

III međunarodni kongres "Inženjerstvo, ekologija i materijali u procesnoj industriji"
III International Congress "Engineering, Environment and Materials in Processing Industry"
UTICAJ MEHANIČKIH NEČISTOĆA NA KVALITET HIDROKREKOVANIH
BAZNIH ULJA
IMPACT OF MECHANICAL IMPURITIES ON THE QUALITY OF
HYDROCRACKED BASE OILS

Nenad Munjić¹, Goran Dugić¹, Pero Dugić¹, Zoran Jovanović¹, Zoran Petrović²

¹Rafinerija ulja Modriča, Stepe Stepanovića 49, 74480 Modriča, munja@modricaoil.com, gdugic@modricaoil.com, pero@modricaoil.com, zoranj@modricaoil.com

²Tehnološki fakultet Zvornik, Karakaj bb, 75400 Zvornik, BiH, ozrenzorp@gmail.com

¹Oil refinery Modriča, Stepe Stepanovića 49, 74480 Modriča, BiH, munja@modricaoil.com, gdugic@modricaoil.com, pero@modricaoil.com, zoranj@modricaoil.com

²Faculty of Technology Zvornik, Karakaj bb Zvornik 75400, ozrenzorp@gmail.com

Izvod

Proizvodnja hidrokrekovanih baznih ulja se najčešće odvija preko sljedećih proizvodnih jedinica: Postrojenje za hidrokrekovanje, vakuum destilacija, deparafinacija i jedinica za završnu obradu. Hidrokrekovana bazna ulja posjeduju visok indeks viskoznosti, odličnu oksidacionu stabilnost, nizak sadržaj sumpora i aromatskih ugljovodonika, te veoma nisku isparljivost. Pri procesu proizvodnje hidrokrekovanih baznih ulja i parafina, u završnoj fazi se koristi postupak obrade sa aktivnom glinom. Zadatak aktivnih glina je da izdvoje obojene komponente i nepoželjne mirise kako bi se postigla odgovarajuća termooksidaciona stabilnost i boja hidrokrekovanog baznog ulja.

U eksperimentalnom dijelu rada korišćena su četiri uzorka deparafinisanog hidrokrekovanog ulja, koja su kao takva bijeljena u laboratorijskim uslovima sa dva tipa aktivne gline koja se koriste na postrojenjima Bijeljenja baznih ulja. Prisustvo mehaničkih nečistoća u izbijeljenom hidrokrekovanom baznom ulju određivano je pomoću uređaja za određivanje koda zaprljanosti. Mehanička onečišćenja direktno degradiraju kvalitet hidrokrekovanog baznog ulja. Takva kontaminirana bazna uljna osnova se ne može koristiti za namješavanje industrijskih, motornih i ostalih mazivih ulja.

Ključne riječi: Hidrokrekovana bazna ulja, mehaničke nečistoće, aktivna glina

Abstract

Hydrocracked base oil production is usually carried out through the following production units: Hydrocracking plant, vacuum distillation, dewaxing and finishing unit. Hydrocracked base oils have a high viscosity index, excellent oxidation stability, low sulfur and aromatic hydrocarbons content and very low volatility. During the manufacturing process of hydrocracked base oils and paraffins, active clay is used in the final stage of processing procedure. The task of active clay is to absorb colored components and odors in order to achieve adequate color and thermal oxidation stability of hydrocracked base oils.

In experimental part we used four samples of dewaxed hydrocracked oils that are bleached in the laboratory with two types of active clay used in the bleaching plant for base oils. The presence of mechanical impurities in bleached hydrocracked base oil was measured using a device for determination of cleanliness level. Mechanical impurities directly degrade the quality of hydrocracked base oils. Such contaminated base oil cannot be used for blending of industrial, automotive and other lubricants.

Key words: Hydrocracked base oils, mechanical impurities, active clay

1. UVOD

Proizvodnja hidrokrekovanih baznih ulja se najčešće odvija preko sljedećih proizvodnih jedinica: postrojenje za hidrokrekovanje, vakuum destilacija, deparafinacija i jedinica za završnu obradu.

U ovom radu posebna pažnja je posvećena tehnološkoj operaciji „Bijeljenje hidrokrekovanog baznog ulja“ kao i osobinama „filtrata“ tj. onog hidrokrekovanog baznog ulja koje prođe kroz filter. Da bi se bolje razumjela ova tehnološka operacija potrebno je upoznati se sa nizom drugih tehnoloških operacija koje se odvijaju na postrojenjima za proizvodnju hidrokrekovanih baznih ulja i parafina.

1.1. Postrojenje za hidrokrekovanje –ISOMAX

Proces dobijanja hidrokrekovanog baznog ulja započinje primarnom preradom sirove nafte. Nakon atmosferske destilacije sirove nafte, teški ostatak, koji se nije mogao preraditi pri atmosferskom pritisku, šalje se na postrojenje za destilaciju pri sniženom pritisku, odnosno vakuum destilaciju. Nakon vakuum destilacije, teško i lako vakuum gasno ulje, kao jedne od frakcija, miješaju se i šalju na postrojenje za katalitički krekning, ISOMAX, odakle, kao jedna od frakcija, izlazi i bazna uljna sirovina (BUS).

Tabela 1. Tipične karakteristike BUS-a

Karakteristika	Iznos
Viskoznost na 40°C (mm ² /s)	20,1
Viskoznost na 100°C (mm ² /s)	4,3
Indeks viskoznosti	122
Tačka stinjavanja (°C)	29
Boja	L3.0

1.2. Vakuum destilacija

Sirovina za vakuum destilaciju je bazna uljna sirovina, a to je hidrokrekovani ostatak atmosferske destilacije. Osnovni zadatak destilacije je obezbjeđenje odgovarajuće viskoznosti i tačke paljenja pojedinih frakcija, koje su njihove osnovne kontrolne karakteristike. Prisustvo komponenata niske tačke ključanja bitno utiču na tačku paljenja neke frakcije, čak i kada se radi o veoma maloj količini.

Današnja moderna maziva, motorna i neka industrijska ulja, traže bazna ulja uske raspodjele molekulske mase - uzak destilacioni rez. Proizvodnja hidrokrekovanog baznog ulja uskog destilacionog raspona - uskog reza je uslov za formulacije modernih niskoviskoznih motornih ulja i ulja specijalne namjene. Mineralna bazna ulja se frakcionišu po strogim viskozitetnim specifikacijama sa kontrolisanom isparljivošću, a posebno kod ulja niskog viskoziteta.

Značaj uske raspodjele mase - uskog reza vakuum destilata ogleda se i u većem stepenu efikasnosti procesa u daljem tehnološkom procesu proizvodnje baznih ulja, deparafinaciji i završnoj obradi. Postrojenje vakuum destilacije se sastoji iz tri cjeline: peć za zagrijavanje ulazne sirovine, vakuum kolona i centar za kontrolu i upravljanje procesom.

1.3. Deparafinacija

Sirovina za proizvodnju baznih ulja sadrži određene količine parafina visoke tačke topljenja koji nepovoljno utiču na ponašanje hidrokrekovanih baznih ulja na nižim temperaturama. Radi toga se parafin odstranjuje iz sirovine i tako se dobiju bazna ulja sa željenom tačkom tečenja.

Postupkom hidrotretiranja i katalitičke izomerizacije parafini se prevode u poželjnije komponente, tj. dugački lanci parafina se prevode u razgranate.

Solventnom deparafinacijom se uz prisustvo rastvarača odstranjuje parafin. Primjenjuju se dva rastvarača, jedan koji povećava rastvorljivost ulja i drugi koji smanjuje rastvorljivost parafina. Postrojenje može da se podijeli na četiri cjeline: deparafinacija ulja, rekuperacija solventa iz ulja, rekuperacija solventa iz mekog parafina i rekuperacija solventa iz tvrdog parafina.

1.4. Završna obrada dekolorantnom glinom

Bijeljenje glinom ne utiče znatno na promjene fizičko-hemijskih osobina, kao što su gustina, viskozitet, indeks viskoznosti, itd., nego prvenstveno popravlja boju i dovodi do određenog poboljšanja oksidacione stabilnosti. Tehnički se najčešće primjenjivao postupak kontaktne filtracije. Postupak perkolacije sa specijalnim boksitima se najčešće primjenjuje za završnu obradu lakših frakcija ulja (transformatorsko ulje, vretenska ulja itd.). U praksi se primjenjuju prirodno aktivne i vještačke aktivne gline.

Dekolorantna glina se dodaje da bi vezala za sebe nestabilna jedinjenja iz ulja te tako poboljšala oksidacionu stabilnost baznog ulja. Izreagovana dekolorantna glina se odvaja od ulja filtracijom. Izbijeljeno bazno ulje se skladišti u odgovarajuće rezervoare odakle se to ulje dalje koristi za proizvodnju maziva.

2. FILTRACIJA HIDROKREKOVANIH BAZNIH ULJA

2.1. Filtracija baznog ulja na komornoj filter presi

Komorna filter presa služi za filtriranje baznog ulja, tj. odvajanje baznog ulja od filter pogače. Ova filter presa se sastoji od 35 elemenata (komora), koje su konstruktivno sve potpuno iste. Svaka komora je presvučena sa filter papirom i filter platnom. Dimenzije otvora filter papira je $25\mu\text{m}$, a filter platna kroz koji prolazi bazno ulje $50\mu\text{m}$. Na slici 1. prikazan je izgled komorne filter prese, a na slici 2. slavine na komornoj filter presi.



Slika 1. Komorna filter presa



Slika 2. Slavine na komornoj filter presi

Filter presa se prvo sklopi, odnosno pripremi za filtraciju. Pumpa se uključi i tako počinje proces predfiltracije. Dok traje predfiltracija, dekolorantna glina se taloži u komorama između ramova i na taj način pravi filtracioni kolač koji i sam služi kao filter. Za vrijeme predfiltracije ulje sa filter prese se vodi u slop posudu. Kada se stvori dovoljno velik filtracioni kolač isfiltrirano ulje je bistro i bez mehaničkih nečistoća.

Isfiltrirano ulje se usmjerava u posudu namijenjenu za gotov proizvod. Kada filtracioni kolač postane dovoljno veliki smanjuje se protok, a povećava pritisak što je znak da je filter presa zasićena. Prekida se filtracija i upušta se servisni vazduh koji vrši cijedenje i sušenje filter pogače. Kada se filter pogača osuši, presa se rastavlja i vrši se čišćenje filter prese. Kapacitet filtracije na ramskoj filter presi je $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$. Ovaj tip filter prese odlikuje se pouzdanošću u radu i lakom filtriranju ulja. Međutim, nedostatak ove prese je što zahtijeva dosta manualnog rada, kao i mali kapacitet iste.

2.2. Filtracija hidrokrekovanog baznog ulja na ramskoj filter presi

U odnosu na komorne filter prese, ove filter prese predstavljaju tehničko unapređenje. Ramska filter presa služi za filtriranje baznog ulja, a sastoji se od 68 elemenata tj. ramova (slika 3.). Svaki ram je presvučen sa filter papirom i filter platnom. Dimenzije otvora kroz koji prolazi bazno ulje su: filter papir $25\mu\text{m}$ i filter platno $50 \mu\text{m}$.



Slika 3. Ramska filter presa

Filter presa se prvo pripremi za filtraciju, a zatim uključi pumpa. Dok traje prefiltracija glina se taloži između ramova te pravi filtracioni kolač koji i sam služi kao filter. Za vrijeme prefiltracije ulje sa filter prese se vodi u slop posudu. Kada se stvori dovoljno velik filtracioni kolač isfiltrirano ulje je bistro i bez mehaničkih nečistoća. Kada filtracioni kolač postane veliki smanji se protok i poveća pritisak, i to je znak da je filter presa zasićena. Prekida se filtracija, uvodi se servisni vazduh koji vrši duvanje prese i na taj način istjeruje čestice ulja iz prese.

Kada se filter pogača osuši presa se rastavlja i vrši se ručno čišćenje filter prese. Kapacitet filtracije na ramskoj filter presi je 4,5 m³/h. Prednosti ove filter prese su pouzdanost u radu i lako filtriranje ulja. Nedostatak ovih filtera je što se u slučaju probijanja suspenzije kroz filtersko platno, dakle u slučaju oštećenja platna na jednom ramu, mora obustaviti rad cijele prese, jer se jedan članak ne može posebno isključiti iz rada.

2.3. Filtracija baznog ulja na FUNDA filterima

FUNDA filter (slika 4.) se sastoji od kućišta u kome se nalazi 50 filtracionih diskova koji su pričvršćeni na centralnu osovinu. Na svakom disku se nalazi gruba i fina mrežica. Otvor grube mrežice je 1 mm, a fine 50µm. Pokreće se pumpa i time započinje proces prefiltracije. Na filtracionim diskovima se stvara filter pogača. Cijelo vrijeme ulje kruži iz tampon posude na filter i ponovo u tampon posudu. Onog momenta kada ulje koje izlazi iz filtera nema više mehaničkih nečistoća znak je da je debljina filter pogače dovoljno velika. Ulje se usmjerava u posudu za finalni proizvod. Tokom filtracije dolazi do povećanja debljine filter pogače a kao posljedica toga dolazi do smanjenja protoka i porasta pritiska. Kada debljina filter pogače dostigne kritičnu veličinu prekida se sistem filtracije. Upušta se servisni vazduh koji vrši cijedenje i sušenje filter pogače. Osušena filter pogača se rotacijom otreša sa diskova. Poslije otrešanja filter je spreman za novi ciklus filtracije. Kapacitet filtracije na ovim filterima je 15 m³/h. Prednost ovih filtera je veliki kapacitet i nema teškog fizičkog rada, a nedostatak je visoka nabavna cijena.



*Slika 4. FUNDA filter koji se koristi na postrojenju Bijeljenja baznih ulja
a) gornji dio filtera sa centralnom osovinom b) kućište filtera*

2.4. Osobine hidrokrekovanog baznog ulja –filtrata

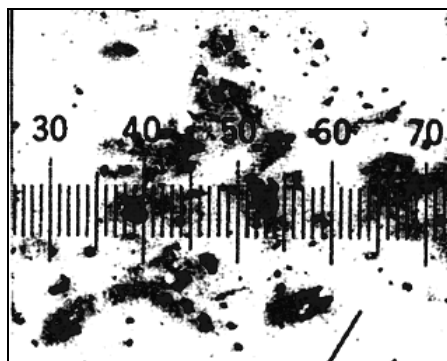
Filtrat tj. izbijeljeno i isfiltrirano hidrokrekovano bazno ulje je finalni proizvod koje se dalje koristi za proizvodnju maziva. U cilju karakterizacije filtrata standardizovanim metodama ispitivanja vrši se određivanje njegovih tipičnih karakteristika: boja, izgled i mehaničke nečistoće, viskoznost i indeks viskoznosti, tačka tečenja, tačka paljenja i gustina.

3. KONTAMINACIJA I ODRŽAVANJE POTREBNOG STEPENA ČISTOĆE ULJA

Postoje brojne mogućnosti za kontaminaciju ulja, a time i za njihovu degradaciju. Kontaminacija i degradacija ulja u eksploataciji ne mogu se potpuno sprečiti ali se mogu znatno usporiti, što je veoma važno i za ulje i za mehanički sistem. Brzina i stepen degradacije ulja direktno su proporcionalni brzini i stepenu kontaminacije. Zbog toga je važno spriječiti brzu kontaminaciju ulja prije i u toku upotrebe. Spektar kontaminanata ulja je veoma širok. Svaki kontaminant utiče destruktivno na ulje, umanjujući mu fizičko-hemijske i radne osobine, a konačne posljedice su skraćenje vijeka ulja i motora. Na relaciji od proizvođača do korisnika ulja, postoji niz mogućnosti za njegovu kontaminaciju i degradaciju, nekada i do stepena neupotrebljivosti. U uljima za podmazivanje i hidrauliku uvijek se nalaze tri kontaminanta: čvrste čestice, voda i vazduh. Njihov zapreminski udio u uljnoj masi je različit, kao i mehanizam njihovog djelovanja, što znači da je to složen i uzajamno povezan proces.

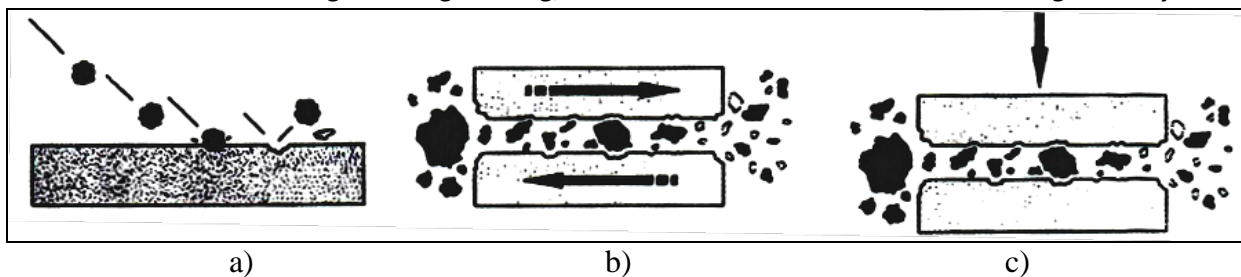
Čvrste čestice u ulju (slika 5.) pojavljuju se zbog nedovoljne zaptivenosti prema okolini ili su rezultat habanja površina koje se podmazuju. Mogu se svrstati u grupe i podijeliti prema: obliku, sastavu materijala, tvrdoći, hemijskom sastavu, veličini, rastvorljivosti u ulju i električnoj provodljivosti. U ulju se nalaze čvrste čestice veličine od 1 do 100 μm , a ponekad i veće. Ljudsko oko može da registruje tek čvrste čestice veće od 25 μm . Čestice prisutne u ulju mogu se podijeliti na:

- mikro čestice: od 1 do 3 μm
- najfinije čvrste čestice: od 3 do 5 μm
- fine čvrste čestice: od 5 do 20 μm
- grube čvrste čestice: od 20 do 50 μm
- prljavština: preko 50 μm .



Slika 5. Mikroskopski snimak čvrstih čestica u ulju

Čvrste čestice su rijetko okruglog oblika, a najčešće su višougone, elipsoidne, tanjiraste, sunderaste, zvjezdaste, klinaste ili vlaknaste. Svi slučajevi kontakta čvrstih čestica sa površinama mašinskih ili hidrauličkih komponenti u odnosu na kinematiku formiranja oblika habanja, mogu se svrstati u tri osnovna tipa (slika 6).



Slika 6. Elementarni kontakti površina sa čvrstim česticama i uticaj na mehanizam habanja:
a) erozivno habanje; b) abrazivno habanje; c) utiskivanje

Najnepovoljnije djelovanje čvrstih čestica je u zazoru površina koje su opterećene i koje se kreću. Na intenzitet oštećenja površina, osim tvrdoće površine i tvrdoće čvrstih čestica utiču i opterećenje, veličina zazora, te broj, veličina i oblik čvrstih čestica.

Čvrste čestice manje veličine od veličine zazora najverovatnije neće oštetiti površine, veće od veličine zazora možda neće ući u zazor, a one čija je veličina jednaka veličini zazora kotrljaju se ili kližu uzduž zazora i najintenzivnije djeluju na oštećenje površina. Sa čisto teorijskog stanovišta, u ulju se ne smije naći čvrsta čestica čija je veličina iznad 1/3 veličine zazora.

4. EKSPERIMENTALNI DIO

4.1 Materijali

- Deparafinisana hidrokrekovana bazna ulja (DHC-3, DHC-4, DHC-6, DHC-8).
- Komercijalne aktivne gline 1 i 2.

4.2. Metode rada

1. Bijeljenje uzoraka deparafinisanih hidrokrekovanih baznih ulja (DHC-3, DHC-4, DHC-6, DHC8) izvedeno je na magnetnoj mješalici u laboratorijskim uslovima pri sljedećim parametrima:

- Zapremina deparafinisanih hidrokrekovanih baznih ulja: 200 ml.
- Udio komercijalnih aktivnih gline 1 i 2: 1% m/m.
- Temperatura: 110°C.
- Vrijeme kontakta: 30 minuta.

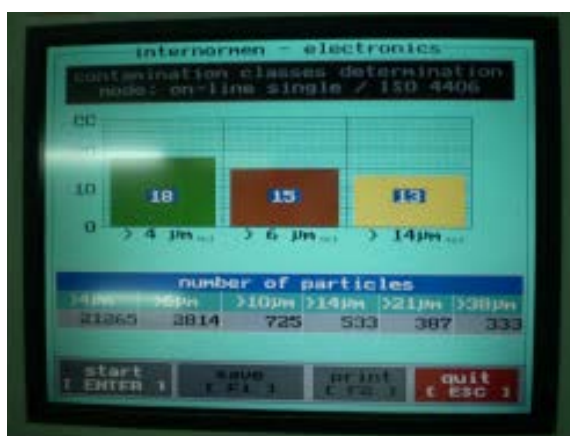
2. Određivanje mehaničkih nečistoća u bijeljenim hidrokrekovanim baznim uljima – koda zaprljanosti ulja izvedeno je na aparatu Bottle Sampling System (BSS 2) prikazanom na slici 7.

Ulje se iz mjerne posude, nakon podešavanja pritiska, elektromotorom potiskuje kroz laserski senzor, koji vrši mjerenja na principu nepropuštanja svjetlosnih impulsa zavisno od veličine čestice. Elektronski dijelovi analiziraju dobijena mjerenja i pretvaraju ih u broj i veličinu.

Prednosti ove metode su: mjeri uvijek isti volumen, jednak protok u senzoru, velika tačnost mjerenja i dobra ponovljivost. Rezultati se mogu izraziti u skladu sa različitim standardima: ISO 4406/99 (C), NAS 1638, ISO 4406/87 i SAE AS 4059 (c). *(c)- mjereno u tri dimenzije



Slika 7. Aparat za određivanje koda zaprljanosti, BSS2 (Bottle Sampling System)



Slika 8. Prikaz displeja koji je u sastavu aparata za mjerenje broja nečistoća i određivanje koda zaprljanosti

5. REZULTATI I DISKUSIJA

Fizičko-hemijske karakteristike komercijalnih aktivnih glina date su u tabeli 2, a u tabeli 3. fizičko-hemijske karakteristike deparafiniranih hidrokrekovanih baznih ulja nakon bijeljenja aktivnim glinama 1 i 2.

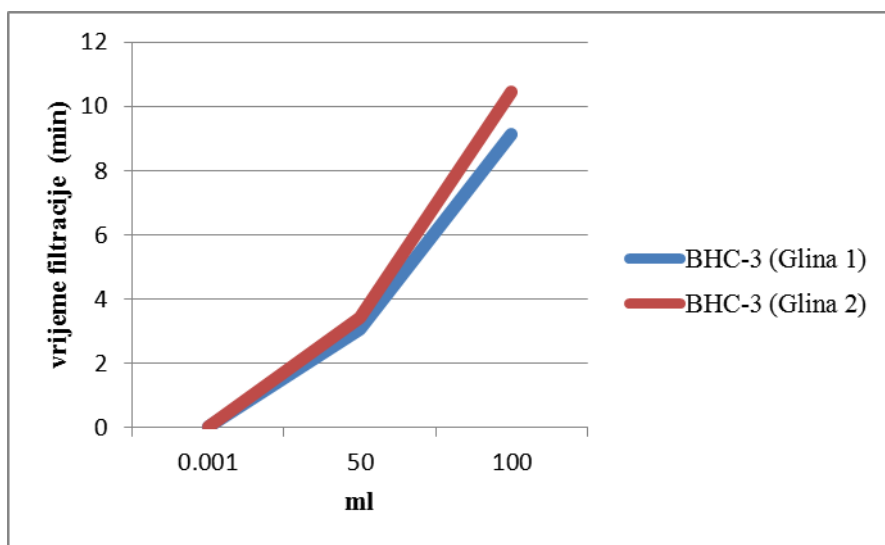
Tabela 2. Fizičko-hemijske karakteristike aktivnih glina

Karakteristika	Jedinica mjere	Glina 1	Glina 2
Prividna gustina	g/l	600	500
Slobodna vlažnost	%	max.10	11
Sadržaj pepela (2h, 1000°C)	%	~7-8	~ 7,8
pH(10% suspenzija, filtrirana)	-	2,0-6,5	3,9
Površina (BET)	m ² /g	150	310

Tabela 3. Fizičko-hemijske karakteristike deparafiniranih hidrokrekovanih baznih ulja nakon bijeljenja

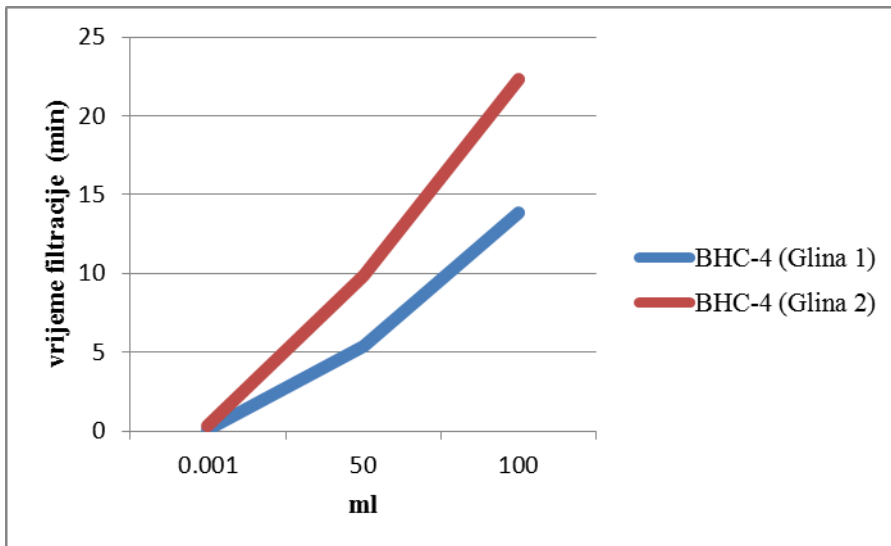
R.b.	Karakteristika	Metoda	Jedinica	BHC-3	BHC-4	BHC-6	BHC-8
1.	Viskoznost na 40 °C	BAS ISO 3104	mm ² /s	13,51	22,57	32,14	47,46
2.	Viskoznost na 100 °C	BAS ISO 3104	mm ² /s	3,20	4,52	5,81	7,7
3.	Indeks viskoznosti	BAS ISO 2909	-	100	114	124	129
4.	Tačka tečenja	BAS ISO 3016	°C	-17	-14	-8	-7
5.	Tačka paljenja	ISO 2592	°C	196	234	250	256,7
6.	Gustina na 15°C	ASTM D 5002	kg/m ³	850,7	842,3	842,6	848,9
7.	Boja	BAS ISO 2049	ASTM	L0.5	L0.8	L1.5	L4.0

Izbijeljeno bazno ulje aktivnim glinama 1 i 2 filtrirano je kroz filter papir, uz mjerenje vremena za koje će se profiltrirati prva kap i vremena za koje će se profiltrirati 50 mL i 100 mL filtrata. Ovaj postupak primjenjivan je za sve date uzorke. Na osnovu toga dobijeni su sljedeći rezultati koji su predstavljeni grafički putem na dijagramima prikazanim na slikama 9-11.

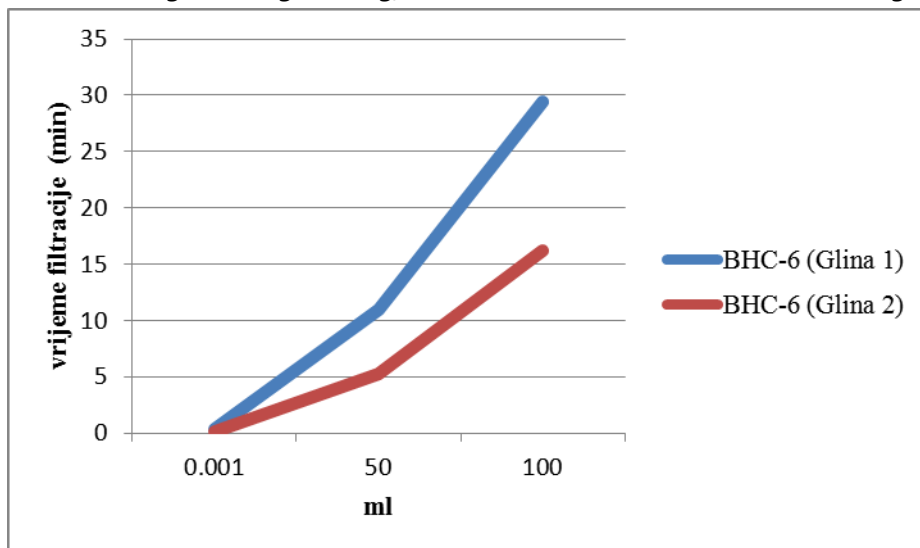


Slika 9. Brzina filtracije za BHC-3 (Glina 1) i BHC-3 (Glina 2)

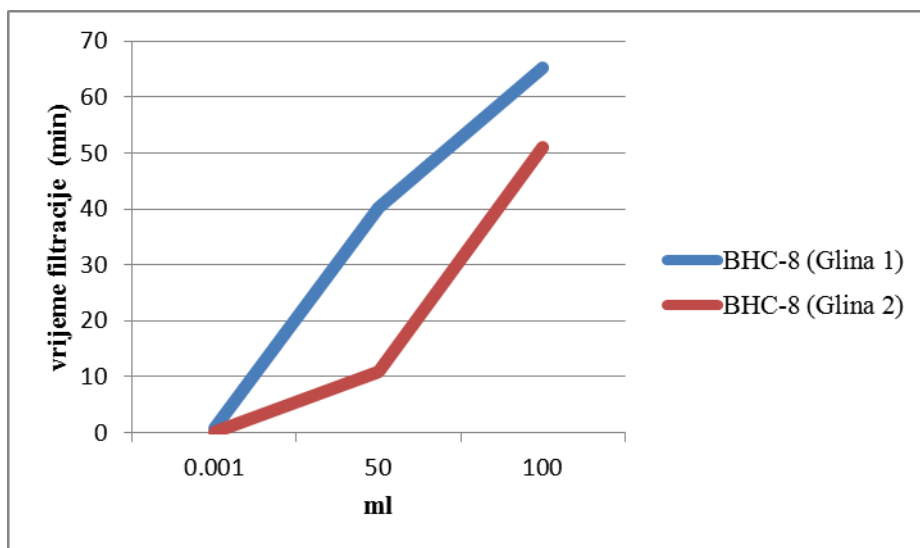
Analizirajući dijagrame date na slikama 9-12 može se zaključiti da se kraće vrijeme filtracije ostvaruje primjenom komercijalne aktivne gline 2 za bijeljenje ispitivanih uzoraka deparafiniranih hidrokrekovanih baznih ulja. Međutim, najkraće vrijeme filtriranja ostvareno je kod uzorka BHC-3.



Slika 10. Brzina filtracije za BHC-4 (Glina 1) i BHC-4 (Glina 2)

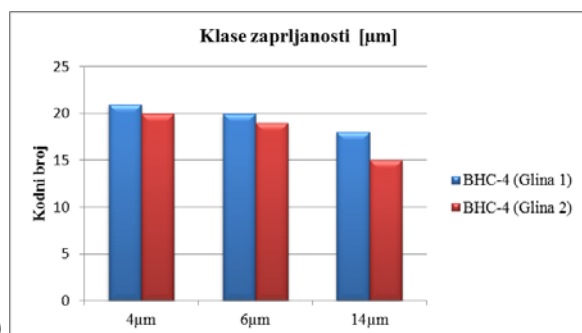
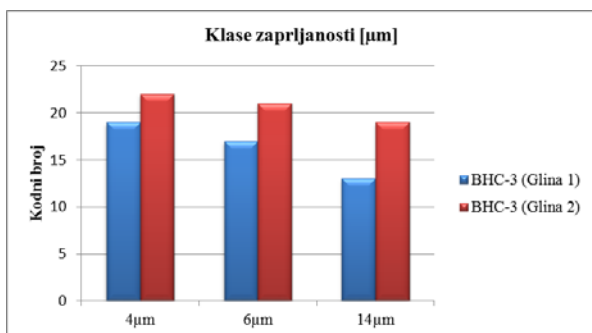


Slika 11. Brzina filtracije za BHC-6 (Glina 1) i BHC-6 (Glina 2)

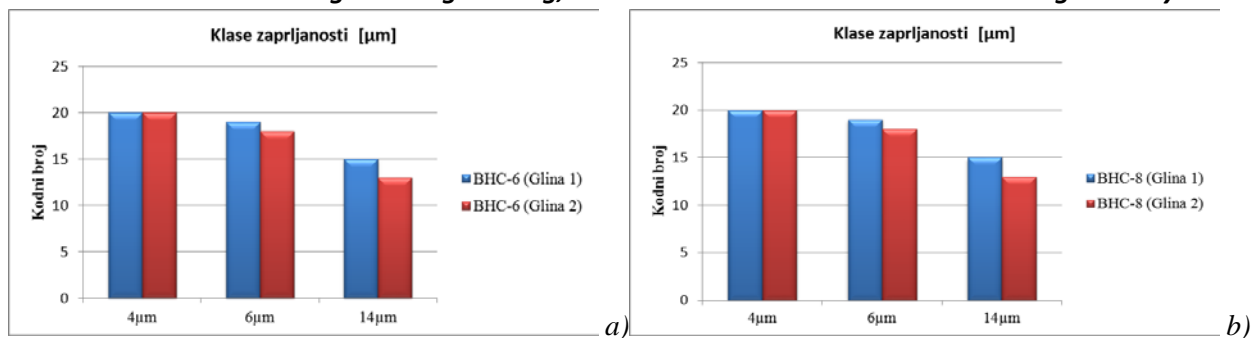


Slika 12. Brzina filtracije za BHC-8 (Glina 1) i BHC-8 (Glina 2)

Klase zaprljanosti određene su pomoću aparata za određivanje koda zaprljanosti za sve korištene uzorke (BHC-3, BHC-4, BHC-6, BHC-8). Na osnovu toga dobijeni su rezultati, koji su prikazani dijagramima na slikama 13-14.



Slika 13. Kod zaprljanosti: a) za uzorak BHC-3; b) za uzorak BHC-4



Slika 14. Kod zaprljanosti: a) za uzorak BHC-6; b) za uzorak BHC-8

5. ZAKLJUČAK

1. U tehnološkom procesu proizvodnje hidrokrekovanih baznih ulja, finalna tehnološka operacija je bijeljenje dekolorantnom glinom, odnosno adsorpciona obrada deparafiniranih baznih ulja. Ovom tehnološkom operacijom poboljšavaju se fizičko-hemijske osobine baznih ulja, ali s obzirom na specifičnosti ove procesne operacije neophodno je pažljivo vođenje jer u ulju zaostale čvrste čestice mogu značajno narušiti kvalitet baznog ulja, odnosno finalnog proizvoda.
2. Brzina i stepen degradacije mazivog ulja direktno su proporcionalni brzini i stepenu kontaminacije. Zbog toga je važno obezbijediti kvalitetno bazno ulje za proizvodnju finalnog proizvoda i spriječiti brzu kontaminaciju mazivog ulja prije i u toku upotrebe.
3. Veća brzina filtracije ispitivanih uzoraka deparafiniranih hidrokrekovanih baznih ulja postignuta je dekolorantnom aktivnom glinom 2, a najveća brzina filtracije baznog ulja najniže viskoznosti BHC-3, kod nepromjenljivih ostalih parametara procesa.
4. Kod uzoraka BHC-4, BHC-6 i BHC-8, koji su dekolorisani sa glinom 2, primjetan je manji sadržaj mehaničkih nečistoća, a u baznom ulju BHC-3 pojavljuje se najveća količina čvstih čestica.
5. Mehanička onečišćenja direktno degradiraju kvalitet hidrokrekovanog baznog ulja. Takva kontaminirana bazna uljna osnova se ne može koristiti za namješavanje industrijskih, motornih i ostalih mazivih ulja.
6. Rezultati istraživanja u laboratorijskim uslovima: brzine filtracije i različitih vrsta dekolorantnih glina, doprinose smanjenju troškova tehnološkog procesa i optimizaciji procesnih parametara pravilnim i pravovremenim izborom adsorbensa za datu viskoznost ulja, a u skladu sa zahtjevanim kvalitetom gotovog baznog ulja.

6. LITERATURA

1. Cerić E., Nafta, procesi i proizvodi, IBC Sarajevo, Sarajevo 2012., pp. 384-395.
2. Procesna knjiga –Postrojenje Bijeljenje parafina i baznih ulja.
3. Dugić G., Ispitivanje funkcionalnih karakteristika hidrauličnih ulja tokom eksploatacije u rudarskoj mehanizaciji, Diplomski rad, Banja Luka, 2012.god.
4. ISO 4406:1999 Hydraulic fluid power - Method for coding the level of contamination by solid particle.
5. Dugić M., Dugić P. Utjecaj onečišćenja na funkcionalne karakteristike hidrauličnih ulja, Goriva i maziva 50 1, 2011, pp. 4-8
6. Savić V., Jovanović M., Krajišnik M., Novi pristupi u određivanju potrebne čistoće hidrauličnih fluida, 8th International Tribology Conference, Beograd 2003. pp. 8-12