

## **ANALIZA PRIMENE I RAZVOJA POLIALFAOLEFINA U CILJU PROIZVODNJE SINTETIČKIH MAZIVA**

### **1. UVOD**

Za razliku od mineralnih ulja, koja predstavljaju složene mešavine ugljovodonika različitih molekulskih masa, struktura i osobina, sintetička bazna ulja predstavljaju mešavinu molekula ugljovodonika tačno definisanih molekulskih masa i struktura koji određuju potrebne osobine: oksidacionu i termičku stabilnost, isparljivost, viskozno-temperaturske osobine, temperature paljenja i stinjavanja itd.

Zbog pooštrenih zahteva proizvođača modernih mehaničkih sistema za poboljšanjem performansi maziva, sintetička i polusintetička maziva dobijaju sve veći značaj. Udeo sintetičkih maziva u potrošnji je više od 10%, sa godišnjom stopom rasta potražnje od 10 - 15%.

Razlog ovakve ekspanzije sintetičkih maziva se može objasniti prednostima sintetičkih maziva nad mineralnim u smislu:

- više oksidacione stabilnosti
- više termičke stabilnosti
- višeg indeksa viskoznosti
- niže isparljivosti
- niže tačke tečenja
- više temperature paljenja
- biodegradabilnosti
- netoksičnosti
- dužeg veka u eksploataciji, odnosno manjih troškova održavanja

Glavna prepreka za intezivnijim razvojem je visoka cena proizvodnje sintetičkih maziva. Međutim, razlika između cene sintetičkih i mineralnih ulja se vremenom smanjuje, što će u narednom periodu povećati ekspanziju proizvodnje i primene sintetičkih maziva.

Postoji više vrsta sintetičkih fluida među kojima su najpoznatiji:

- Sintetički ugljovodonici
  - Polialfaolefini - PAO (oligomeri olefina)
  - Poliizobuteni (oligomeri izobutena)
  - Alkilbenzeni (alkilovani aromati)
- Estri
- Etri
- Halogenovani ugljovodonici
- Silikoni itd.

**Polialfaolefini (PAO)** su najperspektivniji što pokazuju podaci da se potrošnja PAO u odnosu na ostala sintetička bazna ulja u Zapadnoj Evropi veoma povećava:

1987g. - 24.000 t/god,

1990g. - 45.000 t/god,

1992g. - 70.000 t/god.

Zbog izuzetno dobrih osobina koriste se za proizvodnju sintetičkih i polusintetičkih motornih ulja, ulja za menjače i diferencijale motornih vozila, industrijskih reduktorskih i hidrauličnih ulja, maziva za avione, ulja za vazdušne kompresore itd.

**Poliizobuteni** predstavljaju posebnu verziju oligomera olefina, odnosno sintetičkih ugljovodonika, koji se dobijaju oligomerizacijom izobutena. Najčešće se koriste za proizvodnju aditiva, a zbog dobre mazivosti i potpunog sagorevanja koriste se kao sintetička bazna ulja za proizvodnju ulja za dvotaktne motore. Mogu da se koriste za proizvodnju nekih industrijskih ulja i ulja za obradu metala. Ne koriste se za proizvodnju ulja za četvorotaktne motore.

**Alkilbenzeni** se dobijaju alkilovanjem benzena olefina ili hlorovanim parafinima u prisustvu  $AlCl_3$  kao katalizatora. Prvenstveno se primenjuju, (zbog dobre podnošljivosti i neutralnosti prema freonima) za podmazivanje rashladnih kompresora.

**Estri**, kao sintetička bazna ulja mogu da se koriste:

*Diestri* - za proizvodnju ulja za podmazivanje mlaznih motora i zupčaničkih sistema kod turboelisnih aviona, za proizvodnju ulja za dvotaktne motore,

*Estri fosforne kiseline* - za proizvodnju teško zapaljivih hidrauličnih fluida, za podmazivanje vazdušnih kompresora, za proizvodnju mazivih masti i kao aditivi mineralnim mazivima za zaštitu od ekstremnih pritisaka,

*Estri silicijumove kiseline* - za proizvodnju sintetičkih hidrauličnih fluida, fluida za prenos toplote i za proizvodnju masti koje se koriste na niskim temperaturama

**Etri** imaju široku primenu:

*Poliglikoli i poliglikolestri* - za proizvodnju tečnosti za kočnice motornih vozila, za podmazivanje teškoopterećenih kliznih ležajeva, sredstva za obradu metala, za proizvodnju sintetičkih mazivih masti, za proizvodnju nezapaljivih hidrauličnih tečnosti itd.

*Polifeniletri* - za podmazivanje turbomlaznih motora, zbog otpornosti na radijacijska zračenja koriste se u nuklearnim elektranama za podmazivanje ležajeva i zupčaničkih sklopova.

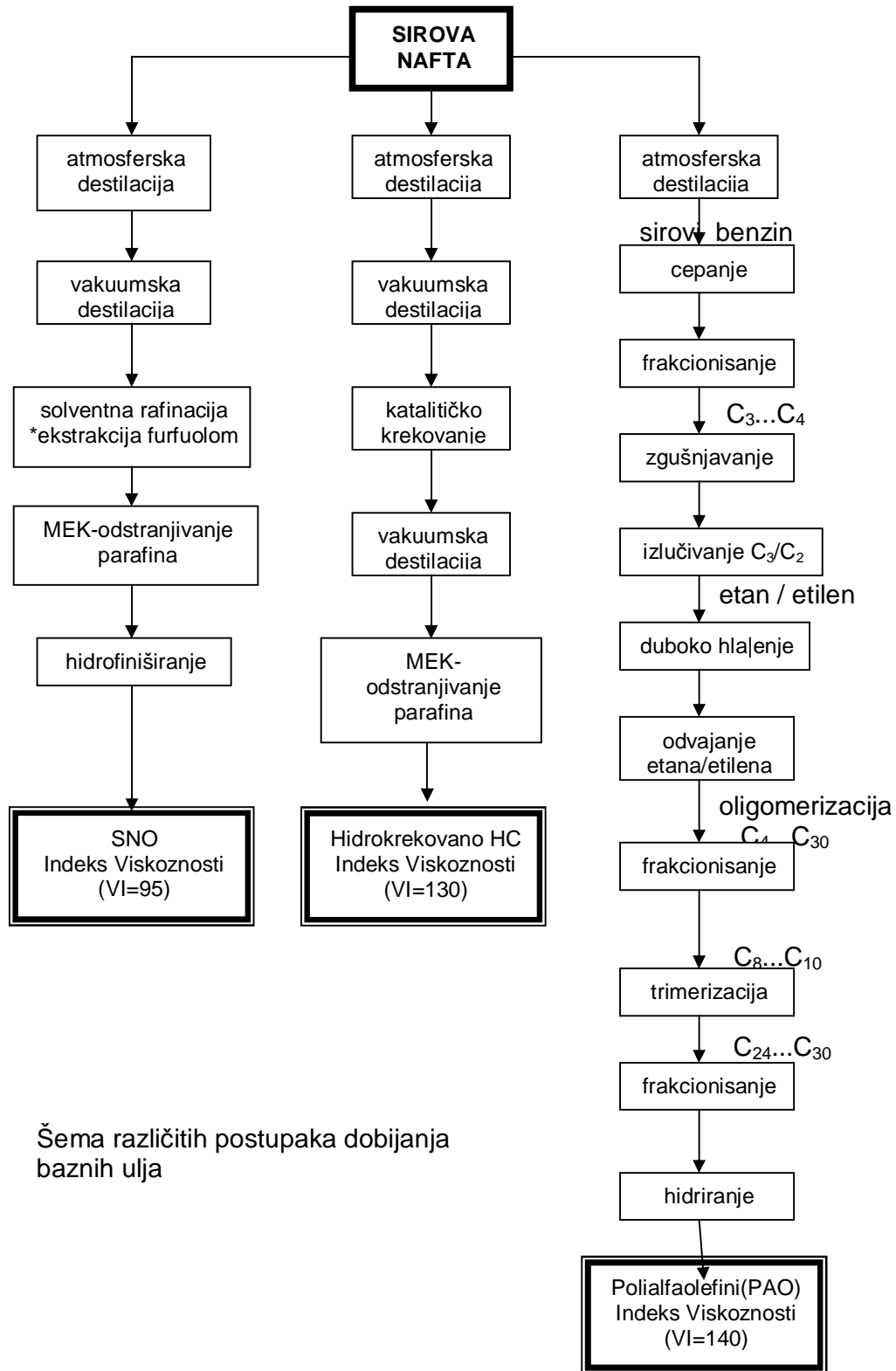
**Halogenski derivati** - Kao sintetički fluidi za proizvodnju maziva najčešće se koriste derivati hlora i fluora poznati kao polihlordifenili, hlornaftaleni, heksahlorbutadieni itd.

*Polihlordifenili* se mogu koristiti kao ulja za transformatore, međutim zbog toksičnosti njihova primena se ograničava.

*Hlor-fluor* ugljenici su izuzetno hemijski i oksidativno stabilni pa su pogodna za podmazivanje kompresora za kiseonik, pumpi za mineralne kiseline i druge agresivne fluide.

**Silikonska ulja** podrazumevaju oligomere ili polimere organskih jedinjenja silicijuma u kojima su atomi silicijuma međusobno povezani preko kiseonika. Koriste se kao maziva za ležajeve i delove od plastičnih masa ili kaučuka. Takođe se koriste kao aditivi - impruveri indeksa viskoznosti.

## 2. TEHNIČKA PRIMENA POLIALFAOLEFINA ( PAO )



	PAO 2	PAO 4	PAO 6	PAO 8	PAO 10	PAO 40	PAO 100
Kinematička viskoznost mm <sup>2</sup> /s, na 100°C	1,8	3,90	5,90	7,80	9,60	40,00	100
Kinematička viskoznost mm <sup>2</sup> /s, na 40°C	5,54	16,8	31,00	45,8	62,9	395	1250
Kinematička viskoznost mm <sup>2</sup> /s, na - 40°C	340	2460	7890	18160	32650	-	-
Indeks Viskoznosti	-	129	138	140	134	151	168
Temperatura tečenja °C, max.	- 63	- 70	- 68	- 63	- 53	- 34	- 20
Temperatura paljenja °C, min. (otvoreni sud)	155	215	235	252	264	272	288
Isparljivost ( NOACK ) % 250°C, 1 čas	99	12	7,00	3,00	2,00	0,8	0,6

Koriste se za proizvodnju:

- Sintetičkih i polusintetičkih motornih ulja u kombinaciji sa estrima
- Ulja za menjače i diferencijale motornih vozila i druge zupčaničke sklopove
- Hidrauličnih ulja
- Ulja za vazdušne kompresore
- Masti za niske temperature
- Motorna, hidraulična i druga maziva za vazduhoplove
- Maziva za prehrambenu industriju

Novi mehanički sistemi, odnosno zahtevi proizvođača mehaničkih sistema su pooštreni, tako da klasična mineralna bazna ulja ne mogu da ispune njihove zahteve u smislu:

1. Poboļjšanih performansi
  - više termičke stabilnosti
  - više oksidacione stabilnosti
  - više temperature paljenja
  - boljih viskozno-temperaturnih karakteristika ( viši index viskoznosti)
  - niže tačke tečenja
2. Uštede energije
  - niže isparljivosti
  - uštede goriva
  - dužeg veka u eksploataciji, odnosno manjih troškova održavanja
3. Zaštite životne okoline
  - biodegradabilnost
  - manja isparljivost ulja
  - netoksičnost

Sintetička maziva se prvenstveno koriste tamo gde se problem podmazivanja ne može uspešno rešiti mazivom mineralnog porekla, gde to zahteva specifikacija proizvođača mehaničkog sistema i gde troškovi proizvodnje ili eksploatacije mogu podneti visoku cenu sintetičkog maziva.

## ***Motorna ulja***

Polialfaolefini se veoma često koriste za proizvodnju sintetičkih i polusintetičkih motornih ulja. Zbog slabijeg rastvaranja klasičnih aditiva, koriste se u kombinaciji sa estrima koji su, zahvaljujući svojoj polarnosti, bolji rastvarači aditiva. S obzirom da se PAO dobro mešaju sa mineralnim baznim uljima (20 - 70%) češće se koriste za proizvodnju polusintetičkih motornih ulja.

Visoke performanse sintetičkih i polusintetičkih motornih ulja omogućavaju proizvodnju lakotečljivih (niskoviskoznih) ulja SAE 5W-30, SAE 10W-30, SAE 10W-40 za motore poslednje generacije.

Lakotečljiva motorna ulja su formulisana da bi smanjila trenje u motoru što ima za posledicu uštedu goriva (EC - Energy Conserving) i do 2,7% kod modernih motora. Osim toga, uvođenje NOACK testa (ograničenje isparljivosti ulja na 13%), problem toksičnosti odnosno zaštita čovekove okoline su takođe uzroci povećanja potrošnje sintetičkih i polusintetičkih motornih ulja.

## ***Ulja za menjače i diferencijale motornih vozila***

Niska tačka tečenja i dobre viskozno-temperaturne karakteristike omogućavaju lako pokretanje hladnog motora i rad u uslovima niskih temperatura, pri čemu se smanjuje potrošnja goriva. Upotreba viskozni gradacija SAE 75W-90 ili SAE 80W-140 prema nekim istraživanjima, mogu da uštede 4 - 10% goriva.

## ***Industrijska maziva***

Sintetička maziva na bazi mešavine PAO/estar se u industriji koriste za podmazivanje velikih industrijskih gasnih turbina sa pogonom na prirodni gas. Takođe se u industriji koriste za ekstremno teške uslove rada zupčanika i ležajeva na visokim temperaturama i visokim pritiscima.

Sintetička maziva na bazi PAO su izuzetno pogodna za podmazivanje vazдушnih i gasnih kompresora. Za vreme procesa sabijanja u klipnim kompresorima dolazi do zagrevanja vazduha i delova kompresora. Temperatura zagrevanja zavisi od stepena sabijanja i ulazne temperature vazduha. Kod višestepenih klipnih kompresora može se kretati i preko 220<sup>0</sup>C, pa je zato kod kompresorskog ulja, osim termičke i oksidacione stabilnosti, važna karakteristika temperature samozapaljenja. Za podmazivanje kompresora sa temperaturom kompresije do 220<sup>0</sup>C koriste se najčešće mineralna ulja, a preko 220<sup>0</sup>C sintetička.

U toku podmazivanja klipnih prstenova i površina cilindra, ulje se nalazi u tankom sloju, čija se debljina meri u mikronima. U takvim uslovima korišćenja, ulje je u intenzivnom kontaktu sa zagrejanom vazduhom pa je proces termičke razgradnje intenzivan. Zato su posebno važne karakteristike ulja za vazdušne kompresore: sklonost ka isparavanju, stvaranje taloga, oksidacija i formiranje koksni taloga.

Osim ovih karakteristika kompresorsko ulje mora da štiti površine od korozije i rđe, jer su sa vazduhom iz atmosfere pomešani vodena para i brojna agresivna hemijska jedinjenja. Zajedno sa vazduhom u kompresor se unose i mehaničke čestice, pa ulje obavlja i funkciju zaptivača, tako što razdvaja kompresioni prostor od ostalog dela kompresora.

## **Vazduhoplovstvo**

Polusintetička ulja (PAO+mineralno ulje) se sve više koriste za klipne motore aviona. Najpoznatiji u ovoj oblasti je Shell sa svojim Aeroshellom Oil W SAE 15W-50. Za hidraulične sisteme vazduhoplova, mineralna hidraulična ulja se sve više zamenjuju sa mešavinom PAO/estar. Takođe se koriste i za proizvodnju masti za vazduhoplovstvo.

## **Prehrambena i farmaceutska industrija**

Maziva na bazi polialfaolefina se mogu formulisati da prođu FDA testove (FDA Regulations 21 CFR 178.3570-a), da bi se mogla primenjivati za podmazivanje reduktora i drugih mehaničkih sistema u prehrambenoj industriji gde može doći do slučajnog kontakta sa hranom.

PAO obezbeđuju netoksičnost, bolju mazivost, viši indeks viskoziteta, višu oksidativnu i termičku stabilnost, nižu tačku stinjanja što dovodi do uštede energije do 8%, u poređenju sa tehnički belim uljima mineralnog porekla.

## **3. STANJE NA TRŽIŠTU MAZIVA**

### **EVROPSKO TRŽIŠTE**

Polialfaolefini su svoju značajniju primenu započeli tek 1970 god. Izdavanjem specifikacije MIL-H-83282 za hidraulična ulja na bazi PAO, a 1977 god. je Mobil započeo proizvodnju sintetičkih motornih ulja na bazi PAO i estara.

Zbog svojih prednosti sintetička maziva se sve više primenjuju u raznim oblastima, a stalni zahtevi potrošača za podizanjem kvalitetnog nivoa i učinka maziva, uslovljavaju veće učešće sintetičkih maziva. Osim toga zainteresovanost hemijskih kompanija koje proizvode sintetička bazna ulja i aditive za povećanjem proizvodnje i njihova međusobna konkurencija (55 kompanija proizvode sintetička bazna ulja) trebalo bi da doprinese sniženju cena, što je glavni razlog za sporo prodiranje sintetičkih ulja u oblast primene maziva.

Potrošnja sintetičkih baznih ulja u Zapadnoj Evropi ( 000 tona/god.):

Bazno ulje	1987	1990	1992
Alkilbenzeni	7	8	9
Estri	40	50	58
Fosfati (estri)	4	4	3
<b>Polialfaolefini (PAO)</b>	<b>24</b>	<b>45</b>	<b>70</b>
Polialkilen glikoli (PAG)	26	30	35
Polibuteni	17	19	21
Ostala sint. bazna ulja	5	6	7
<b>Ukupno</b>	<b>123</b>	<b>162</b>	<b>203</b>

Procenjena potrošnja gotovih sintetičkih i polusintetičkih proizvoda na bazi PAO i PAO + mineralno ulje u Zapadnoj Evropi 1991 god. (u hiljadama tona):

Motorna ulja za četvorotaktne motore	150
Ulja za ručne i automatske menjače i diferencijale	2
Ulja za gasne turbine	1
Ulja za cirkulacione sisteme, zupčanike i ležajeve	10
Ulja za vazdušne i gasne kompresore	15
Ulja za klipne motore aviona	0,5
Hidraulično ulje za avijaciju	1,5
Ukupno	180

## JUGOSLOVENSKO TRŽIŠTE

Na našem tržištu, sintetička maziva su se koristila, u relativno malim količinama i to tamo gde se problem podmazivanja nije mogao uspešno rešiti mazivom mineralnog porekla i tamo gde to izričito zahteva specifikacija proizvođača mehaničkih sistema.

Međutim, može se na osnovu analize domaćeg tržišta zapaziti nagli porast potražnje sintetičkih i polusintetičkih maziva, naročito u oblasti automobilizma. Na našim putevima se može videti sve veći broj najnovijih modela motornih vozila (automobila, autobusa, kamiona...) koji zahtevaju nove generacije ulja.

Osim što su distributeri maziva odmah reagovali i počeli da uvoze sintetička maziva velikih svetskih proizvođača, i domaće rafinerije su počele proizvodnju novih sintetičkih i polusintetičkih maziva.

## 4. ZAKLJUČAK

Klasična bazna ulja proizvedena solventnom rafinacijom se sve više zamenjuju sintetičkim i polusintetičkim baznim uljima koja imaju daleko višu oksidacionu i termičku stabilnost, više indekse viskoznosti, nižu tačku stinjanja itd.

Ukoliko klasična bazna ulja proizvedena solventnom rafinacijom imaju niži viskozitet, utoliko je veći gubitak ulja usled isparavanja na visokim temperaturama, veće zagađenje atmosfere a osim toga - veće taloženje uljne smole na klipovima i usisnim ventilima.