

# AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

*Əlyazması hüququnda*

## **ALKENİLKƏHRƏBA TURŞULARININ MONO- VƏ DİEFİRLƏRİNİN AZOTLU, BÖRLÜ TÖRƏMƏLƏRİ SÜRÜTKÜ YAĞLARININ KOMPONENTİ KİMİ**

İxtisas: 2314.01 – Neft kimyası

Elm sahəsi: Kimya

İddiaçı: **Fidan Akif qızı Məmmədova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş  
dissertasiyanın

### **AVTOREFERATI**

**Bakı – 2023**

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akad. Y.H.Məmmədliyəv adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda "Sintetik yağlar" laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: kimya elmləri doktoru, dosent  
**Fatmaxanım Xeybər qızı Əliyeva**

Elmi məsləhətçi: kimya elmləri doktoru, akademik  
**Məhərrəm Əli oğlu Məmmədyarov**

Rəsmi opponətlər: kimya elmləri doktoru, professor  
Arif Cavanşir oğlu Əfəndi  
kimya elmləri doktoru, dosent  
Mənzər Nəzaməddin qızı Əmiraslanova  
kimya elmləri üzrə fəlsəfə doktoru, dosent  
Günay Müzakir qızı Mehdiyeva

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akad.  
Y.H.Məmmədliyəv adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun  
nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.16 Dissertasiya Şurası

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

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

Elmi seminarın sədri: kimya elmləri doktoru, dosent  
**Füzuli Əkbər oğlu Nəsirov**

## **İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI**

**Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi.** Sürtkü yağları avtomobil mühərriklərinin və sənaye avadanlıqlarının dayanıqlılığının və səmərəliliyinin yüksəldilməsində əvəzsiz rol oynayır. Məlumdur ki, hal-hazırda istifadə olunan əsas sürtkü materiallarının təxminən 80%-i neftdən əldə edilən mineral yağlardır və yüz ildən artıqdır ki, geniş istifadə olunur.

Müasir texnikanın sürətli inkişafı mexaniki avadanlıqların yüksək temperatur, sürət və ağır yüklər kimi daha sərt şərtlərə məruz qalmasına səbəb olur ki, bu da aşınma və oksidləşmə əleyhinə daha yaxşı xüsusiyyətlərə malik sürtkü yağlarının tətbiqini tələb edir. Bununla yanaşı, mineral yağlar onlara qoyulan daha sərt tələblərə cavab verə bilmir və bu, müvafiq sintetik sürtkü yağlarının işlənilib hazırlanması zəruriliyinə gətirib çıxarır. Sintetik yağlar kimi poli- $\alpha$ -olefinlər və dikarbon turşularının efiirlərinə çox diqqət yetirilir. Bu sintetik yağların ən əhəmiyyətli xüsusiyyəti onların antioksidant qabiliyyətinə malik olmalarıdır. Həmçinin təbii detergentlər kimi də tətbiq olunan sürtkü yağlarının uzun müddətli istismarına zəmanət verilə bilər<sup>1,2</sup>. Müxtəlif sürtkü yağlarının təhlükəsizliyini və etibarlılığını təmin etmək üçün yüksək effektivliyə malik sürtkü əlavələrinin hazırlanması vacib məsələlərdən biridir.

Hal-hazırda sürtkü yağlarının fiziki-kimyəvi xassələrini yaxşılaşdıran azot- və borsaxlayan üzvi birləşmələrə diqqət daim artır ki, bu da istismarı ekstremal şəraitdə, məsələn, yüksək temperatur və təzyiqdə həyata keçirilən qabaqcıl maşın və cihazların geniş sahədə istifadəsi ilə əlaqədardır. Sürtkü yağlarına tətbiq olunan əlavələr onların özlülük-temperatur, aşağı temperatur xassələrini, həmçinin aşınmaya qarşı, oksidləşmə və korroziyaya davamlılığını əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırır. Onlara inhibitorların əlavə edilməsi ilə yuyucu-dispersləşdirici, yeyilməyə qarşı davamlılıq və emulsiya əmələgətirmə xüsusiyyətləri də yüksəlir.

---

<sup>1</sup>Bartz, W.J. Ecotribology: environmentally acceptable tribological practices / W.J.Bartz // Tribology International, – 2006, 39, – p.728-733

<sup>2</sup>Madanhire, I. Synthetic lubricants and the environment, in Mitigating environmental impact of petroleum lubricants / I. Madanhire, C. Mbohwa // Springer International Publishing, Switzerland, – 2016, – p.59-72

Dünya təcrübəsində sürtkü yağlarına əlavələr kimi tərkibində heteroatom (məsələn, kükürd, fosfor, azot və s. kimi) olan çoxfunksiyalı üzvi birləşmələrdən istifadə olunur. Əlavələrin və onların modifikasiyalarının alınması üzrə aparılan təcrübələrin sayı durmadan artır ki, bu da kimyada ayrıca sahənin, yəni aşqarlar kimyasının yaranmasına səbəb olmuşdur. Bu sahədə aparılan tədqiqatlar iqtisadi cəhətdən mövcud olan ilkin kimyəvi reagentlər və katalizatorlardan istifadə etməklə yüksək keyfiyyətli və effektiv əlavələrin sintezi ilə bağlıdır.

Bu baxımdan təqdim olunan dissertasiya işi aktual problemə - alkeniləhrəba turşuların (AKT) mono- və diefirlərinin azotlu və borlu törəmələrinin sintezi və onların sürtkü yağlarının komponenti kimi tədqiqinə həsr edilmişdir.

**Tədqiqatın obyektı və predmeti.** Aparılmış tədqiqatların obyektı AKT anhidridlərinin müxtəlif quruluşlu spirtlərlə efirləşməsi nəticəsində əldə edilən AKT-nin mono- və diefirləridir.

Tədqiqatın predmeti AKT-nin efirlərinin mono- və diefirlərinin nitrolaşması, amidoefirlərin, həmçinin AKT efirlərinin boratlarının sintezi, bu azotlu və borlu törəmələrin istifadəsinin səmərəliliyi və tətbiq sahəsinin müəyyənləşdirilməsidir.

**Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri** nitrat və borat turşuları ilə AKT-nin mono- və diefirləri əsasında azotlu və borlu törəmələrinin sintezi və geniş tətbiqidir. Qarşıya qoyulan məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı tədqiqat işləri yerinə yetirilmişdir:

- AKT-nin mono- və diefirlərinin əsasında yeni nitrobirləşmələrin sintezi;
- sintez olunmuş nitrobirləşmələrin fiziki-kimyəvi xassələrinin və quruluşlarının tədqiqi;
- xətti və şaxəli quruluşlu aminlərlə AKT anhidridləri əsasında AKT-nin monoamidlərinin sintezi;
- AKT-nin monoamidlərinin bir- və ikiatomlu spirtlərlə efirləşməsi ilə AKT-nin amidoefirlərinin sintezi;
- AKT-nin mono- və diefirlərinin boratlarının sintezi;
- alınmış heteroüzvi (N, B) birləşmələrin istismar xassələrinin quruluşlarından korrelyasiya asılılığının öyrənilməsi;

- azotlu törəmələrin (AKT-nin monoamidləri, AKT-nin mürəkkəb efirlərinin nitrobirləşmələri, amidoeffirləri) elektrik keçiriciliyinin kimyəvi quruluşdan asılılığının öyrənilməsi;
- azotlu və borlu törəmələrin konservasiya mayelərinin komponenti kimi tətbiqi;
- sintez edilmiş birləşmələrin mineral yağlarla (T-46, AK-15) ilə kompozisiyalarının hazırlanması;
- AKT-nin mürəkkəb efirlərinin amidləri və nitrobirləşmələrinin sulfat-reduksiyaedici bakteriyalara qarşı bakterisid-inhibitor kimi tətbiqinin öyrənilməsi;
- AKT-nin azotlu və borlu törəmələrinin müəyyən kulturalara inkişafına qarşı funqisid aktivliyinin tədqiqi.

**Tədqiqatın metodları.** Sintez reaksiyalarında istifadə olunan xammallar, yəni AKT-nin anhidridləri avtoklavda yüksək təzyiq və temperaturda alınmışdır. AKT-nin anhidridlərinin efirləşməsi turşu katalizatorlarının iştirakı ilə klassik üsulla aparılmışdır. AKT-nin mono- və diefirlərinin nitrolaşması, AKT-nin müxtəlif quruluşlu amidləri və spirtlərin əsasında amidoeffirlərin sintezi, habelə AKT-nin mürəkkəb efirlərinin boratlarının sintezi laboratoriya şəraitində aparılmışdır. Alınan birləşmələr sərt mühitlərdə (dəniz suyu, 0,001%-li sulfat turşusu məhlulu) konservasiya mayelərinin komponenti kimi müəyyən parametrlərə malik müxtəlif kameralarda (“T-4” hidrokamerası, “CORROSION-BOX-1000E”), eləcə də bakteriya və göbələklərin mühitində bakterisid-inhibitor və funqisidlər kimi tədqiq edilmişdir.

**Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar.** AKT-nin mono- və diefirləri əsasında nitrobirləşmələr, amidoeffirlər, boratlar sintez edilmiş, onların quruluşları ilə fiziki-kimyəvi xassələri arasında əlaqə qurulmuşdur. Məlum olmuşdur ki, AKT-nin mürəkkəb efirlərinin molekullarının tərkibinə funksional qrupların daxil edilməsi onların istismar xassələrinə müsbət təsir göstərir.

**Tədqiqatın elmi yeniliyi.** Aparılan araşdırmalar nəticəsində:

- İlk dəfə heksenilkəhrəba və oktenilkəhrəba turşularının (HKT və OKT) mono- və diefirlərinin yeni nitrobirləşmələri sintez edilmiş, onların əsasında T-30 mineral yağı ilə 3 və 10%-li

kompozisiyaları hazırlanmış və konservasiya mayelərinin komponenti kimi tədqiq edilmişdir [9];

- OKT və HKT-nin mono- və dietilenqlikol efirləri əsasında borlu birləşmələrin, OKT-nin amidlərinin, həmçinin monoamidlərinin, amidoefirlərinin sintezi aparılmışdır;
- sintez edilmiş azotlu birləşmələrin və onların AK-15, T-46 mineral yağları ilə kompozisiyalarının kimyəvi quruluşu və istismar xassələri arasında korrelyasiya asılılığı tədqiq edilmişdir;
- AKT-nin mono- və diefirlərinin boratları, amidoefirləri və T-30 mineral yağı əsasında müxtəlif qatılıqlı (3 və 10%-li) kompozisiyaları hazırlanmış və konservasiya mayelərinin komponenti kimi tədqiq edilmişdir;
- AKT-nin mono- və diefirlərinin azotlu və borlu birləşmələrinin bakterisid-inhibitor xassələri və fungusid aktivliyi tədqiq edilmişdir.

**Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti.** Ehtimal olunur ki, doymamış karbon turşuları və onların törəmələrinin nitrolaşması ilə yeni nitrobirləşmələri əldə etmək olar ki, bu da gələcəkdə müxtəlif tətbiq sahələrində tədqiq edilə bilər.

AKT-nin nitrobirləşmələri, amidoefirləri və mineral yağlar (AK-15, T-46) əsasında hazırlanmış 5%-li kompozisiyaların istismar xassələri öyrənilmiş, sürtkü yağlarının komponenti kimi tədqiq edilmişdir.

T-30 mineral yağı və sintez edilmiş AKT-nin mürəkkəb efirlərinin nitrobirləşmələri əsasında hazırlanmış 3 və 10%-li kompozisiyaları korroziyaya qarşı yüksək mühafizə effekti göstərmiş və konservasiya mayelərinin inhibitorları kimi tövsiyə oluna bilər.

AKT-nin efirlərinin sintez edilmiş nitrobirləşmələri və monoamidləri sulfat-reduksiyaedici bakteriyaların mühitində bakterisid-inhibitorlar kimi istifadə oluna bilər. Bu birləşmələr həmçinin *Fusarium Solani*, *Aspergillus Niger* kulturalarının iştirakında fungusid reagentləri kimi də maraq doğurur.

**Müəllifin şəxsi iştirakı.** Dissertasiya işində əks olunan nəticələr müəllif tərəfindən əldə edilmişdir. Müəllifin iştirakı ilə

məsələlərin qoyulması, təcrübə və sınaqların aparılması, nəticələrin sistemləşdirilməsi və ümumiləşdirilməsi həyata keçirilmişdir.

**Aprobasiya və tətbiqi.** Dissertasiya işi üzrə 18 elmi əsər, o cümlədən 1 Azərbaycan patenti, 8 məqalə, 9 beynəlxalq və respublika səviyyəli məruzələrin tezisləri çap edilmişdir.

Dissertasiya işinin nəticələri aşağıda sadalanan konfranslarda məruzə edilmişdir: III Beynəlxalq Türk Dünyası kimya elmləri və texnologiyaları konfransında (Bakı, 2017), professor S.Ə. Sultanov 9 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika elmi-texniki konfransında (Bakı, 2017), Gənc alimlərin neft-kimyası üzrə XII Beynəlxalq konfransında (Zveniqorod, 2018), Y.H.Məmmədaliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Müasir kimyanın aktual problemləri” Beynəlxalq elmi konfransında (Bakı, 2019), 32-ci Beynəlxalq Kimya Konqresində (Türkiyə, 2020), “Uzbek Natural Sciences” konfransında (Türkiyə, 2021), akademik Ə.M. Quliyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş “Müxtəlif təyinatlı üzvi maddələr və kompozision materiallar” respublika elmi konfransında (Bakı, 2022).

**Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı:** Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədaliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun “Sintetik yağlar” laboratoriyasında aparılmışdır (Dövlət qeydiyyat № 0113 Az 2038).

**Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrı-ayrılıqda həcmi göstərilməklə quruluşu və həcmi.** Dissertasiya işi 184 səhifə həcmində olub girişdən (10543 boşluqsuz işarə), 4 fəsildən (fəsil I - 46681, fəsil II - 9035, fəsil III - 32567, fəsil IV – 58278 boşluqsuz işarələr), nəticələrdən (2674 işarə), 246 adda ədəbiyyat mənbələri olan ədəbiyyat siyahısından, əlavələrdən və ixtisarlara təsvirindən (318 boşluqsuz işarə) ibarətdir. Dissertasiyaya 29 şəkil, 6 qrafik və 38 cədvəl daxildir. Dissertasiya işinin ümumi həcmi şəkil, cədvəl, qrafik, əlavələr və ədəbiyyat siyahısı nəzərə alınmadan 163142 boşluqsuz işarədən ibarətdir.

**Girişdə** mövzunun aktuallığı, tədqiqatın obyektini və predmeti, məqsəd və vəzifələri, metodları, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar,

elmi yeniliyi, tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti, aprobasiyası, tətbiqi, işin strukturu və həcmi haqqında qısa məlumat verilmişdir.

**Birinci fəsildə** dissertasiyanın mövzusunə uyğun ədəbiyyat icmalı verilmiş, karbon turşularının azotlu və borlu törəmələrinin sintez üsulları, quruluşları, istismar xassələrinin onların quruluş dəyişikliklərindən asılılıqları, həmçinin müxtəlif sürtkü yağlarına əlavələr, korroziya inhibitorları, yuyucu-dispersləşdirici agentlər, antioksidantlar və s. kimi tətbiq edilmələrinə aid araşdırmaların təhlili verilmişdir.

**İkinci fəsildə** istifadə olunan ilkin maddələrin fiziki xassələri, təcrübi hissədə sintez edilmiş AKT-nin birləşmələrinin öyrənilməsi üsulları, nitrolaşma prosesinin sxematik təsviri, müqavimətin və elektrikkeçiriciliyinin təyində istifadə edilən qurğunun sxematik təsviri, birləşmələrin inhibitor xassələri öyrənilən zaman tətbiq edilən təcrübi kameraların təsviri haqqında məlumat verilmişdir.

**Üçüncü fəsildə** AKT-nin mono- və diefirləri əsasında yeni nitrobirləşmələri, müxtəlif quruluşlu monoamidlər əsasında AKT-nin amidoefirləri, həmçinin AKT-nin mono- və diefirlərinin boratlarının sintezi təsvir edilmişdir. Alınan birləşmələrin fiziki-kimyəvi xassələri verilmişdir.

**Dördüncü fəsildə** AKT-nin mono- və diefirlərinin azotlu və borlu törəmələrinin tədqiqi və tətbiq sahəsinin nəticələri verilmişdir. Azotlu birləşmələrin və onların əsasında hazırlanan kompozisiyaların istismar xassələrinin (özlülük-temperatur, termooksidləşmə stabilliyi, küllülük xassələri və s.) quruluştan korrelyasiya asılılığı öyrənilmişdir. Bütün sintez edilmiş birləşmələr konservasiya mayələrinin komponenti kimi tədqiq edilmişdir. AKT-nin mürəkkəb efirlərinin amidlərinin, nitrobirləşmələrinin və monoamidlərinin elektrikkeçiricilikləri ilə kimyəvi quruluşları arasındakı əlaqə müəyyən edilmişdir. AKT-nin mono- və diefirlərinin azotlu, borlu törəmələrinin bakterisid-inhibitor xassələri və funqisid aktivliyinin tədqiq üsullarının nəticələri göstərilmişdir. HKT-nin dibutil efirinin nitrobirləşməsi və T-30 mineral yağının əsasında konservasiya mayesinin alınması prosesinin texniki-iqtisadi qiymətləndirilməsi verilmişdir.



Dissertasiya işinin sonunda nəticələr, istifadə olunan ədəbiyyat siyahısı, əlavələr və ixtisarların siyahısı verilmişdir.

## İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

### AKT-nin azotlu törəmələrinin və onların kompozisiyalarının kimyəvi quruluşu ilə özlülük-temperatur xassələri arasında əlaqənin tədqiqi

Müəyyən edilmişdir ki, sürtkü yağlarının özlülük-temperatur xassələri əsasən tədqiq olunan birləşmənin kimyəvi quruluşunun xarakteri ilə təyin edilir. AKT-nin mürəkkəb efirlərinin molekullarına tərkibində heteroatomlar olan funksional qruplar daxil etməklə müxtəlif xassələrə malik birləşmələr əldə etmək, yəni fiziki-kimyəvi və istismar xassələrinin onların quruluşlarından asılılığını öyrənməklə istiqamətləndirilmiş sintez aparmaq və istənilən nəticəni əldə etmək mümkündür. AKT-nin mürəkkəb efirlərinin azotlu birləşmələrinin, habelə onların əsasında hazırlanmış 5%-li kompozisiyaların kimyəvi quruluşu ilə özlülük-temperatur xassələri arasında korrelyasiya asılılığı tədqiq edilmişdir.

Sintez olunmuş AKT-nin amidoefirlərinin özlülük-temperatur xassələrinin (40 və 100°C-də özlülük, özlülük indeksi və donma temperaturu) nəticələri cədvəl 1-də göstərilmişdir.

#### Cədvəl 1

#### AKT-nin amidoefirlərinin özlülük-temperatur xassələri

№	Birləşmələr	Özlülük, mm <sup>2</sup> /s, T °C-də		Öİ	T <sub>don.</sub> , °C
		40°C	100°C		
1	OKT-nin monooktil efirinin etilamidi	7,91	2,24	85	-40
2	OKT-nin monooktil efirinin propilamidi	10,0	2,72	112	-36
3	OKT-nin monooktil efirinin izopropilamidi	9,2	2,63	123	-38
4	OKT-nin monooktil efirinin butilamidi	10,2	2,76	113	-32
5	OKT-nin monoetilenqlikol efirinin butilamidi	15,67	3,5	99	-20
6	OKT-nin monoetilenqlikol efirinin izobutilamidi	16,4	3,7	112	-24

Cədvəl 1-də verilən nəticələrdən göründüyü kimi, sintez edilmiş OKT-nin amidoefirlərinin amid fraqmentində C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> keçidi zamanı karbon zəncirinin artması ilə donma temperaturu mənfi 40°C-dən mənfi 32°C-yə qədər azalır, özlülük 40°C-də 7,91 mm<sup>2</sup>/s-dən 10,2 mm<sup>2</sup>/s-ə, 100°C-də 2,24 mm<sup>2</sup>/s-dən 2,76 mm<sup>2</sup>/s-ə qədər, özlülük isə müvafiq olaraq 85-dən 113-ə qədər artır.

Amid qrupunun şaxələnməsi özlülük-temperatur xassələrinə müsbət təsir göstərir. Məsələn, OKT-nin monooktil efirinin propilamidi və izopropilamidinin göstəricilərini müqayisə etdikdə müəyyən edilmişdir ki, donma temperaturu mənfi 36°C-dən mənfi 38°C-yə qalxır, özlülük 40°C-də 10,0 mm<sup>2</sup>/s-dən 9,2 mm<sup>2</sup>/s-ə qədər, 100°C-də isə 2,72 mm<sup>2</sup>/s-dən 2,63 mm<sup>2</sup>/s-ə qədər azalır və özlülük indeksi isə müvafiq olaraq 112-dən 123-ə qədər artır.

OKT-nin amidoefirində efir qrupunun quruluşunun dəyişməsi ilə xassələrində aşağıdakı dəyişikliklər baş verir: OKT-nin monoetilenqlikol efirinin butilamidi ilə OKT-nin monooktil efirinin butilamidini müqayisə edərkən, donma temperaturunun mənfi 32°C-dən mənfi 20°C-yə azaldığı, özlülüyn 40°C-də 10,2 mm<sup>2</sup>/s-dən 15,67 mm<sup>2</sup>/s-ə, 100°C-də 2,76 mm<sup>2</sup>/s-dən 3,5 mm<sup>2</sup>/s-ə qədər artdığı və özlülük indeksinin isə 113-dən 99-ə qədər azaldığı müşahidə edilir.

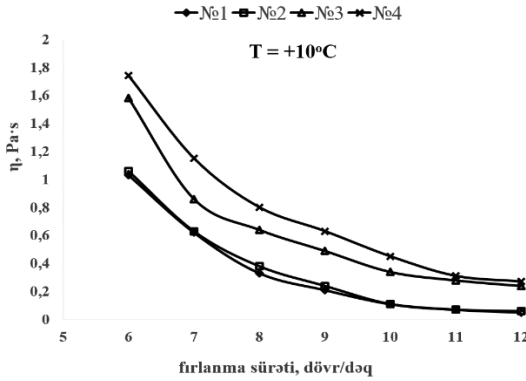
Dinamik özlülük 9-243 dövr/dəq fırlanma sürətində mənfi 10°C-dən müsbət 20°C-yə qədər olan temperatur diapazonunda ölçülmüş və  $\eta$  (Pa·san) aşağıdakı düsturla hesablanmışdır:

$$\eta = \frac{\tau \cdot f}{1000}$$

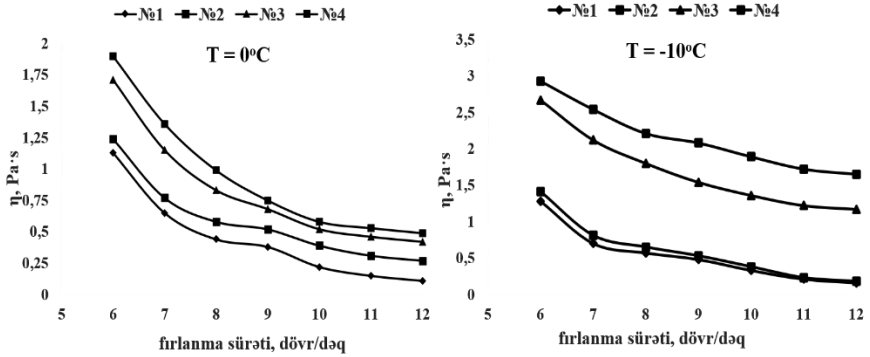
Harada ki,  $f$  – sürüşmə sürəti,  $\tau$  – sürüşmə gərginliyidir.

Tədqiqatın obyektini kimi növbəti maddələr götürülmüşdür: №1 – OKT-nin monooktil efirinin propilamidi; №2 – OKT-nin monooktil efirinin butilamidi; №3 – OKT-nin monoetilenqlikol efirinin butilamidi; №4 – OKT-nin monoetilenqlikol efirinin izobutilamidi.

Dinamik özlülüyn müxtəlif temperaturalarda (+10, 0, -10°C) fırlanma sürətindən asılılığı OKT-nin amidoefirlərinin misalında şəkil 1 və 2-də göstərilmişdir.



**Şəkil 1. №1-4 kompozisiyaların 10°C-də dinamik özlülüüyü**



**Şəkil 1. №1-4 kompozisiyaların 0°C və 10°C-də dinamik özlülüüyü**

Şəkil 1 və 2-dən göründüyü kimi, temperatur +10°C-dən 0°C-yə qədər düşdükdə, müxtəlif fırlanma sürətlərində birləşmələrin dinamik özlülükləri artır. Məsələn, 9-243 dövr/dəq fırlanma sürətlərində OKT-nin monooktil efinin propilamidinin dinamik özlülüüyü müvafiq olaraq 1,03-0,05 Pa·s-dən və 1,13-0,11 Pa·s-yə qədər yüksəlir. Bu hal OKT-nin digər amidoefirlərində də müşahidə olunur.

Qrafiklərdən görünür ki, OKT-nin amidoefirləri qeyri-Nyuton mayelərdir, yəni fırlanma sürəti dəyişdikcə bu birləşmələrin dinamik özlülüüyü azalır.

AKT-nin mürəkkəb efinlərinin azotlu törəmələri (nitrobirləşmələri, amidləri) və mineral yağların (T-46, AK-15) əsa-

sında 5%-li kompozisiyalar hazırlanmışdır. Tərkibində 95% mineral yağ (T-46, AK-15) və 5% AKT-nin mürəkkəb efirlərinin amidləri və ya nitrobirləşmələri olan kompozisiyalar otaq temperaturunda homogen kütlə alınana qədər mexaniki qarışdırma yolu ilə hazırlanmışdır. Alınan kompozisiyaların istismar xassələri (turşu ədədi, 40° və 100°C-də özlülük, özlülük indeksi, donma və alışma temperaturları) öyrənilmişdir. Nəticələr cədvəl 2-də təqdim olunmuşdur.

Cədvəl 2-də verilən nəticələrdən görüldüyü kimi, T-46 mineral yağına 5% AKT-nin amidoefirləri və ya nitrobirləşmələrinin əlavə edilməsi bu yağın istismar xassələrini yaxşılaşdırır: donma temperaturu mənfi 21°C-dən mənfi 32°C-yə qədər azalır, alışma temperaturu 182°C-dən 198°C-yə qədər artır və özlülük indeksi də 60-dan 91-ə yüksəlir.

**Cədvəl 2**  
**Kompozisiyaların özlülük-temperatur xassələri**

№	Kompozisiyalar	Turşu ədədi, mqKOH/q	Özlülük, mm <sup>2</sup> /s, T-də, °C		Öi	T <sub>donma</sub> °C	T <sub>alış.</sub> °C
			40	100			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	T-46	neytr.	79,24	8,22	60	-21	182
2	OKT-nin monooktil efirinin propilamidi+T-46	neytr.	61,5	7,2	66	-26	194
3	OKT-nin monooktil efirinin butilamidi+T-46	neytr.	61,8	7,9	91	-30	194
4	OKT-nin monoetilenqlikol efirinin butilamidi+T-46	neytr.	65,13	7,32	60	-32	198
5	OKT-nin monoetilenqlikol efirinin izobutilamidi+T-46	neytr.	75,62	7,88	55	-30	190
6	HKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsi+T-46	neytr.	67,3	7,57	65	-26	184
7	OKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsi+T-46	neytr.	72,02	8,3	80	-30	184

## Cədvəl 2-nin davamı

1	2	3	4	5	6	7	8
8	AK-15	neytr.	-	15,9	49	-6	188
9	OKT-nin monooktil efirinin butilamidi+AK-15	neytr.	121,9	12,75	96	-8	192
10	OKT-nin monoetilenqlikol efirinin butilamidi+AK-15	neytr.	136,1	13,7	96	-12	204
11	OKT-nin monoetilenqlikol efirinin izobutilamidi+AK-15	neytr.	164,7	14,1	79	-10	198
12	HKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsi+AK-15	neytr.	131,8	12,1	77	-10	192
13	OKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsi+AK-15	neytr.	156,68	13,22	72	-8	194

OKT-nin monooktil efirinin butilamidi ən yaxşı göstəricilərə malikdir, belə ki, bu birləşmənin T-46 mineral yağında 5%-li kompozisiyası donma temperaturunun mənfi 21°C-dən mənfi 30°C-yə qədər azalmasına, alışma temperaturunun 182°C-dən 194°C-dək artmasına, özlülük indeksinin isə müvafiq olaraq 60-dan 91-ə qədər yüksəlməsinə səbəb olur.

Məlum olmuşdur ki, AKT-nin mono- və diefirələrinin nitrobirləşmələri əsasında hazırlanmış kompozisiyalar da T-46 mineral yağının istismar xassələrinə müsbət təsir etmişdir. Məsələn, HKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsinin 5%-li kompozisiyasında özlülük indeksi 60-dan 65-ə, alışma temperaturu isə 182°C-dən 184°C-yə qədər artır, donma temperaturu -21°C-dən -26°C-yə qədər enir və OKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsinin kompozisiyasında (№7) özlülük indeksi 60-dan 80-ə, alışma temperaturu 182°C-dən 184°C-yə qədər artır, donma temperaturu müvafiq olaraq -21°C-dən -30°C-yə qədər azalır.

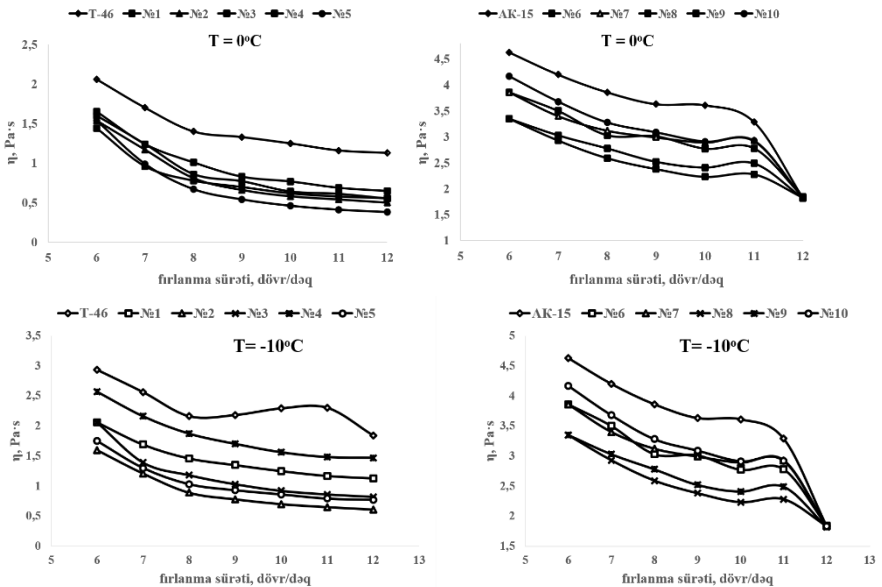
Bununla yanaşı, AKT-nin sintez edilmiş azotlu törəmələri (amidoefirələri, nitrobirləşmələri) və AK-15 mineral yağının əsasında 5%-li kompozisiyalar hazırlanmışdır. Cədvəl 2-də göstərilən nəticələrə əsasən, bu birləşmələrin AK-15 yağına əlavə edilməsi sonuncunun istismar xassələrinin yaxşılaşmasına gətirib çıxarmışdır, yəni alışma temperaturunu 188°C-dən 204°C-yə qədər, özlülük

indeksini 49-dan 96-ya qədər yüksəltmiş, donma temperaturunu isə müvafiq olaraq  $-6^{\circ}\text{C}$ -dən  $-12^{\circ}\text{C}$ -yə qədər azaltmışdır.

AKT-nin mürəkkəb efirlərinin amidləri, nitrobirləşmələri və mineral yağlar (T-46, AK-15) əsasında hazırlanmış kompozisiyaların (5%) +10, 0 və  $-10^{\circ}\text{C}$  temperaturlarda dinamik özlülüüyü müəyyən edilmişdir. Məüəyyən edilmişdir ki, bu kompozisiyalar həm də qeyri- Nyuton mayeləridir.

Müəyyən edilmişdir ki,  $+10^{\circ}\text{C}$  temperaturda T-46 və AK-15 mineral yağlarına 5% AKT-nin azotlu törəmələrinin əlavə edilməsi fırlanma sürətindən asılı olaraq dinamik özlülük göstəricisinə praktiki olaraq təsir etməsə də,  $0^{\circ}\text{C}$  və mənfi  $10^{\circ}\text{C}$ -də dinamik özlülükdə artım müşahidə edilmişdir.

Şəkil 3-də AKT-nin azotlu törəmələri (nitrobirləşmələri, amidoefirləri) və mineral yağların (T-46, AK-15) əsasında 5%-li kompozisiyaların  $-10^{\circ}\text{C}$  və  $0^{\circ}\text{C}$ -də dinamik özlülüklərinin fırlanma sürətindən asılılığı göstərilmişdir.



**Şəkil 3. №1-10 kompozisiyaların, T-46, AK-15 mineral yağlarının  $0^{\circ}\text{C}$  və  $-10^{\circ}\text{C}$ -də dinamik özlülüüyü**

Tədqiqatın obyektı T-46 mineral yağı və AKT-nin mürəkkəb efirlərinin amidləri, nitrobirləşmələrinin aşağıdakı 5%-li

kompozisiyalarıdır: №1 – T-46 + OKT-nin monooktil efirinin butilamidi; №2 – T-46 + OKT-nin monetilenqlikol efirinin butilamidi; №3 – T-46 + OKT-nin monetilenqlikol efirinin izobutilamidi; №4 – T-46 + HKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsi; №5 – T-46 + OKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsi.

Verilənlərə əsasən, amid qrupunda karbon zəncirinin şaxələnməsi dinamik özlülüyün göstəricisinə təsir göstərir. Məsələn, OKT-nin monoetilenqlikol efirinin butil- və izobutilamidlərini -10°C temperaturda müqayisə etdikdə müşahidə edilmişdir ki, fırlanma sürəti (9-243 dövr/dəq) artdıqca dinamik özlülük müvafiq olaraq 3,86-1,83 Pa·s-dən 3,35-1,81 Pa·s-yə qədər azalır.

OKT-nin nitrobirləşmələri, amidoefirləri və AK-15 yağı əsasında hazırlanan kompozisiyaların dinamik özlülüyündə nəzərəcarpacaq dəyişiklik 0°C temperaturda da müşahidə olunur. Məsələn, 0°C-də və 9-243 dövr/dəq fırlanma sürətində AK-15 yağının dinamik özlülük dəyəri 3,45 ilə 1,83 Pa·s arasında dəyişirsə, kompozisiya №9 üçün bu dəyər müvafiq olaraq 2,68 ilə 1,52 Pa·s arasında dəyişir.

Tədqiqatın obyektini T-46, AK-15 mineral yağları və AKT-nin mürəkkəb efirələrinin amidləri, nitrobirləşmələrinin aşağıdakı 5%-li kompozisiyalarıdır: №1 – №5; №6 – AK-15 + OKT-nin monooktil efirinin butilamidi; №7 – AK-15 + OKT-nin monetilenqlikol efirinin butilamidi; №8 – AK-15 + OKT-nin monetilenqlikol efirinin izobutilamidi; №9 – AK-15 + HKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsi; №10 – AK-15 + OKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsi.

### **AKT-nin amidoefirləri və mineral yağlar (T-46, AK-15) əsasında hazırlanmış kompozisiyaların termooksidləşmə stabilliyinin tədqiqi**

Özlülük-temperatur xassələri kimi, termooksidləşmə stabilliyi də sürtkü yağlarının mühüm istismar xassələrindən biridir. Sürtkü yağlarının yüksək temperaturda metallarla təması zamanı işçi səthlərdə minimal çöküntülərin əmələ gəlməsi və məhsulun özlülüyündə kəskin dəyişikliyin olmaması onların səmərəli, uzunmüddətli istifadəsini və avadanlığın istismarının etibarlılığını təmin edir.

AKT-nin mürəkkəb efirlərinin amidləri və T-46 mineral yağı əsasında hazırlanmış 5%-li kompozisiyaların termooksidləşmə stabilliyi DÜST 11063-20-yə uyğun olaraq 200°C-də 10 saat ərzində öyrənilmişdir. Metodikaya əsasən, çöküntünün miqdarı 0,5% -dən çox olmamalıdır. Nəticələr cədvəl 3-də göstərilmişdir.

### Cədvəl 3

#### OKT-nin amidoefirləri və T-46 mineral yağı əsasında hazırlanmış kompozisiyaların termooksidləşmə stabilliyi

Kompozisiyalar	%	Çöküntünün miqdarı, %, 10 saat	Özlülük, mm <sup>2</sup> /s 100°C-də		Özlülük artımı, %	Türşü ədədi, mqKOH/q
			oksid. əvvəl	oksid. sonra		
T-46	100	3,15	7,86	-	-	-
№1	5	0,18	7,2	7,40	2,78	0,6361
№2	5	0,18	7,9	12,16	53,92	1,81
№3	5	0,17	6,32	6,89	9,02	neytr.
№4	5	0,27	7,88	9,21	16,87	neytr.

№1 - OKT-nin monooktil efirinin propilamidi+T-46; №2 - OKT-nin monooktil efirinin butilamidi+T-46; №3 - OKT-nin monoetilenqlikol efirinin butilamidi +T-46; №4 - OKT-nin monoetilenqlikol efirinin izobutilamidi+T-46.

Cədvəl 3-də verilən nəticələrə əsasən, kompozisiyaların termooksidləşmə stabilliyini təyin etdikdə müəyyən edilmişdir ki, T-46 (3,15%) mineral yağına OKT-nin amidoefirlərinin əlavə edilməsi oksidləşmədən sonra çöküntünün əmələgəlməsini bir neçə dəfə azaldır.

Məsələn, tərkibində OKT-nin monooktil efirinin propilamidi (№1) və butilamidi (№2) olan kompozisiyalarda parçalanmadan sonra çöküntünün miqdarı 0,18%, OKT-nin monooktil efirinin butilamidi (№3) olan kompozisiyada isə müvafiq olaraq 0,17% təşkil etmişdir. Amid qrupunun karbon skeletinin şaxələnməsi oksidləşmədən sonra çöküntünün miqdarını (0,27%) artırır.

AK-15 mineral yağında hazırlanmış kompozisiyaların termooksidləşmə stabilliyinin nəticələri cədvəl 4-də göstərilmişdir.

Cədvəl 4-dən görüldüyü kimi, OKT-nin azotlu törəmələrinin AK-15 mineral yağına əlavə edilməsi özlülük artımının 54,59%-dən 18,54%-ə qədər azalmasına, türşuluq ədədinin isə 2,59 mqKOH/q-dan neytral halda olmasına gətirib çıxarmışdır.



## Cədvəl 4

### OKT-nin amidoefirləri və AK-15 mineral yağı əsasında hazırlanmış kompozisiyaların termooksidləşmə stabilliyi

Kompozisiyalar	%	Çöküntü- nün miqdarı, %, 10 saat	Özlülük, mm <sup>2</sup> /s 100°C-də		Özlülük artımı, %	Turşu ədədi, mqKOH/q
			oksid. əvvəl	oksid. sonra		
AK-15	100	0,20	15,9	24,58	54,59	2,59
N <sub>5</sub>	5	0,24	12,75	15,71	23,22	neytr.
N <sub>6</sub>	5	0,39	13,7	16,24	18,54	1,03
N <sub>7</sub>	5	0,97	13,22	16,25	22,92	1,94

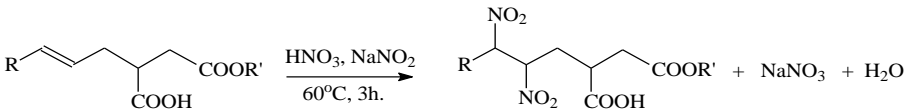
*N<sub>5</sub> - OKT-nin monoetil efirinin butilamidi+AK-15; N<sub>6</sub> - OKT-nin monoetilenqlikol efirinin butilamidi +T-46; N<sub>4</sub> - OKT-nin monoetilenqlikol efirinin izobutilamidi+T-46.*

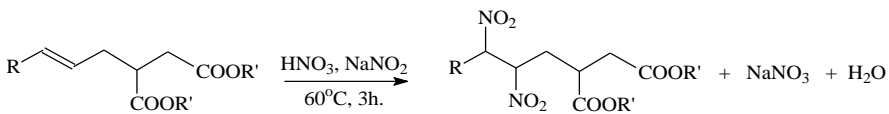
### AKT-nin azotlu və borlu törəmələrinin konservasiya mayelərinin komponenti kimi tədqiqi

AKT-nin mono- və diefirlərinin amidoefirləri, boratları və nitrobirləşmələri əsasında 3 və 10%-li kompozisiyalar hazırlanmış, daha sonra konservasiya mayelərinin komponenti kimi tədqiq edilmişdir. T-30 mineral yağına inhibitor əlavə etməklə əldə edilən konservasiya mayelərinin korroziyaya qarşı mühafizəsi müxtəlif aqressiv mühitlərdə (hidrokamera “T-4”, “CORROSIONBOX-1000E”, dəniz suyu, 0,001%-li sulfat turşusu məhlulu) sınaqdan keçirilmişdir.

İlk dəfə n-heksenil- və n-oktenilkəhrəba turşularının efirlərinin yeni nitrobirləşmələri sintez edilmişdir. Reaksiya növbəti mərhələlərdən ibarətdir: AKT anhidridlərinin sintezi və onların müxtəlif quruluşlu spirtlərlə efirləşməsi, daha sonra alınan məhsulların nitrolaşması.

AKT-nin mono- və diefirlərin nitrolaşması ilə bu efirlərin nitrobirləşmələri alınmışdır.

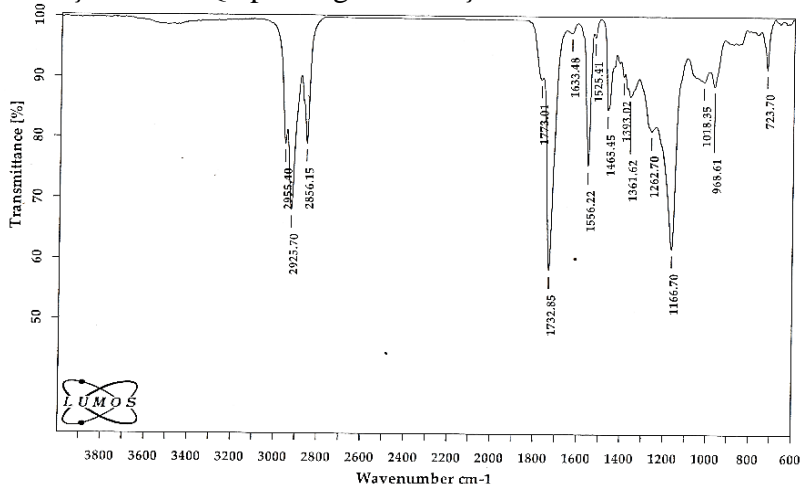




harada ki, R = C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>; C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>, R' = n-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>; n-C<sub>8</sub>H<sub>17</sub>; n-C<sub>12</sub>H<sub>25</sub>; izo-C<sub>8</sub>H<sub>17</sub>

Sintez edilmiş AKT-nin mürəkkəb efirlərinin nitrobirləşmələrinin quruluşları İQ- və NMR-spektroskopiyası ilə müəyyən edilmişdir.

Şəkil 4-də sintez edilmiş OKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsinin İQ-spektri göstərilmişdir.



**Şəkil 4. OKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsinin İQ-spektri**

Tərkibində 90-97% T-30 mineral yağı və 3-10% AKT-nin diefirləri və ya bu efirlərin nitrotörəmələrini saxlayan konservasiya mayeləri otaq temperaturunda homogen məhlul alınana qədər mexaniki qarışdırmaqla hazırlanmışdır. Sınaqlar DÜST 9.054-75-ə uyğun olaraq “Сталь-3” metal lövhələrdə “Т-4” hidrokamerasında aparılmışdır. Metal lövhələr hazırlanmış kompozisiyalarda otaq temperaturunda 24 saat saxlanılır. Daha sonra polad lövhələr “Т-4” hidrokamerası, dəniz suyu və 0,001%-li sulfat turşusu məhluluna yerləşdirilmişdir.

Cədvəl 5-də AKT-nin dioktil efiri və onun nitrobirləşməsi əsasında hazırlanmış kompozisiyaların aqressiv mühitlərdə konservasiya mayeləri kimi sınaqlarının nəticələri verilmişdir.

**Cədvəl 5**

**AKT-nin dioktil efiri və onun nitrobirləşməsi əsasında hazırlanmış kompozisiyaların korroziyadan mühafizə xassələri**

№	Kompozisiyalar	%	«Г-4» hidro-kamerası, gün	Dəniz suyu, gün	0,001%-li H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> məhlulu, Gün
	T-30	100	35	15	9
1	OKT-nin dioktil efiri	100	105	57	60
2	OKT-nin dioktil efiri + T-30	3	82	59	63
3	OKT-nin dioktil efiri + T-30	10	91	63	63
4	OKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsi	100	87	38	42
5	OKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsi + T-30	3	108	59	63
6	OKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsi + T-30	10	167	77	90
7	HKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsi + T-30	3	110	63	65
8	HKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsi + T-30	10	172	83	93
K-17			70	70	-
HF-203A			83	16	-

Mühafizə effekti metal lövhənin səthində vizual yoxlama zamanı ilkin korroziya ləkələrinin yarandığı gündən qeydə alınmış və gün ilə ifadə edilmişdir. Alınan nəticələri müqayisə etmək üçün oxşar sınaqlar AKT-nin diefirləri ilə də aparılmışdır. Cədvəl 5-də verilənlərdən görüldüyü kimi, bu diefirlərin nitrobirləşmələri korroziyaya qarşı daha yüksək mühafizə effekti nümayiş etdirir.

“Г-4” hidrokamerasında 70 və 83 gün, dəniz suyunda 70 və 16 gün davam edən K-17 və HF-203A sənaye konservasiya mayeləri ilə müqayisədə OKT-nin dioktil efiri və onun nitrobirləşməsi daha yüksək inhibitor xassələri nümayiş etdirir. Məsələn, 3%-li kompo-

zisiya (№7) “T-4” hidrokamerasında 110 gün, dəniz suyunda 63 gün korroziyadan mühafizə edir.

T-30 mineral yağı, HKT-nin dibutil efiri və onun nitrobirləşməsi əsasında 3 və 10%-li kompozisiyaları hazırlanmışdır. Nümunələr standart (ASTME-85) uyğun olaraq “CORROSION BOX-1000E” eksperimental kamerasında kondensasiya fazasında sınaqdan keçirilmişdir. Nəticələr cədvəl 6-da göstərilmişdir.

### Cədvəl 6

#### HKT-nin dibutil efiri və onun nitrobirləşməsi əsasında hazırlanmış kompozisiyaların korroziyadan mühafizə xassələri

№	Kompozisiyalar	%	«CORROSION-BOX-1000E», gün	Dəniz suyu, gün	0,001%-li H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> məhlulu, Gün
	T-30	100	-	15	9
9	HKT-nin dibutil efiri	100	169	55	59
10	HKT-nin dibutil efiri+T-30	3	435	98	101
11	HKT-nin dibutil efiri+T-30	10	456	104	109
12	HKT-nin dibutil efinin nitrobirləşməsi	100	275	118	123
13	HKT-nin dibutil efinin nitrobirləşməsi+T-30	3	435	110	115
14	HKT-nin dibutil efinin nitrobirləşməsi+T-30	10	475	121	129
K-17			70	70	-
HF-203A			83	16	-

Bu nəticələrə əsasən, sənayedə istifadə olunan K-17 və HF-203A konservasiya mayeləri ilə müqayisədə təklif olunan konservasiya mayələrinin daha yüksək göstəricilərə malik olduğu aşkar edilmişdir.

Cədvəl 6-dan görüldüyü kimi, T-30 yağında HKT-nin dibutil efinin və onun nitrobirləşməsinin 3%-li kompozisiyalarını sınaqdan keçirərkən hər iki nümunə üçün “CORROSIONBOX-1000E” kamerasında korroziyadan mühafizə effekti 435 gün olmuşdur. HKT-nin diefinin və onun nitrotörəməsinin 3%-li kompozisiyalarının korroziyadan mühafizə effekti dəniz suyunda müvafiq olaraq 98 və

110 gün, 0,001%-li sulfat turşusu məhlulunda isə 101 və 115 gün olmuşdur.

Kompozisiyalarda HKT-nin mürəkkəb efirlərinin nitrobirləşmələrinin miqdarı dəyişdikcə, onların korroziyadan mühafizə effekti də dəyişir, yəni mineral yağa əlavə edilən inhibitorun qatılığı artdıqca onun qoruyucu xüsusiyyətləri artır. Məsələn, T-30 mineral yağında 10% HKT-nin dibutil efiri və onun nitrobirləşmələri olan kompozisiyaların (№11 və №14) korroziyadan qorunma təsiri “CORROSIONBOX-1000E” kamerasında 456 və 475 gün, dəniz suyunda 104 və 121 gün, 0,001% sulfat turşusu məhlulunda isə müvafiq olaraq 109 və 129 gün davam edir.

Cədvəl 5 və 6-da verilən nəticələrdən göründüyü kimi, AKT-nin diefirləri və onların nitrobirləşmələri müqayisə edildikdə, sonuncular korroziyaya qarşı daha yüksək qoruyucu təsir göstərilər.

Cədvəl 7-də AKT-nin monoefirlərinin nitrobirləşmələri və T-30 mineral yağı əsasında hazırlanmış 3 və 10%-li kompozisiyaların “CORROSIONBOX-1000E” kamerasında, dəniz suyunda və 0,001%-li sulfat turşusu məhlulunda konservasiya mayeləri kimi sınaq nəticələri verilmişdir.

### Cədvəl 7

#### AKT-nin monoefirlərinin nitrobirləşmələri əsasında hazırlanmış kompozisiyaların korroziyadan mühafizə xassələri

№	Kompozisiyalar	%	«CORROSION-BOX-1000E», gün	Dəniz suyu, gün	0.001%-li H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> məhlulu, gün
1	2	3	4	5	6
15	HKT-nin monobutil efirinin nitrobirləş-məsi+T-30	3	98	40	46
16		10	121	56	61
17	HKT-nin monododesil efirinin nitrobirləşməsi+T-30	3	62	21	23
18		10	67	25	32
19	HKT-nin mono-2-oktil efirinin nitro-birləşməsi+T-30	3	75	25	32
20		10	87	30	34
21	OKT-nin monobutil efirinin nitrobirləşməsi+T-30	3	63	21	23
22		10	77	28	34

**Cədvəl 7-nin davamı**

1	2	3	4	5	6
23	OKT-nin monododesil efininin nitrobirləşməsi+T-30	3	49	15	21
24		10	58	23	30
25	OKT-nin monooktil efininin nitrobirləşməsi+T-30	3	69	28	32
26		10	76	32	34
K-17			70	70	-
HF-203A			83	16	-

Müəyyən edilmişdir ki, təklif olunan konservasiya mayelərində nitro- qrupun olması onların inhibitor xassələrini artırır, həmçinin mineral yağlarda həllolmasını sürətləndirir və keyfiyyət göstəricilərini artırır. Aparılmış tədqiqatlar göstərmişdir ki, AKT-nin mürəkkəb efinlərinin nitrobirləşmələri konservasiya mayelərinin komponenti kimi tövsiyə edilə bilər.

Cədvəl 8-də T-30 mineral yağında 3 və 10% AKT-nin amidoefirləri, boratları olan kompozisiyaların aqressiv mühitlərdə korroziya inhibitorları kimi sınaq nəticələri göstərilmişdir.

**Cədvəl 8**  
**AKT-nin amidoefirləri, boratları əsasında hazırlanmış**  
**kompozisiyaların korroziyadan mühafizə xassələri**

№	Kompozisiyalar	%	hidrokame ra «Г-4», gün	Dəniz suyu, gün	0.001%-li H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> məhlulu Gün
1	2	3	4	5	6
27	OKT-nin monooktil efininin izopropilamidi + T-30	3	62	17	20
28		10	106	36	38
29	OKT-nin monooktil efininin etilamidi + T-30	3	42	12	15
30		10	74	23	25
31	OKT-nin monooktil efininin propilamidi + T-30	3	56	14	15
32		10	97	28	31
33	OKT-nin monooktil efininin butilamidi + T-30	3	73	20	23
34		10	112	32	34
35	OKT-nin monooktil efininin izobutilamidi + T-30	3	96	32	36
36		10	128	48	50
37	HKT-nin monoetenlikol efininin boratı + T-30	3	42	10	11
38		10	56	14	16

## Cədvəl 8-in davamı

1	2	3	4	5	6
39	HKT-nin dietilenqliklik	3	63	11	16
40	efirinin boratı + T-30	10	81	20	23
41	OKT-nin monoetilenqliklik	3	74	16	20
42	efirinin boratı + T-30	10	90	26	29
K-17			70	70	-
HG-203A			83	16	-

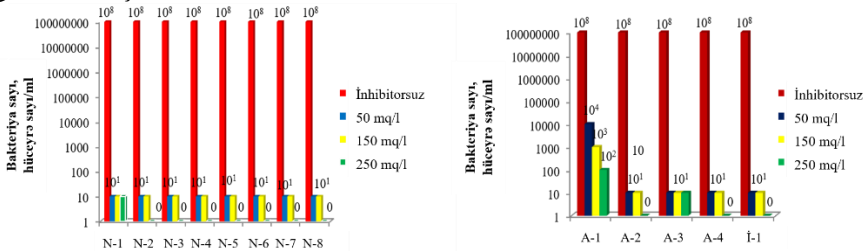
Beləliklə, aparılmış tədqiqatlardan görüldüyü kimi, AKT-nin mono- və diefirlərinin azotlu törəmələri AKT-nin borlu törəmələri ilə müqayisədə daha yüksək antikorroziya xassələri nümayiş etdirir.

Müəyyən edilmişdir ki, AKT-nin mürəkkəb efirlərinin nitrobirləşmələri azotlu törəmələr arasında ən yaxşı inhibitor xassələrinə malikdir və konservasiya mayelərinin komponenti kimi tövsiyə oluna bilər.

### AKT-nin mono- və diefirlərinin azotlu birləşmələrinin antimikrob aktivliyinin öyrənilməsi üsulu

Alkenilkəhrəba turşularının mono- və diefirlərinin azotlu birləşmələrinin sulfatreduksiyaedici bakteriyaların (SRB) mühitində inhibitor xassələri öyrənilmişdir.

50, 150 və 250 mq/l qatılıqlarda AKT-nin nitrobirləşmələrinin və amidoefirlərinin SRB-nin inkişafına təsiri şəkil 4-də göstərilmişdir.



**Şəkil 4. N-1, N-2, N-3, N-4, N-5, N-6, N-7, N-8, A-1, A-2, A-3, A-4, İ-1 nümunələrinin SRB miqdarına təsirinə diaqramı**

Aparılmış tədqiqatlar göstərmişdir ki, sınaqdan keçirilmiş inhibitorların 50 mq/l qatılığında belə SRB olan mühitə nəzərəcarpacaq təsir müşahidə olunur. Bakterial mühitdə inhibitorların qatılığının artması ilə HKT-nin di-2-oktil- (N-2), dioktil- (N-3), monododesil- (N-4), didodesil (N-5) efirlərinin

nitrobirləşmələri, OKT-nin monobutil- (N-6), monododesil- (N-7), dioktil (N-8) efirlərinin nitrobirləşmələri, OKT-nin mono-oktil efirinin propilamidi (A-2) və butilamidi (A-4), həmçinin OKT-nin etilimidi (İ-1) SRB-nin inkişafını tamamilə dayandırır, bakteriyalara qarşı 100% qoruyucu təsir göstərir və beləliklə, SRB inhibitorları kimi tövsiyə edilə bilirlər.

### **AKT-nin mono- və diefirlərinin azotlu, borlu birləşmələrinin funqisid xassələrinin öyrənilməsi**

Mikrobiologiya İnstitutunun “Bioloji aktiv maddələr” laboratoriyasında AKT-nin mono- və diefirlərinin azotlu, borlu törəmələrindən ibarət 18 nümunənin göbələk əleyhinə xassələri tədqiq edilmişdir. Sintez edilmiş birləşmələr toksikogen *Aspergillus Niger* və *Fusarium Solani* göbələkləri üzərində sınaqdan keçirilmişdir. Funqisid aktivliyi təyin etmək üçün Saburo aqardan qidalı mühit kimi istifadə edilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, *Fusarium Solani* və *Aspergillus Niger* kimi göbələklərlə mübarizədə AKT-nin mono- və diefirlərinin sintez edilmiş azotlu, borlu törəmələri içərisində nitrobirləşmələr özlərini güclü funqisidlər kimi göstərmişdir. Əldə edilən nəticələrə görə, yalnız HKT-nin monododesil efirinin nitrobirləşməsi, OKT-nin monododesil efirinin nitrobirləşməsi, HKT-nin dibutil efirinin nitrobirləşməsi və HKT-nin mono-2-oktil efirinin nitrobirləşməsi güclü funqisid sayılırlar, yəni bu maddələrin əlavə edildiyi Petri qablarında hər iki göbələyin inkişafı qeydə alınmamışdır. HKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsi, HKT-nin di-2-oktil efirinin nitrobirləşməsi, OKT-nin mono- və dioktil efirlərinin nitrobirləşmələri və HKT-nin didodesil efirinin nitrobirləşməsi yalnız *Fusarium Solani* olan mühitdə orta aktivliyə malikdirlər. Digər birləşmələr, yəni AKT-nin mürəkkəb efirlərinin boratları və amidofefirləri zəif antifunqal fəaliyyətə malikdirlər.

### **AKT-nin mürəkkəb efirlərinin azotlu törəmələrinin antioksidləşmə xassələrinin və setan ədədinin təyini**

AKT-nin mono- və diefirlərinin nitrobirləşmələrini tərkibində əlavə kimi saxlayan yanacağı setan ədədi aşağıdakı düsturlarla müəyyən edilmişdir:



$$(V_{20} + 17.8) \frac{1.5879}{d_4^{20}} \quad (1)$$

$$52 - 324(d_4^{20} - 0.83) \quad (2)$$

Verilənlərə əsasən, tərkibində HKT-nin didodesil, dioktil və mono-2-oktil efirlərinin nitrobirləşmələri və ya OKT-nin dioktil efirinin nitrobirləşməsi olan dizel yanacağına setan ədədi qatqısız hidrotəmizlənmiş dizel yanacağına setan ədədi ilə müqayisədə aşağıdır. Sınaqlar «ИДТ-69» qurğusunda aparılmışdır.

AKT-nin mürəkkəb efirlərinin amidləri və nitrobirləşmələri dizel yanacağı üçün antioksidant kimi sınaqdan keçirilmişdir. Bu birləşmələr dizel yanacağına 0,004% miqdarında əlavə edilmişdir. Sınaqlar JICAPT qurğusunda DÜST 9144-79 metodikasına uyğun olaraq 4 saat ərzində 120°C temperaturda mis lövhənin iştirakında aparılmışdır. Sınaqların nəticələri aşağıda göstərilmişdir:

**Yanacaqda çöküntünün miqdarı, mq/100 ml:**

Hidrotəmizlənmiş dizel yanacağı	4,3
HKT-nin didodesil efirinin nitrobirləşməsi	2,8
HKT-nin monododesil efirinin nitrobirləşməsi	4,2
HKT-nin mono-2-oktil efirinin nitrobirləşməsi	4,5
OKT-nin monododesil efirinin nitrobirləşməsi	4,1
OKT-nin monooktil efirinin etilamidi	<b>1,5</b>
OKT-nin monooktil efirinin propilamidi	2,3
OKT-nin monooktil efirinin izopropilamidi	2,4
OKT-nin monooktil efirinin butilamidi	<b>1,7</b>
OKT-nin monoetilenqliköl efirinin izobutilamidi	2,2

Yuxarıda verilənlərə əsasən OKT-nin xətti və şaxəli quruluşlu amidoefirlərinin antioksidant xassələrini müqayisə etdikdə cüzi fərq olduğu müşahidə edilir.

Nəticələrdən görüldüyü kimi, HKT və OKT-nin mürəkkəb efirlərinin nitrobirləşmələrinin oksidləşməsindən sonra əmələ gələn çöküntünün miqdarı OKT-nin amidoefirlərindən daha yüksəkdir. HKT-nin monoefirlərinin nitrobirləşmələrini müqayisə edərkən, efir qrupunda metilen qruplarının sayının artması ilə oksidləşmədən sonra çöküntünün miqdarının azaldığı müşahidə edilmişdir. HKT və OKT-nin monoefirlərinin nitrobirləşmələrinin molekullarının alkenil hissəsində zəncirin uzanması oksidləşmədən sonra yanacaqda

çöküntünün cüzi miqdarda – 4,2 mq/100 ml-dən 4,1 mq/100 ml-ə qədər azalmasına səbəb olur.

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, sınaq nümunələri arasında AKT-nin monooktil efirlərinin butilamidi və etilamidi digər amidoefirlər və nitrobirləşmələr ilə müqayisədə daha yüksək antioksidant xassələrinə malikdir.

### NƏTİCƏLƏR

1. HKT və OKT-nin mono- və diefirləri əsasında yeni nitrobirləşmələr, AKT anhidridlərinin monoamidləri, mürəkkəb efirlərinin boratları, amidoefirləri sintez edilmişdir. Alınmış birləşmələrin quruluşları İQ- və NMR-spektroskopiyası ilə, eləcə də onların fiziki-kimyəvi xassələri tədqiq edilmişdir [3-5, 7, 14, 16, 18].
2. Sintez edilmiş AKT-nin mürəkkəb efirlərinin nitrobirləşmələri konservasiya mayələrinin komponenti kimi tədqiq edilmiş və ilk dəfə olaraq konservasiya mayələri kimi tövsiyə edilmişdir. T-30 mineral yağı və nitrobirləşmələr əsasında hazırlanmış 3 və 10%-li kompozisiyaların korroziyadan mühafizə effekti “T-4” hidrokamerasında 42-172 gün, “CORROSIONBOX 1000E” eksperimental kamerasında 58-475 gün, dəniz suyunda 15-121 gün, 0,001%-li sulfat turşusu məhlulunda isə müvafiq olaraq 21-129 gün davam edir [1, 2, 7, 8, 13, 17].
3. İlk dəfə olaraq HKT-nin dibutil efirinin nitrobirləşməsi sınaqdan keçirilmiş və konservasiya mayələrinin komponenti kimi tövsiyə edilmişdir. Bu nitrobirləşmə əsasında hazırlanmış 3 və 10%-li kompozisiyaları müvafiq olaraq “CORROSIONBOX-1000E” kamerasında 435-475 gün, dəniz suyunda 110-121 gün, 0,001%-li sulfat turşusu məhlulunda 115-129 gün ərzində korroziyaya qarşı mühafizə effekti göstərmişdir.
4. Müəyyən edilmişdir ki, AKT-nin mürəkkəb efirlərinin amidləri də özlərini korroziya inhibitorları kimi göstərir. AKT-nin amidoefirlərinin T-30 mineral yağında hazırlanmış 3 və 10%-li kompozisiyaları müvafiq olaraq, “T-4” hidrokamerasında 42-128, dəniz suyunda 11-48 və 0,001%-li sulfat turşusunun məhlulunda isə 11-50 gün korroziyaya qarşı qoruyucu təsir göstərmişdir.

5. Sintez edilmiş azotlu birləşmələrin və onların AK-15, T-46 mineral yağları əsasında hazırlanan kompozisiyalarının kimyəvi quruluşları və istismar xassələri arasında korrelyasiya asılılığı müəyyən edilmişdir. 5% AKT-nin nitrobirləşmələri və amidoefirlərinin T-46 mineral yağına əlavəsi bu yağın eksploatasiya xassələrini yaxşılaşdırır: donma temperaturunu mənfi 21°C-dən mənfi 32°C-yə, alışma temperaturunu 182°C-dən 198°C-yə, özlülük indeksini 60-dan 91-ə qədər artırır. Amidoefirlərin T-46 yağında kompozisiyalarının termo-oksidləşmə stabilliyini təyin edərkən oksidləşmədən sonra çöküntünün miqdarı 3,15%-dən 0,17%-ə qədər azalır. [6, 9, 12].
6. AKT-nin azotlu törəmələri (AKT-nin mürəkkəb efirlərinin amidləri, nitrobirləşmələri) əsasında hazırlanmış 50, 150, 250 mq/l qatılıqlarda olan məhlulları biokorroziya yaradan sulfat-reduksiyaedici bakteriyaların iştirakında bakterisid-inhibitorlar kimi sınaqdan keçirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, AKT-nin mono- və diefirlərinin nitrobirləşmələri və amidoefirlərinin 50 mq/l qatılıqlı məhlulları mühidə SRB-nin inkişafını tamamilə dayandırır, bakteriyalara qarşı 98-100% qoruyucu təsir göstərir və beləliklə, bioloji korroziya inhibitorları kimi tövsiyə edilə bilirlər [10, 11, 15].
7. AKT-nin mono- və diefirlərinin nitrobirləşmələri, amidoefirləri, boratları əsasında məhlullar hazırlanmış və toksikogen *Aspergillus Niger* və *Fusarium Solani* göbələkləri üzərində funqisid reagentlər kimi sınaqdan keçirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, HKT-nin mono-2-oktil, monododesil, dibutil efirlərinin nitrobirləşmələri və OKT-nin monododesil efinin nitrobirləşməsi hər iki göbələyin olduğu mühidə yüksək funqisid aktivliyə malikdirlər, yəni güclü funqisidlərdir.

**Dissertasiyanın əsas nəticələri aşağıdakı tezis və məqalələrdə dərc edilmişdir:**

1. Mammadyarov, M.A. Synthetic lubricating oils on base of complex esters of alkenylsuccinic acids / M.A.Mammadyarov, F.Kh.Aliyeva, F.A.Mammadova // Sciences of Europe, – Çexiya: – 2017. №14(14), vol.1, – p.10-15

2. Mammadyarov, M.A., Abbasov, V.M., Aliyeva, F.Kh., Mammadova, F.A. Synthesis of nitro compounds on the basis of mono- and diesters of alkenyl succinic acids // 3rd International Turkic World Conference on Chemical Sciences and Technologies, – Baku: – september 10-13, – 2017, – p.40
3. Алиева, Ф.Х., Мамедова, Ф.А., Мамедов, А.М., Ибрагимли, Л.А. ЯМР-спектры нитросоединений эфиров вицинальных дикарбоновых кислот // Professor S.Ə. Sultanovun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika Elmi-Texniki Konfransının materialları, – Bakı: – 3-4 oktyabr, – 2017, – s.49
4. Мамедъяров, М.А. Никелевая соль моноэфиров алкенил-янтарной кислоты как компонент консервационных жидкостей / М.А. Мамедъяров, В.М. Аббасов, Ф.Х. Алиева, Ф.А. Мамедова, Г.Ф. Ибрагимзаде // Мир нефтепродуктов, – Москва: – 2018. №8, – с.13-16
5. Мамедъяров, М.А., Аббасов, В.М., Алиева, Ф.Х., Мамедова, Ф.А., Ибрагимзаде, Г.Ф. Исследование никелевой соли моноэфиров алкенил-янтарной кислоты в качестве компонента консервационных жидкостей // XII международная конференция молодых ученых по нефтехимии, – Звенигород: – 17-21 сентября, – 2018, – с.734-736
6. Мамедъяров, М.А. Исследование корреляционной зависимости электропроводности сложных эфиров и азотпроизводных вицинальных дикарбоновых кислот от их химической структуры / М.А. Мамедъяров, Ф.Х. Алиева, Г.Ф. Ибрагимзаде, Ф.А. Мамедова, Ф.И. Ахмедов // Нефтепереработка и нефтехимия, – Москва: – 2019. № 5, – с.30-32
7. Мамедъяров, М.А. Синтез нитросоединений сложных эфиров алкенил-янтарных кислот / М.А. Мамедъяров, Ф.Х. Алиева, Ф.А. Мамедова, С.Ф. Ахмедбекова // Нефтепереработка и нефтехимия, – Москва: – 2019. – № 9, – с.23-27
8. Мамедъяров, М.А., Алиева, Ф.Х., Мамедова, Ф.А., Ахмедов, Ф.И. Исследование электропроводности нитросоединений сложных эфиров вицинальных дикарбоновых кислот в зависимости от химической структуры // АМЕА-nın akademik

- Y.H. Məmmədliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Müasir kimyanın aktual problemləri” mövzusunda Beynəlxalq Elmi Konfransın materialları, – Bakı: – 2-4 oktyabr, – 2019, – s.151
9. Abbasov, V.M., Alkenilkəhrəba turşularının mürəkkəb efiirlərinin nitrotörəmələri konservasiya mayələrinin komponenti kimi, İxtira a2018 0154, Azərbaycan Respublikası / Abbasov V.M., Məmmədyarov M.Ə., Əliyeva F.X., Məmmədova F.A., Həsənov E.K. – 2020
  10. Мамедова, Ф.А. Исследование трибологических свойств азот- и борсодержащих соединений // Нефтепереработка и нефтехимия, – Москва: – 2020. № 4, – с. 36-38
  11. Mammadyarov, M.A. Nitro compounds of mono- and diesters of alkenyl succinic acids as the component of conservation liquids / V.M. Abbasov, M.A. Mammadyarov, F.Kh. Aliyeva, F.A. Mammadova, E.K.Hasanov // Processes of Petrochemistry and oil Refining, – Baku: – 2020. Vol. 21, No. 4, – p. 473-478
  12. Мамедова, Ф.А. Синтез нитросоединений моноэфиров алкенилянтарных кислот // Нефтепереработка и нефтехимия, – Москва: – 2020. № 6, – с. 22-24
  13. Abbasov, V.M., Mammadyarov, M.A., Aliyeva, F.Kh., Mammadova, F.A. Alkenil süksinik asitlerin nitrojen içeren türevlerinin korozyon inhibitörleri olarak araştırılması // 32. Ulusal Kimya Kongresi, – Eskişehir: – 17-19 sentyabr, – 2020, – s. 216
  14. Abbasov, V.M., Mammadyarov, M.A., Aliyeva, F.Kh., Mammadova, F.A. Alkenil süksinik asitlerin bor içeren türevlerinin sentezi ve kimyasal yapısının incelenmesi // 32. Ulusal Kimya Kongresi, – Eskişehir: – 17-19 sentyabr, – 2020, – s. 217
  15. Aliyeva, F.Kh., Mammadova, F.A., Jabbarly, S.F. Maleik Anhidrit ve Malonik Asitin Birincil Alifatik Aminlerle Tepkimesinin İncelenmesi // Usbik Natural Sciences, – Türkiye (online): – 26-28 fevral, – 2021, – s.71
  16. Abbasov, V.M. Investigation of the bactericidal properties of nitrocompounds and amides of esters of alkenylsuccinic acids /

- V.M. Abbasov, M.A. Mammadyarov, F.Kh. Aliyeva, F.A. Mammadova, D.B. Aghamaliyeva // Processes of Petrochemistry and oil Refining, – Baku: – 2022, –Vol. 23, No. 2, – p.206-213
17. Мамедъяров, М.А., Аббасов, В.М., Алиева, Ф.Х., Мамедова, Ф.А., Агамалиева, Д.Б. Бактерицидно-ингибиторные свойства нитросоединений сложных эфиров алкенил-янтарных кислот // Akademik Ə.M. Quliyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş “Müxtəlif təyinatlı üzvi maddələr və kompozision materiallar” mövzusunda respublika elmi konfransı, – Bakı: – 1-2 iyun, – 2022, – s.58
18. Мамедъяров, М.А., Аббасов, В.М., Алиева, Ф.Х., Мамедова, Ф.А., Агамалиева, Д.Б. Исследование бактерицидных свойств амидоэфиров алкенилянтарных кислот // Akademik Ə.M. Quliyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş “Müxtəlif təyinatlı üzvi maddələr və kompozision materiallar” mövzusunda respublika elmi konfransı, – Bakı: – 1-2 iyun, – 2022, – s.59

Dissertasiyanın müdafiəsi 11.09.2023-cü il tarixində saat 14:00-da Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akad. Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.16 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ1025, Bakı ş., Xocalı prospekti, 30

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

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları [www.nkpi.az](http://www.nkpi.az) rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 14.06.2023-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 12.06.2023  
Kağızın formatı: A5  
Həcm: 39091  
Tiraj: 30