce 2 je porovnání výše zmíněných parametrů moderního základového oleje skupiny III Plus a syntetických základových olejů skupiny IV (PAO). Patrné je zejména vyrovnání standardních fyzikálních vlastností obou skupin základových olejů. Ve prospěch skupiny III ve formulacích finálních olejů hovoří zejména dobrá „vnímatelnost“ k zušlechťujícím přísadám, přijatelné mazací parametry a cena. Ve prospěch skupiny IV (PAO) dominuje chování oleje při nízkých teplotách. K porovnání jsou

použity základové oleje s podobnými viskozitními parametry a uvedené hodnoty jsou orientační.

Vývoj v oblasti zušlechťujících přísad (aditivace) pro motorové oleje

Moderní motorové oleje se musely vyrovnat se specifickými novými požadavky včetně změn v chemickém složení. Na finálních kvalitativních ukazatelích motorového oleje se kromě základového oleje podílejí i kombinace zušlechťujících přísad (aditiv). K hlavním skupinám přísad, které ovlivňují samotnou kvalitu oleje, patří:

Antioxidanty:

potlačují oxidační děje v doporučených podmínkách provozu, prodlužují životnost maziva a tím i stroje.

Detergenty:

zamezují tvorbě úsad, a to zejména na površích s vysokou teplotou, neutralizují kyselé produkty oxidace, v případě motorových olejů také kyselých produktů ze spalovacího procesu.

Disperzanty:

zabraňují shlukování nečistot v oleji, udržují nečistoty rozptýlené v oleji, aby je bylo možné odfiltrovat, spolu s detergenty působí na snižování potencionální tvorby úsad, zejména kalů a laků. Spolu s detergenty tvoří, často tak vnímanou, jednotnou složku mazacího oleje – tzv. „DD“ přísady.

Mazivostní, protioděrové přísady, modifikátory tření:

přísady vytvářející chemickou nebo fyzikální cestou únosnější mazací film na třecích površích, zpravidla s nižším součinitelem tření. Působí tak v široké škále pozitivních vlastností – snižují teplotu oleje, a tím prodlužují jeho životnost, snižují opotřebení mazaných součástí. V praxi jsou buď rozpustné, nebo nerozpustné v oleji.

Tabulka 2

Parametr	Skupina III+	Skupina III	Skupina III+	Skupina III	PAO	PAO
KV při 40 °C (mm ² /s)	17,6	19,5	33,0	36,9	16,8	30,4
KV při 100 °C (mm ² /s)	4,07	4,22	6,34	6,48	3,9	5,9
Viskozitní index	134	122	145	130	124	139
Bod tekutosti (°C)	-18	-15	-15	12	-69	-61
Odparnost NOACK (% hm.)	14	15,2	5,8	7,5	13	6,7

Vysokotlaké EP přísady:

vytvářejí vysoce pevný mazací film s vysokou adhezí k povrchu, doplňují mazivostní přísady.

Protikoroziční přísady (inhibitory koroze, rezivění, odlučovače vody):

je možné je rozdělit na inhibitory koroze a inhibitory rezivění. Inhibitory koroze se někdy označují jako pasivátory kovů (vytvoření ochranné vrstvy na povrchu kovu). V oleji tyto přísady také přispívají podobně jako antioxidanty k omezení tvorby kyselých produktů.

Modifikátory viskozity:

upravují reologické vlastnosti oleje, viskozitu a viskozitní index (snižují závislost viskozity na teplotě).

Depresanty (snižovače bodu tekutosti):

snižují bod tekutosti.

Protipěnovostní přísady:

snižují tendenci oleje k pěnění a tím zlepšují jeho funkčnost i životnost.

V těchto skupinách přísad dominují v posledních desetiletích zejména úpravy chemického složení. Některé sloučeniny a prvky mají negativní vliv na životnost katalytických systémů výfukových plynů automobilů a strojů, které se staly jejich nedílnou součástí. Pro zajištění požadované funkčnosti a životnosti katalytických systémů, ale i dalších funkčních částí, dochází k požadavku na snížení tzv. SAPS (sulfátový popel, fosfor a síra). Dochází také ke snížení obsahu dříve stěžejní přísady pro motorové oleje, multifunkční přísady alkyldithiofosfátu zinku a k použití nových typů přísad např. ve skupině detergentů. Zde se prosazují např. salicyláty s vynikajícími vlastnostmi v oblasti čistoty pístu, anti-oxidačními vlastnostmi, s optimálním příspěvkem k hodnotě TBN, bez obsahu síry. Dochází k uplatnění tzv. „nekovové technologie“ pro čistotu pístu a neutralizaci kyselých produktů hoření a oxidace. Změny v chemickém složení motorového oleje je možné si přiblížit např. na prvkové analýze standardního moderního motorového oleje. Všeobecně se jedná zejména o snížení obsahu např. fosforu, síry nebo zinku, a naopak o objev nového prvku v případě hořčíku, který charakterizuje nové typy přísad (aditiv).

V souvislosti s prosazením „nízkoviskózních“ motorových olejů viskozitních tříd SAE 0,5W-20,16... je potřeba řešit mazání některých kritických třecích dvojic (rozvodová část motoru, pístní skupina) motoru. Rozsah jejich opotřebení si vyžádal nové typy mazivostních přísad např. i na bázi „nano“ maziv (měď, uhlík, molybden aj.).

Prvková analýza*Tabulka 3*

Magnesium – Mg	530,0	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Silicon – Si	0,0	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Phosphorus – P	765,3	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Sulfur – S	1 852	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Chlorine – Cl	0,0	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Calcium – Ca	1 418	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Titanium – Ti	0,0	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Vanadium – V	0,0	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Chrome – Cr	0,0	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Manganese – Mn	0,0	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Iron – Fe	0,0	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Nickel – Ni	0,0	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Copper – Cu	0,0	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Zinc – Zn	968,0	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Bromine – Br	0,0	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Zirkonium – Zr	0,0	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Molybdenum – Mo	0,0	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Barium – Ba	0,0	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG
Lead – Pb	0,0	mg/kg	XRF Spektrometr – RTG

Na speciální požadavky a viskozitní parametry „nízkoviskózních“ olejů má, kromě již popisovaných základových olejů, velký vliv použitý typ modifikátoru viskozity. Důraz je kladen na vysokou stabilitu, nízký obsah ve formulaci oleje, vysoký vliv na viskozitní parametry a na přírůstek viskozity. Nové typy modifikátorů přinesly produkty na bázi polymetacrylátů, lineárních a hvězdicových polymerů. Do pozadí, jako nevyhovující, se se u moderních motorových olejů dostaly dříve hojně využívané modifikátory viskozity typu OCP (Ethylen-Propylen Co-polymer), a to zejména pro problémy z filtrovatelností.

Klasifikace, specifikace, normy, schválení motorových olejů

Na konci je dobré konstatovat, že vývoj motorových olejů se nese v duchu sdružování přísad do tzv. aditivačních (výkonových) balíčků (package). Balíčky aditiv připravují výrobci přísad spolu výrobcí strojů a olejů jako kompletní řešení formulace maziva požadovaných vlastností. Ke konkrétnímu balíčku se váže plnění mezinárodních norem nebo norem výrobců zařízení. Takto pojaté formulace olejů se prosadily nejen u motorových olejů a velké části dalších automobilních maziv (převodové oleje, ATF kapaliny apod.), ale i u dalších typů maziv.

Jen některé specifické typy aditiv zůstaly ve většině případů vně balíčků. Z pravidla to bývají modifikátory viskozity, depresanty, speciální mazivostní přísady – např. dnes často zmiňované „nano“ přísady, přísady pro nadstandardní zvýšení TBN apod.

Komplexní formulace je potom v praxi podrobena široké škále testů v laboratořích i na motorech. Vlastnosti finálního motorového oleje (formulace) jsou charakterizovány mezinárodními klasifikacemi a specifikacemi. Složitost vývoje nových pohonných jednotek také zvýraznila některé odlišnosti v konstrukcích a jejich vliv na požadavky vztažené k motorovému oleji. Tím se zvýraznil důraz na tzv. „schválení“ motorového oleje pro používání v konkrétním motoru, konkrétního výrobce motoru.

Systémy na schválení maziv nabízejí globální pravidla pro partnerství. Než může výrobce maziva prohlásit, že je mazivo uvolněno/schváleno k používání v garanční době, je potřeba splnit široké spektrum podmínek výrobce zařízení. Tyto „schvalovací“ systémy jsou typickou ukázkou, kudy se zřejmě v budoucnu bude ubírat schvalování maziv ve všech odvětvích.

V tabulce 4 jsou pro představu nastíněny formulace (složení) typických moderních motorových olejů. Takto je potom formulace připravena ke schvalovacím procesům.

V oblasti klasifikací a specifikací motorových olejů dochází s těmito změnami ve formulacích k výrazným změnám v posuzování maziv. V normách přibyl požadavek na hodnocení chemického složení (SAPS), na eliminaci LSPI efektu a speciální viskozitní požadavek. Hlavními novými požadavky jsou dodržení limitů nových testů pro schvalování olejů, ale pro uživatele jsou jednoduše rozpoznatelné hodnoty obsahu SAPS a speciální viskozitní charakteristika HTHS. HTHS viskozita (High Temperature High Shear) je dynamická viskozita při teplotě 150 °C a velkém smykovém spádu (106 s-1). Mazivo s nízkou viskozitou HTHS zvyšuje energetickou účinnost a snižuje spotřebu paliva/snižuje objem emisí výfukových plynů. Mazivo s vysokou viskozitou HTHS poskytuje lepší ochranu částí motoru. Proto formulace „nízkoviskózních“ motorových olejů musí být na změněné podmínky připraveny,

aby nedošlo k poškození motoru. Všeobecně ale platí, že použití oleje s nízkou HTHS v motoru, který počítá s vyššími hodnotami HTHS, se nedoporučuje z důvodu možného poškození motoru.

Jak se tyto parametry promítly do nejnovějších klasifikací a specifikací motorových olejů, si na závěr můžeme prohlédnout v tabulkách mezinárodní normy ACEA.

Tabulka 4

Grade	OW-20	Grade	OW-16
HTHS	> 2.6 cP	HTHS	2.0 cP
PAO 6	20.0%	PAO 6	-
Base Oil 4 Gr. III Plus	57.75%	Base Oil 4 Gr. III Plus	87,87%
VI	7.4%	VI	3.4%
Additive package	13.2%	Additive package	8.7%
Friction additive/ester	1.6%	Friction additive	-
Depresant	0.05%	Depresant	0.03%

SAPS	2016	202x		
„full“ SAPS	Platné	Stazeň	Pokračující	Nové
	E4		E4	
	E7		E7	
„mid“ SAPS	E6	?	?	E8
	E9	?	?	E11
HTHS 2.9 – 3.2 mPa.s				F8 F11

HTHS	2016	2021		
3,5 mPa.s	Platné	Stazeň	Pokračující	Nové
	A3/B3	A3/B3		
	A3/B4		A3/B4	
	C3		C3	
	C4		C4	
2,9 mPa.s	A5/B5		A5/B5	A7/B7
	C1	C1		
	C2		C2	
2,6 mPa.s	C5		C5	C6

Literatura

Technická dokumentace společnosti Infineum a Brenntag.
Základové oleje pro formulace „Up to Date“ maziv, Jiří Klapka, CTD, Sborník přednášek Tribotechnika v provozu a údržbě 2024.
„Schválená/approval“ maziva – systémy a procesy, Jiří Klapka, CTD, Sborník přednášek Tribotechnika v provozu a údržbě 2022.
Aditivace mazacích olejů a plastických maziv, Jiří Klapka, CTD, Sborník přednášek Tribotechnika v provozu a údržbě 2023.

Článek prošel recenzním řízením.

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

Ventilátory s filtrem Blue e+

Vyšší výkon & účinnost
pro chlazení vašich rozváděčů



ROZVÁDĚČE

ROZVOD PROUDU

KLIMATIZACE

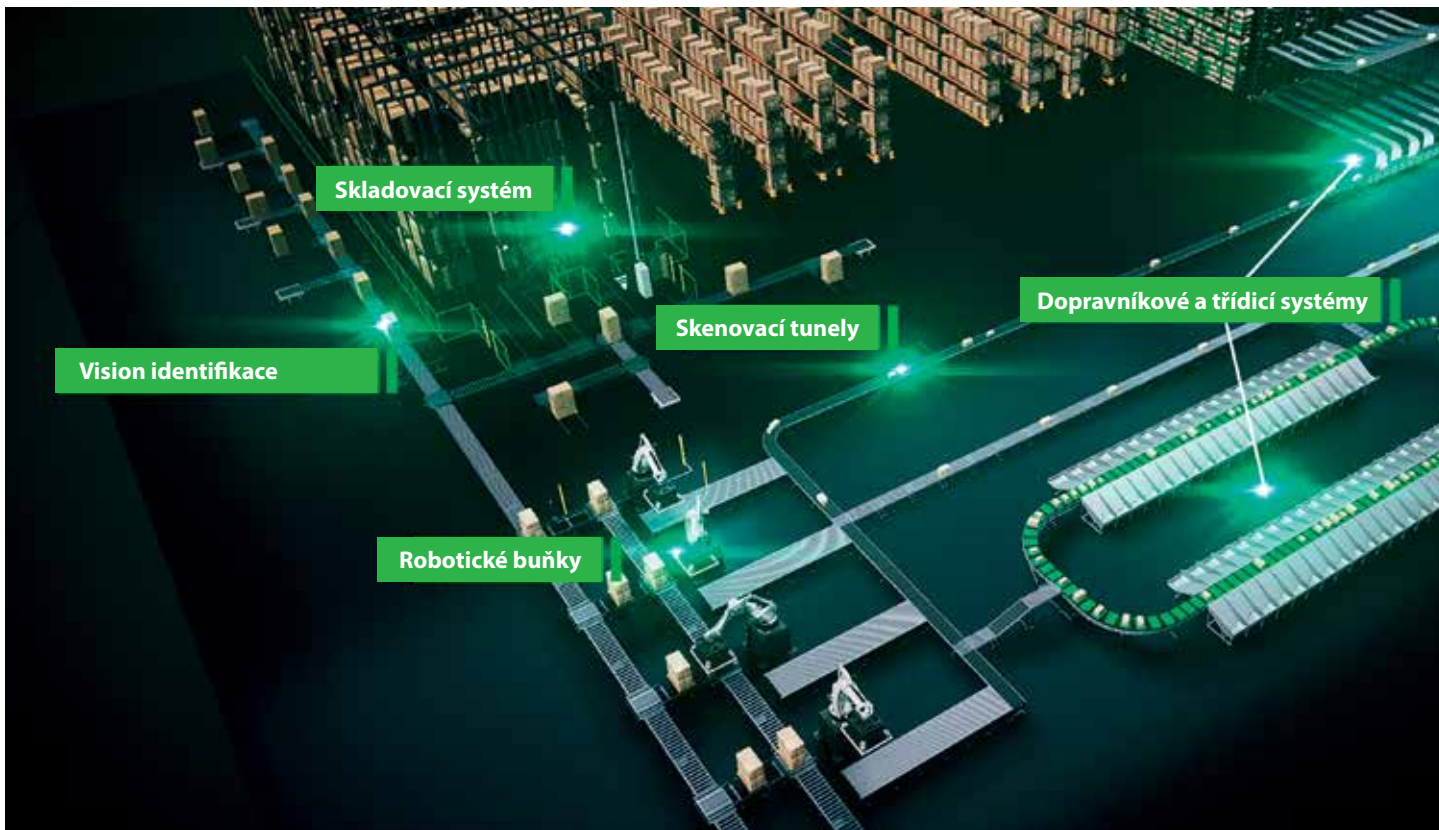
IT INFRASTRUKTURA

SOFTWARE & SLUŽBY

FRIEDHELM LOH GROUP

www.rittal.cz





Flexibilita, modularita, rychlost

Řešení konektivity, která přivedou vaši skladovou automatizaci k životu

Váš partner pro automatizaci skladu

Společně vytvoříme propojovací řešení, která vaše systémy zjednoduší a zpřehlední díky modularitě a snadné instalaci – ušetříte čas montáže, zvýšíte produktivitu a celé řešení bude připraveno na vaše budoucí požadavky.



Pojďme společně najít vaši největší příležitost ke zlepšení.
Spojte se s našimi specialisty.



■ www.murrelektronik.cz