

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

**ÜZVİ TURŞULAR ƏSASINDA SETAN ƏDƏDİNİ ARTIRAN
AŞQARLARIN ALINMASI VƏ TƏDQİQİ**

İxtisas: 3303.01 - “Kimya texnologiyası və mühəndisliyi”

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Təmkın Təmraz oğlu Təmrazlı**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı - 2026

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun “Neft-qaz çıxarma və emalı sənayeləri üçün kimyəvi reagentlərin texnologiyası” laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: kimya elmləri doktoru, akademik
Vaqif Məhərrəm oğlu Abbasov

Rəsmi opponentlər: texnika elmləri doktoru, dosent
Sahib Hacı oğlu Yunusov
texnika elmləri doktoru, dosent
Yulduz Böyük Ağa qızı Ramazanova
texnika üzrə fəlsəfə doktoru
Rəna Hafiz qızı Camalova

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

Dissertasiya şurasının sədri:



texnika elmləri doktoru, dosent
Nizami İbrahim oğlu Mürsəlov

Dissertasiya şurasının elmi katibi:

texnika elmləri doktoru, dosent
Zaur Zabil oğlu Ağamalıyev

Elmi seminarın sədri:

texnika elmləri doktoru, dosent
Səyyarə Qulam qızı Əliyeva

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Müasir nəqliyyat və sənaye sektorunun ekoloji tələblərinə uyğun olaraq, yanacaqların keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq vacib əhəmiyyət daşıyır. Dizel yanacaqlarında yanma parametrlərini və mühərrik işinin səmərəliliyini göstərən əsas göstəricilərdən biri setan ədədidir. Dizel distillatının setan ədədi aşağı olduqda, yanma gecikmələrinin artmasına, natamam yanma nəticəsində emissiyanın yüksəlməsinə və mühərrik akustik-vibrasiya problemlərinin artmasına səbəb ola bilər. Buna görə də setan ədədini artıran aşqarların istehsalı və tətbiqi həm iqtisadi, həm də ekoloji baxımdan aktual məsələdir.

Setan ədədini artıran ənənəvi aşqarlar effektiv olsa da, onların bir hissəsi olduqca bahadır və ətraf mühitə mənfi təsir göstərir. Hətta setan ədədini artıran bəzi aşqarlar mühərriklərin digər parametrləri ilə zəif uyğunlaşır. Buna görə də əlverişli, ekoloji təhlükəsiz və setan ədədini artıran səmərəli aşqarlara tələbat davamlı olaraq qalmaqdadır¹.

Mövcud tədqiqatlar göstərir ki, üzvi turşular əsasında alınmış bəzi aşqarlar dizel distillatının setan ədədini artırdığı halda, bu istiqamətdə həm reaksiya mexanizmlərinin ətraflı izahı, həm də müxtəlif metal mərkəzlərin və fraksiya seçiminin distillatın fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinə təsirinin müqayisəsi kifayət qədər əhatəli şəkildə tədqiq olunmamışdır. Xüsusilə, təbii neft turşularının (TNT) fraksiyalarından əldə olunan təbii neft turşularının müxtəlif metal duzlarının hazırlanması məhdud sayda işdə aparılmışdır².

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Dissertasiya işinin obyektı və predmeti əlçatan təbii neft turşuları və onların fraksiyaları əsasında metal (Ni, Co, Zn, Mn, Fe) duzlarının sintezini, onların dizel

¹ Mohammed, A.S. A comprehensive review on the effect of ethers, antioxidants, and cetane improver additives on biodiesel-diesel blend in CI engine performance and emission characteristics / A.S.Mohammed, S.M.Atnaw, A.V.Ramaya [et al.] // –Journal of the Energy Institute:London,–2023. vol.108, –p. 1-21.

² Abbasov, V.M. Study on the interaction of amidoesters with various petroleum acid compositions as antistatic additives in diesel distillate / V.M.Abbasov, E.K.Hasanov, L.A.Mahmudova [et al.] // –Processes of Petrochemistry and Oil Refining:Baku,–2025. vol.26, №2, –p. 544-554.

distillatının nitrolaşma məhsulu ilə birgə kompozisiyasının xassələrinin müəyyən edilməsini və dizel distillatına qatıldıqda setan ədədinə, su səthindən neftləri yığma qabiliyyətinə və antistatik aşqar kimi təsirini sistemli şəkildə öyrənməyi hədəfləyir. Bu yanaşma həm yanacaq texnologiyalarında tətbiq üçün lazımı məlumatlar verə, həm də molekulyar səviyyədə təsir mexanizmlərinin öyrənilməsinə kömək edə bilər.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Tədqiqat işinin məqsəd və vəzifələri təbii neft turşularının müxtəlif fraksiyalarından metal duzlarının sintezi, dizelin nitrolaşma məhsulunun alınması, onların struktur və fiziki xassələrinin müəyyən edilməsi və dizel distillatına müxtəlif qatılıqlarda əlavə edildikdə dizel distillatının elektrik keçiriciliyinə, setan ədədinə və su səthindən nefti yığma effektivliyinə təsirinin qiymətləndirilməsidir.

Bu məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı işlər görülmüşdür:

- Təbii neft turşuları 2 mm c.st.-da vakuum distilləsi ilə fraksiyalara (200-280°C, 280-340°C, 340-410°C) ayrılmış, onların müvafiq metal (Ni, Co, Zn, Mn, Fe) duzları mübadilə reaksiyası ilə alınmış və fraksiyaların fiziki-kimyəvi parametrləri müəyyən edilmişdir;
- Təbii neft turşusunun fraksiyalarının metal duzları və onların dizel distillatının nitrolaşma məhsulu ilə kompozisiyasının, həmçinin etilendiamin əsasında sintez olunmuş amidoaminin də dizel distillatına 0,05; 0,1; 0,15% qatılıqlarda əlavə olunması ilə 40 günün sonunda dizel distillatının antistatik göstəriciləri təyin olunmuşdur;
- Təbii neft turşusunun fraksiyalarının metal duzları və onların dizel distillatının nitrolaşma məhsulu ilə kompozisiyasının 104 saatın sonunda texniki və dəniz suyunun səthindən Naftalan və Salyan neftlərini yığma qabiliyyəti effekti öyrənilmişdir;
- Təbii neft turşusunun fraksiyalarının metal duzları və onların dizel distillatının nitrolaşma məhsulu ilə kompozisiyasının 100 q dizel distillatına 60 və 500 ppm qatılıqlarda əlavə olunması ilə setan ədədini artıran aşqar kimi effektivliyi müəyyən olunmuşdur;
- Alınan nəticələrə əsaslanaraq dizel distillatının elektrik keçiriciliyini və setan ədədini artıran antistatik aşqarların geniş

miqyasda istehsalını təşkil etmək üçün prosesin istehsalatda qurula biləcək prinsipial sxemi hazırlanmışdır;

Tədqiqat metodları. Tədqiqat işində xammal kimi təbii neft turşuları, dizel distillatı və nitrat turşusu götürülmüşdür. Təbii neft turşularının 2 mm c.st.-da vakuum distilləsi yolu ilə ayrılmış fraksiyalarından (200-280°C, 280-340°C və 340-410°C) istifadə olunmuşdur. Bu fraksiyalar əsasında funksional aşqar komponentlərinin alınması məqsədilə əvvəlcə təbii neft turşuları natrium hidroksid ilə neytrallaşdırılaraq natrium duzları formasına keçirilmiş, sonrakı mərhələdə isə mübadilə reaksiyası əsasında müvafiq metal duzları sintez edilmişdir. Reaksiyalar həlledici mühitində 50-60°C temperatur intervalında aparılmış, proses başa çatdıqdan sonra qarışıq fazalara ayrılmış və üzvi fazadan həlledicinin qovulması yolu ilə son məhsullar əldə edilmişdir.

Tədqiqat işində nitrolaşma reaksiyası üçün xammal qisminə dizel distillatı və nitrat turşusu istifadə olunmuşdur. Kolbaya doldurulmuş nitrat turşusu qarışdırılmaqla 70°C temperaturadək qızdırılır. Hesablanmış miqdarda dizel distillatı əlavə edildikdən sonra qarışıq 70°C-də təxminən 1 saat müddətində intensiv qarışdırılır. Reaksiya başa çatdıqdan sonra sistem $25 \pm 5^\circ\text{C}$ temperaturadək soyudulur və qarışdırma dayandırılır. Soyutma nəticəsində qarışıq iki fazaya ayrılır. Aşağı fazada reaksiyaya daxil olmamış nitrat turşusu, yuxarı fazada isə nitrolaşma nəticəsində alınmış məhsul toplanır. Aşağı faza ayrılaraq ayrıca qaba köçürülür və saxlanılır. Yuxarı faza isə nitrolaşma məhsulu kimi qəbul edilərək növbəti emal mərhələsinə yönləndirilir. Son mərhələdə alınmış nitroməhsulun tərkibində qalan nəmliyyənin aradan qaldırılması üçün məhsul quruducu maddə ilə və ya vakuum şəraitində qurudulur və nəticədə təmiz nitrobirləşmə qarışığı əldə edilir. Nitrolaşmış dizel distillatının təbii neft turşularının metal duzları ilə 1:1 kütlə nisbətində kompozisiyaları hazırlanaraq dizel distillatının elektrik keçiriciliyi, su səthindən nefti yığma qabiliyyətinin effektivliyi və setan ədədinə təsiri tədqiq edilmişdir.

Nümunələrin funksional qruplarının və quruluş xüsusiyyətlərinin müəyyən edilməsi məqsədilə İQ spektroskopiya tətbiq olunmuşdur. Molekul quruluşunun daha dəqiq öyrənilməsi üçün NMR spektroskopiyası üsulundan istifadə edilmişdir.

Hazırlanmış kompozisiyaların xüsusi elektrik keçiriciliyi laboratoriya şəraitində ƏJL-4M cihazı vasitəsilə ГОСТ 25950-83 və ГОСТ 33461-2015 standartlarının tələblərinə uyğun olaraq təyin edilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar.

1. Təbii neft turşularının müxtəlif temperatur intervalında ayrılmış fraksiyaları əsasında müxtəlif metal duzlarının sintezi və onların fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqi;
2. Sintez olunmuş metal duzlarının struktur xüsusiyyətlərinin İQ və NMR spektroskopiyası üsulları ilə müəyyən edilməsi;
3. Dizel distillatının nitrolaşma məhsulunun alınması və onun təbii neft turşularının metal duzları ilə kompozisiyalarının hazırlanması və dizel distillatında antistatik aşqar kimi təsir mexanizminin və effektivliyinin öyrənilməsi;
4. Sintez olunmuş reagent və kompozisiyaların dizel distillatının setan ədədinə və digər mühüm göstəricilərinə təsirinin qiymətləndirilməsi;
5. Hazırlanmış kompozisiyaların su səthindən müxtəlif neftləri yığma qabiliyyətinin təcrübi olaraq müəyyən edilməsi;

Tədqiqatın elmi yeniliyi.

1. Təbii neft turşularının 2 mm c.st.-da müxtəlif fraksiyaları əsasında (200-280°C; 280-340°C; 340-410°C) Ni, Co, Zn, Mn, Fe duzları və dizel distillatının nitrolaşma məhsulu sintez edilmişdir. Bu duzların ayrı-ayrılıqda və dizel distillatının nitrolaşma məhsulu ilə birgə kompozisiyasının dizel distillatına əlavə olunması ilə dizel distillatının müxtəlif parametrlərinin yüksəlməsi müəyyən olunmuşdur;
2. İlk dəfə olaraq, dizel distillatının nitrolaşma məhsulu və təbii neft turşularının müxtəlif fraksiyalarının metal duzları ilə kompozisiyalarının texniki və dəniz suyunun səthindən Salyan və Naftalan neftini yüksək effektivlikdə yığma qabiliyyətinə malik olduğu aşkarlanmışdır;
3. Təbii neft turşularının müxtəlif fraksiyalarının metal duzları və dizel distillatının nitrolaşma məhsulu ilə birgə kompozisiyasının dizel distillatının setan ədədini yüksəltdiyi müəyyən edilmişdir;

4. İlk dəfə olaraq təbii neft turşularının müxtəlif fraksiyalarının metal duzları, dizel distillatının nitrolaşma məhsulu və etilendiamin əsasında sintez olunmuş amidoamin ilə birgə kompozisiyasının antistatik aşqar kimi dizel distillatına əlavə olunmaqla dizel distillatının elektrik keçiriciliyi tədqiq olunmuşdur;
5. İlk dəfə olaraq təbii neft turşularının metal duzları və nitrolaşma məhsulunun kompozisiyasının izopropil spirtində məhlullarından ibarət yeni funksional aşqar hazırlanmış və onun su səthindən nefti yığma qabiliyyətini artırması müəyyən olunmuşdur.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. İşin nəzəri əhəmiyyəti ondan ibarətdir ki, təbii neft turşularının müxtəlif fraksiyalarından alınmış metal duzlarının, həmçinin dizel distillatının nitrolaşma məhsulu ilə hazırlanmış kompozisiyalarının strukturu, fiziki və funksional xüsusiyyətləri sistemli şəkildə tədqiq edilmişdir. İQ və NMR spektroskopiyası, eləcə də digər fiziki-kimyəvi analiz üsulları vasitəsilə bu birləşmələrin tərkib xüsusiyyətləri və funksional xassələri müəyyən olunmuşdur.

Tədqiqatın praktiki əhəmiyyəti təbii neft turşularının müxtəlif fraksiyaları əsasında alınmış metal duzlarının və onların nitrolaşmış dizel distillatı ilə kompozisiyalarının dizel distillatı üçün antistatik və setan ədədini artıran aşqar kimi tətbiq imkanlarının aşkarlanmasından ibarətdir. Müəyyən edilmişdir ki, bu maddələrin dizel distillatına müxtəlif qatılıqlarda əlavə edilməsi onun elektrik keçiriciliyini artırır, setan ədədini yüksəldir və bir sıra mühüm istismar göstəricilərinə müsbət təsir göstərir. Bu isə dizel yanacaqlarının keyfiyyətinin yüksəldilməsi və istismar təhlükəsizliyinin artırılması baxımından mühüm praktiki əhəmiyyət daşıyır.

Alınmış nəticələr neft emalı və kimya sənayesində yerli xammal əsasında yeni funksional aşqarların hazırlanması üçün praktik əhəmiyyətə malikdir. Bu baxımdan tədqiqatın nəticələri yerli xammal ehtiyatlarından səmərəli istifadə olunmasına, idxaldan asılılığın azaldılmasına və aşqarların alınma texnologiyalarının işlənib hazırlanmasına xidmət edir.

Aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya işi üzrə 12 elmi əsər, o

cümlədən 7 məqalə, 5 məruzə tezisi nəşr olunmuşdur. Çap olunmuş əsərlər dissertasiyanın mahiyyətini tam əks etdirir.

Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıdakı elmi konfranslarda müzakirə olunmuşdur: “Təbii ehtiyatlar və tullantıların səmərəli istifadəsində ekosistemin qorunması” mövzusunda respublika elmi-praktik konfrans, (Gəncə, 2025); Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 102-ci ildönümünə həsr olunmuş “Təbiət və sosial elmlər sahəsində qlobal çağırışlar” mövzusunda Beynəlxalq Elmi Konfrans, (Gəncə, 2025); Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 103-cü ildönümünə həsr olunmuş “Kimyanın müasir çağırışları” I Beynəlxalq Konfransı, (Gəncə, 2026); ISPEC 21. International Conference on Engineering & Natural Sciences (İzmir, Türkiyə, 2026) və VII International Scientific Conference "Innovative scientific forum" (Helsinki, Finlandiya, 2026).

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun “Neft-qaz çıxarma və emalı sənayeləri üçün kimyəvi reagentlərin texnologiyası” laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

İddiaçının şəxsi rolu. Aparılmış tədqiqatlarda işin məqsəd və istiqamətlərinin müəyyən edilməsi, təcrübələrin aparılması, həmçinin əldə edilmiş nəticələrin təhlili və ümumiləşdirilməsi iddiaçıya məxsusdur.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi. Dissertasiya işi giriş, 6 fəsil, nəticələr və 170 sayda ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Dissertasiya işi 12 şəkil, 25 qrafik, 4 sxem, 49 cədvəl və ümumi həcmi 173 səhifə çap olunmuş materialdan təşkil olunmuşdur. Dissertasiya işi cədvəl, şəkil, sxem və istifadə olunmuş ədəbiyyatlar istisna olmaqla 196762 işarədən (giriş 13358, I fəsil 33030, II fəsil 13890, III fəsil 32760, IV fəsil 27135, V fəsil 37825, VI fəsil 37070 və Nəticə 1694 işarə) ibarətdir.

Giriş hissədə mövzunun aktuallığı, dissertasiyada qarşıya qoyulan məqsəd, işin elmi yeniliyi və praktiki əhəmiyyəti barədə məlumatlar verilib.

Birinci fəsil ədəbiyyat icmalına həsr olunmuşdur. Bu fəsildə

dizel distillatının fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri, setan ədədinin mahiyyəti, setan ədədini artıran aşqarların ümumi təsnifatı, dizel mühərriklərinin işinə setan ədədinin təsiri, üzvi turşular əsasında sintez olunan setan artırıcı aşqarlar, müasir ekoloji və texnoloji tələblər, həmçinin problemin hazırkı vəziyyəti və tədqiqat istiqamətinin əsaslandırılması verilmişdir.

İkinci fəsil tədqiqat obyektləri, materiallar və metodlara həsr olunmuşdur. Bu fəsildə dizel distillatında antistatik aşqarların xüsusi elektrik keçiriciliyinə təsirinin tədqiqı və keçiriciliyin ölçülməsi metodikası, dizel distillatında setan ədədinin təyini üsulları və metodikası, həmçinin setan ədədinin hesablanması məsələləri şərh edilmişdir.

Üçüncü fəsildə təbii neft turşusunun müxtəlif fraksiyaları və onların fiziki-kimyəvi xassələri, müxtəlif metal duzlarının sintezi, nitrolaşmış dizel distillatının alınması, onun metal duzları ilə kompozisiyalarının hazırlanması, həmin kompozisiyaların izopropil spirtində məhlullarının fiziki-kimyəvi xassələri, eləcə də sintez olunmuş nümunələrin İQ və NMR spektrləri verilmişdir.

Dördüncü fəsil təbii neft turşusunun metal duzlarının dizel distillatında tədqiqinə həsr olunmuşdur. Bu fəsildə təbii neft turşusunun ümumi fraksiyası, eləcə də 200-280°C, 280-340°C və 340-410°C fraksiyaları əsasında sintez olunmuş metal duzlarının və onların dizelin nitrolaşma məhsulu ilə kompozisiyalarının dizel distillatına əlavə olunması ilə antistatik aşqar kimi təsiri araşdırılmış, onların dizelin elektrik keçiriciliyinə təsiri müqayisəli şəkildə təhlil edilmişdir.

Beşinci fəsil sintez olunmuş reagentlərin su səthindən nefti yığma qabiliyyətinin tədqiqinə həsr olunmuşdur. Bu fəsildə dizelin nitrolaşma məhsulunun təbii neft turşusunun ümumi fraksiyası, 200-280°C, 280-340°C və 340-410°C fraksiyaları əsasında sintez olunmuş metal duzları ilə kompozisiyalarının su səthindən Salyan və Naftalan neftlərini yığma qabiliyyətinə təsiri öyrənilmiş və alınmış nəticələr müqayisəli şəkildə təqdim olunmuşdur.

Altıncı fəsil sintez olunmuş aşqarların setan ədədinə təsirinin və onların texniki-iqtisadi qiymətləndirilməsinin tədqiqinə həsr olunmuşdur. Bu fəsildə təbii neft turşusunun ümumi fraksiyası,

həmçinin 200-280°C, 280-340°C və 340-410°C fraksiyaları əsasında sintez olunmuş metal duzlarının və onların dizel distillatının nitrolaşma məhsulu ilə kompozisiyalarının setan ədədini artıran aşqar kimi xassələri tədqiq edilmişdir. Bundan əlavə, proseslərin ümumiləşdirilmiş prinsipial texnoloji sxemi, təbii neft turşusunun dəmir duzunun alınması prosesinin texniki-iqtisadi qiymətləndirilməsinin nəticələri və təbii neft turşularının duzları ilə nitrobirləşmə məhsulunun alınmasının material balansı təqdim olunmuşdur.

Dissertasiyanın sonunda aparılmış tədqiqatların əsas nəticələri, istifadə olunmuş ədəbiyyatların siyahısı, əlavələr və ixtisarlara verilmişdir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

1. TNT-nin müxtəlif metal duzlarının və digər istifadə olunmuş komponentlərin sintezi, fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqi

TNT-nin 2 mm c.st. vakuum şəraitində qovulması nəticəsində 200-280°C, 280-340°C və 340-410°C qaynama intervallarına uyğun üç fraksiya ayrılmışdır (cədvəl 1). Distillə intervalı yüksəldikcə molekul kütləsinin artması hesabına sıxlıq (930-dan 1050 kq/m³-ə) və şüasındırma əmsalı (1,470-dən 1,500-ə) ardıcıl olaraq artır.

Bu göstəricinin 280-340°C və 340-410°C fraksiyalarında bir-birinə yaxın olması kütlə vahidinə düşən karboksil qruplarının miqdarca sabitləşdiyini göstərir. Bu göstərici metal duzlarının sintezində tələb olunan qələvi miqdarını və hesablamaları müəyyənləşdirir.

Cədvəl 1.

TNT-nin 2 mm c.st.-da fraksiyalara görə xassələri

Göstərici	200-280°C fraksiya	280-340°C fraksiya	340-410°C fraksiya
Sıxlıq (20°C), kq/m ³	930 - 970	970 - 1010	1000 - 1050
Turşu ədədi (mq KOH/q)	200,64	271,62	277,67
Şüasındırma əmsalı (n _D ²⁰)	1,470	1,485	1,500
Donma temperaturu, °C	mənfi 10	mənfi 15	mənfi 5
Rəng	Açıq sarı	Sarı-qəhvəyi	Tünd qəhvəyi

Donma temperaturunda monoton asılılıq müşahidə olunmur. Belə ki, 200-280°C fraksiyasında mənfi 10°C, 280-340°C-də mənfi 15°C və 340-410°C-də mənfi 5°C təşkil edir. Orta fraksiyanın (280-340°C) daha aşağı donma temperaturuna malik olması onun reoloji baxımdan daha yaxşı axıcılıq göstərdiyini və aşqar sintezində texnoloji üstünlüyə malik olduğunu təsdiqləyir.

Fraksiya ağırlaşdıqca rəngin açıq sarıdan tünd qəhvəyiyə

tündləşməsi fraksiyanın tərkibində rəngverici yüksək qaynama komponentlərinin və oksidləşmiş strukturların payının artmasını əks etdirir. Bu vizual meyar sintez zamanı operativ nəzarət və xammalın aşkarlanması üçün vacibdir.

TNT-nin metal duzlarının alınması prosesi TNT məhlulunun neytrallaşdırılması və reaksiya məhsulu olan TNT-nin natrium duzunun müvafiq metal duzunun məhlulu ilə qarşılıqlı təsiri yolu ilə həyata keçirilir.

Sintezi aparmaq üçün üçboğazlı 1000 ml-lik kolba istifadə olunur. Kolbanın içərisinə təbii neft turşusu doldurub üzərinə 20%-li qələvi məhlulu əlavə edilib qarışdırılır.

30 dəqiqədən sonra reaksiya məhsulu olan təbii neft turşusunun natrium duzunun üzərinə 300 ml həlledici və metal duzunun suda məhlulu tədricən əlavə edilir. Bu müddətdə temperatur $50-60^{\circ}\text{C}$ aralığında qızdırıcı vasitəsilə tənzimlənir.

TNT-nin müxtəlif metal duzları əsasında alınmış nümunələrin fiziki-kimyəvi xassələri cədvəl 2-də təqdim olunur. Burada həm analitik ölçmələrin metodoloji bazası, həm də metal ionunun təbiətindən asılı olaraq müşahidə edilən xassələrin dəyişmələrinin istiqaməti aydın ifadə olunur.

Orta molekul kütləsi göstəricisi təbii neft turşusunun Zn duzu üçün 503 q/mol, Co duzu üçün 497 q/mol, Mn duzu üçün 493 q/mol, Ni duzu üçün 496 q/mol və Fe duzu üçün 494 q/mol olmuşdur.

Cədvəl 2-də 20°C temperaturda təbii neft turşusunun Zn və Co duzları üçün sıxlığın qiyməti 1050 kq/m^3 olmuşdur. Təbii neft turşusunun Mn və Ni duzları üçün isə 1100 kq/m^3 dir. Təbii neft turşusunun Fe duzunun sıxlığı isə 1150 kq/m^3 olmuşdur.

Nitrolaşmış dizel distillatının sintezi üçün xammal qisminə dizel distillatı istifadə olunmuşdur. Reaksiyanın induksiya mərhələsini qısaltmaq üçün nitrat turşusuna NaNO_2 əlavə olunaraq azot-dioksidd (NO_2) əmələ gətirilir. Daha sonra qarışıq 70°C -yə qədər qızdırılaraq üzərinə damcı-damcı dizel distillatı əlavə edilir. İstilik balans $70 \pm 9^{\circ}\text{C}$ intervalında tənzimlənir, çünki 90°C -dən yüksək temperatur prosesin təhlükəliliyini artırır və reaksiya zamanı zərərli NO və NO_2 qazları ayrılır.

Cədvəl 2.

Təbii neft turşusunun müxtəlif metal duzlarının fiziki-kimyəvi xassələri

Göstəricilərin adı	Cihazın adı	Metod	Nümunənin adı				
			TNT-nin Zn-duzu	TNT-nin Co-duzu	TNT-nin Mn-duzu	TNT-nin Ni-duzu	TNT-nin Fe-duzu
Orta molekulyar kütləsi, q/mol	Kütlə spektrometriyası	-	503	497	493	496	494
Sıxlıq, kq/m ³ 20°C	DMA 4500 M	ASTM D5002	1050	1050	1100	1100	1150
Şüasındı rma əmsalı, 20 °C	Abbemat 500	-	1,4970	1,4962	1,5002	1,5025	1,5072
Rəng	-	-	qəhvəyi -tünd yaşıl	tünd - bənövşəyi	tünd qırmızı	tünd yaşıl	tünd qara

Reaksiya tamamlandıqdan və sistem 25±5°C-yə qədər soyudulduqdan sonra məhsul iki fazaya ayrılır. Bunlar reaksiyaya daxil olmamış, sonradan regenerasiya edilə bilən nitrat turşusundan ibarət aşağı faza və nitrobirləşmələrdən ibarət yuxarı fazadır. Nitrobirləşmələrdən ibarət yuxarı faza distillə suyu ilə yuyulub qurudulduqdan və quruducu maddə (və ya vakuum) vasitəsilə nəmlikdən təmizləndikdən sonra hazır nitroməhsul kimi əldə edilir. Nəticədə xammalın kütləsinə görə təxminən 78% çıxımla dizel distillatının nitrolaşma məhsulu kimi istifadə olunan stabil nitrobirləşmələr qarışığı sintez olunur. Yaranan qazlar isə neytrallaşdırma sistemi vasitəsilə zərərsizləşdirilir.

Hidrotəmizlənmiş dizel distillatının (Avro-3) fiziki-kimyəvi göstəriciləri (cədvəl 3) onun mühərrikdəki alışıma xassələrini, reoloji xüsusiyyətləri və aşağı temperatur göstəricilərini əks etdirir. Distillatın 20°C-də sıxlığının 854 kq/m³, 90%-li qovulmanın 325°C və qaynama sonunun 338°C olması onun ağır distillat aralığında yerləşdiyini, 5,64·10⁻⁶ m²/s kinematik özlülüüyü isə püskürmə sistemindeki

damcılaşma xarakterini müəyyən edir.

Cədvəl 3.

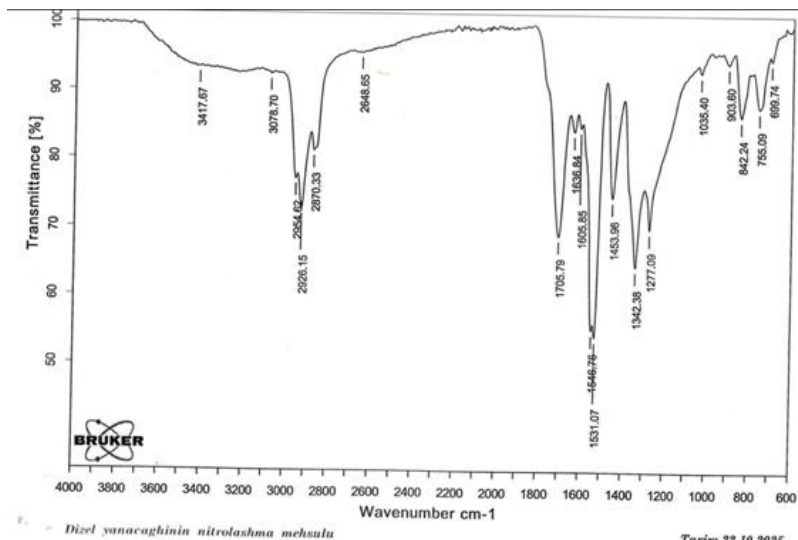
Hidrotəmizlənmiş dizel distillatının (Avro-3) fiziki-kimyəvi göstəriciləri

Göstərici		Qiymət
Sıxlıq, 20°C -də, kq/m ³		854
Kinematik özlülük, 20°C-də, m ² /s		5,64 · 10 ⁻⁶
Aromatik karbohidrogenlərin miqdarı, %-lə		14
Qapalı putada alışma temperaturu, °C		77
Ümumi kükürdün miqdarı, %-lə		0,0314
Bulanma temperaturu, °C		Mənfi 6
Donma temperaturu, °C		Mənfi 19
Fraksiya tərkibi	5% qovulma temperaturu, °C	202
	10% qovulma temperaturu, °C	212
	20% qovulma temperaturu, °C	222
	40% qovulma temperaturu, °C	256
	60% qovulma temperaturu, °C	267
	70% qovulma temperaturu, °C	283
	80% qovulma temperaturu, °C	300
	90% qovulma temperaturu, °C	325
Qaynama sonu, °C		338
Koklaşma. %-lə		0,003
Küllülük, %-lə		0,005
Türşülük, mq KOH/100 sm ³		1,5
Setan ədədi, vahid		49,26

Tərkibindəki 14% aromatik karbohidrogenlər alışma keyfiyyətini məhdudlaşdırsa da, setan ədədinin 49,26 vahid səviyyəsində olması hidrotəmizlənmənin müsbət təsirini göstərir. Uçuculuq riskini azaldan alışma temperaturunun 77°C, ümumi kükürdün 0,0314%, koklaşmanın 0,003% və küllülüyn 0,005% olması distillatın saxlama təhlükəsizliyini və injektorlarda çöküntü əmələgətirmə meylinin aşağı olduğunu təsdiqləyir. Bulanma (mənfi 6°C) və donma (mənfi 19°C) temperaturları ağır fraksiyaya baxmayaraq parafın kristallaşmasının idarə olunan xarakterini, 1,5 mq KOH/100 sm³ türşülük göstəricisi isə korroziya riskinə nəzarət zərurətini göstərir. Ümumilikdə, bu göstəricilər yanacağa xassələrini pisləşdirmədən setan ədədini artıran metal duzu əsaslı aşqarların tətbiqi onların reologiya, aşağı temperatur sabitliyi və küllülüyə təsirinin

qiymətləndirilməsi üçün etibarlı bazadır.

Şəkil 1-də dizel distillatının nitrolaşma məhsulunun İQ-spektri təqdim edilmişdir. Spektrin təhlili göstərir ki, ilkin karbohidrogen tərkibli sistemə nitro qruplar daxil olmuş, eyni zamanda aromatik fraqmentlər və oksigenli funksional qruplar da nümunədə mövcuddur.

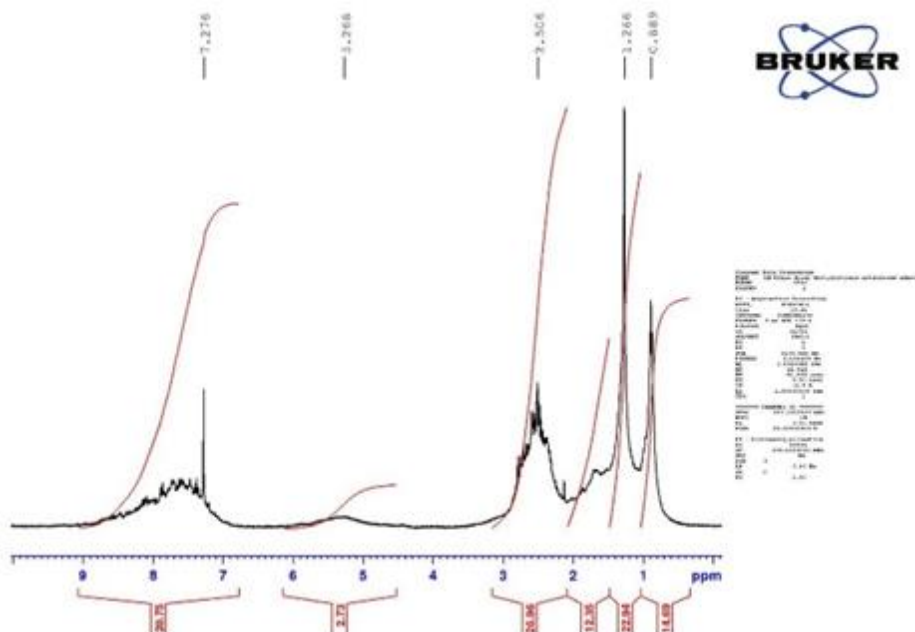


Şəkil 1. Dizel distillatının nitrolaşma məhsulunun İQ spektri.

İQ-spektrində aşağıdakı udma zolaqları müşahidə olunur:

- CH_3 və CH_2 qruplarına məxsus C-H rabitəsinin deformasiya (1453 sm^{-1}) və valent ($2870, 2926, 2954 \text{ sm}^{-1}$) rəqsləri;
- benzol halqasının C-H rabitəsinə məxsus deformasiya rəqsləri ($699, 755, 842 \text{ sm}^{-1}$);
- benzol halqasının C-C rabitəsinə məxsus valent rəqslər (1605 sm^{-1});
- $-\text{NO}_2$ qrupuna məxsus valent rəqslər (1636 sm^{-1});
- C- NO_2 qrupuna məxsus valent rəqslər ($1342, 1531, 1546 \text{ sm}^{-1}$).

Şəkil 2 dizel distillatının nitrolaşma məhsulunun ^1H NMR spektrini göstərir və hidrogen atomlarının alifatik, naften, aromatik və olefin struktur vahidləri arasında paylanmasını əks etdirir.



Şəkil 2. Dizel distillatının nitrolaşma məhsulunun ^1H NMR spektri.

Dizel distillatının nitrolaşma məhsulunun ^1H NMR (BRUKER-Fourier 300.18 MHz, CDCl_3 , δ , m.h.) spektrində 0,70-1,00 m.h.-də qeydə alınan rezonans signal CH_3 qrupunun, 1,00-1,50 m.h. CH_2 qrupunun, 1,50-2,10 m.h. naften həlqələrinin, 2,10-3,10 m.h. aromatik nüvəyə nəzərən α vəziyyətdə yerləşmiş CH_2 qruplarının, 4,80-6,10 m.h. olefin hidrogenləri, 6,90-9,00 m.h.-də müşahidə edilən rezonans signal isə aromatik nüvəyə məxsus protonlara uyğundur.

2. TNT-nin müxtəlif fraksiyaları əsasında sintez olunmuş metal duzlarının müxtəlif faiz miqdarında dizel distillatına əlavə olunması ilə antistatik aşqar kimi tədqiqi

TNT-nin, o cümlədən bu turşuların vakuum şəraitində ayrılmış (200-280°C, 280-340°C və 340-410°C) fraksiyalarının Ni, Co, Zn, Mn və Fe duzlarının dizel distillatının nitrolaşma məhsulu ilə 1:1 kütlə nisbətində kompozisiyasının dizel distillatına 0,05%, 0,1% və 0,15% miqdarlarında əlavə olunması ilə ЭЛ-4М cihazı vasitəsi ilə dizel distillatının elektrik keçiriciliyi yoxlanılmışdır. Yoxlamaların

nəticələri cədvəl 4-də göstərilmişdir.

Cədvəl 4.

TNT-nin Ni, Co, Zn, Mn, və Fe duzlarının dizel distillatına 0,05%, 0,1% və 0,15% miqdarında əlavə olunması ilə elektrik keçiriciliyi göstəriciləri

Nümunənin adları	Reagentlərin qatılığı, %-lə	Elektrik keçiriciliyi, pSm/m (aşqarsız 52 pSm/m)				
		1- gündən sonra	10- gündən sonra	20- gündən sonra	30- gündən sonra	40- gündən sonra
TNT-nin Ni duzu	0,05	131	326	332	364	382
	0,1	681	794	975	980	1040
	0,15	775	870	1001	1087	1096
TNT-nin Co duzu	0,05	95	678	619	837	870
	0,1	1610	1580	1560	1540	1505
	0,15	1702	1595	1605	1670	1565
TNT-nin Zn duzu	0,05	29	36	38	65	72
	0,1	154	249	361	425	502
	0,15	270	370	420	476	602
TNT-nin Mn duzu	0,05	214	591	687	776	820
	0,1	1080	1073	1020	1010	1001
	0,15	1145	1102	1075	1087	1132
TNT-nin Fe duzu	0,05	1390	1450	1330	1300	1260
	0,1	1710	1220	1070	1052	1035
	0,15	1950	1270	1160	1120	1175

Dizel distillatında elektrik keçiriciliyinin yüksəldilməsi və onun zaman üzrə stabilliyi metal duzunun növündən və miqdarından asılıdır. TNT-nin metal duzlarının yanacaq mühitində verdiyi təsir yalnız yanma göstəriciləri ilə məhdudlaşmır və elektrik keçiriciliyi kimi parametrlərlə vasitəsilə sistemin kolloid sabitliyi, dispers strukturunun formalaşması və saxlama zamanı dəyişmələrinin də qiymətləndirilməsi mümkün olur. TNT-nin Co duzunun 0,15% miqdarında dizel distillatına əlavəsində, dizel distillatının elektrik keçiriciliyi daha da artmış, 40 gündən sonra 1565 pSm/m olmuşdur.

TNT-nin 340-410°C fraksiyası əsasında sintez olunmuş müxtəlif metal duzlarının dizel distillatının nitrolaşma məhsulu ilə kompozisiyasının dizel distillatına 0,05; 0,10 və 0,15% miqdarlarında əlavə olunması ilə dizelin elektrik keçiriciliyinin sınaqları aparılmış və alınan nəticələr cədvəl 5-də verilmişdir.

Cədvəl 5.

TNT-nin 2 mm c.st-da 340-410 °C fraksiyasının Ni, Co, Zn, Mn və Fe duzlarının dizel distillatının nitrolaşma məhsulu ilə (1:1 kütlə nisbətində) kompozisiyasının dizel distillatına 0,05%, 0,1% və 0,15% miqdarında əlavə olunması ilə elektrik keçiriciliyi göstəriciləri

Nümunə lərin adları	Reagent- lərin qatılığı, %-lə	Elektrik keçiriciliyi, pSm/m (aşqarsız 52 pSm/m)				
		1- gündən sonra	10- gündən sonra	20- gündən sonra	30- gündən sonra	40- gündən sonra
TNT-nin Ni duzu	0,05	272	390	442	460	462
	0,1	282	397	455	461	461
	0,15	295	425	452	487	490
TNT-nin Co duzu	0,05	715	780	867	965	968
	0,1	735	782	875	980	985
	0,15	747	768	920	962	965
TNT-nin Zn duzu	0,05	185	187	190	191	191
	0,1	191	195	196	198	198
	0,15	225	237	245	245	246
TNT-nin Mn duzu	0,05	682	735	852	915	957
	0,1	710	748	867	935	937
	0,15	810	817	912	985	1000
TNT-nin Fe duzu	0,05	1075	1410	1462	1467	1467
	0,1	1337	1436	1482	1510	1515
	0,15	1487	1560	1572	1585	1687

TNT-nin 340-410°C fraksiyası əsasında sintez olunmuş Ni, Co, Zn, Mn və Fe duzlarının dizel distillatının nitrolaşma məhsulu ilə kompozisiyasının dizel distillatına 0,05%, 0,10% və 0,15% miqdarında əlavə edilməsi nəticəsində dizelin elektrik keçiriciliyinin 1-ci gündən 40-cı günə qədər dəyişmə aralığını kompleks şəkildə əks etdirir.

TNT-nin Fe duzu ən yüksək keçiricilik qabiliyyətinə malikdir və həm başlanğıc mərhələdə, həm də son mərhələdə üstün nəticələr verir. Belə ki, bu aşqar 0,05% qatıldıqda 1075 pSm/m-dən 1467 pSm/m-ə, 0,10% qatıldıqda 1337 pSm/m-dən 1515 pSm/m-ə qədər artım göstərir. Bu aşqar 0,15% qatıldıqda isə elektrik keçiriciliyi 1487 pSm/m-dən 1687 pSm/m-ə qədər yüksəlir və bu, təqdim olunan nümunələr arasında ən yüksək göstəricilərdən biridir. Bu səviyyə

dəmir mərkəzli duzların dizel distillatı daxilində daha güclü ion keçiricilik fonu yaratdığını və qatılıq artdıqca bu fonun daha da gücləndiyini göstərir.

TNT-nin Co duzu da yüksək elektrik keçiriciliyi göstərir. Xüsusilə zaman faktoru bu aşqarın effektivliyini gücləndirir. 0,05 % qatıldığında göstərici 715 pSm/m-dən 968 pSm/m-ə yüksəlir. 0,1 % qatıldığında 735 pSm/m-dən 985 pSm/m-ə qədər artım müşahidə edilir. 0,15 % qatıldığında başlanğıc göstərici 747 pSm/m olsa da, 20-ci günə qədər 920 pSm/m-ə yüksəlir və 40-cı günə 965 pSm/m səviyyəsinə çatır. Ümumilikdə 340-410°C fraksiyası əsasında alınmış duzların müqayisəli təhlili göstərir ki, elektrik keçiriciliyinin artırılması baxımından təbii neft turşusunun Fe və Co duzları yüksək effektivliyə malikdir.

Cədvəl 6-da nümunələr içərisində təbii neft turşusu və etilendiamin (EDA) əsasında sintez olunmuş amidoaminin təbii neft turşusunun 340-410 °C fraksiyası əsasında sintez olunmuş Mn və Fe duzları ilə kompozisiyasının dizel distillatına 0,05%, 0,1% və 0,15%

Cədvəl 6.

TNT və EDA amidoaminin TNT-nin 2 mm c.st-da 340-410 °C fraksiyası əsasında sintez olunmuş Mn və Fe duzları ilə (1:1 kütlə nisbətində) kompozisiyasının dizel distillatına 0,05%, 0,1% və 0,15% miqdarında əlavə olunması ilə elektrik keçiriciliyi göstəriciləri

Nümunələrin adları	Reagent-lərin qatılığı, %-lə	Elektrik keçiriciliyi, pSm/m				
		1-gündən sonra	10-gündən sonra	20-gündən sonra	30-gündən sonra	40-gündən sonra
TNT: EDA amidoamin 1:1 mol nisbətində + TNT-nin Mn duzu	0,05	1430	1433	1435	1437	1437
	0,1	1510	1512	1514	1516	1516
	0,15	1670	1672	1672	1674	1674
TNT: EDA amidoamin 1:1 mol nisbətində + TNT-nin Fe duzu	0,05	1612	1612	1613	1615	1615
	0,1	1790	1792	1792	1792	1795
	0,15	1885	1887	1890	1890	1892

miqdarında əlavə olunması ilə alınan nəticələr ən yüksəkdir. Bütün nümunələr üçün isə müşahidə olunan ümumi qanunauyğunluq ondan ibarətdir ki, elektrik keçiriciliyi zaman keçdikcə artır. TNT və etilendiamin əsasında sintez olunmuş amidoaminin təbii neft turşusunun 340-410 °C fraksiyası əsasında sintez olunmuş Fe duzu ilə kompozisiyası antistatik aşqar kimi digər metal duzları ilə müqayisədə dizel distillatının elektrik keçiriciliyinin effektivliyini daha çox artırmışdır. Cədvəl 6-dan göründüyü kimi bu aşqarın 0,15% miqdarında dizel distillatına əlavəsində 40 gün ərzində elektrik keçiriciliyi 1892 pSm/m-ə qədər artmışdır.

Metal duzlarının müqayisəli analizi göstərmişdir ki, Fe, Ni, Co, Zn və Mn duzları arasında ən yüksək antistatik effekt TNT və EDA amidoaminin TNT-nin 340-410 °C fraksiyası əsasında sintez olunmuş Fe duzu ilə kompozisiyasına məxsus olmuşdur. TNT-nin Fe duzunun yüksək effektivliyi Fe ionlarının dəyişkən valentlik xüsusiyyətinə və koordinasiya rabitələri yaratmaq qabiliyyətinə əsaslanır. Fe^{2+}/Fe^{3+} ionları amidoamin molekullarının funksional qrupları ilə daha möhkəm komplekslər əmələ gətirərək sistemdə ion keçiriciliyini artırır və elektrostatik yüklərin sürətli dispersiyasını təmin edir. Bundan əlavə, TNT-nin Fe duzunun yüksək disperslik qabiliyyəti yağ mühitində homogen paylanmanı yaxşılaşdıraraq antistatik təsirin sabitliyini artırır.

3. Sintez olunmuş reagentlərin neft yığma qabiliyyətinin tədqiqi

Sintez olunmuş reagentlərin neft yığma qabiliyyətinin tədqiqi onların real mühitdəki funksional effektivliyini və tətbiqi dəyərini qiymətləndirən əsas göstəricilərdəndir. Su səthinə düşən neft təbəqəsi ekosistem üçün ciddi təhlükə yaradır. Belə ki, dalğa, külək və temperatur kimi amillər mexaniki yığma vasitələrinin effektivliyini azaltdığı üçün səthi-aktiv maddələr və toplayıcı kimi kimyəvi reagentlərin tətbiqi zəruri olur. Reagentlərin səmərəliliyi mühitin duzluluğu, temperatur, suyun sərtliyi və neftin fraksiya tərkibindən birbaşa asılıdır. Eyni zamanda ekoloji təhlükəsizlik tələblərinə uyğun olaraq reagentin zəhərliliyi və bioloji parçalanma qabiliyyəti də nəzərə alınmalıdır.

Dizel distillatının nitrolaşma məhsulunun TNT-nin 200-280°C fraksiyası əsasında sintez olunmuş metal duzları ilə kompozisiyasının texniki və dəniz suyunda Naftalan neftini yığma qabiliyyətinin sınaqlarının nəticələri cədvəl 7-də göstərilmişdir.

Cədvəl 7.

Dizel distillatının nitrolaşma məhsulunun TNT-nin 2 mm c.st-da 200-280°C fraksiyası əsasında sintez olunmuş metal duzları ilə (1:1 kütlə nisbətində) kompozisiyasının texniki və dəniz suyundan Naftalan neftini yığma qabiliyyətinin sınaqlarının nəticələri

Nümunələr	1	2	3	4	5
Texniki suda					
Şüşə qab diametri, sm-lə	9,8	9,6	9,3	9,8	9,3
Toplanmış neftin diametri, sm-lə	9,6	9,4	9,1	9,5	9,1
Reagent veril. sonra diametri, sm-lə	2,7	2,0	0,9	3,0	3,2
24 saat müddətdən sonra diametri, sm-lə	2,8	2,1	1,0	3,0	3,2
56 saat müddətdən sonra diametri, sm-lə	2,8	2,1	1,0	3,1	3,3
104 saat müddətdən sonra diametri, sm-lə	2,8	2,1	1,0	3,1	3,3
Reagentlərin Naftalan neftini yığma qabiliyyətinin effektivliyi, %-lə	70,84	77,66	89,02	67,37	63,74
Dəniz suyunda					
Şüşə qab diametri, sm-lə	10,3	9,6	9,6	9,8	8,8
Toplanmış neftin diametri, sm-lə	10,1	9,4	9,5	9,5	8,6
Reagent veril. sonra diametri, sm-lə	2,6	2,1	1,0	3,7	3,3
24 saat müddətdən sonra diametri, sm-lə	2,9	2,2	1,1	3,8	3,3
56 saat müddətdən sonra diametri, sm-lə	2,9	2,3	1,2	3,9	3,4
104 saat müddətdən sonra diametri, sm-lə	2,9	2,3	1,2	3,9	3,4
Reagentlərin Naftalan neftini yığma qabiliyyətinin effektivliyi, %-lə	71,29	75,54	87,37	58,95	60,47

Qeyd: Sınaqlar 40 ml suya 2 ml neft əlavə olunmaqla nümunənin

5%-li məhlulu 2 q əlavə edilməklə aparılmışdır.

Nümunə 1. İPS-28,5 q + Dizel distillatının nitrolaşma məhsulu - 0,75q + TNT-nin 200-280 °C fraksiyası əsasında Zn duzu - 0,75q

Nümunə 2. İPS-28,5q + Dizel distillatının nitrolaşma məhsulu - 0,75q + TNT-nin 200-280 °C fraksiyası əsasında Mn duzu - 0,75q

Nümunə 3. İPS-28,5 q + Dizel distillatının nitrolaşma məhsulu - 0,75q + TNT-nin 200-280 °C fraksiyası əsasında Fe duzu - 0,75q

Nümunə 4. İPS-28,5 q+ Dizel distillatının nitrolaşma məhsulu - 0,75q + TNT-nin 200-280 °C fraksiyası əsasında Ni duzu - 0,75q

Nümunə 5. İPS-28,5 q + Dizel distillatının nitrolaşma məhsulu - 0,75q + TNT-nin 200-280 °C fraksiyası əsasında Co duzu - 0,75q

Belə ki, texniki suda ən yüksək effektivliyi TNT-nin Fe duzu (Nümunə-3) göstərmiş və 89,02% nəticə əldə etmişdir. Bu göstərici bütün sınaqlar arasında ən yüksək nəticələrdən biridir. TNT-nin Fe duzu Naftalan nefti ilə olduqca yüksək effektivlik nümayiş etdirir. Çünki onun 200-280°C fraksiyasından alınan forması Naftalan neftinin komponentləri ilə intensiv qarşılıqlı təsirdə olur. Reagent verildikdən sonra neft təbəqəsinin diametrinin 9,1 sm-dən 0,9 sm-ə düşməsi və 104 saat ərzində 1,0 sm səviyyəsində sabit qalması bu reagentin Naftalan nefti ilə əla uyğunluğunu təsdiq edir.

Naftalan nefti ilə texniki suda TNT-nin Mn duzu (Nümunə-2) 77,66%, TNT-nin Zn duzu (Nümunə-1) 70,84% effektivlik göstərmişdir. TNT-nin Ni duzunun nəticəsi (Nümunə-4) nəticəsi 67,37% olmuşdur. TNT-nin Co duzu (Nümunə-5) isə 63,74% göstərici ilə aşağı nəticə göstərmişdir.

Naftalan nefti ilə dəniz suyu mühitindəki nəticələr də oxşar qanunauyğunluq ortaya qoyur. TNT-nin Fe duzu (Nümunə-3) 87,37% göstərici ilə daha yüksək nəticə göstərmişdir. TNT-nin Mn duzu (Nümunə-2) 75,54%, TNT-nin Zn duzu (Nümunə-1) 71,29% nəticə vermişdir. TNT-nin Co duzunun (Nümunə-5) 60,47% göstəricisi TNT-nin Ni duzunun (Nümunə-4) 58,95% nəticəsindən bir qədər

yüksəkdir.

Dizel distillatının nitrolaşma məhsulunun TNT-nin 340-410°C fraksiyası əsasında sintez olunmuş metal duzları ilə kompozisiyasının texniki və dəniz suyundan Salyan neftini yığma qabiliyyətinin sınaqlarının nəticələri cədvəl 8-də göstərilmişdir.

Cədvəl 8.

Dizel distillatının nitrolaşma məhsulunun TNT-nin 2 mm c.st-da 340-410°C fraksiyası əsasında sintez olunmuş metal duzları ilə (1:1 kütlə nisbətində) kompozisiyasının texniki və dəniz suyundan Salyan neftini yığma qabiliyyətinin sınaqlarının nəticələri

Nümunələr	1	2	3	4	5
Texniki suda					
Şüşə qab diametri, sm-lə	8,8	10,3	9,4	9,6	9,3
Toplanmış neftin diametri, sm-lə	8,5	10,1	9,2	9,4	9,1
Reagent veril. sonra diametri, sm-lə	2,8	1,1	0,8	3,0	1,9
24 saat müddətdən sonra diametri, sm-lə	2,9	1,2	0,8	3,2	2,0
56 saat müddətdən sonra diametri, sm-lə	2,9	1,3	0,9	3,2	2,0
104 saat müddətdən sonra diametri, sm-lə	2,9	1,3	0,9	3,2	2,0
Reagentlərin Salyan neftini yığma qabiliyyətinin effektivliyi, %-lə	65,89	87,13	90,22	65,96	78,03
Dəniz suyunda					
Şüşə qab diametri, sm-lə	9,4	10,1	9,4	9,6	9,1
Toplanmış neftin diametri, sm-lə	9,1	10,0	9,1	9,3	9,0
Reagent veril. sonra diametri, sm-lə	2,9	1,2	0,9	3,2	1,9
24 saat müddətdən sonra diametri, sm-lə	2,9	1,4	1,0	3,3	2,1
56 saat müddətdən sonra diametri, sm-lə	3,0	1,4	1,2	3,5	2,1
104 saat müddətdən sonra diametri, sm-lə	3,0	1,4	1,2	3,5	2,1
Reagentlərin Salyan neftini yığma qabiliyyətinin effektivliyi, %-lə	67,04	86,00	86,81	62,37	76,67

Qeyd: Sınaqlar 40 ml suya 2 ml neft əlavə olunmaqla nümunənin 5%-li məhlulu 2 q əlavə edilməklə aparılmışdır.

Nümunə 1.İPS-28,5 q + Dizel distillatının nitrolaşma məhsulu-0,75q + TNT-nin 340-410°C fraksiyası əsasında Zn duzu -0,75q

Nümunə 2.İPS-28,5q + Dizel distillatının nitrolaşma məhsulu-0,75q + TNT-nin 340-410°C fraksiyası əsasında Mn duzu -0,75q

Nümunə 3.İPS-28,5 q + Dizel distillatının nitrolaşma məhsulu -0,75q + TNT-nin 340-410°C fraksiyası əsasında Fe duzu -0,75q

Nümunə 4.İPS-28,5 q + Dizel distillatının nitrolaşma məhsulu -0,75q + TNT-nin 340-410°C fraksiyası əsasında Ni duzu -0,75q

Nümunə 5.İPS-28,5 q + Dizel distillatının nitrolaşma məhsulu -0,75q + TNT-nin 340-410°C fraksiyası əsasında Co duzu -0,75q

Aparılmış sınaqlarda Salyan neftini texniki suyun səthindən ən yüksək yığıma effektivliyi TNT-nin Fe duzu (Nümunə-3) göstərmiş və 90,22% nəticə əldə olunmuşdur.

Bu göstərici bütün sınaqlar üzrə Salyan nefti üçün qeydə alınmış ən yüksək nəticədir. TNT-nin Fe duzunun 340-410°C fraksiyasında belə yüksək nəticə göstərməsi bu metalın yüksək temperaturlu fraksiyalar ilə sintez olunduqda daha effektiv səthi-aktiv quruluşlar formalaşdırdığını təsdiqləyir.

Şəkil 3-də neft ləkəsinin müəyyən zaman ərzində kiçilməsi göstərilmişdir.



Şəkil 3. İPS + Dizel distillatının nitrolaşma məhsulu + TNT-nin Fe duzu kompozisiyasının suyun səthindən Salyan neftini yığıma qabiliyyəti.

Sintez olunmuş TNT-nin müxtəlif metal duzlarının kompozisiyaları üzərində aparılan tədqiqatlar göstərir ki, həm texniki, həm də dəniz suyunun səthindən maksimum nefti yığma qabiliyyətinin effektivliyi TNT-nin Fe duzu əsəsindəki kompozisiyasında qeydə alınmışdır.

4. Aşqarların setan ədədinə təsirinin tədqiqi

TNT-nin 2 mm c.st-da 340-410°C fraksiyasının metal duzları əsasında hazırlanmış aşqarların setan ədədinə təsiri tədqiq edilmişdir. Tədqiqatda istifadə olunan nümunələr:

Nümunə-16: Təbii neft turşusunun 340-410°C fraksiyasının Zn duzu

Nümunə-17: Təbii neft turşusunun 340-410°C fraksiyasının Mn duzu

Nümunə-18: Təbii neft turşusunun 340-410°C fraksiyasının Ni duzu

Nümunə-19: Təbii neft turşusunun 340-410°C fraksiyasının Fe duzu

Nümunə-20: Təbii neft turşusunun 340-410°C fraksiyasının Co duzu

Cədvəl 9-də TNT-nin metal duzlarından ibarət Nümunə-16-dan Nümunə-20-yə qədər olan nümunələrin dizel distillatının setan ədədinə təsirinin nəticələri verilmişdir. Nümunələr 60 ppm və 500 ppm miqdarlarında 100 q dizel distillatına əlavə edilməklə sınaqdan keçirilmişdir. Bütün sınaqlar üçün ilkin setan ədədi (aşqarsız) 49,26 vahid qəbul edilmişdir.

60 ppm miqdarında nümunələr arasında artım göstəriciləri 0,64 ilə 5,24 vahid arasında geniş bir aralıq təşkil etmişdir. Bu miqdarda ən yüksək artım TNT-nin Fe duzu (Nümunə-19) üzrə 5,24 vahid olaraq qeydə alınmışdır. TNT-nin Zn duzu (Nümunə-16) 4,94 vahid, Ni duzu (Nümunə-18) 4,44 vahid artım, TNT-nin Co duzu (Nümunə-20) isə 0,94 vahid artım göstərmişdir. Ən aşağı artım isə TNT-nin Mn duzu (Nümunə-17) üzrə 0,64 vahid olaraq müəyyən edilmiş, son setan ədədi 49,90 vahid səviyyəsində qalmışdır. Həmçinin, bu qrupda nümunələrarası fərqlilik son dərəcə yüksək olmuşdur.

500 ppm miqdarında bütün nümunələrin artım göstəricilərinin 60 ppm miqdarına nisbətən yüksəldiyi müşahidə edilmişdir. Bu miqdarda ən yüksək artım TNT-nin Ni duzu (Nümunə-18) üzrə 7,34 vahid olaraq qeydə alınmış, son setan ədədi 56,6 vahidə çatmışdır.

TNT-nin Zn duzu (Nümunə-16) 7,24 vahid, Fe duzu (Nümunə-19) 7,14 vahid artım ilə yaxın nəticələr göstərmişdir. TNT-nin Mn duzu (Nümunə-17) isə 500 ppm miqdarında da ən aşağı artımı (1,34 vahid) nümayiş etdirmiş, son setan ədədi 50,6 vahid olaraq qalmışdır.

Cədvəl 9.

Təbii neft turşusunun 2 mm c.st.-da 340-410°C fraksiyasının metal duzlarının dizel distillatına aşqar kimi istifadəsinin setan ədədinə təsiri

№	Aşqarların adı	Dizel distillatının setan ədədi, vahid (aşqarsız)	Dizel distillatının setan ədədi, vahid (aşqarla)	Artım
			Miqdar: 60 ppm	
1	Nümunə-16	49,26	54,2	4,94
2	Nümunə-17	49,26	49,9	0,64
3	Nümunə-18	49,26	53,7	4,44
4	Nümunə-19	49,26	54,5	5,24
5	Nümunə-20	49,26	50,2	0,94
			Miqdar: 500 ppm	
1	Nümunə-16	49,26	56,5	7,24
2	Nümunə-17	49,26	50,6	1,34
3	Nümunə-18	49,26	56,6	7,34
4	Nümunə-19	49,26	56,4	7,14
5	Nümunə-20	49,26	51,7	2,44

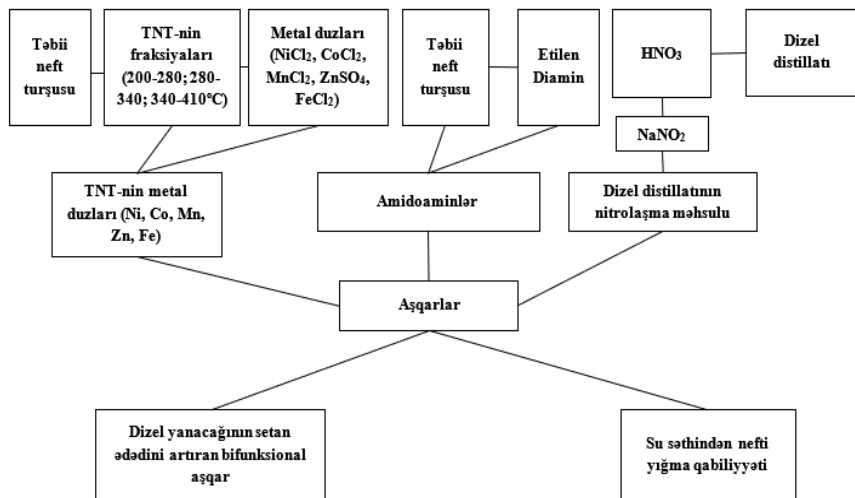
60 ppm ilə 500 ppm arasındakı artım fərqi nəzər yetirildikdə, bu fərqi TNT-nin Zn duzu (Nümunə-16) üzrə 2,30 vahid, Ni duzu (Nümunə-18) üzrə 2,90 vahid, Mn duzu (Nümunə-17) üzrə isə cəmi 0,70 vahid olduğu müəyyənləşdirilmişdir.

Sxem 1-ə əsasən dizel distillatının setan ədədini və elektrik keçiriciliyini artıran aşqarların hazırlanması prosesi 5 mərhələdən ibarətdir:

1. TNT-nin müxtəlif metal (Ni, Co, Mn, Zn və Fe) duzlarının

sintezi aparılmışdır.

2. Dizel distillatı və nitrat turşusu əsasında (69%-li) nitrobirləşmə məhsulu sintez olunmuşdur.
3. Sintez olunmuş metal duzlarının dizelin nitrolaşma məhsulu ilə kompozisiyaları hazırlanmışdır.
4. TNT-nin etilendiamin ilə amidoaminləri sintez olunmuşdur.
5. Sintez olunmuş amidoaminlərin TNT-nin müxtəlif metal duzları ilə kompozisiyaları hazırlanaraq dizel distillatında həm antistatik, həm də setan ədədini və elektrik keçiriciliyini artıran aşqar kimi yoxlanılmışdır.



Sxem 1. Yerli xammallar əsasında sintez olunmuş metal duzlarının, amidoaminin onların kompozisiyasının çoxfunksiyalı aşqar kimi hazırlanma sxemi.

5. Proseslərin ümumiləşdirilmiş prinsipli texnoloji sxemi

Dizel distillatının setan ədədini və elektrik keçiriciliyini artıran aşqarların genişmiqyaslı istehsalı üçün prinsipli texnoloji sxem işlənib hazırlanmışdır (sxem 2). Nitrolaşma prosesi 1 nömrəli (R-1) reaktorda 69%-li nitrat turşusu və dizel distillatı əsasında həyata

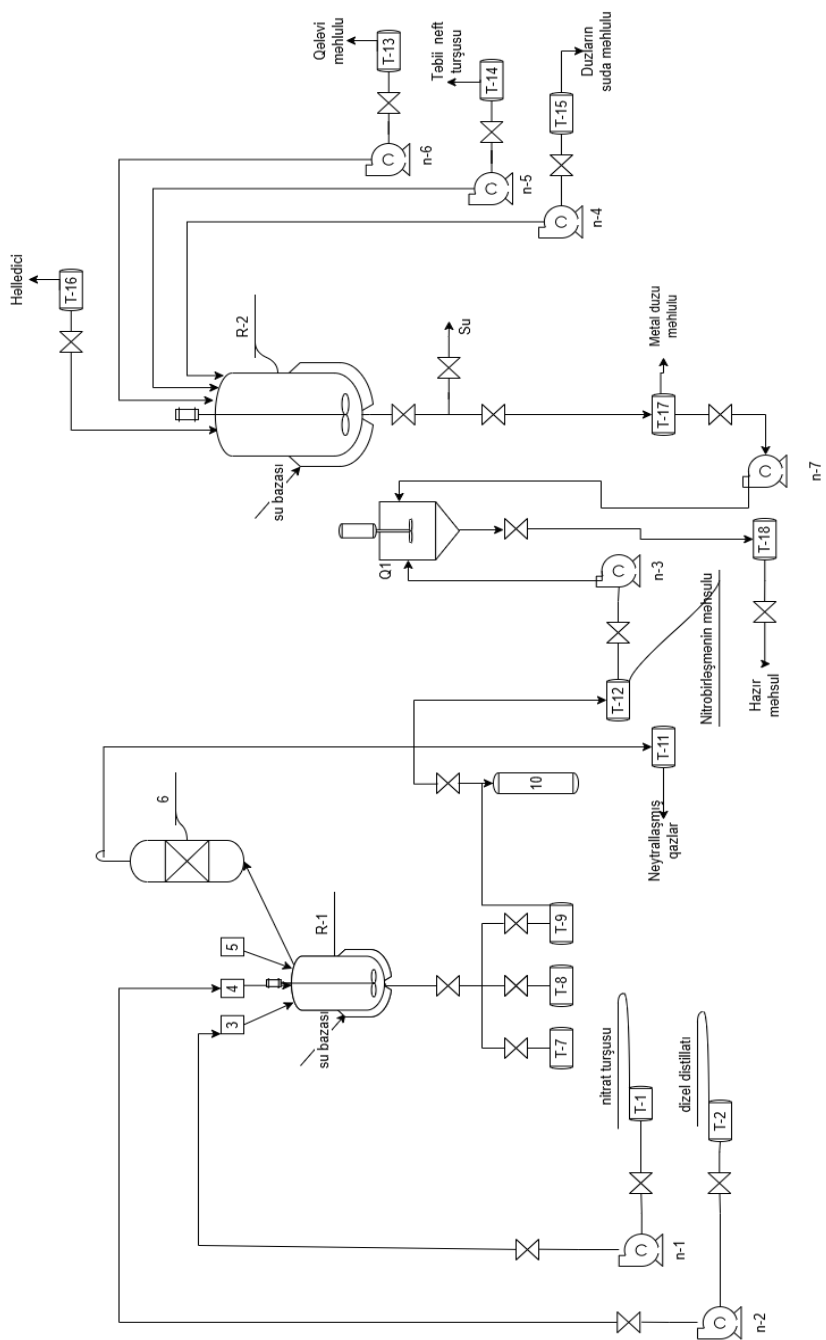
keçirilir. Reaksiyanı intensivləşdirmək, induksiya dövrünü qısaltmaq və avto-oksidləşməni önləmək üçün turşuya NaNO_2 əlavə olunur, nəticədə əmələ gələn NO_2 prosesin stabilliyini təmin edir.

Reaktora daxil edilən turşu 70°C -yə qədər qızdırıldıqdan sonra dizel distillatı hissə-hissə əlavə olunur və istilik rejimi su hamamı və daxili boru sistemi vasitəsilə $70\pm 9^\circ\text{C}$ intervalında saxlanılır. Reaksiya başa çatdıqdan və sistem $25\pm 5^\circ\text{C}$ -yə qədər soyudulduqdan sonra məhsul iki fazaya ayrılır: reaksiyaya daxil olmamış nitrat turşusu 7 nömrəli (T-7) aralıq tutuma boşaldılır, yuxarı faza isə su ilə yuyulub durudulduqdan sonra 10 nömrəli qurutma aparatına verilərək hazır nitroməhsul kimi 12 nömrəli (T-12) tutumda saxlanılır. Proses zamanı ayrılan qazlar 6 nömrəli neytrallaşdırıcı sistemdə zərərsizləşdirilir.

Metal duzlarının alınması üçün 2 nömrəli (R-2) reaktora əlavə olunmuş TNT 40%-li NaOH məhlulu ilə $40\text{--}50^\circ\text{C}$ -də neytrallaşdırılır. Ardınca sistemə həlledici kimi dizel distillatı və müvafiq metal duzunun suda məhlulu əlavə edilərək qarışdırılır. Soyuma nəticəsində ayrılan su-mineral təbəqəsi kənarlaşdırılır, üst təbəqədəki dizel distillatında həll olmuş TNT-nin metal duzları 17 nömrəli (T-17) tutuma toplanır.

Yekun mərhələdə 17 nömrəli (T-17) tutumdan dizel distillatında həll olmuş TNT-nin metal duzu və 12 nömrəli (T-12) tutumdan nitrolaşmış dizel distillatı xüsusi qarışdırıcı ilə təchiz olunmuş Q1 rezervuarına daxil edilərək 30 dəqiqə ərzində intensiv qarışdırılır. Alınan hazır aşqar kompozisiyası 18 nömrəli (T-18) tutuma yığılaraq tətbiq üçün istifadəyə verilir.

Setan ədədini artıran aşqarın sənaye miqyasında istehsalı texniki-iqtisadi qiymətləndirilmiş, təklif edilən məhsul analoji məhsulla müqayisə edilərək, səmərəliliyi hesablanmışdır. Təklif edilən aşqarın iqtisadi səmərəliliyi 2 amil: həm setan ədədini eyni səviyyəyə yüksəltmək üçün materiala qənaət hesabına (analoqun sərfi 1,5 dəfə çoxdur), həm də maya dəyərinin daha ucuz olması hesabına (3026 AZN/t əvəzinə 2978 AZN/t) əldə edilir. İldə 2,3 mln ton DY-na əlavə etmək üçün ümumi dəyəri 410962 AZN olan 138 ton Fe duzu dəyəri 626382 AZN olan 207 ton Zn duzunu əvəz edə bilər ki, bu da ildə 215420 AZN səmərəliliyi təmin edir.



Sxem 2. Proseslərin ümumiləşdirilmiş prinsipial texnoloji sxemi.

NƏTİCƏ

1. Təbii neft turşusunun müxtəlif metal duzları dizel distillatında antistatik aşqar kimi elektrik keçiriciliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırır və bu təsir metalın təbiətindən, fraksiya tərkibindən, qatılıqdan və zaman amilindən asılı olaraq dəyişir. Ümumilikdə TNT-nin Fe və Co duzları daha yüksək antistatik effekt göstərmişdir [1, 4, 5, 6, 7].

2. TNT-nin müxtəlif fraksiyaları əsasında sintez olunmuş metal duzları arasında ən yüksək elektrik keçiriciliyi TNT və etilendiamin əsasında sintez olunmuş amidoaminin TNT-nin 2 mm c.st-da 340-410 °C fraksiyası əsasında sintez olunmuş Fe duzunun 0,15% əlavəsi ilə qırxıncı gündə 1892 pSm/m səviyyəsində qeydə alınmışdır. Alınan nəticələr “AR ETN TSZ” MMC-də aparılan sınaqların göstəricilərinə əsaslanaraq sənayedə tətbiq üçün tövsiyə edilmişdir (Akt təqdim olunur) [6, 7, 8].

3. Dizel distillatının nitrolaşma məhsulu ilə təbii neft turşusunun metal duzları əsasında hazırlanmış kompozisiyaların suyun səthindən nefti yığma qabiliyyətinin artdığı müəyyən edilmişdir [3, 10, 11].

4. Dizel distillatının nitrolaşma məhsulunun təbii neft turşusunun 2 mm c.st-da 340-410°C fraksiyası əsasında sintez olunmuş Fe duzu ilə kompozisiyasının texniki suyun səthindən Salyan neftini yığma qabiliyyəti 90,22 % effektivlik ilə ən yüksək nəticəni göstərmişdir [3, 10, 11].

5. Dizel distillatının nitrolaşma məhsulunun TNT-nin 2 mm c.st-da 200-280°C fraksiyası əsasında sintez olunmuş Fe duzu ilə kompozisiyasının texniki suyun səthindən Naftalan neftini yığma qabiliyyəti 89,02% effektivlik ilə ən yüksək nəticəni göstərmişdir. Alınan nəticələr “İnkor” MMC-də aparılan sınaqların göstəricilərinə əsaslanaraq sənayedə tətbiq üçün tövsiyə edilmişdir (Akt təqdim olunur) [3, 10, 11].

6. Setan ədədinin artırılması üzrə ən yüksək nəticə (7,34 artım) TNT-nin 2 mm c.st-da 340-410°C fraksiyasının Ni duzu ilə əldə olunmuşdur. Lakin, təbii neft turşusunun 2 mm c.st-da 340-410°C fraksiyasının Fe duzu da 7,14 artım ilə çox yüksək nəticə vermişdir [2, 9, 12].

DİSSERTASIYANIN MÖVZUSU ÜZRƏ DƏRC OLUNMUŞ ELMİ ƏSƏRLƏRİN SİYAHISI:

1. Həsənov, E.K., Təmrazlı, T.T., Əlizadə, R.A., Əliyev, T.S. Təbii neft turşusunun müxtəlif duzlarının dizel distillatına əlavə olunması ilə elektrik keçiriciliyinin təyini // "Təbii ehtiyatlar və tullantıların səmərəli istifadəsində ekosistemin qorunması" mövzusunda respublika elmi-praktik konfransının materialları, – Gəncə, – 25 aprel, – 2025, – 15-17 s.
2. Həsənov, E.K., Təmrazlı, T.T., Əlizadə, R.A., Qasımov, V.C., Əliyev T.S. Berolamin-20 əsasında sintez olunmuş amidoamin və mineral yağ distilatlarının yol bitumuna aşqar kimi tədqiqi // Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 102-ci ildönümünə həsr olunmuş "Təbiət və sosial elmlər sahəsində qlobal çağırışlar" mövzusunda Beynəlxalq Elmi Konfrans (II hissə)., – Gəncə, – 23-24 may, – 2025, – s.167-170.
3. Həsənov, E.K., Təmrazlı, T.T., Əlizadə, R.A., Qasımov, V.C., Abbasova, X.A. Texniki neft turşuları əsasında sintez olunmuş Ni və Co tərkibli səthi aktiv kompozisiyaların neft-su sistemlərində neftiyyəmə qabiliyyətinin eksperimental tədqiqi // Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 103-cü ildönümünə həsr olunmuş "Kimyanın müasir çağırışları" I Beynəlxalq Konfransının məqalələr toplusu. Gəncə Dövlət Universiteti, – Gəncə, – 22-23 may, – 2026, – s.223-227.
4. Аббасов, В.М. Исследование солей различных металлов, синтезированных на основе технической нефтяной кислоты и ее фракции, в качестве антистатической добавки к дизельному дистилляту / В.М.Аббасов, Э.К.Гасанов, Т.Т.Тамразлы // Вестник Башкирского Государственного Педагогического Университета им. М. Акмуллы, Серия: «Естественные науки», – Уфа: – 2025. №4, – с. 58-67.
5. Abbasov, V.M. Investigation of the antistatic effect of metal salts obtained on the basis of the 340-410°C fraction of natural petroleum acids in diesel distillate / V.M.Abbasov, T.T. Tamrazli, E.K. Hasanov, R.A. Alizada, V.J. Gasimov, T.S. Aliyev // – Journal of Engineering Sciences and Modern Technologies, –

2026. Vol.2, №1, – p. 11-14.
6. Tamrazli, T.T. Metal Naphthenates Derived from Technical Naphthenic Acid and Its 280-340°C Fraction as Antistatic Additives for Diesel Fuel / T.T. Tamrazli, E.K. Hasanov, R.A. Alizade, R.M Farhadova, S.F. Ahmadbayova, E.I. Azizbeyli // Journal of the Turkish Chemical Society Section A: Chemistry: Turkey, – 2026. №1, – p. 1-8.
 7. Tamrazli, T.T. Influence of amide-metal salt composite additives derived from natural petroleum acid on the electrical conductivity of diesel fuel. / T.T. Tamrazli, V.M. Abbasov, E.K. Hasanov // Gəncə Dövlət Universitetinin Elmi xəbərlər jurnalı, – 2026. №2, – s.37-46.
 8. Təmrəzli, T.T. Təbii neft turşusu və onun 200-280°C fraksiyası əsasında alınmış metal duzlarının dizel yanacağının elektrik keçiriciliyinə təsiri. // Azərbaycan neft təsərrüfatı, – 2026. №5, – s. 62-73.
 9. Tamrazli, T.T., Abbasov, V.M., Hasanov, E.K. Synthesis of nitrated diesel fuel and study of compositions modified by metal salts of natural petroleum acids // VII International Scientific Conference "Innovative scientific forum", – Helsinki, – 18-19 June, – 2026, – p. 12-14.
 10. Hasanov, E.K., Tamrazli, T.T, Alizade, R.A., Gasimov, V.J., Abbasova, K.A. Experimental investigation of oil-collecting capacity of Ni and Co-containing surface-active compositions synthesized on the basis of technical petroleum acids in oil-water systems // 21th International Conference on Engineering & Natural Sciences, – İzmir, – 5-9 July, – 2026, – p.85.
 11. Abbasov, V.M. Study of the oil-collecting capacity of compositions of the diesel fuel nitration product with metal salts synthesized on the basis of the 280-340°C fraction of natural petroleum acids for Salyan and Naftalan oils on the water surface / V.M. Abbasov, T.T.Tamrazli, E.K. Hasanov, R.A. Alizada, V.J. Gasimov, F.F Tahirova // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, – 2026. Vol., №4, – p. 1095-1108.
 12. Abbasov, V.M. Study of Metal Salts of Natural Petroleum Acids and their Compositions with Nitrated diesel fuel as Potential

Cetane-improving Additives / V.M.Abbasov, T.T.Tamrazli // –
Москва:Бюллетень науки и практики, – 2026. Vol.12, №9, – р.
244-250.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and strokes, likely representing the initials or full name of the author.

Dissertasiyanın müdafiəsi 30 oktyabr 2026-cı il tarixində saat 10⁰⁰-da Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən FD 1.17 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1025, Bakı, Xocalı prospekti, 30.

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

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

Avtoreferat 29 sentyabr 2026-cı il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 25.09.2026

Kağızın formatı: A5

Həcm: 39971

Tiraj: 100