

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

NAFTOLLARIN ETANOLLA EFFEKTİV KATALİTİK ALKİLLƏŞMƏSİ REAKSİYASI İLƏ ETİLNAFTOLLARIN ALINMASI

İxtisas: 2306.01-Üzvi kimya
2314.01-Neft kimyası

Elm sahəsi: Kimya

İddiaçı: **Pərvanə Vaqif qızı Süleymanova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Sumqayıt – 2022

Dissertasiya işi Sumqayıt Dövlət Universitetinin Neft kimyası və kimya mühəndisliyi kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: kimya elmləri doktoru, professor
Əkbər Əli oğlu Ağayev

Rəsmi opponetlər: kimya elmləri doktoru, dosent
Əlverdi Xankişi oğlu Kərimov

kimya elmləri doktoru, professor
Çingiz Qnyaz oğlu Rəsulov

kimya elmləri doktoru
Qiyas İlyas oğlu Bayramov

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Sumqayıt Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən FD 2.23 Dissertasiya Şurası

Dissertasiya şurasının sədr müavini: kimya elmləri doktoru, professor


Ağa Məmməd oğlu Mustafayev

Dissertasiya şurasının elmi katibi: kimya elmləri namizədi, dosent


Musa Musa oğlu Mustafayev

Elmi seminarın sədri: kimya elmləri doktoru, professor


Dursun Əhməd oğlu Aşurov

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Naftolların çoxsaylı törəmələri içərisində onun aşağı molekul kütləli homoloqlarının xüsusi yeri vardır. Bu birləşmələr içərisində metil- və etilnaftollar xüsusi əhəmiyyət kəsb edirlər. Ona görə ki, onlar əsasında vitaminlər, pestisidlər, boyalar, ətirli maddələr, dərman preparatları, aşqarlar, fotoqrafiyada və kompüter texnologiyasında işlədilən preparatlar istehsal olunur.

Naftolların xammal bazası əsasən neft və daş kömürdən alınan naftalinə əsaslanır. Ümumiyyətlə, dünyada istehsal olunan naftalinin təqribən yarısı naftol və onun müxtəlif törəmələrinin alınmasına sərf olunur. Ölkəmizdə neftin kimyəvi emalından, xüsusən də benzin fraksiyasının piroliz prosesindən alınan qiymətli olefinlərlə (etilen, propilen və s.) yanaşı yüngül və ağır piroliz məhsulları da əmələ gəlir və onların tərkibində istifadəsi nisbətən məhdud olan kifayət qədər naftalin və onun alkil törəmələri vardır.

Naftalinlər əsasında naftolları almaq üçün tədqiq edilmiş və məhdud sayda istifadə olunan oksidləşmə, sulfolaşma, oksidləşdirici dekarboksilləşmə prosesləri mürəkkəbliyi, çoxmərhələli texnologiyası və idarə edilməsinin çətinliyi ilə seçilir və bu səbəbdən yeni effektiv üsulların işlənilməsi və hazırlanmasını tələb edir. Belə üsullardan diqqəti daha çox cəlb edən və aktual sayılan naftolların alkilləşmə reaksiyası ilə alkilnaftolların alınmasıdır. Bu üsul arenlərin, fenolların, anilinlərin və digər aromatik birləşmələrin alkil homoloqlarının alınmasında tətbiq olunsada, naftolların müvafiq törəmələrinin, xüsusən də, etil homoloqlarının sintezində az tədqiq edilmişdir.

Buna əsas səbəb bu proseslərdə istifadə olunan katalizatorların aşağı aktivliyə, selektivliyə və qeyri-stasionar iş rejiminə malik olmasını göstərmək olar. Onları aradan qaldırmaq məqsədilə son vaxtlar bu proseslər üçün effektiv katalitik sistemlərin alınması və onların alkilləşmə prosesində səmərəli tətbiqini təmin etməklə naftolların müxtəlif etil homoloqlarının sintez üsullarının işlənməsi daha çox maraq doğurur.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Tədqiqatın obyektı kimi 1- və 2-naftolların etanolla katalitik alkilləşməsi götürülmüşdür. Alınmış oksid tərkibli katalizatorlar və modifikasiya olunmuş H-mordenitlər içərisindən seçilib əsaslandırılmış katalitik sistemlərin iştirakında naftolların etil homoloqlarının effektiv alınma üsulunun işlənilib hazırlanması isə tədqiqat işinin predmeti kimi üzə çıxarılmışdır.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. 1- və 2-naftolların etanolla alkilləşmə reaksiyasında müxtəlif oksid və seolit sistemlərinin katalitik və istismar xassələrinin müqayisəli təhlili nəticəsində effektiv katalitik sistemin seçilməsi, onun iştirakında prosesin fiziki-kimyəvi əsaslarının öyrənilməsi və etilnaftolların alınma üsulunun işlənilib hazırlanmasıdır.

Bununla əlaqədar olaraq dissertasiya işində aşağıdakı məsələlər qoyulmuş və həll edilmişdir.

- 1- və 2-naftolların etanolla alkilləşməsi reaksiyası ilə etilnaftolların sintezində ferrit ($MFe_2O_4 \cdot \gamma-Al_2O_3$; M-Mg, Zn, Co, Cu) katalizatorlarının aktivliyinin öyrənilməsi;

- vanadium-xrom-alüminium oksid katalizatoru iştirakında 1- və 2-naftolların alkilləşmə reaksiyasının tədqiqi və ferritlərlə müqayisədə etilnaftolların sintezində onların aktivliyi və selektivliyinin təhlili;

- H-mordenit və onun modifikasiya olunmuş nümunələri iştirakında 1- və 2-naftolların etanolla alkilləşmə reaksiyasının tədqiqi;

- modifikatorların (nikel, palladium, sirkonium) qatılığının 1-naftol və etanol əsasında sintez olunan monoetil-1-naftolların çıxımı və selektivliyinə təsirinin öyrənilməsi;

- 2-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyasında nikel, palladium və sirkonium tərkibli mordenitlərin məqsədli etilnaftollara görə aktivliliyi və selektivliyinin öyrənilməsi;

- xrom, sirkonium və kükürd saxlayan mordenit katalizatoru iştirakında 1- və 2-naftolların etanolla alkilləşməsinin ətraflı tədqiqi, prosədə baş verən əsas, aralıq və yan çevrilmələrin araşdırılması və kimyəvi mahiyyətinin müəyyən edilməsi;

- 1-naftolun etanolla alkülləşmə reaksiyasının diferensial reaktorda kinetik tədqiqatlarının aparılması, kinetik sabitlərinin hesablanması və kinetik modelin tərtib edilməsi;

- seçilmiş xrom, sirkonium və kükürd tərkibli H-mordenit iştirakında naftolların etanolla alkülləşmə reaksiyasına müxtəlif parametrlərin təsirinin öyrənilməsi, 1-naftol və etanol əsasında monoetil-1-naftolların, 2-naftolun etanolla qarşılıqlı təsirindən isə monoetil-2-naftolların alınma üsulunun işlənilib hazırlanması.

Tədqiqat metodları. Tədqiqatlar müasir avadanlıq, cihaz və proqramların istifadəsi ilə həyata keçirilmişdir. Təcrübələr çıxarma növlü reaktorda, diferensial reaksiya aparatında aparılmış, fiziki-kimyəvi analiz üsulları kimi qaz-maye xromatoqrafiyasından və NMR spektroskopiyasından istifadə olunmuş, kinetik hesablamalarda isə MATLAB proqramları götürülmüşdür.

Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar. 1- və 2-naftolların etanolla alkülləşmə reaksiyasında ferrit ($MFe_2O_4 \cdot \gamma-Al_2O_3$; M-Mg, Zn, Co, Cu) və vanadium-xrom-alüminium oksid katalizatorlarının katalitik xassələri tədqiq edilib müqayisə olunmuşdur;

- nikel, palladium və sirkoniumla modifikasiya olunmuş H-mordenitlərin 1- və 2-naftolların etanolla alkülləşmə reaksiyasında aktivliyi və selektivliyi müəyyən edilmiş, əsas və yan çevrilmələrin təbiəti öyrənilmişdir;

- sirkonium tərkibli H-mordenit və xrom, sirkonium və kükürd saxlayan kompozision mordenit iştirakında 1- və 2-naftolların etanolla effektiv alkülləşməsi aparılmışdır;

- 1-naftolun etanolla alkülləşmə reaksiyasının kinetik tədqiqatları aparılmış, mərhələli sxemi və marşrutları müəyyən edilmiş, kinetik sabitləri hesablanmış və az xətalı kinetik modeli tərtib edilmişdir;

- xrom, sirkonium və kükürd tərkibli H-mordenit iştirakında 1- və 2-naftolların etanolla alkülləşməsi ilə monoetilnaftolların alınma üsulu işlənilib hazırlanmışdır.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. 1- və 2-naftolların etanolla alkülləşmə reaksiyasında ilk dəfə olaraq ferrit, vanadium-xrom-alüminium oksid katalizatorlarının, mordenit və onun modifikasiya olunmuş nümunələrinin o cümlədən, nikel, palladium, sirkonium

tərkibli H-mordenitlərin katalitik xassələri öyrənilmişdir. Tədqiq edilmiş katalizatorların göstəricilərinin müqayisəli təhlili nəticəsində oksid katalizatorlarından vanadium-xrom-alüminium sistemi monoetilnaftolların sintezində daha aktiv və selektiv katalitik sistem seçilmişdir. Modifikatorların mordenitdəki qatılığının prosesin göstəricilərinə təsiri öyrənilmiş və hər iki naftolun etanolla alkülləşmə reaksiyasında uyğun monoetilnaftolların çevrilmiş və ilkin götürülmüş naftola görə hesablanmış çıxımlarının yüksək qiyməti 1.5 kütlə % Zr, H-mordenit iştirakında əldə edilmişdir. Katalitik və istismar xassələri $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ promotoru ilə artırılmış sirkonium tərkibli mordenit iştirakında 1-naftolun etanolla alkülləşmə reaksiyasının əsas, aralıq və yan çevrilmələri müəyyən edilmiş, prosesin kinetik tədqiqatları aparılmış, əsas marşrutlara aydınlıq gətirilmiş, məhdudlaşdırıcı mərhələlər göstərilmiş, kinetik sabitlər hesablanmışdır. Mürəkkəb mordenit katalizatoru səhində ardıcıl-parallel mexanizm üzrə baş verən prosesin kinetik modeli alınmışdır.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. 1- və 2-naftolların etanolla qarşılıqlı təsirində vanadium-xrom-alüminium oksidi, ferritlər və H-mordenitlərin katalitik xassələri tədqiq edilərək təhlil olunmuş, onların aktivlik və selektivlik sıraları müəyyən edilmişdir. Tərkibində xrom, sirkonium və kükürd olan H-mordenit iştirakında 1-naftolun etanolla alkülləşmə prosesi ilə monoetil-1-naftolların 32,0% çıxım və 94,5% selektivliklə sintez üsulu, 2-naftol və etanol əsasında isə monoetil-2-naftollar qarışığının 33,8% çıxım və 94,0% selektivliklə alınma üsulu işlənib hazırlanmışdır. Bu üsulların sənayedə istifadə olunması monoetilnaftollara, xüsusən də, 2-etil-1-naftola və 1-etil-2-naftola, həmçinin 1- və 2-etoksinaftalinlərə olan tələbatı ödəyə bilər. 1-naftolun etanolla alkülləşmə prosesinin alınmış az xətalı kinetik modeli gələcəkdə aparılacaq modelləşmə və optimallaşmada əsas kimi götürülə bilər.

İşin aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya mövzusu üzrə 19 elmi əsər, o cümlədən, 2-si həmmüəllifsiz olmaqla resenziya olunmuş beynəlxalq nüfuzlu jurnallarda 7 məqalə və 12 konfrans materialı çap olunmuşdur. Nəşr olunmuş əsərlər dissertasiyanın məzmununu tam əks etdirir.

Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıda adları çəkilən konfranslarda məruzə edilmişdir:

Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XXI Respublika Elmi Konfransı (Bakı: 2017), Sumqayıt Dövlət Universitetinin 55 illiyinə həsr olunmuş “Funksional monomerlər və xüsusi xassəli polimer materiallar: problemlər, perspektivlər və praktiki baxışlar” mövzusunda Beynəlxalq Elmi konfrans (Sumqayıt: 2017), Международной научно-технической конференции «Нефтехимический синтез и катализ сложных конденсированных системах», посвященной 100 летнему юбилею академика Б.К.Зейналова (Баку: 2017), Международной научно-практической конференции «Инновативные перспективы развития нефтепереработки и нефтехимии», посвященной 110 летию академика В.С.Алиева (Баку: 2018), Azərbaycan Xalq Cümhuriyyətinin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XXII Respublika Elmi konfransı (Bakı: 2018), Advances in synthesis and complexing The Fifth International Scientific Conference (Moscow: 2019), АМЕА akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Müasir kimyanın aktual problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfrans (Bakı: 2019), Sumqayıt şəhərinin 70 illik yubileyinə həsr olunmuş “Kimya texnologiyası və mühəndisliyinin innovativ inkişaf perspektivləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfrans (Sumqayıt: 2019).

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.

Dissertasiya işi Sumqayıt Dövlət Universitetinin Neft kimyası və kimya mühəndisliyi kafedrasında yerinə yetirilib.

Müəllifin şəxsi iştirakı. İddiacı dissertasiyada qarşıya qoyulan məsələlərin həlli, tədqiqatların təcrübi icrası, analizlərin aparılması, alınan nəticələrin təhlili, tezis və məqalələrin, dissertasiyanın yazılışı ilə bağlı hər bir mərhələdə məsul icraçısıdır.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi. Dissertasiya işi 147 səhifə həcmində olub giriş hissədən, 5 fəsildən, nəticələrdən, 138 adda istinad olunmuş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir.

Dissertasiyanın ümumi həcmi 17 şəkil, 30 cədvəl və ədəbiyyat siyahısı istisna olmaqla 172672 işarədən ibarətdir.

Dissertasiyanın əsas məzmunu. Giriş hissəsində mövzunun aktuallığı, tədqiqatın obyektı və predmeti, işin məqsədi və vəzifələri, elmi yeniliyi, nəzəri və praktiki əhəmiyyəti, aprobeşiyası, quruluşu, həcmi haqqında qısa məlumatlar verilmiş və əsaslandırılmışdır.

Birinci fəsildə naftolların alınma üsulları, onların alkil homoloqlarının sintezində alkilləşmə reaksiyasının tədqiqi ilə bağlı aparılmış elmi işlərin tənqidi təhlili verilmişdir.

İkinci fəsildə təcrübələrin, analizlərin aparılma qaydası, istifadə olunan xammallar və katalizatorların alınma yolları haqqında elmi məlumatlar əks olunmuşdur.

Üçüncü fəsildə naftolların etanolla alkilləşmə reaksiyasında tədqiq edilmiş ferrit və digər oksid sistemlərinin katalitik xassələrinin nəticələri verilir. H-mordenit və onun modifikasiya olunmuş nümunələri iştirakında 1- və 2-naftolların etanolla qarşılıqlı təsirinin nəticələri isə **dördüncü fəsildə** işıq üzü görmüşdür. Daha yüksək katalitik xassələr nümayiş etdirən xrom-sirkonium-kükürd tərkibli mürəkkəb mordenit katalizatoru iştirakında naftolların etanolla alkilləşmə reaksiyasının ətraflı tədqiqinin nəticələri və monoetilnaftolların effektiv alınma üsulunun işlənilib hazırlanması ilə bağlı əldə olunan elmi nəticələr **beşinci fəsildə** verilmişdir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Tədqiqatlarda xammal kimi kimyəvi təmiz 1-naftol, 2-naftol və etanoldan istifadə edilmişdir. Təcrübələr tərpnəmz laylı katalizatoru olan reaktorda, kinetik araşdırmalar isə diferensial reaktorlu qurğuda həyata keçirilmişdir.

1. Təcrübələrin aparılma qaydası və katalizatorların sintezi. Katalizator kimi ikili və üçlü oksid sistemlərindən, həmçinin mordenit növlü seolitlərdən istifadə edilib. $MFe_2O_4 \cdot \gamma-Al_2O_3$ tərkibli (M-Zn, Mg, Cu, Co) katalizatorlar müvafiq metalların nitrat və oksalat duzlarının $\gamma-Al_2O_3$ üzərinə birgə çökdürülərək, daha sonra qurudulma və közərdilməsi ardıcılığı ilə alınmışdır. İkivalentli

metalın dəmirə olan atom kütlə nisbəti 1:2.33, aktiv kütlənin (MFe_2O_4) katalizatoradakı qatılığı ilkin təcrübələrin nəticələrinə əsaslanaraq 25.0 kütlə % saxlanılmışdır.

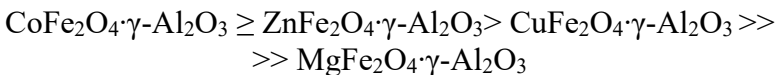
Mordenitlərin sintezində məlum üsullardan istifadə edilmişdir.

Əvvəlcə sintetik mordenitdə optimal modul ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) müəyyən edilmiş, nikel kation şəklində H- mordenit üzərinə nitrat məhlulu ilə, sirkonium, sulfat duzunun məhlulu ilə hopdurulmuş və katalizatorlarda bərkidici kimi 20-25 kütlə % alüminium oksidi də olmuşdur.

Palladium ion mübadilə üsulu ilə onun kompleks duzunun $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ sulu məhlulundan istifadə edilərək alınmışdır. $\text{HM}+\text{Al}_2\text{O}_3$ sistemində onun miqdarı mordenitin quru kütləsinin 0.1-2.0%-ni təşkil etmişdir. Kompozision seolitlərin sintezində xrom (III) sulfat məhlulundan istifadə olunmuş və modifikasiyanın eyni vaxtda paralel şəkildə aparılmasına nail olunmuşdur.

2. Mürəkkəb oksid katalizatorları iştirakı ilə naftolların etanolla qarşılıqlı təsiri. Oksid sistemləri kimi ferritlər ($\text{MFe}_2\text{O}_4 \cdot \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$; M-Zn, Mg, Cu, Co), $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\text{V}_2\text{O}_5\text{-Al}_2\text{O}_3$ və $\text{V}_2\text{O}_5\text{-Cr}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ tədqiq edilmiş, müqayisəedici kriteriya kimi alınan monoetilnaftollara görə reaksiyanın selektivliyi, naftolun konversiyası və məqsədyönlü məhsulun çıxımı götürülmüşdür. 1-naftolun etanolla alkiləşməsindən alınan əsas məhsullara 1-etoksinaftalin və nüvədə alkiləşmə məhsulları olan monoetilnaftollar, 2-naftolun etanolla qarşılıqlı təsirindən əmələ gələn əsas məhsullara isə 2-etoksinaftalin və 2-naftolun nüvəsində monoalkiləşmə məhsulları aiddir.

Ferrit katalizatorları iştirakında 1-naftolun etilləşməsindən alınan 1-etoksinaftalin, 2-etil- və 4-etilnaftollar qarışığının ilkin naftola görə hesablanmış ümumi çıxımları katalizatorlar üzrə aşağıdakı sıra üzrə azalır.



Belə ki, kobalt ferritdə ümumi çıxım 39.6%, maqnezium ferritdə isə bu göstərici cəmi 21.3% olur.

Alınan 1-etoksinaftalinlər və etilnaftolların bir-birinə nisbətində gəldikdə maqnezium və mis ferritlərdə naftoldakı oksigenə görə

alkilləşmə kifayət dərəcədə baş verir və etoksinaftalinlərə görə selektivlik uyğun olaraq 34.0 və 28.5% olur. Sink və kobalt ferritlərə gəldikdə, üstünlüyü nüvədəki 2-vəziyyətində baş verən alkilləşmə təşkil edir. Bu zaman etilnaftollara görə selektivlik uyğun olaraq 55.5 və 64.5% olur. 2-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyasında şərti olaraq katalizatorun aktivliyini alınan 2-etoksinaftalin və monoetilnaftolların ilkin naftola görə hesablanmış ümumi çıxımı ilə qeyd etsək, onda daha yüksək çıxım (35.5%) misferrit katalizatoru iştirakında, aşağı çıxım (18.6%) isə maqnezium ferritdə alınır. Bu göstəriciyə görə mis, sink və kobalt ferritlərin katalitik xassələri yaxındır. 2-naftolun etanolla alkilləşməsindən alınan etil homoloqlarına görə reaksiyanın ümumi selektivliyi 76.0-84.5% həddlərində dəyişir. Lakin etoksinaftalinin etilnaftollara olan mol nisbəti katalizatorun asılı olaraq tədqiq edilmiş şəraitdə (320°C , $v -1.0 \text{ st}^{-1}$) fərqli olur. Məsələn, maqnezium ferrit iştirakında 0.61:1.0 kobalt ferrit götürüldükdə 0.16:1.0, misferrit olan halda 0.21:1.0 sinkferritdə isə 0.26:1.0 təşkil edir.

Fenolların və aromatik aminlərin spirtlərlə alkilləşmə reaksiyasında yüksək katalitik xassələr göstərən ferrit sistemləri naftolların spirtlərlə, o cümlədən etanolla alkilləşmə reaksiyasında orta nəticələr nümayiş etdirir. Ona görə də bu reaksiyada katalizin imkanlarının daha da üzə çıxarılmasına ehtiyac duyulur. Bunu nəzərə alaraq naftolların etanolla qarşılıqlı təsirində digər katalitik sistemlərdən istifadə edilmişdir.

Bu məqsədlə digər oksid katalizatorları iştirakında 1- və 2-naftolların etanolla alkilləşmə reaksiyası təfəsilatı ilə öyrənilmişdir. Katalitik sistemlər kimi alınmış (kütlə % ilə) $\text{Cr}_2\text{O}_3 - 7.0$, $\text{Al}_2\text{O}_3 - 93.0$; $\text{V}_2\text{O}_5 - 3.0$, $\text{Al}_2\text{O}_3 - 97.0$ və $\text{V}_2\text{O}_5 - 3.0$, $\text{Cr}_2\text{O}_3 - 7.0$, $\text{Al}_2\text{O}_3 - 90.0$ oksid sistemləri götürülmüşdür.

Alınan nəticələrin təhlilindən gözə çarpan əsas fərq katalizatorların xüsusi səthi ilə 1-naftolun konversiyası arasındakı uyğunsuzluqdur. Daha böyük xüsusi səthə malik olan xrom-alüminium oksid sistemi iştirakında 1-naftolun konversiyası orta həddə malik olur və xüsusi səthi $\sim 25 \text{ m}^2/\text{q}$ az olan xrom-vanadium-alüminium oksid sistemindən 8.5-10.5% az nəticə göstərir. Bu hal

katalizatorların tərkib və quruluşları, məsamələrin forması və ölçüləri və energetik xassələrinin müxtəlifliyi ilə izah oluna bilər.

Qeyd etdiyimiz katalizatorları müqayisə etdikdə temperaturdan asılı olmayaraq hər ikisi iştirakında naftolun oksigenə görə etilləşməsinin eyni dərəcədə baş verməsi və etoksinaftalidlərə görə reaksiyanın selektivliyinin praktiki olaraq üst-üstə düşməsi müşahidə olunur. Üçüncü katalizator olan vanadium-alüminium oksid sistemi iştirakında naftoldakı oksigenə görə alkülləşmənin payı digər katalizatorlara nisbətən 320⁰C-də 2.7 dəfə, 360⁰C-də isə 7.9-9.1 dəfə çoxdur. Lakin vanadium-alüminium oksid katalizatoru etilnaftolların alınma istiqamətinin aşağı olduğuna görə digər oksidlərdən fərqlənir. Belə ki, 1-naftolun nüvəsindəki karbonlarda baş verən elektrofil əvəzetmə reaksiyasına görə əmələ gələn mono- və dietilnaftollara görə ümumi selektivlik bu katalizator iştirakında az olub, 51.5-60.5% təşkil edir.

Aşağı temperaturda vanadium-alüminium oksid sistemi iştirakında ardıcıl etilləşmə ilə dietilnaftollar praktiki olaraq alınmır. Temperaturun 360⁰C-yə qaldırılması dietilnaftollara görə reaksiyanın selektivliyini 1.0%-ə qaldırır.

Xrom-alüminium oksid katalizatoruna gəldikdə, onun karbona görə alkülləşmə qabiliyyətinin xeyli yüksək olduğu nəzərə çarpır. Belə ki, tədqiq edilmiş şəraitdə əmələ gələn monoetilnaftollara və dietilnaftollara görə reaksiyanın selektivliyi uyğun olaraq 60-68.0 və 2.0-4.0% təşkil edir.

Alkülləşmə prosesində mono- və dietilnaftolların daha çox əmələgəlmə selektivlikləri vanadium-xrom-alüminium oksid katalizatoru götürüldükdə əldə olunur. 360⁰C-də aparılmış təcrübənin nəticələrinə görə əmələ gələn etil- və dietilnaftollara görə reaksiyanın selektivliyi uyğun olaraq 80.0 və 4.5% olmuşdur.

Ümumiyyətlə, bu katalizatorlar iştirakında aparılmış təcrübələrin nəticələrini təhlil etdikdə aydın olur ki, onların ikisi etoksinaftalin və etilnaftalidlər qarışığının alınmasında əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, vanadium-alüminium oksid katalizatoru iştirakında 1-naftolun konversiyası çox olmasa da (22.5-30.0%) alınan etoksinaftalin və monoetilnaftollara görə prosesin ümumi selektivliyi 87-92.0% olur. Üçlü katalitik sistemə gəldikdə, bu göstərici 83.0-87.5% həddində

dəyişir. Başqa sözlə desək, 1-naftolun etanolla alkülləşməsindən alınan etil homoloqların qarışıqlarının məqsədyönlü sintezində hər iki katalizator əhəmiyyətli sayılır. Vanadium-alüminium oksid sistemi iştirakında alınan etoksinaftalinlərin monoetilnaftollara olan mol nisbəti $0.46 \div 0.8:1.0$, üçlü oksid katalizatoru götürüldükdə isə bu nisbət $0.037 \div 0.208:1$ kimi olur.

Cədvəl 1

Müxtəlif oksid katalizatorları iştirakında 1-naftolun etanolla alkülləşmə reaksiyasının nəticələri

Reaksiyanın şəraiti: $v - 1.0 \text{ st}^{-1}$, $v=1:4 \text{ mol/mol}$

Göstəricinin adı	Katalizatorun tərkibi, kütlə % ilə					
	7.0- Cr ₂ O ₃ 93.0-Al ₂ O ₃		3.0- V ₂ O ₅ 97.0-Al ₂ O ₃		3.0-V ₂ O ₅ 7.0- Cr ₂ O ₃ 90- Al ₂ O ₃	
Katalizatorun xüsusi səthi, m ² /q	215		180		190.5	
Temperatur	320	360	320	360	320	360
1-naftolun konversiyası, %	30.0	45.0	22.5	30.0	38.5	55.5
Çevrilmiş 1-naftola görə hesablanmış müxtəlif qrup reaksiya məhsullarının çıxımı, %						
Etoksinaftalinlər	15.0	3.5	40.5	27.5	15.0	3.0
Etilnaftollar	60.0	68.0	51.5	59.5	72.5	80.0
Dietilnaftollar	2.0	4.0	-	1.0	2.5	4.5
Alkilnaftalinlər	3.5	5.5	2.0	5.5	2.5	6.0
Oksobirləşmələr	15.0	10.0	2.0	-	3.0	1.5
Kondensləşmə məhsulları	3.0	5.0	2.5	3.5	1.5	3.0
Etilnaftollarda 2-etil-1-naftolun qatılığı,%	97.0	91.5	100	99.0	98.5	92.0

Alınan etoksinaftalinlər, etil- və dietilnaftolların başlanğıc 1-naftola görə hesablanmış ümumi çıxımları da maraqlıdır. Hesablamalar göstərmişdir ki, xrom-alüminium oksid sistemi iştirakında bu göstərici 23.1-34.0%, vanadium-alüminium oksid

katalizatorunda 20.7-26.4%, üçlü oksid sistemi götürüldükdə isə 34.65-48.6% olmuşdur.

Beləliklə, 1-naftolun etanolla alkiləşməsindən alınan nəticələrin təhlili göstərir ki, üçlü oksid katalizatoru aktivliyi və selektivliyinə görə digər katalizatorları üstələyir və 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsirindən onun etil homoloqlarının alınması üçün daha yararlıdır.

Həmin katalizatorlar iştirakında 2-naftolun etanolla alkiləşmə reaksiyası da tədqiq edilmişdir.

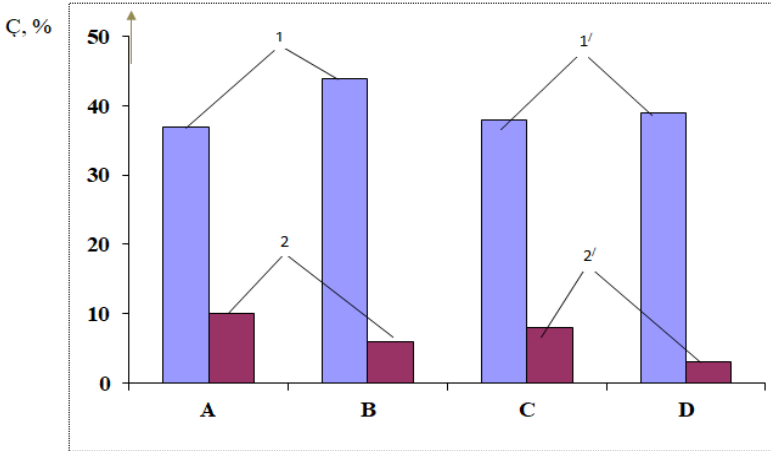
İlk növbədə diqqəti cəlb edən amil ondan ibarətdir ki, 1-naftolla 2-naftolun etanolla qarşılıqlı təsirindən alınan məhsulların tərkibi, quruluşu və texnoloji göstəriciləri fərqli olur. Belə ki, 2-naftolun etilləşməsi reaksiyasından əsasən 2-etoksinaftalin, 1-etil-2-naftol, 3-etil-2-naftol, 1,3- və 1,4-dietil-2-naftollar əmələ gəlir. 2-oksobirləşmələrin əsas hissəsini 1,1-dimetil-2-okso-1,2-dihidronaftalin təşkil edir. Bəzi təcrübələrdə 1,1,3-trietil-2-tetralonun da izinə rast gəlinir. 2-naftoldan fərqli olaraq 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsirindən əmələ gələn 1-oksobirləşmələrdə üstünlüyü 1-okso-2,2-dimetil-1,2-dihidronaftalin təşkil edir. Güman olunur ki, hər iki oksobirləşmələr alkilnaftalinlərin alınmasında iştirak edirlər. Alkilnaftalinlər daha çox sərt reaksiya şəraitdə alınır və tərkibində 1,2-dietilnaftalin, 1-, 2-, 3- və 1,2,4-trietil naftalinlər və metil-, etil naftalinlər olur. Qeyd etmək lazımdır ki, alkil naftalinlər qarışığının tərkibi 1-naftolun etanolla alkiləşməsindən alınan anoloji qarışıqdan az fərqlənir.

2-naftolun etanolla alkiləşmə reaksiyasında daha yüksək selektivliklə alınan məhsul 1-etil-2-naftoldur. Naftol molekulunda olan 1 vəziyyətindəki karbona görə elektrofil əvəzetmə reaksiyası ilə alınan bu məhsulun çıxımı və selektivliyi üçlü katalitik sistem iştirakında daha çoxdur. Belə ki, monoetilnaftollara görə selektivlik 320 °C-də 76.5%, 360 °C-də isə 81.5% təşkil edir. Qeyd etmək lazımdır ki, 320 °C-də alınan iki izomerin qarışığı (1-etil-2-naftol və 3-etil-2-naftol) olan monoetilnaftollarda 1-etil-2-naftolun qatılığı 97.5%, 360 °C-də isə 94.0% olur. Digər katalizatorlar iştirakında əmələ gələn monoetilnaftollar qarışığında 1-etil-2-naftolun qatılığı müxtəlif olur. Məsələn, vanadium-alüminium oksid katalizatoru

iştirakında alınan monoetilnaftolun ancaq bir izomerinə (1-etil-2-naftol) rast gəlinir.

$\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ katalitik sistemi götürüldükdə alınan monoetil-2-naftollarda 1-etil-2-naftolun qatılığı temperaturdan asılı olaraq 94.5-96.0% olur. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, bu izomerlərin fiziki göstəriciləri (qaynama temperaturu, ərimə temperaturu) arasında fərqi kifayət qədər olması onların sonrakı emalını çətinləşdirmir.

1- və 2-naftolların etanolla alkülləşməsi reaksiyasında istifadə olunan katalizatorların aktivliklərinin müqayisəsi də maraqlıdır. 1 sayılı şəkildə kobalt ferrit və VXA katalizatorları iştirakında alınan etoksinaftalinlərin və etilnaftolların başlangıç naftola görə hesablanmış çıxımları verilmişdir.



Şəkil 1. Kobalt ferrit (A, C) və VXA (B, D) katalizatorları iştirakında alınan etoksinaftalinlərin (2, 2') və etilnaftolların (1, 1') başlangıç naftola görə hesablanmış çıxımları

A, B – 1-naftol-etanol

C, D – 2-naftol-etanol

1 – 2-etil-1-naftolun çıxımı

2 – 1-etoksinaftolun çıxımı

1' – 1-etil-2-naftolun çıxımı

2' – 2-etoksinaftolun çıxımı

Bu nəticələrin təhlili göstərir ki, VXA katalizatorunun etilnaftollara görə aktivliyi kobaltferrit katalizatorundan çoxdur. Belə ki, 1-naftolun etanolla alkülləşmə reaksiyasından alınan bu göstərici

kobaltferritlə müqayisədə 7.2%, 2-naftolun etanolla qarşılıqlı təsirindən alınan nəticələrlə müqayisədə də 0.9% olmaqla üstünlük təşkil edir. Etoksinaftalinlərin çıxımına gəldikdə, əksinə hal müşahidə olunur. Başqa sözlə desək, 1-naftolun etanolla alkülləşməsindən alınan 1-etoksinaftalinin çıxımı kobalt ferrit katalizatoru götürüldükdə 4.6%, VXA olan halda isə 2.6% olur. Analoji hal 2-naftolun etanolla qarşılıqlı təsirində də müşahidə olunur. Oksigenə görə alkülləşmə məhsulu olan 2-etoksinaftalinin çıxımı kobaltferrit iştirakında VXA ilə müqayisədə 2.2% çox olaraq 3.8% təşkil edir.

Beləliklə, aparılmış tədqiqatlar nəticəsində kobaltferrit və xüsusən VXA katalizatorunun 1- və 2-naftolların etanolla alkülləşmə reaksiyasında karbona görə uyğun alkülləşmə məhsulları olan 2-etil-1-naftol və 1-etil-2-naftolun yüksək çıxım və selektivliklə alınmasına imkan verdiyi və praktiki əhəmiyyət kəsb etdikləri üzə çıxmışdır.

3. Mordenitlər iştirakında naftolların etanolla alkülləşməsi.

Naftolların etanolla alkülləşmə reaksiyası mordenitlərin deqatyonlaşma və dealüminiumlaşma nəticəsində modulu 18, 24 və 32 olan nümunələri iştirakında tədqiq edilmiş, başlanğıcda götürülmüş Na-mordenitdə silisium oksidinin alüminium oksidinə nisbəti 10 olmuşdur.

H-mordenitdəki alüminiumsuzlaşma dərəcəsinin artması əmələ gələn monoetil-naftollar qarışığında 2-metil-1-naftolun qatılığını da artırır. Bu zaman 2-etil-1-naftol və 4-etil-1-naftol qarışığında birinci izomerin qatılığı $x=10$ olan H-mordenitdə 89.8%, $x=24$ olan seolitdə isə 94.0% təşkil edir.

H-mordenitdə modulun daha da artırılması 1-naftolun etanolla alkülləşmə reaksiyasının nəticələrinə az təsir edir. Çox güman ki, modulu 24 və 32 olan mordenitlərdə reagentlərin adsorbsiya həcminin və katalizatorun məsamələrinin ölçülərinin həmçinin turşu mərkəzlərinin sayı və gücünün az dəyişməsi baş verir. Göründüyü kimi hər iki halda əksər göstəricilər çox yaxın olur. Deməli, modulları 24 və 32 olan H-mordenitlərdə katalitik xassələri tənzimləmək mümkün olmuşdur.

Məlumdur ki, alüminium seolitdən çıxarıldıqda ümumi proton turşu mərkəzlərin sayı azalır, lakin onların gücü artmağa başlayır.

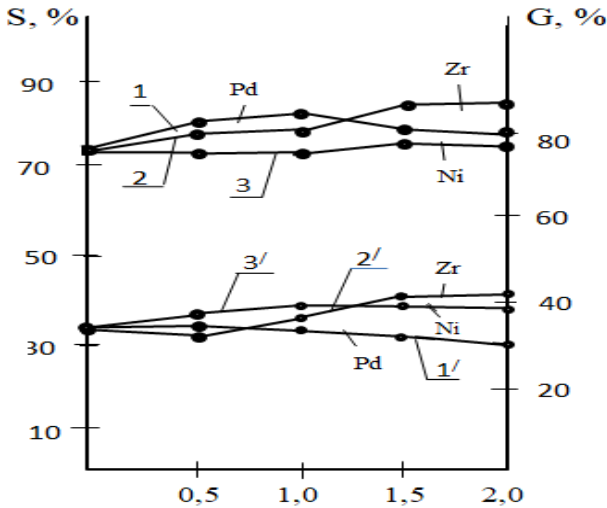
Nəticədə katalitik sistemin turşu-əsaslı xassələri tənzimlənir və onun katalitik sistemdə selektivliyi və aktivliyi artır. 1-naftolun etanolla alkülləşmə reaksiyasında istifadə olunan H-mordenitlərə gəldikdə $x=24$ olan nümunənin daha optimal turşu-əsaslı xassələrə malik olması yuxarıda qeyd etdiklərimizi təsdiq edir. Bu mordenitin növbəti alüminiumsuzlaşma əməliyyatına məruz edilməsinə ehtiyac duyulmur.

H-mordenit katalizatorunun istismar xassələrini, katalitik aktivlik və selektivliyini artırmaq məqsədilə onun müxtəlif ionlarla (nikel, palladium, sirkonium) modifikasiyası aparılmışdır. Bu məqsədlə H-mordenitdə modifikatorların qatılığı 2.0 kütlə %-ə qədər artırılmış və bu zaman alınan monoetil-1-naftolların çevrilmiş və ilkin götürülmüş 1-naftola görə hesablanmış çıxımlarının dəyişmə meylə təhlil edilmişdir. 2 sayılı şəkildə verilmiş bu asılılığı daha dəqiq və müqayisəli təhlil etmək üçün ordinat oxunda H-mordenit ($x=24$) iştirakında həmin reaksiyadan əldə olunmuş analoji göstəricilər verilmişdir.

H-mordenitdə modifikatorun qatılığı 0.5 kütlə % olduqda palladium və sirkoniumla modifikasiya olunmuş seolitlərdə monoetilnaftollara görə selektivlik artaraq uyğun olaraq 76.1 və 78.0% olur. Palladiumun qatılığının sonrakı artımı məqsəduyğundur. Belə ki, 1.0 kütlə % Pd, H-mordenit iştirakında alınan monoetilnaftollara görə selektivlik 82.0%-ə, qatılığın sonrakı artımı isə bu göstəricini praktiki olaraq çoxaltmır (1.5 Pd, H-mordenit – 81.5%) və əksinə palladiumun qatılığı 2.0 kütlə % olduqda hətta azaldır (80.0%). Sirkonium olan halda onun qatılığının 1.5 kütlə %-nə qaldırılması məqsədli məhsula görə selektivliyi 86.5%-ə qədər artırır.

Modifikatorun sonrakı artımı selektivliyin cəmi 1.5% artmasına səbəb olur. Ni, H-mordenit katalizatorunda isə modifikatorun qatılığının 0.5 kütlə %-ə qaldırılması digər katalizatorlardan fərqli olaraq, H-mordenitlə müqayisədə monoetilnaftolların selektivliyini 74.5%-dən 71.5%-ə qədər azaldır və nikelin qatılığının sonrakı artımı bu göstəricini əvvəlcə 73.0% (1.0% kütlə Ni, H-mordenit), daha sonra isə 78.0%-ə qədər dəyişdirir (1.5 kütlə % Ni, H-

mordenit). Nikelin mordenitdəki qatılığının 2.0 kütlə %-ə qədər artırılması bu göstəriciyə az təsir edir (78.5%).

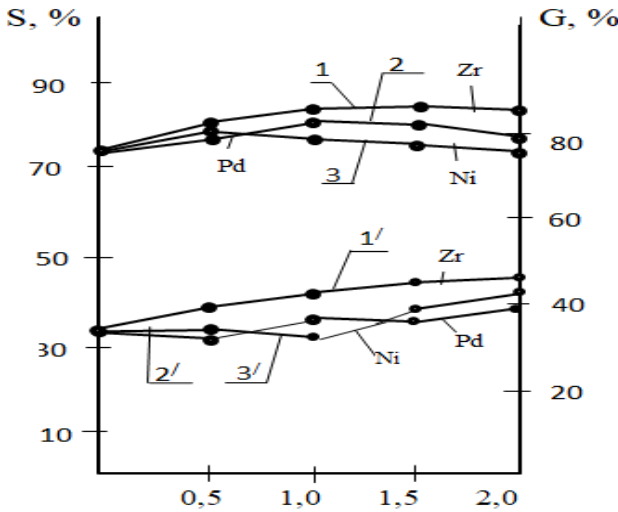


Şəkil 2. Mordenitdəki modifikatorun qatılığının 1-naftolun etanolla alkülləşməsindən alınan monoetil-1-naftolların çevrilmiş (1,2,3) və ilkin götürülmüş (1', 2', 3') 1-naftola görə hesablanmış çıxımlarına təsiri. 1, 1' - Pd, H-mordenit, 2, 2' - Zr, H-mordenit, 3, 3' - Ni, H-mordenit

Palladium, sirkonium və nikellə modifikasiya olunmuş mordenitlər iştirakında 1-naftol və etanol əsasında əmələ gələn monoetilnaftolların çıxımına gəldikdə oxşar qanunauyğunluqlar müşahidə olunur. Belə ki, sirkoniumun mordenitdəki qatılığını 0.5 kütlə %-ə qaldırıqda onda ilkin 1-naftola görə hesablanmış monoetilnaftolların çıxımı H-mordenitlə müqayisədə 33.5%-dən 31.5% -ə qədər azalır. Palladium və nikellə modifikasiya olunmuş mordenitlər götürüldükdə çıxım uyğun olaraq 34.0 və 37.4%-ə qədər artır. Modifikatorun qatılığını 1.0 kütlə %-ə qaldırılması çıxımı palladium seolit olan halda 34.9%-ə qaldırır. Ni, H-mordenitdə bu göstərici 39.5%, sirkonium seolitdə isə artaraq 37.5% təşkil edir. Palladiumun katalizatorunda qatılığının sonrakı artışı (1.5-2.0 kütlə %) monoetilnaftolların çıxımını əvvəlcə 34.0%-ə, daha sonra 32.5%-ə salır. Digər iki katalizatorunda modifikatorun qatılığının sonrakı artımı

məqsədli məhsulun çıxımına özünə məxsus şəkildə təsir edir. Belə ki, 1.5 kütlə % Ni, H-mordenitdə monoetilnaftolların çıxımı praktiki olaraq dəyişmir, lakin modifikatorun katalizatoradakı qatılığının 2.0 kütlə %-ə qaldırılması çıxımın qismən (2.0%) azalmasına səbəb olur. Sirkonium H-mordenitdə modifikatorun qatılığının 1.5 kütlə %-ə yüksəlməsi nəticəsində monoetilnaftolların çıxımı xeyli artır və 41.1% təşkil edir.

Analoji olaraq tədqiqatlar 2-naftolun etanolla alkülləşmə reaksiyasında da həyata keçirilmişdir (şəkil 3).



Şəkil 3. Mordenitdəki modifikatorun qatılığının 2-naftolun etanolla alkülləşmə reaksiyasından alınan monoetil-2-naftolların çevrilmiş (1,2,3) və ilkin götürülmüş (1', 2', 3') 2-naftola görə hesablanmış çıxımlarına təsiri, 1, 1' - Zr, H-mordenit, 2, 2' - Pd, H-mordenit, 3, 3' - Ni, H-mordenit

Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində H-mordenitlə müqayisədə nikellə və sirkoniumla modifikasiya olunmuş nümunələrdən qatılığı 1.5 kütlə % olan seolitlər, palladiumla modifikasiya olunmuş mordenitlərdə isə 1.0 kütlə % Pd, H-mordenit daha aktiv və selektiv katalitik sistem kimi seçilmişdir. 1- və 2- naftolların etanolla alkülləşmə reaksiyasında istifadə olunan mordenitlərin katalitik və istismar xassələrini tənzimləmək üçün əlavə tədqiqatlar aparılmış və

bu məqsədlə müxtəlif promotorların təsiri öyrənilmişdir. Mordenit kompozisiyaların alınmasında kobalt, xrom və nikel sulfatlardan istifadə edilmiş və xrom (III) sulfatla modifikasiyanın daha effektiv olduğu müəyyən edilmişdir.

Xrom (III) sulfatın sirkonium tərkibli H-mordenitə daxil edilməsi aktivləşdirici promotor rolunu oynayır. Aktiv fazanın elektron quruluşuna təsir etməklə yeni aktiv mərkəzlərin yaranma ehtimalı da olsa belə çox güman ki, əsasən mövcud katalitik mərkəzlərin turşu əsası xassələri tənzimlənir. Digər tərəfdən modifikasiya zamanı katalizatoradakı kristallitlərdə atom və ionların miqyası nəticəsində mordenitlərin sabitliyi və yaşama müddəti kimi kompleks parametrlərin də yaxşılaşması baş verir. Sınırlaşmanın qarşısının alınması hesabına davamlılığın artması hər üç mordenit katalizatoruna aiddir. Lakin sirkonium mordenitdə aparılan modifikasiya optimal katalitik xassələrə daha çox yaxın olan ölçülü kristallitlərin əmələ gəlməsinə səbəb olur və alkiləşmə prosesini yüksək texnoloji göstəricilərin əldə edilməsi ilə gerçəkləşməsinə gətirib çıxarır.

Sirkonium tərkibli mordenit katalizatoru iştirakında 1-naftolun metanolla alkiləşmə prosesində baş verən çevrilmələrin mahiyyətinə aydınlıq gətirmək üçün tədqiqatlar aparılmışdır. Bu məqsədlə etoksinaftalinlərin, etanolun alkiləşmə şəraitində baş verdiyi əsas və yan çevrilmələr, oksobirləşmələrin etanolla qarşılıqlı təsiri öyrənilmiş və alınan nəticələr əsasında prosesin əsas marşrutları müəyyən edilmişdir (cədvəl 2). Rejim parametrlərinin geniş hüdudunda aparılmış kinetik tədqiqatlarda açar maddələr kimi 1-naftol (1), etanol (2), 2-etil-1-naftol (3), 1 etoksinaftalin (4), 1,2-dietilnaftalin (5), etilasetat (6), hidrogen (7) götürülmüş prosesin stexiometrik bazisi ilə tam uzlaşan 12 mərhələli sxemi və məhdudlaşdırıcı mərhələləri verilmişdir.

Seçilmiş məhdudlaşdırıcı mərhələlər də nəzərə alınmaqla $K_1=K_2$, $K_{11}=K_5$, $K_{III}=K_7$ $K_{IV}=K_{10}$ kinetik sabitlərin qiymətləri ilkin olaraq qrafiki müəyyən olunmuşdur. Onların qiymətləri 1-4 tənliklər sistemi vasitəsilə hesablanmış və müşahidə olunan sürətlərlə müqayisədə alınmış fərqlərin kvadratları cəminin minimumlaşdırılması yolu ilə dəqiqləşdirilmişdir.

$$r_I = \frac{K_I P_1 P_2}{(1 + b_1 P_1 + b_2 P_3)^2} \quad (1)$$

$$r_{II} = \frac{K_{II} P_1 P_2}{(1 + b_1 P_1 + b_2 P_3)^2} \quad (2)$$

$$r_{III} = \frac{K_{III} P_3 P_2}{(1 + b_1 P_1 + b_2 P_3)^2} \quad (3)$$

$$r_{IV} = \frac{K_{IV} P_2}{1 + b_1 P_1 + b_2 P_3} \quad (4)$$

Əsas kinetik göstəricilər 2 saylı cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 2

Əsas kinetik göstəricilər

Marşrut	lnk ₀	E, kkal/mol	lnb ₀	Q, kkal /mol
1-C ₁₀ H ₇ OH + C ₂ H ₅ OH → → 1-C ₁₀ H ₇ OC ₂ H ₅ + H ₂ O	0.8990	10.711	-4.51	3.3
1-C ₁₀ H ₇ OH + C ₂ H ₅ OH → → 2-C ₂ H ₅ -1-C ₁₀ H ₆ OH + H ₂ O	9.705	18.100	-4.64	2.20
2-C ₂ H ₅ -1-C ₁₀ H ₆ OH + C ₂ H ₅ OH + 2[H] → 1.2-(C ₂ H ₅)C ₁₀ H ₆ + 2H ₂ O	8.888	19.400	-	-
C ₂ H ₅ OH → 0.5C ₄ H ₈ O ₂ + H ₂	2.320	10.051	-	-

b₁, b₂ uyğun olaraq 1-naftol və 2-etil-1-naftolun katalizator səthində adsorbsiya əmsallarıdır.

K_I, K_{II}, K_{III} üçün ölçü vahidi q/sm³ (kat) saat x kPa², K_{IV} üçün isə q/sm³ (kat) saat x kPa. Daha əlverişli bazis olmaq üçün kinetik tənliklərin kəsr tərkibli verilməsi və stexiometrik əmsallar cədvəlinin başqa formada qurulması daha çox xətalara gətirib çıxarmışdır.

4. Naftolların etanolla alkilləşmə reaksiyasında istifadə olunan katalitik sistemlərin müqayisəli katalitik xassələri.

Naftolların etanolla qarşılıqlı təsirindən alınan məhsulların tərkibi, çıxımı, selektivliyi müxtəlif olub istifadə edilmiş katalizatorların tərkibi, quruluşu, turşu-əsassı xassələrindən bilavasitə asılı olur. Bu hal hər iki naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyasına aiddir. Müxtəlif katalitik sistemlər iştirakında əldə olunmuş ən yüksək nəticələrin müqayisəli cədvəlləri (3 və 4) aşağıda verilmişdir. 3 sayılı cədvəldə 1-naftolun, 4 sayılı cədvəldə isə 2-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyasının hər bir katalizator üçün əldə olunan yüksək nəticəsi və həmin nəticənin əldə olunduğu reaksiya şəraiti də öz əksini tapmışdır. Cədvəllərdə verilmiş katalitik sistemlər həmin qrup katalizatorlar iştirakında daha yüksək aktivlik və selektivlik göstərmiş kontaklar olub əvvəlki fəsillərdə aparılmış təcrübələr əsasında seçilmişdir. Onlara ferritlər içərisində (kütlə % ilə) 25-CoFe₂O₄ və 75-Al₂O₃, tədqiq edilmiş digər oksid katalizatorlarından 3.0 – V₂O₅, 7.0-Cr₂O₃, 90 – Al₂O₃, H-mordenitlərin 1.5% - nikkəllə, 1.5% sirkoniumla və 1.0% palladiumla modifikasiya olunmuş nümunələri, həmçinin 0.3% Cr₂(SO₄)₃, 1.5% sirkonium tərkibli kompozision H-mordenit (KM) aiddir.

1-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyasında O - görə alkilləşmə məhsulu 1-etoksinaftalin, C-görə mono alkilləşmə məhsulları 2-etil- və 4-etil-1-naftollar və 2,4- və 2,3-dietilnaftollar olur. Alkilatlarda 1-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyasının sərt şəraitdə baş verdiyi zaman dehidroksilləşmə - alkilləşmə kimi mürəkkəb çevrilmələri nəticəsində əmələ gələn naftalinin etil, metil homologlarını da göstərmək olar. Tədqiq edilmiş şəraitdə və istifadə olunmuş katalizatorlar iştirakında alınan oksobirləşmələrin qatılığı cüzdür.

Kobaltferrit və VXA katalizatorları iştirakında O-görə alkilləşmə 320⁰C-də kifayət qədər (14.0-15.0%) baş verir. Mordenitlər iştirakında 1-etoksinaftalinə görə reaksiyanın selektivliyi azdır (0.7-2.0%). 1-naftolun C-görə monoalkilləşmə reaksiyası ferritlər istifadə edildikdə cəmi 64.5% selektivliklə baş verir. Mordenitlər iştirakında isə bu göstərici yüksəkdir (Ni, H-mordenit istisna olmaqla). Məsələn, sirkonium tərkibli H-mordenitdə bu göstərici 86.5%, kompozision mordenitdə isə 92.5% təşkil edir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, monoetil-1-naftollarda 2-etil-1-naftolun

qatılığı yuxarıda qeyd etdiyimiz mordenitlərdə müvafiq olaraq 96.0 və 97.3% olur. Kompozision mordenitin digər üstün cəhəti alınan alkilatlarla alkilnaftalinlərə görə selektivliyin cəmi 1.5% olması və dialkilnaftolların əmələ gəlməməsidir. Belə ki, sirkonium mordenitdə alkilnaftalinlərə görə selektivlik 6.5%, monoetil-1-naftollara görə qənaətbəxş selektivlik (80.0%) nümayiş etdirmiş VXA olan halda isə 6.0% olur. Bu katalizatorlar iştirakında əmələ gələn dietilnaftollar da (1.5-4.5%) alkilatın sonrakı emalını çətinləşdirir. VXA iştirakında 360 °C-də daha yüksək konversiyaya uğrayan 1-naftolun 80%-i monoetil-1-naftolların alınmasına sərf olunur. Bu da KM iştirakında əldə olunan göstəricidən 12.5% azdır. VXA ilə sirkonium tərkibli mordenitin göstəricilərini müqayisə etdikdə monoetil-1-naftollara görə selektivliyin mordenit olan halda 6.5% çox, 2-etil-1-naftolun çıxımının isə VXA ilə müqayisədə cəmi 1.4% az olduğu üzə çıxır. Onu da nəzərə almaq lazımdır ki, VXA iştirakında alkilləşmə daha yüksək temperaturda (360 °C) aparılır və bu katalizatorun mordenitlə müqayisədə sabit iş müddəti xeyli azdır.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz katalizatorlar iştirakında 2-naftolun etanolla alkilləşməsindən alınan nəticələrin təhlilindən aydın olur ki, 1-naftolda müşahidə etdiyimiz qanunauyğunluqlar bu halda da əsasən təkrar olunur. Lakin bir sıra fərqli cəhətlər də mövcuddur. Bu reaksiyada daha aktiv və selektiv xassələri ferritlər içərisində misferrit nümayiş etdirir.

Alınan nəticələrin təhlilindən aydın olur ki, 2-naftol-etanol - katalizator sistemində alkilləşmə həm O-, həm də C- atomlarına görə baş verir. O-görə alkilləşmə 1-naftolda olduğu kimi 2-naftolda da ferrit və VXA katalizatorları iştirakında 320 °C-də 11.0-14.5% selektivliklə həyata keçir. Mordenitlərdə onun sürəti və məqsədyönlüüyü xeyli azalır və 340 °C-də 2.5-3.5% selektivliklə alınır. 2-naftolun karbona görə alkilləşmə məhsullarına monoetil-2-naftollar (1- və 3-etilnaftollar) və dietilnaftollar (1,3- və 1,4-dietilnaftollar) aiddir. Monoetil-2-naftolların çevrilmiş 2-naftola görə hesablanmış çıxımları aşağı temperaturda (320 °C) misferrit götürüldükdə 70.0%, VXA iştirakında isə 76.5% olur. Temperaturun artırılması (360 °C) sonuncu halda verilmiş göstəricini 81.5%-ə qaldırır. H-mordenitlərə gəldikdə monoetil-2-naftollara görə

reaksiyanın selektivliyi sirkoniumla modifikasiya olunmuş mordenitdə 84.5% kompozision mordenitdə isə 91.0% təşkil edir. Monoetil-2-naftollar qarışığında 1-etil-2-naftolun qatılığı $\text{CuFe}_2\text{O}_4 \cdot \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ olan halda 100%, VXA iştirakında 94.0-97.5% mordenitlərdə isə KM götürüldükdə daha çox olur (95.5%).

2-naftolun konversiyasına gəldikdə qeyd etmək lazımdır ki, ferrit və VXA katalizatorları iştirakında onun çevrilməsi 1-naftolla müqayisədə 3.5-8.5% az olur. Mordenitləri müqayisədə etdikdə 2-naftolun 1-naftolla müqayisədə konversiyası 2.0-12.5% artır və bu artım daha çox sirkoniumla modifikasiya olunmuş mordenitdə müşahidə olunur.

2-naftolun etanolla qarşılıqlı təsiri zamanı baş verən istənilməyən çevrilməyə alkilnaftalinlərin əmələ gəlməsi sayılır. Bu yan reaksiya oksidlər iştirakında daha çox misferrit olan halda (5.0%), VXA iştirakında isə yuxarıda temperaturda (360 °C) gözəçarpacaq dərəcədə (6.5%) baş verir.

Mordenitlərə gəldikdə hər üç modifikasiya olunmuş katalizatorlarda alkilnaftalinlərə görə selektivlik kifayət qədərdir (6.0-9.5%).

KM gəldikdə 1-naftolda olduğu kimi 2-naftolda da bu çevrilmənin sürəti məhdudlaşır ki, bununla da məqsədyönlü məhsulların, yəni monoetil-2-naftolların selektivliyi yüksək olur.

Tədqiq edilmiş katalizatorların çevrilmiş 2-naftola görə hesablanmış 1-etil-2-naftolun çıxımına görə, yəni selektivliyi, aşağıdakı sıra üzrə azalır.

$\text{KM} > 1.5\text{ZrHM} > \text{VXA} > 1.0\text{PdHM} > 1.5\text{NiHM} > \text{CuFe}_2\text{O}_4 \cdot \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$

Əmələ gələn 1-etil-2-naftolun başlanğıc 2-naftola görə hesablanmış çıxımı isə aşağıdakı sıra üzrə azalır.

$1.5\text{ZrHM} > 1.5\text{NiHM} > \text{VXA} > 1.0\text{PdHM} > \text{KM} > \text{CuFe}_2\text{O}_4 \cdot \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$

Mordenit katalizatorları iştirakı ilə 1- və 2-naftolların etanolla alkilləşmə reaksiyasında alınan alkilnaftalinlər qarışığına görə ümumi selektivlik katalizatorlardan asılı olaraq 1.5-10.0% təşkil edir. Oksid katalizatorları iştirakı ilə alınan alkilatlarla bu birləşmələr qarışığının selektivliyi də göstərilən həddə çərçivəsindədir. Etilnaftalinlərin təkrarən alkilləşmə prosesinə cəlb edilməsi iqtisadi, texnoloji və ekoloji cəhətlərdən səmərəli sayıla bilər. Ümumi şəkildə

Cədvəl 3

Müxtəlif katalizatorlar iştirakında 1-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyasının nəticələri

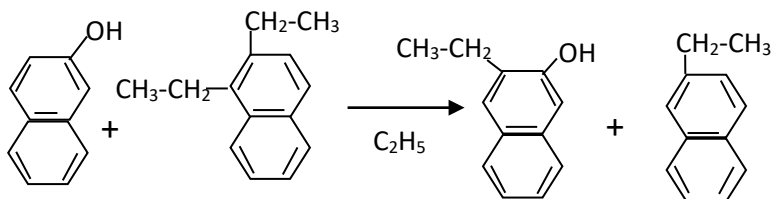
Reaksiyanın şəraiti və alınan göstəricilər	Katalizatorun tərkibi, kütlə % ilə						
	25- CoFe ₂ O ₄ 75- γ- Al ₂ O ₃	3.0-V ₂ O ₅ 7.0-Cr ₂ O ₃ 90- γ-Al ₂ O ₃		1.5 Ni, H- mor- denit	1.5 Zr, H- mor- denit	1.0 Pd, H- mor- denit	0.3 Cr ₂ (SO ₄) ₃ 1.5 Zr, H- mordenit
Temperatur, °C	320	320	360	340	340	340	340
Həcmi sürət, st ⁻¹	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1-naftolun etanola olan mol nisbəti	1:4	1:4	1:4	1:6	1:6	1:6	1:4
Çevrilmiş 1-naftola görə hesablanmış çıxımlar, % ilə, o cümlədən							
Monoetil-1-naftollar	64.5	72.5	80.0	78.1	86.5	82.0	92.5
1-etoksinaftalin	14.0	15.0	3.0	1.5	1.0	0.7	2.0
Alkilnaftalinlər	7.0	2.5	6.0	9.5	6.5	10.0	1.5
Dietil-1-naftollar	3.0	2.5	4.5	3.0	1.5	2.4	-
1-naftolun konversiyası, %	50.5	38.5	55.5	50.0	47.5	42.5	34.0
Monoetil-1-naftol qarışı-ğında 2-etil-1- naftolun qatılığı, %	93.5	98.5	92.0	91.5	96.0	94.2	97.3
2-etil-1-naftolun çıxımı, %	30.4	27.5	40.8	35.7	39.4	32.8	30.6

aşağıdakı reaksiya tənliyinə əsaslanan bu üsul kimyəvi çevrilmənin maraqlı növü kimi üzə çıxmışdır.

Kimyəvi proses Pd-HSVM və KM katalizatorları iştirakı ilə müəyyən edilmiş şəraitdə (T-400°C, P-0.5 MPa, v-1.5 st⁻¹, v=1:2) benzol mühitində aparılmış və kompozision mordenitdə transetilləşmənin daha yüksək nəticələrlə baş verdiyi müəyyən olunmuşdur. Belə ki, çevrilmiş 1- və 2-naftola görə hesablanmış monoetilnaftolların

Müxtəlif katalizatorlar iştirakında 2-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyasının nəticələri

Reaksiyanın şəraiti və alınan göstəricilər	Katalizatorun tərkibi, kütlə % ilə						
	25- Cu Fe ₂ O ₄ 75- γ-Al ₂ O ₃	3.0-V ₂ O ₅ 7.0-Cr ₂ O ₃ 90- γ-Al ₂ O ₃	1.5 Ni, H-mor- denit	1.5 Zr, H-mor- denit	1.0 Pd, H-mor- denit	0.3Cr ₂ (SO ₄) ₃ 1.5 Zr,H- mordeni	
Temperatur, °C	320	320	360	340	340	340	340
Həcmi sürət, st ⁻¹	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2-naftolun etanola olan mol nisbəti	1:4	1:4	1:4	1:6	1:6	1:6	1:4
Çevrilmiş 2-naftola görə hesablanmış çıxımlar, % ilə, o cümlədən							
Monoetil-2-naftollar	70.0	76.5	81.5	77.0	84.5	81.0	91.0
2-etoksinaftalin	14.5	11.0	1.5	3.5	3.0	2.5	3.0
Dietilnaftollar	1.5	3.0	4.0	3.4	2.0	3.5	1.0
Alkilnaftalinlər	5.0	3.0	6.5	9.5	6.0	7.0	1.5
2-naftolun konversiyası,%	42.0	35.0	50.0	56.5	60.0	50.0	36.0
Monoetil-2-naftol qarışığında 1-etil-2-naftolun qatılığı, %	100	97.5	94.0	90.0	93.5	87.0	95.5
1-etil-2-naftolun çıxımı,%	29.4	26.0	38.3	39.1	47.4	35.2	31.3



çıxımları müvafiq olaraq 94.3 və 84.5%, naftolların birdəfəlik konversiyası isə uyğun olaraq 13.0 və 17.5% təşkil edir. Çevrilmiş 1.2-dimetilnaftalinə görə hesablanmış monoetil-1-naftolun çıxımı 81.0%, monoetil-2-naftolun çıxımı isə 79.0% olur. Dietilnaftalinlərin konversiyası 1-naftolla qarşılıqlı təsirdə 15.5%, 2-naftolla

transesterləşmədə isə 17.5% olur. Bu tədqiqatın önəmli cəhəti alkilləşmə reaksiyasında yan məhsul kimi alınan və az istifadə sahəsi olan alkilnaftalinlərin məqsədyönlü istifadəsinə nail olunmasıdır.

Beləliklə, aparılmış ətraflı tədqiqatlar əsasında oksid və mordenit tərkibli katalizatorların tərkibini, reaksiya şəraitini və başlanğıcda götürülmüş naftolun izomerini dəyişməklə naftolların müxtəlif etil homoloqlarını yüksək çıxım və selektivliklə almaq mümkündür. Alınmış kompozision mordenit və sirkonium tərkibli H-mordenit iştirakında 1- və 2-naftolların etanolla alkilləşmə reaksiyasının əsas və yan çevrilmələrinin müəyyən edilməsi, kinetik tədqiqatların aparılması, kinetik sabitlərin hesablanması, adekvat kinetik modelin tərtibi, sabit rejiminə malik olan seçilmiş katalizatorlar iştirakında naftolların məqsədyönlü etil homoloqlarının alınma üsullarının işlənilib hazırlanması qarşıya qoyulan məsələnin tam həll edilməsini əyani ifadə edir və bu istiqamətdə yerinə yetirilən elmi işlər içerisində yeniliyi ilə səciyyələnilir.

NƏTİCƏLƏR

1. Tədqiq edilmiş ferrit katalizatorları ($MFe_2O_4 \cdot \gamma \cdot Al_2O_3$, M-Mg, Zn, Co, Cu) içerisində tərkibində 25 kütlə % olan kobalt ferrit katalizatoru 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsirdə, eyni qatılıqlı misferrit olan katalitik sistem isə 2-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyasında daha yüksək aktivlik və selektivlik göstərir.

2. Tərkibi müəyyən edilmiş oksid katalizatoru iştirakında (kütlə % ilə) 3.0 – V_2O_5 , 7.0 – Cr_2O_3 , 90.0 – Al_2O_3 1-naftol və etanol əsasında alınan mono- və dietilnaftolların çevrilən və götürülən 1-naftola görə hesablanmış ümumi çıxımları müvafiq olaraq 84.5 və 46.9% olur. Həmin katalizator iştirakında 2-naftolun etanolla alkilləşməsindən alınan mono- və dietilnaftolların ümumi selektivliyi 85.5%, ümumi çıxımı isə 42,7 % təşkil edir.

3. VXA katalizatoru iştirakında 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsiri zamanı C-alkilləşmədən alınan monoetilnaftollarda 2-etil-1-naftolun qatılığı 92.0-98.5%, 2-naftolun etanolla alkilləşməsindən həmin mexanizm üzrə əmələ gələn monoetilnaftollarda isə 1-etil-2-naftolun qatılığı 94.0-97.5% təşkil edir.

4. Daha əlverişli modulu ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=18-24$) müəyyən edilmiş H-mordenitin nikel, sirkonium və palladiumla modifikasiyasında onların qatılıqlarının (0.5-2.0 kütlə %) naftolların etanolla alkülləşmə prosesinin göstəricilərinə, əsas və yan çevrilmələrin baş verməsinə təsiri müəyyən edilmişdir. Tərkibində 1.5 kütlə % olan sirkonium və nikelin, 1.0 kütlə % olan palladiumun daha üstün nəticələrin əldə edilməsinə imkan verdiyi göstərilmiş və modifikasiya edilmiş mordenitlər iştirakında 1.5 Zr, H-mordenitin daha yüksək katalitik xassələr nümayiş etdirdiyi müəyyən olunmuşdur.

5. Sirkonium tərkibli mordenitlər iştirakında 1-naftolun etanolla alkülləşmə reaksiyasının qanunauyğunluqları müəyyən edilmişdir. Prosesdə O- və C-paralel alkülləşmənin, C-ardıcıl alkülləşmənin baş verdiyi, naftollardan oksobirləşmələrin az da olsa alındığı və reaksiya mühitində dehidroksilləşmə ilə müşayiət olunan etilləşmənin də getdiyi müəyyən edilmişdir. Bifunksional H-mordenitlərdə etanolun məhdud dərəcədəki yan çevrilmələrinə əsasən onun molekullararası dehidratasiyası ilə dietilefirinin alınması (Ni, H-mordenit), dehidrogenləşməsi ilə asetaldehidin əmələ gəlməsi (Zr, H-mordenit) və onun spirtlə qarşılıqlı təsirindən etilasetatın (KM) alınmasıdır.

6. Sirkonium tərkibli mordenitlər iştirakında 1-naftolun etanolla alkülləşmə prosesinin marşrutları müəyyən edilmiş, kinetik sabitlər hesablanmış, katalitik səthdə baş verən əsas və yan çevrilmələri vəsfi və miqdarı cəhətdən kafi ifadə edən, az xətalı kinetik model tərtib olunmuşdur.

7. Naftolların etanolla alkülləşməsinin müqayisəli təhlili nəticəsində təklif olunan kompozision H-mordenit iştirakında 1-naftol və etanoldan 92.5% selektivliklə, 2-naftolun etanolla alkülləşməsindən isə 91.0% monoetilnaftollar alınır. Birinci halda mononaftollar qarışığında 2-etil-1-naftolun qatılığı 97.3%, ikinci halda isə 1-etil-2-naftolun payı 95.5% təşkil edir.

8. Naftolların etanolla alkülləşmə reaksiyasında yan məhsul kimi alınan və istifadə sahəsi az olan naftalinin mono- və dietil homoloqları qarışığının məqsədyönlü istifadəsinə nail olunmuş və naftolların etilnaftalinlərlə transetilləşmə reaksiyası ilə etilnaftolların selektiv (84.5-94.3%) sintezi həyata keçirilmişdir.

DİSSERTASIYANIN ƏSAS MÜDDƏALARI AŞAĞIDAKI ELMİ ƏSƏRLƏRDƏ ƏKS OLUNMUŞDUR

1. Агаев, А.А., Мурадов, М.М., Гараева, И.Э., Сулейманова, П.В. Каталическое трансэтилирование фенола этилбензолам // Тезисы X Международной научно-технической конференции молодых ученых. Актуальные проблемы науки и техники, - Уфа: - 2017, - с. 149.

2. Süleymanova, P.V. 1-etil-2-naftolun katalitik sintezi // Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XXI Respublika Elmi Konfransının materialları, - Bakı: - 24-25 oktyabr, - 2017, - s. 77-79.

3. Süleymanova, P.V. 2-naftolun etanolla alkülləşməsi // Funksional monomerlər və xüsusi xassəli polimer materiallar: problemlər, perspektivlər və praktiki baxışlar. Sumqayıt Dövlət Universitetinin 55 illiyinə həsr olunmuş Beynəlxalq Elmi Konfransın materialları, - Sumqayıt: - 15-16 noyabr, - 2017, - s. 98.

4. Süleymanova, P.V., Nəzərova, M.K., Mütəllimova, K.M., Şahtaxinskaya, P.T. H-mordenitin tərkibinin 2-naftolun etanolla alkülləşmə reaksiyasına təsiri // Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Нефтехимический синтез и катализ в сложных конденсированных системах», посвященной 100-летию юбилею академика Б.К.Зейналова, - Баку: - 29-30 июня, - 2017, - с. 134.

5. Ağayev, Ə.Ə., Tağıyev, D.B., Nəzərova, M.K., Süleymanova, P.V. Zr, H-mordenit iştirakı ilə 1-naftolun etanolla alkülləşməsi // Akademik V.S.Əliyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş “Neft emalı və neft kimyasının innovativ inkişaf perspektivləri” adlı beynəlxalq elmi-praktik konfransın tezisləri, - Bakı: - 09-10 oktyabr, - 2018, - s. 49.

6. Ağayev, A.A. The Study of The Catalytic Conversion of 1-Ethoxy Naphthalene / A.A.Ağayev, P.V.Suleymanova, V.K.Nazarova, [et all.] // American Journal of Engineering Research, - 2018. – Vol. 7, Issue -1, - p. 217-220.

7. Süleymanova, P.V. Sirkonium tərkibli mordenit iştirakı ilə 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsirinə tədqiqi // Kimya problemləri, - Bakı: - 2018. № 2, - s. 223-230.

8. Ağayev, Ə.Ə. Modifikasiya olunmuş Zr, H-mordenit iştirakı ilə anizolun və 1-metoksinaftalinin alınması / Ə.Ə.Ağayev, P.V.Süleymanova, M.K.Nəzərova, [və b.] // Sumqayıt Dövlət Universitetinin Elmi xəbərləri, Təbiət və texniki elmlər bölməsi, - Sumqayıt: - 2018. cild. 18, № 3, - s. 19-23.

9. Süleymanova, P.V. Sirkonium tərkibli mordenit iştirakında 2-naftolun etanolla alkülləşməsinə temperaturun təsiri // Azərbaycan Xalq Cümhuriyyətinin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XXII Respublika Elmi Konfransının materialları, I cild, - Bakı: - 22-23 noyabr, - 2018, - s. 77-80.

10. Aghayev, A.A., Nazarova, M.K., Suleymanova, P.V., Muradov, M.M. Catalytic synthesis of 2-ethoxynaphthalene and 1-ethyl-2-naphthol combination // Advances in Synthesis and complexing. Book of abstracts. The Fifth International Scientific Conference, RUDN University, Vol. 1, Organic Chemistry Section, - Moscow: - 22-26 April, - 2019, - p. 86.

11. Ağayev, Ə.Ə, Nəzərova, M.K., Süleymanova, P.V. 2-etoksinaftalinin katalitik çevrilməsinin tədqiqi // AMEA-nın akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft Kimya Prosesləri İnstitutunun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş "Müasir kimyanın aktual problemləri" mövzusunda beynəlxalq elmi konfransın tezisləri, - Bakı: - 2-4 oktyabr, - 2019, - s. 356.

12. Aghayev, A.A. Catalytic properties of composition H-mordenite in the alkylation reaction of 2-naphthol with ethanol / A.A.Aghayev, D.B.Taghiyev, M.K.Nazarova, P.V.Suleymanova. // Processes of Petrochemistry And Oil Refining. ISSN: online 2519-2876, print 1726-4685. – Bakı: - 2016. - Vol. 20, № 3, - p. 200-205.

13. Süleymanova, P.V., Nəzərova, M.K., Mustafayeva, N.A., Ağayev, Ə.Ə. 1-naftolun etanolla alkülləşmə prosesinin kinetik tədqiqatları // Sumqayıt şəhərinin 70 illik yubileyinə həsr olunmuş "Kimya texnologiyası və mühəndisliyinin innovativ inkişaf

perspektivləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfransın tezisləri və materialları, - Sumqayıt: - 28-29 noyabr, - 2019, - s. 320.

14. Muradov, M.M., Nəzərova, M.K., Süleymanova, P.V., Ağayev, Ə.Ə. β -naftolun natrium hipoxloritlə elektrokimyəvi xlorlaşması // Sumqayıt şəhərinin 70 illik yubileyinə həsr olunmuş “Kimya texnologiyası və mühəndisliyinin innovativ inkişaf perspektivləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfransın tezisləri və materialları, - Sumqayıt: - 28-29 noyabr, - 2019, - s. 54.

15. Сулейманова, П.В. Взаимодействие 2- нафтола этанолом на палладийсодержащем морденитном катализаторе // Polish journal of science *ISSM* 3353-2389, - 2020. - Vol. 1, № 24, - p. 27-30.

16. Süleymanova, P.V. 1-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyasının kinetik tədqiqatları // Sumqayıt Dövlət Universitetinin Elmi Xəbərləri, Təbiət və texniki elmlər bölməsi, - Sumqayıt: - 2020. cild. 20, № 2, - s. 48-51.

17. Nəzərova, M.K., Süleymanova, P.V., Hacıyeva, X.Ə. Çətin ayrılan fenolların emalı üsulları // Ekologiya və həyat fəaliyyətinin mühafizəsi: nailiyyətlər, problemlər. Respublika Elmi Konfransının tezisləri, - Sumqayıt: - 2020. - s. 68-69.

18. Ağayev, Ə.Ə. 1-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyasının fasiləsiz rejimdə tədqiqi / Ə.Ə.Ağayev, P.V.Süleymanova, M.K.Nəzərova // Sumqayıt Sövlət Universitetinin Elmi xəbərləri, Təbiət və texniki elmlər bölməsi, - Sumqayıt: - 2021. cild. 21, № 1, - s. 23-26.

19. Süleymanova, P.V., Nəzərova, M.K. Ferrit katalizatorlarının iştirakı ilə 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsirinin tədqiqi // Kimyanın müasir problemləri mövzusunda Respublika elmi konfransının materialları, - Sumqayıt: - 15-16 aprel, - 2021. - № 1, - s. 189-191.

Dissertasiyanın müdafiəsi “ 28 “ iyun 2022-ci il tarixində saat 14.00-da Sumqayıt Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən FD 2.23 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ5008, Sumqayıt şəhəri, 43cü məhəllə, Sumqayıt Dövlət Universiteti.

Dissertasiya ilə Sumqayıt Dövlət Universitetinin Elmi kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Disstertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Sumqayıt Dövlət Universitetinin rəsmi saytında (www.sdu.edu.az) yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat “ 26 “ may 2022-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: __.__.2022

Kağızın formatı: 60×84 16\1

Həcm: 41375

Tiraj: 100