

АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЈЕТНОСТИ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

НАУЧНИ СКУПОВИ

Књига XXXI

ОДЈЕЉЕЊЕ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИХ И ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Књига 24

САВРЕМЕНИ МАТЕРИЈАЛИ



Бања Лука 2015

ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS OF
THE REPUBLIC OF SRPSKA

SCIENTIFIC CONFERENCES

Book XXXI

DEPARTMENT OF NATURAL-MATHEMATICAL AND
TECHNICAL SCIENCES

Book 24

CONTEMPORARY MATERIALS

EDITORIAL BOARD

Academician Rajko Kuzmanović, academician Ljubomir Zuković,
academician Vaskrsija Janjić, academician Dragoljub Mirjanić,
academician Branko Škundrić

EDITOR IN CHIEF

Academician Rajko Kuzmanović

EDITOR

Academician Dragoljub Mirjanić



Banja Luka 2015

АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЈЕТНОСТИ
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

НАУЧНИ СКУПОВИ
Књига XXXI

ОДЈЕЉЕЊЕ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИХ И
ТЕХНИЧКИХ НАУКА
Књига 24

САВРЕМЕНИ МАТЕРИЈАЛИ

РЕДАКЦИОНИ ОДБОР

Академик Рајко Кузмановић, академик Љубомир Зуковић,
академик Васкрсија Јањић, академик Драгољуб Мирјанић,
академик Бранко Шкундрић

ГЛАВНИ УРЕДНИК
Академик Рајко Кузмановић

ОДГОВОРНИ УРЕДНИК
Академик Драгољуб Мирјанић



Бања Лука 2015

ОРГАНИЗАЦИОНИ ОДБОР
НАУЧНОГ СКУПА

Академик Рајко Кузмановић, председник
Академик Драгољуб Мирјанић, потпредседник
Академик Васкрсија Јањић
Академик Бранко Шкундрић
Проф. др Симо Јокановић
Проф. др Зоран Рајић
Проф. др Мирко Станетић
Проф. др Небојша Јованић
Мр Вишко Богдан
Доц. др Синиша Вученовић

НАУЧНИ ОДБОР
НАУЧНОГ СКУПА

Академик Драгољуб Мирјанић
Академик Бранко Шкундрић
Академик Јован Шетрајчић
Академик Стане Пејовник (Словенија)
Академик Пантелија Дакић
Проф. др Неђо Ђурић, дописни члан АНУРС-а
Академик Томислав Павловић (Србија)
Академик Ростислав Андриевски (Русија)
Академик Филип Говоров (Украјина)
Академик Џералд Полак (САД)
Проф. др Румиана Тсенкова (Јапан)
Проф. др Мај Ван Хо (Велика Британија)
Проф. др Ифа Говен (Ирска)
Проф. др Јукио Косуги (Јапан)
Др Мајрон Д. Еванс (Канада)
Проф. др Мартин Чаплин (Велика Британија)
Проф. др Ђуро Коруга (Србија)
Проф. др Драгица Лазич
Проф. др Перо Дугић
Проф. др Слободан Чупић

- A. Janičijević, S. Savović, A. Djordjević, A. Simović, B. Drljača*
 NUMERICAL SOLUTION OF THE DIFFUSION EQUATION FOR
 BINARY GAS MIXTURES 287
 Нумеричко решење дифузионе једначине за бинарне гасне смеше
- S. Savović, A. Djordjević, A. Simović, B. Drljača, A. Janičijević*
 NUMERICAL SOLUTION OF THE ADVECTION-DIFFUSION EQUATION
 WITH CONSTANT AND PERIODIC BOUNDARY CONDITIONS 295
 Нумеричко решење адвекционо-дифузионе једначине са
 сталним и периодичним граничним условима
- М. Балабан, В. Антић, Ј. Ђошлагих*
 РЕОЛОШКА, МЕХАНИЧКА И ТЕРМИЧКА СВОЈСТВА
 ПОЛИ(УРЕТАН-УРЕА) КОПОЛИМЕРА НА БАЗИ
 ПОЛИ(ДИМЕТИЛСИЛОКСАНСКОГ) МЕКОГ СЕГМЕНТА 307
 Rheological, Mechanical and Thermal Properties of Poly(Urethane-Urea)
 Copolymers Based on Poly(Dimethylsiloxane) Soft Segment
- Н. Ђурић*
 ГЕОТЕРМАЛНА ЕНЕРГИЈА У СЕМБЕРИЈИ –
 РЕАЛНОСТ ИЛИ САМО ОЧЕКИВАЊА??? 323
 Geothermal Energy in Semberija Reality or Just Expecations???
- З. Петровић, П. Дузић, В. Алексић, С. Бегић, В. Мићућ, Н. Кљајић, Б. Миловановић*
 ЕФЕКТИ АДСОРПЦИОНЕ ОБРАДЕ СОЛВЕНТНИХ
 БАЗНИХ УЉА АКТИВИРАНИМ БЕНТОНИТОМ..... 333
 Effect of Adsorption Processing of Solvent Base Oils by Activated Bentonite
- Д. Мањенчић, Г. Марковић, М. Мариновић Цинцовић, С. Самарџија Јовановић,
 В. Алексић, В. Јовановић, Ј. Будински Симендић*
 УТИЦАЈ КОНТРОЛИСАНЕ РАДИЈАЦИЈЕ НА СВОЈСТВА ЕЛАСТОМЕРА
 ДОБИЈЕНИХ ОД РАЗЛИЧИТИХ ПРЕКУРСОРА МРЕЖА 345
 The Influence of Controlled Radiation on the Properties of Elastomers
 Based on Different Network Precursors
- V. Aleksić, Z. Bjelović, M. Jovičić, I. Ristić, N. Budinski,
 V. Teofilović, Z. Petrović, J. Budinski Simendić*
 THE INFLUENCE OF ISOCYANATE TYPE ON THE REACTION
 KINETIC OF POLYURETHANES BASED ON CASTROL OIL 357
 Утицај типа изоцијаната на реакциону кинетику полиуретана
 добијених од рицинусовог уља

ЕФЕКТИ АДСОРПЦИОНЕ ОБРАДЕ СОЛВЕНТНИХ БАЗНИХ УЉА АКТИВИРАНИМ БЕНТОНИТОМ

*З. Петровић¹, П. Дугић², В. Алексић¹, С. Бегвић³,
В. Мићуић¹, Н. Кљајић¹, Б. Миловановић¹*

¹ Универзитет у Источном Сарајеву, Технолошки Факултет, Зворник

² Рафинерија уља, Модрича

³ Универзитет у Тузли, Технолошки факултет, Тузла

Апстракт: Солвентна базна уља групе API I садрже веће количине ароматских једињења и сумпора, у односу на базна уља квалитетнијих група. Обрада базних уља комерцијалним глинама изводи се у циљу смањења садржаја непожељних једињења, поправљања боје и оксидационе стабилности. Комерцијалне глине су на бази алумосиликата са великом специфичном површином и развијеном порозношћу. Бентонит има добре адсорпционе карактеристике, које се могу додатно побољшати различитим поступцима модификације. У овом раду адсорпциона обрада солвентног базног уља изведена је киселином активираним бентонитом и комерцијалном глином. Структурни састав полазног и рафинисаног солвентног уља (садржај аромата, парафина, нафтена и сумпора) одређен је методама: IEC 590, UV, IP 346 и BAS ISO 20846. Резултати испитивања показали су да обрадом солвентног уља активираним бентонитом долази до промјене структурног састава, сличној промјени оствареној обрадом комерцијалном глином.

Кључне ријечи: адсорпциона обрада, солвентно базно уље, бентонит, аромати, сумпор.

1. УВОД

Физичко-хемијске карактеристике минералних базних уља зависе од типа и поријекла нафте, као и примијењене технологије за производњу истих [1, 2, 3, 4]. Солвентно неутрална базна уља добијају се поступцима конвенционалне технологије, а по API класификацији припадају групи I базних уља због тога што садрже већу количину аромата и сумпора од базних уља виших група [5]. Због све мање залиха квалитетне сирове нафте, те строжијих еколошких прописа, све више долази до смањења њихове примјене, а истовремено и пораста примјене квалитетнијих базних уља групе II и III. На физичко-хемијске карактеристике ових базних уља утиче структурни састав истих. Фи-

нална обрада базних уља врши се комерцијалним активним глинама и/или обрадом водоником. За адсорпциону обраду солвентних базних уља користе се различите активне глине на бази алумосиликата: Tonsil, Amcol, Rafinol и др. Континуално се врше истраживања природних материјала (бентонити, зоолити, боксити, каолинити, сепиолити и др.) и могућности њихове примјене као адсорбента, не само у обради минералних базних уља, него и за друге намјене [6, 7, 8, 9]. Њихове адсорпционе карактеристике зависе од хемијског и минералног састава, те текстуралних, структуралних и морфолошких карактеристика. Бентонитске глине су руде са главним минералом монморилонитом, према чијем се садржају вреднује и категоризује, како у геолошком, тако и у примјенском смислу. Осим монморилонита, у бентониту су присутни и други минерали, као што су: кварц, калцит, фелдспат, мусковит и биотит. Бентонит посједује низ карактеристика које му омогућују широку примјену: велика могућност измјене конститутивних катјона, добра адсорпциону моћ, способност бубрења, те могућност оплемењивања. Адсорпциона моћ природног бентонита може се повећати термичком и хемијском активацијом (киселинама или алкалијама) [10, 1, 12, 3, 14], као и другим поступцима модификације, нпр. пиларењем [15]. Активацијом бентонита долази до побољшања текстуралних, структуралних, морфолошких и адсорпционих карактеристика, а остварени ефекти зависе од параметара активације: типа и концентрације киселине, односа активационог средства и бентонита, температуре и времена активације, као и карактеристика природног бентонита.

2. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ РАДА

2.1. Материјали

За експериментална истраживања у овом раду кориштени су сљедећи материјали:

1. Активирани бентонит (GA) добијен активацијом природног бентонита са локалитета Герзово (рудно подручје Шипово – Мркоњић Град). Узорак природног бентонита активиран је 20%-тним раствором сумпорне киселине на температури $95 \pm 1^\circ\text{C}$ у времену од 3 h и при односу бентонит:сумпорна киселина 1:5. Активацијом бентонита сумпорном киселином дошло је до промјене хемијског састава, структуре и текстуралних карактеристика истог. Активиран бентонит састоји се од 54,88% SiO_2 ; 18,14% Al_2O_3 ; 4,40% Fe_2O_3 ; 0,86% TiO_2 и 0,12% CaO . Текстуралне карактеристике активираниог бентонита су: укупна специфична површина $264,19 \text{ m}^2/\text{g}$; просјечан пречник пора 5,83 nm, просјечна величина честица $23,45 \mu\text{m}$ и количина адсорбованог азота око $260 \text{ cm}^3/\text{g}$. Киселинска активација природног бентонита обављена је у лабораторији Технолошког факултета у Зворнику, а карактеризација активираниог бентонита у лабораторијама Технолошког факултета у Новом Саду и Фабрике глинице „Бирач“, Зворник.

2. Комерцијална активна глина Tonsil Standard 316 F (KG) добијена је активацијом Са- бентонита киселином. То је сиво-бијели прах који посједује високопорозну унутрашњу структуру и погодан је за завршну обраду минералних уља и парафина, те деколоризацију јестивих уља. Ова активна глина има сљедећи хемијски састав: 66,00% SiO₂; 15,20% Al₂O₃; 4,10% Fe₂O₃; 2,70% MgO; 1,70% CaO; 0,60% Na₂O и 1,80% K₂O. Укупна специфична површина активне глине Tonsil износи 190,0 m²/g [16].

3. Солвентно неутрално базно уље SAE 20 BR (SN) добијено је из парафинског типа нафти бјелоруске производње, распона дестилације 423–606 °C.

2.2. Методе рада

Експериментални дио овог рада представља један мали дио проведених испитивања модификације и примјене киселином активираних природних материјала (боксит и бентонита) као адсорбената за рафинацију солвентно неутралних базних уља различитих градација [16]. У овом раду извршена је рафинација солвентно неутралног базног уља SAE20BR активираним бентонитом (GA) и комерцијалном активном глином (KG), те карактеризација истог базног уља прије и после рафинације. Овај дио рада изведен је у лабораторијама Технолошког факултета, Зворник и Рафинерије уља, Модрича.

2.2.1. Рафинација солвентно неутралног базног уља активираним адсорбентима

Рафинација солвентно неутралног базног уља активираним бентонитом и комерцијалном активном глином Tonsil у лабораторијским условима изведена је при сљедећим условима: 20% m/m сумпорна киселина, температура рафинације 110 ± 1 °C, вријеме контакта 20 минута и количина адсорбента од 1, 3, 5 и 7% m/m. Поступак рафинације изведен је на лабораторијској апаратури са магнетном мјешалицом и регулатором брзине мијешања. Након завршетка рафинационе обраде, на апаратури за вакуум филтрацију изведена је филтрација, при чему је добијено рафинисано солвентно неутрално базно уље и зауљена филтер-погача.

2.2.2. Карактеризација солвентно неутралног базног уља прије и после рафинације

Карактеризација солвентно неутралног базног уља прије и после рафинације (одређивање промјене структурног састава и физичко-хемијских карактеристика) изведена је у лабораторијама Рафинерије уља Модрича. Структурни састав ових базних уља одређен је методама инфрацрвене спектроскопије CEI IEC 590 [16, 17, 18], и ултраљубичасте спектрофотометрије UV [16, 17, 18, 19]. За одређивање полицикличних ароматских угљоводоника коришћена је метода Арсића и сарадника [16, 20], а за одређивање садржаја сум-

пора, метода BAS ISO 20846. Физичко-хемијске карактеристике солвентно неутралног базног уља прије и после рафинације одређене су стандардизованим методама испитивања (табела 1).

Табела 1. Методе испитивања физичко-хемијских карактеристика базног уља SN

| Редни број | Физичко-хемијске карактеристике | Јединица мјере | Метода испитивања |
|------------|---------------------------------|--------------------|-------------------|
| 1. | Вискозност на 40 °C | mm ² /s | ISO 3104 |
| 2. | Вискозност на 100 °C | mm ² /s | ISO 3104 |
| 3. | Индекс вискозности | - | ISO 2909 |
| 4. | Густина на 15 °C | kg/m ³ | ISO 3675 |
| 5. | Боја | ASTM | ISO 2049 |
| 6. | Анилинска тачка | °C | ISO 3016 |
| 7. | Индекс рефракције | - | ISO 5661 |

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

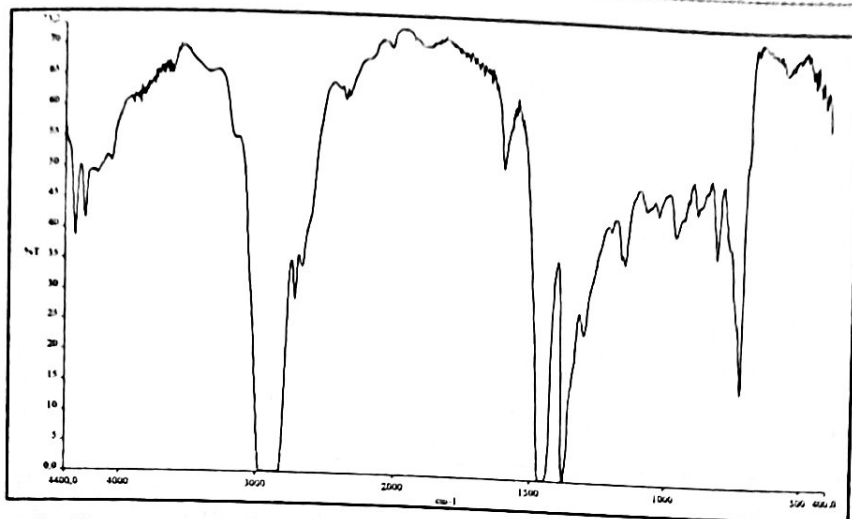
3.1. Резултати инфрацрвене спектрофотометрије

Метода инфрацрвене спектрофотометрије (IR) користи се за одређивање квалитативног и квантитативног састава минералних базних уља. За одређивање структурног састава (расподјела угљениковог атома у ароматичним прстеновима, парафинским ланцима и нафтенским прстеновима) солвентно неутралног базног уља, прије и после рафинације, коришћена је метода CEI IEC 590. На IR спектрофотометру PERKIN ELMER 1600 FTIR, снимљени су спектри солвентно неутралног базног уља SN прије и после рафинације активираним адсорбентима са удјелима (% m/m) 1%, 3%, 5% и 7%. На слици 1. приказан је IR спектар полазног солвентно неутралног базног уља SN, а на сликама 2. и 3. IR спектри рафинисаног базног уља 7% m/m активираним бентонитом (узорак SN_{GA7}) и 5% m/m комерцијалном активном глином (узорак SN_{KG5}). Са наведених IR спектра идентификовани су и измјерени карактеристични апсорпциони пикови на таласним бројевима: 1610 cm⁻¹ (садржај угљеника у ароматским прстеновима – C_A), на 720 cm⁻¹ (садржај угљеника у парафинским ланцима – C_P). Затим је удио појединих структура у узорцима солвентно неутралног базног уља прије и после рафинације добијен помоћу следећих релација:

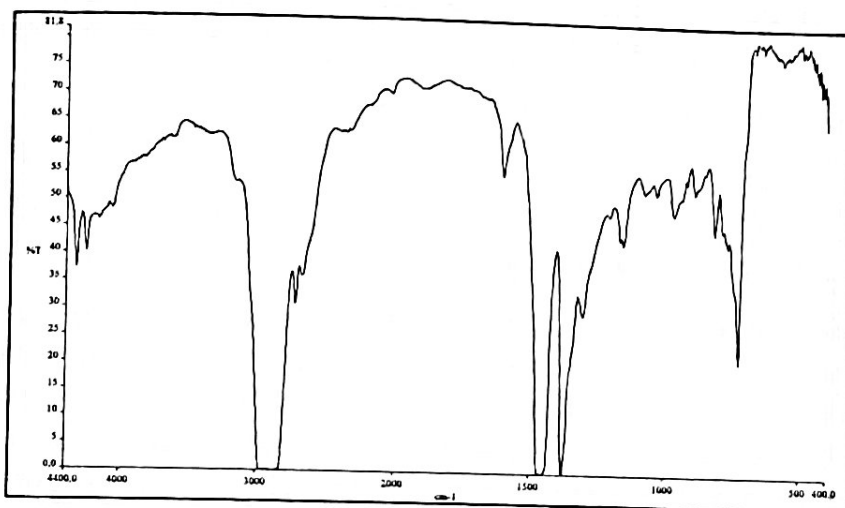
$$\%C_A = 1,2 + 9,8 \cdot e_{\max}^{1610\text{cm}^{-1}} \quad (1)$$

$$\%C_P = 29,9 + 6,6 \cdot e_{\max}^{720\text{cm}^{-1}} \quad (2)$$

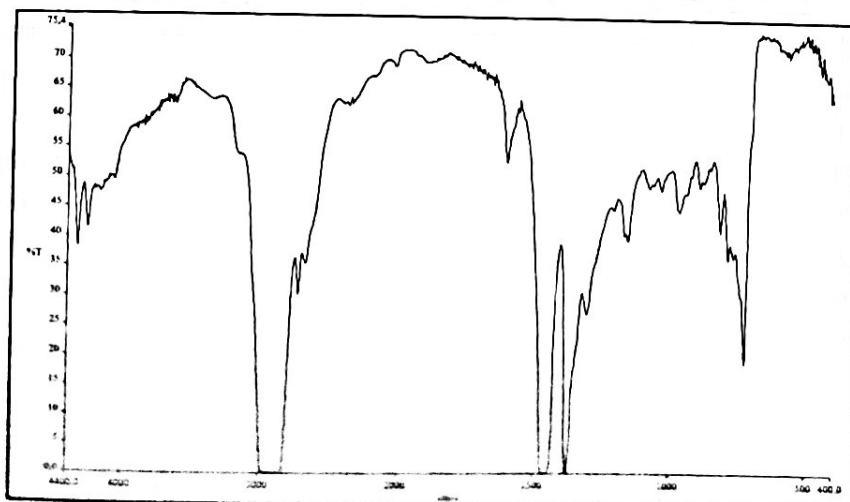
$$\%C_N = 100 - (C_P + C_A) \quad (3)$$



Слика 1. IR спектар полазног солвентно неутралног базног уља SN



Слика 2. IR спектар рафинисаног солвентно неутралног базног уља (SN_{GL7})



Слика 3. IR спектар рафинисаног солвентно неутралног базног уља (SN_{KGS})

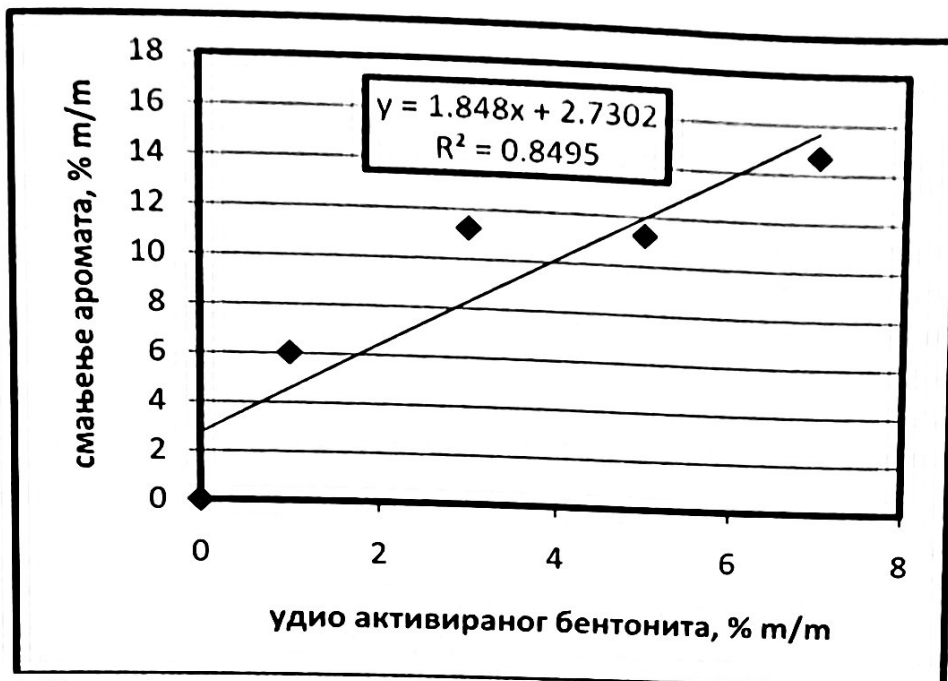
У табели 2 дат је структурни састав солвентно неутралног базног уља SN након рафинације активираним бентонитом и комерцијалном активном глином Tonsil, као и израчунате промјене наведених структура угљоводоника (аромата, парафина и нафтена).

Табела 2. Структурни састав базног уља SN прије и после рафинације адсорбентима и настале промјене

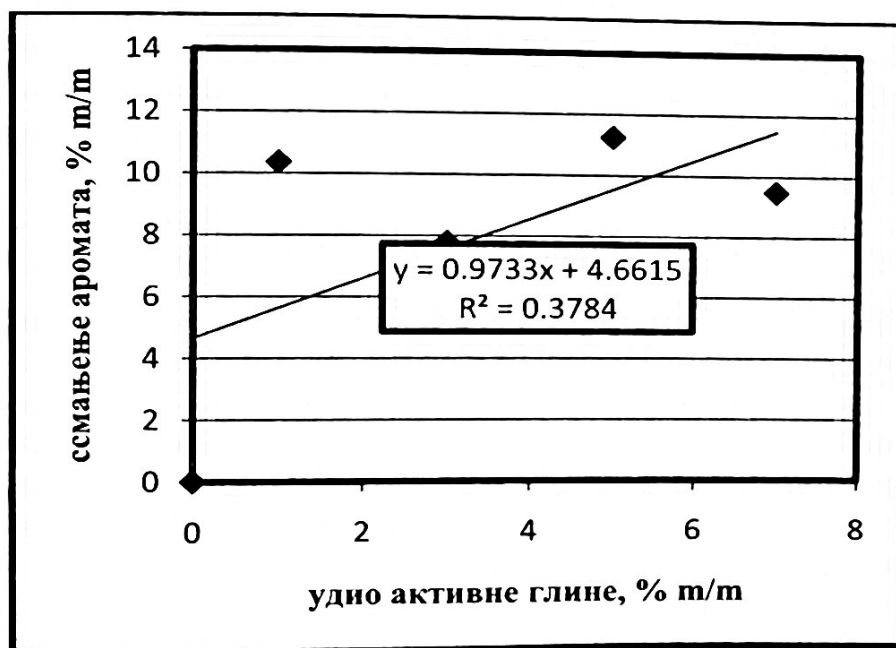
| Ознака узорка | Удјели појединих угљоводоника у солвентно неутралном базном уљу SN након рафинације адсорбентима, те промјене појединих структура, % | | | | | |
|-------------------|--|--------------|-------|--------------|-------|--------------|
| | C_A | ΔC_A | C_P | ΔC_P | C_N | ΔC_N |
| SN | 11,29 | - | 69,70 | - | 19,01 | - |
| SN _{GA1} | 10,61 | 6,02 | 65,21 | 6,44 | 24,18 | 27,20 |
| SN _{GA3} | 10,02 | 11,25 | 65,24 | 6,40 | 24,74 | 30,14 |
| SN _{GA5} | 10,02 | 11,25 | 65,01 | 6,73 | 24,97 | 31,35 |
| SN _{GA7} | 9,63 | 14,70 | 63,96 | 8,24 | 26,41 | 38,93 |
| SN _{KG1} | 10,12 | 10,36 | 64,02 | 8,15 | 25,86 | 36,03 |
| SN _{KG3} | 10,41 | 7,79 | 65,74 | 5,68 | 23,85 | 25,46 |
| SN _{KG5} | 10,02 | 11,25 | 63,36 | 9,10 | 26,62 | 40,03 |
| SN _{KG7} | 10,22 | 9,48 | 64,48 | 7,49 | 25,30 | 33,09 |

Резултати дати у табели 2 показују да је рафинацијом солвентно неутралног базног уља SN активираним бентонитом и активном глином дошло до смањења удјела аромата и парафина, те повећања удјела нафтена. Рафинацијом солвентно неутралног базног уља SN активираним бентонитом удио парафина смањен је у интервалу од 6,44% до 8,24%, а удио аромата од 6,02% до 14,70%, а истовремено је на рачун промјена ових угљоводоника повећан удио нафтена од 27,20% до 38,93%. Ефекти активне глине Tonsil настали рафинацијом солвентно неутралног базног уља су: смањење парафина од 5,68% до 9,10%, а аромата од 7,79% до 11,25%, те повећање нафтена 25,46% до 40,03%.

За примјенске карактеристике солвентно неутралних базних уља највећи значај има садржај ароматских угљоводоника, који негативно утичу на исте. Утицај активираним бентонита и комерцијалне активне глине Tonsil на смањење аромата у солвентно неутралном базном уљу SN приказан је графички на сликама 4 и 5.



Слика 4. Утицај активног бентонита на смањење аромата у солвентно неутралном базном уљу SN



Слика 5. Утицај активне глине на смањење аромата у солвентно неутралном базном уљу SN

Анализа резултата датих у табели 2 и дијаграма приказаних на сликама 4 и 5 показала је да је комерцијална активна глина ефикаснија у смањењу садржаја аромата од активног бентонита (удио адсорбента 1%), међутим, у обради солвентно неутралног базног уља SN, највећа ефикасност остварена је примјеном 7% m/m активног бентонита. Линеарном регресијом добијене су вредности коефицијента корелације активног бентонита $R^2 = 0,8495$ и ко-

З. Петровић, П. Дуђић, В. Алексић, С. Бегич, В. Мићич, П. Кљајић, Б. Миловановић

мерцијалне активне глине $R^2 = 0,3784$ на основу којих се може закључити да је активирани бентонит ефикаснији адсорбент од комерцијалне активне глине.

3.2. Резултати одређивања садржаја аромата

Који тип ароматских једињења је рафинацијом солвентно неутралног базног уља SN уклоњен/или смањен могло би се одредити савременим спектроскопским методама испитивања. У овом раду коришћене су методе ултраљубичасте спектрофотометрије (UV) – ASTM D2008 и метода Арсића и сарадника. У табели 3 дати су резултати добијени анализом солвентно неутралног базног уља прије и после рафинације методом ASTM D2008.

Табела 3. UV адсорптивности и промјене нафталена и фенантрена у солвентно неутралном базном уљу SN прије и после рафинације адсорбентима

| Ознака | a^{275} | a^{295} | Промијена нафталена, % | Промијена фенантрена, % |
|-------------------|-----------|-----------|------------------------|-------------------------|
| SN | 1,8605 | 0,8209 | - | - |
| SN _{GA1} | 1,8221 | 0,8153 | 2,06 | 0,68 |
| SN _{GA3} | 1,8182 | 0,8066 | 2,27 | 1,74 |
| SN _{GA5} | 1,7998 | 0,8154 | 3,26 | 0,67 |
| SN _{GA7} | 1,8008 | 0,7852 | 3,21 | 4,35 |
| SN _{KG1} | 1,8045 | 0,8118 | 3,01 | 1,11 |
| SN _{KG3} | 1,8169 | 0,7949 | 2,34 | 3,19 |
| SN _{KG5} | 1,8109 | 0,8047 | 2,67 | 1,97 |
| SN _{KG7} | 1,7964 | 0,7954 | 3,45 | 3,11 |

Резултати UV методе дати у табели 3 показали су да рафинацијом базног уља активираним бентонитом долази до смањења нафталена од 2,06% до 3,26% и фенантрена од 0,67% до 4,35%, а рафинацијом активном глином до смањења нафталена од 2,34% до 3,45% и смањења фенантрена 1,11% до 3,19%. Може се закључити да су примјеном оба адсорбента за рафинацију солвентно неутралног базног уља остварени слични ефекти. У табели 4. дати су резултати одређивања садржаја неких ароматских једињења у солвентно неутралном базном уљу прије и после рафинације 0,5% m/m активираним бентонитом добијени методом Арсића и сарадника. Може се закључити да је од идентификованих ароматских једињења (бензена, нафталена, фенантрена, дибензотиофена) рафинацијом базног уља SN активираним бентонитом дошло до највећег смањења садржаја дибензотиофена.

Табела 4. Концентрације ароматских уљоводоника у солвентно неутралном базном уљу SN прије и после рафинације 0,5% m/m активираним бентонитом

| Тип ароматског једињења | Концентрација ароматских једињења, mmol/100 g уља | | Смањење, % |
|-------------------------|---|----------------------|------------|
| | SN | SN _{GA10,5} | |
| Бензен | 5,2218 | 5,1098 | 2,14 |
| Нафтален | 0,1350 | 0,1260 | 6,67 |
| Фенантрен | 0,0427 | 0,0404 | 5,39 |
| Дибензотнофен | 0,0236 | 0,0202 | 14,41 |

3.3. Резултати одређивања садржаја сумпора

Резултати одређивања садржаја сумпора у солвентно неутралном базном уљу прије и после рафинације дати су у табели 5.

Табела 5. Садржај сумпора у солвентно неутралном базном уљу SN прије и после рафинације адсорбентима

| Ознака | Садржај сумпора, % | Ознака | Садржај сумпора, % |
|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| SN | 0,778 | SN | 0,778 |
| SN _{GA1} | 0,787 | SN _{KG1} | 0,416 |
| SN _{GA3} | 0,787 | SN _{KG3} | 0,408 |
| SN _{GA5} | 0,785 | SN _{KG5} | 0,395 |
| SN _{GA7} | 0,780 | SN _{KG7} | 0,399 |

Резултати испитивања показују да рафинација солвентно неутралног базног уља активираним бентонитом доводи до незнатног повећања садржаја сумпора од 0,26% до 1,15%. Међутим, рафинација истог уља комерцијалном активном глином доводи до знатног смањења садржаја сумпора од 46,53% до 49,23%.

4. ЗАКЉУЧЦИ

На основу проведених експерименталних испитивања и доступних теоретских сазнања може се закључити:

- Активирани бентонит (GA) добијен активацијом природног бентонита 20%-тним раствором сумпорне киселине има већу специфичну површину од комерцијалне активне глине која се користи као адсорбент у процесу обраде минералних базних уља.
- Солвентно неутрално базно уље SAE20BR садржи знатно виши садржај аромата и сумпора од базних уља исте градације произведене савременим поступцима.

- Адсорпционом обрадом испитиваног базног уља активираним бентонитом и комерцијалном активном глином дошло је до промјене структурног састава истог, а степен промјене зависи од типа и удјела коришћеног адсорбента.
- Веће смањење аромата остварено је рафинацијом базног уља SN активираним бентонитом, а рафинација истог уља комерцијалном активном глином довела је до већих промјена парафина и нафтена.
- Да је активирани бентонит ефикаснији адсорбент у смањењу аромата у испитиваном базном уљу показују и добијене вриједности коефицијената корелације активiranог бентонита $R^2 = 0,8495$ и комерцијалне активне глине $R^2 = 0,3784$.
- Резултати UV методе показали су да су ефекти смањења нафталена и фенантрена остварени рафинацијом базног уља SN са оба адсорбента слични, с тим што је активирани бентонит показао већу ефикасност у смањењу фенантрена, а комерцијална активна глина у смањењу нафталена.
- Методом Арсића и сарадника показано је да је рафинацијом базног уља SN 0,5% m/m активираним бентонитом, од идентификованих ароматских једињења у истом (бензен, нафтален, фенантрен, дибензотиофен) највише смањен садржај дибензотиофена.
- Испитивања су показала да обрадом базног уља SN активираним бентонитом не долази до смањења садржаја сумпора, него до знатног повећања истог (од 0,26% до 1,15%), међутим примјеном комерцијалне активне глине остварено је знатно смањења садржаја сумпора (од 46,53% до 49,23%).
- Бољи увид у структуру испитиваног базног уља SN након рафинације адсорбентима може се добити примјеном савремених метода испитивања (NMR, MS).
- Активирани бентонит показао је већу ефикасност у уклањању ароматских угљоводоника, а комерцијална активна глина у уклањању једињења сумпора из испитиваног базног уља SN.
- Киселином активирани домаћи бентонит може послужити као адсорбент за рафинациону обраду солвент неутралног базног уља, с обзиром на то да је показао боље резултате у смањењу аромата од увозне комерцијалне активне глине.
- Истраживање утицаја активiranог бентонита на структурни састав, а нарочито на садржај непожељних једињења (аромата и сумпора) треба наставити са солвентно неутралним базним уљима друге градације.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] С. Соколовић, *Технологија производње и примена течних мазива*, Технолошки факултет Универзитета у Новом Саду, Нови Сад 1998, 1–27.
- [2] Ђ. Сенић, *Nafta, procesi i proizvodnja*, друго прерађено издање, ИВС д.о.о. Сарајево, 2012, 359–404
- [3] А. Sequeira, Jr., *Lubricant Base Oil and Wax Processing*, Marcel Dekker, Inc., New York, 1994, 1–118.
- [4] Р. Дугић, З. Петровић, *Razvoj procesa za proizvodnju ulja*, knjiga 4., *Održive tehnologije i hemijska industrija*, Tehnološki fakultet Novi Sad, Futura, Novi Sad 2013, 285–301.
- [5] D. C. Kramer, et. al., *The Evolution of Base Oil Technology*, Turbine Lubrication in the 21st Century, ASTMSTP #1407, W. R. Herguth and T. M. Warne, Eds., American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2001.
- [6] П. Чегар, Б. Шкундрић, Ј. Пенавин Шкундрић, Р. Петровић, *Адсорпционе и каталитичке особине морденита*, Савремени материјали, АНУРС, Бања Лука 2008, 235–244.
- [7] З. Петровић, i dr., *Uticaj kiselinski aktiviranog bentonita na strukturni sastav solvent neutralnih baznih ulja*, Technologica Acta, Vol. 2–1 (2009) 27–37.
- [7] R. T. Yang, *Adsorbents Fundamentals and Applications*, John Wiley & Sons, Inc. Publications, New Jersey 2003, 8–79.
- [8] М. С. Ранђеловић, i dr., *Физичко-хемијска карактеризација бентонита и његова примјена у уклањању Mn^{2+} из воде*, Хемијска индустрија 65–4 (2011) 381–387.
- [9] З. Петровић, i dr., *Composition, structure and textural characteristics of domestic acid activated bentonite*, Contemporary Materials V–1 (2014) 133–139.
- [10] F. R. Valenzuela Dias, P. S. Santos, *Studies on the Acid Activation of Brazilian Smectitic Clays*, Quim. Nova 24 (2001) 345–353.
- [11] M. Önal, et al., *The Effect of Acid Activation on Some Physicochemical Properties of Bentonite*, Turkish Journal of Chemistry 26 (2002) 409–416.
- [12] S. Brezovska, et.al., *Adsorption properties and porous structure of sulfuric acid treated bentonites determined by the adsorption isotherm of benzene vapor*, Journal of the Serbian Chemical Society 70–1 (2005) 33–40.
- [13] М. Ј. Џунић, i dr., *Modifikovani bentonit kao adsorbent i katalizator za prečišćavanje otpadnih voda koje sadrže boje*, Хемијска индустрија 64–3 (2012) 193–199.
- [14] N. Yildiz, A. Calimly, *Alteration of three Turkish bentonites by treatment with Na_2CO_3 and H_2SO_4* , Turkish Journal of Chemistry 26 (2002) 393–401.
- [15] S. Sredić, et.al., *Physicochemical Properties of Al-Pillared Montmorillonite Doped with 12-Tungstophosphoric Acid*, Material Science Forum 453–454 (2004) 157–162.
- [16] З. Петровић, *Проучавање структуре адсорбованих хемијских једињења из базних уља на киселином активираним природним адсорбентима*, Докторска дисертација, Технолошки факултет, Бања Лука, 2013.

- [17] З. Петровић, П. Дуговић, В. Алексић, *Физичко-хемијска испитивања у процесима органске индустрије*, Технолошки факултет, Зворник, 2011, 76-96.
- [18] ИЕС 590.
- [19] ASTM D2008.
- [20] S. Arsić i dr., *Određivanje aromatskih spojeva u mineralnim baznim uljima*, Nafta 34 (1983) 701-707.

EFFECT OF ADSORPTION PROCESSING OF SOLVENT BASE OILS BY ACTIVATED BENTONITE

Abstract: Solvent base oils of group API I contain larger quantities of aromatic compounds and sulfur, as compared to base oils of higher quality groups. Processing of base oils by commercial clays is performed in order to reduce the content of undesirable compounds, improving the color and oxidation stability. Commercial clays are based on aluminosilicates with a large specific surface area and developed porosity. Bentonite has good adsorption characteristics, which can be further improved by various methods of modification. In this paper, adsorption processing of solvent base oil is derived by acid-activated bentonite and commercial clay. The structural composition of starting oil and refined solvent oil (content of aromatics, paraffins, naphthenes and sulfur) is determined by following methods: IEC 590, UV, IP 346 и BAS ISO 20846. The results showed that processing of a solvent oil by activated bentonite leads to change of structural composition, similar to a change achieved by processing with commercial clay.

Key words: adsorption treatment, solvent base oil, bentonite, aromatics, sulfur.