

Slovenská spoločnosť pre tribológiu a tribotechniku  
Kocel'ova 15, 815 94 Bratislava  
[www.intertribo.sk](http://www.intertribo.sk), [tribologia@centrum.sk](mailto:tribologia@centrum.sk)

## Tribotechnická informácia 1/2021

### **ROPNÉ ALEBO SYNTETICKÉ MAZACIE OLEJE**

**Ing. Jozef Stopka, SSTT**

Tel. +421 905 734 260, +421 094 835 726

*e-mail: [stopka@tribex.sk](mailto:stopka@tribex.sk), [tribologia@centrum.sk](mailto:tribologia@centrum.sk)*

# ROPNÉ ALEBO SYNTETICKÉ MAZACIE OLEJE

Ing. Jozef Stopka, TRIBEX, s.r.o.

## Úvod

V tribotechnickej praxi sa stretávame s otázkou, aký mazací olej použiť, či ropný (minerálny) alebo syntetický. Všeobecne platí zásada, že o tom rozhoduje výrobca stroja, zariadenia. Na mazací olej sa treba pozerať, ako na konštrukčný prvok. Ropné mazacie oleje predstavujú v súčasnej dobe ešte stále až 93 % spotreby mazacích olejov. Ostaných 7 % tvoria syntetické mazacie oleje. Spotreba syntetických mazacích olejov stále narastá. Podľa dostupných informácií niektoré významné olejárske spoločnosti majú v sortimente až 18 % syntetických mazacích olejov, mazív. Je to najmä z dôvodu dopytu technickej a spotrebiteľskej verejnosti na kvalitnejšie mazacie oleje, ktoré spĺňajú náročné prevádzkové podmienky. Ropné mazacie oleje nemôžu splniť všetky požiadavky súvisiace so zabezpečením správneho mazania v trecích uzloch a tiež ako prevádzkové kvapaliny. Nové technologické postupy výroby nám ponúkajú zlepšené chemické a fyzikálne vlastnosti mazív, čo má zásadný vplyv na zvýšené tribologické požiadavky, životnosť mazív a ochranu životného prostredia. Cieľom je uviesť základné rozdiely medzi ropnými a syntetickými mazacími olejmi, získať prehľad o ich úžitkových vlastnostiach, teda poukázať na výhody a nevýhody pri ich aplikácii v praxi.

## Výber a použitie mazacích olejov

Pri výbere mazacích olejov v tribotechnickej praxi musíme zohľadniť niekoľko dôvodov, ktoré vyplývajú s požiadaviek správneho mazania. Často sa rozhodujeme či použiť ropný alebo syntetický olej. Uvedieme niektoré dôvody, ktoré sú pri výbere často rozhodujúce. Ide o vhodnosť alebo určitú špecifickú vlastnosť, ktorú nám ropný mazací olej neposkytuje a to aj napriek tomu, že obsahuje vhodné zušľachtľujúce prísady. Je to napr. požadovaný rozsah použitia (prevádzkové teploty), kvalita, oxidačná stabilita (životnosť), resp. špecifická vlastnosť (nehorľavosť) a iné požiadavky. Pre porovnanie uvedieme prehľad vlastností ropných a syntetických olejov. Ropné oleje môžu mať horšie vlastnosti ako syntetické oleje:

- Teplotná stabilita,
- Oxidačná stabilita,
- Viskozitno – teplotná závislosť,
- Tekutosť pri nízkych teplotách,
- Teplotný rozsah použitia,
- Radiačná stabilita,
- Odolnosť proti vznieteniu a iné.

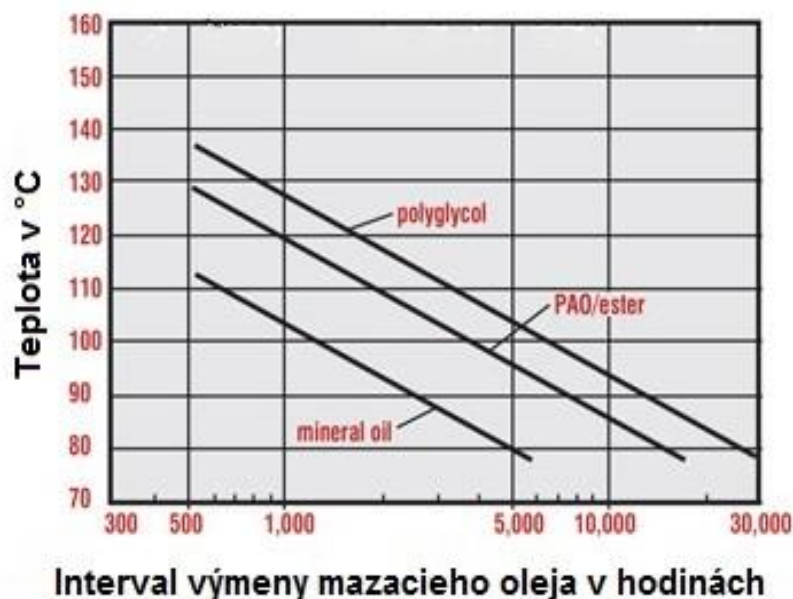
Napriek tomu treba v tejto súvislosti uviesť ešte niektoré vlastnosti syntetických olejov, ktoré sú horšie, ako vlastnosti ropných olejov a to:

- Hydrolytické vlastnosti,
- Proti korozívne vlastnosti,
- Toxikologické vlastnosti,
- Zlúčiteľnosť s konštrukčnými materiálmi,
- Rozpustnosť prísad,
- Dostupnosť vo všeobecnosti, resp. v určitých viskozitných triedach,
- Cena a iné.

K uvedenému treba poznamenať, že neexistujú syntetické kvapaliny (oleje), ktoré by zlučovali všetky zhoršené vlastnosti do istej miery porovnateľné k ropným mazacím olejom. Teda syntetické mazacie oleje môžu vykazovať zhoršenú výkonnosť v niektorých špecifických použitíach, ale majú požadovanú, vynikajúcu výkonnosť, vlastnosť v ďalších tribotechnických požiadavkách. Pre správny výber je rozhodujúce poznať, aké výhody a nevýhody nám ropné a syntetické mazacie oleje poskytujú z hľadiska ich použitia pre konkrétny tribotechnický prípad v praxi.

Na obrázku č.1 je uvedené všeobecné porovnanie životnosti (výmenné intervaly) v hodinách a to ropného (minerálneho) oleja a syntetických olejov PAO a PAG v závislosti na teplote.

Obrázok č.1



### Výber a použitie syntetických olejov

V tabuľke č.1 uvedieme prehľad o použití niektorých syntetických olejov.

Tabuľka č.1

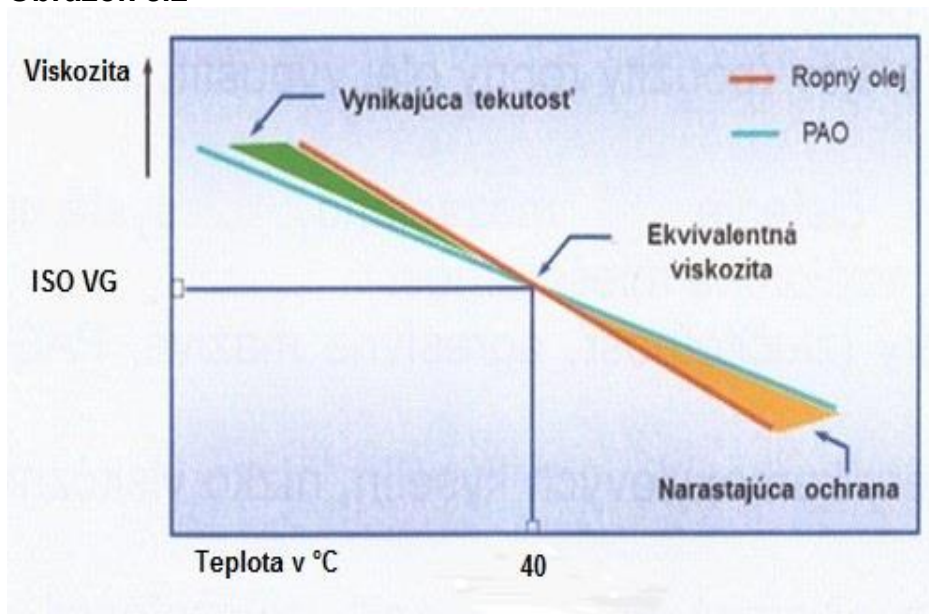
Druh syntetického oleja	Použitie
Polyalfaolefíny	Oleje motorové, prevodové, hydraulické a iné
Diestery	Oleje kompresorové
Polyolestery	Chladiaca a klimatizačná technika
Fosfatestery	Ohňuvzdorné kvapaliny
Polyglykoly	Oleje prevodové, ozubené prevody
Silikóny	Špeciálne mazivá, brzdové kvapaliny DOT 5

### Základové oleje

Klasifikácia, hodnotenie ropných a syntetických základových olejov sa uvádza podľa ich výrobných postupov a najmä chemických a fyzikálnych vlastností a podľa toho sú rozdelené do piatich výkonových kategórií podľa API (American Petroleum Institute). Ide o základové oleje, syntetické kvapaliny, ktoré sú vyrábané podľa klasických komerčných technológií, napr. extrakčné (vylúhovacie) postupy, resp. moderných konverzných (zušľachtovacích) postupov, ako je hydrotreating (hydrogenačná rafinácia), hydrofinishing (hydrogenačné dočisťovanie), hydrocracking (hydrogenačné krakovanie), hydrodewaxing (hydrogenačné odparafinovanie) a ďalšie potrebné moderné postupy. Jednoducho povedané ropné oleje sa vyrábajú destiláciou a rafináciou, zatiaľ čo syntetické oleje sa získavajú chemickou reakciou.

Syntetické kvapaliny môžu byť, resp. sú klasifikované na základe ich chemického zloženia. Ďalšia možnosť pre systematickú klasifikáciu syntetických kvapalín sa zakladá na ich chemickej štruktúre. K najdôležitejším petrochemickým zloženiam, ako východisková surovina pre výrobu syntetických olejov, patrí etylén ( $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ ) a jeho deriváty. Na základe tejto substancie sa môžu podľa reakčných krokov vyrábať syntetické oleje, napr. polyalfaolefíny (PAO). Na obrázku č.2 je uvedené porovnanie, závislosť viskozitných a teplotných vlastností ropného a PAO syntetického oleja.

Obrázok č.2



V prehľade v tabuľke č.2 sú uvedené kategórie základových olejov podľa API.

Tabuľka č.2

Kategórie podľa API	Obsah síry v %	Obsah nasýtených uhľovodíkov v %	Viskozitný index	Obsah arómatov v %
I.	> 0,03	< 90	80 - 120	5 – 25
II.	< 0,03	90 - 98	80 - 120	0,3
III.	< 0,03	98 - 100	> 120	0,3
IV.	Polyalfaolefíny (PAO)	100		0,1
V.	Ostatné základové oleje, ktoré nepatria do kategórii I. až IV.			0,0

### Molekulová štruktúra a trakčný koeficient

Syntetické oleje, ktoré majú zmenenú molekulovú štruktúru v porovnaní s ropnými olejmi, majú aj iný trakčný koeficient. Všeobecne bolo dokázané, že syntetické oleje majú veľký vplyv na úsporu energie. Bolo zistené, že sila trakcie (ťažná sila) môže byť rozdielna pre základové oleje. Z toho dôvodu sa stanovila jedná z najdôležitejších vlastností mazacieho oleja a to trakčný koeficient (koeficient trakcie) Tk.

$$Tk = \frac{F_t}{F_n}, \text{ kde}$$

F<sub>t</sub> - je tangenciálna sila, šmykové zaťaženie  
 F<sub>n</sub> - je kolmá sila, normálové zaťaženie

V tabuľke č. 3 uvedieme trakčné koeficienty pre niektoré druhy mazacích olejov.

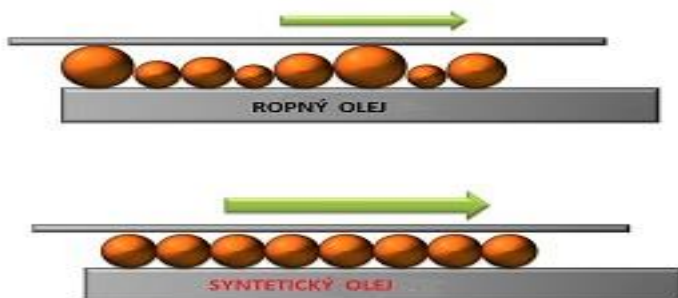
### Tabuľka č. 3

Druh mazacieho oleja	Trakčný koeficient
Ropné naftenické oleje ( s jedno alebo dvojkruhovou štruktúrou)	0,07
Ropné parafinické oleje a hydrokrakované oleje	0,05
Syntetické polyolesterové oleje ( jednookruhové s dlhým reťazcom)	0,04
Prirodzené triglyceridové estery (rastlinné, ricínové, repkové oleje)	0,04
Syntetické polyalfaolefínové oleje (rozvetvené dlhé štruktúry)	0,03
Vyskomolekulárne polyglykolové oleje (závislosť na teplote)	0,02 až 0,07

Skúšky, ktoré boli vykonané ukázali 2 až 10 krát dlhšiu životnosť olejov s nízkym trakčným koeficientom pri porovnaní s tradičnými ropnými olejmi a tiež zníženie kontaktnej teploty o cca 10 %, ako aj zníženie stratového výkonu o 30 až 40 %. Všetko je to spôsobené pravdepodobne znížením trakčného koeficientu z hodnoty 0,05 na 0,03 %, t.j. asi o 40 %.

Z toho vyplýva, že účinnosť a teda aj úspora súvisí s veľkosťou trakčného koeficientu, mazivosťou a pevnosťou mazacieho filmu. Na obrázku č.3 uvedieme porovnanie ropných a syntetických olejov podľa molekulovej štruktúry, veľkosti molekúl.

### Obrázok č.3



Z obrázku jednoznačne vyplýva, že lineárne štruktúry (syntetický olej), rovnaká veľkosť molekúl ľahšie po sebe kľžu. Uvedieme prínosy z nízko trakčných mazacích olejov:

- Zníženie vzniku tepla (nižšie prevádzkové teploty, predĺženie životnosti mazacieho oleja),
- Zníženie energetických strát (nižšie prevádzkové náklady),
- Zlepšenie spoľahlivosti strojov a zariadení (nižšie kontaktné teploty medzi trecími plochami napr. piest/valec, ozubený prevod, ložiská a iné strojové časti) a ďalšie.

Trakčný koeficient je dôležitý faktor pri elastohydrodynamickom mazaní (EHD), ktoré sa vyskytuje pri valivom pohybe a trení vo valivých ložiskách a ozubených prevodoch. Z uvedených informácií nám vyplýva často požiadavka na prechod, zámenu ropných olejov za syntetické oleje. Je to požiadavka na optimalizáciu mazania, trecích podmienok v trecích uzloch, úpravu a zlepšenie ďalších aspektov ako sú napr. :

- Nedovolené vysoké opotrebovanie,
- Krátke výmenné intervaly olejových náplní,
- Časté prestoje, odstávky strojov a zariadení,
- Vysoká spotreba náhradných súčiastok,
- Zvýšenie výkonu stroja,
- Problémy pri nábehu (štartovaní) stroja, motora pri nízkych teplotách,
- Príliš veľká spotreba energie,
- Zvýšené riziko požiaru,
- Požiadavka z dôvodu ochrany životného prostredia, biologicky odbúrateľné mazivá,
- Požiadavky z dôvodu zámény prevádzkových kvapalín, látok, napr. prechod na iné druhy chladív a iné.

### Klasifikácia a terminológia mazacích olejov

Mazacie oleje sú klasifikované, ako ropné (minerálne) a syntetické oleje. V odbornej praxi sa stretávame aj s iným označením, ako minerálne oleje, resp. čiastočné a polosyntetické oleje. Táto terminológia vyplýva z platných zákonitostí vyplývajúcich z výrobných postupov základových olejov, formulácii finálnych výrobkov, mazív a z platných zásad o názvosloví v tribologickej terminológii. Treba si pripomenúť klasifikáciu základových olejov podľa API, ktorá rozdeľuje ich do

piatich kategórií a to API I., II. a III. pre ropné oleje, kategóriu IV. pre syntetické polyalfaolefíny, ktoré majú významné postavenie v praxi a kategóriu V. všetky ostatné základové oleje, ktoré nie sú uvedené v predchádzajúcich štyroch kategóriách.

V ostatnom čase nastali významné zmeny, napr. pri výrobe najmä motorových olejov, ďalej turbínových a hydraulických olejov, kde sa v značnej miere začínajú uplatňovať výkonové kategórie II. a III.. Napriek tomu kategória I. má stále určité postavenie a to vzhľadom na spotrebu, ktorá predstavuje ešte stále cca 50 %. Nárast základových olejov II. a III. kategórie je evidentný a žiadaný z dôvodu výkonových požiadaviek a úžitkových vlastností. Zlepšená kvalita výkonovej kategórie III. sa už dáva na úroveň kategórie IV. syntetických polyalfaolefínov a to z dôvodu, že majú veľmi podobnú molekulovú štruktúru. Platí to najmä pre motorové oleje, kde niektoré významne olejárske spoločnosti to bežne uvádzajú.

V praxi sa často stretávame s označením čiastočne a polosyntetické oleje. Toto označenie vyplýva, napr. z toho, že základové oleje kategórie III. a IV, majú veľmi nízku schopnosť na rozpustnosť prísad. Z toho dôvodu sa tieto oleje miešajú najmä s esterovými olejmi, ktoré vylepšujú túto dôležitú vlastnosť. Treba ešte uviesť, že ropné oleje (uhl'ovodíky) sú miešateľné so syntetickými uhl'ovodíkmi, PAO v celom rozsahu a to dáva možnosť na zlepšenie výkonových vlastností mazacích olejov a tiež vzniku označenia, ako polosyntetické oleje.

### **Všeobecné pokyny a odporúčania pri vykonávaní zámény ropných olejov za syntetické oleje**

Vzhľadom na určité praktické skúsenosti, ktoré vyplynuli z vykonania zámény ropných olejov za syntetické oleje, uvedieme všeobecné pokyny, odporúčania, resp. upozornenia, aby sme tak zabránili vzniku prípadných problémov. Ide o tieto upozornenia a odporúčania :

- Zvyšky ropných olejov v mazacích systémoch (použitý ropný olej vypustiť, maximálny zvyšok ropného oleja v systéme do 3 %)
- Ošetrovanie, čistenie mazacieho systému (preplachovanie systému, vzájomná miešateľnosť použitých olejov)
- Tesnenia a nátery (vzájomná zlučiteľnosť, agresívne mazivá, napr. PAG, estery kyseliny fosforečnej, estery karboxylových kyselín, nízko viskózne PAO a iné)
- Výmena filtrov (znečistený filter vymeniť, zlučiteľnosť s novým mazacím olejom)
- Trecie dvojice (PAG nie je možné použiť pre hliníkové trecie dvojice, silikónové oleje pre trecie dvojice kov a plast)
- Ošetrovanie syntetických olejov v prevádzke (PAG majú väčšiu mernú hmotnosť, hustotu ako voda, použiť vhodný spôsob, napr. odparovaním)
- Ohrev oleja (tepelný výkon maximálne do 0,7 W/cm<sup>2</sup>)
- Výkon čerpadla (PAG, zníženie výkonu, kavitácia, zohľadniť výkon čerpadla)
- Kontaminácia, znečistenie vodou ( POE, vznik hydrolyzy, rozklad prísad)

Uvedené odporúčania, informácie majú byť len určitou výstrahou, upozornením, aby sme tak zabránili prípadným prevádzkovým problémom. Súčasný sortiment mazacích olejov ponúka široké možnosti výberu jednotlivých druhov. Je len na výrobcovi, resp. prevádzkovateľovi strojov a zariadení pre aký druh oleja sa rozhodne. Uvedené informácie o úžitkových vlastnostiach ropných a syntetických olejoch mali by prispieť k správne rozhodnutiu.