AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

ALLİL- VƏ PROPENİLFENOLLAR ƏSASINDA HETEROATOMLU BİRLƏŞMƏLƏRİN, ONLARIN ÇEVRİLMƏ MƏHSULLARININ SİNTEZİ VƏ TƏDQİQİ

İxtisas: 2314.01 – Neft kimyası

Elm sahəsi: Kimya

İddiaçı: **Günay Müzakir qızı Mehdiyeva**

Elmlər doktoru elmi dərəcəsi almaq
üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2025

Dissertasiya işi Bakı Dövlət Universitetinin "Neft kimyası və kimya texnologiyası" kafedrasının nəzdində olan "Alkenilfenollar kimaysı" elmi-tədqiqat laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi məsləhətçi: kimya elmləri doktoru, professor
Musa Rza oğlu Bayramov

Rəsmi opponentlər: Kimya elmləri doktoru, professor,
AMEA-nın müxbir üzvü
Məhəmməd Baba oğlu Babanlı

Kimya elmləri doktoru, professor,
AMEA-nın müxbir üzvü
Tofiq Abbasəli oğlu Əliyev

Kimya elmləri doktoru, professor,
AMEA-nın müxbir üzvü
Bəxtiyar Əjdər oğlu Məmmədov

Kimya elmləri doktoru, dosent
Mənzər Nəzaməddin qızı Əmiraslanova

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.16 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, dosent
_____ **Füzuli Əkbər oğlu Nəsirov**

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Hazırda neft-kimya elminin aktual problemlərindən biri də müxtəlif təyinatlı, yeni, iqtisadi və ekoloji cəhətdən daha səmərəli, polifunksional səthi aktiv heteroatom saxlayan üzvi birləşmələrin işlənib hazırlanmasıdır.

Son illərdə neft-kimya sənayesində bir çox problemlərin həlli ilə əlaqədar yeni effektiv proseslər həyata keçirilir. Məsələn, yüksək çıxımla məqsədyönlü birləşmələrin alınması üsullarının işlənib hazırlanması, ətraf mühitə atılan tullantıların azaldılması, bərpası və s. Bununla belə, hələ də həllini tapmamış iqtisadi və ekoloji problemlər mövcuddur.

Belə ki, dünya miqyasında metalların və metal konstruksiyaların 25-30%-dən çoxu tərkibində hidrogen sulfid, xloridlər, CO_2, sulfatlar və mikroorqanizmlərin fəaliyyəti nəticəsində korroziya və biokorroziyaya (sulfat reduksiya edici bakteriyaların təsiri nəticəsində) uğrayır və yararsız hala düşür[1].

Son illərin elmi-texniki ədəbiyyatının təhlilindən göründüyü kimi, mövcud xammal növləri əsasında neftçıxarma və neft emalı sənayesində geniş tətbiq üçün nəzərdə tutulmuş yeni korroziya inhibitorlarının işlənib hazırlanması mühümdür. Onlardan təkcə neft quyularının istismarında deyil, həm də neftin daşınmasında da istifadə olunur[2].

Digər tərəfdən, dünya miqyasında neftin hasilatı proseslərinin intensivləşdirilməsi məqsədilə mineral turşuların sulu məhlullarından istifadə etməklə quyuların, metal boruların daxili səthlərini vaxtaşırı təmizləmək vacib hesab olunur və nəticədə metal avadanlıqlar həmin turşular iştirakında korroziyaya uğrayır.

Korroziyaya qarşı, bakterisid və digər əhəmiyyətli xassələrə malik üzvi birləşmələr əsasən səthi-aktivdir, onlar metal səthində adsorbsiya olunaraq təbəqələr əmələ gətirir, bu da korroziyanın

---

[1] Migahed, M.A. Beneficial Role of Surfactants as Corrosion Inhibitors in Petroleum Industry: A Review Article // Chem. Eng. Commun., - 2009. V.196, - p. 1054–1075.
[2]Аббасов, В.М. Реагенты и продукты для нефтяной, газовой, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленностей/ В.М. Аббасов, Л.И. Алиева, Е.Ш. Абдуллаев, [и др.]/ Монография, Издательство “Элм”, - 2017, - 436 с.

qarşısının alınmasına səbəb olur. Tərkibində funksional qruplar və heteroatomlar (O, N, S, P) saxlayan korroziya inhibitorları məlum olsa da, eyni zamanda həm korroziyaya qarşı, həm bakterisid (SRB) və digər mühüm xassələrə malik olan üzvi birləşmələrin sayı çox məhduddur və onlara tələbat durmadan artır.

Bu baxımdan, tərkibində müxtəlif funksional qruplar və heteroatomlar saxlayan fenol birləşmələri, xüsusilə də alkil- və alkenilfenol törəmələri metalların turş mühitdə korroziyasının qarşısını alan inhibitorlar, bakterisidlər (SRB), neft məhsullarına əlavələr, dərman vasitələri və digər qiymətli məhsullar kimi istifadə olunur. O da məlumdur ki, fenol birləşmələrinin və onların müxtəlif törəmələrinin yağlara və yanacaqlara antimikrob, antioksidant, korroziyaya qarşı, özlülük-temperatur aşqarları kimi istifadəsi mühümdür.

Neft-kimya elminin digər aktual problemlərindən biri də su sistemlərini, o cümlədən məişət və sənaye çirkab sularını ağır metallardan, radionuklidlərdən və digər zərərli maddələrdən təmizləmək üçün fenol birləşmələri əsasında alınan polifunksional sorbentlərin işlənib hazırlanmasıdır. Son illərdə bu sahədə xeyli tədqiqatlar aparılsa da, ion dəyişdiricilərdən, sorbsiya materiallarından və s.-dən istifadə etməklə müxtəlif təmizləmə üsulları təklif edilsə də, onların təkrar istifadəsi ilə bağlı bir çox problemlər kifayət qədər həllini tapmamışdır ki, bu da məqsədyönlü tədqiqat işlərinin davam etdirilməsinin vacibliyindən xəbər verir. Bu məqsədlə tərkibində hidroksil, amin, amid, nitril, karboksil və digər reaksiyaya qabil fraqmentlər saxlayan “tikili” quruluşlu materiallar xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, bunlardan "mülayim" şəraitlərdə neft və su sistemlərindən ağır metalların, zərərli maddələrin sorbsiyasını həyata keçirmək mümkündür.

Dünyada oliqomer və polimer materiallarının sintez mərhələsində onların quruluşunu kimyəvi modifikasiya etməklə müxtəlif təyinatlı işığa və termiki davamlılığının artırılması ilə bağlı problemin həllinə də xüsusi diqqət yetirilir və alınan sopolimerlərin istismar xassələrini yaxşılaşdırmağa və müddətini əhəmiyyətli dərəcədə artırmağa imkan verir.

Son 25-30 ildə fenolların və onların törəmələrinin kimyəvi çevrilməsinə maraq kəskin şəkildə artmışdır. Məsələn, təbii fenol birləşmələrinin tədqiqi, onların bitkilərdən çıxarılmasının əlverişli üsullarının işlənib hazırlanması, şiş əleyhinə dərman vasitəsi kimi istifadə edilməsi və s.

Bu baxımdan, alkenilfenolların aldehidlər və aminlərlə kondensləşmə məhsulları (Mannix reaksiyası) xüsusi diqqətə layiqdir. Mannix reaksiyasının öyrənilməsinə və əldə edilən uğurlara baxmayaraq, Mannix reaksiyasında ikili amin əvəzinə birli amindən istifadə edərək, kondensləşmə reaksiyasını qiymətli yeni prekursor - alkenil əvəzli 1,3-benzoksazinin əmələ gəlməsi istiqamətinə yönəltmək mümkündür və əvvəllər ədəbiyyatda məlum olmayan yeni səmərəli materialların yaradılması məqsədi ilə ondan sonrakı reaksiyalarda istifadə etməyə imkan verir.

Yuxarıda göstərilən problemlərin həllini nəzərə alaraq, təqdim olunmuş dissertasiya işi "Allil- və propenilfenollar əsasında heteroatomlu birləşmələrin, onların çevrilmə məhsullarının sintezi və tədqiqi" mövzusuna həsr olunmuşdur. Burada allil və propenilfenolların yeni heteroatom saxlayan törəmələrinin, onların çevrilmə məsullarının quruluşları və xassələri arasındakı qanunauyğunluğun (korroziya inhibitorları, biosidlər, SRB artımının qarşısını alan reagentlər, aşqarlar, antioksidantlar və s.) elmi əsaslarının işlənb hazırlanmasına həsr olunmuşdur. İş aktualdır, elmi-praktiki əhəmiyyət kəsb edir**.**

Tədqiqatın obyekti və predmeti. Tədqiqatın obyekti və predmeti allil və propenilfenollar əsasında heteroatom saxlayan birləşmələrin, onların çevrilmə məhsullarının alınması və praktiki tətbiqi yollarının tədqiqi olmuşdur.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Əsas məqsəd 2-allil-, 2-propenil- və 4-izopropenilfenollar əsasında heteroatom saxlayan birləşmələrin sintezi, onların antioksidant, özlülük-temperatur və mikrob əleyhinə xassələrinin öyrənilməsi olmuşdur. Bundan əlavə, qarşıya qoyulan məqsəd onların turşu, karbohidrogen mühitlərində, hidrogen sulfid və karbon qazı ilə doymuş lay sularında poladın korroziyasına qarşı inhibitor, həmçinin SRB-nin inkişafının qarşısını almaq üçün reagentlər kimi tədqiq etmək olmuşdur. Benzoksazinlər və

oliqomerlər əsasında müxtəlif modifikasiyaedici maddələrdən istifadə etməklə su sistemlərindən, neft-lay sularından və sulu sistemlərdən radioaktiv və ağır metalları sorbsiya edə bilən materiallar alınmışdır. Qarşıya qoyulan məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakılar yerinə yeirilmişdir:

- 2-allil-, 2-propenil- və 4-izopropenilfenolların formaldehid və birli aminlərlə kondensləşmə reaksiyasının tədqiqi, onlar əsasında alkenil əvəzli 1,3-benzoksazinlərin alınması;
- 2-allilfenolun benzaldehid və birli və ya ikili aminlərlə kondensləşmə reaksiyasının öyrənilməsi;
- alınan birləşmələrin quruluşunun və termiki xassələrinin öyrənilməsi;
- dördlü ammonium duzlarının alınması;
- allil və propenilfenolların, 1,3-benzoksazinlərin propargil saxlayan törəmələrinin alınması;
- 2-allilfenol, formaldehid və etilendiaminin kondensasiya məhsullarının sintezi və onun əsasında alınmış materialların sorbsiya xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi;
- 2-allilfenol, formaldehid (və ya benzaldehid) və karbamidin (və ya tiokarbamid) kondensləşmə reaksiyası və reaksiya məhsullarının tədqiqi;
- 1,3-benzoksazinlərin və ammonium duzlarının hidrogen sulfidlə doydurulmuş su-duz karbohidrogen mühitində korroziyaya qarşı xassələrinin öyrənilməsi;
- sintez edilmiş birləşmələrin ammonium duzlarının hidrogen sulfid və CO_2 ilə doydurulmuş neft-lay sularında korroziyaya qarşı xassələrinin öyrənilməsi;
- sintez edilmiş birləşmələrin sulfat turşusu mühitdə korroziyaya qarşı xassələrinin öyrənilməsi;
- sintez edilmiş ammonium duzlarının neftin hasilatı zamanı SRB-nin artımının qarşısının alınması üçün reagent kimi tədqiqi;
- 2-allil- və 2-propenilfenolların kondensləşmə məhsullarının antioksidant xassələrinin öyrənilməsi;
- 2-allil- və 2-propenilfenolların kondensləşmə məhsullarının I-12A yağında özlülük-temperatur xassələrinin öyrənilməsi;

- alkenil əvəzli 1,3-benzoksazinlərin, aminometil törəmələrinin və onların ammonium duzlarının M-8 yağında, suda və DMSO-da antimikrob xassələrinin öyrənilməsi.

Tədqiqat metodları. 2-Allil-, 2-propenil- və 4-izopropenilfenolların aldehidlərlə kondensləşməsi, o cümlədən əldə olunan məhsulların çevrilmələri, onlar əsasında ammonium birləşmələrinin sintezi, eləcə də korroziyaya qarşı tədqiqatlar laboratoriya şəraitində aparılmışdır. Onların strukturları NMR, İQ, element analiz, skan edici, elektron mikroskopiya, γ-spektrometr və s. kimi metodlarla tədqiq edilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar. 2-allil-, 2-propenil- və 4-izopropenilfenolların kondensləşmə məhsulları, eləcə də onlar əsasında ammonium birləşmələri müxtəlif şəraitdə turş mühitdə korroziyaya qarşı inhibitor, SRB-yə qarşı biosid xassələrə, antimikrob, antioksidant və digər xassələrə malikdirlər. Sintez olunmuş birləşmələrin sonrakı çevrilmələrində prekursor kimi kondensləşmə məhsulları tədqiq edilərək sulu sistemlərdən və neft-lay sularından radioaktiv və ağır metalları sorbsiya etmə qabiliyyətinə malik funksional qruplar saxlayan modifikatlar alınmışdır.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. İlk dəfə olaraq aromatik halqa ilə qoşulmuş və qoşulmamış ikiqat rabitə saxlayan 2-allil-, 2-propenil- və 4-izopropenilfenollar əsasında funksional əvəzli tərkibində heteroatom saxlayan birləşmələrin sintezinin və quruluşları ilə xassələri (SRB-nin, antioksidant, antimikrob, sorbsiya) arasındakı asılılığın elmi əsasları işlənib hazırlanmışdır. Eləcə də, ik dəfə olaraq sintez olunmuş yeni birləşmələrin neftçıxarma və neft-kimya sənayesində tətbiqi üçün təkliflər irəli sürülmüşdür.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. 2-allil-, 2-propenil- və 4-izopropenilfenolların aminometil törəmələrini, habelə onlar əsasında müxtəlif quruluşlu 1,3-benzoksazinlər sintez edilmiş, onların praktiki tətbiq sahələrinin müəyyən edilməsi üçün sistemli tədqiqatlar aparılmış və quruluşları ilə xassələri arasındakı qanunauyğunluqlar aşkar edilmişdir. Beləliklə:

- müxtəlif sistemlərdə sintez olunmuş birləşmələrin, eləcə də onların ammonium duzlarının korroziyaya qarşı xassələrini müəyyən etmək məqsədilə hidrogen sulfidlə doydurulmuş su-duz

karbohidrogen, sulfat turşusu mühitində, eləcə də hidrogen sulfid və karbon qazı ilə doydurulmuş neft-lay sularında funksional xassələri tədqiq edilmiş, həmçinin onların quruluşları ilə xassələri arasındakı asılılıq müəyyən olunmuşdur;

- funksional əvəzli heteroatom saxlayan birləşmələr əsasında sintez edilmiş ammonium duzlarının biosid xassələrinin quruluşlarından asılılığı öyrənilmişdir;

- sintez edilmiş yağlarda həll olunan heteroatom saxlayan birləşmələrin antioksidant xassələri tədqiq edilmiş, onların quruluşu ilə xassələri arasındakı asılılıq işlənib hazırlanmışdır;

- sintez edilmiş 1,3-benzoksazinlərin və onların ammonium duzlarının mikroorqanizmlərə (Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Candida albicans, Shigella flexneri, Salmonella enterica, Pseudomonas aeruginosa, Aspergilluni) qarşı antimikrob aktivliyi aşkar edilmiş, bakterisid və funqisid xassələri ilə onların quruluşları arasındakı korrelyasiya müəyyən edilmişdir;

- alkenilfenolların aminometil törəmələri əsasında ekoloji cəhətdən təmiz, işıq və termiki davamlı monomer və polimer stabilizatorların alınması üçün yeni yanaşma müəyyən edilmişdir;

- 2-allilfenolun formaldehid və etilendiaminlə kondensləşmə məhsullarının sulu sistemlərdə və neft-lay sularında uranil ionlarının və ağır metalların tutulmasında sorbsiya etmə qabiliyyətinə malik olması müəyyən olmuşdur.

Aprobasiyası və tətbiqi. Tədqiqatın nəticələri aşağıdakı Beynəlxalq və Respublika elmi konfranslarında məruzə edilmiş və müzakirə edilmişdir: “Ekologiya: problemlər və çağırışlar” mövzusunda Akademik Həsən Əliyevin 105 illik yubileyinə həsr olunmuş II Beynəlxalq Elmi Konfrans (Bakı, 7-8 noyabr 2012-ci il); akademik Valeri Leqasovun 75 illik yubileyinə həsr olunmuş Beynəlxalq Elmi-Texniki Konfrans (Tula, 2012); Ümummilli lider Heydər Əliyevin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş I Beynəlxalq Kimya və Kimya-Texnoloji Konfrans (Bakı, 17-21 aprel 2013-cü il); “Neft və qaz profilli universitetlərdə elm və təhsilin inteqrasiyası -2014” Beynəlxalq elmi-metodiki konfrans, Ufa; Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 91-ci ildönümünə həsr olunmuş “Kimyanın aktual problemləri” VIII Respublika Elmi Konfransı

(Bakı, 7-8 may 2014-cü il); Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr olunmuş IX Respublika Elmi Konfransı (Gəncə, 7-8 may 2015-ci il; Bakı, 2015); Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünə həsr olunmuş "Müasir kimya və biologiyanın aktual problemləri" Beynəlxalq Elmi Konfransı (Gəncə, 12-13 may 2016-cı il); Akademik Yu.Q.Məmmədəliyevin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş "Müasir xromistiyanın aktual problemləri" Beynəlxalq Elmi Konfransı (Bakı, 2-4 oktyabr 2019-cu il); Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 97, 98, 99, 100 və 101 illik yubileylərinə həsr olunmuş Tələbələrin və Gənc Alimlərin III və IV Beynəlxalq Konfransları (6-16 aprel 2020-ci il; 25-26 may 2021-ci il; 18-22 may 2021-ci il; Bakı, 18-22 may; 2023; Bakı, 2024; "Son Elmi Tədqiqatlar" I Beynəlxalq Elmi Konfransı (Oslo, Norveç, 6-8 dekabr 2020-ci il); Respublika Elmi Konfransı (Bakı, 12 dekabr 2020-ci il); IV Beynəlxalq Novruz Elmi Araşdırmalar Konfransı (Qarabağ, 18-21 mart 2021-ci il); Akademik Rəfiqə Əliyevanın 90 illik yubileyinə həsr olunmuş "Nəzəri və Eksperimental Kimyanın Müasir Problemləri" Beynəlxalq Konfransı (Bakı, 29-30 sentyabr 2022-ci il); "Qlobal elmdə innovativ inkişaf" II Beynəlxalq elmi-praktik konfrans (Boston, ABŞ, 26-28 iyun 2023-cü il); "Müxtəliflik və Elmi Sahədə İnklüzivlik" II Beynəlxalq Elmi-Praktik Konfrans (Varşava, 26-28 yanvar 2023-cü il); "Dayanıqlı İnkişafın Qlobal və Regional Aspektləri" VIII Beynəlxalq Elmi-Praktik Konfrans (Kopenhagen, 26-28 mart 2023-cü il); "Scientific Community In" VI Beynəlxalq Elmi-Praktik Konfrans (Hamburq, 6-8 iyul 2023-cü il); Neft kimyası və kimya texnologiyası kafedrasının 80 illik yubileyinə həsr olunmuş "Kimya və kimya texnologiyasında müasir yanaşmalar" Respublika Elmi Konfransı (Bakı, 14 dekabr 2023-cü il); Akademik S.M.-nin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş "Neft, çoxfunksional monomerlər, oleomerlər və sintetik polimerlər" Respublika Elmi Konfransı. Əliyev (Bakı, 23 iyun 2023-cü il); Müstəqil Dövlətlər Birliyinin I Beynəlxalq Kitab Nəşri "Ən yaxşı tədqiqatçı - 2023" (Astana, 2023); "Makromolekulyar birləşmələr texnologiyasının müasir problemləri" Beynəlxalq Elmi Konfransı (Bakı, 25-26 aprel 2024-cü il); "Elm, təhsil, innovasiya: aktual məsələlər və müasir aspektlər" XI Beynəlxalq elmi-praktik

konfrans (Tallin, Estoniya, 16-18 noyabr 2024-cü il); "Elmi nailiyyətlər və innovativ yanaşmalar" Beynəlxalq elmi konfransı, Tokio, Yaponiya (2024) və s.

Dissertasiya işinin nəticələrinə əsasən 82 elmi əsər, o cümlədən 33 məqalə (onlardan 29-u beynəlxalq indeksli), 5 Azərbaycan patenti, 43 konfrans materialı, 1 monoqrafiya çap edilmişdir.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi Bakı Dövlət Universitetinin Neft kimyası və kimya texnologiyası kafedrasının "Alkenilfenollar kimyası" elmi-tədqiqat laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir. Dissertasiyada təqdim olunan iş Bakı Dövlət Universitetində həyata keçirilən planlı tədqiqat işlərindən biridir.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi. Dissertasiya işi girişdən, 6 fəsildən, nəticələrdən, 542 adda istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısından, əlavələr bölməsində 2 sınaq aktından, spektrlərdən ibarətdir. Material 400 səhifədə təqdim olunmuşdur, 49 cədvəl və 186 şəkildən ibarətdir.

Girişdə yerinə yetirilmiş dissertasiyanın aktuallığı, qarşıya qoyulan məqsəd, qarşıya qoyulan məqsədə nail olmaq üçün tədqiqatın obyekti, tədqiqatın metodları və predmetləri, əldə edilmiş nəticələrin və sınaqların elmi yeniliyi, habelə dissertasiya işinin strukturu və həcmi haqqında qısa və aydın şəkildə məlumat verilmişdir.

Birinci fəsildə ədəbiyyatda verilmiş müxtəlif alkenilfenolların sintezinin yeni üsullarının, onların katalizator və inisiatorların iştirakı ilə ikiqat rabitə, benzol halqası və OH qrupu üzrə çevrilmələrinin, habelə onların praktiki tətbiq sahələrinin tədqiqinin hazırkı vəziyyətinin hərtərəfli təhlili verilmişdir. İcmal, həmçinin fenolların tsiklik heteroatom tərkibli törəmələrinin - 1,3-benzoksazinlərin sintezi, onların çevrilməsi və xalq təsərrüfatının və texnologiyasının müxtəlif sahələrində tətbiqi haqqında geniş məlumat verilmişdir. Bundan əlavə, icmalda heteroatom tərkibli üzvi birləşmələrin istifadəsinin mümkünlüyü aydın şəkildə təhlil edilmişdir.

İkinci fəsil alınmış birləşmələrin sintezi və quruluşlarının tədqiqi üzrə eksperimental işlərin metoduna, tədqiq olunan

birləşmələrin quruluşlarının təhlili üsullarının təsvirinə, habelə alınmış birləşmələrin korroziya, biosid, antioksidant və antimikrob tədqiqatlarının aparılması üsullarına həsr edilmişdir. İkinci fəsildə həmçinin sintez edilmiş birləşmələrin ^{1}H və ^{13}C NMR, İQ spektrləri, birləşmələrin və sorbsiya olunmuş elementlərin element analizi (Carlo Erba EA 1108, G10 GSM6610RV, JEOL JSM-6610LV, skopu vasitəsilə, ICP MS 7700e (Agilent, ABŞ), RFY-1022), TGA və DTA-sı, oliqomerlərin molekul çəkisinin təyini verilmişdir. Həmçinin ikinci fəsildə, modifikasiya olunmuş oliqomerlərin sorbsiya qabiliyyətinin öyrənilməsi (HPGe γ-spektrometri), antimikrob tədqiqatların (TC/80 CITY termostatı, Leica EMUC7 ultramikrotomu, EOS D650 rəqəmsal kameralı Zeiss mikroskopu, TEM JEM-1400 elektron mikroskopu) aparılması barədə məlumat verlmişdir.

Üçüncü fəsil heteroatom saxlayan birləşmələrin və onların çevrilmə məhsullarının sintezindən alınan nəticələrin müzakirəsinə, ilkin reagentlərin təbiətinin reaksiyanın istiqamətinə, məqsədyönlü birləşmələrin çıxımına təsirinin müəyyən edilməsinə və onların termiki xassələrinin öyrənilməsinə həsr edilmişdir.

Dördüncü fəsildə aldehidlər və diaminlərlə 2-allil- və 4-izopropenilfenollar əsasında alınmış məhsulların sintezinin və sintez olunmuş birləşmələrin quruluşlarının, onların modifikasiya olunmuş törəmələrinin tətbiq sahələrinin tədqiqinin nəticələrinin müzakirəsi verilmişdir.

Beşinci fəsildə 2-allil-, 2-propenil- və 4-izopropenilfenolların, onların azotsaxlayan törəmələrinin və 8-allil- və 8-propenil əvəzli 1,3-benzoksazinlərin propargil törəmələrinin sintezi və alınan birləşmələrin praktiki əhəmiyyətinin və nəticələrinin müzakirəsi barədə məlumat verilmişdir.

Altıncı fəsil alkenil əvəzli 1,3-benzoksazinlərin, alkenilfenolların aminometil törəmələrinin, onlar əsasında alınmış müxtəlif quruluşlu ammonium duzlarının sulu, su-duz-karbohidrogen mühitlərində, neft-lay sularında, sulfat turşusu iştirakında korroziya inhibitoru, biosid, antioksidant, yağlara antimikrob, özlülük-temperatur aşqarları, eləcə də dərman vasitələri və sintez edilən birləşmələrin istismar xassələri və quruluşu

arasındakı qanunauyğunluqların müəyyən edilməsinə həsr ounmuş, tətbiqlə əlaqədar təkliflər verilmişdir.

Nəticələr bölməsi həm elmi-metodoloji, həm də kimyəvi baxımdan mühüm əhəmiyyət kəsb edən tədqiqat nəticələrinin elmi yeniliyini təqdim edir.

Dissertasiyanın sonunda tələblərə uyğun olaraq yazılarkən formatlaşdırılmış ədəbiyyat siyahısı (mənbə) verilir.

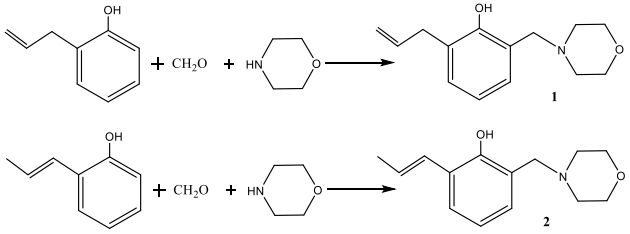
Dissertasiyanın ümumi həcmi 369186 işarədən ibarətdir. Burada giriş 17403, birinci fəsil 90319, ikinci fəsil 75104, üçüncü fəsil 55458, dördüncü fəsil 39225, beşinci fəsil 6767 və altıncı fəsil 78998, nəticələr 5912 işarə sayı təşkil edir.

Aparılan tədqiqatlarda iddiaçının şəxsi töhfəsi. Mövzuya uyğun olaraq dissertasiyanın tamamlanması, son illərin ədəbiyyat icmalının təhlili, eksperimentlərin aparılması, NMR və İQ spektrlərin təhlili, məqalələrin yazılması, tərtibi və bütün digər tədqiqatların aparılması doktorantın birbaşa özü tərəfindən həyata keçirilmişdir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

2-Allil- və 2-propenilfenolların formaldehid və morfolin ilə kondensləşmə məhsullarının sintezi və tədqiqi

Alkenilfenolların formaldehid və aminlərlə kondensləşməsi reaksiyası sahəsində əvvəllər aparılmış tədqiqatları inkişaf etdirmək məqsədilə 2-allil və 2-propenilfenolların formaldehid və morfolinlə reaksiyası (Manix reaksiyası üzrə) aparılmış və tərkibində ikiqat rabitə saxlayan aminometil törəmələri sintez olunmuşdur:



Alınmış **1** və **2** birləşmələr uyğun olaraq 70,8 və 80,7% çıxımla yeni birləşmələrin alınması üçün prekursorlar kimi sintez edilmişdir.

Birləşmələrin NMR spektrlərindən aydın olur ki, OH qrupunun protonları zəif sahədə aşkar edilir: birləşmə **1** üçün - 7,5 ppm, birləşmə **2** üçün - 10,5 ppm.

2-Allil- və 2-propenilfenolların aminometil törəmələrinin quruluşlarının İQ və NMR spektroskopiya üsulları vasitəsilə öyrənilməsi nəticəsində hidroksil qrupunun hidrogeninin və azot atomunun sərbəst elektron cütü hesabına kifayət qədər davamlı (70^oC-ə qədər) molekuldaxili hidrogen rabitəsinin əmələ gəlməsini müəyyən etməyə imkan vermişdir.

Bundan başqa, istifadə olunan həlledicinin (CCl_4) qaynama nöqtəsinə qədər NMR spektroskopiyası ilə alkenilfenolların aminometil törəmələrinin tədqiqi zamanı müəyyən olunmuşdur ki, OH qrupunun protonlarının siqnallarında bir qədər sürüşmə müşahidə olunur ki, bu da molekuldaxili hidrogen rabitəsinin kifayət qədər möhkəmliyini təsdiqləyir.

Deyilənləri nəzərə alaraq, termiki və işıq şüalarına davamlı monomer və polimer stabilizatorların alınması üçün fenolun OH qrupunun bloklanmasına yeni bir yanaşma təklif olunmuşdur.

Yuxarıda göstərilənləri və alkenilfenolların aminometil törəmələrində 70^oC-ə qədər davamlı molekuldaxili hidrogen rabitəsinin mövcudluğunu nəzərə alaraq, sonuncunun stirolla aşağı temperaturlu inisiatorun (AİBN) iştirakı ilə sopolimerləşməsinin aparılması maraq doğurmuşdur.

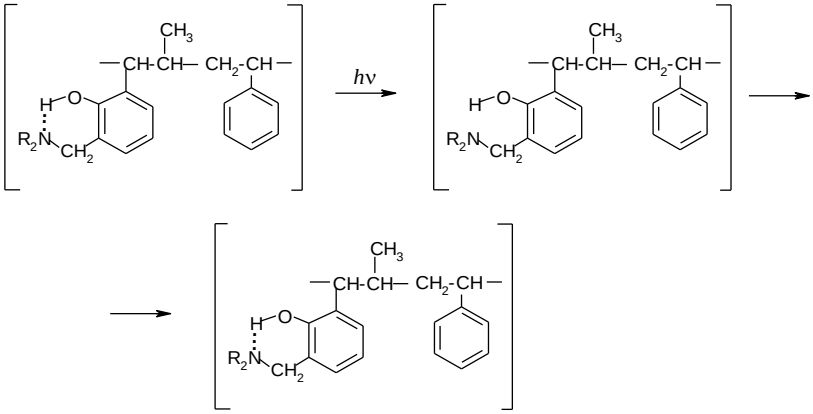
Nisbətən aşağı temperaturda (60^oC) alkenilfenolların aminometil törəmələrinin stirolla inisiator (AİBN) iştirakında radikal sopolimerləşməsi prosesinin gedişində 70^oC-ə qədər molekuldaxili hidrogen rabitəsinin əmələ gəlməsi səbəbindən fenol hidroksilin inhibitor təsirini aradan qaldırmaq imkanından istifadə etmək fikri ortaya çıxmışdır.

Sopolimerləşmə reaksiyasında temperaturun (60-dan 90^0C-ə qədər) sopolimerin çıxımına təsiri öyrənilmişdir. Reaksiya fenol monomeri : stirol nisbəti 1:2 (mol), inisiatorun miqdarı 0,2-1% (monomer qarışığının çəminə görə) və reaksiya müddəti 5-40 saat müddətində aparılmışdır.

Diferensial termiki (DTA) və termoqravimetrik (TG) analiz metodlarından istifadə edərək sintez edilmiş sopolimerlərin termiki

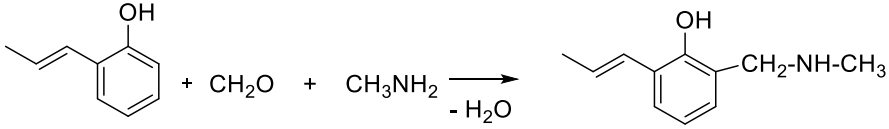
davamlılığı və işıq şüalarına qarşı xassələri tədqiq edilmişdir.

Alkenilfenolların aminometil törəmələrinin sopolimerlərində işıq şüalarına qarşı xassələrinin yaxşılaşdırılması, fenolun OH qrupu ilə müqayisədə orto-vəziyyətdə bir aminometil əvəzedicisinin olması ilə izah edilə bilər. Burada monomer-stabilizatorda molekuldaxili hidrogen rabitəsi stirolla sopolimerləşmədən sonra da qorunub saxlanılır və kvaziaromatik tsiklin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Sonuncu, öz növbəsində, ultrabənövşəyi şüaların udulması zamanı molekuldaxili hidrogen rabitəsini qıraraq, yenidən əvvəlki quruluşun bərpası ilə sopolimerin qocalmasını yavaşlatmağa səbəb olur:



Beləliklə, əldə edilmiş tədqiqat nəticələri göstərmişdir ki, sintez edilmiş sopolimerlərdən ekoloji cəhətdən təmiz polimer stabilizatorlar kimi, alkenilfenolların aminometil törəmələrindən isə sənaye polimerləri üçün monomer stabilizatorları kimi istifadə etməyə imkan verir.

Həmçinin, 2-propenilfenolun formaldehid və metilaminlə reaksiyası Mannixə görə ilkin reagentlərin ekvimolyar nisbətində 65-70 °C temperaturda aşağıdakı strukturun **3**-cü məhsulunun əmələ gəlməsi ilə aparılmışdır:



3 (82%)

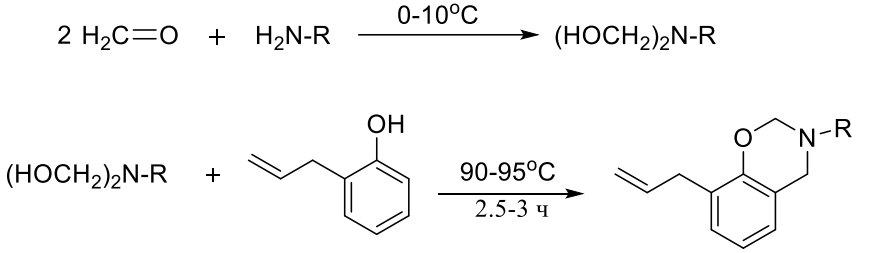
Sxemdən aydın olur ki, 2-propenilfenol, formaldehid və metilamin reaksiyasını ekvimolyar nisbətdə apararkən reaksiya məhsulu 82% çıxımla **3**-cü birləşmə (gözlənildiyi kimi) əmələ gəlir. **3**-cü birləşmənin əmələ gəlməsi OH-protonların (6,26 ppm), NH-qrupunun (3,52 ppm) siqnallarının olması ilə təsdiqlənir.

Alınan aminometil törəmələri (**1-3**) sonrakı tədqiqatlarda prekursorlar kimi istifadə edilmişdir. **3**-cü birləşmənin istismar xassələri də tədqiq edilmişdir.

Allil və propenil əvəzli 1,3-benzoksazinlərin sintezi

Qarşıya qoyulan məqsəd 2-allil-, 2-propenil- və 4-izopropenilfenollar əsasında 1,3-benzoksazinlərin sintezi və alınmış məhsulların əvvəllər elmi ədəbiyyatda məlum olmayan xassələrini öyrənmək olmuşdur.

2-Allilfenolun formaldehid və birli aminlərlə kondensləşməsi həlledicisiz mühitdə aşağıdakı reaksiya sxemi üzrə aparılmışdır:



15-21 62-73%

R = CH_3 (**15**), n-C_3H_7 (**16**), n-C_6H_{13} (**17**), n-C_8H_{17} (**18**), C_6H_5 (**19**), $C_6H_5CH_2$ (**20**), Br-C_6H_4- (**21**)

Reaksiyanın sxemindən göründüyü kimi, əvvəlcə formaldehidin birli aminlərlə reaksiyası aşağı temperatur intervalında (0-10°C) baş verir. Bromoanildən istifadə etdikdə onun formaldehidlə reaksiyası nisbətən yüksək temperaturda (25-30°C) aparılmışdır.

Kondensləşmə reaksiyasında işdə istifadə edilən aminlərin reaksiya qabiliyyətinə gəlincə, bu zaman məqsədyönlü məhsulların çıxımına, eləcə də aminlərin xassələrinin nəzəri əsaslarına əsaslanaraq nəticə çıxarmaq olar. Əldə olunan nəticələrə, çıxımlara görə, həmçinin formaldehidin alifatik aminlərlə reaksiya sürətinə əsasən, istifadə

olunan aminlərin reaksiyaya girmə qabiliyyətini aşağıdakı ardıcıllıqla göstərmək olar:

metilamin > n-propilamin > n-heksilamin > n-oktilamin.

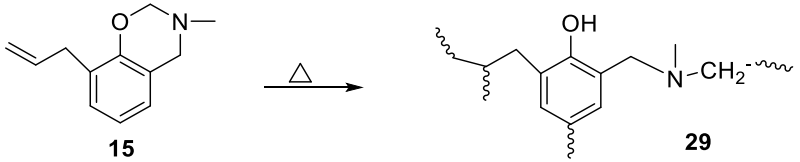
Aromatik ilkin aminlərdə isə, əksinə, aminlərin əsaslığı nisbətən aşağıdır və bu halda onların aktivliyi 1,3-benzoksazinlərin məhsuldarlığına görə aşağıdakı kimi göstərilə bilər:

benzilamin > anilin > bromanilin.

Sintez edilmiş birləşmələrin quruluşları İQ və NMR spektroskopiyası ilə analiz edilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, formaldehidin birli aminlərlə reaksiyası əksər hallarda hətta otaq temperaturunda da oliqomer və polimer birləşmələrin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bununla belə, göstərilən temperaturda reaksiyanın aralıq məhsulu müvafiq aminodikarbinoldur. Reaksiyanın birinci mərhələsi 0,5 saat müddətində aparılır. Sonra reaksiya kütləsinə damcı-damcı 2-alilfenol əlavə edilir və reaksiya sxemdə göstərilən şəraitdə aparılır.

Sintez edilmiş **15**-ci birləşmə – 8-allil-3-metil-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazini 180°C temperatura qədər qızdırdıqda məlum olmuşdur ki, oksazin halqasının açılması ilə məhsulun termiki çevrilməsi baş verir, nəticədə polibenzoksazin **29** aşağıdakı reaksiya sxeminə uyğun olaraq əmələ gəlir:



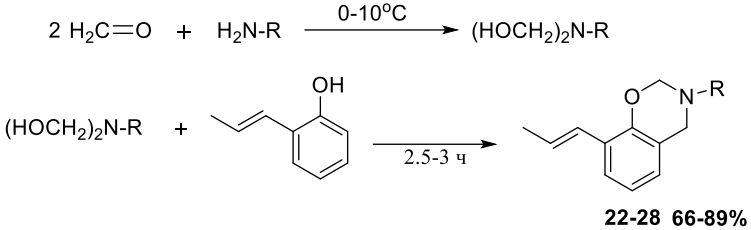
Məlumdur ki, 1,3-benzoksazinlərdə ikiqat rabitə olmadıqda xətti polimerlər alınır. Lakin 1,3-benzoksazində 8-əvəzli ikiqat rabitənin (allil qrupu) olması tikili quruluşlu polibenzoksazin alınır (**29**). Əldə edilən tikili quruluşlu polibenzoksazin (**29**) dimetil sulfoksiddə bir neçə dəfə təmizlənməsilə sabit çəkiyə gətirilənə qədər vakuumda qurudulmuşdur. 15-ci birləşmənin İQ spektrini müqayisə etdikdə polibenzoksazinin (**29**) spektrində ikiqat rabitənin udulma zolaqlarının dəyişildiyini və sonuncu halda OH qrupunun udma zolaqlarının da aşkar edildiyini söyləmək olar ki, bu da benzoksazin halqasının, həmçinin ikiqat rabitənin açılmasını təsdiqləyir. Bununla

belə, hər iki spektrdə digər udulma zolaqlarının da üst-üstə düşdüyünü müşahidə etmək olar.

Alınan polibenzoksazinin **29** termiki və sorbsiya xassələri tədqiq edilmişdir. Termiki analizin nəticələri polibenzoksazinin **29** kifayət qədər davamlı (~560°C-ə qədər) olduğunu təsdiq edir. Müəyyən edilmişdir ki, uranil ionlarının maksimum sorbsiya dərəcəsi pH 7-də ~69% təşkil edir.

Benzoksazinlərin strukturlarında ikiqat rabitənin olması onların daha yüksək reaktsiya qabiliyyətli olmasına səbəb olur və buna görə də alkenil əvəzli fenollar əsasında alınan məhsullar eyni zamanda bir neçə əhəmiyyətli xassələrə malikdir. Buna görə də, benzoksazinlərin yeni törəmələrinin sintezi üçün göstərilən istiqamətdə, tərkibində aromatik halqa ilə qoşulmuş vəziyyətdə olan fenolların reaksiyalarının aparılması məqsədəuyğundur hesab olunur.

Bu məqsədlə ilk dəfə olaraq 2-propenilfenolun formaldehid və birli aminlərlə kondensləşmə reaksiyaları aşağıdakı sxem üzrə aparılmışdır:



R = CH_3 (**22**), n-C_3H_7 (**23**), n-C_6H_{13} (**24**), n-C_8H_{17} (**25**), C_6H_5 (**26**), $C_6H_5CH_2$ (**27**), Br-C_6H_4- (**28**)

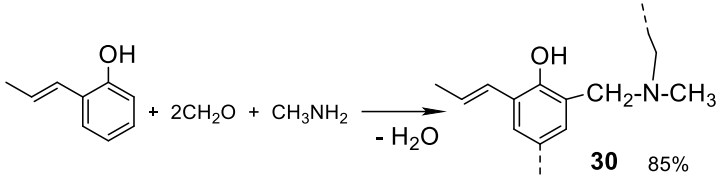
Əldə edilən nəticələrdən göründüyü kimi, 2-propenilfenoldan istifadə etdikdə reaksiya məhsulları nisbətən yüksək çıxımla (66-89%) alınır. Bu, 2-propenilfenol molekulunun nisbətən yüksək reaksiya qabiliyyətilə izah edilə bilər. 2-Allilfenolda olduğu kimi, bu halda da məhsullar istifadə olunan amindən asılı olaraq dəyişir. Maksimum nəticəyə (89%) heksilamindən istifadə etməklə nail olmaq mümkündür. Quruluşunda N-bromofenillə əvəzlənmiş məhsul **28** nisbətən aşağı çıxımla (66%) əldə edilir.

Qeyd etmək lazımdır ki, formaldehidlə metilamin, n-propilamin, n-heksilamin, n-oktilamin, anilin və benzilaminlə reaksiyası sürətlə baş verir. Buna görə də, bu halda, reaksiya başlanğıc

reagentləri (formalin və göstərilən ilkin aminlər) 0,5 saat müddətində 10°C-ə qədər soyutmaqla həyata keçirilmişdir.

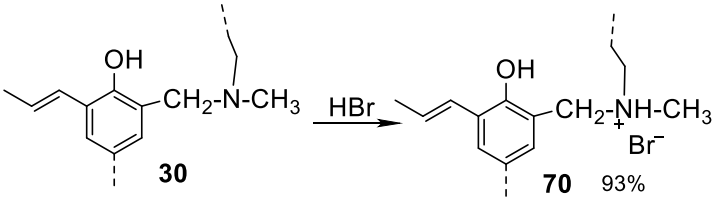
Onu da qeyd etmək lazımdır ki, elmi-texniki ədəbiyyatda fenollar, əvəzlənmiş fenollar, bis-fenollar və s. əsasında alınan 1,3-benzoksazinlər həlledici mühitdə, məsələn, dioksan mühitində sintez olunur ki, bu da məqsədyönlü məhsulun təmizlənməsində bəzi çətinliklərə səbəb olur. Bununla belə, 2-allil- və 2-propenilfenollar əsasında bizim tərəfimizdən sintez edilən 1,3-benzoksazinlər, ilkin reaksiya qarışığının homogenliyinə görə, həlledicisiz mühitdə həyata keçirilir ki, bu da məqsədyönlü məhsulların nisbətən yüksək çıxımına səbəb olur.

Müəyyən edilmişdir ki, 1,3-benzoksazinin əmələ gəlməsi şəraitində, yəni 2-propenilfenolun formaldehid və metilaminlə uyğun olaraq 1:2:1 mol nisbətində, 90-95 °C temperaturda reaksiyasını apardıqda aşağıdakı quruluşlu oliqomer birləşmə (polibenzoksazin) (**30**) alınır:



Buna görə də metilamin əsasında 1,3-benzoksazini sintez etmək üçün reaksiya 70-75 °C temperaturda aparılmışdır. Burada reaksiya nisbətən yüksək ekzotermik gedir, nəticədə bu halda benzoksazinlərin çıxımı əvvəllər alınmış digər aromatik və alifatik aminlərlə müqayisədə aşağı olur.

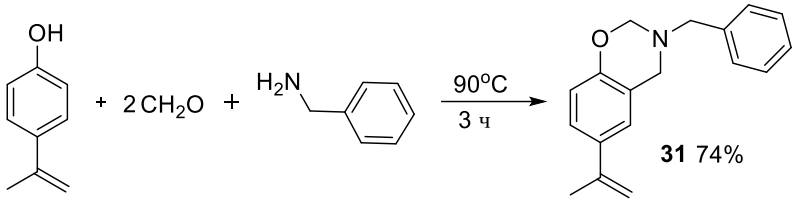
Kondensləşmə məhsulu **30** əsasında suda həll olan polimer almaq məqsədilə onun HBr ilə reaksiyası aparılmış və aşağıdakı reaksiya sxeminə uyğun olaraq ammonium duzu **70** alınmışdır:



Alınmış suda həll olunan polimer 25°C temperaturda və 5 saat müddətində hidrogen sulfidlə doydurulmuş su-duz-karbohidrogen

mühitində Ст.3-ün korroziyasına qarşı inhibitor kimi tədqiq edilmişdir.

6-İzopropenil əvəzli 1,3-benzoksazinin (**31**-ci birləşmə) sintezi 4-izopropenilfenolun formaldehid (37%-li sulu məhlul - formalin) və benzilaminlə 90°C temperaturda aparılmışdır:

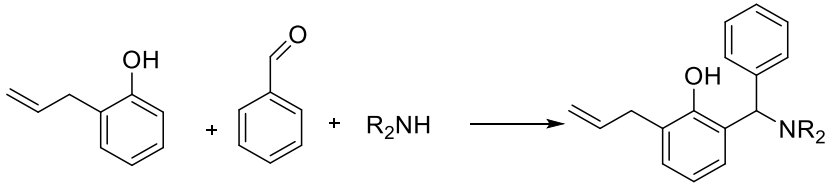


31-ci birləşmənin ^{1}H NMR spektrindən 1,3-oksazin halqasının CH_2 qruplarının protonlarının siqnalları (4,02 və 4,97 ppm) aydın şəkildə aşkar edilmişdir. **31**-ci birləşmənin NMR spektri həmçinin izopropenil fraqmentinin protonlarının siqnalları da aşkar edilmişdir.

2-Allilfenolun benzaldehid və birli və ya ikili aminlərlə kondensləşmə məhsullarının sintezi

Tərəfimizdən həmçinin Mannix reaksiyası üzrə 2-allilfenolun benzaldehid və birli və ya ikili aminlərlə kondensləşmə reaksiyaları ilk dəfə olaraq aparılmış və məqsədyönlü məhsulların əmələ gəlməsi prosesinin qanunauyğunluqları öyrənilmişdir. Birli aminlər olaraq n-propilamin, n-heksilamin, n-oktilamin, anilin, benzilamin, ikili aminlərdən isə dietilamin, dietanolamin və morfolindən istifadə edilmişdir.

2-Allilfenolun benzaldehid və ikili aminlərlə kondensləşməsi alınan reagentlərin ekvimolyar nisbətlərində, 80-85°C temperaturda, aşağıdakı sxemə uyğun olaraq 4 saat müddətində aparılmışdır:

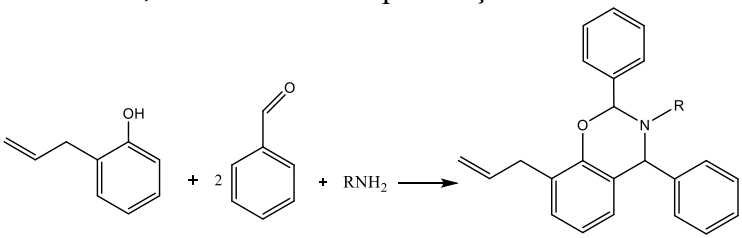


42-44

R = C_2H_5 (**42**), C_2H_4OH (**43**), R_2N= (4**4**)

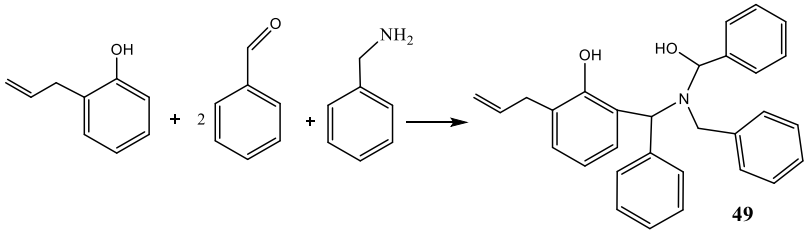
Sintez olunmuş birləşmələr uyğun olaraq 66, 69 və 80% çıxımla tünd qəhvəyi rəngli yüksək özlülü birləşmələrdir.

2-Allilfenolun benzaldehid və birli aminlərlə reaksiyası, ilk növbədə, benzaldehid və birli aminin 5-10°C temperaturda qarşılıqlı təsiri və 0,5 saat qarışdırılması, sonra isə reaksiya mühitinə hesablanmış miqdarda 2-allilfenolun əlavə edilməsi ilə 90-95°C temperaturda 3-3,5 saat müddətdə aparılmışdır:



45-48

R = metilamin (**45**), n-propilamin (**46**), n-heksilamin (**47**), n-oktilamin (**48**).



49

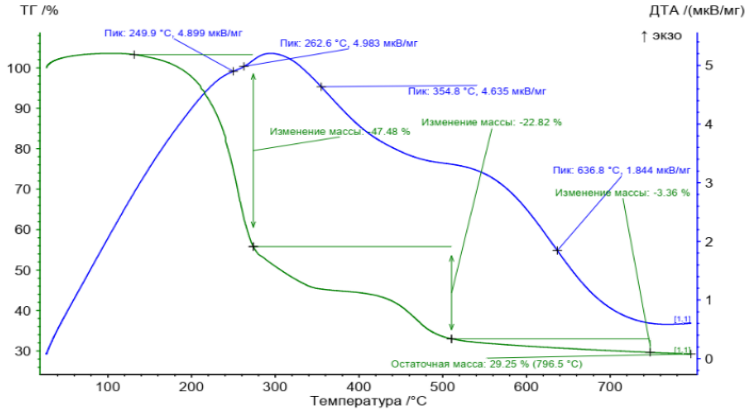
Spektral analizlərin nəticələrinə əsasən demək olar ki, 2-allilfenolun benzaldehid və birli alifatik aminlərlə (n-propilamin, n-heksilamin və n-oktilamin) kondensləşmə reaksiyası 1,3-benzoksazinin əmələ gəlməsi ilə gedir. Lakin, eyni şəraitdə, benzilamindən istifadə edərkən, 1,3-oksazin halqasının əmələ gəlməsi baş vermir, bunu fəza çətinliyi ilə güman etmək olar.

Alifatik aminlərdə 1,3-benzoksazin halqasının əmələ gəlməsi oksazin halqasında CH qruplarının protonlarının siqnallarının (propilamində 5,28 və 5,9 ppm, heksilamində 5,35 və 5,98 ppm), o cümlədən fenolun OH-qrupunun siqnallarının olması ilə təsdiqlənir. CH qruplarının protonlarının siqnallarının zəif sahəyə sürüşməsi, molekulun quruluşunda əvəzlənmiş aromatik halqaların olması ilə bağlıdır. Bu vəziyyətdə aromatik halqa CH qruplarının protonlarına yaxın yerləşir və görünür ki, onların dezekranlaşmasına səbəb olur.

Sintez edilmiş alkenil əvəzli 1,3-benzoksazinlərin və 2-allilfenolun aminometil törəmələrinin termiki xassələrinin tədqiqi

Sintez edilmiş doymamış 1,3-benzoksazinlərin və digər Mannix əsaslarının termiki xassələri NETZSCH STA 449F3 cihazında inert mühitdə tədqiq edilmişdir.

Derivatoqramdan göründüyü kimi (Şəkil 1), proses 1,3-benzoksazin molekulunda baş verən çevrilmələrə görə ekzotermikdir. Bu vəziyyət benzoksazin halqasının açılması və sonradan yüksək molekullu polibenzoksazinə çevrilməsi ilə oliqomerin formalaşması ilə izah edilə bilər. Burada allil qrupunun ikiqat rabitəsinin açılması da istisna oluna bilməz. Əvvəlcə 140°C temperaturdan kəskin kütlə itkisi (47%-ə qədər) baş verir, sonra 320-440°C temperatur diapazonunda stabilləşir və sonra yenidən nümunənin 20%-lik kütlə itkisi baş verir.



Şəkil 1. 8-Allil-3-propil-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazinin TG və DTA analizinin nəticələri (16)

Oxşar nəticələr quruluşunda yalnız metilen qruplarının sayına görə fərqlənən **16** və **17** birləşmələrində də müşahidə olunur. Bununla belə, allil əvəzli 1,3-benzoksazinin molekulunda N-heksil əvəzedicisi olduqda, birləşmədə nisbətən yüksək termiki davamlılıq müşahidə olunur. **18**-ci birləşmədə nisbətən uzun alkil əvəzedicisinin olması məhsulun termiki stabilliyinin dəyişməsinə əhəmiyyətli təsir göstərmir.

Demək olar ki, bütün birləşmələrin termoqramları nümunənin kütlə itkisindən əvvəl ekzotermik prosesin olduğunu göstərir. Bütün

tədqiqatlarda bu nəticə, molekulun daxilində gedən reaksiyalardan xəbər verir.

Kondensləşmə məhsullarının - 8-alkenil əvəzli 1,3-benzoksazinlərin (**16-19, 23-25, 27** birləşmələri) termiki xassələrini müqayisə etmək məqsədilə 2-allilfenolun benzaldehid (formaldehid əvəzinə) və aminlərlə kondensləşmə məhsullarının da (**42,44,45**) müqayisəli tədqiqi aparılmışdır.

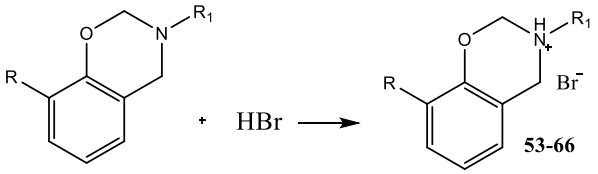
Əldə edilən nəticələrə əsasən belə qənaətə gəlmək olar ki, 1,3-benzoksazinlər və digər sintez edilmiş Mannix əsasları kifayət qədər davamlıdır ki, bu da onların daha yüksək temperaturda korroziya inhibitorları, bakterisidlər, neft məhsullarına əlavələr və s. kimi istifadə edilməsinə imkan verir.

Göstərilmişdir ki, tədqiq olunan birləşmələr arasında daha yüksək termiki davamlılığa malik əlavə olaraq aromatik halqanın iştirakı olan birləşmələr, yəni 2-allilfenol, benzaldehid və aminlərdən alınan birləşmələrdir.

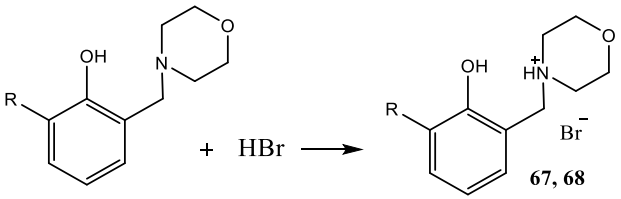
8-Allil- və 8-propenil əvəzli 1,3-benzoksazinium bromidlərin və 2-allil- və 2-propenilfenolların aminometil törəmələrinin hidrobromidlərinin alınması

Sintez edilmiş birləşmələrin istismar xassələrini müqayisə etmək məqsədilə onların əsasında ammonium birləşmələri **53-70** də sintez edilmiş və ilkin birləşmələrlə müqayisə etmək məqsədilə onların koroziyaya qarşı və bakterisid xassələri öyrənilmişdir.

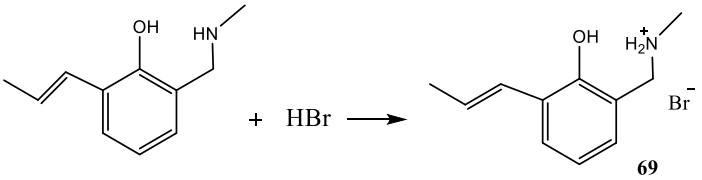
Ammonium duzları sintez edilmiş allil və propenil əvəzli 1,3-benzoksazinlərin, həmçinin Mannix əsasları hidrogen bromidlə otaq temperaturunda 0,5 saat müddətində reaksiyalarından əldə edilmişdir:



R = CH_2-CH=CH_2: R_1 = CH_3 (**53**), C_3H_7 (**54**), C_6H_{13} (**55**), C_8H_{17} (**56**), C_6H_5 (**57**), CH_2-C_6H_4 (**58**), C_6H_4-Br (**59**);
R = CH=CH-CH_3: R_1 = CH_3 (**60**), C_3H_7 (**61**), C_6H_{13} (**62**), C_8H_{17} (**63**), C_6H_5 (**64**), CH_2-C_6H_4 (**65**), C_6H_4-Br (**66**)



R = CH_2-CH=CH_2 (**67**), CH=CH-CH_3 (**68**)



Sintez edilmiş ammonium duzlarının xassələrinə görə onların çıxımı yüksəkdir və 69-94% təşkil edir. Ən yüksək çıxıma (88-94%) quruluşlarında propenil, heksil, benzil və bromofenil əvəzediciləri olan birləşmələrdə rast gəlinir. Bütün sintez edilmiş ammonium duzları ağ, sarı, açıq yaşıl, narıncı, açıq qəhvəyi rəngli bərk toz və ya kristal birləşmələrdir, suda, spirtlərdə, xloroformda, dimetil sulfoksiddə yaxşı həll olunur.

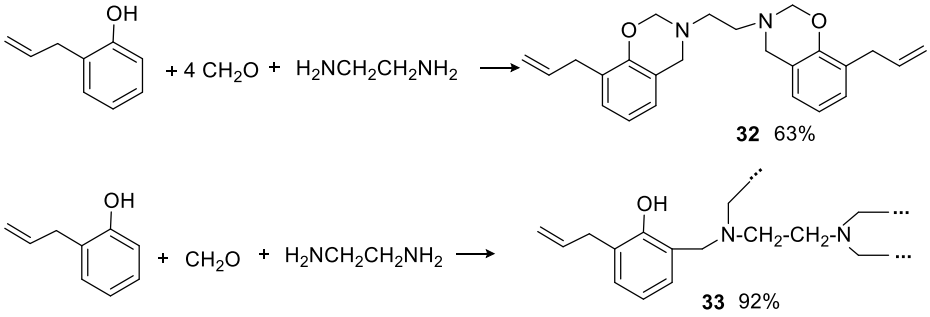
Ammonium birləşmələrinin ^{1}H NMR spektrlərində NH qrupu protonlarının siqnalları 4.0 ppm-də aydın şəkildə aşkar edilir. Ammonium birləşmələrinin İQ-spektrlərində ilkin 1,3-benzoksazinlərlə, həmçinin aminometil törəmələri ilə müqayisədə NH qrupunun, həmçinin Br ionlarının udulma zolaqları aşkar edilir.

2-Allilfenolun formaldehid və etilendiaminlə kondensləşməsi və reaksiya məhsullarının çevrilməsi

Alınan məhsulların xassələrini və quruluşunu müqayisə etmək üçün iki nisbətdə 2-allilfenol, formaldehid və etilendiaminin üçqat kondensləşməsi həyata keçirilmişdir: 1) 1:2:0,5 (mol) (benzoksazin - 1,2-bis(8-alil-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3(4H)-il)etan (**32**) və 2) müvafiq olaraq 0,5:4:1 (mol) (oliqomer **33** almaq üçün).

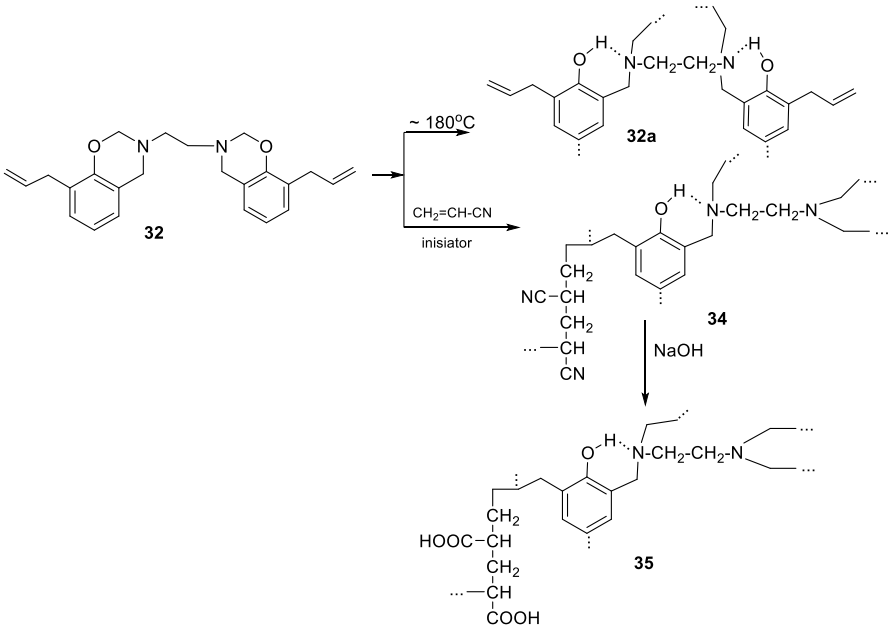
Müəyyən edilmişdir ki, 2-allilfenol, formaldehid və etilendiaminin 1:2:0,5 (mol) molyar nisbəti ilə benzoksazin **32** 63%,

0,5:4:1 nisbətində isə sooliqomer **33** aşağıdakı sxemə uyğun olaraq 99% məhsuldarlıqla əldə edilir:



Sintez edilmiş benzoksazinin - 1,2-bis(8-allil-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3(4H)-il)etanın (**32**) quruluşunun NMR və İQ-spektroskopiya ilə öyrənilməsi göstərmişdir ki, 1,3-benzoksazin fraqmentləri əmələ gəlir.

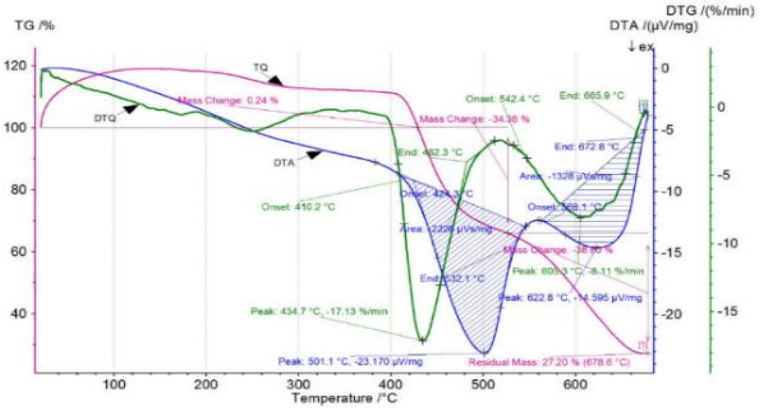
Benzoksazin **32**-nin 180°C-ə qədər qızdırılması təcrübi olaraq **32a** məhsulunun əmələ gəlməsinə səbəb olmuşdur:



Sxemdən göründüyü kimi, öz-özünə polimerləşən məhsulda (**32a**) ilkin benzoksazin **32** ilə müqayisədə OH qrupunun udulma zolaqları aşkar edilir, ikiqat rabitə (1638, 994 sm^{-1}) saxlanılır və hidrogen rabitəsi əmələ gəlir ki, bu da İQ spektrdə geniş diapazonla udulma zolağı (3400cm^{-1}) ilə təsdiqlənir.

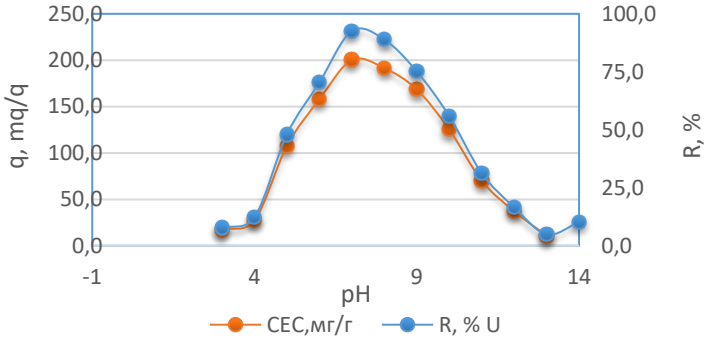
Birləşmə **32** inisiator iştirakında akrilonitrillə modifikasiya edilmiş və nəticədə alınan məhsul **34** natrium hidroksidlə hidroliz edilərək tərkibində karboksil qrupları saxlayan polimer **35** alınmışdır. Birləşmə **32**-nin İQ-spektrini (**34**) ilə müqaisə etdikdə **34** polimerinin spektrində nitril qrupunun (2240 sm^{-1}) udulma zolağı müşahidə olunur.

Hidroliz məhsulunun (**35**) termiki xassələri öyrənilmişdir. Termiki tədqiqatların nəticələrindən göründüyü kimi (Şəkil 2), polibenzoksazin **35**-in kütlə itkisinin temperaturu ~410°C-dən başlayır.



Şəkil 2. Tikili quruluşlu polimerin (35) termoqravimetrik və diferensial termiki analizinin nəticələri

Statik şəraitdə (temperatur 25°C, suda uranil ionlarının ilkin qatılığı 134,5 mq/l, saxlama müddəti 24 saat) mühitin pH-nın uranil ionlarının sorbsiya dərəcəsinə və **35** modifikatının sorbsiya qabiliyyətinə təsiri öyrənilmişdir. Sorbsiya tədqiqatları Rəqəmsal inkişaf və nəqliyyat Nazirliyi Milli Nüvə tədqiqatları mərkəzində aparılmışdır. Şəkil 3-dən göründüyü kimi, uranil ionlarının sulu sistemlərdən maksimal sorbsiya dərəcəsi (92,6%) (R) pH 7-də baş verir. Bu halda sorbsiya tutumu (q) ~207,5 mq/q təşkil edir.



Şəkil 3. Uranil ionlarının sorbsiya dərəcəsinin (R) və sorbentin (35) sorbsiya tutumunun (q) məhlulun pH-dan asılılığı

Polibenzoksazin **35**-in sorbsiya qabiliyyəti sorbsiyadan əvvəl və sonra İQ spektrlərinin nəticələri ilə təsdiqlənmişdir. Spektrdə karbonil (1776 sm^{-1}) və OH qruplarının udulma zolaqları aydın olaraq müşahidə olunur.

Polibenzoksazin **35**-in sorbsiya müddətinin uranil ionlarının sorbsiya dərəcəsinə təsiri öyrənilmişdir. Uranil ionlarının maksimum sorbsiyası 1440 dəqiqə (24 saat) ərzində əldə edilir. Bu halda sorbsiya dərəcəsi 92,6%, q - 207,5 mq/q təşkil edir.

Qeyd etmək lazımdır ki, tərkibində nitril qrupu olan polibenzoksazin **34**-ün sorbsiya xassələri öyrənilərkən pH = 7-də uranil ionlarının sorbsiya dərəcəsi 69,4%, CEC ~ 156,8 mq/q təşkil etmişdir. Nisbətən aşağı sorbsiya xassələri **34**-cü sopolimerdə nitril qrupunun hidroliz prosesinin vacibliyini təsdiq edən karboksil qruplarının olmaması ilə izah oluna bilər.

Lökbatan (Qaradağ r-nu) (260-cı quyu) (A) və Bibi-Heybət (Səbail r.) (748) (B) neft yataqlarının lay sularından mikroelementlərin tutulması ilə əlaqədar da tədqiqat işləri aparılmışdır. İlk növbədə mikroelementlər ABŞ-ın Agilent şirkətinin istehsalı olan ICP MS 7700e aparatından istifadə edilməklə alovla ionlaşma üsulu ilə təyin edilmişdir.

Müqayisəli tədqiqatların nəticələrindən göründüyü kimi (cədvəl 1) sorbent kimi istifadə edilən modifikasiya edilmiş oliqomerin quruluşu neft lay suyundan mikroelementlərin sorbsiyası prosesinə əhəmiyyətli təsir göstərir.

Cədvəl 1

Sorbent 35-in A və B neft lay sularından mikroelementlərin sorbsiyasının tədqiqinin nəticələri

Lay suyunda olan mikroelementlər	Lay suyu A-dan mikroelementlərin sorbsiya dərəcəsi, %	Lay suyu B-dən mikroelementlərin sorbsiya dərəcəsi, %
K	96.6	~99.9
Na	~100	~100
Ca	99.0	~99.2
Ba	97.6	96.5
Zn	100	~100
Cd	-	94.6
Cu	100	100
Hg	99.7	100
Fe	95.5	96.0
Cr	100	100
Mn	100	100
As	100	98.9
Se	99.0	99.1
Ni	-	90.0

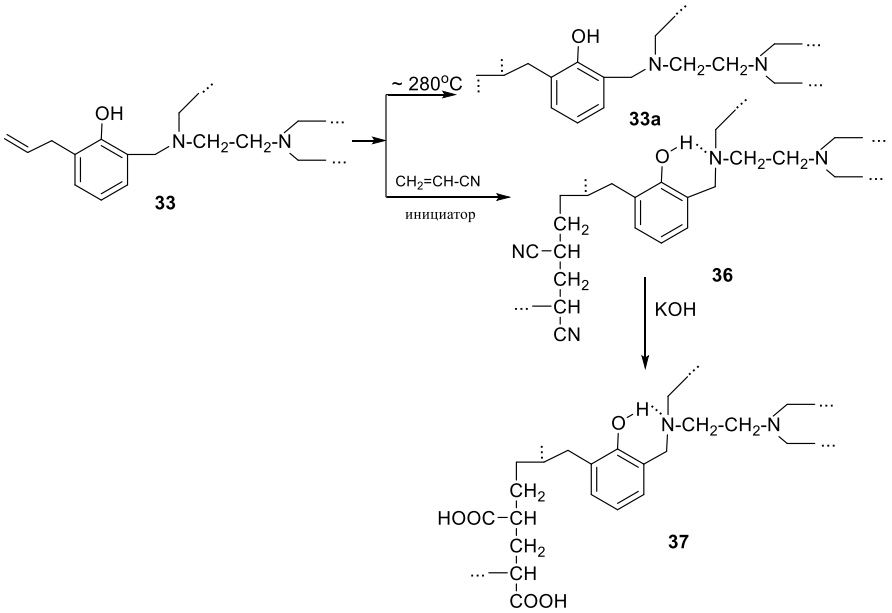
Cədvəl 1-dən göründüyü kimi, A lay suyunda Na, Zn, Cu, Hg, Cr, Mn və As üçün 100% sorbsiya əldə edilir. K, Ca, Ba, Fe və Se üçün sorbent **35** ilə sorbsiya dərəcəsi 100%-dən (96,6-99,7%) bir qədər aşağıdır. Oxşar nəticələr B neft lay suyunda da əldə edilmişdir.

2-Allilfenol, formaldehid və etilendiamin əsasında 33 sooliqomerinin alınması, çevrilmələri və tədqiqi

İQ spektrlərin təhlilinin nəticələri göstərdi ki, reaksiyada formaldehidin kifayət qədər (4 mol) miqdarına baxmayaraq, xətti quruluşlu sooliqomer **33** əmələ gəlir, yəni bu halda elektrofil əvəzolunma əsasən 2-allilfenolun orto-vəziyyətində baş verir. Bunu İQ-spektrdə üçəvəzli aromatik halqanın C-H-nın deformasiya rəqslərinin udulma zolaqlarının (749 sm^{-1}) olması sübut edir.

Sooliqomer **33**-ün molekul çəkisi xromatoqrafik üsulla müəyyən edilmişdir.

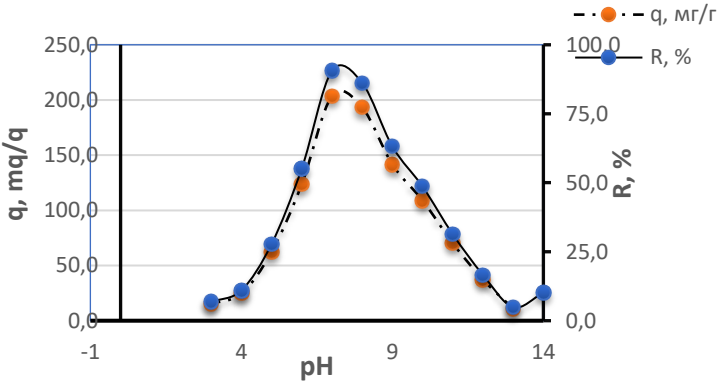
Sooligomer **33**-ün termiki xassələrinin tədqiqinin nəticələrini təsdiqləmək üçün aşağıdakı sxemə uyğun olaraq onun 280°C temperaturda öz-özünə tikilməsi aparılmışdır:



Sxemdən göründüyü kimi, sintez olunmuş tikili quruluşlu polimer **33a** tərkibində ikiqat rabitə saxlamır. Birləşmə **33a**-da ikiqat rabitənin olmaması İQ spektrlərdən alınan nəticələr ilə təsdiqlənir.

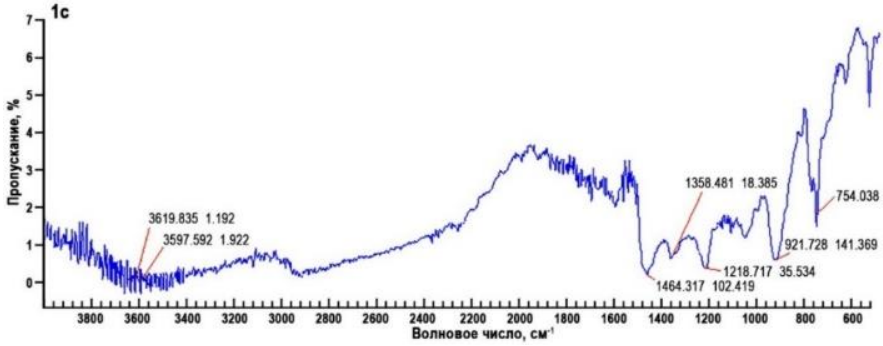
Yuxarıdakı sxemdə göstərildiyi kimi, sooliqomer **33**-ün akrilonitrillə modifikasiyası 2% inisiator (sooliqomer və akrilonitrilin hesablanmış miqdarlarının cəminə əsasən) - benzoil peroksidin (BPO) iştirakı ilə, 80°C temperaturda, 10 saat müddətdə aparılmışdır. 94% çıxımla əldə edilən tikili quruluşlu polimer 36 həlledicilərdə həll olmur və sarı rəngdədir. Akrilonitrillə modifikasiya olunmuş sooliqomerin (**36**) hidrolizi natrium hidroksidinin 10%-li sulu məhlulu iştirakı ilə 10 saat müddətində aparılmışdır.

Şəkil 4-dən göründüyü kimi, uranil ionlarının (R) sulu mühitdən maksimal sorbsiyası (90,8%) pH 7-də əldə edilir. Bu halda sorbent **37**-nin sorbsiya tutumu (q) ~204 mq/q təşkil edir.

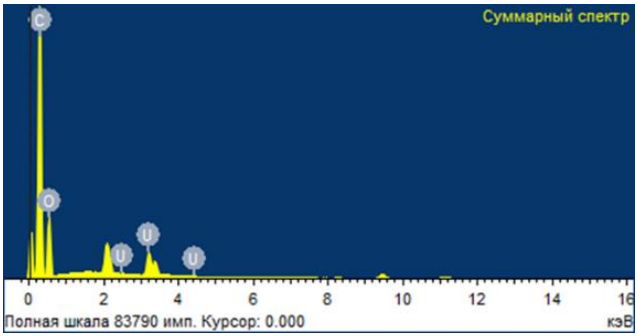


Şəkil 4. Uranil ionlarının sorbsiya dərəcəsinin (R) və sorbent 37-nin sorbsiya tutumunun (q) məhlulun pH-dan asılılığı

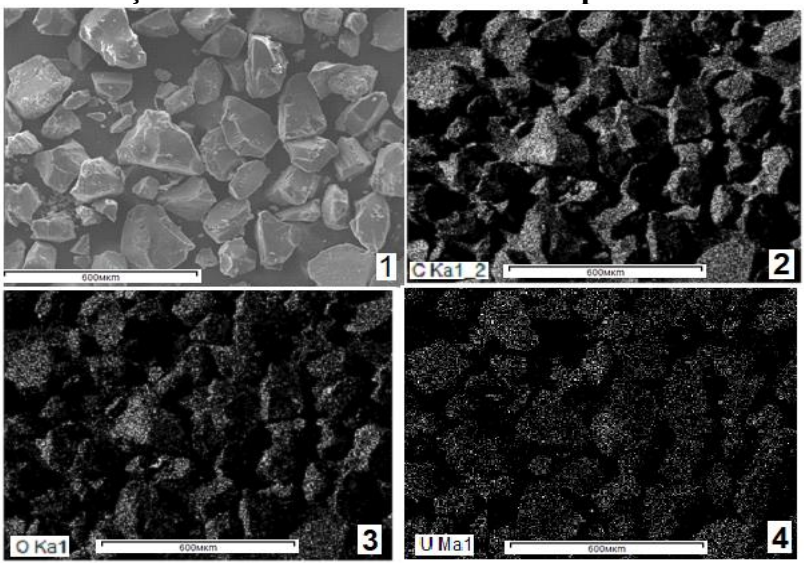
Sorbent **37**-nin sorbsiya xassələri həmçinin İQ spektrlərinin (Şəkil 5), EDS (Şəkil 6) və skan edici elektron mikroskopiyasının (SEM) nəticələri (Şəkil 7) ilə də təsdiqlənir. Şəkil 6 və 7-dən göründüyü kimi, polimer **37**-nin element tərkibi, həmçinin sorbsiya edilmiş uranil ionları aydın şəkildə aşkar edilmişdir. Alınmış nəticələr polimer **37**-nin uranın sorbsiyasının baş verdiyini bir daha təsdiq edir. Bundan əlavə, Şəkil 7 (1-4)-də uran siqnallarının aydın aşkar edildiyi uranil ionlarının sorbsiyasından sonra sorbent **37** qranulunun vahid paylanması göstərilir (Şəkil 7 (4)). Alınan nəticələr sorbsiya prosesinin həm funksional qruplar, həm də həcmdə (qranullarda) baş verməsini göstərir.



Şəkil 5. Sorbsiyadan sonra 37-ci sopolimerin İQ spektri



Şəkil 6. Sorbent 37-nin elektron spektri



Şəkil 7. Sorbsiyadan sonra polimer 37 nümunəsinin SEM görüntüləri: 1 – polimer nümunəsinin 37 mikroskop altında şəkli, 2 – nümunə 37-də karbonun olması, 3 – 37-də oksigenin olması, 4 – 37-də uranın olması

Sorbent **37**-nin regenerasiyasının mümkünlüyünü öyrənmək üçün nitrat və xlorid turşularının məhlulları ilə uranil ionlarının (100 mq/q) desorbsiyası tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, hər iki turşunun qatılığı artdıqca uranın sorbentdən desorbsiyası da artır. Maksimum desorbsiya mineral turşuların 0,5 M-ə bərabər qatılıqda baş verir. Müəyyən edilmişdir ki, uranil ionlarının nitrat turşusu ilə

desorbsiyası zamanı desorbsiya dərəcəsi 90,3%, xlorid turşusu ilə desorbsiya zamanı isə 91,2% təşkil edir.

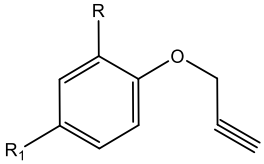
Müqayisə üçün, etilendiamin və formaldehidlə modifikasiya edilmiş 4-izopropenilfenol və malein anhidrid əsasında sooliqomerin sorbsiya tədqiqatları da aparılmış və onun uranil ionlarının və ağır metalların sorbsiyasının effektivliyi aşkar edilmişdir.

Beləliklə, 2-allil- və 4-izopropenilfenol, polibenzoksazinlər və onların modifikasiya edilmiş törəmələri əsasında alınan oliqomerlər kifayət qədər yüksək termiki davamlılığa, modifikasiya olunmuş törəmələri isədəyişdirilmiş törəmələr isə sulu sistemlərdən uranil ionlarının tutulması, eləcə də Azərbaycanın neft mədənlərindən ağır metalların çıxarılması üçün kifayət qədər yüksək sorbsiya xassələrinə malikdirlər.

2-Allil-, 2-propenil-, 4-izopropenilfenolların və alkenil əvəzli 1,3-benzoksazinlərin propargil törəmələrinin sintezi

Allil- və propenilfenolların, həmçinin alkenil əvəzli 1,3-benzoksazinlərin propargil törəmələrinin sintezi, onların inhibitor, biosid və digər xassələrini müqayisə etmək və müəyyən etmək məqsədilə propargil bromidin yuxarıda qeyd olunan birləşmələrlə reaksiyaları aparılmışdır.

Alkenilfenollarının propargil efirlərinin alınması propargil bromid ilə 80-85°C temperaturda, izopropil spirti mühitində KOH-nin spirtli (izopropil spirti) məhlulu iştirakı ilə 4 saat müddətdə reaksiyası aparılmışdır:



71-75

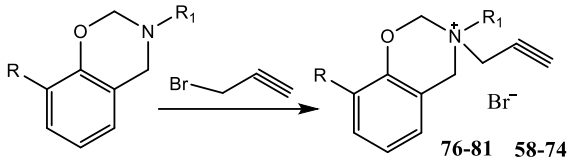
R = -CH=CH-CH_3, R_1=H (**71**)
R = -CH=CH-CH_3, R_1=CH_3 (**72**)
R = -CH_2-CH=CH_2, R_1=H (**73**)
R = -CH_2-CH=CH_2, R_1=CH_3 (**74**)
R = H, R_1 = CH_3-C(|)=CH_2 (**75**)

Alınan məhsullar 84-96% çıxımla tünd sarıdan tünd qəhvəyi rəngə qədər dəyişən özlülü birləşmələrdir.

71-75 birləşmələrinin ^{1}H NMR spektrlərindən CH≡-ın protonlarının siqnalları 2,34-2,8 ppm-də tripletlər şəklində, CH_2 protonlarının siqnalları singlet şəklində 3,9-4,87 ppm-də aydın şəkildə

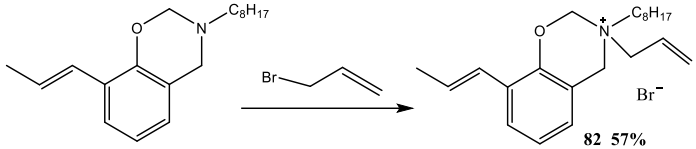
aşkar edilir. Göstərilən siqnallar birləşmələrin quruluşundan asılı olaraq dəyişir. Bu siqnallar alkenilfenolların və onların törəmələrinin propargil efirlərinin əmələ gəlməsini tamamilə təsdiqləyir.

Suda həll olunan ammonium duzlarının (**75-83**) sintezi benzol mühitində 45-50°C temperaturda 3 saat müddətdə substrat:propargil bromid (və ya allil bromid) 1:1,2 mol nisbətində aşağıdakı sxemlərə uyğun olaraq aparılmışdır:

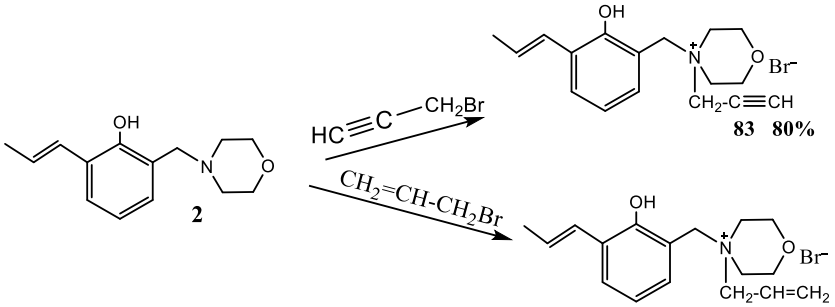


76-81 58-74%

R = -CH_2-CH=CH_2, R_1 = C_3H_7 (**76**); R = -CH_2-CH=CH_2, R_1 = C_6H_{13} (**77**);
R = -CH_2-CH=CH_2, R_1 = C_6H_5 (**78**); R = -CH_2-CH=CH_2, R_1 = -CH_2-C_6H_4 (**79**);
R = -CH_2-CH=CH_2, R_1 = C_6H_4-Br (**80**); R = -CH=CH-CH_3, R_1 = C_6H_5 (**81**)



82 57%



83 80%

84 75%

Maksimal çıxıma 2-propenilfenolun morfolinometil törəməsini (**2**) substrat kimi istifadə etməklə nail olmaq mümkündür. Burada **83** və **84** birləşmələrinin çıxımları uyğun olaraq 80 və 75% təşkil edir.

Spektral nəticələr göstərmişdir ki, propargil və allilləşdirilmiş duzlar alındıqda 1,3-oksazin halqası saxlanılır. Məsələn, **81**-ci birləşmədə oksazin halqasında CH_2 qruplarının protonlarının siqnalları 4,6 və 5,4 ppm-də aydın şəkildə aşkar edilir. Sintez edilmiş

birləşmələrdə propargil və allil fraqmentlərinin protonları da aydın görünür.

Beləliklə, alkenilfenollar və onların müxtəlif quruluşlu törəmələri, həmçinin allil və propenil əvəzli 1,3-benzoksazinlər və 2-propenilfenolun morfolinometil törəməsi əsasında tərkibində C=C, C≡C və digər funksional qruplar saxlayan suda həll olan ammonium duzları sintez edilmişdir. Sintez edilmiş polifunksional birləşmələrin praktiki tətbiqi yolları öyrənilmiş və quruluşlarından asılı olaraq onların istismar xassələrinin korrelyasiyası verilmişdir.

2-Allil- və 2-propenilfenol törəmələrinin, 1,3-benzoksazinlərin hidrogen sulfidlə doydurulmuş su-duz-karbohidrogen mühitində korroziya inhibitorları kimi tədqiqi

Sintez edilmiş heteroatom saxlayan funksional əvəzli birləşmələrin korroziyaya qarşı xassələrini müəyyən etmək üçün müxtəlif turşuların (H_2SO_4, H_2S və s.) iştirakı ilə su-duz-karbohidrogen sistemlərində onların inhibitor xassələrinin sistematik tədqiqi aparılmış və birləşmənin koroziyaya qarşı xassələri ilə quruluşları arasındakı korrelyasiya müəyyən edilmişdir.

Korroziyaya qarşı tədqiqatlar hidrogen sulfidlə doydurulmuş su-duz-kerosin mühitində, sulfat turşusu məhlulunda, o cümlədən hidrogen sulfid və karbon qazı ilə doymuş lay sularında aparılmışdır və tədqiq olunan məhsulların quruluşlarından, qatılıqlarından və korroziya sınaqlarının şəraitindən asılı olaraq xassələri barədə nəticə çıxarılmışdır.

Sintez edilmiş ammonium duzlarının (**67,68,83,84**) 50 və 100 mq/l qatılıqlarında korroziya sınağı hidrogen sulfidlə doydurulmuş 3% NaCl və kerosin (sulu məhlul və kerosin nisbəti 9:1 vol. ilə) mühitində aparılmışdır.

Cədvəl 2-dən göründüyü kimi, tədqiq edilmiş ammonium duzları **67, 68, 83, 84** hidrogen sulfidlə doydurulmuş su-duz-kerosin mühitində korroziyaya qarşı effektivliyə malikdir. Nəticələr göstərir ki, ən yüksək inhibitor aktivliyinə malik birləşmələr quruluşlarında aromatik halqada propenil əvəzedicisi ilə yanaşı, həmçinin morfolinometil qrupunun azot atomunda allil və propargil əvəzedicisi olan fraqmentlər olan birləşmələrdir. Müəyyən edilmişdir ki,

göstərilən birləşmələrin (**83** və **84**) 50 və 100 mq/l qatılıqlarında korroziyadan mühafizə dərəcəsi uyğun olaraq allil fraqmentli birləşmə (**83**) 89.3 və 91.9%, propargil əvəzli fenol törəməsi (**84**) ilə 93.4 və 96.9% təşkil edir.

Cədvəl 2

Hidrogen sulfidlə doydurulmuş su-duz-karbohidrogen mühitində ammonium duzlarının korroziyaya qarşı tədqiqatlarının nəticələri. Temperatur 25°C, zaman 5 saat

Birləşmələr	Qatılıq, mq/l	Korroziya sürəti, q/m^{2}s	Mühafizə dərəcəsi, %
4-(3-Allil-2-hidroksibenzil)morfolin-4-ium bromid **(67)**	50	1.3631	69.3
	100	1.1366	74.4
(E)-4-(2-Hidroksi-3-(prop-1-eni-1-il)benzil)morfolin-4-ium bromid **(68)**	50	1.1722	73.6
	100	0.5949	86.6
(E)-4-(2-Hidroksi-3-(prop-1-eni-1-il)benzil)-4-(prop-1-en-1-il)morfolin-4-ium bromid **(83)**	50	0.4751	89.3
	100	0.3596	91.9
(E)-4-(2-Hidroksi-3-(prop-1-eni-1-il)benzil)-4-(prop-1-in-1-il)morfolin-4-ium bromid **(84)**	50	0.2931	93.4
	100	0.1376	96.9
İnhibitorsuz	-	4.44	-

Cədvəl 2-dən də aydın olur ki, 2-allil- (**67**) və 2-propenil-fenolların (**68**) morfolinometil törəməsi əsasında alınan ammonium duzları da inhibitor təsir göstərir. Eyni qatılıqlarda olan **67** və **68** birləşmələri **67** üçün 69,3 və 74,4%, **68** üçün 73,6 və 86,6% mühafizə dərəcəsinə malikdir. Tədqiqatın nəticələrinə əsasən birləşmələr inhibitor xassələrinə görə aşağıdakı ardıcıllıqla düzülə bilər: **84**>**83**>**68**>**67**.

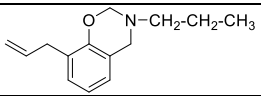
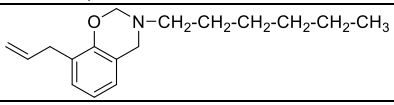
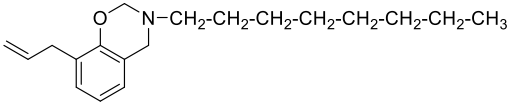
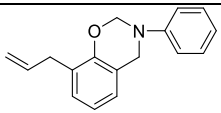
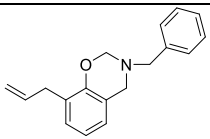
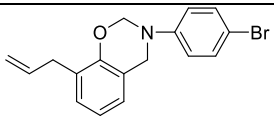
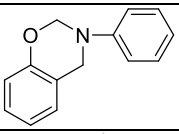
16-21 və **54-59** birləşmələrinin quruluşlarında ikiqat rabitə saxlayan fraqmentlərin, N-əvəz edilmiş funksional əvəzedicilərin, dördlü ammonium qruplarının və Br-anionların olması onları potensial korroziya inhibitorları, neft hasilatında biosidlər və s. kimi istifadə edilməsinə imkan verir.

Cədvəl 3-dən görünür ki, 50, 100 və 150 mq/l qatılıqlarda tədqiq edilmiş 1,3-benzoksazinlər **16-21** inhibitor xassələrinə malikdir. Ən yüksək inhibitor xassələrini tərkibində aromatik

əvəzedici saxlayan **57-59** birləşmələri göstərir. Burada 150 mq/l qatılıqlarda maksimum mühafizə dərəcəsi 94% təşkil edir. Onların arasında bromofenil əvəzedicisi (**21**) olan birləşmə ən yüksək qorunma dərəcəsinə malikdir. Alkil əvəzediciləri saxlayan 1,3-benzoksazinlər arasında tərkibində oktil əvəzedicisi olan birləşmə 18 ən yüksək mühafizə dərəcəsinə malikdir (150 mq/l qatılıqda mühafizə dərəcəsi 82,8%).

Cədvəl 3

H_2S ilə doydurulmuş su-duz-karbohidrogen mühitində 16-21 birləşmələrin korroziyaya qarşı tədqiqatlarının nəticələri

№	Birləşmələrin formulları	Qatılı q, mq/l	K, q/m^{2}s	Z, %
16		100 150	2.1720 1.9802	51.3 55.6
17		100 150	1.6368 0.8940	63.3 79.9
18		100 150	1.5119 0.7651	66.1 82.8
19		50 100 150	1.5592 0.7209 0.3897	65.0 83.8 91.3
20		50 100 150	0.8295 0.4906 0.3129	81.4 89.0 93.0
21		50 100 150	0.5352 0.4460 0.2480	88.0 90.0 94.4
		150	2.2166	50.3
	İnhibitorsuz		4.46	

Tədqiq olunan **16-21** birləşmələrinin koroziyaya qarşı xassələrinə allil qrupunun təsirini müəyyən etmək məqsədilə fenol, formaldehid və anilin əsasında eyni üsulla 1,3-benzoksazin sintez edilmiş, poladın hidrogen sulfid mühitində 150 mq/l qatılıqda korroziyaya qarşı inhibitor kimi tədqiq edilmişdir. Göstərilmişdir ki, 150 mq/l qatılıqda allil əvəzedicisi saxlamayan 1,3-benzoksazin 50,3% inhibitor təsirə malikdir.

Alınmış tədqiqat nəticələri korroziyaya qarşı tədqiqatlarda 1,3-benzoksazin molekulunda allil fraqmentinin əhəmiyyətini vurğulamağa imkan verir. Allil fraqmentində elektron sıxlığının olması metal səthində əlavə adsorbsiyanın baş verməsi ilə izah etmək olar.

Sintez edilmiş tərkibində aromatik əvəzedici saxlayan 1,3-benzoksazinlərin (**19-21**) yüksək inhibitor xassələrini nəzərə alaraq, onların koroziyaya qarşı xassələri nisbətən aşağı qatılıqlarda (50 mq/l) tədqiq edilmişdir (Cədvəl 3). Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq edilmiş **19-21** birləşmələri göstərilən qatılıqlarda uyğun olaraq 65, 81 və 88% mühafizə dərəcəsinə malikdir.

Beləliklə, allil əvəzli 1,3-benzoksazinlərdə N-alkil əvəzedicisini N-aromatik əvəzedici ilə əvəz etdikdə inhibitor xassələrinin artması molekulda əlavə π-sisteminin olması ilə izah olunur və nəticədə metal səthində adsorbsiya baş verir.

Aparılan tədqiqatların davamı olaraq həm praktik, həm də nəzəri baxımdan böyük maraq kəsb edən allil əvəzli 1,3-benzoksazinlər əsasında ammonium duzları alınmışdır.

Cədvəl 4-dən göründüyü kimi, 1,3-benzoksazinlər **16-21**-dən onların ammonium duzları **54-59**-a keçdikdə, birləşmələrin inhibitor aktivliyinin yüksəlməsi müşahidə olunur.

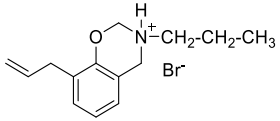
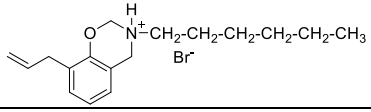
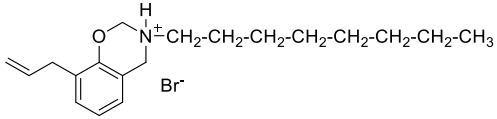
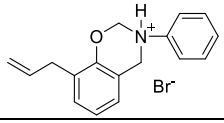
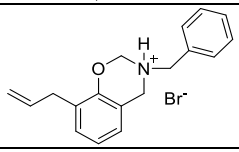
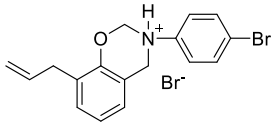
Aparılan korroziyaya qarşı tədqiqatların nəticələrini, həmçinin tədqiq olunan birləşmələrin sorbsiya qabiliyyətini təsdiq etmək üçün Ст.3 polad səthində element analiz, skan edici elektron mikroskopiyadan (SEM) istifadə etməklə Ст.3 poladın korroziyadan əvvəl və sonra səthinin təhlili aparılmışdır.

Polad lövhələrin korroziyadan əvvəl və sonra analizinin nəticələrindən göründüyü kimi (cədvəl 5 və Şəkil 8 və 9) lövhələrin demək olar ki, tam elementar tərkibi, həmçinin onun səthində sorbsiya

olunmuş maddə (**21**) aşkar edilir. Cədvəl 5-dən görmək olar ki, Ст.3 polad səthində adsorbsiya edilmiş maddənin bütün elementləri müəyyən edilmişdir. Nəticələr (cədvəl 5) həmçinin göstərir ki, birləşmə **21** olmadıqda azot atomunun olmaması və nisbətən az miqdarda karbon və oksigen müşahidə olunur.

Cədvəl 4.

Hidrogen sulfidlə doydurulmuş su-duz-karbohidrogen (kerosin) mühitində 54-59 birləşmələrinin korroziyaya qarşı sınaqlarının nəticələri

	Birləşmələr	Qatılıq, mq/l	K, q/m^{2}s	Z, %
51		50 100	1.6234 1.2934	63.6 71.0
52		50 100	1.3826 0.8920	69.0 80.0
53		50 100	1.6769 0.7804	62.4 82.5
54		50 100	0.6289 0.2944	85.9 93.4
55		50 100	0.4460 0.2007	90.0 95.5
56		50 100	0.3523 0.1383	92.1 96.9
	İnhibitorsuz	–	4.46	–

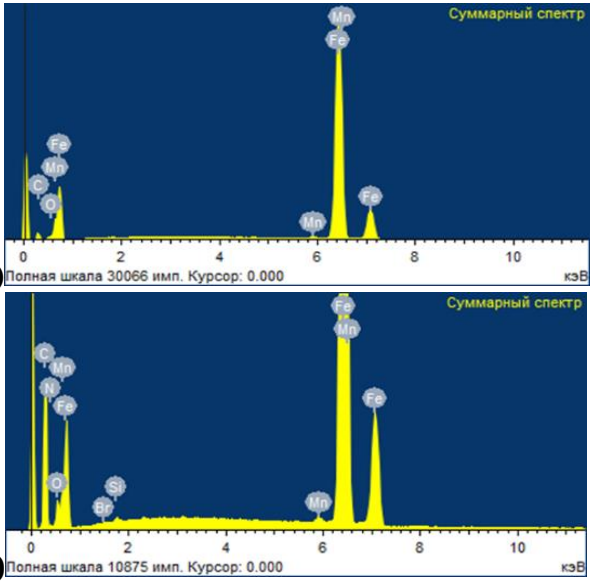
Əldə edilən nəticələr sintez edilmiş birləşmələrin korroziyaya qarşı xassələrini, həmçinin polad lövhənin səthində adsorbsiya qabiliyyətini bir daha təsdiqləyir.

SEM nəticələrindən (Şəkil 9) göründüyü kimi, **21** inhibitorunun iştirakı olmadıqda (A), Ст.3 polad lövhəsinin səthində korroziya prosesi müşahidə olunur, burada korroziyadan sonra nümunənin hamar səthi dəyişir və çatlar əmələ gəlir. Bununla belə, birləşmə **21**-in iştirakında polad səthində adsorbsiya aşkar edilir. Əldə edilən məlumatlar **21**-ci birləşmənin inhibitor təsirini bir daha təsdiqləyir.

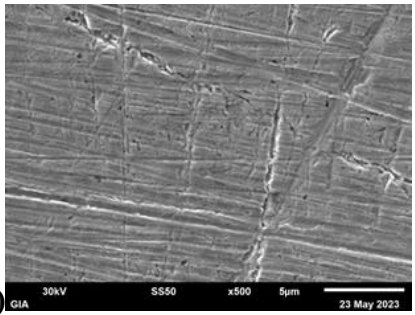
Cədvəl 5

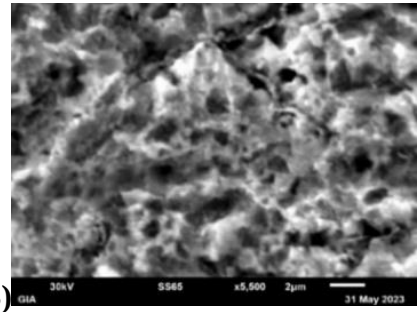
21-ci birləşmənin iştirakında korroziyadan əvvəl və sonra polad Ст.3-ün səthinin element tərkibi

Element	Çəki, %	Atom, %	Element	Çəki, %	Atom, %
21-ci birləşmənin iştirakı olmadan			**21-ci birləşmənin iştirakında**		
			C K	41.63	71.07
C K	15.77	45.54	N K	1.92	2.81
N K	0.00	0.00	O K	5.84	7.49
O K	1.39	3.01	Si K	0.13	0.09
Mn K	0.46	0.29	Mn K	0.27	0.10
Fe K	82.38	51.16	Fe K	48.61	18.44
			Br K	1.60	1.28
Yekun	100.00		Yekun	100.00	



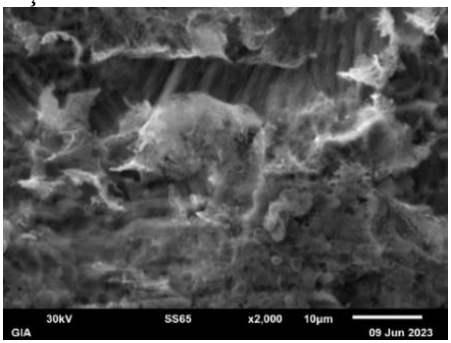
Şəkil 8. 21-ci birləşmənin iştirakı olmadan (A) və iştirakında (B) korroziya prosesindən sonra lövhə səthinin elektron spektri

A) 

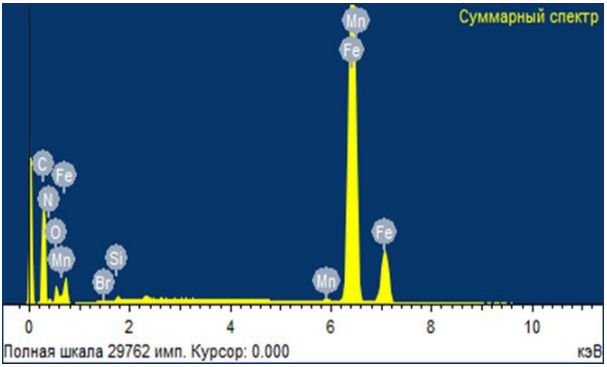
B) 

Şəkil 9. 21-ci birləşmənin iştirakı ilə korroziyadan əvvəl (A) və (B) sonra polad lövhənin səthinin SEM şəkilləri

59-cu birləşmənin iştirakı ilə korroziya prosesindən sonra polad lövhənin səthi analoji şəkildə təhlil edilmişdir. Təhlilin nəticələri Şəkil 10 və 11-də göstərilmişdir.



Şəkil 10. 59-cu birləşmənin iştirakı ilə korroziyadan sonra polad lövhənin səthinin SEM təsvirləri



Şəkil 11. 59-un iştirakı ilə korroziyadan sonra polad lövhənin səthinin elektron spektri

Nəticələrdən göründüyü kimi (Şəkil 10 və 11), **59**-cu birləşmənin iştirakı ilə korroziya prosesində Ст.3 polad lövhəsinin səthində adsorbsiya baş verir.

Ст.3 poladın korroziyasına qarşı inhibitor kimi 2-propenilfenol, formaldehid və metilaminin kondensləşmə məhsulları 25°C temperaturda və 5 saat müddətində hidrogen sulfidlə doydurulmuş su-duz karbohidrogen mühitində 50 və 100 mq/l qatılıqlarda tədqiq edilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq olunan 1,3-benzoksazinlər (**22,60**), aminometil törəmələri (**3,69**) və polibenzoksazinin ammonium duzu (**70**) 50 və 100 mq/l qatılıqlarda inhibitor xassələrə malikdir. **60, 69** və **70** birləşmələri ən yüksək inhibitor xassəyə malikdir. Bu, yəqin ki, onların suda həll olması, həmçinin ammonium fraqmentinin və brom anionunun olması ilə bağlıdır. Bu, yəqin ki, həm də polad Ст.3 səthində yüksək sorbsiya xassələri ilə əlaqədardır.

Cədvəl 6

71-75 birləşmələrinin hidrogen sulfidlə doydurulmuş su-duz-kerosin mühitində korroziyaya qarşı sınaqlarının nəticələri

Birləşmə	qatılıq, mq/l	25^0C		40^0C	
		Korroziya sürəti, q/m^{2}saat	Mühafizə dərəcəsi, %	Korroziya sürəti, q/m^{2}saat	Mühafizə dərəcəsi, %
(E)-1-(Prop-1-en-1-il)-2-(prop-2-in-1-iloksi)benzol (**71**)	50 100	0.6467 0.5352	85.5 88.0	1.014 0.8467	80.0 83.3
(E)-4-Metil-2-(prop-1-en-1-il)-2-(prop-2-in-1-iloksi)benzol (**72**)	50 100	0.7983 0.6021	82.1 86.5	1.3486 0.9937	73.4 80.4
1-Allil-2-(prop-2-in-1-iloksi)benzol (**73**)	50 100	0.8831 0.6868	80.2 84.6	1.4703 1.0495	71.0 79.3
1-Allil-2-(prop-2-in-1-iloksi)benzol (**74**)	50 100	0.9812 0.8028	78.0 82.0	1.5717 1.2574	69.0 75.2
1-(Prop-1-en-2-il)-4-(prop-2-in-1-iloksi)benzol (**75**)	50 100	0.5352 0.4371	88.0 90.2	0.9177 0.6946	81.9 86.3
(prop-2-in-1-iloksi)benzol (müqaisə üçün)	50 100	1.2666 1.4183	68.2 71.6	2.8189 2.0787	44.4 59.0
İnhibitorsuz		4.46	-	5.07	-

Cədvəl 6 və 7 quruluşlarında həm C=C, həm də -C≡C rabitəli fraqmentlər saxlayan allil və propenilfenolların funksional əvəzli

törəmələrinin (**71-75**) korroziyaya qarşı sınaqlarının nəticələri verilmişdir.

Korroziyaya qarşı sınaqların nəticələrindən (cədvəl 6 və 7) göründüyü kimi, tədqiq edilmiş birləşmələr (**71-75**) 3% NaCl, karbohidrogen (kerosin) və hidrogen sulfid (500 mq/l) saxlayan model sulu sistemlərdə polad Ст.3-ün korroziyaya qarşı xassələrə malikdir. Bu birləşmələrin tərkibində aromatik halqada əvəz edilmiş π-elektronları (C=C və C≡C) olan fraqmentlər saxlayır (Cədvəl 6).

Cədvəl 7.

Hidrogen sulfidlə doydurulmuş su-duz-kerosin mühitində 76-82 birləşmələrinin korroziyaya qarşı tədqiqinin nəticələri

Birləşmələr	Qatılıq, мг/л	Korroziya sürəti, q/m^{2}saat	Mühafizə dərəcəsi, %
8-Allil-3-(prop-2-in-1-il)-3-propil-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**76**)	50	0.6958	84.4
8-Allil-3-heksil-3-(prop-2-in-1-il)-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**77**)	50	0.4460	90,0
8-Allil-3-fenil-3-(prop-2-in-1-il)-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**78**)	50	0.8028	82,4
8-Allil-3-benzil-3-(prop-2-in-1-il)-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**79**)	50	0.4192	90,6
8-Allil-3-(4-bromofenil)-3-(prop-2-in-1-il)-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**80**)	50	0.2364	97,6
(E)-3-Fenil-8-(prop-1-eн-1-il)-3-(prop-2-in-1-il)-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**81**)	50	0.6422	85,6
(E)-3-Oktil-8-(prop-1-en-1-il)-3-(prop-2-in-1-il)-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**82**)	50	0.3568	92,0
İnhibitorsuz	-	4,46	-

İkiqat rabitənin inhibitor təsirini müəyyən etmək məqsədilə eyni şəraitdə və qatılıqlarda müqayisə üçün eyni üsulla sintez edilmiş fenolun propargil efirinin də iştirakı ilə korroziyaya qarşı tədqiqatlar aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, alkenil əvəzedicisi olmadıqda,

100 mq/l qatılıqda mühafizə dərəcəsi kəskin şəkildə 71%-ə qədər azalmışdır.

71-75 birləşmələrinin koroziyaya qarşı xassələrinin müqayisəli tədqiqi üçün eyni şəraitdə **76-82** birləşmələri - dördlü ammonium duzları, yəni 50 mq/l qatılıqlarda 1,3-benzoksazinin propargil törəmələrinin korroziyaya qarşı sınaqları aparılmışdır. Tədqiqatın nəticələri Cədvəl 7-də verilmişdir.

Tədqiqatların nəticələrindən göründüyü kimi, tərkibində 1,3-benzoksazin və alkenil fraqmentləri, həmçinin N-propargil əvəzedicisi və brom anionu saxlayan ammonium birləşmələri **76-82** aqressiv hidrogen sulfid su-duz-kerosin mühitində yüksək koroziyaya qarşı xassələrə malikdir. Alınan müsbət nəticələri onların quruluşlarında ikiqat (C=C) və üçqat (C≡C) rabitələrin, dördlü azot atomunun, brom anionunun və aromatik halqanın olması ilə izah etmək olar.

Müəyyən edilmişdir ki, N-benzil (**79**, 90,6%), N-bromofenil (**80**, 97,5%), N-heksil (**77,** 90%) və N-oktil (**82**, 92%) əvəzediciləri saxlayan ammonium duzları ən yüksək mühafizə dərəcəsinə malikdir.

Göründüyü kimi, onların arasında mühafizə dərəcəsinin ən yüksək qiyməti N-bromfenil əvəzedicisi (97,6%) olan birləşmədə (**80**) aşkar olunmuşdur. Bu N-bromfenil fraqmentində brom atomunun əlavə olaraq olması ilə izah edilə bilər.

Digər tərəfdən, **76-82** birləşmələrində aşağı qatılıqlarda (50 mq/l) nisbətən yüksək koroziyaya qarşı xassələrinin müəyyən olunması propargil fraqmentinin mövcudluğunun vacibliyini bir daha təsdiqləyir.

Alınan nəticələrin doğruluğu SEM metodu ilə də təsdiqlənmişdir.

Lay sularında 1,3-benzoksazin və 2-propenilfenol törəmələri əsasında sintez edilmiş ammonium birləşmələrinin korroziyaya qarşı xassələrinin tədqiqi

SOCAR-ın “Neftqazelmitədqiqatlayihə” İnstitutunda hidrogen sulfid və karbon qazı ilə doydurulmuş lay sularında 200 mq/dm^3 (200 mq/l) qatılıqda ammonium duzlarının korroziya tədqiqatları aparılmışdır. Tədqiqatlar otaq temperaturunda və 24 saat müddətdə Ст.20 polad üzərində aparılmışdır.

Müəyyən edilmişdir ki, 24 saatlıq sınaq müddətində birləşmələrin təbiətindən asılı olaraq mühafizə dərəcəsi 59,0-96,8% göstərir (Cədvəl 8).

Cədvəl 8

Lay sularında ammonium duzlarının korroziyaya qarşı tədqiqatlarının nəticələri

Birləşmələr	Çəki itkisi, 1	Korroziya sürəti, q/m^{2}saat	Mühafizə dərəcəsi, %
İnhibitorsuz	0.1826	1.3585	-
8-Allil-3-propil-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**54**)	0.0771	0.4280	68.5
8-Allil-3-heksil-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**55**)	0.0758	0.4211	69.0
8-Allil-3-oktil-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**56**)	0.0734	0.4076	70.0
8-Allil-3-fenil-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**57**)	0.0632	0.4702	65.4
8-Allil-3-benzil-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**58**)	0.0636	0.3532	74.6
8-Allil-3-(4-bromofenil)-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**59**)	0.0384	0.2133	84.3
(E)-8-(Prop-1-en-1-il)-3-propil-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**61**)	0.0444	0.3301	75.7
(E)-3-Heksil-8-(prop-1-en-1-il)-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**62**)	0.0190	0.1412	89.6
(E)-3-Oktil-8-(prop-1-en-1-il)-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**63**)	0.1443	0.5570	59.0
(E)-3-Fenil-8-(prop-1-en-1-il)-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**64**)	0.0132	0.0978	92.8
(E)-3-Benzil-8-(prop-1-en-1-il)-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**65**)	0.010	0.0747	94.5
8-Allil-3-heksil-3-(prop-2-in-1-il)-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**77**)	0.0826	0.4591	66.2
8-Allil-3-fenil-3-(prop-2-in-1-il)-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**78**)	0.0782	0.4347	68.0
8-Allil-3-benzil-3-(prop-2-in-1-il)-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin-3-ium bromid (**79**)	0.0269	0.1494	89.0
(E)-4-(2-Hidroksi-3-(prop-1-en-1-il)benzil)-4-(prop-2-in-1-il)morfolin-4-ium bromid (**84**)	0.0078	0.0435	96.8

Benzoksazinium birləşmələri arasında ən yüksək mühafizə dərəcəsinə (90%-dən çox) N-fenil (**64**), N-benzil (**65**) və propenil əvəzediciləri olan birləşmələr malikdir, burada onların mühafizə dərəcəsi uyğun olaraq 92,8 və 94,5% təşkil edir. Propenil əvəzli 1,3-benzoksazinium bromidlərdə N-alkil əvəzedicilərinin (propil, heksil və oktil) olması mühafizə dərəcəsini nisbətən aşağı salır (59,0-89,6%). Bu halda N-heksil əvəzedicisi olan birləşmə nisbətən yüksək korroziyaya qarşı xassəsəyə malikdir (89,6%).

1,3-Benzoksazinin tərkibində aromatik halqa ilə qoşulmuş ikiqat rabitə saxlayan əvəzedicilərin, habelə N-əvəz edilmiş propargil fraqmentinin olması səbəbindən, inhibitor xassələri hidrobromidlərlə müqayisədə əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşır, yəni propargil fraqmentinin C≡C rabitəsinin olması ilə ammonium birləşmələrində (**77-79, 84**) inhibitor xassələrini daha da artır.

Tərkibində fenol hidroksili, morfolinium, propargil fraqmentləri və brom anionu saxlayan birləşmə 84 də eyni şəraitdə tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, birləşmə 84-də fenolun OH qrupunun olması ilə koroziyaya qarşı aktivlik artır və 96,8% təşkil edir.

2-Allil- və 2-propenilfenolların morfolinometil törəmələrinin ammonium duzlarının sulfat turşusu mühitində korroziyaya qarşı xassələrinin tədqiqi

Tədqiqatın məqsədi 2-allil- və 2-propenil-6-morfolinometilfenolların HBr, allil bromid və propargil bromidlə reaksiyasından alınan suda həll olan ammonium duzlarının 10, 20 və 50 mq/l qatılıqlarda 0.5 N H_2SO_4 mühitində 3 saat müddətində polad Ст.3-ün korroziyasına qarşı inhibitor kimi müqayisəli tədqiqi aparılmışdır.

Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq edilmiş bütün ammonium duzları, xüsusilə 2-propenilfenol əsasında alınan ammonium duzları (**68,83,84**) koroziyaya qarşı aktivliyə malikdir. Onların mühafizə dərəcələri qatılıqlarından asılı olaraq 80,3-dən 97,8%-ə qədər dəyişir. 2-Propenilfenolun (**68,83,84**) törəmələri arasında N-allil əvəzedicisi olan ammonium birləşmələri (90%) ən yüksək korroziyaya qarşı xassələrə malikdir. Alınmış nəticələr əsasında ammonium

birləşmələrində N-allil və N-propargil fraqmentlərinin olmasının vacibliyi bir daha təsdiqlənmişdir. Alınan nəticələr həmçinin aromatik halqada 2-propenil əvəzedicisinin olmasının müqayisəli əhəmiyyətini də göstərir.

Neftçıxarma sənayesində alkenilfenol törəmələri əsasında ammonium birləşmələrinin biosid xassələrinin öyrənilməsi

Funksional əvəzli 1,3-benzoksazinlərin ammonium duzlarının, Mannix əsaslarının müxtəlif törəmələrinin və tərkibində 1,3-benzoksazin halqasında allil, propenil və digər qruplar, həcmli kation və Br anionu saxlayan törəmələrin neftin hasilatı zamanı biosid xassələrinin tədqiqinin nəticələri verilmişdir.

Bakterisid tədqiqatlar SOCAR-ın Neft-qaz Elmi-Tədqiqat Layihə İnstitutunda aparılmışdır.

Cədvəl 9

67,68,83,84-ci birləşmələrin 200 mq/l qatılıqda biosid xassələrinin tədqiqinin nəticələri

Birləşmələr	N, SRB hüceyrələri/ml	S,%
Distillə suyu	10^8	-
67	10^4	50.0
68	10^1	90.0
83	10^1	89.5
84	10^0	100.0

Cədvəl 9-dan göründüyü kimi, 200 mq/l qatılıqda tədqiq edilmiş ammonium birləşmələri SRB-yə qarşı bakterisid təsir göstərir. Nəticələr göstərmişdir ki, **84** - (E)-4-(2-Hidroksi-3-(prop-1-en-1-il)benzil)-4-(prop-2-in-1-il)morfolin-4-ium bromid, tərkibində aromatik halqa ilə qoşulmuş vəziyyətdə olan propenil, N-əvəz edilmiş propargil və digər fraqmentlər saxlayır və SRB-nin inkişafının qarşısını 100% alır. Propenil fraqmenti saxlayan ammonium birləşmələrinin allil fraqmenti ilə müqayisədə yüksək bakterisid xassələrə malik olduğu aşkar olunmuşdur.

200 mq/l qatılıqda **54-59** birləşmələri (cədvəl 10) SRB-nin inkişafının qarşısının alınmasında bakterisid təsirə malikdirlər.

Alınan tədqiqatların nəticələrindən (cədvəl 10) göründüyü kimi, tərkibində brom anionundan və digər funksional qruplardan

əlavə bromofenil əvəzedicisi saxlayan **59**-cu birləşmə SRB-nin artımının maksimal dərəcədə qarşısını alır (100%).

Cədvəl 10.

54-59 birləşmələrinin bakterisid tədqiqatlarının nəticələri (200 mq/l)

Birləşmələr	N, SRB hüceyrələri/ml	S,%
Distillə suyu	10^8	-
54	10^1	87.5
55	10^2	75.0
56	10^5	37.5
57	10^4	50.0
58	10^1	87.5
59	10^0	100.0

Tədqiqatlardan alınan nəticələrdən (cədvəl 10) aydın olur ki, 54, 58 və 59 birləşmələri nisbətən yüksək aktivliyə malikdir. Buna görə də qarşıya qoyulan məqsəd bu birləşmələri daha aşağı qatılıqlarda (50, 100 və 150 mq/l) öyrənmək olmuşdur. Tədqiqatın nəticələri tədqiq olunan birləşmələrdən neftin hasilatı sənayesində tətbiq oluna bilən effektiv reagentlər kimi istifadə etməyə imkan verir.

N-benzil (**79**) və N-bromofenil (**80**) əvəzediciləri saxlayan dördlü azot atomunda propargil əvəzedicisi saxlayan **79** və **80** birləşmələrində də yüksək biosid xassə (SRB-nin məhvedilmə dərəcəsi ~100%) aşkar edilmişdir. Tərkibində allil və N-fenil fraqmenti saxlayan birləşmə (77) 90% məhvetmə dərəcəsinə malikdir.

Beləliklə, hərtərəfli tədqiqatların nəticələri göstərmişdir ki, tədqiq olunan 1,3-benzoksazin, aminometil və 2-allil və 2-propenilfenolların digər törəmələri həm inhibitor, həm də bakterisid xassələrə malikdir və demək olar ki, xassələrinə görə, hətta bir çox hallarda məlum olan inhibitorlar və bakterisidlərin göstəricilərindən heç də geri qalmırlar.

Sintez edilmiş birləşmələrin antioksidant xassələrinin tədqiqi

Tərkibində OH qrupu, ikiqat rabitə, benzoksazin və digər fraqmentlər saxlayan sintez edilmiş 2-allil- və 2-propenilfenollar əsasında azot saxlayan törəmələrin (yeni Mannix əsasları) antioksidant xassələri tədqiq edilmişdir.

Tədqiq olunan birləşmələrin (**3,16,18,19,20,25,26,42**) iştirakı ilə kumolun avtooksidləşməsinin kinetik əyrilərindən tapılan induksiya dövrlərinin qiymətlərinə əsasən onların yüksək antioksidant aktivliyə malik olduğu və sənayedə antioksidant kimi geniş istifadə olunan ionolu əhəmiyyətli dərəcədə üstələdiyi müəyyən edilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, N-propil və N-oktil fraqmentləri olan birləşmələrin (**16,18**) antioksidant xassələri tərkibində N-fenil və N-benzil əvəzediciləri olan birləşmələrə (**19,20**) nisbətən daha yüksəkdir.

1,3-Benzoksazin molekulunda olan propenil fraqmentindəki ikiqat rabitə benzol halqasına doğru yerləşdiyinə görə (yəni aromatik halqa ilə qoşulmuş) birləşmələrin (**25** və **26**) antioksidant xassələri allil, N-propil (**16**) və N-oktil (**18**) əvəzli birləşmələrlə müqayisədə azalır.

I-12A yağında bəzi birləşmələrin özlülük-temperatur xassələrinin öyrənilməsi

33, 42, 44, 46-cı birləşmələrin termiki davamlılığını nəzərə alaraq, onların I-12A yağında tədqiqi aparılmışdır. **33, 42, 44, 46** birləşmələrinin 4 və 6% qatılıqda desilmetakrilat və ditsiklopentadienin sopolimerləri (1:1 kütlə) ilə kompozisiyada istifadə edilməsi I-12A sürtkü distillat yağının kinematik özlülüyünü 100°C temperaturda 3.8 mm^2/s-dən 8.0 mm^2/s-ə qədər artırmağa imkan verir.

Nəticədə hazırlanmış sürtkü kompozisiyalarının özlülük-temperatur xassələri yaxşılaşdırılır. Özlülük indeksi 4% qatılıqda 90-dan 100-115-ə, 6%-də isə 110-125-ə qədər artır.

Sintez edilmiş birləşmələrin antimikrob xassələrinin öyrənilməsi

Səhiyyə Nazirliyinin Sanitar-Karantin Mərkəzinin Mikrobiologiya laboratoriyasında sintez olunmuş birləşmələrin DMSO, H_2O və M-8 yağında antimikrob xassələrinin tədqiqi aparılmışdır.

Tədqiqatın məqsədi 2-allil-, 2-propenil- və 4-izopropenilfenollar əsasında sintez edilmiş heteroatom saxlayan törəmələrinin mikroblara qarşı dərman vasitələri, yağlara antimikrob aşqarlar kimi tədqiqi və onların quruluşundan asılı olaraq antimikrob

xassələrinin qanunauyğunluqlarının müəyyən edilməsi üçün elmi əsasların işlənib hazırlanması olmuşdur.

Sintez edilmiş birləşmələrin antimikrob xassələrinin tədqiqində aşağıdakı mikroorqanizmlərdən istifadə edilmişdir: *Staphylococcus aureus, Escherichia Coli, Shigella flexneri, Salmonella enterica, Pseudomonas aeruginosa, Candida albicans və Aspergillus niger*.

Cədvəl 11-dən göründüyü kimi, tədqiq edilmiş 8-allil-1,3-benzoksazinlər və onların ammonium törəmələri 15 və 30 mq/l qatılıqlarda istifadə olunan bütün mikroorqanizmlərə qarşı bakterisid və funqisid təsir göstərir. **16-19** və **54-57** birləşmələri arasında ammonium duzları **54-57** ən yüksək antimikrob aktivliyə malikdir. Belə ki, onlar 15 mq/l qatılıqda **16-19** birləşmələri ilə müqayisədə təxminən iki dəfə effektivdir.

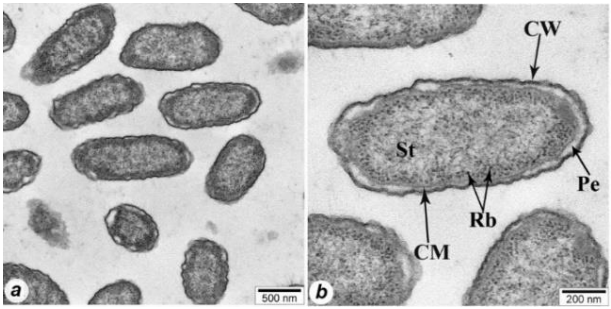
Cədvəl 11

16-19 və 54-57 birləşmələrinin antimikrob xassələrinin nəticələri

Birləşmələr	**Qatılıq, mq/l**	**Mikroorqanizmlərin məhvedilmə diametri, mm**					
		S.aureus	***E.coli***	***S.flexneri***	***S.enterica***	***C.albicans***	***A.niger***
16	15	15	19	17	14	6	7
	30	29	39	33	26	15	15
17	15	11	24	14	12	6	5
	30	24	41	29	25	14	11
18	15	10	22	13	10	9	12
	30	26	27	22	19	17	21
19	15	13	22	10	10	4	5
	30	25	38	20	21	11	13
51	15	16	24	14	10	15	10
	30	31	42	27	21	29	23
52	15	22	28	18	15	13	12
	30	43	45	38	31	28	25
53	15	16	23	19	13	18	16
	30	31	38	32	29	33	32
54	15	19	27	20	14	12	10
	30	34	45	36	30	25	22
Amoksisilin	30	14	9	10	9	-	-
Flükonazol	30	-	-	-	-	29	22

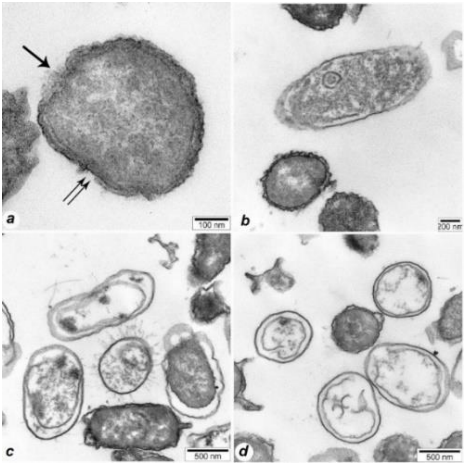
TEM tədqiqatlarının nəticələri göstərmişdir ki, 3-heksil əvəzli 8-allil-1,3-benzoksazinium bromid (**55**) bakteriya hüceyrəsinin divarlarından keçərək öz təsirini göstərir. Şəkil 12-də birləşmə **55** və amoksisillinin iştirakı olmadan *E.coli* hüceyrəsini göstərilir. Şəkil 13 standartın (amoksisillin) iştirakı ilə *E.coli* hüceyrələrində ultrastruktur dəyişikliklərin xüsusiyyətlərini göstərir. Göründüyü kimi, *E.coli* hüceyrəsinin divarı və hüceyrə membranı (tək qara oxla göstərilir) zədələnmişdir. Bu zaman bakteriyaların inkişafı dayanır və onlar çoxalma qabiliyyətini itirirlər.

Şəkil 14 aydın şəkildə göstərir ki, bütün bakteriya hüceyrələrinin divarının həm daxili, həm də xarici təbəqələri məhv edilmişdir və *E.coli* bakteriyalarının **55**-ci birləşmənin təsirindən tam parçalanması müşahidə olunur.

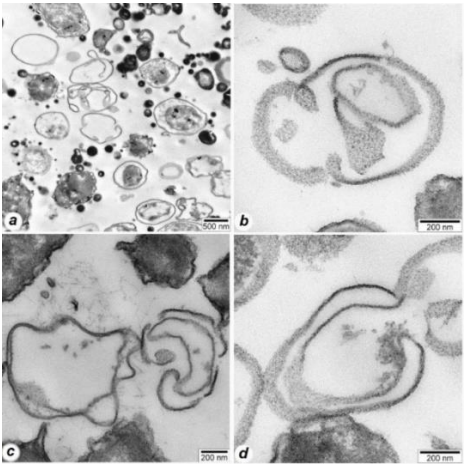


Şəkil 12. Təmizlənməmiş *E.coli* bakteriyalarının TEM görüntüləri
a - ümumi görünüş, b - bakteriyaların ultrastrukturu. Boyanma: uranil asetat və Pb-sitrat. St-sitoplazma, CM-hüceyrə membranı və ya plazma membranı, CW-hüceyrə divarı, Rb-ribosom, Pe-peptidoqlükan

Cədvəl 12-dən göründüyü kimi, 35 mq/l qatılıqda tədqiq edilmiş **23,24,26,27** birləşmələri istifadə olunmuş mikroorqanizmlərə qarşı antimikrob aktivliyə malikdir. 3-Benzil əvəzedicisi olan **27**-ci birləşmə bütün mikroorqanizmlərə, xüsusən də *E.Coli*, *Candida albicans* və *Aspergillus niger*-ə qarşı antimikrob aktivliyə malikdir.



Şəkil 13. Amoksisillinin təsirindən zədələnmiş *E.coli* bakteriyalarının TEM görüntüsü



Şəkil 14. 3-Heksil-əvəzli 8-allil-1,3-benzoksazinium bromidin (55) təsiri ilə məhv edilmiş *E.coli* bakteriyalarının TEM mikroqrafiyası

Belə ki, 35 mq/l qatılıqda onların inkişafının qarşısının alınmasının diametri uyğun olaraq 28, 31 və 31 mm təşkil edir.

Cədvəl 12

23,24,26,27 birləşmələrinin antimikrob xassələrinin tədqiqinin nəticələri

Birləşmələr	Qatiliq, mq/l	Mikroorqanizmlərin məhvedilmə diametri, mm					
		S.aureus	*E.coli*	*S.flexneri*	*S.enterica*	*C.albicans*	*A.niger*
23	15	8	6	6	5	0	0
	35	12	10	11	10	4	4
24	15	6	9	11	8	0	0
	35	10	13	18	11	0	2
26	15	4	6	10	4	0	0
	35	6	10	16	8	2	3
27	5	7	6	5	4	8	6
	15	12	13	11	10	14	12
	35	21	28	20	22	31	27
Amoksisilin	35	15	10	9	9	-	-
Flükonazol	35	-	-	-	-	29	22

Cədvəl 13

M-8 yağında 16-21 birləşmələrinin antimikrob aktivliyinin tədqiqinin nəticələri

Birləşmələr	Qatılıq, mq/l	Mikroorqanizmlərin məhvedilmə diametri, mm				
		S.aureus	*E.coli*	*Pseudomonas aeruginoza*	*C.albicans*	*A.niger*
16	30	19	21	25	16	13
	50	24	26	29	18	19
17	30	12	14	11	13	12
	50	23	24	24	15	16
18	30	10	12	9	6	5
	50	19	27	26	10	9
19	30	22	25	24	16	14
	50	28	30	29	19	18
20	30	21	24	25	15	16
	50	30	32	31	20	22
21	30	20	23	24	14	13
	50	28	29	30	25	22
8-hidroksi-xinolin	50	20	24	18	+	+
M-8 yağı (əlavəsiz)	-	+	+	+	+	+

Zonal diffuziya metodunun, eləcə də durulaşdırılma üsulunun (35 mq/l, 3,5 mq/l, 0,35 mq/l və 0,035 mq/l) istifadəsi birləşmələrin antimikrob xassələrinin kompleks tədqiqatlarının nəticələrini, həmçinin tədqiq olunan birləşmələrin minimal məhvedilmə qatılıqlarını müəyyən etməyə imkan vermişdir. Belə ki, **24**-cü birləşmə üçün minimal bakterisid aktivliyi qatılığı 0,01 ml (0,35 mq/l), **26** və **23** üçün 0,001 ml (0,035 mq/l), **27** üçün minimal bakterisid aktivliyi (MBA) və minimum funqisid aktivliyi (MFA) 0,001 ml (0,035 mq/l) təşkil edir.

27-ci birləşmənin əldə edilmiş antimikrob tədqiqatlarının nəticələri də *E.coli* bakteriyalarına qarşı TEM-dən istifadə etməklə təsdiq edilmişdir.

N-aromatik əvəzli 1,3-benzoksazinlər (**20,21,28**) və onların suda həll olunan ammonium duzları (**58,59,66**) da 20, 30 və 50 mq/l qatılıqlarda *S. aureus, E. coli, C. albicans, Sh. flexneri, S. enterica* və *A. niger* mikroorqanizmlərinə qarşı antimikrob aktivliyə malikdirlər.

Birləşmə **58** *E.coli* və *Sh.flexneri* bakteriyalarına qarşı daha effektivdir, burada 50 mq/l qatılıqda göstərilən bakteriyaların məhvedilmə zonasının diametri uyğun olaraq 40 və 39 mm təşkil edir.

Tədqiqatlar göstərmişdir ki, 1:10 (5 mq/l), 1:100 (0,5 mq/l) və 1:1000 (0,05 mq/l) qatılıqlarda durulaşdırdıqda **58**-ci birləşmə bakteriyalara, xüsusilə də *E.coli*-yə qarşı nisbətən yüksək effektivlik nümayiş etdirir. Bununla belə, birləşmə **58**-in minimal funqisid aktivliyi 1:100-də göstərir. Beləliklə, **58**-in minimal bakterisid aktivliyi (MBA) 0.05 mq/l, minimal funqisid aktivliyi (MFA) isə 0.5 mq/l təşkil edir.

Sintez edilmiş birləşmələrin (**1-3, 16-21, 23-28,42**) antimikrob aktivliyi Səhiyyə Nazirliyinin Sanitar-Karantin Mərkəzinin Mikrobiologiya laboratoriyasında QOST 9.023-74 üzrə disk-diffuziya üsulu ilə M-8 motor yağında da öyrənilmişdir. M-8 yağında birləşmələrin 30 və 50 mq/l qatılıqlarda *Stafilococcus aureus, Escherichia coli və Pseudomonas aeruginosa, Candida albicans, Aspergillus niger* mikroorqanizmlərinə qarşı tədqiqi aparılmışdır.

Cədvəl 13 və 14-dən göründüyü kimi, bütün tədqiq edilmiş birləşmələr - 8-allil- (Cədvəl 13) və 8-propenil əvəzli (Cədvəl 14) 1,3-benzoksazinlər (**16-21, 23-28**) 30 və 50 mq/l qatılıqlarda M-8 yağında

bakterisid və funqisid xassələrə malikdirlər.Cədvəl 13-dən göründüyü kimi, tədqiq olunan birləşmələr antimikrob aktivliklərinə görə müqayisə üçün götürülmüş 8-hidroksixinolindən heç də aşağı deyil və bir çox hallarda hətta onu üstələyir.

Cədvəl 14

23-28 birləşmələrinin M-8 yağında antimikrob xassələrinin tədqiqinin nəticələri

Birləşmələr	Qatılıq, mq/l	Mikroorqanizmlərin məhvedilmə diametri, mm				
		S.aureus	*E.coli*	*Pseudomonas aeruginoza*	*S.aureus*	*A.niger*
23	30	20	24	23	16	14
	50	26	29	28	18	16
24	30	16	18	15	12	10
	50	24	26	23	16	14
25	30	12	18	16	8	6
	50	21	26	22	12	10
26	30	24	29	26	17	15
	50	30	33	32	23	21
27	30	26	28	27	18	16
	50	32	36	34	27	25
28	30	28	30	28	20	18
	50	34	36	35	29	25

Azot atomunda aromatik əvəzedicisi olan 8-propenil-əvəzli 1,3-benzoksazinlər arasında **27** - (E)-3-benzil-8-(prop-1-en-1-yl)-3,4-dihidro-2H-benzo[e][1,3]oksazin ən yüksək antimikrob aktivliyə malikdir.

Beləliklə, allil və propenilfenolların aldehidlər və müxtəlif aminlərlə kondensləşməsi ilə (Mannix reaksiyası üzrə) bir sıra heteroatom tərkibli birləşmələr sintez edilmiş, onların neft sənayesində turşu korroziyasına qarşı inhibitor, biosidlər, neft məhsullarına antimikrob, antioksidant, özlülük-temperatur xassələri tədqiq edilmişdir.

Bundan əlavə, tərkibində eyni zamanda həm ikiqat rabitə, həm də heteroatomlar saxlayan sintez edilmiş birləşmələr işıq şualarına və istiliyə qarşı monomer və polimer stabilizatorlarının alınmasında, həmçinin su sistemlərindən və neft-lay sularından radioaktiv

birləşmələrin və ağır metalların çıxarılması məqsədilə modifikasiya edilmiş polimer materiallarının alınmasında uğurla istifadə edilə bilər. Müəyyən edilmişdir ki, propargil fraqmenti alkenilfenol törəmələrinin və ya alkenil əvəzli 1,3-benzoksazinlərin molekuluna daxil edildikdə, onların istismar xassələri əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşır.

Alınan nəticələrə görə sintez olunmuş birləşmələrin tətbiqi ilə əlaqədar təkliflər edilmişdir.

NƏTİCƏLƏR

1. Alkenilfenollar (2-allil, 2-propenil və 4-izopropenilfenollar) əsasında çoxsaylı (84) funksional əvəzli heteroatom saxlayan birləşmələrin sintezinin sistematik tədqiqinin və onların quruluşundan asılı olaraq kimyəvi və istismar xassələrinin (termiki, korroziyaya qarşı, biosid, antioksidant, antimikrob, özlülük-temperatur) elmi əsasları işlənib hazırlanmışdır [3,4,13,16,23].

2. 2-Allil-, 2-propenil- və 4-izopropenilfenolların aldehidlərlə (formaldehid və benzaldehid) və birli və ya ikili aminlərlə (alifatik, tsiklik, aromatik) üçkomponentli kondensləşmə reaksiyası (Mannix reaksiyası üzrə) sistemli şəkildə tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, ilkin reagentlərin təbiətindən, nisbətindən, reaksiyanın temperaturundan və s. asılı olaraq müxtəlif quruluşlu məhsullar alınır: 1,3-benzoksazinlər, aminometil törəmələri, oliqomerlər, polibenzoksazinlər [34,41-44,64,67].

3. Termoqravimetrik və diferensial termiki metodla sintez edilmiş alkenil əvəzli 1,3-benzoksazinlərin və digər alkenilfenol törəmələrinin termiki davamlılığı öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, sintez edilmiş benzoksazinlər ~200 °C temperatura qədər (quruluşlarından asılı olaraq) termiki stabilliyə malikdir. Göstərilmişdir ki, məhsulun parçalanma temperaturuna qədər (~200°C) 1,3-oksazin halqasının termiki açılması baş verir və polibenzoksazinin əmələ gəlməsi ilə nəticələnir [44,66,69].

4. Alkenilfenolların funksional əvəzli efirləri, 8-alkenil əvəzli 1,3-benzoksazinlərin, eləcə də alkenilfenolların aminometil törəmələri əsasında 60-92% çıxımla və 140-204°C ərimə temperaturları olan ammonium birləşmələri alınmışdır. Spektral məlumatlar göstərmişdir

ki, reaksiya nəticəsində reaksiya məhsullarında ikiqat rabitə saxlanılır və $^{+}$N-H rabitəsi yaranır [41-43,49].

5. 2-Allil-, 2-propenil- və 4-izopropenilfenollar, onların metil-əvəzli törəmələri, həmçinin alkenil əvəzli 1,3-benzoksazinlər əsasında 57-96% çıxımla propargil törəmələri alınmışdır. Onların quruluşundan asılı olaraq istismar xassələri arasında korelyasiya aşkar edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, sintez edilmiş birləşmələrin tərkibinə propargil əvəzedicisini daxil etdikdə, onların istismar (korroziyaya qarşı və biosid) xassələri əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşır [68,76].

6. Alkenilfenolların və onların törəmələrinin aldehidlərlə (formaldehid və benzaldehid) və birli diaminlərlə (etilendiamin, karbamid, tiokarbamid) üçkomponentli kondensləşməsi nəticəsində bir sıra funksional əvəzli heteroatom tərkibli birləşmələr əldə edilmişdir (çıxım 58-96%). Müəyyən edilmişdir ki, ilkin reagentlərin təbiətindən, nisbətindən, reaksiya şəraitindən, asılı olaraq müxtəlif məhsullar (1,3-benzoksazinlər, polibenzoksazinlər, oliqomerlər) alınır. Alınan məhsullar sulu mühitlərdən radioaktiv elementlərin (uranil ionlarının çıxarılma dərəcəsi 90,8-92,6%) və Azərbaycan neft yataqlarının lay sularından ağır metalların tutulması üçün materialların alınmasında prekursor kimi istifadə edilmişdir [65,66,73-75].

7. Sintez edilmiş alkenil əvəzli 1,3-benzoksazinlər, 2-allil-, 2-propenilfenolların aminometil törəmələri, onların ammonium duzları, həmçinin 2-allil-, 2-propenil- və 4-izopropenilfenollar, eləcə də alkenil əvəzli 1,3-benzoksazinlər əsasında alınmış propargil törəmələrinin 50, 100, 150 mq/l qatılıqlarda hidrogen sulfidlə doydurulmuş su-duz-kerosin mühitində koroziyaya qarşı xassələri tədqiq edilmişdir (mühafizə dərəcəsi 51,0-98,3%). Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq olunan birləşmələr arasında propargil fraqmenti və N-bromofenil əvəzedicisi olan 1,3-benzoksazinin ammonium duzu korroziyaya qarşı ən yüksək inhibitor xassələrinə malikdir. Göstərilən birləşmənin 50 mq/l qatılıqda istifadə etdikdə onun korroziyaya qarşı mühafizə dərəcəsi 97,6% təşkil edir [9,16,23,35,40,41,71,72].

8. Sintez edilmiş 8-alkenil əvəzli 1,3-benzoksazinlər, həmçinin alkenilfenolların aminometil törəmələri əsasında alınmış ammonium duzları hidrogen sulfid və karbon qazı ilə doydurulmuş minerallaşdırılmış neft-lay suyunda 200 mq/dm^3 (200 mq/l) qatılıqda

korroziyaya qarşı inhibitor təsirə malikdir. Ən yüksək göstəricilərə tərkibində N-fenil və N-benzil əvəzediciləri saxlayan 8-propenil-1,3-benzoksazinium duzları (mühafizə dərəcəsi uyğun olaraq 92.8 və 94.5%), həmçinin 2-propenilfenolun morfolinometil törəməsinin propargil duzu (mühafizə dərəcəsi 96.8% təşkil edir) malikdir [76].

9. Alkenilfenolların aminometil törəmələri əsasında alınmış ammonium duzlarını, eləcə də bəzi 1,3-benzoksazinlərin və onların ammonium duzlarını 10, 20, 50, 100, 150 və 200 mq/l qatılıqlarda 0.5 N sulfat turşusu mühitində tədqiq edərkən müəyyən edilmişdir ki, bu halda ən yüksək inhibitor xassələrə 2-allil- və 2-propenilfenolların morfolinometil törəmələrinin ammonium duzları malikdir. Belə ki, göstərilən birləşmələrin 50 mq/l qatılığında onların korroziyadan mühafizə dərəcəsi 74,9-99,0% təşkil edir. Müəyyən edilmişdir ki, ən yüksək nəticəni propargil əvəzedicisi saxlayan ammonium duzunu istifadə etdikdə nail olmaq mümkündür [49,76].

10. Sintez edilmiş funksional əvəzli birləşmələri 50, 100, 150 və 200 mq/l qatılıqlarında SRB-nin artımının qarşısını almaq üçün reagentlər kimi tədqiq edərkən onların yüksək biosid xassələri (məhvedilmə dərəcəsi 100%-ə qədər) aşkar edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, sintez edilmiş birləşmələr təkcə korroziya inhibitorları kimi deyil, həm də SRB-nin artımının qarşısının alınması üçün reagentlər kimi istifadə edilə bilər, yəni birləşmələr neft hasilatı zamanı biokorroziyanın qarşısını almaq üçün kompleks təsirə malik reagentlərdir [16,23,41,49].

11. Sintez edilmiş alkenil əvəzli 1,3-benzoksazinlər və onların ammonium duzları həmçinin M-8 yağında, DMSO-da, suda və spirtdə aşağıdakı mikroorqanizmlərə qarşı antimikrob aktivlik nümayiş etdirmişdir: *Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Candida albicans, Shigella flexneri, Pseudomonas aeruginosa* və *Aspergillus niger* (sudan alınan təcrid) və müqayisə üçün istifadə olunan standartlardan (amoksisillin, sefazolin və flukonazol) geri qalmır və bir çox hallarda hətta onları üstələyir. Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq olunan birləşmələrin bakterisid xüsusiyyətləri funqisid xassələrinə nisbətən daha yüksəkdir. Durulaşdırılma üsulundan istifadə etməklə müəyyən edilmişdir ki, tədqiq olunan birləşmələrin bəziləri hətta aşağı qatılıqlarda da (30-35 mkq/l) aktivlik göstərmişdir. Sintez edilmiş

birləşmələrin TEM mikroskopiya vasitəsilə *Escherichia coli* bakteriyasının iştirakında əldə edilmiş şəkilləri onların antimikrob aktivliyini bir daha təsdiqləmişdir [41-43,77].

12. Sintez olunan birləşmələrin antioksidant xasslərinin hərtərəfli tədqiqi nəticəsində onların yüksək aktivliyi aşkar olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, 2-allil- və 2-propenilfenolların aldehidlər və müxtəlif aminlərlə kondensləşmə məhsulları karbohidrogenlərin oksidləşməsinə qarşı tormozlayıcı xassələrə malikdir və antioksidant aktivliyə görə standartdan (ionoldan) üstündür. Müəyyən edilmişdir ki, fenol hidroksili və 1,3-benzoksazinlərlə N-propil və N-oktil əvəzediciləri olan birləşmələr ən yüksək antioksidant xassələrə malikdir (induksiya dövrü 350, 320 və 300 dəqiqə təşkil edir) [78].

DİSSERTASİYA MATERİALLARI ÜZRƏ AŞAĞIDAKİ ELMİ ƏSƏRLƏR ÇAP EDİLMİŞDİR:

1. Bayramov, M.R. 1,4-Bis[2-(prop-1-en-1-yl)phenoxy]butane / Musa Bayramov, Abel Maharramov, Gunay Mehdiyeva, Shahnaz Hoseinzadeh, Rizvan Askerov // Acta Cryst., - 2011. E67, - p. 01478

2. Maharramov, A.M. 1,10-Bis[2-(prop-1-enyl)phenoxy]decane / Abel Maharramov, Musa Bayramov, Gunay Mehdiyeva, Shahnaz Hoseinzadeh, Bahruz Rashidov // Acta Cryst., - 2012. E68, - p. 0266

3. Магеррамов, А.М. Ингибиторы сероводородной коррозии стали в нефтяных водно-солевых растворах/ А.М. Магеррамов, М.Р. Байрамов, Х. Фархади, Г.М.Мехтиева // PPOR, - 2012. V.13, N.2(50), - p. 139-143

4. Magerramov, A.M., Study of radical copolymerization of aminomethylated derivatives of alkenylphenols with styrene/ Abel Magerramov, Musa Bayramov, Gunay Mehdiyeva, Mahira Agayeva// Polymer science, Ser.B, - 2012. V.54, N.7-8, - p.399-406

5. Магеррамов, А.М., Байрамов, М.Р., Мехтиева, Г.М., Алиева, С.Г., Байрамова, Г.М., Гасымова, Ш.З. Производные алкенилфенолов в качестве реагентов для подавления роста сульфат восстанавливающих бактерий при нефтедобыче // Akademik

Həsən Əliyevin 105 illik yubileyinə həsr olunmuş II Beynəlxalq elmi konfrans, - Bakı: - 7 - 8 noyabr, - 2012, - s. 430-431

6. Байрамов, М.Р., Магеррамов, А.М., Хоссеинзаде, Ш.Б., Мехтиева, Г.М., Агаева, М.А., Алиева С.Г. Новые ингибиторы сероводородной коррозии// Международная научно-техническая конференция «Устойчивое развитие. Рациональное природопользование. Технологии здоровья», посвященная 75-летию академика Валерия Легасова, - Тула, - 2012, - с. 92
7. Магеррамов, А.М. Новые реагенты для подавления роста сульфатвосстанав-ливающих бактерий при нефтедобыче/ А.М. Магеррамов, М.Р. Байрамов, Г.М.Мехтиева, М.А. Агаева, Г.М. Байрамова, Ш.З. Гасымова // Chemical problems, - 2013. N.1, - p. 15-19
8. Байрамов, М.Р. Исследование азотсодержащих производных продуктов конденсации 2-аллилфенола с симметричными С2-С4-дибромалканами в качестве реагентов для подавления роста сульфатвосстанавливающих бактерий при нефтедобыче / М.Р.Байрамов, Г.М.Мехтиева, М.А.Агаева, М.М.Гурбанов, С.Г.Алиева //Azərbaycan kimya jurnalı, -2013. № 3, - с.107-111
9. Magerramov, A.M. Synthesis of hydrogen sulfide corrosion inhibitors for oil production/ Abel Magerramov, Musa Bairamov, Gunay Mehdiyeva, Shahnaz Khoseinzade, Mahira Agayeva, Sevil Aliyeva // Petroleum Chemistry, - 2013. V.53, N.6, - p. 423-425.
10. Магеррамов, А.М., Байрамов, М.Р., Агаева, М.А., Миначёва, Э.В., Алиева, С.Г., Мехтиева, Г.М. Исследование реакции радикальной сополимеризации 2-аллилфенола и малеинового ангидрида // Azərbaycan xalqının Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 90-cı ildönümünə həsr olunmuş I Beynəlxalq kimya və kimya mühəndisliyi konfransı, - Bakı: - 17 - 21 aprel, - 2013, - c. 79
11. Məhərrəmov, A.M. 2-Allil-6-morfolinometilfenolxlorid sulfatreduksiyaedici bakteriyaların artımının qarşısını almaq üçün reagent kimi. İxtira i 2013 0061. Azərbaycan Respublikası/ A.M.Məhərrəmov, M.R.Bayramov, V.M.Abbasov, G.M.Mehdiyeva, F.C.Əliyeva, S.Q.Əliyeva, Ə.S.Rzayev

12. Мехтиева Г.М., Агаева, М.А., Сеидова, Л.Р., Алиева С.Г., Байрамов, М.Р. Сополимерные сорбенты для очистки водных систем от урановых соединений // Материалы Международной научн-методической конференции «Интеграция науки и образования в ВУЗах нефтегазового профиля», - Уфа: - 2014, - с.134-136

13. Байрамов, М.Р., Магеррамов, А.М., Мехтиева, Г.М., Агаева, М.А., Гасанова, Г.М. Новые реагенты для подавления роста СВБ при нефтедобыче // Материалы Международной научн-методической конференции «Интеграция науки и образования в ВУЗах нефтегазового профиля», - Уфа: - 2014, - с.144-147

14. Məhərrəmov, A.M., Bayramov, M.R., Mehdiyeva, G.M., Əliyeva, S.Q., Quliyeva, Ş.C. Piridinium duzları hidrogensulfid korroziyasına qarşı inhibitor kimi // Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 91 ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların VIII Respublika Elmi konfransının materialları, Bakı: - 7 - 8 may, - 2014, - c. 102-103

15. Məhərrəmov, A.M. 2-Propenil-6-piperidinometilfenolun stirolla ikili sopolimeri polistirola antioksidant kimi. İxtira i 2014 0044. Azərbaycan Respublikası/ A.M.Məhərrəmov, M.R.Bayramov, G.M.Mehdiyeva, M.A.Ağayeva, S.Q.Əliyeva.

16. Mekhtieva, G. M. Alkenylphenol-Based Pyridinium Salts as Hydrogen Sulfide corrosion Inhibitors and Agents for Inhibiting the Growth of Sulfate-Reducing Bacteria in Oil Production/ Gunay Mekhtieva, Abel Magerramov, Musa Bairamov, Mahira Agayeva, Gulnara Gasanova // Petroleum Chemistry, - 2015. V. 55. N. 3, - p. 247–251.

17. Байрамов, М.Р., Мустафаева, Р.М., Агаева, М.А., Мехтиева, Г.М., Гасанова, Г.М., Аскарова, Г.М. Синтез пропаргилсодержащих фенолов и исследование их в качестве ингибиторов коррозии стали Ст.3. // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr olunmuş adlı Elmi-Praktik konfrans, - Gəncə: - 5 - 6 may, - 2015, - s. 174-177

18. Байрамов, М.Р., Агаева, М.А., Мехтиева, Г.М., Гасанова, Г.М., Гасымова, Ш.З., Аскарова, Г.М. Получение 2-алкенил-п-крезолов и их ингибирующих свойств в водно-солевых системах // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr respublika elmi konfransı, - Bakı: - 2015, - с.32

19. Məhərrəmov, A.M., 2-Hidroksi-3-propenilbenzilmorfolinium xlorid sulfadreduksiya edici bakteriyaların inkişafının qarşısını alan biosid və korroziya inhibitoru kimi. İxtira i 2015 0060, Azərbaycan Respublikası/ A.M.Məhərrəmov, M.R.Bayramov, M.A.Ağayeva, G.M.Mehdiyeva

20. Магеррамов, А.М., Байрамов, М.Р., Агаева, М.А., Мехтиева, Г.М., Байрамова, И.В., Гасанова, Г.М., Аскарова, Г.М. Внутреннестабилизированные двойные сополимеры алкенилфенолов с винильными соединениями // Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 93-ci ildönümünə həsr olunmuş Beynəlxalq elmi konfrans, - Gəncə: - 12 - 13 may, - 2016, - с. 114-117

21. Мехтиева, Г.М. Азотсодержащие производные алкенилфенолов в качестве ингибиторов сероводородной коррозии// The International scientific conference dedicated to the 90th Anniversary of the academician Y.H. Mammadaliyev Institute of Petrochemical processes, - Baku: - 2 - 4 October, - 2019, - с.273

22. Məhərrəmov, A.M. Azərbaycan Patenti İ 2019 0037, 2-Propenil-4-metil-6-morfolinometilfenolun propargil efiri yağlayıcı-soyuducu mayelərə antimikrob aşqar kimi/ A.M.Məhərrəmov, M.R.Bayramov, P.Ş.Məmmədova, M.A.Ağayeva, G.M.Mehdiyeva, H.Ş.Əliyeva, G.M.Əsgərova, E.R.Nabayev, İ.V.Bayramova

23. Mehdiyeva, G.M. Allylphenoxypiperidinium halides as corrosion inhibitors of carbon steel and biocides / Gunay Mehdiyeva, Musa Bayramov, Shahnaz Hosseinzadeh, Gulnara Hasanova// Turkish Journal of Chemistry, - 2020. N.44, - p. 670-686

24. Bayramov, M.R. Study of the corrosion inhibitors properties of water-soluble nitrogen consisting alkenylphenols derivatives / Musa Bayramov, Gunay Mehdiyeva, Musa Agayeva, Gulnara Hasanova // Azerbaijan Chemical Journal, - 2020. N.3, - p. 71-75

25. Байрамов, М., Мехтиева, Г., Азизова, П., Агаева, М. Синтезы гетероциклических соединений на основе 2-пропенилфенола// Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 97-ci ildönümünə həsr olunmuş tələbə və gənc tədqiqatşıların I Beynəlxalq elmi konfrans, - Bakı: - 06 - 16 aprel, 2020, - с.213-214
26. Мехтиева, Г., Байрамов, М. Аллилфеноксипиперидиний галогениды в качестве ингибиторов коррозии и биоцидов// Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Recent Scientific Investigation», - Oslo, - Norway: - 6 - 8 December, - 2020, - p. 931-939
27. Mehdiyeva, G., Bayramov, M., Vəlizadə, N., Həsənova, G. 2-Allilfenol əsasında heterotsiklik birləşmələrin sintezi //"Müasir kimyanın problemləri və inkişaf tendensiyaları" mövzusunda Respublika elmi-praktiki konfrans, Bakı: - 13 dekabr, - 2020, - s. 49-50
28. Mehdiyeva, G.M. Studying the sorption of uranyl ions from aqueous solutions with the structured 4-isopropenylphenol–phenol–formaldehyde copolymer / Gunay Mehdiyeva, Musa Bairamov, Dzhalal Nagiev, Shahla Guliyeva, Mahira Agayeva // Russian Journal of Physical Chemistry A, - 2021. V.95, N.4, - p. 769-774
29. Bayramov, M.R. Synthesis and study of triple co-oligomers of 4-isopropenylphenol, phenol and formaldehyde structured by maleic anhydride/ Musa Bayramov, Abel Magerramov, Gunay Mehdiyeva, Shahla Guliyeva, Mahira Agayeva // PPOR, - 2021. V.22, N.4, 2021, - p. 476-485
30. Mehdiyeva, G., Bayramov, M. Benzoxazines based on alkenylphenols and their application area// 4th International Nowruz conference on scientific research, -Shusha, - Garabagh: - 18 -21 march, - 2021, - p.429
31. Guliyeva, Sh., Mehdiyeva, G., Bayramov, M. Sorbents based on alkenylphenols derivatives, 4th International Nowruz conference on scientific research, -Shusha, - Garabagh: - 18 -21 march, - 2021, - p. 428.
32. Quliyeva, Ş., Mehdiyeva G., Qasımova Ş., Bayramov, M. 4-İzopropenilfenol əsasında alınmış tikili sopolimer uranil ionlarının

sorbenti kimi // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 98-ci ildönümünə həsr olunmuş Tələbə və gənc tədqiqatçıların ıı beynəlxalq elmi konfransları, - Bakı: - 13 - 28 aprel, - 2021, - Azərbaycan, - s.54-55.

33. Bayramov, M., Mehdiyeva, G., Vəlizadə, N., Həsənova, G. 2-Allilfenol əsasında benzoksazinin sintezi və antimikrob xassəsinin tədqiqi // Ümummilli Lider HEYDƏR ƏLİYEVİN anadan olmasının 98-ci ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistrant və gənc tədqiqatçıların «Kimyanın aktual problemləri» XIV Beynəlxalq Elmi Konfransının materialları, - Bakı: - 25 - 26 may, - 2021, - s. 178-179.

34. Mehdiyeva, G.M. Synthesis and antimicrobial activity of 3-substituted 8-propenylbenzo[e][1,3]oxazines/ Russian Journal of Applied Chemistry, - 2022. V.95, N.2, - p. 277-283.

35. Bayramov, M.R. Study of 2-propenylphenol derivatives as steel corrosion inhibitors and biocides/ Musa Bayramov, Gunay Mehdiyeva, Mahira Agayeva, Gulnara Hasanova//PPOR, - 2022, N.3, - p.426-435

36. Bayramov, M. Synthesis of ternary cooligomers of 4-isopropenylphenol, formaldehyde and 4-(1-methyl-1-dimethoxyphosphoryletyl)phenol and their structuring in the presence of acrylonitrile/ Musa Bayramov, Abel Magerramov, Gunay Mehdiyeva, Shahla Guliyeva, Mahira Agayeva// PPOR, - 2022. N.2, - p. 198-205

37. Мехтиева, Г.М. Синтез и исследование антимикробных свойств новых 3-замещенных-8-пропенилбензо[e][1,3]оксазинов // BANM, Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 99-cu ildönümünə həsr olunmuş Tələbə və gənc tədqiqatçıların III Beynəlxalq konfransı, - Bakı: - 27 - 29 aprel, - 2022, - c. 300-301

38. Mehdiyeva, G., Bayramov, M. Allyl substituted 1,3-benzoxazine derivatives as corrosion inhibitors of steel and biocides/ Gunay Mehdiyeva, Musa Bayramov // International Conference: Modern problems of theoretical and experimental chemistry devoted to the 90th Anniversary of academician Rafiga Aliyeva, - Baku: - 29th – 30th of September, - 2022, - p. 256-257

39. Afandiyeva, N., Mehdiyeva, G., Hasanova G. Silver (I) precondencation using 1,4-bis(propenylphenoxy)butane containing synthetic sorbent from aqueous solution // International Conference: Modern problems of theoretical and experimental chemistry devoted to the 90th Anniversary of academician Rafiga Aliyeva, - Baku: - 29th - 30th of September, - 2022, - p. 25-26

40. Bayramov, M.R. 1-(2-Allilfenoksi)butil-N-dietilaminohidrobromid hidrogensulfid saxlayan su-duz və karbohidrogen mühitində poladın korroziyasına qarşı inhibitor kimi / İxtira i 2022 0042. Azərbaycan respublikası/ M.R.Bayramov, G.M.Mehdiyeva, M.A.Ağayeva, G.M.Həsənova

41. Mehdiyeva, G.M. 8-Allyl-1,3-benzoxazines as Hydrogen Sulfide Corrosion Inhibitors and Biocides in Crude Oil Extraction// Petroleum chemistry, - 2023. N.4, V.62, - p. 394-402

42. Mehdiyeva, G.M. Synthesis and Antimicrobial Activity of a Number of 3-substituted-8-allylbenzoxazines and their Hydrobromic Salts // Journal of the Chemical Society of Pakistan, - 2023. V. 45, №.6, - p. 540-550

43. Mehdiyeva, G.M. Synthesis of allyl- and propenyl-substituted 1,3-benzoxazines and their antimicrobial activity // Pharmaceutical Chemistry Journal, - 2023. Vol. 56, №.10, - p. 1314-1320

44. Mehdiyeva, G.M. Study of the condencation reaction of 2-allylphenol with formaldehyde and methylamine and the functional properties of the obtained products/ Gunay Mehdiyeva, Musa Bayramov, Mahira Agayeva//Azerbaijan chemical journal, - 2023, №.2, - p.30-39

45. Мехтиева, Г.М. Разработка экологически безопасных полимерных материалов и экономически выгодных синтетических сорбентов на основе алкенилфенолов / Г.М.Мехтиева, М.Р.Байрамов// I Международное книжное издание стран Содружество Независимых Государств «ЛУЧШИЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК-2023» I Международная книжная коллекция научно-педагогических работников, - Астана: - 2023. - с. 12-17

46. Bayramov, M.R. Synthesis of carboxylate type sorbent based on co-oligomers of 2-propenylphenol and formaldehyde and study of their

functional properties for sorption of uranyl ions in model systems / Musa Bayramov, Abel Maharramov, Gunay Mehdiyeva, Shahla Guliyeva, Mahira Agayeva // Chemical problems, - 2023. -V.21, -№1, - p. 82-95

47. Bairamov, M.R. Purification of water systems from uranium salts using acrylonitrile-structured triple co-oligomers of 4-isopropenil-phenol, formaldehyde and 4-(1-methyl)-1-dimetoxsiphospho-rylethyl)phenol / Musa Bairamov, Shahla Guliyeva, Gunay Mehdiyeva, Mahira Agayeva//Azerbaijan chemical journal, - 2023. №.1, - p.155-161

48. Bairamov, M.R. Acrylonitrile-Structured Ternary Co-oligomers of 4-Isopropenylphenol, Phenol, and Formaldehyde as Sorbents for Recovery of Uranyl Ions from Aqueous Systems / Musa Bairamov, Gunay Mehdiyeva, Dzhalal Nagiev, Mahira Agayeva, Shahla Guliyeva, Abel Maharramov //Russian journal of Apllied chemistry, - 2023. V.96, №4, - p. 453-462

49. Mehdiyeva, G.M. Acid corrosion inhibitors and biocides based on 2-allyl- and 2-propenylphenols / Gunay Mehdiyeva, Musa Bayramov, Mahira Agayeva, Gulnara Hasanova // PPOR, - 2023. V.24, N.4, - p.754-762

50. Байрамов, М.Р., Агаева, М.А., Кулиева, Ш.Дж., Мехтиева, Г.М. Структурированные этилендиамином двойные соолигомеры малеинового ангидрида и 4-изопропенилфенола в качестве сорбента для извлечения уранил-ионов из водных систем // Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference, - Copenhagen, - Denmark: - 26-28 March, - 2023, - p.452-453

51. Məhərrəmov, A., Bayramov, M., Sadıqov, N., Quliyeva, Ş., Mehdiyeva, G., Ağayeva, M., Babayeva, B. 4-İzopropenilphenol, fenol və formaldehid əsasında alınmış tikili polimerlərin neft-lay sularından metal ionlarının təmizlənməsində sorbsiya xassələrinin tədqiqi // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 100-cü ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistrant və gənc tədqiqatçıların “Kimya və Kimya texnologiyası” mövzusunda II Respublika elmi konfransı, Bakı: -16 may, - 2023, - s.85

52. Bayramov, M., Axundlu, S., Mehdiyeva, G., Ağayeva, M., Cavadov, M. 4-İzoheksilfenol əsasında korroziya inhibitorunun alınması // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 100-cü ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistrant və gənc tədqiqatçıların "Kimya və Kimya texnologiyası" mövzusunda II Respublika elmi konfransı, - 2023, - s.145-146

53. Bayramov, M., Mehdiyeva, G. Alkenilfenollar əsasında polifunksional materialların alınmasının perspektiv istiqamətləri // Azərbaycanın görkəmli kimyaçı alimi, AMEA-nın həqiqi üzvü, kimya elmlər doktoru, professor Sahib Müseyib oğlu Əliyevin anadan olmasının 90 il-lik yubileyinə həsr olunmuş «Neft kimyası, polifunksional monomerlər, oliqomerlər, və polimerlərin sintezi» mövzusunda konfrans, Bakı: - 23 iyun, - 2023, - c.15-19

54. Mehdiyeva, G., Bayramov, M., Ağayeva, M. 2-Allil- və 2-propenilfenollar əsasında 1,3-benzoksazinlərin və onların törəmələrinin sintezi və tədqiqi. Azərbaycanın görkəmli kimyaçı alimi, AMEA-nın həqiqi üz-vi, kimya elmlər doktoru, professor Sahib Müseyib oğlu Əliyevin anadan olmasının 90 il-lik yubileyinə həsr olunmuş «Neft kimyası, polifunksional monomerlər, oliqomerlər, və polimerlərin sintezi» mövzusunda konfrans, Bakı: - 23 iyun, - 2023, c.147

55. Байрамов, М.Р., Магеррамов, А.М., Кулиева, Ш.Дж., Садыгов, Н.С., Агаева, М.А., Мехтиева, Г.М., Джавадов, М.А. Изучение микроэлементного состава нефтяных пластовых вод сочетанием сорбционного и пламенно-ионизационного методов // 2nd International Scientific and Practical Conference «Innovative Development in the Global Science», - Boston, - USA: - 26-28 June, - 2023, - p. 255-256

56. Bayramov, M.R., Gulieva, Sh.J., Sadigov, N.S., Mehdieva, G.M., Agaeva, M.A., Babaeva, B.A. Cooligomers structured with ethylenediamine 4-isopropenylphenol, formaldehyde and styrene as sorbents for the extraction of microelemennts from oil reservation water // International Scientific and Practical Conference, - Stockholm. – Sweden: - 13-14 June, - 2023, - p. 4.

57. Байрамов, М.Р., Кулиева, Ш.Дж., Мехтиева, Г.М., Агаева, М.А., Садыгов, Н.С., Бабаева, Б.А. Азотосодержащие сшитые сополимеры 4-изопропенилфенола с формальдегидом и малеиновым ангидридом в качестве сорбентов для извлечения микроэлементов из нефтяных пластовых вод// Proceedings of the 6 th International Scientific and Practical Conference Scıentıfıc communıty: Inter dıscıplınary research, - Hamburg, - Germany: - 6-8 July, - 2023, - с. 164-165

58. Məhərrəmov, A., Bayramov, M., Quliyeva, Ş., Mehdiyeva, G., Ağayeva M. 4-İzopropenilfenol və malein anhidridi əsasında ikili sooliqomerin sintezi və onların etilendiamin-epoksid qatranı ilə modifikasiyası// Neft kimyası və kimya texnologiyası kafedrasının 80 illik yubileyinə həsr olunmuş "Kimya və kimya texnologiyasında müasir yanaşmalar" mövzusunda Respublika elmi konfransının materialları, - Bakı: - 14 dekabr, - 2023, - Azərbaycan, - s.15-16

59. Məhərrəmov, A., Bayramov, M., Quliyeva, Ş., Mehdiyeva, G., Ağayeva. M. 4-İzopropenilfenol, malein anhidridi, stirol əsasında alınmış sooliqomerin dietilentriaminlə modifikasiyası və reaksiya məhsullarının tədqiqi // Neft kimyası və kimya texnologiyası kafedrasının 80 illik yubileyinə həsr olunmuş "Kimya və kimya texnologiyasında müasir yanaşmalar" mövzusunda Respublika elmi konfransının materialları, - Bakı, - Azərbaycan: - 14 dekabr, - 2023, - s.16-17

60. Байрамов, М., Ахундлу, С., Мехтиева, Г., Джавадов, М., Гасанова, Г. Синтез пиридиниевой соли на основе 4-изогексил-2-аллилфенола и исследование в качестве ингибитора коррозии // Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical conference, - Warsaw, - Poland: - 26-28 Yanuary,- 2023, - p. 621-622

61. Мехтиева, Г., Байрамов, М., Агаева, М., Гасанова, Г. Исследование антимикробных свойств аллилзамещенных 1,3-бензоксазинов // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 100-cü ildönümünə həsr olunmuş II Respublika elmi konfransı, Bakı: - 2023, - с. 52-53

62. Bayramov, M., Mehdiyeva, G., Ağayeva, M., İsmayılova, B. Inhibitor of acid corrosion of steel St.3 based on the reaction product of

benzaldehyde with diethanolamine and 2-allylbromtriethylene oxybenzene // Neft kimyası və kimya texnologiyası kafedrasının 80 illik yubileyinə həsr olunmuş olunmuş "Kimya və kimya texnologiyasında müasir yanaşmalar" mövzusunda Respublika elmi konfransının materialları, - Bakı: - 14 dekabr, - 2023, - s.17-18

63. Mehdiyeva, G., Bayramov, M. 2-Allilfenolun formaldehid və metilaminlə kondensləşmə reaksiyasının və reaksiya məhsullarının tədqiqi // Neft kimyası və kimya texnologiyası kafedrasının 80 illik yubileyinə həsr olunmuş "Kimya və kimya texnologiyasında müasir yanaşmalar" mövzusunda Respublika elmi konfransının materialları, - Bakı: - 14 dekabr, - 2023, - Azərbaycan, - s.27-29

64. Mehdiyeva, G.M. 6-Isopropenyl substituted 1,3-benzoxazines as acid corrosion inhibitors and antimicrobials/ Gunay Mehdiyeva, Musa Bayramov, Mahira Agayeva // PPOR, - 2024. V.25, №2, - p. 398-408

65. Mehdiyeva, G.M. Synthesis and study of 1,2-bis(8-allyl-2h-benzo[e][1,3]oxazin-3(4h)-yl)ethane and its structuring products /Gunay Mehdiyeva, Musa Bayramov // PPOR, - 2024. V.25, №1, - p.141-152

66. Mehdiyeva, G.M. Synthesis of Cooligomer Based on 2-Allylphenol, Formaldehyde, and Ethylenediamine and Study of Its Structured Product as a Sorbent for Extraction of Uranyl Ions from Aqueous Systems / Gunay Mehdiyeva, Musa Bayramov, Jalal Nagiev // Polym. Sci. Ser. B, - 2024. V.66, №2, - p. 171–181

67. Mehdiyeva, G.M. Synthesis of nitrogen-containing derivatives of 2-allylphenol and study of their viscosity-temperature properties in lubricating compositions in I-12A oil / Gunay Mehdiyeva, Musa Bayramov, Mahira Agayeva //PPOR, - 2024. V.25, №4, - p.1016-1026

68. Mehdiyeva, G.M. Hydrogen sulfide corrosion inhibitors and biocides based on functionally substituted alkenylphenol derivatives / Gunay Mehdiyeva, Musa Bayramov, Mahira Agayeva // Azerbaijan chemical journal, - 2024. №2, - p. 94-101

69. Mehdiyeva, G.M. Condensation products of 2-propenylphenol, formaldehyde, and methylamine and their property/ Gunay Mehdiyeva, Musa Bayramov // Russian Journal of General Chemistry, - 2024. V.94, №2, - p. 273-283

70. Магеррамов, А.М. Исследование микроэлементного состава нефтяных пластовых вод с использованием сорбционного и пламенно-ионизационного методов/ А.М.Магеррамов, М.Р.Байрамов, Ш.Дж.Кулиева, Г.М.Мехтиева, Н.М. Садыгов, М.А. Агаева, Б.А. Бабаева // Технологии нефти и газа, - 2024. №1, - с. 29-33

71. Байрамов, М. Исследование 2-аллил-4-изогексилтриметилен пиридиний бромида в качестве ингибитора кислотной коррозии стали Ст3/ М.Байрамов, Я.Шахвердиев, Г.Мехтиева, М.А.Джавадов, С.Ахундлу// Технологии нефти и газа, - 2024. №5, - с. 28-32

72. Байрамов, М. Ингибиторы кислотной коррозии стали Ст.3 на основе продуктов конденсации 2-аллил-4-изогексилфенола с симметричными дибром(С3,С5)алканами/ М.Байрамов, Г.Мехтиева, М.А.Джавадов, М.А.Агаева, С.Ахундлу // Технологии нефти и газа, - 2024. №6, - с. 31-34

73. Bayramov, M., Mehdiyeva, G., Ismayılova, B., Nəsibova, Y. 2-Allilfenolun formaldehid və karbamidlə üçlü kondensləşməsi// Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 101-ci ildönümünə həsr olunmuş Kimya və kimya texnologiyasi mövzusunda III Respublika elmi konfranının materialları, - Bakı: - 22 - 23 may, - 2024, - s. 16-17

74. Bayramov, M., Mehdiyeva, G., İsmayılova, B., Mahmudov, A., Həsənova, G. 2-Allilfenolun formaldehid və tiokarbamidlə üçlü kondesləşməsi/ Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 101-ci ildönümünə həsr olunmuş Kimya və kimya texnologiyasi mövzusunda III Respublika elmi konfransinin materiallari, - Bakı: - 22 - 23 may, - 2024, - s.17-18

75. Mehdiyeva, G., Quliyev, M., İsmayılova, B., Həsənova, G. 2-Allilfenolun benzaldehid və karbamidlə üçlü kondensləşməsi / Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 101-ci ildönümünə həsr olunmuş Kimya və kimya texnologiyasi mövzusunda III Respublika elmi konfransinin materiallari, - Bakı: - 22 - 23 may, - 2024, - s.19

76. Mehdiyeva, G., Bayramov, M. Synthesis of ammonium salts based on 8-alkenyl-substituted 1,3-benzoxazines and other alkenylphenol derivatives by their reaction with HBr and propargyl bromide and their study as corrosion inhibitors in acidic, water-salt-hydrocarbon medias, as well as in oil-production waters and biocides // XV international scientific conference «Scientific advances and innovative approaches», - Tokyo. – Japan: - 19-20 December, - 2024, - p. 8

77. Мехтиева, Г.М., Байрамов, М.Р., Гулиева, Г. Исследование антимикробных свойств гетероатом содержащих производных 2-аллил- и 2-пропенилфенолов в масле М-8 // Proceedings of the 11th International Scientific and Practical Conference «Science, Education, Innovation: Topical Issues and Modern Aspects», - Tallinn, - Estonia: - 16 -18 November, - 2024, -p.309-310

78. Bayramov, M., Farzaliyev, V., Sujayev, A., Mehdiyeva, G., Rzayeva, I. 2-Alkenyl substituted heteroatom containing aromatic compounds as antioxidation additives of hydrocarbons// Scientific Collection «InterConf», (224): with the Proceedings of the 11th International Scientific and Practical Conference «Science, Education, Innovation: Topical Issues and Modern Aspects», -Tallinn, - Estonia: 16-18 november, 2024, p.303-305

79. Мехтиева, Г., Байрамов М. Продукты конденсации 2-пропенилфенола, формальдегида и метиламина и их свойства // Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 101-ci il dönümünə həsr olunmuş “Kimya və kimya texnologiyası” mövzusunda III Respublika elmi konfransının materialları, - Bakı: - 22-23 may, - 2024, - c.15-16

80. Магеррамов, А., Байрамов, М., Мехтиева, Г., Агаева, М., Гасанова, Г., Гулиева, Ш. Джавадов, М. Очистка водных систем от ионов свинца с помощью нового композита на основе модифицированного полимера 4-изопропенилфенола и малеинового ангидрида// “Makromolekullu birləşmələr texnologiyasının müasir problemləri” Elmi konfrans, - Bakı: - 25-26 aprel, - 2024, - c. 175

81. Магеррамов, А., Байрамов, М., Мехтиева, Г., Агаева, М., Гасанова, Г., Гулиева, Ш. Джавадов, М. Модифицированные диэтилентриамином и формальдегидом соолигомеры 4-изопропенилфенола с малеиновым ангидридом в качестве сорбентов для извлечения уранил-ионов// “Makromolekullu birləşmələr texnologiyasının müasir problemləri” Elmi konfrans, - Bakı: - 25-26 aprel, - 2024, - с. 176

82. Мехтиева, Г.М. Фенольные соединения, их превращения и области применения/ Моногпфия, -Издательство «Адилоглы», - 2025, 256с.

Dissertasiyanın müdafiəsi 19 sentyabr 2025-ci il tarixində saat 10^{00}-da Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.16 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

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

Dissertasiya ilə Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitunun kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Avtoreferatın elektron versiyası Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitunun rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir. www.nkpi.az

Avtoreferat 17 iyul 2025-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 15.07.2025
Kağızın formatı: A5
Həcm: 76866
Tiraj: 30