

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

**NANOHİSSƏCİKLƏR VƏ NANOKOMPOZİTLƏRDƏN
İSTİFADƏ ETMƏKLƏ NEFTLƏRİN REOLOJİ
PARAMETRLƏRİNİN YAXŞILAŞDIRILMASI VƏ YOL
BİTUMUNDA TƏTBİQİ**

İxtisas: 2314.01 – Neft kimyası

Elm Sahəsi: Kimya

İddiaçı: **Azadə Şükür qızı Əliyeva**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı - 2021

Dissertasiya işi Sumqayıt Dövlət Universitetinin Neft kimyası və kimya mühəndisliyi kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: Texnika elmləri doktoru, professor
Elton Arzuman oğlu Məmmədov

Rəsmi opponetlər: Kimya elmləri doktoru, dosent
Afayət Xəlil qızı Məmmədova
Kimya elmləri doktoru, professor
Sevinc Əbdülhəmid qızı Məmmədخانova

Kimya elmləri doktoru, dosent
Mütəllim Məhərrəm oğlu Abbasov

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.16 Dissertasiya Şurası

Dissertasiya şurasının sədri:

kimya elmləri doktoru, akademik

Vaqif Məcid oğlu Fərzəliyev

Dissertasiya şurasının elmi katibi:

kimya elmləri doktoru, dosent

Lalə Məhəmməd qızı Əfəndiyeva

Elmi seminarın sədri:

kimya elmləri doktoru

Füzuli Əkbər oğlu Nəsirov



TƏDQIQATIN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Dünyada yüngül neft ehtiyatlarının azalması ilə əlaqədar olaraq ağır neftlərin çıxarılmasına maraq birmənalı şəkildə artmaqda davam edir. Neftlərin ağır neft qrupuna aid edilməsi amillərindən biri onların yüksək özlülüyə malik olmaları və tərkibində parafinin miqdarının çox olmasıdır. Buraya əsasən ağır, özlülüyü 30 mPa·san və daha yüksək olan neftlər aiddir. Mütəxəssislərin ilkin hesablamalarına görə ağır neftlərin ehtiyatı yüngül və aşağı özlülüyə malik neft ehtiyatlarından təxminən 1 trl tondan çoxdur. İnkişaf etmiş ölkələrdə belə neftlərə yalnız neft ehtiyatları kimi deyil, ölkənin iqtisadiyyatının yaxın illər ərzində inkişaf faktoru kimi baxılır.

Azərbaycan neft yataqlarında mövcud olan ehtiyatlarının yüksək özlülüyə malik olmaları və tərkiblərində yüksək miqdarda parafinin olması danılmaz faktdır. Neft hasilatında ağır, yüksək ərimə temperaturuna malik parafin karbohidrogenləri, qatran-asfaltenlər ilə zənginləşmiş neftlərin çıxarılma payı ildən ilə artır. Bundan əlavə, neft hasilatının sürətlənməsi ilə əlaqədar olaraq yeni neft yataqlarının axtarışı da intensiv olaraq davam etdirilməkdədir. Belə yeni neft yataqları adətən, Xəzər dənizinin digər ölkələrlə sərhədyanı zonalarında və kifayət qədər dərinliklərdə aşkar edilir. Həmin neftlər yüksək özlülüyə malik olduqlarından, belə neftlərin çıxarılması, daşınması, işlənməsi və istifadə olunması ciddi problemlər yaradır. Neftdaşıyıcı boruların divarlarında və digər neft emalı vasitələrinin səthlərində parafin çöküntüləri əmələ gəlir ki, bu da həmin zərərli faktorların aradan qaldırılmasına sərf olunan xərclərin artmasına, neft yataqlarının rentabelliklərinin aşağı düşməsinə səbəb olur.

Hazırda neftin çıxarılması zamanı asfalt-parafin çöküntülərinin aradan qaldırılmasına, neftin özlülüyünün azaldılmasına xidmət edən optimal üsulların axtarışı davam edir. Qeyd olunanlarla yanaşı, elm və texnikanın son nailiyyətlərindən biri olan nanomaterialların hazırlanması və onların köməyi ilə mürəkkəb məsələlərin həlli istiqamətində də intensiv tədqiqat işləri aparılır. Azərbaycanın neft

çıxarılan ərazisinin çox da böyük olmaması, habelə uzun illərdir ki, neft hasil edilməsi ilə əlaqədar olaraq buruqların neftdaşıyıcı borularla təchiz edilməsi tələb olunan səviyyədə olsa da, yüksək dərəcədə parafınləşmiş, yüksək özlülüyə malik olan neftlərin çıxarılması, daşınması və istifadə edilməsi böyük iqtisadi çətinliklər törədir. Məhz bu səbəbdən də neft sənayesinə aid aparılmış tədqiqat işlərinin əksəriyyəti neftin axıcılıq qabiliyyətinin artırılması yollarının axtarılmasına, reoloji parametrlərinin yaxşılaşdırılmasına həsr edilir.

Digər tərəfdən, yüksək qatranlı neftlər laylarda müəyyən struktur mexaniki xüsusiyyətlərə malik olur, həmin neftlərin özlülükləri, hərəkətliliyi sürüşmə gərginliyindən və təzyi qradientindən asılı olur, onların məsələli mühitdə süzülmələri Nyuton və Darsi qanunlarına tabe olmur. Neft yataqlarının istismarı prosesində neft laylarının səthi boyunca təzyi geniş intervalda dəyişir, layın bir hissəsində sürüşmənin dinamik təzyi qradienti az olur, neftin hərəkətliliyi çox kiçik, özlülüüyü isə kifayət qədər böyük olur. İstismarda olan neft yataqlarından çıxarılan neftin tərkibində asfalt-qatran-parafın birləşmələrinin mövcud olduğundan, həmin quyulardan neftin çıxarılması çətinləşdirir. Qatqılar, xüsusi ilə aşağı temperaturalarda, o cümlədən, quyuların dərinliklərində neftdə qeyri-nyuton xüsusiyyətləri yaradırlar. Qeyd olunmalıdır ki, neftin tərkibində qatranın olması ona elastiklik, parafinin olması isə qeyri-xətti özlülük xüsusiyyətləri verir. Yüksək məhsuldarlıqlı neft quyularında neftin axıcılıq qabiliyyəti yüksək olduğundan, neft qaldırıcı və daşıyıcı boruların divarında parafın və digər çöküntülərin yaranması praktiki olaraq müşahidə edilmir.

Neft daşıyıcı boruların divarlarında əmələ gələn asfalt-qatran-parafın çöküntülərinin formalaşmasına və daşıyıcı boruların divarlarında yığılmasına qarşı mübarizə aparmaq üçün ilk növbədə neftin ilkin parametrləri: karbohidrogenlərin miqdarı, fraksiya tərkibi, neftin tərkibində parafinin miqdarı, molekul kütləsi, səthi gərilmə əmsalı, özlülükləri təcrübi olaraq tədqiq edilməli, kənar amillərdən asılı olaraq dəyişmə qanunauyğunluqları müəyyən

edilməlidir. Bu baxımdan müxtəlif texnoloji üsullardan və nanomateriallardan istifadə etməklə parafinləşmiş neftlərin reoloji parametrlərinin yaxşılaşdırılmasına və idarə olunmasına həsr edilmiş dissertasiya işinin mövzusunun aktualılığı şübhəsizdir.

Tədqiqatın obyektı və predmeti: Tədqiqatın obyektı kimi N.Nərimanov adına NQÇİ-də çıxarılan çox parafinli, özlü neft nümunələri götürülmüşdür. Parafinli neftlərə fiziki-kimyəvi xassələri və reoloji parametrlərinə nanohissəciklərin təsirinin tədqiqi üçün Al (60-80nm), Cu və Fe (50nm) nanohissəciklərindən istifadə edilmişdir. Nanokompozitlərin hazırlanması məqsədi ilə səthi-aktiv maddələr -neft sənayesində demulqator kimi istifadə olunan Alkan DE-202, Dissolvan-4411 demulqatorlarından və bir sıra texnoloji əməliyyatlarda geniş istifadə olunan sulfonol götürülmüşdür. Tədqiqat işində BND 50/70 bitumundan istifadə olunmuşdur. Bitumun göstəricilərini yaxşılaşdırmaq üçün yerli xammal əsasında alınan aminlər sintez olunmuş və nanokompozitlər halında tətbiq olunmuşdur.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri: Asfalt-qatran-parafin çöküntülərinin əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün nano ölçülü materialların seçilməsi, nanokompozit materialların alınması, neftlərin tərkibinin tədqiqi və uyğun tərkiblərin istifadə imkanlarının tədqiqinin aparılmasıdır.

Qeyd olunan məqsədə çatmaq üçün qarşıya aşağıdakı məsələlərin həlli qoyulmuşdur:

- Müxtəlif quyulardan və neftin saxlandığı rezervuarlardan tədqiqat üçün nümunələrin seçilməsi;
- Neft məhsullarının reoloji parametrlərinin: sıxlıqlarının, özlülüklərinin və səthi gərilmə əmsallarının tədqiq olunma üsullarının işlənməsi və müvafiq qurğuların nizamlanması;
- Reoloji parametrlərə təsir edən nanohissəciklərin seçilməsi, nanokompozitlərin hazırlanması;
- Müxtəlif quyulardan və neft rezervuarlarından götürülmüş neftlərin tərkiblərinin xromatoqrafik və faza analizlərinin aparılması;

- Neft nümunələrinin özlülüklərinin, sıxlıqlarının, səthi gərilmə əmsallarının metal nanohissəciklərinin qatılığından, materialından və temperaturundan asılılıqlarının tədqiqi;

- Səthi-aktiv maddələrin (SAM) qatılıqlarının və növlərinin neftin reoloji parametrlərinə təsirinin tədqiqi;

- Tədqiqat işinin nəticələrinin yol bitumlarının hazırlanmasında tətbiq olunmasına nail olunması.

Tədqiqat metodları: Fraksiya tərkib analizləri Perkin Elmer firmasının Perkin Elmer AutoSystem XL qaz xromatoqrafında, reoloji parametrləri təyin etmək üçün müxtəlif diametrlilik viskozimetrlərdən, xüsusi çəkinin təyini üçün müxtəlif həcmli piknometrlərdən və sistemin pH-nı müəyyən etmək üçün isə Milwaukee Instruments firmasının istehsalı olan Mi 806pH/TDS – metrdən istifadə etməklə hazırlanmış proqrama uyğun aparılmışdır.

Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar:

- Parafinli neftin reoloji parametrlərinin metal nanohissəciklərin və nanokompozitlərin qatılığından asılı olaraq dəyişmə xarakterinin xüsusiyyətləri;

- Neft məhsullarının parafinləşmə prosesinə müxtəlif amillərin təsiri;

- Müxtəlif parafinli quyulardan götürülmüş xam neftin fraksiyalara görə analizi;

- Parafinli neftin istilik - fiziki parametrlərinin nanohissəciklərin, nanokompozitlərin qatılıqlarından və kənar amillərin təsirindən asılılıqları;

- Neftin parafinsizləşdirilməsini təmin edən nanohissəciklərin və nanokompozitlərin optimal qiymətlərinin müəyyən edilməsi;

- Neft çöküntülərindən praktikada istifadə olunma imkanları.

Tədqiqatın elmi yeniliyi:

- Yüksək özlülüklü malik, tərkibində parafin-qatran-asfalt birləşməsi olan ağır neftlərin özlülüklərinin azaldılması, reoloji parametrlərinin optimal qiymətlərinin əldə edilməsi üçün metal nanohissəciklərdən və səthi-aktiv maddələrdən istifadə edilmiş;

- Müxtəlif neft mədənlərindən çıxarılan yüksək özlülüklü neft nümunələrinin fraksiyalara görə analizləri aparılmış, onların paylanma xarakterləri müəyyən edilmiş;

- Metal nanohissəciklərinin və səthi-aktiv maddə - nanohissəcik nanokompozitlərinin parafinli neftlərin sıxlıqlarını, özlülüklərini, səthi gərilmə əmsallarını azaltmağa uyğun optimal qiymətləri müəyyən edilmiş;

- Parafinli neftin aktivləşmə parametrləri təyin edilmiş, onların kənar amillərin, nanohissəciklərin qatılıqlarından asılı olaraq dəyişmə xarakterləri müəyyənləşdirilmişdir.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti: Parafinli neftlərin nanohissəciklərin və nanokompozitlərin köməyi ilə reoloji xassələrinin yaxşılaşdırılması və keyfiyyətli yol bitumlarının alınma üsulu təklif edilmişdir. Bu nəticələr həmçinin "Dəmirli Yol Tikinti MMC" müəssisəsində və "Azərbaycan avtomobil yolları" dövlət agentliyində tətbiq edilmişdir. Bu haqda alınmış aktlar dissertasiyaya əlavə edilmişdir.

Aprobasiyası və tətbiqi: Dissertasiya işinin mövzusu üzrə 5-i xarici nüfuzlu jurnallarda olmaqla, 18 elmi məqalə və konfrans materialları çap olunmuşdur. Dissertasiyanın əsas nəticələri aşağıdakı konfranslarda:

- "Ekologiya və həyat fəaliyyətinin Mühafizəsi" VII ənənəvi Beynəlxalq Elmi Konfransı, Sumqayıt Dövlət Universiteti, 7-8 may 2012;

- "Ekologiya və həyat fəaliyyətinin Mühafizəsi" üzrə "Sənaye ili" nə həsr olunmuş VIII ənənəvi Beynəlxalq Elmi Konfransı, Sumqayıt Dövlət Universiteti, 3-4 dekabr 2014;

- Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr edilmiş Gənc tədqiqatçıların III Beynəlxalq Elmi konfransı", Bakı, 17-18 aprel, 2015;

- Doktorant və gənc tədqiqatçıların XIX Respublika elmi konfransı, Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, Bakı, 7-8 aprel, 2015;

- Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 94-cü ildönümünə həsr edilmiş Gənc tədqiqatçıların I Beynəlxalq Elmi Konfransı, Qafqaz Universiteti (indiki Bakı Mühəndislik Universiteti), Bakı, 18-19 aprel 2017;

- Прорывные научные исследования: проблемы, закономерности, перспективы Сборник статей XIV Международной научно-практической конференции, г. Пенза, 27 января 2020г.

Sumqayıt Dövlət Universitetinin Kimya və biologiya fakültəsinin elmi seminarlarında müzakirə edilmişdir.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı: Dissertasiya işi Sumqayıt Dövlət Universitetinin "Neft kimyası" kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Müəllifin şəxsi iştirakı: Müəllif tərəfindən tədqiqatın əsas məqsədi və onlara nail olmaq üçün qarşıya qoyulan məsələlər göstərilmiş, tədqiqatların istiqamətləri müəyyən olunmuş, nəticələrin emalı, sistemləşdirilməsi və müzakirəsi keçirilmişdir. Müəllif eyni zamanda laboratoriya və təcrübə-sənaye tədqiqatlarının hazırlanması və aparılmasında birbaşa iştirak etmişdir.

Dissertasiyanın quruluşu və həcmi: Dissertasiya girişdən, 4 fəsildən, əsas nəticələrdən, 21 şəkildən, 32 cədvəldən, istifadə olunan 160 adda ədəbiyyat siyahısını əhatə edərək 162 səhifədən ibarətdir. Dissertasiya cədvəlsiz, şəkilsiz və ədəbiyyat siyahısız 210307 işarədən ibarətdir.

Dissertasiyanın əsas məzmunu: Girişdə dissertasiyanın mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədi, elmi yeniliyi, praktiki əhəmiyyəti və işin əsas müdafiəyə çıxarılan əsas müddəaları müəyyən edilmiş, həmçinin dissertasiyada baxılan məsələlər haqqında mövcud nəzəri və təcrübə işlərin qısa xülasəsi verilmişdir.

Dissertasiya işinin I fəslində neftin parafinləşməsinə və onun aradan qaldırılması metodlarına həsr edilmiş tədqiqat işlərinin analizi aparılmışdır. Parafin çöküntülərinin kimyəvi tərkibi və xarakterləri, neftdaşıyıcı borularda və qurğularda mövcud olan vəziyyətin təhlili, parafin çöküntüləri ilə mübarizənin bəzi üsulları, o cümlədən, kimyəvi üsullar haqqında məlumatlar öz əksini tapmışdır.

Dissertasiya işinin II fəslində parafinləşmiş neftlərin xromatoqrafik analizinin aparılma texnologiyası şərh edilmiş, neftin çıxarılması, daşınması, saxlanması proseslərində özlülüklərin dəyişmə səbəbləri barədə məlumatlar verilmiş, neftin səthi gərilmə əmsalının, tədqiq edilməsində istifadə olunan üsulun təsviri verilmişdir.

Təqdim olunan işdə parafinli neftlərin təmizlənməsində Fe, Cu və Al metal nanohissəciklərdən istifadə edilməsi təsadüfi xarakter daşımır. Bu maddələr sulu mühitdə belə toz halını saxlaya bilər, qiymətləri ucuzdur, ehtiyatları çoxdur, onların iştirakı ilə yeni tip nanokompozitlərin tədqiqi səviyyəsi çox aşağıdır.

Tədqiqat işində istifadə edilən mis nanohissəciklərinin sıxlığı 8.94 q/sm^3 , ərimə temperaturu 1083°C , qaynama temperaturu 2517°C , molyar kütləsi 63.5 q/mol ; dəmir nanohissəciklərinin sıxlığı - 7.86 q/sm^3 , ərimə temperaturu 1535°C , qaynama temperaturu 2750°C , molyar kütləsi 55.85 q/mol -dur. Dəmir nanohissəcikləri kolloid kimya zol-gel və ya buxardan çökdürmə yolu ilə alınır. Al-un sıxlığı 2.70 q/sm^3 , ərimə temperaturu 660.32°C , qaynama temperaturu 2319°C , molyar kütləsi 26.98 q/mol dur.

Dissertasiya işinin əsas eksperimental nəticələrinin toplandığı **III fəslində** müxtəlif neftçixarma quyularından və neft rezervuarından götürülmüş neft nümunələrinin fraksiya tərkib analizlərinin aparılması, neftin tərkibindəki parafinlərin ümumi miqdarlarının, qaynama temperaturlarının təyin edilməsi öz əksini tapmışdır.

Əmtəə rezervuarından götürülmüş neft nümunəsinin fraksiya tərkibinin analizi göstərmişdir ki, parafinin ən yüksək miqdarı C_8 fraksiyasında müşahidə edilir, C_{15} - C_{19} fraksiyalarının tərkibində parafinlərin faizlə miqdarı 3.05-3.35 arasında dəyişir. Əmtəə rezervuarından götürülmüş neft fraksiyalarının kütlə miqdarının temperatur asılılığı öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, fraksiyaların molekul kütlələrinin C_{41} -ə qədər artmasına uyğun olaraq qaynama temperaturları da qanunauyğun şəkildə 522°C -yə qədər artır.

Xromatoqrafik metodun nəticələrinə əsasən 429 və 411 saylı hasilat quyularından (N.Nərimanov adına NQÇİ) götürülmüş parafınli neft nümunələrində fraksiyaların kütlə miqdarlarının və qaynama temperaturlarının karbohidrogenlərin miqdarlarından asılılıqları göstərir ki, neft rezervuarından götürülmüş nümunələrdə olduğu kimi, bu neftlərin tərkibində də C₈ fraksiyasının miqdarı ən yüksək olub, 3.55% təşkil edir. Müəyyən edilmişdir ki, C₅-C₄₀ fraksiyalarının qaynama temperaturları 36-522°C arasında dəyişir. Orta qaynama temperaturu isə 343°C olmuşdur [6,12].

Məlum olduğu kimi neftin sıxlığı xam neftin keyfiyyətini xarakterizə edən vacib parametrlərindən biri olmaqla, onun tərkibində mövcud olan qatranların, asfalten və parafınlərin miqdarından, temperaturdan, onda həll olmuş qazların miqdarından və təzyiqdən kəskin asılı olan parametrdir. Buna görə də neftin çıxarılması, daşınması, işlənməsi və son nəticədə satılması üçün onun sıxlığının müəyyən standartlara uyğun gəlməsi təmin edilməlidir. Qeyd olunanları nəzərə alaraq neftin sıxlığının və səthi gərilmə əmsalının temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi tədqiq edilmişdir. Tədqiqatlar 17-67°C temperatur intervalında aparılmış, həmin temperatur intervalında səthi gərilmə əmsalı 29.68 mN/m-dən 25.4 mN/m-ə qədər azalmışdır. Səthi gərilmə əmsalından fərqli olaraq, tədqiq olunan temperatur intervalında sıxlığın nisbətən zəif azaldığı müşahidə edilmişdir.

Tədqiq olunan neft nümunələrində analoji tədqiqatlar 50 nm ölçülü dəmir nanohissəciklərinin iştirakında da aparılmışdır [8]. Müəyyən edilmişdir ki, dəmir nanohissəciyinin qatılığının 0-dan 0.001%-ə qədər artması zamanı səthi gərilmə əmsalı 29.67 mN/m-dən 26.4 mN/m-ə qədər azalır, qatılığın sonrakı 0.01%-ə qədər artırılması səthi gərilmə əmsalına, praktiki olaraq təsir göstərmir. Bu o deməkdir ki, sınaq neft nümunəsinin səthi gərilmə əmsalı dəmir nanohissəciyinin aşağı hədlərində - 0.001% qiymətində özünün minimal qiymətini alır.

Müəyyən edilmişdir ki, II sınaq quyusundan götürülmüş parafınli neftin səthi gərilmə əmsalı dəmir nanohissəciyinin təsirinə

məruz qalmazdan əvvəl temperaturun artması ilə 29.7 mN/m-dən 26.3 mN/m-ə qədər, nefti dəmir nanohissəciyi ilə emal etdikdən sonra isə çox cüzi 25.5 mN/m-dən 25.4 mN/m-ə azalır. Qeyd etmək lazımdır ki, tədqiq olunan temperatur intervalında dəmir nanohissəciyin təsirinə məruz qalmış neftlərin səthi gərilmə əmsalının qiymətlərində azalma müşahidə olunur.

Neftin sıxlığı kəskin dəyişməmişdir. Bu neftin tərkibindəki nanohissəciyin qatılığının 0.005%-ə qədər artması ilə sıxlığı 861 kq/m³-dan 871 kq/m³-a qədər artmış, sonra hissəciklərin miqdarının 0.01%-ə qədər artması zamanı isə 867 kq/m³-a qədər azalmışdır.

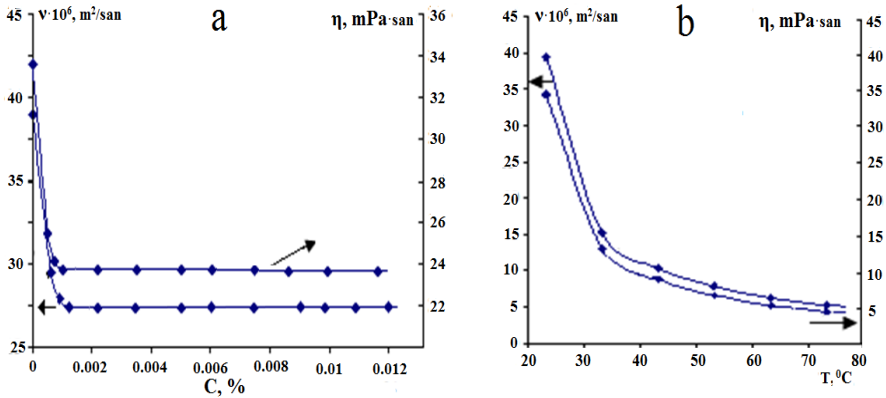
Müxtəlif tərkibli və müxtəlif miqdarda götürülmüş səthi-aktiv maddələrin parafinli neft nümunələrinin reoloji parametrlərinə təsiri də tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, səthi gərilmə əmsalı nümunənin tərkibindəki Alkanın miqdarının 0.0025%-ə qədər artması halında kəskin azalır və Alkanın (Alkan-202 reagentinin) qatılığının 0.0025%-ə qədər artması halında kəskin azalır və Alkanın miqdarının bundan sonrakı artımından asılı olmayaraq sabit qalır, səthi gərilmə əmsalı özünün minimal qiymətini Alkanın 0.0025%-ə müvafiq miqdarında alır.

Nümunənin tərkibindəki Alkanın miqdarının 0.001%-ə qədər artması zamanı neftin sıxlığı zəif də olsa, artır və Alkanın miqdarının sonrakı artımından asılı olmayaraq sabit qalır. Parafinli neftə digər səthi aktiv maddələrdən - sulfonol və dissolvan (Dissolvan-4411) əlavə etməklə də həm səthi gərilmə əmsalının, həm də sıxlığın əlavələrin qatılığından asılılıqları tədqiq edilmişdir. Nəticələrin təhlili göstərmişdir ki, həm səthi gərilmə əmsalının, həm də sıxlığın əlavənin miqdarından asılı olaraq dəyişmə xarakteri eynidir.

Özlülük neftin ən həssas parametrlərindən biri olub, kənar faktorların təsirindən çox asılıdır. Bunu nəzərə alaraq, parafinli neftlərin dinamik və kinematik özlülük əmsallarının tədqiqi xüsusi elmi-praktiki əhəmiyyət kəsb etdiyindən, həmin əmsalların parafinli neftlərdə nanohissəciklərin qatılıqlarından və temperaturdan asılı olaraq dəyişmələrinin tədqiq edilməsi də xüsusi əhəmiyyət kəsb edir [3,11].

Özlülük əmsallarının 50 nm ölçülü dəmir nanohissəciklərinin qatılığından və temperaturdan asılı olaraq dəyişməsinin nəticələri şəkl. 1-də verilmişdir.

Şəkil 1a-dan görüldüyü kimi qarışıqın tərkibindəki nanohissəciyin miqdarının 0.001-ə qədər artması zamanı kinematik özlülük əmsalı 47.1-dən 27.5-ə qədər kəskin azalır, daha sonra Alkan əlavəsinin sonrakı artımı zamanı isə bu göstərici, praktiki olaraq dəyişmir.

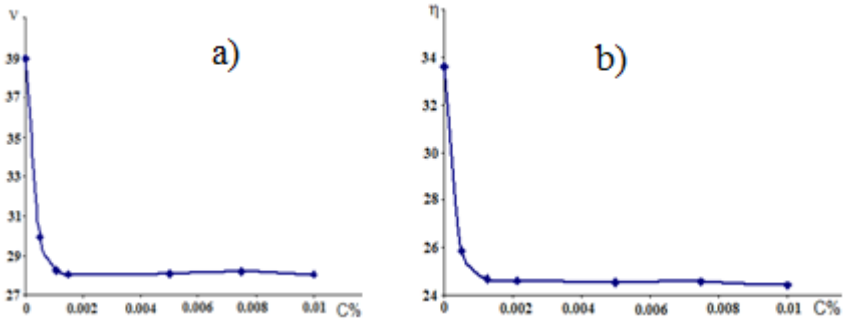


Şəkil 1. Parafinli neftin nanotəsirdən əvvəl (a) və sonra (b) kinematik (v) və dinamik (η) özlülük əmsallarının temperatur asılılıqları

Dinamik özlülük əmsalının (η) Alkanın qatılığından asılılığı da şəkil 1a-da verilmişdir. Görüldüyü kimi η -nın kəskin azalması, nanohissəciyin qatılığının 0.001-ə qədər artması zamanı müşahidə edilir, daha sonra isə əlavənin qatılığı 0.01-ə qədər artması zamanı dinamik özlülük əmsalı sabit qalır. Qeyd edək ki, parafinli neft nümunəsinin özlülük əmsalının temperatur asılılıqlarının tədqiqinin nəticələri göstərmişdir ki, temperaturun otaq temperaturundan 27°C -yə qədər artması halında kinematik özlülük əmsalı $40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{san}$ -dən $15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{san}$ -yə qədər kəskin azalmış, daha sonra isə temperaturun 67°C -yə qədər artması halında isə nisbətən zəif, $5 \cdot 10^{-6}$

$\text{m}^2/\text{san-yə}$ qədər azalmışdır. Dinamik özlülük əmsalının temperatur asılılığı da analogi olmuşdur.

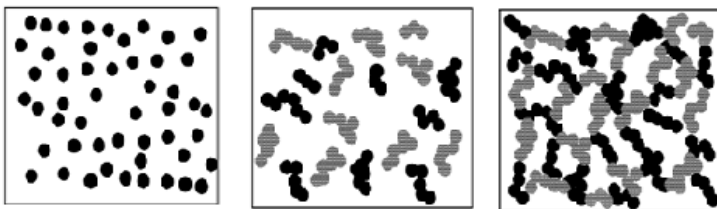
Parafinli neft məhsulunun özlülük göstəriciləri, onlara Alkan əlavə etməklə də tədqiq edilmiş, nəticələr şəkl.2-də verilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, neftin tərkibində Alkan əlavəsinin qatılığının 0.00075%-ə çatması zamanı kinematik özlülük əmsalı $38.94 \cdot 10^6 \text{ m}^2/\text{san-dən}$ $29.02 \cdot 10^6 \text{ m}^2/\text{san-yə}$ qədər azalır və azalmışdır.



Şəkil 2. Parafinli neft+Alkan qarışığının kinematik (a) və dinamik özlülük əmsallarının (b) Alkanın qatılıqlarından

Özlülük əmsalının dissolvan və sulfonol əlavələrinin qatılıqlarından asılılıqları tədqiq edilmiş və müəyyən edilmişdir ki, qatılığının 0.00075%-ə qədər artması ilə kinematik özlülük əmsalı $38.94 \cdot 10^6 \text{ m}^2/\text{san-dən}$ $29.12 \cdot 10^6 \text{ m}^2/\text{san-yə}$ qədər, dinamik özlülük əmsalı $33.64 \text{ mPa} \cdot \text{san-dən}$ $25.16 \text{ mPa} \cdot \text{san-ə}$ qədər azalır. Qatılığının sonrakı artması özlülük əmsallarının dəyişməsinə cüzi təsir edir.

Məlum olduğu kimi parafinli neftlər yüksək özlülüyə malikdirlər. Bunu izah etmək üçün həmin qarışığa kolloid sistem kimi baxılmışdır (şəkl.3) və göründüyü kimi, parafinin kiçik qatılığında neftin tərkibindəki kolloid hissəciklər bir-birindən uzaq məsafədə yerləşdiyindən zəif qarşılıqlı təsirdə olurlar və belə sistemin özlülüyü kiçik olur [7].



Şəkil 3. Kolloid sistemin hissəciklərinin qatılığından asılı olaraq sistemdə mövcud olan müxtəlif mikrostrukturlar.

Dissertasiya işinin IV fəsli neft qalıqlarının praktiki məsələlərin həllində istifadə olunma imkanlarının araşdırılmasına həsr edilmişdir. Fəslin birinci paraqrafında özlü bitumların xassələrinə polimer və səthi aktiv maddələrin təsiri tədqiq edilmişdir.

Məlum olduğu kimi, texniki baxımdan bitum-polimer kompozit tərkiblərinin hazırlanması üçün istifadə olunan polimerlər aşağıdakı tələblərə cavab verməlidir:

- asfalt-beton qarışığının hazırlanması şəraitində parçalanmamalıdır;

- asfalt-beton qarışıqlarını ənənəvi texnologiyaya uyğun avadanlıq və temperatur şəraitində hazırlayarkən bitumla qarışmalıdır;

- isti havalarda yol örtüyünün tərkibində bitumun gərginlikdən yerdəyişmə müqavimətini yüksəltməli, aşağı temperaturlarda isə onun sərtliyini artırmalıdır;

- kimyəvi və fiziki parametrləri stabil olmalı, onlara xas olan xassələri uzun müddət saxlamalı, istifadə zamanı keyfiyyətini itirməməlidir.

Bu məsələnin həll olunması üçün müxtəlif qatqı və texnologiyalardan istifadə olunmuşdur.

I nümunə kimi neft texniki neft turşusu və trietanolların 160-180⁰C-də reaksiyasından alınan səthi-aktiv maddə (SAM) götürülmüşdür. Toluol mühitində alınan SAM, texniki neft turşusunun duzundan ibarətdir. Bu SAM qəhvəyi rəngli özlü

mayedir, turşu ədədi 5-9 mq KOH/q, suyun miqdarı 0.1-0.2%-dir [13].

Polimerin bituma əlavə olunması və onun tam paylanmasını təmin etmək məqsədilə polietilenin üzvi həlledicidə məhlulu hazırlanmışdır (II qatqı). Həlledici kimi tsikloheksan istifadə olunmuşdur. Həlledicilərdə polietilen şişir və 70-80⁰C temperatur intervalında həll olur. Bitum-polimer qarışığı hazırlanarkən komponentlər bitumun yumşalma temperaturundan 10⁰C yuxarı temperaturda, 1 saat ərzində qarışdırılır, sonra temperatur tədricən 100-120⁰C-yə çatdırılır, intensiv qarışdırılır və soyudulur. Hazırlanan bitum-polimer qarışığında polietilenin miqdarı 3.0-5.0% təşkil edir. Digər bitum-polimer qarışığı nümunəsi polietilen istehsalında çıxar məhsul kimi alınan oliqomerlərdən istifadə etməklə hazırlanmışdır (III qatqı). Oliqomer otaq temperaturunda yumşaq parafinə bənzər kütlədir, bir hissəsi maye halındadır və bu səbəbdən onun bituma əlavə olunması asanlaşır. Digər nümunələrdə olduğu kimi bu nümunədə də oliqomer bituma 3-5% miqdarında əlavə olunur. Oliqomerlə birgə bituma SAM, poliefir qatranı və fosfat turşusu əlavə olunur. Oliqomer əsasında hazırlanan qarışıqda komponentlər aşağıdakı kütlə nisbətində götürülmüşdür: Polietilen oliqomeri : poliefir qatranı : fosfat t.u : SAM = 1 : 0.4 : 0.05 : 0.2.

Burada səthi-aktiv maddə kimi yağ turşuları və polietilenpoliamin əsasında 180⁰C-də sintez olunmuş, yağ turşularının amidlərindən və imidazolindən ibarət qarışıq istifadə olunmuşdur. IV qatqı kimi bu amid və imidazolin birləşmələri qarışığının 70-75⁰C-də kükürd tozu ilə işlənməsindən alınan kompozisiya götürülmüşdür.

V qatqı polietilen və IV qatqı qarışığından ibarət kompozisiya kimi hazırlanmışdır.

Hazırlanmış qatqıların özlü yol bitumuna təsiri laboratoriya şəraitində tədqiq olunmuşdur. Sınaq bitumun və qatqılar əlavə olunmuş nümunələrin “halqa və kürə” üsulu üzrə yumşalma temperaturu, dartılma göstəricisi, iynənin batma dərinliyi, daş materialına yapışması təyin olunmuş və penetrasiya indeksi

Cədvəl 1.

Səthi-aktiv maddə və polimer kompozit qatqıların özlü yol bitumuna təsirinə tədqiqinin nəticələri

Göstəricilərin adı	TŞ AZ 3536601.242-2015-ə əsasən BNB 50/70 yol bitumuna tələblər	Sınaq bitum	Qatqıların miqdarı, %								
			I (texniki neft turşusu əsasında SAM)			II (YTPE/ tsikloheksan)	III (oligoqomer/ L3603/ H ₃ PO ₄ /SAM)	IV SAM –(yağ turşuları+ PEPA)		V (polimer. SAM –yağ turşuları+ PEPA + S ₈)	
			0.5	0.75	1.0	3.0	3.0	0.5	1.0	1.5	3.0
“Halqa və kürə” üsulu üzrə yumşalma tem.-ru, °C,	49-54	49.6-50.0	50.1;50.3	49.6; 49.8	50.4;50.9	44.9; 45.0	46.0; 46.7	50.7; 51.2	52.5; 52.6	46.0; 46.3	45.1; 45.3
Dartılma göstəricisi, 25 ⁰ C-də, sm	>55	90-96	100-100	95-100	60-62	45-47	52-56	71-72	70-71	53-62	51-60
İynənin batma dərinliyi, 0,1 mm, 25 ⁰ C-də, mm	51-70	65-75	90-98	60-70	60-70	84-92	63-64	-	-	95-96	94-95
Daş materialına yapışması	II	III	II	II	II	III	III	II	II	III	III
Penetrasiya indeksi	-0.2 ÷ -0.6	-0.2 ÷ -0.6	0.3 ÷ 0.7	-0.4 ÷ -0.8	-0.4 ÷ -1.0	-1.3 ÷ -1.04	-0.4 ÷ -1.0	-	-	-0.63 ÷ -0.51	-0.95 ÷ -0.85

hesablanmışdır. Reagentlər bituma 0.5-3.0% miqdarında əlavə olunmuşdur. Tədqiqatın nəticələri cədvəl 1-də verilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi, sınaq bitumun və səthi-aktiv maddələr əsasında qatqılar əlavə olunmuş bitum nümunələrinin yumşalma temperaturu TŞ AZ 3536601.242-2015-ə əsasən BNB 50/70 özlü yol bitumuna irəli sürülən tələblər həddindədir.

Alınan nəticələrin müqayisəsi göstərir ki, nümunələrin tərkibi və onların miqdarından asılı olaraq yumşalma temperaturunda sınaq bitumun göstəricisinə nisbətən $+2.6^{\circ}\text{C}$ -yə kimi artım müşahidə olunur.

Bundan fərqli olaraq bituma səthi-aktiv maddələrin polimer materiallarla kompozisiyasının əlavə olunması qarışıqın yumşalma temperaturunun azalmasına səbəb olur. 1.5-3.0% miqdarında bituma əlavə olunan polimer-SAM kompozisiyası bitumun yumşalma temperaturunu sınaq nümunə ilə müqayisədə 5°C azaldır.

Nəticələrdən görüldüyü kimi, I qatqı 0.5% qatılıqda iynənin batma dərinliyinin artmasına səbəb olur. Belə ki, I qatqının 0.5% miqdarında bituma əlavə olunması iynənin batma dərinliyinin sınaq nümunədə müşahidə olunan 65-70-75 (0.1 mm) göstəricisinə nisbətən artmasına və müvafiq olaraq 90-95-98 (0.1mm) qiymətlər alınmasına səbəb olmuşdur.

Qatqının sonrakı artımı iynənin bituma batma dərinliyini 60-65-70 (0.1 mm) qiymətində stabilləşdirmişdir. Yüksək təzyiqli polietilenin tsikloheksanda 35.0%-li məhlulunun (II qatqı) 3.0% miqdarında əlavəsindən sonra bituma iynənin batma dərinliyi artaraq 85-92 (0.1 mm) olmuşdur. III qatqının tərkibində polimerlə yanaşı fosfat turşusunun olması bitumun qatılmasına və iynənin batma dərinliyinin azalmasına səbəb olmuşdur. Belə ki, bu zaman bituma iynənin batma dərinliyi 63-64mm (0.1 mm) olmuşdur.

Yağ turşuları və polietilenpoliamin əsasında alınmış səthi-aktiv maddənin kükürlü birgə işlənməsindən alınan kompozisiyanın toluol və tsikloheksan qarışığında məhluldan (IV qatqı) bituma 1.5 və 3.0% əlavə etdikdə sınaq nümunə ilə müqayisədə iynənin batma dərinliyinin artdığı müşahidə olunur. Sınaq nümunədə bu göstərici

65-70-75 (0.1mm) olduğu halda, V qatqının əlavəsindən iynənin batma dərinliyi 94-96mm (0.1mm) olur.

Reagentlərin bitum nümunələrinin dartılma göstəricisinə təsiri DÜİST 11505 – 75-ə müvafiq olaraq 25⁰C-də duktilometrdə tədqiq olunmuşdur. Alınan nəticələr göstərir ki, I qatqının 0.5 və 0.75% qatılıqlarında nümunələrin dartılma göstəriciləri sınaq nümunənin uyğun göstəricisindən yüksəkdir. Digər hallarda reagentlərin bituma əlavə olunması onun dartılmasının dəyişməsinə mənfi təsir edir və polimer qatqılar əlavə olunmuş nümunələrin elastikliyi sınaq nümunəsi ilə müqayisədə daha aşağıdır.

Bitumun mühüm göstəricilərindən biri onun daş materiallarına yapışmasıdır. Bu göstərici asfalt-beton nümunəsinin, eyni zamanda yol örtüyünün istismar müddətində uzun ömürlülüyünü müəyyən edir. Qatqıların tədqiqi nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, I və IV qatqıların (SAM) bütün tədqiq olunan qatılıqlarında bitumun daş materialını örtmə dərəcəsi yüksəlir, lakin polimer kompozit qatqılar bitumun bu göstəricisini aşağı salır. Tədqiqat nəticələri əsasında I və IV qatqılar qatılmış bitum nümunələrinin daş materialına yapışması yaxşı qiymətləndirilmişdir.

Beləliklə, alınan nəticələr göstərir ki, aminlər əsasında sintez olunmuş səthi-aktiv birləşmələr – üzvi turşuların amidləri və mürəkkəb efirləri özlü neft yol bitumlarına 0.5-1.0% miqdarında əlavə olunduqda onun daş materiallarına yapışmasını, həmçinin elastikliyi artırır.

Asfaltın hazırlanması prosesində bitumun tərkibinə modifikatorların və stabilizatorların əlavə olunması donma temperaturunun aşağı salınmasını, bitumun özlülüyünün azalmasını və bunun nəticəsində bitumun bərk doldurucular səthində bərabər paylanmasını təmin edir, asfaltın ilk mərhələdə “qocalma” prosesinin qarşısını alır.

Yol-asfalt-beton örtüklərinin keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması istiqamətində bituma adgeziya aşqarı kimi təbii üzvi turşuların aminli birləşmələrinin təsiri tədqiq olunmuşdur [10].

Məlumdur ki, neftin emalı zamanı liqroin, kerosin və qazoyl fraksiyalarının tərkibində C₁₀-C₁₄ texniki neft turşuları vardır. Naften turşularının aminli birləşmələrinin sintezində kerosin fraksiyasının təmizlənməsi zamanı alınan və turşu ədədi 268.7 mq KOH/q olan neft turşularından istifadə olunmuşdur. Texniki neft turşusu ilə reaksiyadan alınan maddənin (I reagent) bir hissəsi 5-10⁰C temperaturda formaldehidin 37%-li məhlulu ilə işlənmiş və molekulda –N-CH₂OH qrupları saxlayan reagent alınmışdır (III reagent).

Yağ turşuları əsasında alınan reagentin bir hissəsinə 8% miqdarında 80% suda emulsiya əmələ gətirən kükürd tozu əlavə olunmuşdur (IV reagent). Kükürd tozu aşağıdakı qranulometrik tərkibə malikdir:

6 mkm-ə kimi ölçülü hissəciklər	-	54 - 70 %
12 mkm-ə kimi ölçülü hissəciklər	-	16 - 44 %

Kükürd tozunun tərkibində 0.05 % SAM - sintanol DC-10 vardır.

Hazırlanmış reagentlər özlü yol bitumuna 0.5-1.5% miqdarında əlavə olunaraq 130-140⁰C-də 20-30 dəqiqə qarışdırmaqla bitum kompozisiyaları hazırlanmış, onların “halqa və kürə” üsulu üzrə yumşalma temperaturu, dartılma göstəricisi müəyyən olunmuşdur. Qatqılar əlavə olunmuş bitum nümunələrinin və sınaq bitumun daş materialına yapışması “passiv” yapışma metodu ilə müəyyən olunmuşdur. Bu məqsədlə 2-5 mm ölçülü daş materialı üzərinə 130-140⁰C-də bitum nümunələri hopdurulduqdan sonra metal tor üzərində qaynayan distillə olunmuş su içərisində 30 dəqiqə saxlanılmış, sonra qaynayan sudan çıxarılan nümunələr 2-3 dəqiqə soyuq suda saxlanılmış və daş materiala bitumun yapışması sınaq nümunə ilə müqayisəli tədqiq edilmişdir. Sintez olunmuş reagentlərin müxtəlif qatılıqlarında hazırlanmış bitum kompozisiyalarının nəticələri cə.d.2-də göstərilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, I, III və IV reagentlər tədqiq olunan qatılıqlarda bitumun daş materialına yapışmasına müsbət təsir edərək, onu “kafi”-dən “yaxşı” səviyyəsinə yüksəldir.

Müəyyənləşdirilmişdir ki, II qatqı 1.0 % miqdarında yaxşı təsir göstərsə də, onun sonrakı artımı (1.5%) bitumun adgeziyasının zəifləməsinə səbəb olur, eyni zamanda 0.5-1.0% qatılıqlarda bitumun yumşalma temperaturunu artırır. Bu göstərici I reagentin 1.0-1.5% qatılıqlarında 0.6-2.6⁰C, II reagentin 1.0% miqdarında 1.6-2.4⁰C, IV reagentin 0.5-1.0% qatılığında isə 0.7-2.6⁰C təşkil edir. III reagentin 0.5-1.0% qatılıqlarında bitumun yumşalma temperaturu sınaq nümunə ilə eyni olmuşdur. Modifikasiya olunmuş bitum nümunələrinin dartılmasının DÜİST 11505-75-ə müvafiq olaraq duktilometr də tədqiqi göstərdi ki, qatqıların təsirindən 25⁰C-də onların dartılma göstəricisi özlü yol bitumlarına olan tələblər səviyyəsindədir (cə.d.2). Hazırlanmış tərkiblərlə modifikasiya olunmuş bitum nümunələrinin göstəricilərinə əsasən I və IV reagentlərin daha effektiv olduğu müəyyən olunmuşdur.

Cədvəl 2

Bitum kompozitlərinin tədqiqinin nəticələri

Reagent	Reagentin qatılığı, %	Bitumun göstəriciləri		
		“Halqa və kürə” üsulu üzrə yumşalma temperaturu, ⁰ C	Dartılma göstəricisi, 25 ⁰ C-də, sm	Daş materialına yapışması
TŞ AZ 3536601. 242-2015-ə əsasən BNB 50/70 yol bitumuna tələblər	-	49 – 54	>55	II
Sınaq bitum	-	49.6 - 50	90 - 96	III
I	1.0	50.5-50.6	77-78	II
	1.5	51.8-52.6	61-62	II
II	0.5	48.9-49.1	-	III
	1.0	51.6-52.4	48-50	II
	1.5	48.8-49.9	-	III
III	0.5	46.8-47.8	72-80	II
	1.0	49.7-49.9	60-72	II
	1.5	50.1-50.7	40-44	II
IV	0.5	50.7-51.2	71-72	II
	1.0	52.5-52.6	70-71	II

Reagentlərin yerli istehsal bazası olan neft turşuları və pambıq yağı istehsalında alınan yağ turşuları vasitəsilə sintez olunduğu nəzərə alınarsa, onların gələcəkdə asfalt-beton istehsalında istifadə olunması istiqamətinin perspektiv olmasını söyləmək mümkündür.

Asfalt örtüklərinin keyfiyyəti bir sıra modifikatorların əlavə olunması vasitəsilə yaxşılaşdırıla bilər.

Müəyyən edilmişdir ki, polimer əlavələr asfaltın nüfuzetmə qabiliyyətinə, yumşalma temperaturuna, möhkəmliyinə, özlülüyünə və istiliyə qarşı müqavimətinə təsir edir. Bununla yanaşı, bəzən asfalt örtüklər gözləniləndən də tez bir zaman ərzində dağılmağa başlayırlar. Yol örtüklərinin dağılması adətən bitumun “tərləməsi”, isti havalarda asfaltın yumşalması, çatların əmələ gəlməsi və hissəciklərin ovuntu halında xırdalanması ilə müşahidə edilir. Bu səbəbdən asfalt kompozisiyalarının keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması daim gündəmdədir.

Bu sahədə yeni istiqamət nanotexnologiyanın nailiyyətlərindən istifadə olunmasıdır. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, ölçüləri 60-80 nm olan Al nanohissəciklər SAM-ların aktivliyini artırır, neftin özlülüyünə, parafin və duz çökmələrinin yığılma intensivliyinə təsir edir, eyni zamanda çox kiçik qatılıqlarda yüksək aktivlik göstərir [18].

Bununla yanaşı, səth-aktiv maddələrin Al nanohissəciklərlə kompozisiya tərkiblərin geniş intervalda dəyişən qatılıqlarının sulfonolun sulu məhlullarında səthi gərilməsi tədqiq olunmuşdur (cədvəl 3).

Alınan nəticələrdən görünür ki, tədqiq olunmuş qatılıqlarda Al-nanohissəcikləri SAM-ın sulu məhlullarının səthi gərilməsinə 70.0%-ə kimi azaldır. Lakin SAM məhlulunda nanohissəciklərin miqdarı 0.001%-dən çox olması tədqiq olunan məhlulların səthi gərilməsinə nanohissəciklərin təsir effektivliyinin azalmasına səbəb olur.

Məlumdur ki, səthi gərilmə molekul ilişmə qüvvələrinin kompensasiya olunmaması hesabına səthdə yaranan, ikifazlı mühit sərhəddində molekulara təsir edən sərbəst enerjinin artıq olması ilə əlaqədardır.

SAM məhlullarının səthi gərilməsinə Al-nanohissəciklərin
(60-80 nm) qatılığının təsiri

Məhlulda nanohissəciklərin qatılığı, % kütlə	Sulfonol + Al-nanohissəcik məhlulunun səthi gərilməsi, $10^{-3}N/m$	Səthi gərilmənin azalması, %
Sulfonol c=0.008%	18.5	-
0.0005	7.5	59.5
0.001	5.7	69.2
0.005	6.5	64.9
0.01	7.3	60.5

Nanohissəciklər molekul səviyyəsində fazalar səthində SAM ilə qarşılıqlı təsirdə olduqda, görünür, SAM molekullarına təsir edən komponentsiya olunmamış molekul qüvvələrin təsirini azaldır və bununla səthdə sərbəst enerji artıqlığını azaldır və bu səbəbdən səthi gərilmənin azalması müşahidə olunur.

Müxtəlif qatılıqlı (0.004-0.032% kütlə) sulfonol məhlullarının səthi gərilməsinə məhlulda 0.001% Al-nanohissəciklərin (60-80 nm) təsirinin tədqiqi göstərdi ki, tədqiq olunan tərkiblərdə sulfonolun qatılığı artdıqca məhlulun səthi gərilməsi $9.5 \cdot 10^{-3}N/m$ -dən $2.8 \cdot 10^{-3}N/m$ -ə kimi, başqa sözlə nanohissəciklərsiz müvafiq qatılıqlı sulfonol məhlullarının səthi gərilməsi ilə müqayisədə 69.2 – 80.9% azalır (cədvəl 4).

Bununla yanaşı, aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, bitumun tərkibinə 0.5 – 1.0% miqdarında neftdə həll olan qeyri-ionogen səthi-aktiv maddə əlavə olunduqda onun fiziki-kimyəvi göstəriciləri – dartılması, bərk səthə yapışması yaxşılaşır, eyni zamanda digər göstəriciləri yol bitumuna olan tələblərə cavab verir.

SAM – Al-nanohissəciklər (60-80 nm) qarışığı məhlulunun
səthi gərilməsinə sulfonolun qatılığının təsiri

Qatılıq, % kütlə		Səthi gərilmə, 10^{-3} N/m		Səthi gərilmənin azalması, %
Sulfonol	Al-nano (60-80 nm)	Sulfonol	Sulfonol + Al-nano	
0.002	0.001	40.6	12.0	70.4
0.004	0.001	31.4	9.5	69.7
0.008	0.001	18.4	5.7	69.2
0.016	0.001	16.6	4.0	75.9
0.032	0.001	14.7	2.8	80.9

Bununla əlaqədar olaraq bitumun göstəricilərinə səthi-aktiv maddə və Al-nanohissəciklərin birgə təsiri tədqiq olunmuşdur. Tədqiqatlarda BNB 50/70 markalı bitumdan istifadə olunmuşdur. Alınan nəticələr cədvəl 5-də və 6-da verilmişdir.

Göründüyü kimi, bitum-SAM kompozisiyasına 0.05% Al-nanohissəciklərin əlavə olunması sınaq nümunə ilə müqayisədə göstəricilərin dəyişməsinə səbəb olmuşdur. Belə ki, əlavələrlə hazırlanmış bitum nümunəsinin dartılma göstəricisi azalaraq 39-41 sm, 25°C-də 0.1 mm iynənin batma dərinliyi 55-60 və “kürə və halqa” üsuluna görə yumşalma temperaturu 49.0 – 49.5°C olmuşdur. Bununla yanaşı, bitumun qırmadaşa yapışmasında yaxşılaşma müşahidə olunmuşdur – sınaq nümunə və əlavələrlə bitumun qırmadaşa yapışması yaxşılaşmışdır.

Alüminium metal nanohissəciklərin miqdarının 0.1%-ə kimi artırılması əsasən bitum nümunəsinin dartılma göstəricisinə təsir etmiş, Al-nanohissəciklərin miqdarı 0.05%-dən 0.1%-ə artırıldıqda bitumun 25°C-də dartılması 39-41 sm-dən 65-74 sm-ə kimi artmışdır. Digər göstəricilər, xüsusən bitumun qırmadaşa yapışma göstəricisinin sınaq nümunə səviyyəsindən yaxşıya doğru dəyişməsi müşahidə olunmuşdur. Qeyd etmək lazımdır ki, SAM əlavə olunmuş

bitum nümunələrində sınaq nümunə ilə müqayisədə qırmadaşa yapışma yaxşılaşmışdır.

Cədvəl 5

SAM (1.0%) və Al-nanohissəcikləri (0.05%) əlavə olunmuş bitumun sınaq nəticələri

№	Göstəricilərin adı	TŞ AZ 3536601.242 -2015-ə əsasən BNB 50/70 yol bitumuna qoyulan tələblər	Sınaq bitum nümunəsinin göstəriciləri	SAM ilə birlikdə bitum nümunəsinin faktiki göstəriciləri	SAM + Al-nanohissəcikləri ilə birlikdə bitum nümunəsinin faktiki göstəriciləri
1	“Kürə və halqa” üsuluna görə yumşalma temperaturu, °C	49 – 54	50	48	49.5
2	İynənin bituma batma dərinliyi (penetrasiya), 25°C, 0.1 mm	51 – 70	90	70	55
3	Dartılma göstəricisi, 25°C-də, sm	>55	100	85	75
4	Qırmadaşa yapışması	II	III	II	II

I - əla, II – yaxşı, III – pis.

Asfaltın adgeziyasını artırmaq üçün müxtəlif səthi-aktiv maddələrdən istifadə olunur. Bundan əlavə asfalta suyun təsirini minimuma endirmək məqsədilə bituma toz halında sönmüş əhəng əlavə edilir. Bu, bir sıra ənənəvi asfalt qarışıqlarının tətbiqi zamanı suyun təsiri problemini həll etməyə imkan verirsə də, çox hallarda hazırlanan asfalt qarışıqları bu əlavələri qəbul etmir. Bu halda asfaltın reologiyasını modifikasiya edən əlavələr – asfaltda həll olan və həll olmayan qatqılardan istifadə olunur.

SAM (1.0%) və Al-nanohissəcikləri (0.1%) əlavə olunmuş bitumun
sınaq nəticələri

№	Göstəricilərin adı	TŞ AZ 3536601.2 42-2015-ə əsasən BNB 50/70 yol bitumuna qoyulan tələblər	Sınaq bitum nümunəsinin göstəriciləri	SAM ilə birlikdə bitum nümunəsinin faktiki göstəriciləri	SAM + Al-nanohissəcikləri ilə birlikdə bitum nümunəsinin faktiki göstəriciləri
1	“Kürə və halqa” üsuluna görə yumşalma temperaturu, °C	49 – 54	50	49	50
2	İynənin bituma batma dərinliyi (penetrasiya), 25°C, 0.1 mm	51 – 70	90	70	65
3	Dartılma göstəricisi, 25°C-də, sm	>55	100	85	95
4	Qırmadaşa yapışması	II	III	II	II

I - əla, II – yaxşı, III – pis.

Bitumda həll olmayan və onun həcmində paylanan, az həll olan reologiyasını tənzimləyən əlavə kimi müxtəlif gillər, sellüloz lifləri, silisium 4-oksidi və s. istifadə olunur. Asfaltda həll olan reoloji modifikatorların çeşidi daha genişdir. Bu tip əlavələrə müxtəlif mənşəli qatranlar, yağ turşuları və onların sabunları, doymuş spirtlər, hidrogenləşdirilmiş yağlar, təbii bitki qatranları və s. maddələr aiddir. Bu tərkiblər yüksək temperaturda asfaltda həll olaraq homogen qarışıq əmələ gətirir, koqeziya möhkəmliyini təmin edir. Asfaltda həll olan komponent kimi yağ turşuları və texniki neft turşusunun

duzu – texniki neft turşusunun alüminium duzu hazırlanmış və bituma əlavə olunaraq sınaqdan keçirilmişdir.

Yağ turşuları pambıq yağının təmizlənməsi zamanı alınan natrium duzlarının – soapstokun 85 – 90°C-də turşularla işlənməsi vasitəsilə hazırlanmışdır. Alınan turşular qarışığı əsasən doymamış turşulardan – linolen (43.0%) və olein (31.0%) turşularından təşkil olunmuşdur. Bundan başqa onun tərkibində palmitin (24.0%) və stearin (2.0%) turşuları olur.

Texniki neft turşusunun alüminium duzu H.Əliyev adına neftayırma zavodunda yanacaq fraksiyalarının naften turşularından təmizlənməsi zamanı alınan natrium naftenatlar (“qələvi tullantısı”) əsasında hazırlanmışdır. Proses asan həyata keçirilir və alüminium duzunun sulu məhlulu ilə qələvi tullantısının adi şəraitdə qarışdırılması ilə aparılır. Alınan texniki neft turşusunun alüminium duzu suda həll olmadığından çökür və məhluldan filtrləmə yolu ilə təmizlənir.

Cədvəldən görüldüyü kimi, sistemə texniki neft turşusunun alüminium duzunun əlavə olunması bitumun göstəricilərinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir etmişdir. Belə ki, 3.0% texniki neft turşusunun alüminium duzu qatqısı olan bitum nümunəsinin yumşalma temperaturu 50-55°C-dən 46.8-46.9°C-yə kimi azalmış, eyni zamanda penetrasiyada və dartılmada da azalma müşahidə olunmuşdur. Yumşalma temperaturunun azalmasına baxmayaraq iynənin batma dərinliyinin artmaması onu göstərir ki, qatqının təsirindən bitumun özüllüyü artmışdır. Bitumun göstəricilərinin belə dəyişməsi texniki neft turşusunun alüminium duzunun miqdarının sonrakı artımı zamanı daha kəskin müşahidə olunur.

Alınan nəticələr göstərir ki, bitum-SAM kompozisiyasına 0.05% alüminium nanohissəciklər əlavə olunması sınaq nümunə ilə müqayisədə göstəricilərin dəyişməsinə səbəb olmuşdur. Belə ki, əlavələrlə hazırlanmış bitum nümunəsinin dartılma göstəricisi azalaraq 39-41 sm, 25°C-də 0.1 mm iynənin batma dərinliyi 55-60 və “kürə və halqa” üsuluna görə yumşalma temperaturu 49.0 – 49.5°C olmuşdur. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki,

bitumun tərkibinə 0.5-1.0 % miqdarında neftdə həll olan qeyri-ionogen səthi-aktiv maddə əlavə olunduqda onun fiziki-kimyəvi göstəriciləri - dartılma göstəricisi, bərk səthə yapışma göstəricisi yaxşılaşır, eyni zamanda digər göstəriciləri yol bitumuna olan tələblərə cavab verir. Alınmış nəticələrə əsaslanaraq bitumun göstəricilərinə səthi-aktiv maddə və Al nanohissəciklərin birgə təsiri tədqiq olunmuşdur. Tədqiqatlarda BNB 50/70 markalı bitumdan istifadə olunmuşdur (cədvəl 7). Alüminium metal nanohissəciklərin miqdarının 0.1 %-ə kimi artırılması əsasən bitum nümunəsinin dartılma göstəricisinə təsir etmişdir. Al nanohissəciklərin miqdarı 0.05 %-dən 0.1 %-ə artırıldıqda bitumun 25⁰C-də dartılma göstəricisi 39-41 sm-dən 65-74 sm-ə kimi artmışdır.

Cədvəl 7

SAM (1.0 %) və Al-nanohissəcikləri (0.05% və 0.1%) əlavə olunmuş bitumun sınaq nəticələri

No	Göstəricilərin adı	TŞ AZ 3536601.242-2015-ə əsasən BNB50/70 yol bitumuna tələblər	Sınaq bitum nümunəsinin göstəriciləri	SAM ilə birlikdə bitum nümunəsinin faktiki göstəriciləri	SAM + Al-nanohissəcik-ləri ilə birlikdə bitum nümunəsinin faktiki göstəriciləri
1	“Kürə və halqa” üsuluna görə yumşalma temperaturu, ⁰ C	49 – 54	50-55	48 - 49	49.0 – 49.5
2	İynənin bituma batma dərinliyi, 25 ⁰ C, 0.1 mm	51 – 70	85-90	60 - 75	55 – 60
3	Dartılma göstəricisi, 25 ⁰ C-də, sm	>55	100	85 – 86	74 -78
4	Qırmadaşa yapışması	II	III	II	II

I - əla, II – yaxşı, III – pis.

Digər göstəricilər, xüsusən bitumun qırmadaşa yapışması yaxşılaşmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, SAM əlavə olunmuş bitum

nümunələrində də sınaq nümunə ilə müqayisədə qırmadaşa yapışma yaxşılaşmışdır.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. İlk dəfə olaraq müxtəlif neft mədənlərindən (quyularından) götürülmüş xam neft nümunələrinin xromatoqrafik fraksiya analizləri aparılmışdır [7,14].
2. Parafinləşmiş neft məhsullarının sıxlıq, səthi gərilmə əmsalı, dinamik və kinematik özlülük əmsallarının orta diametri ~50 nm olan dəmir və mis nanohissəciklərinin qatılıqlarından asılılıqları tədqiq edilmiş, nanohissəciklərin həmin parametrlərin optimal qiymətlərinə müvafiq miqdarları təyin edilmişdir [3,6,7,8,9,11,12,14,16].
3. N.Nərimanov adına NQÇİ-nin əmtəə rezervuarından və müxtəlif quyulardan götürülmüş parafinli neft nümunələrinə 0.0001% kütlə nisbətində dəmir nanohissəciklərin (hissəciyin orta diametri ~50 nm) təsirindən sonra bu neft nümunələrinin səthi gərilmə (10-11) %, kinematik və dinamik özlülük əmsalları (37.2-41.6%) azalır, mis nanohissəciyin (orta diametri ~50 nm) təsirindən sonra isə bu neft nümunələrinin səthi gərilməsi 5.6%, kinematik və dinamik özlülük əmsalları 18% azalır, sıxlıqları isə demək olar ki, dəyişmir [3,8,11].
4. Müəyyən edilmişdir ki, neftin aşağı temperaturalarda parafin çöküntülərinin əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün orta diametri ~50 nm ölçülü dəmir və mis nanohissəciklərindən istifadə etməklə nail olmaq olar [8,9].
5. Səthi-aktiv maddələrdən və metal nanohissəciklərdən ibarət nanokompozitlərdən istifadə etməklə neftin parafinsizləşdirilməsi metodu işlənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, parafinli neft nümunəsinə 0.0011% kütlə nisbətində Alkan və 0.00075% kütlə nisbətində orta diametri ~50 nm dəmir nanohissəciyi birgə kombinasiyasından ibarət nanokompozitin təsiri nəticəsində bu neft nümunələrinin sıxlıqlarının demək olar ki, dəyişməməsi, səthi

gərilmə əmsalı 11%, kinematik və dinamik özlülük əmsalları isə 25.5% azalması göstərir ki, Alkan və 50 nm dəmir nano-hissəciklərinin kombinasiyasından hazırlanmış nanokompozitlər ən yüksək effektivliyə malikdir [7,14].

6. Neftin reoloji parametrlərinin eksperimental qiymətlərinə əsasən onun istilik – fiziki parametrləri – entropiyanın, entalpiyanın və Gibbs enerjisinin dəyişmələri tədqiq edilmiş, kənar amillərdən təsirləri araşdırılmışdır [12].
7. Müəyyən edilmişdir ki, neft sistemlərində parafin - asfalt – qatran çöküntülərinin yaranmasında, qatran və asfaltə nisbətən parafin komponentinin rolu çox böyükdür. Qatran daşıyıcı sistemlərdə parafinin kristallaşmasını və formalaşmasını ləngidir, asfaltənlər isə kristallaşma mərkəzi rolunu oynayır [10].
8. Müəyyən edilmişdir ki, müxtəlif tərkibli səthi-aktiv maddələrdən və üzvi turşuların aminli birləşmələrinin qarışığından istifadə etməklə yol örtüklərində istifadə olunan yüksək özlülüyə malik bitumların xassələrini tənzimləmək və yaxşılaşdırmaq mümkündür [10,13].

Dissertasiya işinin mövzusunə aid çap olunmuş elmi işlərin siyahısı:

1. Əhmədova, R.R., Hüseynova, A.E., Əliyeva, A.Ş., Avdunova, A.M. Neft hasilatının ətraf mühitə ekoloji təsiri // “Ekologiya və həyat fəaliyyətinin mühafizəsi” VII ənənəvi Beynəlxalq Elmi Konfransı, - Sumqayıt: - Sumqayıt Dövlət Universiteti, - 7-8 may, - 2012, - s. 305-308.
2. Məmmədov, E.A. Neft məhsulları ilə çirklənmiş torpaqların təmizlənməsində reagentlərin rolunun təsirinin Abşeron yarımadasının timsalında araşdırılması / E.A.Məmmədov, M.A.Hüseynov, A.Ş. Əliyeva [və b.] // Azərbaycan Texniki Universiteti "Elmi əsərlər" fundamental elmlər, - Bakı: - 2013. cild 2, №2, - s. 22-26.

3. Hüseynova, A.E., Əliyeva, A.Ş., Avdunova, A.M. Texniki effektivliyin meyarları və neft sənayesində ekoloji problemlər // “Ekologiya və həyat fəaliyyətinin mühafizəsi” üzrə “Sənaye ili”nə həsr olunmuş VIII ənənəvi Beynəlxalq Elmi Konfransı, - Sumqayıt: Sumqayıt Dövlət Universiteti, - 2014, - s. 46-48.
4. Məmmədov, E.A., Əliyeva, A.Ş. Neft məhsulları və asılı maddələrlə çirklənmiş neftmədən tullantı sularının yerli mineral xammal əsaslı reagentlərlə təmizlənməsi texnologiyası // - Sumqayıt: Sumqayıt Dövlət Universiteti "Elmi xəbərlər" texniki və təbiət elmləri bölməsi, - 2014. cild 14, №1, - s. 24-27.
5. Məmmədov, E.A., Əliyeva A.Ş. Nanohissəciklərin parafinli neftin reoloji parametrlərinə təsiri // “Ekologiya və həyat fəaliyyətinin mühafizəsi” üzrə “Sənaye ili”nə həsr olunmuş VIII ənənəvi Beynəlxalq Elmi Konfransı, - Sumqayıt: Sumqayıt Dövlət Universiteti, - 2014, - s. 121-124.
6. Məmmədov, E.A., Əliyeva, A.Ş. Parafinli neftlərin dinamik, kinematik özlülük əmsallarına, səthi gərilmə əmsalına və sıxlığına nanohissəciklərin təsirinin tədqiqi // - Bakı: Azərbaycan Texniki Universiteti "Elmi əsərlər" fundamental elmlər, - 2014. №2, - s. 236-240.
7. Əliyeva, A.Ş. Dəmir nanohissəciyin lay sularının sıxlığına və özlülüyünə təsirinin tədqiqi // Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XIX Respublika Elmi Konfransının materialları, - Bakı: Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, - 7-8 aprel, - 2015, - s. 76-78.
8. Əliyeva, A.Ş. Mis nanohissəciyinin parafinli xam neftin fiziki-kimyəvi xassələrinə təsiri // Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr edilmiş Gənc tədqiqatçıların III Beynəlxalq Elmi konfransı" - Bakı: Qafqaz Universiteti (indiki BMU), - 17-18 aprel, - 2015, - s.163-164.
9. Gojaev, E.M. Research of Affection of iron nanoparticles on chemical indicators and reological parameters of waxy crude oil / E.M.Gojaev, E.A.Mammadov, A.Sh.Alieva // American Chemical Science Journal, - 2015. vol. 9, № 3, - pp. 1-6.

10. Годжаев, Э.М. Адгезийные особенности аминовых соединений органических кислот / Э.М.Годжаев, Э.А.Мамедов, А.Ш. Алиева [и др.] // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, Журнал научных публикаций, - Москва: - 2016. №12, часть I, - с. 19-22.
11. Əliyeva, A.Ş. Metal nanohissəciklərin parafinləşmiş neftin reoloji parametrinə təsiri. // Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 94-cü ildönümünə həsr edilmiş Gənc tədqiqatçıların I Beynəlxalq Elmi Konfransı, - Bakı: Bakı Mühəndislik Universiteti, - 05-06 may, - 2017, - s.162-164.
12. Əliyeva, A.Ş. Parafinli neftin fraksiyon tərkib analizi və reoloji parametrlərinə əsasən aktivləşmə parametrlərinin hesablanması // - Sumqayıt: Sumqayıt Dövlət Universiteti Elmi xəbərlər Təbiət və texniki elmlər bölməsi, - 2017. cild 17 №2, - s. 33-40.
13. Годжаев, Э.М. Влияние полимеров и поверхностно активных веществ на свойства вязких дорожных битумов / Э.М.Годжаев, Э.А.Мамедов, А.Ш. Алиева [и др.] // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, Журнал научных публикаций, - Москва: - 2017. № 09, часть I, - с. 9-12.
14. Əliyeva, A.Ş. Parafinli neftin fiziki-kimyəvi və reoloji parametrlərinə metal nanohissəciyin təsirinin tədqiqi // - Bakı: Azərbaycan Texniki Universiteti "Elmi əsərlər" fundamental elmlər, - 2019. №1, - s. 55-58.
15. Мамедов, Э.А., Алиева, А.Ш. Влияние наночастиц железа на реологические параметры парафиновой нефти // - Bakı: Neft təsərrüfatı jurnalı, - 2017. № 10, - s. 30-36.
16. Годжаев, Э.М. Выбор и исследование химических реагентов для получения деэмульгаторов / Э.М.Годжаев, Э.А.Мамедов, А.Ш.Алиева [и др.] // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, Журнал научных публикаций, - Москва: - 2018. №01 (108), часть II, - с. 5-8.
17. Alieva, A.Sh. Preparation of demulsifiers for improvement of the physical-chemical parameters of the oil products // - Baku:

Processes of Petro chemistry and Oil Refining (PPOR),
Scientific journal, - 2019. Vol. 20, №4, - pp. 506-512.

18. Алиева, А.Ш. Влияние металлической наночастицы на реологические параметры сырой нефти из каспийской низменности // Прорывные научные исследования: проблемы, закономерности, перспективы Сборник статей XIV Международной научно-практической конференции, - Пенза: - 27 января, - 2020, - с. 26-29.



Dissertasiyanın müdafiəsi 19 may 2021-ci il tarixində saat 13:00-da Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.16 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

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

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

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 14 aprel 2021-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 12.04.2021

Kağızın formatı: 60x84 ^{1/16}

Həcm: 42483

Tiraj: 100