

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

TƏBİİ ÜZVİ TURŞULARIN TÖRƏMƏLƏRİNİN İŞTİRAKI İLƏ CO₂ KORROZİYASININ KİNETİKASININ, BİO- VƏ ATMOSFER KORROZİYASININ TƏDQIQI

İxtisas: 3303.01 – “Kimya texnologiyası və mühəndisliyi”

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Nihad Yusif oğlu Əlimədətli**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş
dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2025

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun “Korroziya inhibitorları və konservasiya materialları” laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Nigar Şikar qızı Rzayeva

Rəsmi opponetlər: texnika elmləri doktoru, professor
Fariz Əli oğlu Əmirli
texnika elmləri doktoru, dosent
Nərminə Rüfət qızı Abdullayeva
texnika elmləri doktoru, dosent
Yulduz Böyük Ağa qızı Ramazanova

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.17 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:



texnika elmləri doktoru, dosent
Nizami İbrahim oğlu Mürsəlov

Dissertasiya şurasının elmi katibi:

texnika elmləri doktoru, dosent
Zaur Zabil oğlu Ağamalıyev

Elmi seminarın sədri:

texnika elmləri doktoru, dosent
Səyyarə Qulam qızı Əliyeva

İŞİN ÜMUMİ SƏCIYYƏSİ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi.

Sənayeləşmənin, aviasiyanın, yerüstü nəqliyyatın, gəmiçilik, energetikanın sürətli inkişafı ilə əlaqədar olaraq atmosferə, təbii su hövzələrinə atılan aqressiv komponentlərin miqdarı kəskin artıb. Digər tərəfdən bir çox proseslərin sərt rejimdə (böyük sürət, yüksək temperatur, yüksək təzyiq, turbuləntlik və s.) aparılması miqyası genişlənməkdədir. Qeyd olunanlar səbəbindən metal avadanlıqların, qurğuların intensiv korroziyaya uğraması prosesləri baş verir. İstifadə olunan metalların tərkibi də korroziya proseslərinin sürətinə təsir edən amillərdəndir.

Qeyd etmək lazımdır ki, korroziya prosesləri bir neçə səbəbdən təhlükəlidir: avadanlıqların istismar müddəti kəskin azalır, cari təmirlərin sayı və məsrəfləri artır, boş dayanma müddətləri çoxalır, kiçik və iri miqyaslı qəzalar baş verir, qəzalar nəticəsində ətraf mühitin ağır fəsadlı və uzun müddətli çirklənmələri baş verir.¹

Xüsusi qeyd etmək lazımdır ki, hərbi texnika və kənd təsərrüfatı texnikası uzun müddət saxlanma rejimində saxlandığından onların atmosfer korroziyasından müdafiəsi də xüsusi önəm daşıyır.

Keçən əsrin 40-cı illərindən başlayaraq dünyanın inkişaf etmiş sənaye ölkələrində, o cümlədən Azərbaycanda korroziyadan müdafiə vasitələrinin yaradılması, təsir mexanizmlərinin tədqiqi, istehsal texnologiyasının işlənməsi və tətbiqlərinin həyata keçirilməsi sahəsində geniş miqyaslı işlər aparılır. Nəticə olaraq bir sıra elmi tutumlu işlərin tətbiqləri həyata keçirilib. Lakin indiyə qədər korroziya probleminin tam həlli mümkün olmayıb. Digər tərəfdən yaranan ciddi ekoloji problemlər səbəbindən təklif olunan reagentlər və vasitələr üçün şərtlər daha da sərtləşdirilib: reagentlər ətraf mühitə az təsirli olmalıdır, çoxfunksiyalı olmalıdır, asan və tullantısız texnologiya ilə alınmalıdır, texnologiya az enerji tutumlu olmalıdır və reagent və vasitələr mümkün qədər bərpa olunan xammallar əsasında yaradılmalıdır.

¹ Abbasov, V.M. Mikrobioloji korroziya və onunla mübarizə üsulları / V.M.Abbasov, D.B.Ağamalyeva – Bakı: “Elm”, – 2023, – 276 s.

Bizim tədqiqatlarımız yuxarıda qoyulan tələblərə maksimum uyğun gələn reagentlərin və konservasiya mayelərinin yaradılmasına həsr olunub.

Tədqiqatın obyektı və predmeti.

Tədqiqat işində Bakı neftləri qarışığının kerosin fraksiyasından yan məhsul kimi ayrılmış təbii neft turşularının natrium duzu əsasında təbii neft turşularını, bu turşular qarışığının dar fraksiyalarını, həmin fraksiyalar əsasında müxtəlif amin komplekslərini sintez etmək, onların hidrogen sulfid korroziyasına, CO₂ korroziyasına qarşı və sulfatreduksiyaedici bakteriyaların həyat fəaliyyətini dayandıran reagent kimi yoxlanılması məsələləri araşdırılıb. Eyni zamanda sintez edilmiş amin kompleksləri əsasında konservasiya mayelərinin yaradılması da tədqiqatın predmetidir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri.

Tədqiqatın məqsədi müəyyən aqressiv mühitlərdə korroziya proseslərinin mexanizmini, təsir edən əsas faktorları müəyyən etmək, prosesləri maksimum ləngidən çoxfunksiyalı reagentlər və konservasiya mayeləri yaratmaq olmuşdur. Bu məqsədlə aşağıdakı vəzifələr yerinə yetirilmişdir:

- Bakı neftləri qarışığının kerosin fraksiyasından yan məhsul kimi alınan təbii neft turşularının (TNT) natrium duzundan karbohidrogen əlavəsinə malik olmayan TNT alınmışdır;
- TNT-nin 4 dar fraksiyası ayrılmış, fiziki-kimyəvi xassələri tədqiq edilmişdir;
- TNT-nin müxtəlif azotlu üzvi birləşmələrlə kompleksləri 20, 40, 60 və 80°C temperaturalarda sintez edilmişdir;
- Sintez olunmuş komplekslərin 70% izopropil spirti (İPS) və 30% sudan ibarət həlledicidə 10%-li məhlulları hazırlanıb;
- Sintez edilmiş komplekslər ikifazlı su:kerosin (9:1 həcm nisbətində və 500 mq/l H₂S olan) mühitdə CT-3 nümunəsinin hidrogen-sulfid korroziyasına təsiri öyrənilib; inhibitor effektinin reagentin alınma temperaturundan və TNT-nin karbohidrogen radikalının ölçülərindən asılılığı tədqiq olunub;
- Sintez olunmuş komplekslərin sulfatreduksiyaedici bakteriyaların (SRB) həyat fəaliyyətinə təsiri tədqiq olunub;
- T-30 yağı distillatına sintez olunmuş komplekslər 10% əlavə

edilməklə komplekslər hazırlanmış və konservasiya mayeləri kimi tədqiq olunmuşlar: sınaqlar hidrokamerada (Q-4), dəniz suyunda (Xəzər dənizi) və 0,001%-li H_2SO_4 məhlulunda aparılıb.

Tədqiqatın metodları. TNT-nin ümumi və dar fraksiyalarının turşu ədədləri ГОСТ 5985-79 üzrə təyin edilmişdir. Sintez üçün alınan TNT-nin və onun komplekslərinin İQ-spektrləri və NMR spektrləri çəkilib. Komplekslərin məhlullarının H_2S korroziyasına təsiri otaq temperaturunda, 6 saat müddətində, СТ-3 nümunəsi istifadə edilməklə aparılıb.

CO_2 korroziyasının kinetikasi “Corr Test” potensiometrində, $50^\circ C$ temperaturda, suda 1%-li NaCl (CO_2 ilə doymuş) məhlulda C1018 polad elektrodun iştirakı ilə aparılıb.

Konservasiya mayələrinin sınaqları ГОСТ 9054-75-in tələblərinə uyğun olaraq aparılıb.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar.

Bakı neftləri qarışığının kerosin fraksiyasından yan məhsul kimi alınan TNT-nin natrium duzunun suda 20-25%-li məhlulu karbohidrogenlər əlavəsindən təmizlənərək TNT alınmış, onun dar fraksiyaları ayrılmış, fiziki-kimyəvi xassələri tədqiq olunmuş, bu fraksiyaların müxtəlif amin kompleksləri sintez olunmuş (müxtəlif temperaturlarda), onların məhlulları hazırlanmışdır. Hazırlanmış məhlulların H_2S və CO_2 korroziyasına, SRB-nin həyat fəaliyyətinə təsiri öyrənilmişdir. Sintez olunmuş komplekslər və T-30 yağı distillatı əsasında konservasiya mayeləri alınaraq tədqiq olunmuşdur.

Tədqiqatın elmi yeniliyi:

- Bakı neftləri qarışığının kerosin fraksiyasından ayrılan TNT-nin natrium duzundan karbohidrogen ballastına malik olmayan TNT və onun 4 dar fraksiyası alınmış, onların əsasında müxtəlif alkil aminlərlə ($C_4H_9NH_2$, $C_8H_{17}NH_2$, $(C_4H_9)_2NH$, $C_7H_{15}NH_2$, $CH_2(NH_2)_2$, $(C_2H_5)_2NH$, $(C_5H_{11})_2NH$) kompleksləri sintez olunmuşdur; komplekslərin İPS-in suda 70%-li məhlulunda 10%-li məhlulları hazırlanmış, fiziki-kimyəvi xassələri tədqiq olunmuşdur;
- Müəyyən edilmişdir ki, komplekslərin $80^\circ C$ temperaturda alınması kompleksin təsir effektivinə müsbət təsir edir. Bu onunla əlaqədardır ki, temperaturun təsiri ilə alkil amin TNT ilə qarşılıqlı təsirdə

olduqda amin azotu daha çox protonlaşır və bu da kompleks molekulunun qorunan metal səthinə güclü adsorbsiyasını təmin edir;

- TNT-nin I, II, III və IV fraksiyalarının etilendiamin, butil-, dibutil-, heptil- və oktil amin komplekslərinin məhlullarının CO₂ korroziasına təsiri tədqiq olunmuşdur; müəyyən edilmişdir ki, TNT-nin I fraksiyasının butil amin kompleksinin digər amin komplekslərinin məhlullarına nəzərən CO₂ korroziasından müdafiəni daha yüksək təmin edir (1000 mq/l qatılıqda 98,8%);
- TNT-nin müxtəlif amin kompleksləri alınmış, onlar T-30 yağı distillatına 10,0% əlavə edilməklə konservasiya mayeləri hazırlanmışdır və müəyyən edilmişdir ki, onların əksəriyyəti konservasiya mayeləri kimi olduqca səmərəlidir; müəyyən edilmişdir ki, komplekslərin sintezi zamanı temperatur mühüm rol oynayır, belə ki, 20, 40, 60 və 80°C temperaturalarda sintez olunmuş komplekslərdən 80°C-də alınan komplekslər konservasiya mayesinə komponent kimi daha effektivlidir.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti.

Müəyyən edilmişdir ki, TNT əsasında yüksək keyfiyyətli inhibitor-bakterisidlər və konservasiya mayeləri yaratmaq olar. Reagentlərin effektivliyinə molekulların ölçülərinin və alkil aminlərin birli və ya ikili olmasının təsiri araşdırılmış, müəyyən ümumiləşdirmələr aparılmışdır. Alınan nəzəri nəticələr gələcəkdə daha səmərəli reagentlərin yaradılmasında istifadə oluna bilər.

Təklif olunan reagentlər və konservasiya mayeləri istehsal olunaraq ölkədə tətbiq olunsaydı, bir tərəfdən neft emalının yan məhsulu olan TNT-nin səmərəli tətbiqi həyata keçirilərdi, digər tərəfdən müxtəlif sənaye sahələrində, kənd təsərrüfatında və hərbi sənayedə korroziya problemləri öz həllini tapardı.

Müəllifin şəxsi iştirakı. Dissertasiyaya aid materialların toplanmasında, onların təhlili və ümumiləşdirilməsində, laboratoriya tədqiqatlarının yerinə yetirilməsində, aparılan işlərin sistemləşdirilməsində, məqalələrin, tezislərin və dissertasiyanın yazılmasında və tərtibatında müəllif birbaşa iştirak etmişdir.

Aprobasiya və tətbiqi. Dissertasiya işi üzrə 12 əsər, o cümlədən 7 məqalə və 5 tezis çap olunmuşdur.

Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıda adları çəkilən elmi konfranslarda məruzə və müzakirə olunmuşdur:

Akademik Məhərrəm Əli oğlu Məmmədیارovun 100 illik yubileyinə həsr olunmuş “Neft kimyasının və yağların texnologiyasının müasir problemləri” adlı Beynəlxalq elmi konfrans, (Bakı, 2024); International Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Department of Technology of organic substances and high-molecular compounds. “Modern problems of macromolecular compound technology” (Baku, 2024); Akademik Soltan Cəfər oğlu Mehdiyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş “Monomerlər və neft kimyasının müasir problemləri” adlı Beynəlxalq elmi konfrans, (Bakı, 2024); Third International Bilateral Workshop on Natural Science Between Dokuz Eylul University And Azerbaijan National Academy of Sciences, (Bakı, 2024).

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.

Dissertasiya işi ARETN-in akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi:

Dissertasiya işi 160 səhifə həcmində olub, girişdən, 8 fəsildən, nəticələrdən, 120 ədəbiyyat istinadından və ixtisarlara təsviri də daxil olmaqla 32 cədvəl, 62 şəkil, 9 qrafik və 7 sxemdən ibarətdir. Dissertasiya işinin ümumi həcmi (şəkillər, cədvəllər, qrafiklər, əlavələr və ədəbiyyat siyahısı istisna edilməklə) 188184 işarədən (giriş 10352 işarə, I fəsil 41170 işarə, II fəsil 20610 işarə, III fəsil 10495 işarə, IV fəsil 22615 işarə, V fəsil 13510 işarə, VI fəsil 6925 işarə, VII fəsil 54380 işarə, VIII fəsil 3423 işarə və nəticələr 4704 işarə) ibarətdir.

Dissertasiyanın **giriş** hissəsində problemin aktuallığı, işin məqsədi və həlli səviyyəsi təhlil olunub. Qarşıya qoyulan elmi problemin həllinin vacibliyi göstərilib.

Birinci fəsildə korroziya problemləri, onların həlli üsulları sahəsində elmi əsərlərin analitik təhlili verilib, bu sahədə hansı istiqamətdə tədqiqat aparılmasının vacibliyi göstərilib.

İkinci fəsildə tədqiqat üçün seçilmiş xammallar, sintez üsulları, analiz və sınaq üsulları haqqında məlumat verilib.

Üçüncü fəsildə TNT-nin müxtəlif komplekslərinin və duzlarının alınması, spektral analizləri, onların məhlullarının hazırlanması və fiziki-kimyəvi xassələri haqqında məlumatlar verilib.

Dördüncü fəsildə TNT-nin amin komplekslərinin və duzlarının məhlullarının CO₂ korroziyasının kinetikasına təsirinin araşdırmalarının nəticələrinin təhlili verilir.

Beşinci fəsildə TNT-nin müxtəlif fraksiyaları əsasında alınmış komplekslərin və duzların məhlullarının ikifazlı (su:kerosin) mühitində H₂S korroziyasına təsirinin nəticələrinin təhlili verilir.

Altıncı fəsildə TNT-nin alkil aminlərlə komplekslərinin məhlullarının SRB-yə qarşı bakterisid təsirinin nəticələrinin təhlili verilir.

Yeddinci fəsildə TNT-nin müxtəlif temperaturlarda müxtəlif alkil aminlərlə sintez olunmuş kompleksləri və T-30 yağı distillat əsasında hazırlanmış konservasiya mayələrinin sınaqlarının nəticələri verilir. Amin kompleksinin quruluşundan, alkil radikallarının ölçülərindən, komplekslərin alınma temperaturundan asılı olaraq konservasiya mayesinin müdafiə effektinin dəyişməsi səbəbləri göstərilir və statistik üsullarla ən optimal sintez temperaturu müəyyən edilmişdir.

Səkkizinci fəsildə TNT-nin müxtəlif fraksiyaları, alkil aminlər əsasında çoxfunksiyalı inhibitor-bakterisidlərin və konservasiya mayələrinin alınma prosesinin prinsipal və texnoloji sxemləri verilmişdir.

Yerinə yetirilmiş dissertasiya işi nəticələr, istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı, əlavələr və ixtisarlara siyahısı ilə yekunlaşır.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Ədəbiyyat icmalının təhlili aşağıdakı ümumiləşdirmələrlə yekunlaşdırıla bilər: neft və qaz çıxarma, neft və qaz emalı sənayelərində əsasən CO₂ korroziyası, H₂S korroziyası, mikrobioloji korroziya prosesləri baş verdiyindən çoxfunksiyalı korroziya inhibitorlarının yaradılması və istifadəsi məqsədə uyğundur; neft çıxarma sənayesində neft çıxarma zamanı neft ilə yanaşı lay suları da çıxır və ayrı-ayrı quyulardan çıxan lay suları müxtəlif dərinlikdə çıxır və onların duz tərkibi də müxtəlif olur və onlar ümumi tutumda qarışdıqda kimyəvi tarazlıq pozulur və duzçökmə prosesi baş verir; odur ki, korroziya inhibitorlarının istifadəsi zamanı bu problem də nəzərə alınmalıdır; istifadəyə təklif olunan inhibitorlar mümkün qədər az zərərli olmalı, çıxarılan neftin keyfiyyətini pisləşdirməməlidir, asan texnologiya ilə kifayət qədər asan əldə olunan xammallar əsasında alınmalıdır, istifadə olunan digər reagentlərlə antoqonizm yaratmamalıdır.

Reagentlərin sintezi üçün xammalların seçilməsi

Yüksək adsorbsiyalı xüsusiyyətlərə malik olan azot tərkibli komplekslərin və duzların sintezində aşağıdakı əsas reagentlər və xammallar istifadə olunmuşdur: butilamin (BA, Almaniya), oktilamin (OA, Almaniya), dietilamin (DEA, Almaniya), dibutilamin (DBA, Almaniya) və dipentilamin (DPA, Almaniya), NaOH, KOH (Rusiya), Azərbaycan mənşəli təbii neft turşusu (TNT).

Komplekslərin alınmasında istifadə olunan aminlərin əsas fiziki-kimyəvi göstəriciləri cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1.

İstifadə olunmuş aminlərin fiziki-kimyəvi göstəriciləri

Göstəricilər	Butil-amin	Oktil-amin	Dietil-amin	Dibutil-amin	Dipentilamin
1	2	3	4	5	6
Orta molekül kütləsi	73.14	129.25	73.14	129.25	157.31
Qaynama temperaturu, °C; 760 mm.c.s	78.0	175.0	55.5	159.0	205.0
Donma temperaturu, °C	-49.0	-37.0	-50.0	-70.0	-59.0
Özlülük, n·san/m ²	0.00046	0.0012	0.00037	0.00103	0.00145

ardı

1	2	3	4	5	6
20°C-də; sıxlıq, q/cm ³	0.74	0.79	0.71	0.78	0.79
Şüasındırma əmsalı, n _d ²⁰	1.398	1.425	1.377	1.426	1.428
pH, 1%-li məhlulda	11.5	11.1	12.1	11.3	11.0
Azotun miqdarı, %	19.2	10.8	19.2	10.8	9.6
Amin ədədi, mq KOH/q	785.0	440.0	790.0	445.0	400.0
Kütlə payı, %					
- əsas maddənin	99.5	98.7	99.1	98.5	97.8
- ümumi azotun	19.2	10.8	19.2	10.8	9.6
- su, çox olmamaqla	0.3	0.5	0.3	0.4	0.6

Bakı neftləri qarışığının kerosin fraksiyasından əldə edilmiş təbii neft turşularının (TNT) dörd fərqli fraksiyası (I, II, III və IV) ayrılmış və bu fraksiyalar əsasında alkil və dialkilamin komplekslərinin sintezi tədqiqatın əsas məqsədlərindən biri kimi müəyyənləşdirilmişdir. Bu istiqamətin seçilməsi, sintez olunan birləşmələrin tərkibində hidrogen sulfid və karbon dioksid kimi aqressiv komponentlər olan turş mühitlərdə korroziya inhibitoru qismində potensial tətbiq imkanlarının elmi və praktik baxımdan əhəmiyyətli olması ilə bağlıdır.

Bu məqsədlə neft turşuları qarışığının ümumi tərkibi vakuum şəraitində fraksiyalara ayrılmış və nəticədə dörd müxtəlif fraksiya alınmışdır. Ayrılmış turşu fraksiyalarının əsas fiziki-kimyəvi göstəriciləri təhlil olunmuş və əldə edilən nəticələr cədvəl 2-də təqdim edilmişdir.

Cədvəl 2.

TNT-dən ayrılan fraksiyaların fiziki-kimyəvi göstəriciləri

TNT-nin fraksiyaları	t _{qay.} °C atm.	t _{qay.} °C vak. 2 mm.c.s.	Turşu ədədi, mq KOH/ q	Orta molekul kütləsi, M _r
I	210-280	70-110	324.3	173
II	280-350	110-160	291.16	193
III	350-380	160-180	278	202
IV	380-450	180-240	235,6	238

Konservasiya materiallarının müxtəlif aqressiv mühitlərdə sınaq metodları.

Tədqiqatlar QOST 9054-75 standartına uyğun şəkildə

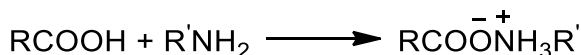
aparılmışdır. Sınaqlar üçün ölçüsü 40–50 mm ± 0,3 mm, qalınlığı 5,5 mm olan СТ-3 markalı metal lövhələr hazırlanmışdır. İstifadədən əvvəl lövhələrin səthi mexaniki olaraq təmizlənmiş, cilalanmış və üzvi həlledicilərlə (benzin və ya spirt) yuyularaq qurudulmuşdur. Sonra hər lövhə polimer sap vasitəsilə asılaraq əvvəlcə 24 saat ərzində konservasiya mayesində saxlanılmış, daha sonra 1 saat atmosfer şəraitində qurudulmuş və ardınca dəniz suyunda, 0,001%-li H₂SO₄ məhlulunda, həmçinin termorütubət kamerasında sınaqdan keçirilmişdir.

TNT-nin müxtəlif fraksiyalarının aminli komplekslərinin və duzlarının sintezi

Aparılmış tədqiqatlar zamanı Bakı neftləri qarışığından əldə edilmiş kerosin fraksiyasından təbii mənşəli neft turşularının (TNT) dörd fraksiyası (I, II, III və IV) ayrılmış və bu fraksiyalar əsasında müvafiq alkil və dialkilamin kompleksləri sintez edilmişdir. Komplekslərin sintezi üçün aşağıdakı ilkin aminlərdən istifadə olunmuşdur: butilamin (C₄H₉NH₂), oktilamin (C₈H₁₇NH₂), dietilamin ((C₂H₅)₂NH), dibutilamin ((C₄H₉)₂NH) və dipentilamin ((C₅H₁₁)₂NH). Müvafiq duzların hazırlanmasında isə əsas kimi natrium hidrokسيد (NaOH) və kalium hidrokسيد (KOH) tətbiq olunmuşdur.

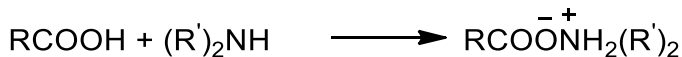
Komplekslərin sintezi aşağıdakı kimi aparılmışdır:

Reaksiya zamanı təbii neft turşuları, alkil və dialkilaminlər 1:1 mol nisbətində götürülərək, 20-25 dəqiqə müddətində intensiv qarışdırılmaqla üzvi komplekslər sintez olunmuşdur. Reaksiyanın gedişində xaricdən temperatur verməyə ehtiyac olmur, çünki reaksiya ekzotermik reaksiyadır və çoxlu miqdarda enerji ayrılır. Komplekslər sarımtıl rəngli maye olub, 99.1-99.8% çıxım təşkil edir. TNT-nin alkil və dialkilaminli komplekslərinin 1:1 mol nisbətində aparılmış sintezinin ümumi sxemləri aşağıda verilmişdir (sxem 1-3).



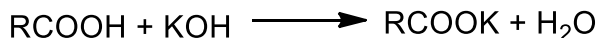
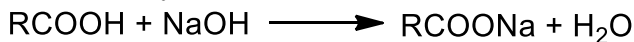
Burada: R= təbii neft turşusu qalıdır, R' = C₄H₉, C₈H₁₇

Sxem 1. Təbii neft turşularının alkilaminlərlə komplekslərinin sintez reaksiyasının ümumi tənliyi.



Burada: R= təbii neft turşusu qalığıdır, R' = (C₂H₅)₂, (C₄H₉)₂, (C₅H₁₁)₂.

Sxem 2. Təbii neft turşularının dialkilaminlərlə komplekslərinin sintez reaksiyasının ümumi tənliyi.



Sxem 3. Təbii neft turşularının NaOH və KOH duzlarının sintez reaksiyasının ümumi tənliyi.

Təbii neft turşusunun müxtəlif fraksiyalarından alınmış reagentlərin məhlullarının fiziki-kimyəvi xassələri cədvəl 3-6-da verilmişdir.

Cədvəl 3.

TNT-nin I fraksiyasının aminli komplekslərinin və əsasi duzlarının 70%-li İPS-də 10%-li məhlullarının fiziki-kimyəvi xassələri

Göstəricilərin adları:	Nümunələr						
	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	N-7
Sıxlıq (q/sm ³)	0.8862	0.8833	0.8913	0,8908	0,8720	0,8952	0,8834
Sınma əmsalı (20°C-də)	1.3803	1.3811	1.3813	1,3809	1,4400	1,3827	1,3804
Donma temp., °C	-38	-44	-48	-40	-42	-50	-45
Turşu ədədi mq·KOH/q	-	-	-	-	-	-	-

Cədvəl 3-dən görüldüyü kimi TNT-nin I fraksiyasının Na duzunun 70%-li İPS-də 10% -li məhlulu daha aşağı donma temperaturuna malik olub mənfi 50°C temperaturda donur. Həmin cədvəldə verilmiş amin komplekslərinin məhlullarından TNT-nin I fraksiyasının dietilamin kompleksinin məhlulu digər amin komplekslərinə nəzərən daha aşağı temperaturda (mənfi 48°C) donur.

Cədvəl 4.

TNT-nin II fraksiyasının aminli komplekslərinin və əsasi duzlarının 70%-li İPS-də 10%-li məhlullarının fiziki-kimyəvi xassələri

Göstəricilərin adları:	Nümunələr						
	N-8	N-9	N-10	N-11	N-12	N-13	N-14
1	2	3	4	5	6	7	8
Sıxlıq (q/sm ³)	0,8815	0,8672	0,8381	0,8678	0,8742	0,8698	0,8746

ardı

1	2	3	4	5	6	7	8
Sınma əmsalı (20°C-də)	1,4340	1,4405	1,4381	1,4362	1,4393	1,3814	1,3794
Donma temp., °C	-44	-50	-44	-42	-42	-54	-45
Turşu ədədi mq·KOH/q	-	-	-	-	-	-	-

Cədvəl 4-ün məlumatlarından görünür ki, TNT-nin II fraksiyasının Na duzunun 70%-li İPS-də 10% -li məhlulu daha aşağı donma temperaturuna malikdir (mənfi 54°C).

TNT-nin II fraksiyasının amin komplekslərinin məhlulları arasında oktilamin kompleksinin məhlulunun donma temperaturu daha aşağı olub, mənfi 50°C təşkil edir.

Cədvəl 5.

TNT-nin III fraksiyasının aminli komplekslərinin və əsasi duzlarının 70%-li İPS-də 10%-li məhlullarının fiziki-kimyəvi xassələri

Göstəricilərin adları:	Nümunələr					
	N-15	N-16	N-17	N-18	N-19	N-20
Sıxlıq (q/sm ³)	0,8815	0,8831	0,8846	0,8762	0,8906	0,9004
Sınma əmsalı (20°C-də)	1,4687	1,3826	1,3820	1,3838	1,3817	1,3800
Donma temp., °C	-35	-50	-46	-43	-50	-48
Turşu ədədi mq·KOH/q	-	-	-	-	-	-

TNT-nin III fraksiyasının komplekslərinin və duzlarının məhlulları arasında ən aşağı donma temperaturuna kod nömrəsi 16 və 19 olan məhlullar malikdir və hər iki məhlul mənfi 50°C temperaturda donur. Kod nömrəsi 16 olan məhlul dietilamin kompleksinin, 19 olan məhlul isə Na duzunun məhluludur.

Cədvəl 6.

TNT-nin IV fraksiyasının aminli komplekslərinin və əsasi duzlarının 70%-li İPS-də 10%-li məhlullarının fiziki-kimyəvi xassələri

Göstəricilərin adları:	Nümunələr					
	N-21	N-22	N-23	N-24	N-25	N-26
Sıxlıq (q/sm ³)	0,8792	0,8790	0,8823	0,8834	0,8938	0,8994
Sınma əmsalı (20°C-də)	1,3821	1,3821	1,3809	1,3824	1,3823	1,3813
Donma temp., °C	-45	-50	-46	-42	-58	-51
Turşu ədədi mq·KOH/q	-	-	-	-	-	-

Cədvəl 6-dan göründüyü kimi kod nömrəsi 25, 26 və 22 olan məhlulların donma temperaturları daha aşağı olub uyğun olaraq mənfı 58, mənfı 51 və mənfı 50°C olur.

TNT-nin müxtəlif fraksiyalarından alınmış aminli komplekslərin və duzların CO₂ mühitində korroziya prosesinə təsirinin Tafel üsulu ilə tədqiqi

Təbii neft turşusunun I fraksiyasından alınmış aminli komplekslərin və duzların 70%-li İPS-də 10%-li məhlullarının karbon qazı mühitində korroziya prosesinə təsirinin Tafel üsulu ilə tədqiqindən alınan nəticələr cədvəl 7-də təqdim olunmuşdur.

Cədvəl 7.

TNT-nin I fraksiyasından alınmış aminli komplekslərin və duzların korroziya prosesinə təsirinin Tafel üsulu ilə tədqiqindən alınan nəticələr

Maddələrin adı	Qatılıq, mq/l	E _{cor} mV	I _{corr} A/sm ²	Korroziya sürəti, mm/il	Mühafizə effekti, %
İnhibitorsuz	–	-731	5.7576×10 ⁻⁵	0.675	–
N-1 (butilamin kompleksi)	500	-730	5.3056×10 ⁻⁶	0.062	90.7
	1000	-670	5.763×10 ⁻⁷	0.006	98.8
N-2 (oktilamin kompleksi)	500	-748	1.8098×10 ⁻⁵	0.212	67.7
	1000	-742	8.8093×10 ⁻⁶	0.103	84.9
N-3 (dietilamin kompleksi)	500	-755	3.5405×10 ⁻⁵	0.415	40.0
	1000	-731	4.2819×10 ⁻⁶	0.050	92.5
N-4 (dibutilamin kompleksi)	500	-745	1.4139×10 ⁻⁵	0.165	75.8
	1000	-747	1.4545×10 ⁻⁵	0.170	75.3
N-5 (Na duzu)	500	-786	3.0644×10 ⁻⁵	0.359	50.0
	1000	-746	1.8173×10 ⁻⁵	0.213	69.0
N-6 (K duzu)	500	-743	1.6044×10 ⁻⁵	0.188	72.5
	1000	-745	1.9231×10 ⁻⁵	0.225	67.2

Cədvəldən göründüyü kimi inhibitor əlavə edilməmiş nəzarət nümunəsində (blank test) korroziya cərəyan sıxlığı 5.7576×10^{-5} A/sm², korroziya sürəti isə 0.675 mm/il təşkil etmişdir. Bu göstəricilər mühitin karbonlu polad üçün aqressiv xarakter daşdığını göstərir.

N-1 (TNT + Butilamin kompleksi).

Bu kompleksin 1000 mq/l qatılıqda tətbiqi nəticəsində I_{corr} 5.763×10⁻⁷ A/sm²-ə qədər azalmış və korroziya sürəti 0.006 mm/il

olmuşdur. Bu isə, 98.8% qoruyucu effekt deməkdir. Butilaminin strukturundakı ilkin amin qrupunun elektron donor kimi rolu və TNT ilə kompleks yaratdıqda metal səthinə güclü adsorbsiyası ilə əlaqələndirilir. Eyni zamanda E_{corr} -un -731 mV-dən -670 mV-ə doğru dəyişməsi anod proseslərinin zəiflədiyini göstərir.

N-2 (TNT + Oktilamin kompleksi).

Oktilaminin uzun alkil zənciri kompleksin hidrofobluğunu artıraraq korroziya mühitindəki ionların metal səthinə keçidini məhdudlaşdırır. 1000 mq/l qatılıqda bu kompleksin qoruyucu təsiri 84.9% olmuşdur. Lakin uzun zəncirli aminlərin həllolma qabiliyyəti və adsorbsiyası molekulun sıx yerləşməsinə müəyyən çətinlik yaradır.

N-3 (TNT + Dietilamin kompleksi).

500 mq/l-də mühafizə effekti cəmi 40% təşkil etsə də, 1000 mq/l-də bu göstərici 92.5%-ə çatmışdır. Bu, inhibitorun effektinin qatılıqdan kəskin asılı olduğunu göstərir. Qeyd olunmalıdır ki, dietilamin molekulunun iki alkil zənciri metal səthinə adsorbsiyanı müəyyən qədər zəiflədə bilər, lakin inhibitorun qatılığı artırıldıqda səthdə daha sıx və davamlı qoruyucu təbəqə formalaşdırması müşahidə olunur.

N-4 (TNT + Dibutilamin kompleksi).

Bu kompleksin qoruyucu təsiri 75–76% arasında olmuşdur. Molekulun iki butil qrupuna malik olması onun səthdə yayılmasını artırırsa da, molekulların məkan uyğunlaşmasına təsir edən konformasiya məhdudiyətləri adsorbsiyanı zəiflədir və nəticədə qoruyucu effektivlik aşağı düşür.

TNT-nin Na^+ (N-5) və K^+ (N-6) duzları.

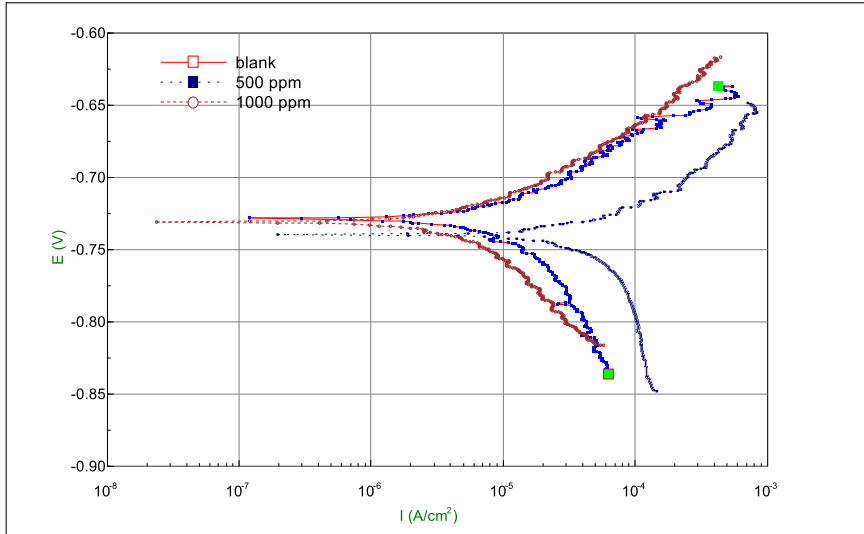
Bu duzların korroziya əleyhinə təsiri aminli komplekslərlə müqayisədə zəif olmuşdur. Natrium duzu 69%, kalium duzu isə maksimum 72.5% qoruma göstərmişdir. Bu, yalnız karboksil anionunun metalla qarşılıqlı təsiri ilə məhdudlaşdığı halda, amin komplekslərində həm proton qəbul edən azot, həm də hidrofob alkil qruplarının sinergetik təsiri ilə əlaqələndirilə bilər.

Əldə olunan nəticələr göstərir ki, aminli komplekslər (xüsusilə butilamin və dietilamin) yüksək qatılıqda tətbiq olunduqda korroziya prosesini əhəmiyyətli dərəcədə zəiflədə bilər. Tafel əyriələrindən alınan məlumatlar bu maddələrin anod və katod reaksiyalarını zəiflətməklə

metalların məhv olma sürətini azaldığını və yüksək effektivli xassəyə malik inhibitorlar olduğunu göstərir.

Bu komplekslərin sadə sintez prosesi, təbii mənşəli xammaldan alınması və ekoloji baxımdan təhlükəsizliyi onların sənaye miqyasında tətbiqinə imkan verir.

İnhibitorların Tafel ayrılarının qrafik təsviri aşağıda (şəkil 1) təqdim olunmuşdur.



Şəkil 1. TNT-nin I fraksiyasının butilamin kompleksinin 70%-li İPS-də 10%-li məhlulunun Tafel polarizasiya ayrıları.

Tədqiqat zamanı TNT-nin II fraksiyasından alınmış müxtəlif aminli komplekslərin 70%-li izopropanol (İPS) məhlulunda hazırlanmış 10%-li məhlullarının CO₂ ilə doydurulmuş 1%-li NaCl mühitində karbon polad üzərində korroziya proseslərinə təsiri Tafel polarizasiya üsulu ilə müəyyən edilmişdir. Tədqiqat zamanı inhibitor qatılığı 500 və 1000 mq/l olaraq seçilmiş, əldə olunan nəticələr aşağıdakı kimi təhlil (cədvəl 8) olunmuşdur.

Cədvəl 8-dən görüldüyü kimi, inhibitorsuz mühitdə əldə olunmuş korroziya potensialı -731 mV, korroziya cərəyanı sıxlığı $5.7576 \times 10^{-5} \text{ A/cm}^2$, korroziya sürəti isə 0.675 mm/il olmuşdur. Bu göstəricilər inhibitorların effektivliyinin müqayisəsi üçün baza kimi istifadə olunmuşdur.

Cədvəl 8.

TNT-nin II fraksiyasından alınmış aminli komplekslərin və duzların korroziya prosesinə təsirinin Tafel üsulu ilə tədqiqindən alınan nəticələr

Maddənin adı	Qatılıq, mq/l	E_{cor} mV	\dot{I}_{cor} A/sm ²	Korroziya sürəti, mm/il	Mühafizə effekti, %
İnhibitorsuz	–	-731	5.7576×10^{-5}	0.675	–
N-7 (TNT-nin II fraksiyasının butilamin kompleksi)	500	-726	1.79×10^{-5}	0.210	68.6
	1000	-653	5.79×10^{-7}	0.0068	98.8
N-8 (TNT-nin II fraksiyasının oktilamin kompleksi)	500	-697	7.6849×10^{-6}	0.09	85.9
	1000	-636	4.6593×10^{-7}	0.005	99
N-9 (TNT-nin II fraksiyasının dietilamin kompleksi)	500	-720	6.2556×10^{-6}	0.073	88.9
	1000	-672	7.57×10^{-7}	0.0088	98.5
N-10 (TNT-nin II fraksiyasının dibutilamin kompleksi)	500	-684	3.31×10^{-6}	0.062	90
	1000	-708	3.19×10^{-6}	0.037	94
N-11 (TNT-nin II fraksiyasının dipentilamin kompleksi)	500	-715	7.26×10^{-6}	0.0852	87
	1000	-700	4.16×10^{-6}	0.383	42
N-12 (TNT-nin II fraksiyasının Na duzu)	500	-731	3.06×10^{-6}	0.035	94.6
	1000	-722	1.86×10^{-6}	0.021	96.7
N-13 (TNT-nin II fraksiyasının K duzu)	500	-723	2.25×10^{-6}	0.026	96
	1000	-724	2.51×10^{-6}	0.029	95.5

TNT-nin III fraksiyası əsasında alınan müxtəlif aminli komplekslərin və Na^+ , K^+ duzlarının 70%-li izopropanolda (İPS) 10%-li məhlullarının karbon qazı ilə doyurulmuş 1%-li NaCl mühitində Tafel polarizasiya üsulu ilə korroziya proseslərinə təsiri tədqiq olunmuşdur.

TNT-nin IV fraksiyasının aminli komplekslərinin və Na^+ , K^+ duzlarının 70%-li izopropanol (İPS) mühitində hazırlanmış 10%-li

məhlullarının karbon dioksid ilə doydurulmuş 1%-li NaCl məhlulunda karbonlu polad üzərində korroziya əleyhinə təsiri Tafel polyarizasiya üsulu ilə tədqiq olunmuşdur.

Təbii neft turşusunun müxtəlif fraksiyalarının aminli komplekslərinin H₂S korroziya inhibitorları kimi tədqiqi

TNT-nin I, II, III, IV fraksiyalarının alkil və dialkilaminli komplekslərinin 70%-li izopropil spirtində 10%-li məhlulları turş mühitdə Ct-3 markalı polad nümunəsinin korroziyasına qarşı inhibitor kimi istifadə olunmuşdur.

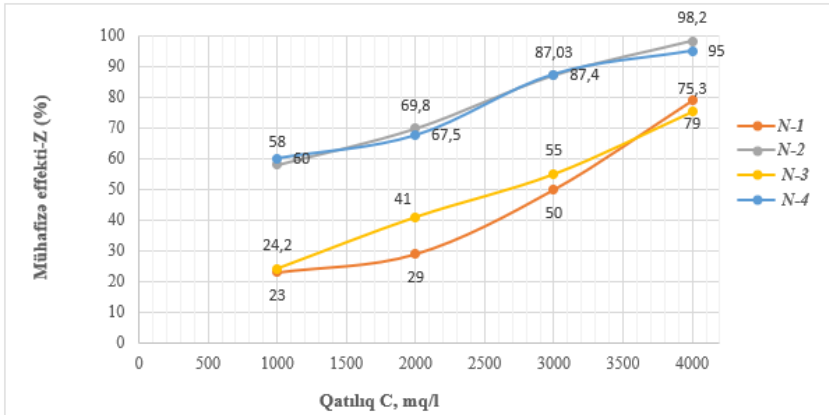
Araşdırmalar zamanı bu birləşmələrin korroziya sürəti, ləngitmə əmsalı, mühafizə effekti və səthi örtülmə əmsalı təhlil edilmiş və nəticələr aşağıdakı cədvəldə sistemləşdirilmişdir.

Cədvəl 9.

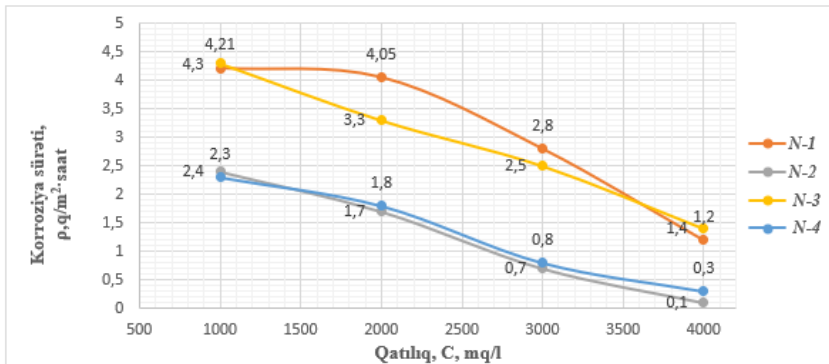
TNT-nin I fraksiyasının alkil və dialkilaminlərlə komplekslərinin 70%-li izopropil spirtində 10%-li məhlullarının H₂S mühitində Ct-3 poladını qoruma təsirinə dair nəticələr

Məhsul	Qatılıq, C, mq/l	Korroziya sürəti, ρ, q/m ² ·saat	Ləngitmə əmsalı, γ	Mühafizə effekti, Z %	Səthi örtülmə əmsalı, (θ)
İnhibitorsuz	–	5.6898	–	–	–
TNT+butilamin kompleksi (N-1)	1000	4.3003	1.32	23	0.23
	2000	4,0573	1,4	29	0.29
	3000	2,8688	1,9	50	0.50
	4000	1.4065	4.05	75.3	0.75
TNT+Oktilamin kompleksi (N-2)	1000	2.3102	2.45	60	0.60
	2000	1,7144	3,31	69,8	0,69
	3000	0,7377	7,71	87,03	0,87
	4000	0.1001	56.8	98.2	0.98
TNT+dietilamin kompleksi (N-3)	1000	4.2121	1.34	24.2	0.24
	2000	3.3606	1.69	41	0.41
	3000	2.5409	2.24	55	0.55
	4000	1.2031	4.73	79	0.79
TNT+dibutilamin kompleksi (N-4)	1000	2.4115	2.35	58	0.58
	2000	1,8442	3,08	67,5	0,67
	3000	0,8743	6,5	87,4	0,84
	4000	0.3027	18.9	95	0.95

Nəticələr onu göstərir ki, TNT-nin I fraksiyasının oktilamin kompleksi H₂S korroziyasından müdafiəni daha yaxşı təmin edir. Bu o deməkdir ki, oktilamin molekulundakı uzun radikal (C₈H₁₇) metal səthində yüksək ekranlaşmanı təmin edir.



Şəkil 2. TNT-nin I fraksiyasının aminli komplekslərinin 70%-li İPS-də 10%-li məhlullarının mühafizə effektlərinin qatılıqdan asılıqlarının qrafik təsviri.



Şəkil 3. TNT-nin I fraksiyasının aminli komplekslərinin 70%-li İPS-də 10%-li məhlullarının korroziya sürətlərinin qatılıqdan asılıqlarının qrafik təsviri

Bu komplekslərin tətbiqi ilə ləngitmə əmsalı (γ) əhəmiyyətli dərəcədə artır.

TNT-nin alkil və dialkilaminli komplekslərinin bakterisid xassələrinin tədqiqi

Tədqiqat çərçivəsində inhibitorluq xüsusiyyətləri daha əvvəl öyrənilmiş bəzi alkil və dialkilaminli komplekslərin bakterisid təsiri tədqiq olunmuşdur. Bu məqsədlə, onların sulfatreduksiyaedici bakteriyalara (*Desulfovibrio desulfuricans*) qarşı təsiri Postqeyt (Postgate B) mühitində laborator şəraitdə tədqiq edilmişdir.

Təcrübələrin nəticələri cədvəl 10-da təqdim olunmuşdur.

Cədvəl 10.

TNT-nin müxtəlif fraksiyalarının alkil və dialkilaminlərlə komplekslərinin 70%-li izopropil spirtində 10%-li məhlullarının bakterisid təsirlərinə dair nəticələr

Komplekslərin şərti adı və tərkibi	Maddənin qatılığı, C, mq/l	Bakteriyaların sayı (hüceyrə sayı/ml)	H₂S miqdarı mq/l	Bakterisid effekti, Z-%
1	2	3	4	5
N-1	15	10 ¹	2.5	99
	25	-	-	100
	50	-	-	100
N-2	15	-	-	100
	25	-	-	100
	50	-	-	100
N-3	15	-	-	100
	25	-	-	100
	50	-	-	100
N-4	15	-	-	100
	25	-	-	100
	50	-	-	100
N-5	15	10 ¹	24.8	90.2
	25	10 ¹	16.4	93.5
	50	-	-	100
N-6	15	10 ¹	2.8	98.9
	25	-	-	100
	50	-	-	100
N-7	15	10 ¹	2.4	99
	25	-	-	100
	50	-	-	100

ardı

1	2	3	4	5
N-8	15	-	-	100
	25	-	-	100
	50	-	-	100
N-9	15	10 ¹	3.1	98.7
	25	10 ¹	1.4	99.4
	50	-	-	100
N-10	15	-	-	-
	25	-	-	-
	50	-	-	-
N-11	15	10 ¹	2.9	98.8
	25	-	-	100
	50	-	-	100
N-12	15	-	-	100
	25	-	-	100
	50	-	-	100
Nəzarət-I SRB-siz mühitdə H ₂ S-in miqdarı	24 mq/l			
Nəzarət-II SRB-li mühitdə H ₂ S-in miqdarı	255 mq/l			
Nəzarət-III -Qidalı mühitdə bakteriyaların sayı	10 ⁸ hüceyrə sayı/ml			

Cədvəldən görüldüyü kimi təbii neft turşularının I fraksiyasının oktilamin və digər komplekslərinin məhlulları 15 mq/l qatılıqda SRB-nin həyat fəaliyyətini tam dayandırır, mühitdə SRB hüceyrələri qalmır və hidrogen sulfid əmələ gəlmir. Təbii neft turşusunun II fraksiyası əsasında alınmış alkilamin kompleksləri nisbətən az effektiv olur. Belə ki, onlar 15 mq/l qatılıqda uyğun olaraq 90,2 və 98,9% bakterisid effekti göstərir. O da nəzərə alınmalıdır ki, təbii neft turşusunun dibutilamin kompleksi butilamin kompleksinə nəzərən daha səmərəlidir.

Tədqiqatların nəticələri göstərir ki, təbii neft turşularının III fraksiyasının butilamin kompleksinin məhlulu mühitə 15 və 25 mq/l miqdarında verildikdə mühitdə SRB hüceyrələrinin sayı hər iki halda 10⁸-dən 10¹-ə qədər, H₂S-in miqdarı uyğun olaraq 255 mq/l-dən 3,1

və 1,4 mq/l-ə qədər azalır. Bu kompleksin məhlulu yalnız 50 mq/l miqdarda istifadə edildikdə mühitdə SRB hüceyrələri qalmır və H₂S əmələ gəlmir.

Təbii neft turşularının III fraksiyasının oktilamin kompleksi məhlulunun effektivliyi heptilamin kompleksi məhlulunun effektivliyindən daha yüksəkdir. Belə ki, mühitə 15 mq/l miqdarında verildikdə heptilamin kompleksinin təsiri ilə mühitdə SRB hüceyrələrinin sayı 10⁸-dən 10¹-ə qədər, H₂S-in miqdarı isə 255 mq/l-dən 2,9 mq/l-ə qədər azalır. Eyni miqdarda (15 mq/l) oktilamin kompleksi məhlulu istifadə edildikdə mühitdə SRB hüceyrələri qalmır və H₂S əmələ gəlmir.

TNT-nin müxtəlif fraksiyalarının aminli komplekslərinin konservasiya materiallarına əlavələr kimi tətbiqi

Bakı neftləri qarışığının kerosin fraksiyasından ayrılmış TNT-nin I, II və III fraksiyalarının alkil və dialkilaminlərlə müxtəlif temperaturlarda (otaq temperaturu, 40°C, 60°C və 80°C) hazırlanmış komplekslərinin mineral yağlara (T-30) müxtəlif faiz nisbətlərində əlavə olunaraq, konservasiya mayelərinin korroziyadan mühafizə effektləri yoxlanılmışdır (cədvəl 11-14).

Cədvəl 11.

Təbii neft turşularının I fraksiyasının alifatik aminlərlə otaq temperaturunda alınmış kompleksləri və T-30 yağ distillatı əsasında hazırlanmış konservasiya mayelərinin sınaq nəticələri

№	Komplekslərin T-30 yağ distillatında məhlulu	İnhibitorun ümumi miqdarı, %-lə	Korroziyadan mühafizə müddəti, sutka		
	Nümunələrin tərkibi		«Г-4» hidroka- merasında	Dəniz suyunda	0,001%-li H ₂ SO ₄ məhlulunda
1	T-30 yağ distillatı	100	30	9	8
2	T-30 yağ distillatı + N-1	10	338	202	197
3	T-30 yağ distillatı + N-5	10	>276	205	202
4	T-30 yağ distillatı + N-9	10	329	178	175
5	T-30 yağ distillatı + N-13	10	313	192	188
6	T-30 yağ distillatı + N-17	10	>251	239	235

Cədvəl 12.

Təbii neft turşularının I fraksiyasının alifatik aminlərlə 40°C temperaturda alınmış kompleksləri və T-30 yağ distillatı əsasında hazırlanmış konservasiya mayelərinin sınaq nəticələri

№	Komplekslərin T-30 yağ distillatında məhlulu	İnhibitorun ümumi miqdarı, %-lə	Korroziyadan mühafizə müddəti, sutka		
	Nümunələrin tərkibi		«Г-4» hidroka-merasında	Dəniz suyunda	0,001%-li H ₂ SO ₄ məhlulunda
1	T-30 yağ distillatı	100	30	9	8
2	T-30 yağ distillatı + N-2	10	>338	210	208
3	T-30 yağ distillatı + N-6	10	>276	242	240
4	T-30 yağ distillatı + N-10	10	>337	270	262
5	T-30 yağ distillatı + N-14	10	>337	229	227
6	T-30 yağ distillatı + N-18	10	>250	192	187

Cədvəl 13.

Təbii neft turşularının I fraksiyasının alifatik aminlərlə 60°C temperaturda alınmış kompleksləri və T-30 yağ distillatı əsasında hazırlanmış konservasiya mayelərinin sınaq nəticələri

№	Komplekslərin T-30 yağ distillatında məhlulu	İnhibitorun ümumi miqdarı, %-lə	Korroziyadan mühafizə müddəti, sutka		
	Nümunələrin tərkibi		«Г-4» hidroka-merasında	Dəniz suyunda	0,001%-li H ₂ SO ₄ məhlulunda
1	T-30 yağ distillatı	100	30	9	8
2	T-30 yağ distillatı + N-3	10	>337	267	265
3	T-30 yağ distillatı + N-7	10	>276	190	187
4	T-30 yağ distillatı + N-11	10	>337	240	235
5	T-30 yağ distillatı + N-15	10	>337	265	260
6	T-30 yağ distillatı + N-19	10	>243	>239	>239

Cədvəl 14.

Təbii neft turşularının I fraksiyasının alifatik aminlərlə 80°C temperaturda alınmış kompleksləri və T-30 yağ distillatı əsasında hazırlanmış konservasiya mayelərinin sınaq nəticələri

№	Komplekslərin T-30 yağ distillatında məhlulu	İnhibitorun ümumi miqdarı, %-lə	Korroziyadan mühafizə müddəti, sutka		
	Nümunələrin tərkibi		«Г-4» hidroka-merasında	Dəniz suyunda	0,001%-li H ₂ SO ₄ məhlulunda
1	T-30 yağ distillatı	100	30	9	8

TNT-nin I fraksiyası və alifatik aminlər əsasında 80°C temperaturda hazırlanmış komplekslər					
2	T-30 yağ distillatı + N-4	10	>311	260	263
3	T-30 yağ distillatı + N-8	10	>295	282	280
4	T-30 yağ distillatı + N-12	10	>311	255	247
5	T-30 yağ distillatı + N-16	10	>311	247	245
6	T-30 yağ distillatı + N-20	10	>248	246	246

Ümumi təhlildən aşağıdakı nəticələr əldə olunmuşdur:

- 80°C-də sintez edilmiş aminli komplekslər uzunmüddətli və sabit qoruyucu təsir göstərmişdir;

- Oktilamin və dibutilamin kimi uzun zəncirli aminlərdən sintez edilmiş komplekslər yüksək effektivlik göstərmişdir;

- Etilendiamin əsasında alınmış komplekslərin təsiri nisbətən zəif olmuşdur;

- 80°C temperatur optimal sintez şəraiti kimi qiymətləndirilə bilər, çünki alınan məhsulların həm korroziyaya qarşı, həm də fiziki sabitlik baxımından üstünlükləri müşahidə olunmuşdur. Beləliklə, yüksək temperaturda sintez olunan aminli komplekslər neft və qaz sənayesində avadanlıqların və boru kəmərlərinin korroziyadan qorunmasında effektiv və perspektivli inhibitor sistemlər kimi təklif edilə bilər.

Qoruyucu təsir effekti əsasən kompleksin tərkibində olan azotlu komponentin strukturuna və hidrofobluq səviyyəsinə uyğun olaraq dəyişmiş və aşağıdakı ardıcılıqla qeydə alınmışdır:

Oktilamin > Dibutilamin > Heptilamin > Butilamin > Etilendiamin

Bu ardıcılıq göstərir ki, karbon zənciri uzunluğu artdıqca (xüsusilə oktil və dibutil aminlərdə), komplekslərin metal səthində formalaşdırdığı adsorbsiya örtüyü daha dayanıqlı olmuş, nəticədə mühafizə müddətləri əhəmiyyətli dərəcədə uzanmışdır. Əksinə, daha qısa zəncirli və ya iki funksional qrup daşıyan, lakin zəif hidrofobluğa malik aminlər (məsələn, etilendiamin) ilə alınan komplekslər daha zəif qoruyucu təsir göstərmişdir.

TNT-nin fraksiyalarının müxtəlif temperaturlarda sintez edilmiş aminli komplekslərinin konservasiya mayələrinə əlavələr kimi tətbiqindən alınan nəticələrin statistik üsullarla optimallaşdırılması

Neft fraksiyasının, amin növünün və temperaturun bir çox aqressiv mühitdə inhibitor xassəsini eyni vaxtda təsirini qiymətləndirmək üçün biz çoxvariantlı dispersiya təhlilindən (MANOVA) istifadə edilmişdir.

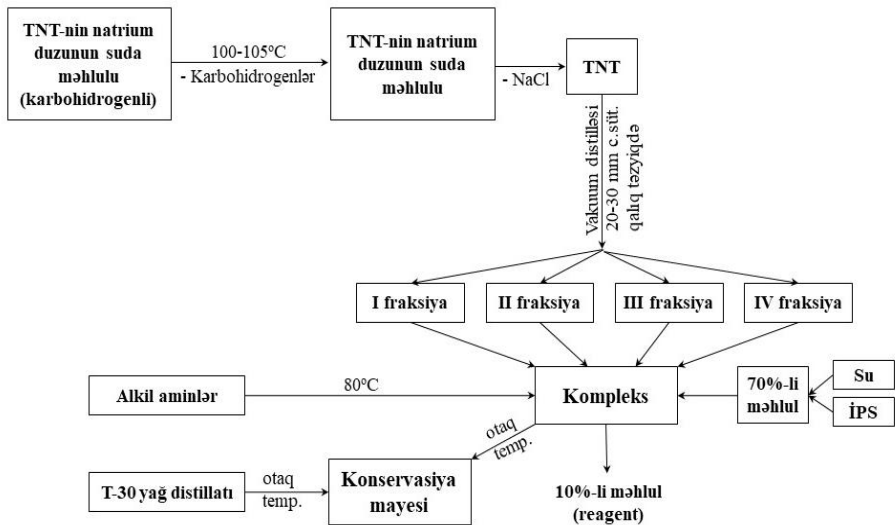
MANOVA nəticələri yüksək əhəmiyyətli ümumi model effekti nümayiş etdirdi (Wilks $\lambda = 0,043$, Pillai izi = 0,957, $F = 264,34$, $p < 0,0001$), bu, seçilmiş amillərin hər üç korroziyalı mühitdə dəyişkənliyin əhəmiyyətli nisbətini ümumi şəkildə izah etdiyini təsdiqlədi. Fərdi amillərin tədqiqi göstərdi ki, neft fraksiyasının (Wilks' $\lambda = 0,475$, $p = 0,0001$), amin növü (Wilks' $\lambda = 0,158$, $p < 0,0001$) və temperatur (Wilks' $\lambda = 0,465$, $p < 0,0001$ hər bir inhibitorun xassəsinə əhəmiyyətli təsir göstərmişdir).

Optimallaşdırma üçün 20-80 °C temperatur proqnozlaşdırma şəbəkəsi quruldu. Modelləşdirmə yanaşmasının möhkəmliyi bir neçə diaqnostik prosedur vasitəsilə qiymətləndirilmişdir. Modelin uyğunluğu müəyyən etmə əmsalı (R^2) ilə qiymətləndirilmişdir ki, bu da hidrokamera üçün əla proqnozlaşdırıcı xüsusiyyəti ($R^2 = 0.972$) və dəniz suyu ($R^2 = 0.912$) və H_2SO_4 ($R^2 = 0.911$) üçün güclü uyğunluğu göstərir.

TNT-nin kompleksləri və onların əsasında reagentlərin və konservasiya mayələrinin alınmasının texnoloji sxemi

Reagentlərin və konservasiya mayələrinin alınması texnologiyasının prinsipial sxemi aşağıda verilir (sxem 4).

Göründüyü kimi prosesdə yan məhsul kimi natrium xlorid və kerosin fraksiyası alınır. Alınan natrium xlorid dəri aşılama sənayesində komponent kimi və ya elektroliz üsulu ilə xlor alarkən elektrolit kimi istifadə oluna bilər. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi kerosin fraksiyası ya boyaq həlledicisi, ya da yanacaq komponenti kimi istifadə oluna bilər.

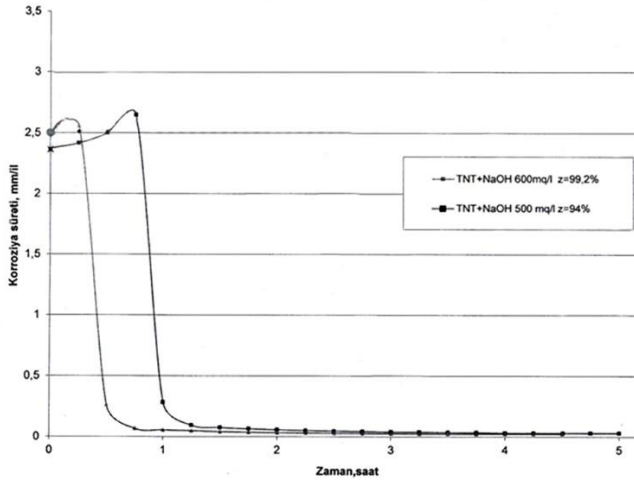


Sxem 1. TNT-nin əsasında inhibitor-bakterisidlərin və konservasiya mayələrinin alınma texnologiyasının prinsipial texnoloji sxemi.

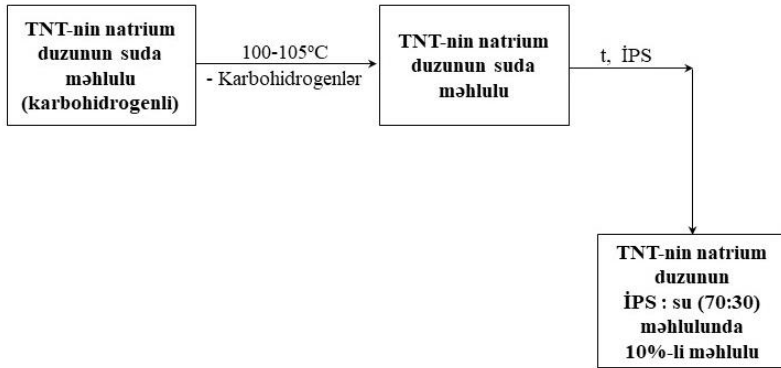
Aparılmış tədqiqatlarla müəyyən edilib ki, TNT-nin ümumi fraksiyasının natrium duzunun İPS-in suda 70,0%-li məhlulunda 10,0%-li məhlulu CO₂ korroziyasının kinetikasına güclü təsir edir və CO₂ ilə doymuş suda 1,0%-li NaCl məhlulunda 50°C temperaturda C1010 polad elektrdun CO₂ korroziya prosesini kəskin azaldır. Belə ki, TNT-nin natrium duzunun 10,0%-li məhlulu mühitə 500 mq/l (50 mq/l aktiv maddə hesabı ilə) və 600 mq/l (60 mq/l aktiv maddə hesabı ilə) uyğun olaraq 94,0% və 99,2% müdafiə effekti göstərir (qrafik 1).

Alınan nəticəyə əsasən CO₂ korroziyasından müdafiə üçün texnoloji sxemdə sadələşdirmə aparmaq və İPS müstəsna olmaqla əlavə reaktivlər istifadə edilmədən neft emalından yan məhsul olan TNT-nin natrium duzunun özünü hazır reagent kimi istifadə etmək olar. Bu halda texnoloji sxem aşağıdakı kimi olacaq (sxem 5).

Bu halda xlorid turşusu istifadəsinə ehtiyac qalmır, yan məhsul kimi xlorid turşusu alınmır və iqtisadi cəhətdən bahalı alkil aminlər istifadə edilmir.



Qrafik 1. TNT-nin natrium duzunun və kompleksinin CO₂ korroziyasının kinetikasına təsiri.



Sxem 5. TNT əsasında CO₂ korroziyasına qarşı reagentin alınmasının prinsiplial sxemi.

NƏTİCƏ

1. Bakı neftləri qarışığının kerosin fraksiyasından yan məhsul kimi alınan TNT-nin natrium duzunun suda məhlulundan yüksək keyfiyyətli, çoxfunksiyalı inhibitor-bakterisidlərin, konservasiya mayelərinin alınmasının nəzəri əsasları işlənib hazırlanmışdır. Alınan komplekslərin və duzların müdafiə effektlərinin TNT molekulunun ölçülərindən, alkil aminlərin alkil radikalının uzunluğundan, aminin birli və ya ikili olmasından, aminin alkil radikalının olub-olmamasından, komplekslərin alınma temperaturundan asılılıqları tədqiq olunmuşdur [2,4,10].

2. $C_4H_9NH_2$, $(C_4H_9)_2NH$, $CH_2CH_2(NH_2)_2$, $C_7H_{15}NH_2$, $(C_5H_{11})_2NH$, $C_8H_{17}NH_2$ aminlərlə TNT-nin fraksiyaları əsasında sintez olunmuş komplekslərin İPS-in suda 70,0%-li məhlulunda 10,0%-li məhlulları hazırlanmış, onların fiziki-kimyəvi xassələri tədqiq olunmuşdur [2,3].

3. TNT-nin müxtəlif fraksiyalarının alkil amin komplekslərinin məhlullarının CO_2 korroziyasının kinetikasına təsiri tədqiq olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, I fraksiyanın amin kompleksləri arasında butil amin kompleksi daha səmərəlidir. Bu kompleksin 10,0%-li məhlulu $50^\circ C$ temperaturda mühitə 1000 mq/l miqdar suda verildikdə CO_2 ilə doymuş 1,0%-li NaCl məhlulunda C1810 polad elektrodun korroziyadan müdafiəsini 98,8% təmin edir. TNT-nin II fraksiyasının butil amin, oktil amin, dietil amin, dibutil amin komplekslərinin, natrium və kalium duzlarının məhlulları yüksək müdafiə effekti göstərir və onları mühitə 1000 mq/l miqdarda verildikdə müdafiə effekti uyğun olaraq 98,8%; 99,0%; 98,5%; 94,0%; 96,7% və 95,5% olur [1,5,7].

4. TNT-nin III fraksiyasının butilamin və dibutil amin komplekslərinin 10,0%-li məhlulları mühtə 1000 mq/l miqdarda verildikdə müdafiə effekti daha yüksək olub uyğun olaraq 96,0% və 94,5% təşkil edir.

TNT-nin IV fraksiyası əsasında alınmış komplekslərin və duzların məhlullarının (10,0%-li) CO_2 korroziyasından müdafiə effektləri bir-birinə yaxındır və 1000 mq/l qatılıqda 90,0-99,0% arasında dəyişir. Bu komplekslərin və duzların məhlulların bir

üstünlüyü də odur ki, hətta 500 mq/l qatılıqda da kifayət qədər yüksək müdafiəni təmin edirlər (70,6-95,0% hədlərində).

Reagentlərin sintezində xammal kimi istifadə olunan TNT-nin ümumi fraksiyasının natrium duzu əsasında heç bir əlavə reaksiya aparmadan, yalnız suyun qovulması (kerosun karbohidrogenlərindən ibarət ballastı kənarlaşdırmaq üçün) və İPS:su qarışığını əlavə etməklə hazır reagent alınması texnologiyası işlənmişdir. Bu reagent CO₂ ilə doymuş suda 1,0%-li NaCl məhluluna 50°C temperaturda aktiv maddəyə hesablanmaqla mühitə 50 və 60 mq/l miqdarında verildikdə C1010 polad elektrodu CO₂ korroziyasından uyğun olaraq 94,0% və 99,2% müdafiə edir [1,5,7].

5. Sintez olunmuş komplekslərin və duzların məhlulları H₂S korroziyasına qarşı inhibitor kimi tədqiq olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, TNT-nin I fraksiyasının oktil amin kompleksinin 10,0%-li məhlulu 4000 mq/l miqdarında olmaqla tərkibində 500 mq/l H₂S olan ikifazlı su:kerosin (9:1 həcm nisbətində) mühitinə verildikdə polad-3 nümunəsini 98,2% müdafiə edir.

TNT-nin II fraksiyasının kompleksləri arasında butil amin, oktil amin, dibutil amin və dipentil amin kompleksləri yüksək effektivlik göstərir. Belə ki, bu komplekslərin məhlulları (10,0%-li) mühitə 4000 mq/l verildikdə uyğun olaraq 98,0%; 98,2%; 95,0% və 99,8% təmin edirlər.

Dipentil amin kompleksinin 10,0%-li məhlulu hətta 1000 mq/l qatılıqda 84,1%, 2000 mq/l qatılıqda 95,3% təmin edir. TNT-nin III fraksiyasının komplekslərinin məhlulları eyni qatılıqlara nisbətən zəif müdafiə effekti göstərmişlər.

TNT-nin IV fraksiyasının dipentil amin kompleksinin məhlulu daha effektiv olmuşdur.

Bekə ki, bu məhlul (10,0%-li) mühitə 1000, 2000, 3000 və 4000 mq/l miqdarda verildikdə müdafiə effekti uyğun olaraq 84,0%; 89,0%; 95,0% və 98,0% olmuşdur [9,12].

6. TNT-nin müxtəlif fraksiyaları əsasında alınmış amin komplekslərinin məhlullarının SRB-nin həyat fəaliyyətinə təsirləri tədqiq olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, məhlullar mühitə hətta 15 mq/l miqdarda verildikdə SRB-nin həyat fəaliyyəti 99,0-100,0% dayanır və mühitdə praktiki olaraq H₂S qalmır, bu isə neft-mədən

avadanlıqlarının təmirlərinin sayının azalmasına, qəzaların baş verməməsinə, neftin keyfiyyətinin pisləşməsinə şərait yaradır [6,8,9].

7. TNT-nin müxtəlif fraksiyalarının alkil amin kompleksləri və T-30 yağı distillatı əsasında uzun müddət atmosfer korroziyasından müdafiə edən konservasiya mayələrinin yaradılması imkanı sübut olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, elə komplekslər var ki, onlar T-30 yağı distillatına 10,0% əlavə edilməklə hazırlanan konservasiya mayələri polad-3 nümunəsini hidrokamerada, Xəzər dənizi suyunda və 0,001%-li H_2SO_4 məhlulunda uyğun olaraq 337 sutka, 270 sutka və 262 sutka müdafiə etməsi müəyyən olunmuşdur [8].

8. TNT-nin fraksiyaları əsasında çoxfunksiyalı inhibitor-bakterisidlərin və konservasiya mayələrinin alınmasının texnologiyası işlənmişdir. Bu texnologiyanın əsas mərhələləri aşağıdakılardır:

- TNT-nin natrium duzunun suda məhlulunun karbohidrogen əlavəsindən təmizlənməsi;

- TNT-nin duz məhlulunun xlorid turşusu ilə işlənərək TNT-nin alınması; TNT-nin vakuum altında distillə olunaraq fraksiyalaşdırılması;

- TNT-nin fraksiyalarının amin komplekslərinin və duzlarının alınması;

- Təyinatından asılı olaraq komplekslərin və duzların spirt-su qarışığında məhlullarının hazırlanması və ya komplekslərin T-30 yağı distillatına əlavə olunaraq konservasiya mayələrinin hazırlanması [11].

Dissertasiya işinin mövzusunə dair dərc olunmuş elmi əsərlərin siyahısı:

1. Alimadatli, N.Y. The influence of some salts and complexes of the fraction of natural petroleum acids obtained from the kerosene fraction of Baku oils on CO₂ corrosion kinetics // PPOR, – 2023. Vol. 24, No. 1, – p.147-153.

2. Alimadatli, N.Y. Summary of scientific research conducted at academician Y.H. Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes in synthesizing and researching corrosion inhibitors and inhibitor-bactericides/ N.Y. Alimadatli, N.Sh. Rzayeva // PPOR, – 2023. Vol. 24, No. 2, – p.286-295.

3. Abbasov, V.M. Synthesis of complexes of oleic acid with alkylamines and theoretical study of their structures/ V.M. Abbasov, N.Y. Alimadatli, R.E. Azizov, D.B. Aghamaliyeva, A.M. Mammadov // PPOR, – 2023. Vol. 24, No. 4, – p.831-842.

4. Abbasov, V.M., Azizov, R.E., Aghamaliyev, Z.Z., Aydinsoy, E.A., Alimadatli, N.Y. The Localization of Oil Leaks in The Sea Using Satellite and Drone Images With Artificial Intelligence Models. // International Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Department of Technology of organic substances and high-molecular compounds. “Modern problems of macromolecular compound technology”. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, – Baku, – 2024, – Vol.26, Special issue 2 (148), – p.421-431.

5. Əlimədətli, N.Y. Təbii üzvi turşuların alkil amin komplekslərinin alınma temperaturunun inhibitor və bakterisid effektinə təsiri // Akademik Məhərrəm Əli oğlu Məmmədyarovun 100 illik yubileyinə həsr olunmuş “Neft kimyasının və yağların texnologiyasının müasir problemləri” adlı Beynəlxalq elmi konfrans, Bakı, – 26-27 sentyabr, – 2024, – s.164.

6. Abbasov, V.M., Ağamaliyeva, D.B., Qurbanova, F.C., Əlimədətli, N.Y. Günəbaxan yağ turşusunun amidoamininin pentilyodid kompleksinin bakterisid xassələrinin tədqiqi // Akademik Məhərrəm Əli oğlu Məmmədyarovun 100 illik yubileyinə həsr olunmuş “Neft kimyasının və yağların texnologiyasının müasir problemləri” adlı Beynəlxalq elmi konfrans, –Bakı, 26-27 sentyabr, –

2024, – s.231-232.

7. Əlimədətli, N. Azotlu üzvi komplekslərin inhibitor xassələrinə komplekslərin alınma temperaturlarının təsiri // Akademik Soltan Cəfər oğlu Mehdiyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş “Monomerlər və neft kimyasının müasir problemləri” adlı Beynəlxalq elmi konfrans, – Bakı, – 19-20 dekabr, – 2024, – s.278.

8. Abbasov, V., Aghamaliyeva, D., Aghamaliyev, Z., Aydınsoy, E., Alimadatli, N. Antibacterial evaluation of stearic acid-derived molecules for water purification: a case study on Caspian seashore near Sumgait // Third International Bilateral Workshop on Natural Science Between Dokuz Eylul University And Azerbaijan National Academy of Sciences. – 5 December, – 2024, – p.17.

9. Abbasov, V.M. Effect of complexes of different fractions of natural petroleum acids with different alkyl amines on the vital activity of sulphate-reducing bacteria / V.M.Abbasov, N.Y.Almadatli, R.E.Azizov, N.Sh.Rzayeva, D.B.Aghamaliyeva, S.F.Ahmadbayova, A.F.Abbasova // PPOR, – 2025. Vol. 26, No. 2, – p.555-563.

10. Alimadatli, N.Y. Summary of research on the development of multifunctional corrosion protection agents at the academician Y.H.Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan // PPOR, – 2025. Vol. 26, No. 2, – p.534-543.

11. Alimadatli, N.Y. Summary of research on the development reagents based on nitrogen-containing organic compounds for the oil and gas extraction and processing industry at the Institute of Petrochemical Processes (IPCP) // PPOR, – 2025. Vol. 26, No. 3, – p.639-656.

12. Аббасов, В.М. Изучение ингибиторных свойств алкил- и диалкиламинных комплексов 1-ой фракции ПНК против коррозии H_2S в кислой среде / В.М.Аббасов, Н.Ю.Алимадатли, Н.Ш.Рзаева, Д.Б.Агамалиева, И.Г.Аюбов, С.М.Аббасзаде, С.Б.Асадова // Вестник КНИИ РАН, – 2025. № 3, с.1-10.



Dissertasiyanın müdafiəsi “31” oktyabr 2025-ci il tarixində saat 10:00 -da akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.17 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Azərbaycan Respublikası, AZ 1025, Bakı şəhəri, Xocalı prospekti, 30.

Dissertasiya ilə akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun elmi kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

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

Avtoreferat “30” sentabr 2025-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 29.09.2025

Kağızın formatı: A5

Həcm: 39082 işarə

Tiraj: 100 nüsxə