

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

**SİNTETİK NEFT TURŞULARININ NEFTİN 190-330°C
FRAKSİYASINDAN ALINMA PROSESİNİN ALÜMİNİUM
OKSİD ƏSASLI KATALİZATORLARIN İŞTİRAKI İLƏ
TƏDQIQI**

İxtisas: 3321.01 – Neft-qaz-daş kömür emalı və texnologiyası

Elm sahəsi: Kimya

İddiaçı: **Gülay Yusif qızı Rüstəmli**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim olunan dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2023


Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədaliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda “Maye fazada oksidləşmə”, “Korroziya inhibitorları və konservasiya materialları” və “Katalitik krekinq və piroliz” laboratoriyalarında yerinə yetirilmişdir.

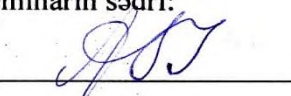
Elmi rəhbərlər: texnika elmləri doktoru, professor
Hikmət Camal oğlu İbrahimov
kimya elmləri doktoru, dosent
Lalə Məhəmməd qızı Əfəndiyeva

Rəsmi opponentlər: kimya elmləri doktoru, professor
Çingiz Qnyaz oğlu Rəsulov
kimya elmləri doktoru, professor
Qasım Zülfəli oğlu Hüseynov
kimya üzrə fəlsəfə doktoru
Aynurə Ənvər qızı Əliyeva

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədaliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.16 Dissertasiya şurasının bazasında qeydiyyat nömrəsi BFD 1.16 olan Birdəfəlik dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:  kimya elmləri doktoru, akademik
Vaqif Məhərrəm oğlu Abbasov

Dissertasiya şurasının elmi katibi:  kimya elmləri doktoru, dosent
Lalə Məhəmməd qızı Əfəndiyeva

Elmi seminarın sədri:  kimya elmləri doktoru, professor
Səfa İslam oğlu Abasov

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Hazırda karbon turşuları xalq təsərrüfatının bir çox sahələrində müxtəlif məhsulların sənaye istehsalı üçün xammal kimi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bu turşular içərisində neft karbon turşuları xüsusi yer tutur, hansılar ki, lak-boya sənayesində, yuyucu vasitələr, plastifikatorlar, flotoreagentlər, yanacaqlara aşqarlar və s. istehsalında geniş istifadə edilir. Təbii üzvi turşular sərbəst halda əsasən neftlərin tərkibində olur. Bitki yağlarında əsasən doymuş və doymamış yağ turşularının triqliseridləri olur. Bu turşuların hidroliz ilə alınması bir neçə pilləlidir, digər tərəfdən də getdikcə artan ərzaq problemi olduğundan bitki yağlarının texniki məqsədlər üçün istifadəsi məqbul sayılmır. Digər tərəfdən bitki yağlarından alınan turşular əsasında sintez olunan məhsulların donma temperaturları kifayət qədər yüksək, məhsulun özü isə turşu radikalında ikiqat rabitələr olduğundan saxlanma zamanı dayanıqlı olurlar.

Təbii neft turşularının sabitliyə malik olması və donma temperaturunun kəskin aşağı olmasına baxmayaraq, hər neftin tərkibində olmur və olsa da, məhdud miqdarda olur. Qeyd etmək lazımdır ki, karbohidrogenlərin sadə, geniş yayılmış emalı metodlarından biri onların molekulyar oksigenlə oksidləşməsidir ki, bu yolla tətbiq sahəsi geniş olan üzvi turşuların alınması olduqca məqsədəuyğundur. Keçən əsrin 60-cı illərindən başlayaraq, neft karbohidrogenlərinin maye fazada katalitik oksidləşməsi yolu ilə təbii neft turşuları ilə eyni tətbiq sahəsinə malik olan sintetik üzvi turşulara çevrilməsi tədqiqatçılar tərəfindən geniş tədqiq olunur¹². Qeyd olunanlara əsasən, naften karbohidrogenlərinin üstünlük təşkil etdiyi neft fraksiyası əsasında sintetik neft turşularının sintezi həm elmi, həm də praktiki əhəmiyyət kəsb edir. Lakin, bu sahədə geniş miqyaslı tədqiqat işlərinin aparılmasına baxmayaraq, yüksək çıxımla sintetik neft turşularının sintezi hələ də aktual problem olaraq

¹ Abbasov, V.M. Oksigenli üzvi birləşmələr kimyası / V.M.Abbasov, F.Ə.Nəsirov, L.M. Əfəndiyeva, N.Ş.Rzayeva. Bakı: Müəllim, -2020. -412 s.

² Abbasov, V.M. Tsikloalkanlar kimyası / V.M.Abbasov, R.Ə. Cəfərova, L.M. Əfəndiyeva [və b.]. Bakı: Müəllim, -2019. - 385 s.

qalmaqdadır. Bu səbəbdən təbii neft turşuları ilə yanaşı, sintetik neft turşularının da sistemli və hərtərəfli tədqiqi böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Beləliklə, naften karbohidrogenlərinin üstünlük təşkil etdiyi neftlərin 190-330°C-də qaynayan fraksiyası əsasında sintetik neft turşularının sintezi üçün yeni, effektiv katalitik sistemlərin hazırlanması, oksidləşmə proseslərinin səmərəliliyinin artırılması, proses üçün optimal şəraitin seçilməsi, sintez olunan turşuların tərkibinin tədqiqi, bu turşular əsasında səmərəli çoxfunksiyalı reagentlərin sintezi və tədqiqi istiqamətində aparılan işlər müəyyən nəzəri məsələlərin həlli və daha səmərəli sənaye məhsullarının yaradılması üçün vacibdir.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Dissertasiya işinin obyektı Azərbaycan neftləri qarışığından ayrılan naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada havanın oksigeni iştirakında katalitik oksidləşdirilməsi ilə sintetik neft- və oksiturşuların (SNT və ONT) sintezi, predmeti isə sintez olunmuş sintetik üzvi turşular qarışığının praktik və çoxşaxəli istifadə yollarının müəyyənəşdirilməsidir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. 190-330°C temperaturda qaynayan neft fraksiyasının aromatisizləşdirilməsi ilə maye fazada oksidləşməsi prosesi nəticəsində sintetik neft- və oksiturşuların sintezi məqsədilə yeni, təkrar istifadəyə yararlı katalitik sistemlərin sintezi və prosesə tətbiqi, habelə sintez olunmuş üzvi turşular qarışığı əsasında müxtəlif səmərəli istifadə imkanlarına malik maddələrin sintezi işin əsas məqsədidir.

- 190-330°C temperaturda qaynayan neft fraksiyasının sulfolaşma üsulu ilə aromatisizləşdirilməsi və alınan naften-parafin karbohidrogenlərinin ^{13}C və ^1H NMR spektrləri vasitəsilə struktur qruplarının təyini;
- Dəyişkən valentli metalların (Mn, Co, Cr) duzları ilə modifikasiya olunmuş nano $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ -in monometallik katalitik sistemlərinin fərdi və müəyyən nisbətdə mexaniki qarışığının katalitik iştirakı ilə naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada aerob oksidləşməsi prosesinin tədqiqi;
- Mn, Co, Cr-un duzları ilə modifikasiya olunmuş nano $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ -in

bimetallik katalitik sistemlərinin fərdi və müəyyən nisbətdə mexaniki qarışığının katalitik iştirakı ilə naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada aerob oksidləşməsi prosesinin tədqiqi;

- Naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada aerob oksidləşməsi prosesi zamanı heterogen katalizator kimi istifadə olunan nano $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ -in mono və bimetallik modifikasiyalarının oksidləşmə prosesində təkrar istifadəsinin tədqiqi;
- Naften-parafin karbohidrogenlərinin katalitik oksidləşmə prosesinin optimal parametrlərinin və zamandan asılılığının formal kinetik qanunauyğunluqlarının müəyyənləşdirilməsi;
- Maye fazada aparılan oksidləşmə prosesində istifadə olunan katalizatorların hissəciklərinin ölçülərinin təyini;
- Sintez edilmiş sintetik üzvi turşular qarışığının azotlu törəmələrinin sintezi və həmin birləşmələrin CO_2 korroziyasına qarşı inhibitor və bakterisid xassələrinin tədqiqi.

Tədqiqat metodları. Müasir metod və standartlara uyğun aparılan tədqiqat işi zamanı oksidləşmə prosesi nəticəsində sintetik neft turşuları qarışığının sintezi barbotaj qurğusunda aparılmışdır. Proses zamanı xammal kimi istifadə olunan dizel fraksiyasının aromatsizləşdirmədən əvvəl və sonra, eləcə də, sintez edilmiş turşuların, onlar əsasında alınmış azotlu törəmələrin fiziki-kimyəvi xassələri və struktur quruluşu müasir spektroskopik üsullarla – İQ-, ^1H NMR təsdiqlənmişdir. Katalizatorların quruluşunun öyrənilməsində termiki analiz, rentgen-faza analizi, SEM-dən, hissəciklərinin ölçülməsində isə işığın dinamik səpilməsi metodundan istifadə edilmişdir.

Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar. Mn, Cr, Co metalları duzları ilə modifikasiya olunmuş $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ -in katalitik iştirakı ilə naften-parafin karbohidrogenlərinin aerob oksidləşmə prosesi tədqiq edilmiş, yüksək çıxımla sintetik üzvi turşular qarışığı alınmış, həmin turşular əsasında aminoefirlər, Ba, Al duzları, eyni zamanda imidazolinlər sintez edilərək onların üzvi turşularla kompleksləri hazırlanmışdır. Sintez edilmiş aminoefirlər, duzlar və komplekslərin korroziya-bakterisid inhibitoru kimi tədqiqi aparılaraq yüksək effektə malik səmərəli reagent kimi tövsiyyə edilmişdir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi.

- Naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada havanın oksigeni ilə oksidləşmə prosesi ilk dəfə olaraq keçid metalların (Mn, Co, Cr) duzları ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃-in katalitik iştirakında aparılmış və yüksək çıxımla sintetik üzvi turşular alınmışdır;
- Müəyyən edilmişdir ki, Mn, Cr, Co metal duzları ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃ (monometallik) katalizatorlarının müxtəlif nisbətlərdə qarışığı ilə aparılan oksidləşmə prosesi zamanı sinergetik effekt yaranır və bu zaman alınan sintetik üzvi turşular qarışığının çıxımı maksimum 44,4% təşkil etmişdir;
- İstifadə olunan katalitik sistemlər içərisində sintetik üzvi turşuların maksimum çıxımı Mn, Co, Cr kimi dəyişkən valentli metalların duzları ilə modifikasiya olunmuş nano γ -Al₂O₃-in bimetallik kompozit nanohissəciklərinin istifadəsi zamanı olmuşdur (45,2%);
- Sintetik neft turşuları və etanolaminlər (MEA, DEA və TEA) əsasında aminoefirlər, həmçinin, sintetik üzvi turşular (SNT və ONT) qarışığının imidazolin törəmələrinin üzvi turşularla kompleksləri hazırlanmış və onların hər birinin CO₂ korroziyasına qarşı inhibitor kimi uzunmüddətli təsiri tədqiq edilmişdir;
- SNT-nin MEA, DEA və TEA əsasında alınmış aminoefirlərinin və SNT-nin metal (Ba və Al) duzlarının bakterisid-inhibitor xassələri tədqiq edilmiş və onların yüksək bakterisid effektə malik olması müəyyən edilmişdir.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Sintetik neft turşusu əsasında alınmış aminoefirlər səmərəli korroziya inhibitoru kimi tətbiqə tövsiyə oluna bilər. Belə ki, sintetik neft turşusu və etanolaminlər əsasında sintez edilmiş aminoefirlərin 100mq/l qatılıqda istifadəsi 20 saat ərzində metal konstruksiyalarda korroziyaya qarşı 99,2-99,5% mühafizə effekti yaradır. Eyni zamanda, həm aminoefirlər, həm də sintetik turşular qarışığının imidazolin törəmələrinin kompleksləri korroziyaya qarşı uzunmüddətli təsir effektinə malikdir. Belə ki, 433-cü saatin sonunda

CO₂ korroziasına qarşı SNT və MEA əsasında alınmış aminoefir 95%, SNT və DEA əsasında alınmış aminoefir 94,6%; SNT və ONT qarışığının imidazolin törəmələrinin CH₃COOH kompleksi 95,5%, HCOOH kompleksi isə 97% mühafizə effektivinə malik olmuşdur. Bu isə həmin birləşmələrin effektiv korroziya inhibitoru olduğunu göstərmişdir.

SNT əsasında sintez edilmiş aminoefirlərin və Ba, Al duzlarının biokorroziya prosesinə təsiri müəyyən edilmişdir. Sübut edilmişdir ki, onların səmərəli bakterisid-inhibitor kimi tətbiqi mümkün ola bilər. Belə ki, 600 mq/l qatılıqda sintez edilmiş SNT və MEA əsasında alınmış aminoefir 99,1%, SNT və DEA əsasında alınmış aminoefir 100%, SNT və TEA əsasında alınmış aminoefir 95,2%; 500 mq/l qatılıqda SNT-nin Ba duzu 100%, Al duzu isə 100% bakterisid effekti göstərmişdir.

Müəllifin şəxsi iştirakı. Laboratoriya təcrübələrinin həyata keçirilməsində, mövzu ilə əlaqəli ədəbiyyatların sistemli şəkildə toplanmasında, aparılan tədqiqatların sistemləşdirilməsində, dissertasiyanın və dissertasiya işinə aid tezlərin, məqalələrin yazılmasında, tərtibində müəllif birbaşa iştirak etmişdir.

Aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya işi üzrə 17 elmi əsər, o cümlədən, 8 məqalə və 9 tezis çap olunmuşdur.

Dissertasiya işinə aid əsas nəticələr aşağıda adları çəkilən elmi konfranslarda məruzə və müzakirə edilmişdir: Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı il dönümünə həsr olunmuş “Tələbələrin I Respublika elmi konfransları” (Bakı, 2019-cu il), “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” Beynəlxalq Elmi Konfransında (Gəncə, 2019-cu il), Beynəlxalq Kimya Konfransında (Türkiyə, İstanbul, 2019-cu il), akademik Y.H.Məmmədaliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Müasir kimyanın aktual problemləri” Beynəlxalq Elmi Konfransında (Bakı, 2019-cu il), “Texniki Termodinamika: Termofiziki xüsusiyyətlər və enerji sistemləri” Beynəlxalq Konfransında (Almaniya, Rostok, 2020-ci il – 2 tezis), ADNSU-nun 100 illiyinə həsr olunmuş “Kimya mühəndisliyinin aktual problemləri” Beynəlxalq Konfransında (Bakı, 2020-ci il), Nizami Gəncəvinin anadan olmasının 880 illiyinə həsr olunan

“Kimyanın müasir problemləri” Respublika elmi konfransında (Sumqayıt, 202-ci il), Akademik Nadir Mir-İbrahim oğlu Seyidovun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Katalizatorlar, olefinlər əsaslı yağlar” Respublika elmi konfransında (Bakı, 2022-ci il).

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda “Maye fazada oksidləşmə”, “Korroziya inhibitorları və konservasiya materialları” və “Katalitik krekinq və piroliz” laboratoriyalarında yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın strukturu və həcmi. Dissertasiya işi 205 səhifə həcmində olub, girişdən (11993 işarə), 5 fəsildən (I fəsil 63636 işarə, II fəsil 35551 işarə, III fəsil 58323 işarə, IV fəsil 25392 işarə, V fəsil 34694 işarə), nəticələrdən (3640 işarə), 247 ədəbiyyat istinadından və ixtisarlardan təsvirindən ibarət olmaqla, ümumi həcmi 233232 işarədən (şəkillər, cədvəllər, qrafiklər, əlavələr və ədəbiyyat siyahısı istisna edilməklə) ibarətdir. Dissertasiyaya 54 cədvəl, 58 şəkil və 1 sxem daxildir.

Girişdə mövzunun aktuallığı, tədqiqatın elmi yeniliyi, məqsədi və vəzifələri, praktiki əhəmiyyəti, işin aprobasiyası, tədqiqat metodları, strukturu və həcmi barədə qısa məlumat verilmişdir.

Birinci fəsildə yer verilmiş ədəbiyyat icmalında üzvi turşuların alınması və tətbiq sahələri, neft karbohidrogenlərinin maye fazada oksidləşməsi prosesi və prosesdə istifadə olunan katalizatorlar, katalizator daşıyıcıları və onların xüsusiyyətləri haqda tədqiqat işləri təhlil olunmuşdur.

İkinci fəsildə sintetik turşular qarışığının alınması məqsədilə xammalın hazırlanması, katalizatorun sintezi metodikası, oksidləşmə reaksiyasında istifadə olunan başlanğıc maddələrin fiziki-kimyəvi xassələri, struktur-qrup tərkibi, morfologiyası müasir metodlarla öyrənilərək şərh edilmişdir.

Üçüncü fəsil neftin 190-330°C fraksiyasının aromatikləşdirilməsi ilə alınmış naften-parafin karbohidrogenlərinin keçid metalların duzları ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃-in katalitik iştirakı ilə maye fazada havanın oksigeni ilə oksidləşməsi prosesinə həsr edilmişdir. Daşıyıcı kimi götürülən γ -Al₂O₃-in həm

monometallik, həm də bimetallik modifikasiyaları fərdi və müəyyən nisbətli mexaniki qarışıqlar halında oksidləşmə prosesində katalizator kimi istifadə olunmuşdur. Bundan başqa fəsildə oksidləşmə prosesinin mexanizmi, prosesdən alınan məqsədli məhsulların – sintetik üzvi turşuların fiziki-kimyəvi xassələri, struktur-qrup tərkibi, oksidləşmə prosesinə təsir edən amillər tədqiq edilmişdir.

Dördüncü fəsildə oksidləşmə prosesinin optimal parametrlərinin, reqressiya qrafiklərinin, oksidləşmə prosesinin zamandan asılılığının formal kinetik qanunauyğunluqlarının və katalizatorların hissəciklərinin oksidləşmə prosesindən əvvəl və sonra ölçülərinin təyini verilmişdir.

Bəşinci fəsildə sintetik üzvi turşular və onların qarışığından aminoefirlər, imidazolin törəmələri və onların üzvi turşularla kompleksləri və sintetik neft turşusunun metal duzlarının sintezi və xassələrinin tədqiqindən bəhs edilmişdir. Həmçinin, SNT və ONT əsasında hazırlanmış birləşmələrin CO₂ korroziyasına və biokorroziyaya qarşı inhibitor kimi tədqiqi araşdırılmışdır.

Dissertasiyanın sonunda nəticələr, ədəbiyyat siyahısı, əlavələr, ixtisarlardan siyahısı qeyd edilmişdir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Dissertasiya işində SNT-nin sintezində xammal olaraq Azərbaycan neftləri qarışığının 190-330°C temperatur intervalında qaynayan fraksiyasından istifadə olunmuşdur ki, bu xammal H.Əliyev adına Bakı Neft Emalı Zavodundan gətirilmişdir. Dizel fraksiyasının xammal kimi istifadəsindən əvvəl və sulfolaşma üsulu ilə aparılmış aromatiksizləşmə prosesindən sonra fiziki-kimyəvi xassələri, struktur-qrup tərkibi təyin olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, fraksiyanın tərkibində olan aromatik karbohidrogenlərin miqdarı sulfolaşmadan sonra ~20%-dən ~1,5%-ə qədər azalır.

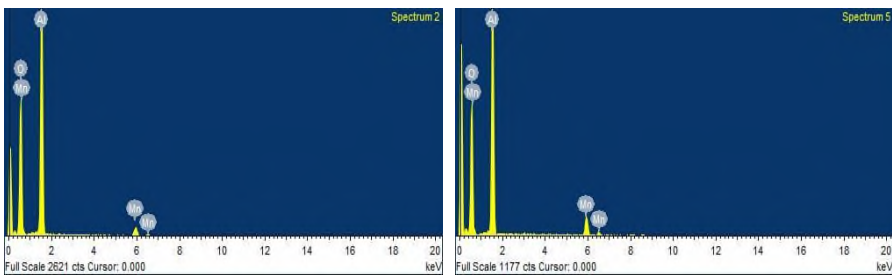
Azərbaycan neftləri qarışığında ayrılmış naften-parafin karbohidrogenlərinin Mn, Cr, Co duzları ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃ katalizatorunun iştirakı ilə maye fazada oksidləşmə prosesinin tədqiqi

190-330°C-də qaynayan dizel fraksiyasından ayrılmış naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada aerob oksidləşməsi barbotaj tipli qurğuda, 135-140°C temperatur aralığında, 300 l/kq·saat sürətlə verilən havanın oksigeni iştirakında, 5-6 saat müddətində aparılmışdır. Prosesdə istifadə olunan katalizatorlarda daşıyıcı rolu oynayan γ -Al₂O₃ sintez etmək üçün alüminium nitratin zol-gel üsulu ilə hidroliz prosesi (sintezi zamanı sabitləşdirici agent kimi monoetanolamin (MEA) və ya dietanolamin (DEA) götürülməklə) məlum metodika ilə aparılmışdır^{3,4}. γ -Al₂O₃ alınması üçün gel nümunələrinin müxtəlif temperaturlarda termoemal prosesi həyata keçirilmişdir. Məsələlərin həcmnin ən yüksək qiymətləri 850°C temperaturda közərdilmiş nümunələrdə müşahidə edilmişdir. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, hidrolizedici agent kimi DEA-dan istifadə edildikdə γ -Al₂O₃ ən yüksək xüsusi səthə malik olur. MEA-dan istifadə edildikdə isə bu göstərici nisbətən aşağıdır. OH⁻ : Me⁺ mol nisbətinin 1-dən 2-ə yüksəldilməsi S_{xüs.} göstəricisi nümunələrin mikroməsələrinin həcmnin artması hesabına 224 m²/q-dan 246 m²/q-dək yüksəlir. MEA-dan istifadə edildikdə bu göstəricilər, müvafiq olaraq, 211 m²/q və 218 m²/q-a bərabərdir.

Zol-gel üsulu ilə sintez olunan γ -Al₂O₃-in rentgen-faza tədqiqatları “X-Ray-TD 3500” (Çin) rentgen difraktometrində, CuK α ($\alpha=1.54184\text{\AA}$) şüa mənbəyi və Ni-filtrinin istifadəsi ilə 5-90° bucaq diapazonunda, otaq temperaturunda çəkilmişdir.

3 Danks, A.E., Hall, S.R., Schnepf, Z. The evolution of ‘sol-gel’ chemistry as a technique for materials synthesis // Materials Horizons, -2016. №3, -p.91-112.

4 Shaheen, I. Modified sol-gel synthesis of Co₃O₄ nanoparticles using organic template for electrochemical energy storage / I. Shaheen, K.S. Ahmad, C. Zequine [et al.] // Energy, -2021. Vol.218, №119502, -p.1-9.



a)

b)

Şəkil 1. a) 10% Mn birləşməsi ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃ (DEA) -in və b) 20% Mn birləşməsi ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃ (DEA) -in rentgen flüoressent spektri

Şəkil 1-də a) 10 və b) 20% Mn duzu ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃ katalizatorlarının səthinin morfoloqiyası rentgen element tərkibinin faizlə və spektr şəklində ifadəsi göstərilmişdir: a) katalizatorun tərkibini kütləcə 49,37% O, 41,1% Al və 9,54% Mn; b) katalizatorun tərkibini kütləcə 42,19% O, 38,35% Al və 19,46% Mn elementləri təşkil edir və spektrlərdə də γ -Al₂O₃-in modifikasiyasında istifadə olunmuş (CH₃COO)₂Mn·4H₂O duzunun miqdarının kütləcə artırılması ilə katalizatorun tərkibində olan Mn-in %-lə kütlə miqdarının artması aydın şəkildə görünür.

Xammala nəzərən hesablanmış miqdarda katalizator çəkisi məlum olan naften-parafin karbohidrogenləri qarışığında həll edilərək, barbotaj qurğusuna daxil edilmiş, daha sonra qurğu hava və qızdırıcı sistemlə təchiz edilərək oksidləşmə prosesi aparılmışdır.

Sabitləşdiricisi MEA olan nano γ -Al₂O₃-in 10 və 20% kütlə miqdarında Mn, Co, Cr keçid metallarının duzları ilə modifikasiyalarının naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada havanın oksigeni ilə oksidləşməsində katalitik iştirakı nəzərdən keçirilmişdir (cədvəl 1).

Prosesdə istifadə olunan katalizatorların hər biri xammala nəzərən 0,2% kütlə miqdarında götürülmüş və hər bir təcrübə 5 saat müddətində, 135-140°C temperaturda aparılmışdır.

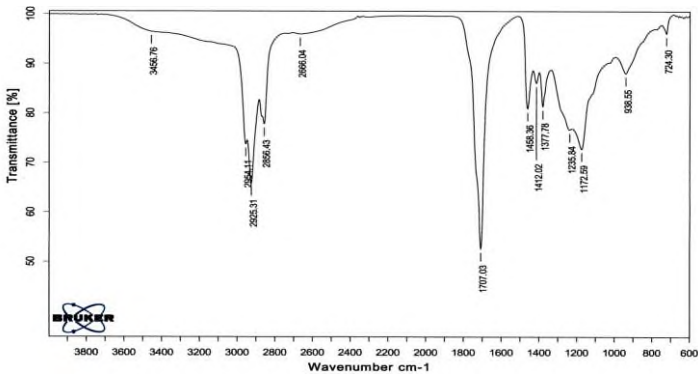
Cədvəl 1-dən göründüyü kimi, 10% və 20% kütlə miqdarında Mn, Cr, Co duzları ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃(MEA)-in katalitik iştirakı ilə aparılan oksidləşmə prosesi zamanı ən yaxşı

nəticə Mn duzu ilə modifikasiyanın katalitik iştirakı zamanı alınmışdır (30,5 və 34,1%).

Cədvəl 1. Naften-parafin karbohidrogenlərinin 10% və 20% kütlə miqdarında Mn-, Co-, Cr-duzları ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃(MEA)-in katalitik iştirakı ilə maye fazada oksidləşmə prosesinin nəticələri

Katalizator, 0,2% kütlə	Oksidat		Oksidatdan ayrılmış məhsulların çıxımı, % (xammala görə)			
	T.ə., mçKOH/q	Çıxım, %	SNT	ONT	SNT+ONT	Sabunlaşmayan hissə
10% Mn- γ -Al ₂ O ₃	53,4	97,5	17,5	13,0	30,5	69,5
10% Co- γ -Al ₂ O ₃	60,9	97,0	14,0	15,0	29,0	71,0
10% Cr- γ -Al ₂ O ₃	66,5	98,2	12,5	9,5	22,0	78,0
20% Mn- γ -Al ₂ O ₃	50,0	98,1	18,6	15,5	34,1	65,9
20% Co- γ -Al ₂ O ₃	56,7	96,0	18,5	15,2	33,7	66,3
20% Cr- γ -Al ₂ O ₃	53,1	98,2	17,2	15,0	32,2	67,8

Aparılan oksidləşmə prosesi nəticəsində alınmış SNT-nin İQ spektri şəkil 2-də göstərilmişdir.



Şəkil 2. 10% Mn-la modifikasiya olunmuş nano γ -Al₂O₃(MEA)–in katalitik iştirakı ilə alınan SNT-nin İQ spektri

Şəkil 2-də göstərilən İQ spektrinə əsasən alınmışdır: 724, 1377, 1412, 1458 sm^{-1} CH_3 və 2856, 2925, 2954 sm^{-1} CH_2 qrupunun C-H rabitəsinin deformasiya və valent rəqsləri; 2666 sm^{-1} turşuya məxsus COOH qrupunun valent rəqsləri; 1707 sm^{-1} turşu qrupunun C=O rabitəsinin valent rəqsləri; 1172 sm^{-1} -də turşuya məxsus C-O rabitəsinin valent rəqsləri; 938 sm^{-1} və 3456 sm^{-1} turşu qrupunun O-H rabitəsinin, uyğun olaraq, deformasiya və valent rəqsləri. Beləliklə, İQ- spektri nümunədə SNT-yə uyğun funksional qrupların mövcudluğunu bir daha təsdiqləyir.

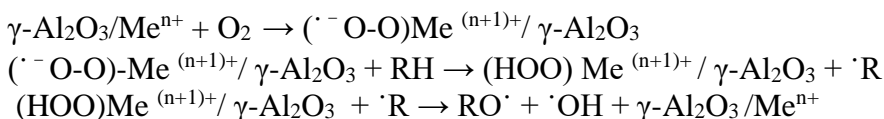
Cədvəl 2. 20% Mn duzu ilə modifikasiya olunmuş nano $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3(\text{MEA})$ -in iştirakı ilə aparılan oksidləşmə prosesindən alınan SNT-nin fiziki-kimyəvi göstəriciləri

Göstəricilər	SNT
Sıxlıq, 20°C-də ρ_4^{20} , kq/m^3	960,5
Şüasındırma əmsalı, n_D^{20}	1,4699
Kinematik özlülük, mm^2/san (50°C-də)	33,36
Kinematik özlülük, mm^2/san (80°C-də)	14,2
Sulfolaşma, % həcm	-
Yod ədədi, $\text{qJ}_2/100\text{q}$	0,79
Turşu ədədi, mqKOH/q	185
Orta molekulyar kütləsi	303,24
Donma temperaturu, °C	-46,3

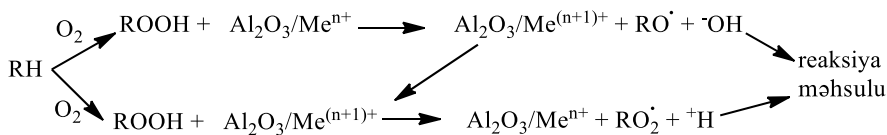
20% Mn-la modifikasiya olunmuş nano $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (MEA)-in katalitik iştirakı ilə naften-parafin karbohidrogenlərinin oksidləşmə prosesindən alınan SNT-nin fiziki-kimyəvi göstəriciləri cədvəl 2 -də verilmişdir.

Həmçinin, alınan ONT-nin də fiziki-kimyəvi göstəriciləri təyin edilmişdir: T.ə. = 112,93 mqKOH/q , $\rho_4^{20} = 1022,5 \text{ kq/m}^3$, $T_{\text{don}} = -21^\circ\text{C}$.

Metal duzları ilə modifikasiya olunmuş nano $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ iştirakı ilə gedən oksidləşmə reaksiyasının mexanizmini şərti olaraq belə izah etmək olar:



Oksidləşmə prosesində metal duzları ilə modifikasiya olunmuş nano $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ -in katalitik iştirakı ilə yaranan elektron mübadiləsini bu cür təsvir etmək olar:



Növbəti təcrübələrdə katalizatorların fərdi deyil, mexaniki qarışıq şəkildə istifadəsinin oksidləşmə prosesindən alınan məqsədli məhsulların çıxımına təsiri öyrənilmişdir (cədvəl 3).

Cədvəl 3-dən görüldüyü kimi katalizatorların 1:1, 1:2, 1:3 nisbətində mexaniki qarışığının istifadəsi zamanı SNT+ONT-nin ən yüksək çıxımı (SNT+ONT=34,2%) katalizatorların 1:3 nisbətli mexaniki qarışığı götürüldükdə alınmışdır. Katalizatorların 1:3 nisbətində qarışığının istifadəsi zamanı daha yüksək nəticə əldə olunduğundan digər katalizatorların da oksidləşmə prosesində 1:3 nisbətli qarışığından istifadə olunmuşdur.

Cədvəl 3. Naften-parafin karbohidrogenlərinin 20% kütlə miqdarında Co- və Cr- duzları ilə modifikasiya olunmuş $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (MEA) katalizatorlarının müxtəlif nisbətlərdə qarışığının katalitik iştirakında maye fazada oksidləşmə prosesinin nəticələri

№	Katalizatorlar qarışığının adı	Oksidatın t.ə., mqKOH/q	SNT		ONT		SNT + ONT
			Çıxım, %	T.ə., mqKO H/q	Çıxım, %	T.ə., mqKO H/q	
1	20% Co- $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$: 20% Cr- $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ =1:1	49,0	12,6	118,0	11,0	110,0	23,6
2	20% Co- $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$: 20% Cr- $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ =1:2	50,0	16,4	119,0	13,1	114,4	29,5
3	20% Co- $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$: 20% Cr- $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ = 1:3	52,0	19,9	128,0	14,3	116,84	34,2

Cədvəl 4. Naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada oksidləşmə prosesində 10% və 20% Me-la mono- və bimetallik modifikasiya olunmuş nano γ -Al₂O₃(MEA) -in katalitik iştirakı

№	Katalizator, 0,2% kütlə	Oksidat,		Alınan məhsullar					
		T. ə., mqKOH/q	Çıxım, %	SNT		ONT		SNT+ONT, %	Sabunlaşmayan hissə
				T. ə., mqKOH/q	Çıxım, %	T. ə., mqKOH/q	Çıxım, %		
1	10% Mn- γ -Al ₂ O ₃ : 10% Cr- γ -Al ₂ O ₃ = 1:3	59,0	97,6	130,0	18,5	125,1	16,0	34,5	65,5
2	10% Co- γ -Al ₂ O ₃ : 10% Cr- γ -Al ₂ O ₃ = 1:3	52,44	99,88	122,93	19,1	120,36	11,0	30,1	69,9
3	20% Mn- γ -Al ₂ O ₃ : 20% Cr- γ -Al ₂ O ₃ = 1:3	60,1	97,4	120,5	20,9	119,1	18,0	38,9	61,1
4	20% Co- γ -Al ₂ O ₃ : 20% Cr- γ -Al ₂ O ₃ = 1:3	52,0	99,23	128,0	19,9	116,84	14,3	34,2	65,8
5	10% (Mn:Cr = 1:3) γ -Al ₂ O ₃	55,0	98,7	113,3	19,6	121,3	16,4	36,0	64,0
6	10% (Co:Cr = 1:3) γ -Al ₂ O ₃	53,0	97,5	138,0	17,5	146,0	15,0	32,5	67,5
7	20% (Mn:Cr = 1:3) γ -Al ₂ O ₃	57,5	97,8	153,4	22,0	123,2	17,2	39,2	60,8
8	20% (Co:Cr = 1:3) γ -Al ₂ O ₃	54,0	97,0	134,0	18,5	111,0	16,5	35,0	65,0

Qeyd: Reaksiya 5 saat müddətində və 135-140°C-də, havanın verilmə sürəti 300 l/kq·saat olmaqla aparılmışdır.

Cədvəl 4-də verilən təcrübələrdə isə müxtəlif katalizatorların 1:3 nisbətli mexaniki qarışığı (№ 1, 2, 3 və 4) və 1:3 nisbətində metal duzları qarışığı (bimetallik katalizatorlar) ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃ (№ 5, 6, 7 və 8) götürülmüşdür.

Cədvəl 4-dən görünür ki, naften-parafin karbohidrogenlərinin oksidləşməsində katalizatorların 1:3 nisbətli mexaniki qarışıqlarının istifadəsi zamanı SNT+ONT-nin çıxımı 30,1-38,9% arasında dəyişir. Bu da katalizatorların birgə istifadəsi zamanı sinergetik effektin yaranmasını və bununla da, katalitik aktivliyin artmasını sübut edir. Eyni zamanda duzların 1:3 nisbətli qarışığının daşıyıcı üzərinə modifikasiyası zamanı istifadəsi SNT+ONT -nin çıxımını bir qədər də artırmışdır (32,5-39,2%) .

Azərbaycan neftləri qarışığında ayrılmış naften-parafin karbohidrogenlərinin stabiləşdiricisi dietanolamin olan γ -Al₂O₃ əsaslı katalitik sistemlərin iştirakı ilə maye fazada oksidləşmə prosesinin tədqiqi

10 və 20% Mn-, Co-, Cr- duzları ilə modifikasiya olunmuş nano γ -Al₂O₃(DEA) iştirakı ilə naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada oksidləşmə prosesinin nəticələri cədvəl 5-də verilmişdir. Burada da SNT+ONT-nin ən yüksək çıxımı 20% Mn-la m. ol. γ -Al₂O₃(DEA) katalizatorunun iştirakı ilə alınmışdır - 40,6%.

Cədvəl 5. Naften-parafin karbohidrogenlərinin 10% Mn-, Cr-, Co- duzları ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃(DEA)-in katalitik iştirakı ilə maye fazada oksidləşmə prosesinin nəticələri

Katalizator, 0,2 % kütlə (xammala nəzərən)	Oksidat		Alınan məhsullar				SNT+ONT, %	Sabunlaşmaya n hissə
	T. ə., mqKOH/q	Çıxım, %	SNT		ONT			
			T. ə., mqKOH/q	Çıxım, %	T. ə., mqKOH/q	Çıxım, %		
10% Mn-la m. ol. γ -Al ₂ O ₃ (DEA)	56,9	98,1	125,4	22,1	122,1	16,6	38,7	61,3
10% Cr-la m. ol. γ -Al ₂ O ₃ (DEA)	41,3	95,2	119,8	19,8	106,2	14,9	34,7	65,3
10% Co-la m. ol. γ -Al ₂ O ₃ (DEA)	51,1	95,4	126,3	16,0	122,9	13,7	29,7	70,3
20% Mn-la m. ol. γ -Al ₂ O ₃ (DEA)	62,0	98,0	125,8	25,2	100,9	15,4	40,6	59,4
20% Cr-la m. ol. γ -Al ₂ O ₃ (DEA)	48,0	98,4	132,8	22,5	120,57	16,7	39,12	60,8
20% Co-la m. ol. γ -Al ₂ O ₃ (DEA)	53,6	97,0	128,2	23,0	118,0	15,0	38,0	62,0

Eyni zamanda, naften-parafin karbohidrogenlərinin oksidləşmə prosesində katalizatorların müxtəlif nisbətlərdə qarışığının SNT və ONT-nin çıxımına katalitik təsiri də tədqiq edilmiş və nəticələr cədvəl 6-da təqdim edilmişdir. Göründüyü kimi, 20% Mn-la modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃(DEA) və 20% Cr-la modifikasiya

olunmuş $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3(\text{DEA})$ katalizatorlarının fərqli nisbətlərdə - 1:1, 1:2, 1:3 mexaniki qarışıqlar şəklində istifadəsi naften-parafin karbohidrogenlərinin aerob oksidləşməsindən müxtəlif çıxımlarla SNT və ONT alınmasına səbəb olur. Bu zaman katalizatorların birgə istifadəsinin nəticələri xeyli yüksək olur.

Belə ki, katalizatorları ayrı-ayrılıqda istifadə etdikdə alınan turşular qarışığının çıxımının orta qiyməti 36,82% təşkil etdiyi halda, katalizatorların birgə istifadəsi zamanı bu qiymət ~40% təşkil etmişdir.

Cədvəl 6. Naften-parafin karbohidrogenlərinin 20% kütlə miqdarında Mn- və Cr- duzları ilə modifikasiya olunmuş $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (DEA)-lərin müxtəlif nisbətlərdə qarışığının katalitik iştirakında maye fazada oksidləşmə prosesinin nəticələri

№	Katalizatorun adı	Oksidatın t.ə., mqKOH/q	SNT		ONT		SNT+ONT
			Çıxım, %	T.ə., mqKOH/q	Çıxım, %	T.ə., mqKOH/q	
1	10% Mn- $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$: 10% Cr- $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ = 1:3	52,2	23,0	132,0	17,9	117,0	40,9
2	10% Co- $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$: 10% Cr- $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ = 1:3	56,1	20,3	128,4	15,7	120,4	36,0
3	20% Mn- $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$: 20% Cr- $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ = 1:3	56,0	25,2	140, 0	19,2	131,3	44,4
4	20% Co- $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$: 20% Cr- $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ = 1:3	50,0	21,2	125,5	18,8	112,2	40,0

Növbəti təcrübələrdə sintez edilmiş $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3(\text{DEA})$ -in bimetalik modifikasiyalarının oksidləşmə prosesində katalitik təsiri öyrənilmiş və nəticələr cədvəl 7-də qeyd olunmuşdur. Cədvəl 7-dən görünür ki, naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada oksidləşmə prosesi zamanı 20% kütlə miqdarında Mn və Cr-duzlarının 1:3 nisbətində qarışığı ilə (bimetalik) modifikasiya olunmuş nano $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ -in

(sabitləşdiricisi DEA olan) katalitik iştirakı ilə ən yüksək çıxımla SNT+ONT qarışığı alınmışdır – 46,8%.

Cədvəl 7. Naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada 10% və 20% bimetallik modifikasiya olunmuş nano γ -Al₂O₃(DEA) -in katalitik iştirakı ilə oksidləşmə prosesinin nəticələri

Katalizator, 0,2 % kütlə (xammala nəzərən)	Oksidat,		Alınan məhsullar					
	T. ə., mqKOH/q	Çıxım, %	SNT		ONT		SNT+ONT, %	Sabunlaşma- yan hissə
			T. ə., mqKOH/q	Çıxım, %	T. ə., mqKOH/q	Çıxım, %		
10% (Mn:Cr = 1:3) γ -Al ₂ O ₃	57,0	97,4	140,0	25,0	125,0	17,0	42,0	58,0
10% (Co:Cr = 1:3) γ -Al ₂ O ₃	54,1	97,3	130,2	21,8	122,3	16,0	37,8	62,2
20% (Mn:Cr = 1:3) γ -Al ₂ O ₃	60,5	98,6	142,3	26,8	128,5	20,0	46,8	53,2
20% (Co:Cr = 1:3) γ -Al ₂ O ₃	56,0	98,0	135,4	23,2	123,6	19,3	42,5	57,5

Metal duzları ilə modifikasiya olunmuş nano γ -Al₂O₃ katalitik sistemlərinin naften-parafin karbohidrogenlərinin oksidləşməsi prosesində təkrar istifadəsinin tədqiqi

Qeyd edək ki, oksidləşmə prosesi üçün istifadə etdiyimiz katalizatorlar heterogen katalizatorlardır, belə ki, onlar substratda həll olmur və reaksiyanın sonunda asanlıqla ayrılaraq təkrar istifadəsi mümkündür. Bu katalizatorların sintezi və emalı kimi proseslər yüksək temperaturlarda aparılır.

Naften-parafin karbohidrogenlərindən oksidləşmə prosesi nəticəsində SNT və ONT-nin sintezinin isə 135-140°C-də, yəni γ -Al₂O₃-in keçid metallarla modifikasiyalarının sintezi prosesindən dəfələrlə aşağı temperaturda aparılması oksidləşmə prosesi zamanı sintez olunan katalizatorların tərkibində temperaturdan asılı olaraq dəyişikliklərin baş verməməsinə qeyd etməyə əsas verir. Bununla da, γ -Al₂O₃-in Mn-, Co-, Cr- metal duzları ilə modifikasiyalarının

naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada aerob oksidləşməsində ilkin istifadə zamanı daha yüksək çıxımla SNT və ONT almağa imkan verən katalizatorların naften-parafin karbohidrogenlərinin oksidləşməsində təkrar istifadəsi aparılmışdır. Katalizatorların naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada aerob oksidləşməsi prosesində təkrar istifadəsi zamanı reaksiyanın aparılma şəraiti ilkin istifadə zamanı olduğu kimidir.

Cədvəl 8. Naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada aerob oksidləşməsində a) 10% və 20% Mn duzu ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃-in; b) 10% və 20% Mn və Cr duzları ilə bimetallik modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃-in katalizator kimi təkrar istifadəsi

Katalizator	Oksidat		Alınan məhsullar					
			SNT		ONT		SNT+ONT, %	Sabunlaş- mayan hissə
	T. ə., mqKOH/q	Çıxım, %	T. ə., mqKOH/q	Çıxım, %	T. ə., mqKOH/q	Çıxım, %		
a) 10% və 20% Mn duzu ilə modifikasiya olunmuş γ -Al ₂ O ₃								
10% Mn-la m. ol. γ-Al₂O₃(MEA)	52,0	97,0	140,0	6,7	130,0	11,7	28,4	71,6
20% Mn-la m. ol. γ-Al₂O₃(MEA)	49,2	97,6	160,0	17,7	110,0	14,2	31,9	68,1
10% Mn-la m. ol. γ-Al₂O₃(DEA)	55,0	97,4	124,0	21,5	120,0	15,0	36,5	63,6
20% Mn-la m. ol. γ-Al₂O₃(DEA)	58,0	98,0	125,0	24,6	100,0	14,0	38,6	61,4
b) 10% və 20% Mn və Cr duzları ilə bimetallik modifikasiya olunmuş γ -Al ₂ O ₃								
10% (Mn:Cr = 1:3) γ-Al₂O₃(MEA)	54,0	97,0	112,0	19,0	119,0	15,7	34,7	65,3
20% (Mn:Cr = 1:3) γ-Al₂O₃(MEA)	56,0	96,0	150,0	21,5	120,7	16,7	38,2	61,8
10% (Mn:Cr = 1:3) γ-Al₂O₃(DEA)	55,0	97,2	139,2	24,4	123,6	16,4	40,8	59,2
20% (Mn:Cr = 1:3) γ-Al₂O₃(DEA)	59,0	97,6	40,0	26,0	126,2	19,2	45,2	54,8

Cədvəl 8-də verilən katalizatorların (a) – 10% və 20% Mn duzu ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃(MEA); 10% və 20% Mn duzu ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃(DEA)-lərin təkrar istifadəsi zamanı naften-parafin karbohidrogenlərinin oksidləşməsindən alınan SNT+ONT-nin çıxımına nəzər yetirdikdə məlum olur ki, həmin katalizatorların ilkin istifadəsindən ~2-2,2% az çıxımla sintetik üzvi turşular qarışığı sintez edilmişdir. Bu isə qənaətbəxş nəticədir. Cədvəl 8-dən görüldüyü kimi, (bimetallik) modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃ katalizatorları - (b) təkrar istifadə edildikdə də yüksək katalitik aktivlik göstərir. Bu katalizatorların təkrar istifadəsi zamanı turşular qarışığının çıxımı cüzi miqdarda ~1-1,6% azalır.

Naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada katalitik oksidləşmə prosesinin zamandan asılılığının formal kinetik qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi

Naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada nano γ -Al₂O₃ əsasında alınmış katalizatorların iştirakında aparılan aerob oksidləşmə prosesinin gedişatında baş verən dəyişikliklərin zamandan asılılığı bir saat intervalla götürülən nümunələrin İQ spektrlərinin təhlili ilə tədqiq olunmuşdur.

20% Mn duzu ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃ (DEA) katalizatorunun iştirakında reaksiya başladıqdan bir saat sonra götürülmüş nümunənin İQ spektrində C=O rabitəsi üçün xarakterik olan 1708 sm⁻¹-də udulma zolağı müşahidə olunur. Oksidləşmənin 1, 3 və 4-cü saatlarında götürülən nümunələrin İQ spektrləri praktik olaraq eynidir. Bununla belə, karbonil qrupunun C=O rabitəsinə uyğun udulma zolağının intensivliyi artmışdır. Naften-parafin karbohidrogenləri qarışığının sonrakı oksidləşməsi göstərdi ki, İQ spektrində 6 saat oksidləşmədən sonra 1715 sm⁻¹ (C=O) udulma zolağının intensivliyi artmaqda davam edir.

Oksidləşmə prosesinin aparılma müddətindən asılı olaraq prosesin gedişatında əmələ gələn C=O rabitəsinin optik sıxlığının dəyişməsi cədvəl 9-da təqdim olunmuşdur.

Beləliklə, γ -Al₂O₃ əsaslı katalizatorların iştirakında naften-parafin fraksiyasının oksidləşmə reaksiyasının İQ-spektroskopik

təhlili göstərdi ki, oksidləşmə reaksiyasının 5-ci və 6-cı saatlarında nəticə demək olar ki, eynidir, ona görə reaksiya 5 saat aparılmalıdır.

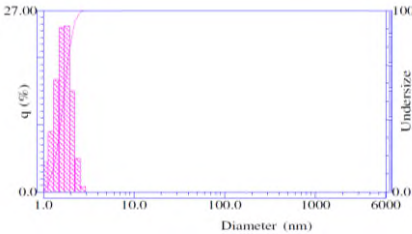
Cədvəl 9. Götürülən nümunələrdə oksidləşmə prosesinin aparılma müddətinə görə $D_{968}(\text{CH})$, $D_{1028}(\text{CH})$, $D_{1708}(\text{C}=\text{O})$, $D_{1762}(\text{OH})$ optiki sıxlıqlarının dəyişməsi

Nümunə	$D_{968}(\text{CH})$	$D_{1028}(\text{CH})$	$D_{1708}(\text{C}=\text{O})$	$D_{1762}(\text{C}=\text{O})$
Xammal	0,002	0,002	-	-
1-ci saat	0,001	0,002	0,004	-
2-ci saat	0,001	0,001	0,008	-
3-cü saat	0,001	0,001	0,022	-
4-cü saat	0,002	0,001	0,026	-
5-ci saat	0,001	0,002	0,037	-
6-cı saat	0,001	0,001	0,041	0,023

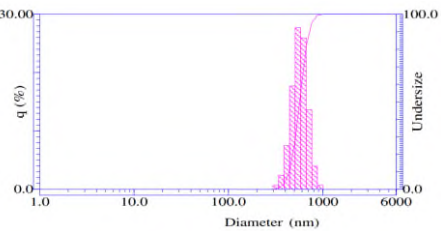
Mn, Cr, Co metal duzları ilə modifikasiya olunmuş nano $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ katalizatorlarından ibarət sistemlərdə hissəciklərin ölçülərinin təyini

Naften-parafin karbohidrogenlərinin oksidləşmə prosesində katalizator kimi tədqiq edilən dəyişkən valentli metal duzları ilə modifikasiya olunmuş nano $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ kristallarının ölçüsünü və paylanmasını müəyyənləşdirmək üçün $23,3^\circ\text{C}$ -də LB 550 (Horiba, Yaponiya) analizatoru vasitəsi ilə işığın dinamik səpələnməsi (İDS) metodu tətbiq edilmişdir.

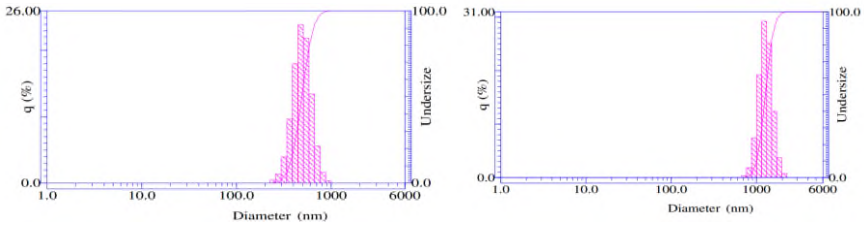
Naften-parafin karbohidrogenlərinin 20% kütlə miqdarında Mn duzu ilə modifikasiya olunmuş nano- $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (MEA) ilə katalitik oksidləşməsi zamanı İDS parametrləri prosesdən əvvəl, 1 saat və 5 saat sonra əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir (şəkil 3).



(a)



(b)



(c)

(d)

Şəkil 3. Naften-parafin karbohidrogenlərinin (a), NPK və katalizator qarışığının oksidləşmə prosesindən əvvəl (b), 1 saat (c) və 5 saat (d) sonra maye fazada katalitik tozun - 20 % Mn-la modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃ (MEA) İDS-spektri

Belə ki, oksidləşmə prosesindən 1 saat sonra - c) və 5 saat sonra - d) maye fazada katalitik tozun İDS-spektrinə əsasən: c) 0 nm-dən 481,6 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur. Orta qiymət 487,4 nm, maksimum qiymət 489,3 nm-də qeydə alınmışdır. 489,3 nm-dən 6000 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur; d) 0 nm-dən 1248,8 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmamış və orta qiymət 1270,0 nm, maksimum qiymət 1270,9 nm-də qeydə alınmışdır. 1270,9 nm-dən 6000 nm-ə kimi hissəciklərin paylanması müşahidə olunmur.

20 % kütlə miqdarında Mn duzu ilə modifikasiya olunmuş nano- γ -Al₂O₃(MEA)-in iştirakı ilə aparılan oksidləşmə prosesi zamanı reaksiyadan 1 saat sonra hissəciklərin ölçüsünün orta qiyməti ~ 0,5 mkm olduğu halda, reaksiyanın 5-ci saatında bu qiymət 1,2 mkm təşkil etmişdir. Bu fərq karbohidrogenlərin oksidləşmə prosesinə reaksiya mühitinin təsiri ilə bağlı ola bilər. Belə ki, katalizator naften-parafin konsentratından ibarət maye fazada mikroölçülü hissəciklərdən ibarət dispers sistem əmələ gətirir, reaksiyadan sonra hissəciklərin ölçüsü 2,4 dəfə artır. Reaksiya mühitində katalizatorun zəif aqreqatlaşmış hissəciklərinin yaranması onların reaksiya məhsulları ilə əhatə olunması ilə izah edilə bilər.

Sintetik neft turşularının azotlu törəmələrinin sintezi və alınmış birləşmələrin poladın CO₂ korroziyasına qarşı inhibitor kimi tədqiqi

Oksidləşmə prosesi nəticəsində alınmış SNT və etanolaminlər (monoetanolamin (MEA), dietanolamin (DEA) və trietanolamin (TEA)) əsasında aminoefirlər sintez edilmişdir. Sintez olunan aminoefirlərin CO₂ korroziyasının kinetikasına təsirinə öyrənilməsi məqsədilə “ACM Instruments Gill AC № 1197” model cihazı (“ACM Instruments Version 5” proqramı) tədqiqatlarda tətbiq olunmuşdur. Alınmış aminoefirlərin poladın korroziyasının kinetikasına təsiri CO₂ ilə doyurulmuş, NaCl-in suda 1%-li məhlulunda öyrənilmişdir.

Cədvəl 10. 100 mq/l qatılıqlı SNT:DEA və SNT:MEA əsasında alınmış aminoefirlərin korroziyadan mühafizə inhibitoru kimi uzun müddətli istifadəsi

İnhibitorun adı	Müddət, saat	Korroziya cərəyanı, mA/m ²	Korroziya sürəti, mm/il	Metal itkisi, mm	Korroziyadan mühafizə effekti, %
İnhibitorsuz	100	3353,3	3,8865	0,0466478	-
	200	2884,2	3,3428	0,086301	-
	300	3205,4	3,715	0,1287844	-
	370	2778,5	3,2202	0,1557425	-
	400	3037,1	3,52	0,1697305	-
	430,37	3114,5	3,6097	0,1812434	-
	433,37	1358,6	1,5747	0,1819728	-
SNT:MEA əsasında alınmış aminoefir	100	101,88	0,1180865	0,001315	97
	200	97,169	0,1126191	0,002778	97
	300	77,802	0,0901728	0,00397	97
	370	82,99	0,096186	0,004933	97
	400	91,018	0,1054903	0,005288	97

Cədvəl 10-nun ardı

	430,37	96,142	0,1114297	0,005691	97
	433,37	92,165	0,0720501	0,00572	95
SNT:DEA əsasında alınmış aminoefir	100	150,56	0,130447	0,001076	96,6
	200	200,9	0,124979	0,006726	96,3
	300	587,2	0,102533	0,016652	97,2
	370	820,89	0,108546	0,025552	96,63
	400	1203,5	0,11785	0,030948	96,65
	430,37	1437,6	0,12379	0,03757	96,57
	433,37	1776,6	0,08441	0,04354	94,64

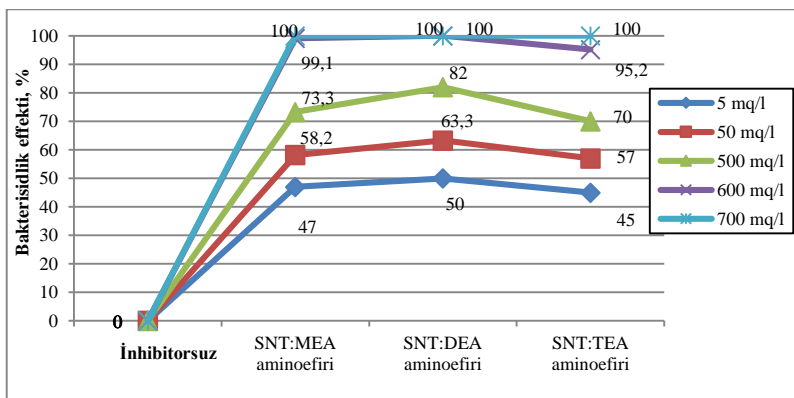
Sintez olunan aminoefirlər içərisində SNT və MEA əsasında alınmış aminoefir 100 mq/l qatılıqda 20 saat ərzində maksimum korroziyadan mühafizə effektivinə malik olmuşdur (99,54%). Birləşmələrin karbon qazı korroziyasına qarşı inhibitor kimi uzun müddətli təsirinin araşdırılması məqsədilə 20 saatlıq nəticələrdə daha yüksək mühafizə effektivinə malik birləşmələrin ~433 saat müddətində (18 sutka) korroziya prosesinə təsiri də tədqiq olunmuşdur (cədvəl 10).

Həmçinin, korroziya ilə mübarizədə üzvi turşuların komplekslərinin inhibitor kimi istifadəsi zamanı yüksək nəticələr əldə edilmişdir ki, bu baxımdan sintez olunan SNT və polietilenpoliaminlər əsasında alınmış imidazolin törəmələrinin HCOOH (G II) və CH₃COOH (G I) komplekslərinin CO₂ korroziyasına qarşı uzunmüddətli təsiri tədqiq olunmuşdur. 100 mq/l qatılıqda götürülmüş G-I və G-II komplekslərinin poladın korroziyasına təsirinin 100-433 saat ərzində olan nəticələrinə əsasən G-I inhibitoru təcrübənin 18-ci günündə (433,37 saatda) 95,5%, G-II inhibitoru isə ~97% korroziyadan mühafizə effekti göstərmişdir (şəkil 4 və şəkil 5).

Beləliklə, SNT və etanolaminlər əsasında alınmış aminoefirlər; SNT ilə ONT qarışığı və polietilenpoliamin əsasında alınmış imidazolinlərin üzvi turşularla kompleksləri CO₂mühitində effektiv korroziya inhibitorları kimi istifadə edilə bilər.

Sintetik neft turşularının azotlu törəmələrinin bakterisid-inhibitor xassələrinin tədqiqi

γ - Al_2O_3 əsaslı katalizatorların iştirakı ilə sintez edilmiş SNT əsasında alınmış aminoefirlərin və SNT-nin metal (Ba, Al) duzları məhlullarının 15 sutka ərzində sulfatreduksiyaedici bakteriyaların həyat fəaliyyətinə bakterisid təsir effekti nəzərdən keçirilmişdir. Sintez olunmuş birləşmələrin bakterisid təsirinin öyrənilməsi üçün tədqiqat obyektini kimi “OCT 39-151-83” əsaslı Abşeron-Binəqədi yatağından götürülmüş 1143 ştammi olan “Desulfovibrio desulfuricans” növündən istifadə olunmuşdur. İnhibitorların bakterisid xassələrinin təyininə Γ OCT 18963-73-dən istifadə edilmişdir. SRB-lərin inkişafı üçün əlverişli sayılan Postqeyt B qidalı mühiti götürülmüş və mühitin pH-nın ~ 7 - $7,5$ intervalında olmasına diqqət yetirilmişdir. Nəticələr şəkil 4-də təsvir edilmişdir.



Şəkil 4. SNT-nin aminoefirlərinin bakterisid təsirinin qrafik təsviri

Eyni zamanda SNT-nin Ba və Al duzları sintez olunmuş və onların (hər birinin 10% heksanda məhlulunun) 15 gün ərzində SRB-lərə qarşı bakterisid kimi sınaq nəticələri cədvəl 11-də və şəkil 5-də verilmişdir.

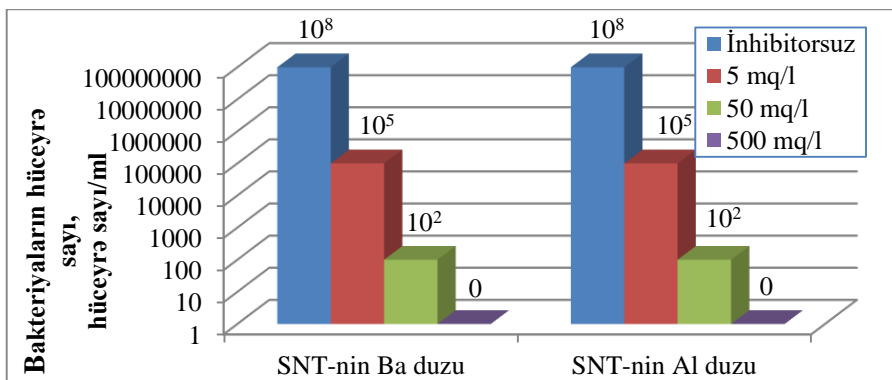
Cədvəl 11-dən göründüyü kimi, SRB-lərə qarşı SNT-nin Ba duzu 5, 50 və 500 mq/l qatılıqda, uyğun olaraq, 53,3%, 80% və

100%; SNT-nin Al duzu isə 55%, 85% və 100% bakterisid effekti göstərərək SRB-lərin inkişafını tam şəkildə dayandırmışdır.

Cədvəl 11. SNT-nin metal (Ba və Al) duzlarının SRB-yə qarşı bakterisid kimi sınaq təcrübələrinin nəticələri

SNT-nin metal duzları	Maddənin qatılığı, mq/l	Bakteriyaların sayı (hüceyrə sayı/ml)	H ₂ S miqdarı mq/l	Bakterisid effekti, Z-%
SNT-nin Ba duzu	5	10 ⁵	238	53,3
	50	10 ²	102	80
	500	-	-	100
SNT-nin Al duzu	5	10 ⁵	230	55
	50	10 ²	76.5	85
	500	-	-	100
Nəzarət-I	-	-	24	-
Nəzarət-II	-	-	510	-
Nəzarət-III	-	10 ⁸	-	-

Qeyd: Nəzarət-I SRB-siz mühitdə H₂S-in miqdarı, Nəzarət-II SRB-li mühitdə H₂S-in miqdarı, Nəzarət-III Qidalı mühitdə bakteriyaların sayı



Şəkil 5. SNT-nin Ba və Al duzlarının SRB-nin hüceyrə sayına bakterisid təsirinin grafik təsviri

Şəkil 5-ə əsasən belə nəticəyə gəlmək olar ki, inhibitorsuz mühitdə bakteriyaların hüceyrə sayı yüz milyonlarla (10⁸) olmasına

baxmayaraq, 500 mq/l qatılıqda inhibitorlu mühitlərdə isə bakteriyaların hüceyrə sayı yüz milyondan sifra enmişdir.

Beləliklə, sintez olunmuş SNT və ONT-nin müxtəlif sahələrdə tətbiqi göstərmişdir ki, dəyişkən valentli metal duzları ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃ katalizatorlarının iştirakı ilə alınmış sintetik neft turşuları qarışığı həqiqətən də sənaye əhəmiyyətli, geniş tətbiq sahəsinə malik birləşmələrdir və həmin inhibitorlar sənayedə tətbiqə tövsiyyə oluna bilər. Eyni zamanda sintez olunan sintetik neft turşuları qarışığı hal-hazırda da ehtiyatı çox az olan təbii neft turşularının ən yaxşı əvəzediciləridir.

NƏTİCƏLƏR

1. Azərbaycan neftləri qarışığının 190-330°C temperaturda qaynayan dizel fraksiyasından ayrılmış naften-parafin karbohidrogenlərinin dəyişkən valentli metalların (Mn, Co, Cr) duzları ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃-in katalitik iştirakı ilə maye fazada aerob oksidləşdirilməsi prosesi həyata keçirilmişdir. Katalizatorlarda daşıyıcı rolunu oynayan γ -Al₂O₃-in zol-gel metodu ilə sintezi zamanı stabilləşdirici olaraq MEA və DEA istifadə olunmuşdur. Oksidləşmə prosesi zamanı monometallik katalitik sistemlər içərisində 10% Mn duzu ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃ (DEA)-in katalizator kimi istifadəsi ilə SNT+ONT-nin çıxımı daha yüksək olmuşdur (katalizator xammala nəzərən 0,2% kütlə götürüldükdə 38,7% çıxımla) [1, 2, 3, 4, 5, 6].
2. Metal duzları ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃-də metalın kütlə payı artdıqca daha yüksək çıxımla sintetik üzvi turşular qarışığı alınmışdır. Belə ki, Mn duzu ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃ (DEA)-də Mn-nın %-lə miqdarı 10%-dən 20%-ə qədər artırıldıqda 40,6% çıxımla SNT+ONT qarışığı əldə edilmişdir. Həmçinin, γ -Al₂O₃ (DEA)-in iki fərqli metal duzu ilə modifikasiyasının 1:3 nisbətli mexaniki qarışığının prosesdə katalizator kimi iştirakı zamanı məqsədli məhsulların çıxımı bir qədər də yüksəlmişdir – 20% Mn duzu ilə modifikasiya olunmuş

- γ -Al₂O₃ (DEA) / 20% Cr duzu ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃ (DEA) = 1/3 mexaniki qarışığının katalitik istifadəsində sintetik üzvi turşular qarışığının çıxımı 44,4% olmuşdur [8, 10, 11, 12, 15].
3. γ -Al₂O₃-in Mn, Co, Cr duzları ilə bimetallik modifikasiyaları aromatsizləşdirilmiş dizel fraksiyasının oksidləşmə prosesində katalizator kimi istifadə olunmuşdur. Belə ki, havanın oksigeni ilə maye fazada naften-parafin karbohidrogenlərinin oksidləşməsi prosesində istifadə olunan bimetallik katalizatorlar içərisində SNT və ONT-nin daha yüksək çıxımla alınmasına nail olunmuşdur: 1) 20% (Mn:Cr=1:3)-la modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃ (sintezi zamanı stabilləşdirici olaraq MEA istifadə olunmuşdur) bimetallik katalizatorunun istifadəsi zamanı 22% çıxımla SNT və 17,2% çıxımla ONT; 20% (Mn:Cr=1:3)-la modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃ (sintezi zamanı stabilləşdirici olaraq DEA istifadə olunmuşdur) -in istifadəsi zamanı 26,8% çıxımla SNT və 20% çıxımla ONT alınmışdır.
 4. Eyni zamanda, oksidləşmə prosesində katalizatorların təkrar istifadəsi də aparılmış və keçid metal duzları ilə γ -Al₂O₃-in monometallik modifikasiyalarında ilkin istifadədən ~2%, bimetallik modifikasiyalarında isə ~1-1,6% daha az çıxımla sintetik üzvi turşular qarışığı sintez edilmişdir.
 5. Oksidləşmə prosesinin optimal parametrlərinin müəyyən olunması üçün 20% Mn duzu ilə modifikasiya olunmuş daşıyıcısı nano γ -Al₂O₃ (MEA) və γ -Al₂O₃ (DEA) olan katalitik tərkib götürülmüş və naften-parafin karbohidrogenlərinin oksidləşmə prosesinin zamandan asılılığı İQ spektroskopiya metodundan, katalizatorların hissəciklərinin ölçüsü və paylanması İDS metodundan istifadə edilməklə müəyyən olunmuşdur.
 6. SNT və etanolaminlər (MEA, DEA və TEA) əsasında alınmış aminoefirlərin korroziyadan mühafizə xassəsi öyrənilmişdir: 20 saat müddətində polad elektrodu 50 və 100 mq/l qatılıqda, uyğun olaraq, SNT:MEA aminoefiri 93,2 və 99,5%, SNT:DEA aminoefiri 83,2 və 99,3%, SNT:TEA aminoefiri isə 82,8 və 99,3% korroziyadan mühafizə etmişdir. SNT və ONT əsasında

alınan imidazolin törəmələrinin üzvi turşularla (CH_3COOH , HCOOH) kompleksləri hazırlanmış, həm imidazolin törəmələrinin komplekslərinin, həm də aminoefirlərin 18-19 gün ərzində CO_2 korroziyasına qarşı təsiri öyrənilmişdir. Belə ki, 100 mq/l qatılıqda imidazolinin CH_3COOH kompleksi 18-ci gündə (433,37 saatda) 95,5%, HCOOH kompleksi ~97%, SNT:MEA əsasında alınmış aminoefir 95%, SNT:DEA əsasında alınmış aminoefir isə 94,6% korroziyadan mühafizə effektivə malik olmuşdur. Sintez olunan birləşmələrin səmərəli korroziya inhibitoru kimi istifadəsi tövsiyyə edilmişdir [7, 16, 17].

7. SNT-nin Ba və Al duzlarının, eləcə də, aminoefirlərinin bioloji korroziya prosesində bakterisid-inibitor kimi SRB-lərin həyat fəaliyyətinə təsiri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, 500 mq/l qatılıqda SNT-nin Ba və Al duzları, 700 mq/l qatılıqda isə aminoefirlərin hər biri 100% bakterisid effekt göstərmişdir [9, 13].

Dissertasiyanın əsas məzmunu aşağıdakı elmi əsərlərdə dərc edilmişdir:

1. Əfəndiyeva, L.M. Neftin naften-parafin fraksiyasının Cr-, Co-, Mn- duzları ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃-in iştirakı ilə katalitik oksidləşməsi / L.M. Əfəndiyeva, H.C. İbrahimov, G.Y. Rüstəmli, S.F.Əhmədbəyova, X.R. Məmmədova, B.M.Əliyev, V.M.Abbasov // Kimya problemləri, -Bakı: - 2019. № 2 (17), - p.323-329.

2. Rüstəmli, G.Y. Neftin dizel fraksiyasından ayrılmış naften-parafin karbohidrogenlərinin nano γ -Al₂O₃ üzərində CVD metodu ilə keçid metalları yerləşdirilmiş katalitik sistemlərin iştirakı ilə maye fazada oksidləşmə // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı il dönümünə həsr olunmuş “Tələbələrin I Respublika elmi konfransları”, Bakı Ali Neft Məktəbi, -Bakı: -15-19 aprel, - 2019, - p. 24-25.

3. Abbasov, V.M., Əfəndiyeva, L.M., Rüstəmli, G.Y., Məmmədova, X.R., Nəsimova, G.Q., Əhmədbəyova, S.F., İbrahimov, H.C. Neft karbohidrogen-lərinin havanın oksigeni və Cr-, Co-, Mn- duzları ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃-in katalitik iştirakı ilə oksidləşməsi // “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” beynəlxalq elmi konfrans - I hissə, - Gəncə: -3-4 may, - 2019, -s.193-194.

4. Abbasov, V.M., Afəndiyeva, L.M., Rustamli, G.Y., Ahmadbayova, S.F., İbrahimov, H.C. Synthesis of synthetic petroleum acids based on naphthene-paraffin hydrocarbons in the catalytic presence of nano γ -Al₂O₃ modified by Cr-, Co-, Mn- salts // “Kimyanın yıldızlı 100. yılı Ulusal Kimya Kongresi”, Yıldız Teknik universiteti, - İstanbul: -10-13 Eylül, -2019, - p.270.

5. Abbasov, V.M., Əfəndiyeva, L.M., Rüstəmli, G.Y., Nəsimova, G.Q., Əhmədbəyova, S.F., Tahirova, F.F., İbrahimov, H.C. Cr-, Co-, Mn- duzları ilə modifikasiya olunmuş γ -Al₂O₃-ün naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada oksidləşməsinə katalitik təsiri // AMEA-nın akademik Y.H. Məmmədəliyev adına NKPI-nin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Müasir kimyanın aktual problemləri” mövzusunda beynəlxalq elmi konfransı, -Bakı: -2-4 oktyabr, -2019, - p.150.

6. Abbasov, V.M. Aerobic oxidation of naphthene-paraffinic hydrocarbons of petroleum in the presence of γ -Al₂O₃ modified by transition metals / V.M. Abbasov, L.I. Aliyeva, L.M. Afandiyeva, H.J. Ibrahimov, G.Y. Rustamli // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, -Baku: -2020. Vol. 21, № 1, - p.80-89.

7. Алиева, Л.И. Комплексы N-производных синтетических окси- и нефтяных кислот в качестве ингибиторов углекислотной коррозии стали / Л.И. Алиева, Л.М. Эфендиева, В.М. Аббасов, Г.Ю. Рустамли, С.Ф. Ахмедбекова // Практика Противокоррозионной Защиты, - Россия: - 2020. т.25, №2, -с. 18-25.

8. Rüstəmli, G.Y. Keçid metalları ilə modifikasiya olunmuş nano γ -Al₂O₃ katalitik sistemlərinin iştirakı ilə neftin naften-parafin karbohidrogenlərinin aerob oksidləşmə prosesinin tədqiqi // - Azerbaijan journal of chemical news, -2020. Vol.1, № 1, - p. 77-84.

9. Эфендиева, Л.М. Исследование бактерицид-ингибиторных свойств аминоэфиров, полученных на основе синтетических нефтяных кислот / Л.М. Эфендиева, Д.Б. Агамалиева, Г.Ю.Рустамли, Н.Н. Бабанлы, Г.Г. Насибова, С.Ф. Ахмедбекова, В.М. Аббасов // Нефтепереработка и нефтехимия, - Россия: - 2020. № 8, -с. 13-16.

10. Afandiyeva, L.M., Rustamli, G.Y., Saadova, L.M, Nasibova, G.G., Ahmadbayova, S.F., Mazamova, T.A., Ibrahimov, H.C. Aerobic oxidation of naphthene-paraffinic hydrocarbons in the catalytic presence of γ -Al₂O₃ modified by transition metals // 9th Rostocker International Conference: "Technical thermodynamics: thermophysical properties and energy systems" Thermam, - Rostock: - 15th October, - 2020, - p.53.

11. Ibrahimov, H.C., Afandiyeva, L.M., Malikli, S.R., Rustamli, G.Y., Babali, R.A. Obtaining of nanostructured γ -Al₂O₃ by sol-gel method // 9th Rostocker International Conference: "Technical thermodynamics: thermophysical properties and energy systems" Thermam, - Rostock: -15th October, - 2020, - p.83.

12. Ибрагимов, Х.Д. Синтез и физико-химические свойства нанодисперсного оксида алюминия / Х.Д. Ибрагимов, Г.Ю.Рустамли, С.Р.Меликли, Ю.Г. Юсифов, З.М. Ибрагимова,

Л.М. Эфендиева, М.И. Рустамов, Л.М. Саадова // Национальная Академия Наук Азербайджана Доклады, Азербайджан, -Баку:- 2020. т. LXXVI, № 3-4, -с.34-40.

13. Afandiyeva, L.M., Aghamaliyeva, D.B., Rustamli, G.Y., Babanly, N.N., Mazamova, T.A., Abbasov, V.M. Study of bactericidal-inhibitory properties of amino acids obtained on the basis of synthetic petroleum acids // International conference on actual problems of chemical engineering, dedicate to the 100th anniversary of the Azerbaijan State Oil and Industry University, - Baku: -24-25 December, - 2020, -с.10-14.

14. Rüstəmli, G.Y. Naften-parafin karbohidrogenlərinin maye fazada katalitik oksidləşmə prosesinin tədqiqi // - Naxçıvan: Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Elmi əsərlər, -2021. Vol.2, №17, - s. 36-42.

15. İbrahimov, H.C., Yusifov, Y.H., Əfəndiyeva, L.M., Rüstəmli, G.Y., Məlikli, S.R., İbrahimova, Z.M. Zol-gel metodu ilə nano- γ - Al_2O_3 -ün sintezi haqqında // Nizami Gəncəvinin anadan olmasının 880 illiyinə həsr olunan “Kimyanın müasir problemləri” Respublika elmi konfransı - Sumqayıt Dövlət Universiteti, - Sumqayıt: - 15-16 aprel, - 2021, №1, - p.181-184.

16. Аббасов, В.М. Исследование аминоэфиров синтетической нефтяной кислоты, полученной аэробным окислением нафтен-парафиновых углеводородов, в качестве ингибиторов коррозии / В.М. Аббасов, Л.М. Эфендиева, Д.Б. Амагалиева, Г.Ю. Рустамли, Р.М. Юсифов, Ч.Э. Агаев // Практика противокоррозионной защиты, - 2022. №3 (27), - с.47-56.

17. Abbasov, V.M., Əfəndiyeva, L.M., Ağamaliyeva, D.B., Rüstəmli, G.Y., Ağayev, Ç.E. Sintetik neft turşuları əsasında alınmış aminoefirlərin korroziya inhibitoru kimi tədqiqi // Akademik Nadir Mir-İbrahim oğlu Seyidovun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Katalizatorlar, olefinlər əsaslı yağlar” Respublika elmi konfransı, - Bakı: - 19-20 may, - 2022, - s. 55.

Dissertasiyanın müdafiəsi 22 dekabr 2023-cü il tarixində saat 10⁰⁰-da Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyinin akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.16 Dissertasiya şurasının bazasında qeydiyyat nömrəsi BFD 1.16 olan Birdəfəlik dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1025, Bakı şəhəri, Xocalı pr. 30

Dissertasiya ilə Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyinin akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları NKPI-nin rəsmi internet saytında (www.nkpi.az) yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 20 noyabr 2023-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 17.11.2023

Kağızın formatı: A5

Həcm: 39231

Tiraj: 100