

UNIVERZITET U NOVOM SADU
TEHNOLOŠKI FAKULTET
Komisija za ocenu uradjenog
doktorskog rada
mr Slobodana Sokolovića
Novi Sad, 16. maj 1986. godine

SAVETU TEHNOLOŠKOG FAKULTETA
U NOVOM SADU

Odlukom Saveta Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu od 6.marta 1986. godine odredjena je Komisija za ocenu uradjenog doktorskog rada mr Slobodana Sokolovića pod naslovom

UTICAJ SADRŽAJA I OSNOVNE STRUKTURE AROMATSKIH UGLJOVODONIKA
NA TERMOOKSIDACIONU STABILNOST MINERALNIH ULJA

u sledećem sastavu:

1. Dr Slobodan Arsić, docent Tehnološkog fakulteta u Tuzli
2. Dr Jelica Odavić-Josić, vanr.profesor Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu
3. Dr Mihailo Peruničić, vanr.profesor Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu

Komisija je pregledala uradjeni doktorski rad mr Slobodana Sokolovića i podnosi Savetu Tehnološkog fakulteta sledeći

I Z V E Š T A J

Doktorski rad mr Slobodana Sokolovića izložen je na 224 strane, sadrži 49 tabela i 156 slika na kojima su prikazani

rezultati eksperimentalnog istraživanja kao i 144 literaturna navoda.

Doktorski rad je izložen u 7 poglavlja i to: uvod, cilj i sadržaj rada, oksidacija čistih ugljovodonika u tečnoj fazi, oksidacija mineralnih ulja, analiza nekih važnijih oksidacionih i termooksidacionih testova, analiza metoda separacije, identifikacije i određivanja sadržaja aromatskih ugljovodonika u mineralnim uljima, analiza primene termijskih metoda u karakterizaciji mineralnih ulja, eksperimentalni program sa rezultatima i diskusijom, zaključci i literatura.

U uvodnom delu rada izložen je značaj istraživanja koja su predmet doktorskog rada za teorijska i praktična razmatranja termooksidacione stabilnosti mineralnih ulja. Uvodni deo ukazuje na važnost ove kriterijalne vrednosti pri proceni eksploatacionih karakteristika mineralnih ulja kao triboloških fluida. Kandidat u ovom delu jasno prezentira dominantan uticaj aromatskih i heterocikličnih ugljovodonika kao i sadržaj sumpora kao osnovnih konstitucionih faktora strukture mineralnih ulja na oksidaciju mineralnih ulja. U vrlo sažetom pregledu se daju osnovne postavke dosadašnjih istraživanja u svetu i ukazuje na oskudnost istraživanja u oblasti uporedjivanja oksidacionih procesa na visokim temperaturama (iznad 180°C). Isto tako u uvodnom delu se ukazuje na nedovoljnu istraženost oksidacionih svojstava hidrokrekovanih baznih ulja koja su rezultat savremenih tehnologija u proizvodnji baznih ulja.

U ovom delu doktorskog rada se posebno ističe naučna hipoteza o dominantnom uticaju odnosa monoaromatskih i policikličnih aromatskih struktura na termooksidacionu stabilnost hidrokrekovanih baznih ulja, čije dokazivanje predstavlja cilj ovog rada.

U poglavlju oksidacija čistih ugljovodonika kandidat daje analizu najvažnijih istraživanja u svetu u ovoj oblasti ukazujući

na oksidacionu stabilnost i produkte oksidacije osnovnih klasa ugljovodonika koji se neminovno javljaju u vrlo složenoj strukturi mineralnih ulja.

U poglavlju oksidacija mineralnih ulja daje se izuzetno detaljna analiza dosadašnjih istraživanja u ovoj oblasti. Analiza koja se prezentira u ovom poglavlju, obuhvatila je objavljena istraživanja od 40-tih godina pa sve do 1985. godine, tako da daje potpun i pouzdan uvid u oblast istraživanja oksidacije mineralnih ulja. Poseban deo ovog poglavlja se odnosi na analizu opšteg profila kinetičke krive oksidacije mineralnih ulja, odnosno ukazuje na konstitucione faktore koji utiču na određene stepenjeve krive oksidacije.

Analiza je sistematizovana u cilju pružanja pregleda uticaja osnovnih struktura baznog ulja na oksidacionu stabilnost kao i uticaja dubine prerade, destilacionog reza itd. na oksidaciju mineralnih ulja.

Poglavljje koje daje analizu važnijih oksidacionih i termooksidacionih testova pored iscrpnog pregleda, ukazuje na složenost i nedefinisanost razlika između procesa oksidacije i termooksidacije, dajući istovremeno sopstveni predlog podele na osnovu zapremine ispitivanog uzorka i temperature testa. Isto tako se daje analiza kriterijalnih vrednosti koje se uobičajeno koriste za ocenu oksidacione stabilnosti uz istovremeno uočavanje njihovih nedostataka.

Analiza metoda separacije, identifikacije i određivanja sadržaja aromatskih ugljovodonika je iscrpno izvedena i ukazuje na izuzetnu složenost i kompleksnost zadatka pred kojim se našao kandidat u separacionom delu eksperimentalnog rada.

Predočena analiza obuhvata pored standardnih metoda i najnovije trendove separacije i identifikacije primenom HPLC

tehnika različitih tipova kao i prikaz korišćenja masene spektroskopije u cilju identifikacije i odredjivanja sadržaja aromatskih ugljovodonika u mineralnim uljima.

Kako istraživanje termooksidacionih fenomena frakcija mineralnih ulja u eksperimentalnom delu ovog rada se zasniva na novoj DSC tehnici koja se u svetskoj literaturi pojavljuje zadnjih godina, analiza termijskih metoda i njihove primene ima potpuno značenje i opravdanje.

Eksperimentalni deo, poglavlje koje obuhvata rezultate i diskusiju rezultata postavljenog eksperimentalnog rada, je vrlo jasno i logično prezentiran.

U prvom delu ovog poglavlja daju se fizičko-hemijske karakteristike ispitanih uzoraka mineralnih ulja grupisanih prema tehnološkim procesima dobijanja kao i pregled standardnih metoda odredjivanja fizičko-hemijskih karakteristika. Obzirom da separacija mineralnog ulja predstavlja prvi korak u istraživanjima ovog rada, kandidat daje vrlo detaljno i dokumentovane rezultate kritične analize standardnih metoda ASTM D2007 i ASTM D2549 kao neprihvatljivih za realizaciju programa ovog rada. U tom smislu je razvijena sopstvena mikrohromatografska metoda koja uz minimalnu potrošnju eluenata i razumno vreme trajanja obezbedjuje frakcije sa dominantnim sadržajem pojedinih klasa aromatskih ugljovodonika.

Detaljno izvedena analiza pokazuje da poznate istraživačke tehnike za ocenu separacije koje egzistiraju u naučnoj literaturi iz ove oblasti, indeks refrakcije, IR, NMR i UV metoda, nisu pouzdane metode, a posebno sa stanovišta kvalitativne i kvantitativne identifikacije zasićene strukture u aromatskim frakcijama.

U posebnom delu eksperimentalnog rada daje se logičan i detaljan prikaz razvoja sopstvene adsorpciono-tečne hromatografske metode

visokog pritiska (HPLC) u cilju rešavanja istraživačkog zadatka identifikacije zasićene frakcije u aromatskim mikrohromatografskim frakcijama.

Obzirom da u jugoslovenskim razmerama nije se mogla realizovati identifikacija sadržaja i tipa aromatskih struktura u mikrohromatografskim frakcijama (izuzetno složena analitička procedura), u okviru ovog rada je postavljena modifikacija normalno-fazne HPLC metode i na osnovu prikaza i diskusije rezultata može se pouzdano tvrditi da je postavljena metoda kao alternativna metoda u potpunosti prihvatljiva.

Eksperimentalni deo sadrži još jednu novu poboljšanu metodu koja je definisana kao modifikovana ASTM D943 metoda koja pruža pouzdane podatke o kinetici oksidacije mineralnih ulja već posle 4 sata. Prikaz modifikovane metode ASTM D943 je vrlo detaljno dat na bazi komparativnih rezultata ispitivanja i može da se u potpunosti prihvati kao metoda za ispitivanje oksidacionih procesa.

Analiza uticaja sadržaja ukupnih aromata na povećanje kriterijalne vrednosti oksidacionog procesa ukazuje da uljni rafinatti dobijeni posle hidroobrade su osetljiviji u smislu stvaranja kiselih produkata oksidacije u odnosu na svoja svojstva pre hidroobrade. Tumačenja zapaženog trenda su u potpunosti prihvatljiva.

Ispitivanja hidrokrekovanih ulja potvrđuju ranije izneta ali nedovoljno dokazana zapažanja, da sa povećanjem ukupnog sadržaja aromatskih ugljovodonika se smanjuje oksidaciona stabilnost ovog tipa baznih ulja što se u ovom radu tumači malim sadržajem sumpora (0,1%mas).

Istraživanja koja su prezentirana u eksperimentalnom delu ovog rada ukazuju da u oblasti Korcek-ovog strukturnog parametra 10% mol raste oksidaciona stabilnost hidrokrekovanih

ulja što je objašnjeno dominantnim sadržajem cikloparafinskih struktura u zasićenoj frakciji baznog ulja.

Istraživanja i analiza rezultata u ovom radu ukazuju na izraženu razliku uticaja alkilbenzola i jedinjenja naftenskog niza na termooksidacionu stabilnost hidrokrekovanih baznih ulja u odnosu na naftenske destilate istog destilacionog reda, što se objašnjava kraćim bočnim lancima kod hidrokrekovanih ulja.

Analiza odnosa policikličnih aromatskih jedinjenja prema monoaromatskim jedinjenjima u realnim uzorcima aromatskih frakcija hidrokrekovanih baznih ulja ukazuje da se maksimalna termooksidaciona stabilnost postiže pri odnosu PA : MA od 10^{-2} - 10^{-1} mmol/mmol. Utvrđeni maksimum potvrđuje naučnu hipotezu o postojanju "optimuma odnosa aromatskih struktura".

Detaljan prikaz i analiza rezultata DSC kriterijalnih veličina nedvosmisleno dokazuje da termooksidaciona stabilnost hidrokrekovanih baznih ulja je pod kontrolom sadržaja aromatskih ugljovodonika.

Poseban značaj prikazanih rezultata je u tome što je u potpunosti dokazan dominantan uticaj međjusobnog odnosa aromatskih struktura na termooksidacionu stabilnost hidrokrekovanih ulja što predstavlja poseban doprinos naučnim istraživanjima u ovoj oblasti.

Isto tako, doprinos predstavljaju i sprovedena istraživanja koja kvantitativno pokazuju da u oblasti visokih temperatura, klasa jedinjenja tipa alkilbenzena su termooksidaciono najmanje stabilni, dok polikondenzovane aromatske strukture pokazuju najbolju stabilnost na visokim temperaturama.

Detaljna istraživanja koja su isto tako prezentirana u eksperimentalnom delu ovog rada su dokazala da povećanje sadržaja

poli- i mono- aromatskih struktura. policikličnih struktura u odnosu na monoaromatske strukture dovodi do povećanja termooksidacione stabilnosti hidrokrekovanih baznih ulja, što pored doprinosa u oblasti teorije oksidacije mineralnih ulja predstavlja i praktičan doprinos u pravcu vođenja tehnološkog procesa hidrokrekovanja na dobijanju takvih baznih ulja koja imaju optimalan odnos poli- i mono- aromatskih struktura.

Na osnovu prikazanih obimnih eksperimentalnih ispitivanja, teorijskog razmatranja zapaženih fenomena i izvedenih detaljnih zaključaka, Komisija konstatuje da doktorski rad mr Slobodana Sokolovića predstavlja originalan doprinos upoznavanju i razjašnjavanju uticaja tipa i sadržaja aromatskih ugljovodonika na termooksidacionu stabilnost mineralnih ulja. Pored neposrednog doprinosa daljem osvetljavanju fenomena termooksidacije mineralnih ulja, rad predstavlja doprinos poboljšanja ukupne i veoma složene analitike koja prati ovakva istraživanja.

Na osnovu svega izloženog Komisija konstatuje da je tokom izrade ovog rada kandidat pokazao detaljno poznavanje teorije oksidacije mineralnih ulja i eksperimentalnih tehnika, kao i potpunu samostalnost u koncipiranju, izvodjenju istraživačkog rada i donošenju zaključaka.

Komisija predlaže Savetu Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu da se rad mr Slobodana Sokolovića pod naslovom

UTICAJ SADRŽAJA I OSNOVNE STRUKTURE AROMATSKIH UGLJOVODONIKA NA TERMOOKSIDACIONU STABILNOST MINERALNIH ULJA

prihvati kao doktorski rad za sticanje stepena doktora tehničkih nauka i kandidat pozove na usmenu odbranu doktorskog rada.

1. Dr Slobodan Arsić
2. Dr Jelica Odavić-Josić
3. Dr Mihailo Peruničić