

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI**  
**AKADEMİK Y.H. MƏMMƏDƏLİYEV ADINA**  
**NEFT KİMYA PROSESLƏRİ İNSTİTUTU**

---

*Əlyazma hüququnda*

**ANAR ADƏM OĞLU QULİYEV**

**TƏBİİ NEFT TURŞULARI VƏ AKRİL NİTRİL ƏSASINDA**  
**İMİDAZOLİNLƏRİN ÜZVİ KOMPLEKSLƏRİNİN SİNTEZİ,**  
**İNİBİTOR-BAKTERİSİD XASSƏLƏRİNİN TƏDQIQI**

İxtisas: 2314.01- Neft kimyası

Kimya üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

**AVTOREFERATI**

Bakı-2016

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

**Elmi rəhbərlər:**

Akademik  
Texnika elmləri doktoru

**V.M. Abbasov**  
**E.Ş. Abdullayev**

**Rəsmi opponətlər:**

Kimya elmləri doktoru, professor  
Kimya üzrə elmləri doktoru

**A.A.Həsənov**  
**S.Ə.Məmmədخانova**

**Aparıcı təşkilat:**

AMEA Aşqarlar Kimyası İnstitutu  
“Korroziya inhibitorları” və “Aşqarların  
sintezi və təsir mexanizminin nəzəri  
əsasları” laboratoriyaları

Dissertasiyanın müdafiəsi «30 sentyabr» 2016-cı il saat 12<sup>00</sup> -da Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu nəzdində D 01.031 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ 1025, Bakı, Xocalı prospekti, 30  
e-mail: [azmea\\_nkpi@box.az](mailto:azmea_nkpi@box.az); [anipcp@dcacs.science.az](mailto:anipcp@dcacs.science.az).

Dissertasiya ilə Azərbaycan MEA NKPI-nin kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat 22 iyul 2016-cı ildə paylanmışdır.

**D 01.031 Dissertasiya Şurasının**  
elmi katibi, kimya elmləri doktoru



M.C. İbrahimova

## İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

**Mövzunun aktuallığı.** Metal avadanlıqlarının korroziyası sənayenin müxtəlif sahələrində böyük miqdarda iqtisadi və ekoloji ziyanlara səbəb olur. Neft-qaz emalı sənayesində mühitdə hidrogen sulfid, karbon qazlarının olması, aqressiv texnoloji şəraitin yaranması həddən artıq itkilər ilə müşayət olunur. Digər tərəfdən hidrogen sulfidin əmələ gəlməsi və onun qatılığının artması sulfatreduksiyaedici bakteriyaların həyat fəaliyyəti nəticəsində baş verir. Bakteriyalar mühitə yüksək təzyiqdə lay sularının verilməsi nəticəsində düşürlər. Korroziya sürəti 1,5 mm/il və daha yüksək olur. Avadanlıqlar üçün normativ olaraq 10 illik istismar müddəti qoyulsa da, bu cür aqressiv şəraitlərdə neft-qaz borularının istismarı 2-3 ildən yuxarı olmur. Boru avadanlıqları istismar zamanı tətbiq olunduqdan təxminən 5 il sonra ən təhlükəli yerli korroziya növləri olan pitting və yaraların əmələ gəlməsi nəticəsində dağılırlar. Sənaye avadanlıqlarının və neft-qaz borularının istismarı zamanı korroziya itkilərinin səviyyəsinin aşağı salınmasının ən geniş yayılmış üsullarından biri korroziya inhibitorlarının tətbiqidir. Hal-hazırda onların istifadəsi istiqamətində kifayət qədər praktiki təcrübə toplanmışdır. Lakin emalın müxtəlif mərhələlərində avadanlıqların, qurğuların istismar şəraitinin dəyişməsi və aqressiv korroziya mühitinin müxtəlifliyi yeni inhibitorların seçilməsi, yaradılması və inhibitorlarla müdafiə texnologiyasının müasirləşməsinə şərtləndirən tələblər irəli sürür.

Geniş reagentlər nomenklaturasının olmasına baxmayaraq kompleks mühafizə təsirinə malik yeni inhibitor və kompozisiyaların axtarışı istiqamətində tədqiqatlar davam edir. Yeni tip inhibitorlara tələb onların yalnız korroziya prosesinin qarşısını almaq deyil, həm də avadanlıqları korroziya nəticəsində mexaniki dağılmadan effektiv mühafizə etmək, eyni zamanda sulfatreduksiyaedici və digər bakteriyaların artımının qarşısını almaqdan ibarətdir. Bununla əlaqədar olaraq, işin aktuallığı neft - qaz sənayesi avadanlıqlarının etibarlı istismarı və effektivliyini təmin etmək üçün kompleks təsirli yeni inhibitor-bakterisidlərin yaradılmasından ibarətdir.

**İşin məqsədi** geniş xammal bazasına malik çoxfunksiyalı inhibitor-bakterisidlərin yaradılmasıdır. Bu məqsədlə aşağıdakı tədqiqatların aparılması nəzərdə tutulmuşdur: akrilnitrilin və pirolizin C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub> fraksiyalarından alınan birgəpolimeri əsasında imidazolin törəmələrini sintez etmək; təbii neft turşularının (TNT) dietilentriamin (DETA), trietilentetraamin (TETA) və polietilenpoliaminlərlə (PEPA)

reaksiyasından imidazolin törəmələri almaq; hər iki reaksiya əsasında sintez olunmuş imidazolin törəmələrinin üzvi turşularla komplekslərinin hazırlanması və onların fiziki-kimyəvi xassələrinin analizi; sintez olunmuş maddələrin fiziki tədqiqat üsulları - infraqırmızı (İQ), nüvə maqnit rezonansı (NMR) spektroskopik analiz üsulları ilə quruluşlarının identifikasiyası, elektrik keçiriciliyinin təyin edilməsi; alınmış birləşmələrin CO<sub>2</sub> və H<sub>2</sub>S saxlayan turş mühitlərdə korroziya inhibitorları kimi tədqiqi və sulfatreduksiyaedici bakteriyalara (SRB) qarşı bakterisid xassələrinin öyrənilməsi; CO<sub>2</sub> və H<sub>2</sub>S saxlayan turş mühitlərdə metal səthinin vəziyyətinin Skan elektron mikroskopiya (SEM) və infraqırmızı spektroskopiyaya üsulları ilə tədqiqi; imidazolin törəmələrinin komplekslərinin metal səthinə təsir mexanizminin araşdırılması.

**Elmi yenilik.** İlk dəfə olaraq akrilnitril və pirolizin C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub> fraksiyalarının birgəpolimerləşmə reaksiyasından alınan birgəpolimer və polietilenpoliamin əsasında oliqomer quruluşlu imidazolin törəmələri sintez olunmuş və onların üzvi turşularla müxtəlif nisbətdə kompleksləri yaradılmışdır.

-Təbii neft turşuları və aminlər əsasında sintez edilmiş imidazolin törəmələrinin 1:1, 1:2 mol nisbətlərində qarışqa və sirkə turşuları ilə kompleksləri alınmışdır;

-Akrilnitril və pirolizin C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub> fraksiyaları əsasında alınmış poliimidazolinlərin və onların komplekslərinin H<sub>2</sub>S saxlayan ikifazlı su-kerosin mühitində korroziyadan mühafizə xüsusiyyətləri tədqiq olunmuş, inhibitorun qatılığı, korroziya sürəti, mühafizə effekti və Gibbs enerjiləri arasında asılılıq öyrənilmişdir. Eyni zamanda bu birləşmə və komplekslərin CO<sub>2</sub> ilə doydurulmuş 1%-li NaCl-in suda məhlulunda poladın korroziyasına təsiri də tədqiq edilmişdir.

-Təbii neft turşuları və aminlər əsasında sintez edilmiş imidazolin törəmələrinin və onların üzvi turşularla komplekslərinin CO<sub>2</sub> ilə doydurulmuş 1%-li NaCl-in suda məhlulunda poladın korroziyasına təsiri, inhibitorun qatılığı, korroziya sürəti, mühafizə effekti, səthi örtülmə əmsali və Gibbs enerjiləri arasında asılılıq öyrənilmişdir. Eyni zamanda tərkibində H<sub>2</sub>S saxlayan ikifazlı karbohidrogen-su mühitində bu birləşmələrin korroziyadan mühafizə effektləri tədqiq olunmuşdur.

-Sintez olunmuş imidazolinlərin və onların komplekslərinin tərkibində CO<sub>2</sub> və H<sub>2</sub>S saxlayan turş mühitlərdə metal səthinə təsiri, korroziyadan mühafizənin mexanizmi potensimetriya, Skan elektron mikroskopiya (SEM) və infraqırmızı spektroskopiyaya üsulları ilə tədqiq edilmişdir. İmidazolinlə komplekslərinin metal səthinə adsorbsiya xassələri tədqiq

olunmuş və bu birləşmələrlə metal səthi arasında xemosorbsiya prosesi baş verdiyi müəyyən edilmişdir.

**İşin praktiki əhəmiyyəti.** Akrilnitril və pirolizin C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub> fraksiyaları əsasında alınmış poliimidazolinlərin və onların komplekslərinin H<sub>2</sub>S mühitində korroziyadan mühafizə effektinin tədqiqi göstərdi ki, bu tip birləşmələr sənaye inhibitorları kimi tətbiq oluna bilər.

TNT və aminlər əsasında alınmış imidazolinlərin üzvi turşularla kompleksləri həm H<sub>2</sub>S, həm də CO<sub>2</sub> mühitində korroziyadan yüksək mühafizə effekti və SRB-lərə qarşı bakterisid xassələri göstərdiyindən onların sənayedə inhibitor - bakterisid kimi istifadəsi tövsiyə oluna bilər. Digər tərəfdən aparılan tədqiqatlar göstərdi ki, neft sənayesində əlavə məhsul kimi alınan TNT-nin yüksək effektiv inhibitor-bakterisidlərin yaradılmasında istifadəsi məqsədə uyğundur.

**İşin nəşri və aprobasiyası.** Dissertasiya işinə aid tədqiqatların nəticələri əsasında 13 elmi əsər çap olunmuşdur, onlardan 6-sı məqalə, 7-si isə tezisdır. Məqalələr: "Kimya problemləri", "Azərbaycan Texniki Universitetinin Elmi əsərləri", "Противокор-розионной защиты", "Advance in Chemistry", "International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)", "Recent Trends in Science and Technology Management" jurnallarında dərc olunmuşdur.

İşin əsas nəticələri 13-th Ibn Sina International Conference on Pure and Applied Heterocyclic Chemistry "Heterocyclic Chemistry for Sustainable Future (Egypt, 14-17 February 2015), "Müasir biologiya və kimyanın aktual problemləri" elmi-praktik konfransı (05-06 may 2015), Akademik Elm Həftəliyi-2015 Beynəlxalq Multidissiplinar Forum (02-04 noyabr, Bakı 2015), XXI Международной научно-практической конференции (г.Новосибирск, 30 декабря 2015г), "Наука сегодня: постулаты прошлого и современные теории". Материалы IV международной научно-практической конференции (29 декабря 2015), "Техника и технология. Научные достижения, наработки, предложения за 2015г" сборник научных статей (г.Варшава, 30.12.2015-03.01.2016), "Müasir kimya və biologiyanın aktual problemləri". Beynəlxalq konfrans, II hissə (Gəncə 2016, 12-13 may) material dərgisində müzakirə və dərc olunmuşdur.

**İşin həcmi və quruluşu.** Dissertasiya işi 175 çap vərəqində dərc edilmiş, girişdən, 5 fəsildən, nəticələrdən, 178 adda istinad edilmiş

ədəbiyyat siyahısından və əlavələrdən ibarətdir. Dissertasiyada 50 cədvəl və 53 şəkil vardır.

Giriş hissəsində problemin aktuallığı, işin məqsədi, elmi yeniliyi, praktiki əhəmiyyəti, nəşr və aprobeasiyalar haqqında məlumatlar verilmişdir.

Birinci fəsildə neft emalı sənayesində korroziya problemləri və bu problemlərin həlli yolları, korroziyanın mexanizmi, mikroorqanizmlərin inkişafı, onlarla mübarizə üsulları barədə ədəbiyyat materialları təhlil edilmişdir. Həmçinin, ədəbiyyat icmalının təhlilində inhibitorların təsir mexanizminə dair məlumatlar verilmişdir.

İkinci fəsildə akrilnitril və pirolizin C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub> fraksiyasının birgəpolimerləşmə reaksiyası, həmçinin, TNT qarışığının və fraksiyaları əsasında imidazolinlərin, onların üzvi turşularla komplekslərinin sintezi verilmişdir. Sintez edilmiş birləşmələrin fiziki-kimyəvi xassələri, müasir fiziki-kimyəvi spektroskopiyaya üsullarından (İQ-, <sup>1</sup>HNMR-,) istifadə edilməklə quruluşları müəyyən edilmişdir. Bu fəsildə sintez olunmuş imidazolinlər və onların üzvi turşularla komplekslərinin H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> korroziyasına qarşı inhibitorluq və SRB-lərə qarşı bakterisid təsirinin tədqiqi üsulları verilmişdir.

Üçüncü fəsildə təbii neft turşularının aminlərlə, eyni zamanda bu qarışıqların fraksiyaları əsasında imidazolinlərinin və onların üzvi turşularla komplekslərinin ACM AC GİLL potensiometri vasitəsilə CO<sub>2</sub> korroziyasına qarşı inhibitorluq xassələrinin tədqiqi verilmişdir. Həmçinin bu fəsildə sintez olunmuş birləşmələrin adsorbsiya xassələri araşdırılmış və adsorbsiya göstəriciləri hesablanmışdır.

Dördüncü fəsildə akrilnitril və pirolizin C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub> fraksiyası əsasında sintez edilmiş imidazolinlərin, həmçinin təbii neft turşularının qarışıqlarının və onların fraksiyalarının aminlərlə sintezi zamanı alınmış imidazolin törəmələrinin üzvi turşularla komplekslərinin tərkibində yüksək miqdarda H<sub>2</sub>S saxlayan turş mühitdə korroziyadan mühafizə xüsusiyyətlərinin tədqiqi verilmişdir.

Beşinci fəsildə tədqiq olunan birləşmələrin bakterisid xassələri, skan elektron mikroskopu, infraqırmızı spektroskopiyaya üsulu və potensiometrik tədqiqatlar əsasında təsir mexanizminə aid tədqiqat nəticələri verilmişdir.

Dissertasiyanın sonunda nəticələr, istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı və əlavələr göstərilmişdir.

## İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

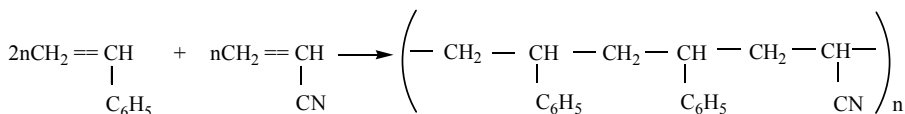
Son zamanlar neft və qaz sənayesində imidazolin əsaslı üzvi birləşmələr korroziya inhibitoru kimi tətbiq olunurlar. Bu səbəbdən TNT və aminlər əsasında imidazolinlərin sintezi və onların turş mühitlərdə korroziyadan inhibitorluq xassələrinin tədqiqi maraq doğurur.

Tədqiqat işində xammal olaraq akrilnitrl, DETA, TETA, PEPA, TNT-nin qarışığı və ondan ayrılmış fraksiyalar, piroliz kondensatının C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub> fraksiyası götürülmüş, onların əsasında imidazolin törəmələri sintez edilmişdir. Alınmış imidazolin törəmələrinin qarışığa və sirkə turşuları ilə kompleksləri hazırlanmış və onların fiziki-kimyəvi xassələri tədqiq olunmuş, İQ, NMR-spektrləri çəkilmişdir.

DETA və TETA əsasında sintez edilmiş imidazolin birləşməsinin <sup>1</sup>H NMR spektrində aşağıdakı udulma zolaqları identifikasiya edilmişdir: TNT-nin alkil fraqmentlərinə uyğun siqnallar  $\delta = 0,90$  və  $1,35$  ppm sahəsində; beş- və altıüzlü naften karbohidrogenlərinin rezonans siqnalları uyğun olaraq  $\delta = 1,50-1,80$  ppm sahəsində; NH<sub>2</sub> fraqmentinə məxsus udulma zolağı  $\delta = 2,20$  ppm, azot atomları ilə rəbitədə olan CH<sub>2</sub> qruplarının siqnalları isə  $\delta = 2,30-3,10$  ppm sahəsində; tsiklik strukturlara məxsus etil qruplarının udulma zolaqları  $\delta = 3,30$  və  $3,60$  ppm sahəsində müşahidə olunur. DETA və TETA əsasında sintez edilmiş imidazolinin İQ – spektrində aşağıdakı qruplara məxsus olan valent rəqsləri mövcuddur: NH<sub>2</sub> üçün  $\nu = 3300 \text{ sm}^{-1}$ ; NH üçün  $\nu = 3200 \text{ sm}^{-1}$ ,  $\nu = 3050 \text{ sm}^{-1}$ ; CH<sub>2</sub> üçün  $\nu = 2700-2900 \text{ sm}^{-1}$ ,  $\delta = 1457 \text{ sm}^{-1}$ ,  $\delta = 1376 \text{ sm}^{-1}$ ; amid qrupu üçün -CO-NHR  $\nu = 2000-2700 \text{ sm}^{-1}$ . Eyni zamanda imidazolinlər üçün xarakterik olan deformasiya rəqslərinə uyğun gələn udulma zolaqlarının olduğu müəyyənləşdirilmişdir: C=N üçün  $\delta = 1600 \text{ sm}^{-1}$ ,  $\delta = 1562 \text{ sm}^{-1}$ ; C–N üçün  $\delta = 1140 \text{ sm}^{-1}$ ,  $\delta = 1230 \text{ sm}^{-1}$ ,  $\delta = 1300 \text{ sm}^{-1}$ ,  $\delta = 1271 \text{ sm}^{-1}$ ; -CO-NHR üçün  $\delta = 1650 \text{ sm}^{-1}$ . DETA və TNT əsasında sintez olunmuş imidazolinin qarışığa turşusu ilə kompleksinin İQ-spektrinə uyğun udulma zolaqları: amin qrupu üçün  $\nu = 3275 \text{ sm}^{-1}$ ; C=N qrupu üçün  $\delta = 1577 \text{ sm}^{-1}$ ; ammonium qrupu üçün  $\nu = 2168 \text{ sm}^{-1}$  və  $\nu = 2719 \text{ sm}^{-1}$ ; CH<sub>2</sub>- üçün  $\nu = 2923 \text{ sm}^{-1}$  və  $\delta = 1454 \text{ sm}^{-1}$  və  $\delta = 762 \text{ sm}^{-1}$  pikləri ilə müşahidə olunmuşdur. <sup>1</sup>H NMR spektrində TETA və TNT əsasında alınmış imidazolinin qarışığa turşusu ilə kompleksinə məxsus siqnalları: TNT-nin CH<sub>3</sub> qrupundakı protonlara uyğun siqnallar  $\delta = 0,834$  ppm sahəsində, -CH<sub>2</sub>,-NH- qruplarına məxsus siqnallar  $\delta = 1,2$  və  $2,98$  ppm sahəsində, -N=C=N- fraqmentinə məxsus siqnalar  $\delta = 7,8$  ppm sahəsində müşahidə olunur.

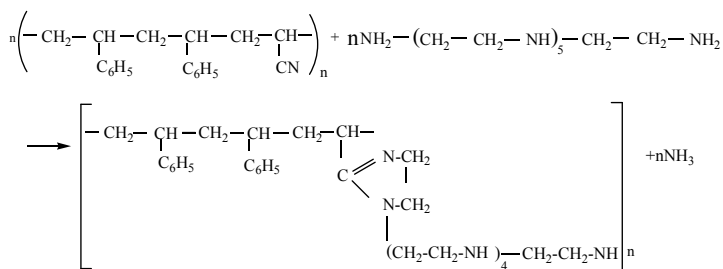
## Akrilnitril və pirolizin C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub> fraksiyasının birgəpolimerləşmə reaksiyası əsasında imidazolin törəməsinin sintezi

Piroliz pirokondensatının 125-190°C-də qaynayan C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub> fraksiyası (300 qr), akrilnitril (10 qr), benzoilperoksid (1 qr) arqon mühitində qarışdırılmaqla termostatda 74-75°C temperaturda 10 saat müddətində birgəpolimerləşmə prosesi aparılmışdır. Reaksiya mühitinə yenidən 1 qr benzoilperoksid əlavə olunaraq proses 10 saat müddətində davam etdirilir, alınan poliimidazolin 150°C-də qovularaq ayrılır. Ayrılmış polimerin üzərinə 80°C-də polietilenpoliamin əlavə olunur və 190-200°C-də 8 saat qarışdırmaqla imidazolin alınır. Ammonyakın ayrılmasının dayanması ilə reaksiya sona çatır. Sonda reaksiya kütləsini vakuumda silikon hamamında temperaturu 200-210°C-də saxlamaqla karbohidrogenlər çıxarılır. Nəticədə 91,7% çıxımla 88 qr poliimidazolin alınır. Alınmış poliimidazolin həddən artıq özlü yağ kimi, tünd qəhvəyi mayedir. Akrilonitril əsasında poliimidazolinlərin sintezi iki mərhələdə aparılmışdır. Birinci mərhələdə akrilonitril və pirolizin C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub> fraksiyasının birgəpolimerləşmə reaksiyası aparılmışdır. Reaksiya aşağıdakı tənlik üzrə gedir:



Sxem 1. Akrilnitril və C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub> fraksiyası əsasında birgəpolimerin sintezi

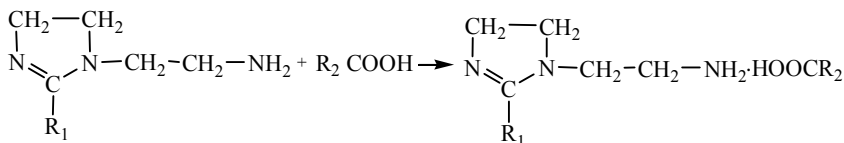
İkinci mərhələdə alınmış birgəpolimerin PEPA ilə reaksiyasından poliimidazolinlər alınır.



Sxem 2. Birgəpolimerin PEPA ilə reaksiyasından poliimidazolinlərin alınması reaksiyası



Sintez olunmuş poliimidazolinin şərti adı A1 kimi göstərilmişdir. Alınmış poliimidazolinin sirkə turşusu ilə 1:2 və 1:6 nisbətlərdə suda həll olan kompleksləri hazırlanmışdır. Həmçinin DETA, TETA, PEPA-nın TNT ilə reaksiyasından imidazolin sintez edilmiş və onun üzvi turşularla 1:1, 1:2 mol nisbətlərdə kompleksləri alınmışdır.



R<sub>1</sub>-naften turşusunun qalığı, R<sub>2</sub> = H, CH<sub>3</sub>-.

Sxem 3. İmidazolinin qarışqa və sirkə turşuları ilə kompleksinin sintezinin ümumi sxemi

Sonrakı tədqiqatlarda imidazolin və poliimidazolinin qarışqa, sirkə turşuları ilə komplekslərinin CO<sub>2</sub> və H<sub>2</sub>S korroziyasından mühafizəsi tədqiq edilmişdir.

### **Sintez edilmiş imidazolinlərin və onun üzvi turşularla komplekslərinin H<sub>2</sub>S mühitində korroziya inhibitoru kimi tədqiqi**

Sintez olunmuş A-1 və imidazolinin üzvi turşularla komplekslərinin tərkibində 500 mq/l H<sub>2</sub>S olan 9:1 həcm nisbətində götürülmüş su-kerosin mühitində qravimetrik üsulla hidrogen-sulfid korroziyasına təsiri öyrənilmişdir. H<sub>2</sub>S-in 500 mq/l qatılığında inhibitorsuz mühitdə korroziyanın sürəti 2,6 q/m<sup>2</sup>·saat-dır. Müəyyən olunmuşdur ki, sintez olunmuş poliimidazolin 75 mq/l, onun sirkə turşusu ilə 1:2 mol nisbətində alınmış kompleksi isə 50 mq/l qatılıqdan başlayaraq korroziyadan mühafizə effekti göstərilir. Alınan poliimidazolin 100 mq/l qatılıqda, onun kompleksi isə 75 mq/l qatılıqda korroziyadan 90%-dən yuxarı mühafizə effekti göstərilir. Qatılığı 125 mq/l -ə qədər artırıqda poliimidazolinin mühafizə effekti 97,6%-ə qədər, onun sirkə turşusu ilə kompleksi 98,5%-ə qədər yüksəlir. A-1 maddəsi üçün uyğun olaraq korroziya sürəti 1,14-dən 0,06 q/m<sup>2</sup>·saata, onun kompleksi üçün isə 0,33-dən 0,02 q/m<sup>2</sup>·saat-a qədər azalmışdır. Ləngitmə əmsalı A-1 üçün 18 dəfə, kompleks üçün 16 dəfə artmışdır. Poliimidazolinlə aparılmış tədqiqatların nəticələri cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1

A-1 və onun kompleksinin H<sub>2</sub>S korroziyasından mühafizənin nəticələri

Kompleksin adı	Qatılıq, C, mq/l	Korroziya sürəti, $\rho$ , q/m <sup>2</sup> ·saat	Ləngitmə əmsalı, $\gamma$	Mühafizə effekti, Z %
A-1	50	1,14	2,3	56,2
	75	0,5	5,2	80,5
	100	0,2	13	92,4
	125	0,06	43,3	97,6
A-1+CH <sub>3</sub> COOH	50	0,33	7,9	87,1
	75	0,25	10,4	90,2
	100	0,17	15,3	93,4
	125	0,02	130	98,5

DETA ilə TNT-nin əsasında alınmış imidazolin (DİMDZ) və onun komplekslərinin hidrogen sulfidli mühitlərdə korroziyadan mühafizə xüsusiyyətlərinin nəticələri cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2

DETA və TNT əsasında alınmış imidazolin və onun komplekslərinin H<sub>2</sub>S korroziyasından mühafizənin nəticələri

Məhsul	Qatılıq, C, mq/l	Korroziya sürəti, $\rho$ , q/m <sup>2</sup> ·saat	Ləngitmə əmsalı, $\gamma$	Mühafizə effekti, Z %
DİMDZ	10	0,91	3,0	65,0
	25	0,49	5,3	81,0
	50	0,26	10	90,0
	100	0,13	20	95,0
DİMDZ+HCOOH (1:1 mol nis.)	10	0,166	15,7	93,6
	25	0,12	21,7	95,4
	50	0,06	43,3	97,6
	100	0,026	100	99
DİMDZ+CH <sub>3</sub> COOH (1:1 mol nis.)	10	0,06	43,3	97,6
	25	0,013	200	99,5
	50	0,013	200	99,5
	100	0,012	217	99,6

Müəyyən olunmuşdur ki, DETA və TNT əsasında alınmış imidazolin 10-25 mq/l qatılıqlarda 65-81%, 50-100 mq/l qatılıqlarda isə 90- 95% mühafizə effekti göstərdikləri halda, onun həm qarışqa, həm də sirkə turşuları ilə kompleksləri artıq 10 mq/l qatılıqdan başlayaraq 94%-dən yüksək effekt göstərilir. Qarışqa turşusu ilə komplekslərin ləngitmə əmsalı 100 mq/l qatılıqda 100, sirkə turşusu ilə isə artıq 25 mq/l-dən başlayaraq çox yüksək- 200-dən yuxarı qiymət alır.

Bundan əlavə TNT-su qarışığı vakuum altında 270-320°C, 320-350°C, 350-380°C-də qaynayan fraksiyalara ayrılmış və bu fraksiyalar

əsasında imidazolinlər sintez olunub üzvi turşularla kompleksləri alınmış və turş mühitlərdə inhibitorluq xassələri yoxlanılmışdır. Təcrübələr göstərir ki, DETA ilə TNT-nin müxtəlif fraksiyaları əsasında sintez edilmiş imidazolinlər 10 mq/l qatılıqdan başlayaraq 96%-dən yüksək mühafizə qabiliyyətinə malikdirlər. DETA və TNT-nin hər üç fraksiyası ilə kompleksləri isə həmin qatılıqda 92-97% mühafizə effekti göstərilir. Eyni zamanda TNT-nin fraksiyalarının TETA ilə imidazolinlərinin (TİMDZ) qarışqa və sirkə turşuları ilə kompleksləri hər iki mol nisbətdə 25 mq/l qatılıqda 94%-dən yuxarı mühafizə effekti göstərilir. PEPA ilə TNT-nin fraksiyalarının əsasında alınmış imidazolinlərin (PİMDZ) qarışqa turşusu ilə alınmış kompleksləri 25 mq/l qatılıqda 90-96%; sirkə turşusu ilə I fraksiyanın kompleksi 25 mq/l qatılıqda 78%, II və III fraksiyaların kompleksləri isə 90-95% mühafizə effektivinə malikdirlər.

DETA, TETA və PEPA-dan alınmış bəzi imidazolin komplekslərinin inhibitorluq xassələrinin xarici analoqları olan inhibitorlarla müqayisəli tədqiqatın nəticələri cədvəl 3-də verilmişdir.

Cədvəl 3

DETA, TETA və PEPA-nın imidazolin komplekslərinin bəzi xarici analoqları ilə müqayisəli tədqiqatın nəticələri

Reagentlər	Qatılıq, C, mq/l	Mühafizə effekti, Z %
DİMDZ +HCOOH (1:1 mol nis.)	25	95,4
	100	99
TIMDZ+ HCOOH(1:1)	25	93
	100	97,0
PİMDZ+HCOOH(1:1)	25	95
	100	97,9
АМДОР ИК-10 (Rusiya)	25	78
	100	89
Нефтехим-1	25	85
	100	90
CORREXIT - 7798	25	-
	100	92
DODİGEN-213-N	50	75
	100	88,2

Göründüyü kimi sintez etdiyimiz imidazolinlərin qarışqa və sirkə turşuları ilə kompleksləri 25 mq/l qatılıqda 93-98% mühafizə etdikləri halda, xarici analoqlar həmin qatılıqda 75-90 % mühafizə effekti göstərilir. İmidazolinlərin kompleksləri 100 mq/l-dən başlayaraq 97%-dən yuxarı mühafizə effekti göstərilir və xarici analoqlarını üstələyirlər.

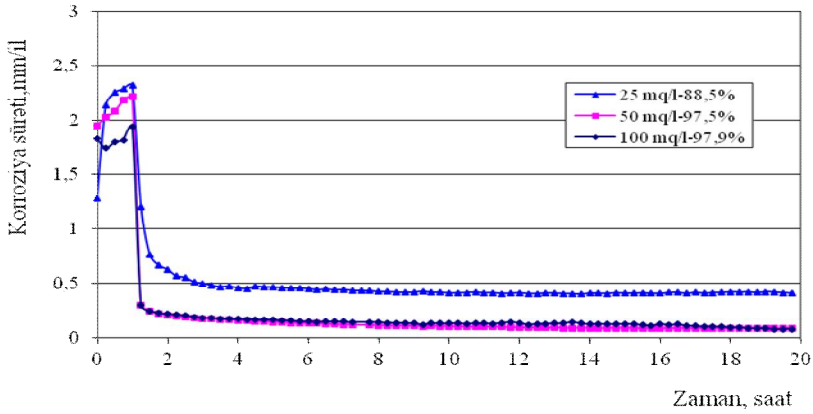
## Sintez edilmiş birləşmələrin CO<sub>2</sub> mühitində korroziya inhibitorları kimi xassələrinin tədqiqi

Sintez edilmiş birləşmələrin korroziya prosesinin kinetikasına təsiri “ACM Instruments Gill AC no-1197” potensiometrində tədqiq olunub. Proses 20 saat müddətində aparılmışdır.

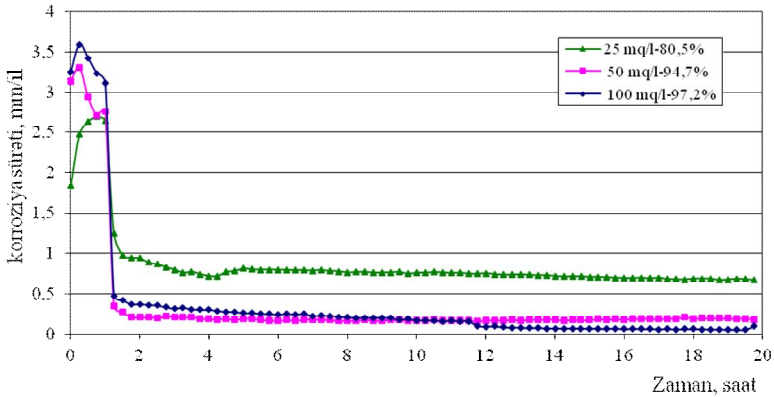
A-1 və onun əsasında alınmış komplekslərin CO<sub>2</sub> mühitində korroziyadan mühafizə effekti 50-100 mq/l qatılıqlarda tədqiq olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, A-1 100 mq/l qatılıqda 35,6%, onun sirkə turşusu ilə 1:2 mol nisbətində hazırlanmış kompleksi isə 100 mq/l qatılıqda 34,7% korroziyadan mühafizə effekti göstərir. Eyni zamanda A-1-in sirkə turşusu ilə 1:6 mol nisbətində kompleksinin 25, 50 və 100 mq/l qatılıqlarda CO<sub>2</sub> ilə doymuş suda 1%-li NaCl məhlulunda poladın korroziyasının kinetikasına təsiri öyrənilmişdir. 50 mq/l və 100 mq/l qatılıqda korroziyadan mühafizə effekti müvafiq olaraq 27%-42% olmuşdur.

Bununla yanaşı DETA, TETA, PEPA-nın TNT ilə imidazolinlərinin komplekslərinin CO<sub>2</sub> ilə doymuş suda 1%-li NaCl məhlulunda poladın korroziyasının kinetikasına təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, DİMDZ-in qarışqa və sirkə turşuları ilə kompleksləri 25 mq/l qatılıqda 96,2%-dən yuxarı mühafizə effekti göstərir, korroziya sürətləri isə qarışqa turşusu ilə kompleksləri üçün 0,13 mm/il-dən 0,05 mm/il-ə qədər, sirkə turşusu ilə kompleksləri üçün isə 0,42 mm/il-dən 0,09 mm/il-ə qədər azalır.

TİMDZ-in qarışqa turşusu ilə 1:1 və 1:2 mol nisbətində alınmış komplekslərinin müqayisəsi göstərir ki, onların CO<sub>2</sub> korroziyasından mühafizə effektləri kəskin fərqlənmirlər (şək.1 və 2). Belə ki, 1:1 mol nisbətində alınmış kompleksin 25-100 mq/l qatılıqda mühafizə effekti 36-98,1%, 1:2 mol nisbətində alınmış kompleksin mühafizə effekti isə 44,3-98% olur. TİMDZ-in sirkə turşusu ilə 1:1 mol nisbətində alınmış komplekslərinin 25 mq/l qatılıqda effektivliyi 88,5%, 1:2 mol nisbətində alınmış komplekslərinin effektivliyi 80,5% olmuşdur. Uyğun olaraq korroziya sürətləri 0,41 mm/il-dən 0,67 mm/il-ə qədər artmışdır. Qatılığı dörd dəfə artırıqda (100mq/l) və prosesin son iyirminci saatında komplekslərin mühafizə effektivlikləri müvafiq olaraq 97,9% və 97,2%, korroziya sürəti isə 0,08 mm/il və 0,095 mm/il olur. Ləngitmə əmsallarının qiymətlərinə baxsaq görərik ki, 1:1 mol nisbətində alınmış kompleks üçün ilk saatlarda hər üç qatılıqda bu göstərici çox aşağı- 2,9; 9 və 8,7 olduğu halda, son iyirminci saatda kəskin artaraq 8,4; 41,3 və 43,4 olmuşdur.



Şək.1. TİMDZ-nin sirkə turşusu ilə 1:1 mol nisbətində kompleksinin CO<sub>2</sub> ilə doymuş suda 1%-li NaCl məhlulunda poladın korroziyasının kinetikasına təsiri



Şək.2. TİMDZ-nin sirkə turşusu ilə 1:2 mol nisbətində kompleksinin CO<sub>2</sub> ilə doymuş suda 1%-li NaCl məhlulunda poladın korroziyasının kinetikasına təsiri

PEPA və TNT-nin əmələ gətirdikləri imidazolin və onun qarışıq turşusu ilə komplekslərinin müqayisəsi göstərir ki, tədqiq olunmuş hər üç qatılıqda imidazoldən fərqli olaraq onun kompleksləri daha yüksək mühafizə qabiliyyətinə malikdirlər. Məsələn, tədqiqatın 20-ci saatında imidazolin CO<sub>2</sub> korroziyasından 100 mq/l qatılıqda 93,3% mühafizə etdiyi

halda, qarışqa turşusunun 1:1 və 1:2 nisbətlərində alınmış komplekslər 94,2 və 96,2% mühafizə edirlər. Bu isə komplekslərdə sinerqizm effektinin yaranması ilə əlaqədardır. İnhibitorsuz mühitdə korroziya prosesinin 20-ci saatında metal itkisi 0,0055 mm-dir. Mühitə inhibitor əlavə olunduqdan sonra iyirmi saat ərzində metal itkisi qatılıqdan asılı olaraq təxminən 10-30 dəfə azaldır. Belə ki, 25 mq/l qatılıqda metal itkisi 0,00054 mm, 50 mq/l qatılıqda 0,00029 mm, 100 mq/l-qatılıqda isə 0,00018 mm olmuşdur. PEPA və TNT əsasında alınmış imidazolinin sirkə turşusu ilə kompleksləri də 25 mq/l qatılıqdan başlayaraq 92,4%-dən yuxarı mühafizə effekti göstərilir. Buna uyğun olaraq korroziya sürətləri azalır, ləngitmə əmsalları isə artır.

#### Cədvəl 4

İmidazolin komplekslərinin CO<sub>2</sub> mühitində Gibbs enerjiləri, səthi örtülmə əmsalları, adsorbsiya sabitlərinin hesablanmış nəticələri

Sintez olunmuş reagent	Qatılıq, C <sub>1</sub> (mq/l)	Zaman, saat	Səthi örtülmə əmsalı, θ	Adsorbsiya sabiti, K, M <sup>-1</sup> ·10 <sup>4</sup>	Gibbs enerjisi ΔG <sup>0</sup> <sub>ads</sub> kC/mol <sup>-1</sup>
TİMDZ + HCOOH 1:1 mol nisbətində	25	20	0,919	23,8	38,7
	50		0,924	12,3	39,0
	100		0,959	11,1	40,6
TİMDZ + HCOOH 1:2 mol nisbətində	25	20	0,944	34,5	38,5
	50		0,946	19,6	40,0
	100		0,959	10,0	41,5

Daha sonra DETA, TETA, PEPA-nın TNT-nin fraksiyaları ilə imidazolinlərinin, eyni zamanda komplekslərinin CO<sub>2</sub> korroziyasından mühafizə xüsusiyyətləri tədqiq olunmuşdur. Tədqiqatlar zamanı müəyyən olunmuşdur ki, TİMDZ(III) fraksiyasının həm qarışqa, həm də sirkə turşuları ilə 1:1 mol nisbətində olan kompleksləri 25 mq/l qatılıqda 90,8% və 92,6% təşkil edir, qatılığı 100 mq/l-ə qədər artırıdığında mühafizə effekti də müvafiq olaraq 97,8% və 98,0% -ə qədər yüksəlir. Buna uyğun olaraq korroziya sürətləri qarışqa turşusu üçün 0,32 mm/il-dən 0,07 mm/il-ə qədər, sirkə turşusu üçün isə 0,251 mm/il-dən 0,069 mm/il-ə qədər azalmışdır.

TİMDZ(III) fraksiyasının qarışqa turşusu ilə 1:2 mol nisbətində kompleksinin 25-100 mq/l qatılıqda mühafizə effekti 91,5-98,0%, korroziya sürəti 0,29 mm/il-0,069 mm/il, ləngitmə əmsalları isə 11-50-dir.

TİMDZ(II) və TİMDZ(III) fraksiyalarının sirkə turşusu ilə 1:2 mol nisbətində kompleksi 25 mq/l qatılıqdan başlayaraq 92,7%-dən yuxarı mühafizə qabiliyyəti göstərilir. Onların korroziya sürətləri də müvafiq olaraq azalmış, ləngitmə əmsalları ~16 dəfə artmışdır.

### **İmidazolinlər və onlar əsasında alınmış komplekslərin bakterisid xassələrinin tədqiqi**

Sintez olunmuş imidazolinlər və onların komplekslərinin sulfatreduksiyaedici bakteriyaların həyat fəaliyyətinə təsiri öyrənilmişdir. Birləşmələrin bakterisid təsiri hər gün müşahidə edilmiş, alınan nəticələr cədvəl 5-də verilmişdir.

Cədvəl 5

TNT-nin TETA, DETA əsasında alınmış imidazolinin və komplekslərinin SRB-lərin həyat fəaliyyətinə təsirinin nəticələri

Kompleksin adı	Nisbət	Komplekslərin %-lə qatılığı		
		0,025	0,075	0,1
		Kompleksin qatılığına əsasən əmələ gələn H <sub>2</sub> S-in miqdarı, mq/l-lə		
DİMDZ	1:1	60	53	48
DİMDZ+HCOOH	1:1	60	56	47
DİMDZ+CH <sub>3</sub> COOH	1:1	60	55	48
TİMDZ	1:1	52	41	35
TİMDZ+HCOOH	1:1	58	49	40
TİMDZ+HCOOH	1:2	52	49	45
TİMDZ+CH <sub>3</sub> COOH	1:1	53	41	36
TİMDZ+CH <sub>3</sub> COOH	1:2	55	49	40
Nümunə 1 (mühit, SRB-siz)		25		
Nümunə 2 (mühit, SRB-li)		270		

Nümunə 2-də H<sub>2</sub>S-in miqdarı 270 mq/l-dir. Göründüyü kimi, təbii neft turşusu və dietilentriamin əsasında alınmış imidazolin və onun qarışqa, sirkə turşuları ilə kompleksləri 0,025%, 0,075% qatılıqlarda biostat təsir göstərdiyi halda, 0,1% qatılıqda biosid təsir göstərir, yəni SRB-nin həyat fəaliyyətini sınaq müddəti boyunca tam dayandırır.

TNT və TETA əsasında alınmış imidazolin, onun qarışqa və sirkə turşuları ilə 1:1, 1:2 mol nisbətində alınmış kompleksləri 0,025%, 0,075% qatılıqlarda qismən biosid təsir göstərilir. Lakin 0,1% qatılıqda yüksək biosid xassəsi göstərir. Xüsusilə TNT və TETA əsasında alınmış

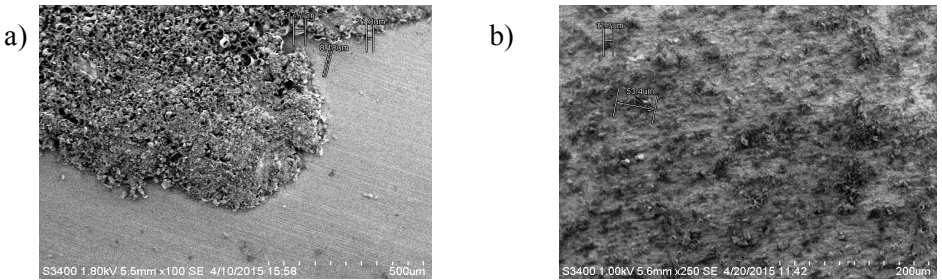
imidazolin, onun 1:1 mol nisbətədə sirkə turşusu ilə alınmış kompleksi 0,1% qatılıqda yüksək biosid xassələri göstərilir.  $H_2S$ -in miqdarı uyğun olaraq 35 və 36 mq/l olmuşdur.

Polietilenpoliamin və təbii neft turşusu əsasında sintez olunmuş imidazolin və onun qarışqa və sirkə turşuları ilə 1:1, 1:2 mol nisbətində alınmış komplekslərinin də bakterisidlik xassələri öyrənilmişdir. PIMDZ-nin qarışqa turşusu ilə 1:2 və sirkə turşusu ilə 1:1 mol nisbətində hazırlanmış kompleksləri üçün 0,025% qatılıqda  $H_2S$ -in miqdarı 65 mq/l və 62 mq/l-dir. 0,075%-0,1% qatılıqlarda  $H_2S$ -in miqdarı nisbətən azalaraq 59 mq/l; 54 mq/l; 55mq/l və 49 mq/l olmuşdur. Bu o deməkdir ki, tədqiq olunan maddələr mühitdə olan sulfatreduksiyaedici bakteriyaların həyat fəaliyyətini 0,025% qatılıqdan başlayaraq tamamilə dayandırır.

### **İmidazolinlər və onlar əsasında alınmış komplekslərin təsir mexanizminin tədqiqi**

Məlum olduğu kimi metalın mühafizəsində inhibitorların təsir mexanizmi metal səthində ekranlaşma ilə izah olunur. İnhibitor əvvəlcə metal səthinə adsorbsiya edir, sonra metalla kimyəvi birləşmə əmələ gətirir və əmələ gəlmiş birləşmə mühafizə olunan metal səthini nazik təbəqə şəklində örtür. Bu məqsədlə  $CO_2$  və  $H_2S$  saxlayan turş mühitlərdə metal səthinin vəziyyətinin skan elektron mikroskopiya (SEM) və infraqırmızı spektroskopiya üsulları ilə tədqiqi aparılmışdır.

Tədqiqatlar zamanı həm inhibitorsuz, həm də inhibitor iştirakı ilə metal lövhələrin görüntüləri şəkil 3-də verilmişdir.



Şək.3. İnhibitorsuz mühitdə korroziyadan sonra (a) və inhibitor iştirakı ilə səthin 250 dəfə (b) böyüdülmüş görüntüləri



Müəyyən edilmişdir ki, inhibitorsuz mühitdən fərqli olaraq inhibitorla mühafizə zamanı səthdə mikrokristallik dənəciklər üçün xarakterik olan yaralar əmələ gəlmir, lakin lokal da olsa korroziya izlərinə rast gəlinir. Bu isə müəyyən miqdar metal itkisidir. Lakin bu itki reagent tətbiq olunmamış mühitlə müqayisədə kəskin azdır. Aparılmış tədqiqatlar tədqiq olunan birləşmələrin yüksək effektiv olduğunu bir daha sübut etmiş olur.

Karbon qazı korroziyasından mühafizə üçün tətbiq olunmuş birləşmələrin təsir mexanizminin öyrənilməsi üsullarından biri də metal səthinin İQ spektrinin tədqiqidir. İQ-spektrinin çəkilməsi üçün müxtəlif yerlərdən 11 nöqtə seçilmiş və hər bir nöqtənin ayrı-ayrı İQ - spektrləri qeyd olunmuşdur. N-H rabitəsinə məxsus 1539, 1556, 3266  $\text{sm}^{-1}$  və C=N rabitəsinə məxsus 1651  $\text{sm}^{-1}$  udulma zolaqlarına uyğun piklər müşahidə olunur. Ancaq spektrdə çox geniş udulma 1750-1880  $\text{sm}^{-1}$  sahəsində C=O qrupuna məxsus çox zəif intensivliyə malik və korroziyanın və ya oksidləşmənin getdiyini göstərən udulma zolaqları (1769 və 1866  $\text{sm}^{-1}$ ) vardır. Uyğun olaraq seçilmiş bütün 11 nöqtənin İQ spektrlərinin analizi göstərdi ki, C=O rabitəsi üçün xarakterik olan 1750-1880  $\text{sm}^{-1}$  sahəsində çox zəif intensivlikli udulma zolaqları vardır. Bu da korroziya prosesinin və oksidləşmənin getdiyini göstərir. Digər tərəfdən polad nümunələrin səthində tədqiq olunan birləşməyə məxsus piklərin olması eyni zamanda onların metal səthində örtük təbəqəsinin əmələ gətirməsini və eyni zamanda bu birləşmələrin səthdə kimyəvi adsorbsiya etdiyini göstərir.

### **İmidazolinlər və onlar əsasında alınmış komplekslərin elektrik keçiriciliklərinin yoxlanılması**

DETA, TETA və PEPA, təbii neft turşusu qarışığı və eyni zamanda fraksiyalar əsasında alınmış imidazolinlərin üzvi turşularla komplekslərinin elektrik keçiriciliyi yoxlanılmışdır. Nəticələri müqayisə etdikdə görərik ki, 5%-li məhlulda TİMDZ-in sirkə turşusu ilə 1:2 mol nisbətində olan kompleksi korroziyadan mühafizə effekti 99,2%, elektrik keçiriciliyi 7,700 mSm/sm; PİMDZ-in qarışqa turşusu ilə 1:2 mol nisbətində olan kompleksinin korroziyadan mühafizə effekti 98,9%, elektrik keçiriciliyi 6,200 mSm/sm-dir. Eyni qatılıqda DETA və TNT-nin fraksiyaları əsasında alınmış imidazolin komplekslərinin mühafizə effektləri 99,6%-100%, elektrik keçiricilikləri 7,430 mSm/sm-9,120 mSm/sm-dir. Beləliklə, tədqiqatlardan belə nəticəyə gəlmək olar ki, elektrik keçiriciliyinin qiyməti yüksək olan reagentlərin korroziyadan mühafizə effektləri də yüksək olur.

## NƏTİCƏLƏR

1. Akrilnitril və pirolizin C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub> fraksiyasının birgə polimerləşməsi aparılmış, alınan birgə polimerin PEPA ilə reaksiyasından ilk dəfə olaraq poliimidazolin sintez edilmişdir. Reaksiyanın optimal şəraiti birinci mərhələ üçün: temperatur 74°C; reaksiya müddəti 20 saat; akrilnitril və C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub> fraksiyasının nisbəti (qramla) 1:30; radikal inisiatoru 0,32%, ikinci mərhələ üçün : temperatur 190-200°C; reaksiya müddəti 8 saat-dır.

2. Poliimidazolinin və onun komplekslərinin hidrogen sulfid korroziyasına qarşı inhibitor təsiri araşdırılmış və müəyyən edilmişdir ki, bu birləşmələr 100 mq/l qatılıqdan başlayaraq yüksək mühafizə effekti (90,2-92,4%) göstərilir. Lakin onların CO<sub>2</sub> korroziyasından mühafizə effektləri çox aşağıdır.

3. Təbii neft turşusunun imidazolinləri sintez edilmiş və onların qarışqa, sirkə turşuları ilə 1:1; 1:2 mol nisbətində kompleksləri alınmışdır. 100 mq/l qatılıqda DETA əsasında alınmış imidazolinin qarışqa turşusu ilə kompleksi CO<sub>2</sub> korroziyasından 98,8%, sirkə turşusu ilə kompleksi 97,6%; TETA əsasında alınmış imidazolin kompleksləri 97,2-98,1%; PEPA əsasında alınmış imidazolin kompleksləri 93-96,6%; TNT-nin fraksiyaları əsasında alınmış imidazolinlərin həm qarışqa, həm də sirkə turşuları ilə kompleksləri 92-98% mühafizə effekti göstərilir.

4. Müəyyən olunmuşdur ki, DETA əsasında alınmış imidazolinin qarışqa turşusu ilə kompleksi 100 mq/l qatılıqda H<sub>2</sub>S korroziyasından 99,0%, sirkə turşusu ilə kompleksi 99,6%; TETA əsasında alınmış imidazolin kompleksləri 97-99,2%; PEPA əsasında alınmış imidazolin kompleksləri 97,9-99,4%; TNT-nin fraksiyaları əsasında alınmış imidazolinlərin həm qarışqa, həm də sirkə turşuları ilə kompleksləri 96-100% mühafizə effekti göstərilir.

5. Komplekslərin 0,025; 0,075; 0,1% qatılıqlarında sulfatreduksiyaedici bakteriyaların həyat fəaliyyətinə təsir effekti tədqiq edilmiş və ən aşağı qatılıqlarda çox yüksək nəticələr alınmışdır. TNT-nin DETA və TETA əsasında alınmış imidazolinlərin qarışqa, sirkə turşuları ilə alınmış kompleksləri 0,025%, 0,075% qatılıqlarda biostat təsir göstərdiyi halda, 0,1% qatılıqda isə biosid təsir göstərir.

6. Müəyyən edilmişdir ki, elektrik keçiriciliyinin qiyməti yüksək olduqca onların korroziyadan mühafizə effektləri də yüksək olur. Belə ki, TİMDZ-in sirkə turşusu ilə 1:2 mol nisbətində kompleksinin elektrik keçiriciliyi 7,700 mSm/sm olduqda korroziyadan mühafizə effekti 99,2%; PİMDZ-in qarışqa turşusu ilə 1:2 mol nisbətdə olan kompleksinin elektrik

keçiriciliyi 6,200 mSm/sm olduqda korroziyadan mühafizə effekti 98,9%-dir. Eyni zamanda DETA və TNT-nin fraksiyaları əsasında alınmış imidazolin komplekslərinin elektrik keçiricikləri 7,430 mSm/sm-9,120 mSm/sm, mühafizə effektləri 99,6%-100%-dir.

7. Tədqiq edilən birləşmələrin adsorbsiya sabiti və adsorbsiya enerjiləri hesablanmış və onların qiymətlərinin -35 kC/mol-dan aşağı olması müəyyənləşdirilmişdir. Bu da onların metal səthinə xemosorbsiya olunmasını sübut edir. Skan elektron mikroskopiyaya vasitəsilə müəyyən olunmuşdur ki, imidazolin kompleksləri metal səthində korroziya prosesini zəiflədir və səthdə pittinglər müşahidə olunmur.

### **Dissertasiyanın nəticələri aşağıdakı elmi əsərlərdə əks olunmuşdur:**

1. V.M. Abbasov, L.İ. Aliyeva, N.İ. Mursalov, Sh.Z. Jabrailzadə, G.N. Badalova, A.A. Guliyev. Bisimidazolines on the basis of oil acids-CO<sub>2</sub> corrosion inhibitors. / 13-th Ibn Sina International Conference on Pure and Applied Heterocyclic Chemistry “Heterocyclic Chemistry for Sustainable Future”. Hurgada, Egypt, 14-17 February 2015. p. 224
2. N.İ. Mürsəlov, Ş.Z. Cəbrayılzadə, A.A. Quliyev. İmidazolin duzlarının karbon qazı korroziyasından mühafizə inhibitoru kimi tədqiqi. // “Müasir biologiya və kimyanın aktual problemləri elmi-praktiki konfrans”. Gəncə şə. 05-06 may 2015-ci il, səh. 153-156
3. Н.И. Мурсалов, В.М. Аббасов, Ш.З. Джабраилзаде, А.А. Гулиев и др. Исследование производных имидазолинов в качестве ингибиторов коррозии стали // Противокоррозионной защиты. г. Москва 2015, №2(76), стр. 38-43
4. N.İ. Mürsəlov, Ş.Z. Cəbrayılzadə, V.M. Abbasov, A.A. Quliyev və b. İmidazolin törəmələrinin hidrogen sulfid korroziyasına təsirinin tədqiqi. // Kimya problemləri jurnalı. Bakı şə. 2015-ci il, №2 (13). s. 159-164
5. N.İ. Mursalov, A.A. Guliyev, Sh.Z. Jabrailzadə etc. Study of imidazoline salts as CO<sub>2</sub> corrosion inhibitors. // Advances in Chemistry jurnalı. İndia - 2015 June 24, Vol. 11, №8, p. 3860-3865
6. A.A. Quliyev, N.İ. Mürsəlov, Ş.Z. Cəbrayılzadə, A.Q. Quluzadə, A.H. Talıbov. Polietilenpoliamin və təbii neft turşusu əsasında korroziya inhibitorunun yaradılması // Azərbaycan Texniki Universiteti «Elmi əsərləri» jurnalı. Bakı şə. 2015, Cild 1, №3, səh. 111-115
7. Quliyev A.A., Ş.Z. Cəbrayılzadə, L.M. Əfəndiyeva, X.R. Düzdaban. İmidazolin törəmələrinin qarışqa turşusu ilə komplekslərinin turş mühitlərdə korroziya inhibitoru kimi tədqiqi / Akademik Elm Həftəliyi-

2015 Beynəlxalq Multidissiplinar Forum. Bakı ş. 2015, 02-04 noyabr, səh. 259-261

8. V.M.Abbasov, A.A.Guliyev, Sh.Z.Jabrailezadeh, N.I.Mursalov, Kh.R.Duzdaban. Synthesis of imidazoline derivatives on the basis of triethylenetetramine and naphthenic acids and research of imidazoline derivatives as corrosion inhibitor // International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT). Vol.5, Issue 4, october 2015. p.21-23

9. Кулиев А.А, Н.И.Мурсалов, Ш.З.Джабраилзаде, Г.Н.Бадалова. Исследование производных имидазолинов в качестве ингибиторов сероводородной коррозии / Сборник материалов XXI Международной научно-практической конференции г. Новосибирск, 30 декабря 2015 г. стр. 215-217

10. A.A.Guliyev, V.M.Abbasov, Sh.Z.Jabrailezadeh, N.I.Mursalov, Kh.R.Duzdaban. Study of corrosion-inhibition properties of imidazoline derivative complexes in solutions containing CO<sub>2</sub> as corrosive medium / “Техника и технология научные достижения, наработки, предложения за 2015г” сборник научных статей. Варшава, 30.12.2015-03.01.2016. стр. 123-125

11. А.А. Кулиев, Н.И.Мурсалов, Ш.З.Джабраилзаде, Г.Н.Бадалова. Исследование ингибирующего действия производных имидазолинов в H<sub>2</sub>S содержащей среде / Материалы IV международной научно-практической конференции (Саратов, 29 декабря 2015) стр.43-47

12. Кулиев А.А. Исследование производных имидазолинов на основе полиэтиленполиамина и природных нефтяных кислот в качестве ингибиторов коррозии / Műasir kimya və biologiyanın aktual problemləri. Beynəlxalq konfrans, II hissə, Gəncə 2016, 12-13 may, səh.84-87

13. A.A.Guliyev. Synthesis of imidazoline complexes on the basis of diethylenetriamine and naphthenic acid fractions with subsequent organic acid treatment and research of imidazoline complexes as corrosion inhibitor // 4<sup>th</sup> the International conference on the transformation of education London, 23-29 may, 2016, p. 80-88

**Анар Адем оглы Кулиев**  
**Синтез органических комплексов имидазолинов на основе природных**  
**нафтеновых кислот и акронитрила, исследование их**  
**ингибитор – бактерицидных свойств**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора**  
**философии по химии**

**РЕЗЮМЕ**

Коррозия металлических оборудования в различных отраслях промышленности приводит к большому экономическому вреду. Присутствие в среде сероводорода, углекислого газа и сульфатовосстанавливающих бактерий в нефте-газовой промышленности приводят к возникновению технологически агрессивных условий, сопровождающихся огромными убытками. Для решения этой проблемы, объектом исследования были выбраны полифункциональные ингибитор-бактерициды. Был исследован защитный эффект от коррозии синтезированных комплексов в среде сероводорода, углекислого газа и сульфатовосстанавливающих бактерий. Определено, что при  $H_2S$  коррозии полиимидазолин и его комплексы, начиная от концентрации 100 мг/л, показывают защитный эффект 90,2 – 92,4%, а защитный эффект комплексов имидазолинов, полученных на основе ТНТ и аминов показывают 96 – 99 %. Также определено, что соответственно для  $CO_2$  коррозии комплексы имидазолинов, полученных на основе ДЭТА, ТЭТА, ПЭПА с ТНТ и его фракций, при концентрации 100 мг/л, показывают защитный эффект 98,8% 98,1% 96,6 и 98%. Установлены также их бактерицидные свойства. Комплексы имидазолинов, полученных на основе ТНТ с ДЭТА и ТЭТА при концентрациях 0,025%, 0,075% проявляют биостатическое, а при концентрации 0,1% биоцидное свойства. Исследована электрическая проводимость комплексов и установлено, что при высоком значении электрической проводимости их защитный эффект также имеет высокое значение. Вычислена энергия адсорбции исследуемых соединений и определено, что эти соединения адсорбируются химическом путем на металлической поверхности. Также с помощью скан - электронной микроскопии установлено, что данные комплексы замедляют процесс коррозии и на поверхности не наблюдается питтинг.

**Anar Adam ogli Guliyev**

**Synthesis of organic complexes imidazolines based on natural naphthenic acids and akronitrila, investigation their inhibitor - bactericidal properties**

**Thesis of the dissertation for the scientific degree of PhD  
(Chemistry)**

**ABSTRACT**

Corrosion of the equipments to very great extent causes damage in industry and ecology. As oil and gas production facilities contain  $H_2S$ ,  $CO_2$  and SRB, aggressive production environment leads to huge losses. The purpose of this study is to propose multifunctional corrosion inhibitors, which should have large feedstock. For this purpose, imidazoline derivatives synthesized from treatment of naphthenic acids and amines and polyimidazoline derivative synthesized from treatment of polyethylene polyamine and co-polymer of acrylonitrile and pyrocondensate. As amines DETA (diethylene triamine), TETA (triethylene tetraamine), PEPA (polyethylene polyamine) were taken as reagents. All synthesized imidazoline derivatives treated with organic acids for preparation of water soluble complexes. Corrosion inhibition characteristics of complexes were studied in  $CO_2$ ,  $H_2S$  and SRB containing mediums. It has been established that, polyimidazoline and its complexes starting from 100 ppm concentration show 90,2 - 92,4% protection efficiency and imidazoline complexes synthesized from naphthenic acids and amines show 96-99% protection efficiency against  $CO_2$  corrosion. Regarding  $H_2S$  corrosion, imidazoline complexes synthesized from DETA, TETA, PEPA and naphthenic acids show respectively 98,8%; 98,1%; and 96,6% protection efficiency. Bactericid properties of the complexes were also studied. The complexes show biostate effect at 0,025%, 0,075% concentrations and show biocide effect at 0,1% concentration. Electric conductivity of the complexes investigated and it has been found that electric conductivity of the complexes increase in line with increase of effectiveness of the corrosion inhibitor complexes. Adsorption energies of the complexes calculated and it has been established that imidazoline complexes are chemically adsorbed onto metal surface. It has been found that, the complexes weaken corrosion processes and pitting corrosion and damage on metal surface is not observed according to scan electron microscope images.





**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА  
ИНСТИТУТ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
ИМ. АКАДЕМИКА Ю.Г. МАМЕДАЛИЕВА**

---

*На правах рукописи*

**АНАР АДЕМ ОГЛЫ КУЛИЕВ**

**СИНТЕЗ ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ИМИДАЗОЛИНОВ НА  
ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ НАФТЕНОВЫХ КИСЛОТ И  
АКРОНИТРИЛА, ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ  
ИНГИБИТОР – БАКТЕРИЦИДНЫХ СВОЙСТВ**

Специальность: 2314.01 – Нефтехимия

**АВТОРЕФЕРАТ**

Диссертации на соискание ученой степени  
доктора философии по химическим наукам

Баку-2016