

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

NEFT YATAQLARININ İŞLƏNMƏSİ SƏMƏRƏLİLİYİNİN ARTIRILMASI ÜÇÜN MÜRƏKKƏBLƏŞMƏLƏRƏ QARŞI NANOSİSTEMLƏRİN İŞLƏNİLMƏSİ VƏ TƏTBİQİ

İxtisas: 2526.01 - “Dəniz faydalı qazıntı yataqlarının işlənməsi
texnologiyası”

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Könül Şahbaz qızı Cabbarova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş
dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2024

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkətinin “Neftqazəlmütədqatlayihə” İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: Texnika elmləri doktoru, professor
Eldar Qəşəm oğlu Şahbazov

Rəsmi opponentlər: Texnika elmləri doktoru, dosent
Hacan Qulu oğlu Hacıyev
Texnika elmləri doktoru
Mübariz Sevdimalı oğlu Xəlilov
Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Bünyad Zinhar oğlu Kazımov

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti nəzdində fəaliyyət göstərən BED 2.03 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri: Texnika elmləri doktoru,
dosent
A.Ə. Süleymanov

Dissertasiya şurasının elmi katibi: Texnika üzrə fəlsəfə doktoru,
dosent
Y.Y. Şmonçeva

Elmi seminarın sədri: AMEA-nın müxbir üzvü,
texnika elmləri doktoru,
professor
Q.İ. Calalov

İmzaları təsdiq edən
ADNSU-nun Elmi katibi, dosent **N.T. Əliyeva**



İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Respublikamızın dəniz neft-qaz yataqlarının işlənməsi və istismarı proseslərində bir sıra texnoloji, iqtisadi və ekoloji problemlər yaranır ki, nəticədə layların neftvermə əmsalının kəskin azalması, quyudibi zonada mürəkkəbləşmələrin meydana çıxması müşahidə olunur. Uzun müddət istismar olunan yataqlarımız üçün xarakterik mürəkkəbləşmələrdən sayılan duzçökmə prosesi quyuların səmərəli istismar rejimlərinə ciddi maneə yaradan problemlərdəndir. Duzçökmənin yaratdığı fəsadlarla bağlı təhlillər göstərir ki, yeraltı və mədən avadanlıqlarının kimyəvi və mexaniki aşınma səbəblərindən kifayət qədər böyük həcmdə itkilər meydana çıxaraq texnoloji və geoloji tədbirlərin işlənilməsi zərurətini doğurur.

Bununla yanaşı, yataqlarımızdan hasil olunan qeyri-Nyuton xassəli neftlərin məsaməli mühitdə və quyudibi zonada süzülməsi zamanı yaranan asfalten-qətran-parafin (AQP) çöküntüləri quyudibi zonanın keçiriciliyinin xeyli dərəcədə azalmasına gətirib çıxardığından quyuların hasilatının aşağı düşmə tempi baş verir. Yataqlarımızı təşkil edən kollektorların əsasən şişməyə meyli gil süxurlarından ibarət olması da öz növbəsində süzülmə prosesinə mənfi təsir göstərərək quyudibi zonanın məsamə və keçiriciliyinin bərpa olunması istiqamətində mütərəqqi texniki-texnoloji tədbirlər kompleksinin işlənmə zərurətini doğurur. Karbohidrogen ehtiyatları ilə zəngin yataqlarımız üçün xarakterik mürəkkəbləşmələrdən biri də quyudibi zonanın bütövlüyünün pozulması ilə əlaqədardır. Xüsusilə məhsuldar lay skeletinin deformasiyaya uğraması və əksər hallarda tam dağılması səbəbindən yeni elmi-praktik yanaşmanı özündə əks etdirən nanokarkas texnologiyasının işlənilməsi mühüm əhəmiyyətə malikdir.

Qeyd olunan mürəkkəbləşmələrə qarşı mübarizə məqsədilə kifayət qədər elmi-tədqiqat işlərinin aparılmasına baxmayaraq yeni tərkiblərin işlənilməsi öz aktuallığını saxlamaqdadır. Dissertasiya işi innovativ texnologiyalar silsiləsindən olan nanotexnologiyaların, həmçinin fülleren, qrafen, taunit və metal nanohissəcikləri əsasında

hazırlanmış nanosistemlərin işlənməsi və tətbiqi ilə neftçıxarmada mürəkkəbləşmələrin aradan qaldırılmasına həsr edilmişdir.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Neftçıxarmada yaranan mürəkkəbləşmələrə qarşı nanosistemlərin işlənməsi, tədqiqi və tətbiqi.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Neft yataqlarının işlənməsi səmərəliliyinin artırılması üçün mürəkkəbləşmələrə qarşı nanosistemlərin işlənməsi və tətbiq olunmasından ibarətdir.

Tədqiqat metodları. Qarşıya qoyulan məsələlər kompleks eksperimental və analitik tədqiqat işlərinin həyata keçirilməsi ilə həllini tapmış, alınan nəticələr mədən şəraitində tətbiq edilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

- Duzçökməyə qarşı nanostrukturulu tərkiblər;
- İstismar prosesində yaranan mürəkkəbləşmələrə qarşı fülleren, qrafen, taunit tərkibli nanosistemlər;
- Quyudibi zonanın keçiriciliyinin artırılması məqsədilə nanotərkibli kompozisiyalar;
- Şişmiş gil süxurlarının bərpası və onun stabilliyinin təmin edilməsi üçün nanosistem;
- Quyudibi zonanın bərkidilməsini təmin edən nanokarkas texnologiyası.

Tədqiqatın elmi yeniliyi:

- Lay-quyu sistemində və mədən avadanlıqlarında yaranan duzçökməyə qarşı nanosistem işlənilmişdir;
- Fülleren, qrafen, taunit nanohissəcikləri əsasında istismar prosesində yaranan mürəkkəbləşmələrə qarşı yeni nəsil nanosistemlər təklif olunmuşdur;
- AQP çöküntüləri ilə çirklənmiş quyudibi zonanın keçiriciliyinin artırılmasına və kollektorlarda olan gillərin şişməsini azaltmağa imkan verən yüksək həlletmə qabiliyyətinə malik nanosistem işlənilmişdir;
- Quyudibi zonanın bərkidilməsi məqsədilə genişlənən portland sement əsasında nanokarkas texnologiyası təklif olunmuşdur.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Kompleks eksperimental və analitik tədqiqat işlərinin həyata keçirilməsi ilə neft yataqlarının işlənməsi səmərəliliyinin artırılması üçün

mürəkkəbləşmələrə qarşı nanosistemlər işlənmişdir. İşlənmiş nanosistemlər mədən şəraitində tətbiq edilmişdir.

Aprobasiyası və tətbiqi.

Dissertasiya işinin əsas müddəaları məruzə edilmişdir:

- Gənc alimlərin I Beynəlxalq elmi konfransında, Gəncə, Azərbaycan, 17-18 oktyabr 2016;
- V Международной Конференции «NANOTECHOILGAS-2016», Москва, Россия, 22-23 ноября 2016;
- Azərbaycanın Ümummilli Lideri H.Əliyevin anadan olmasının 97-ci il dönümünə həsr olunmuş “Gənc Tədqiqatçıların IV Beynəlxalq elmi konfransı”nda, Bakı, Azərbaycan, 2020;
- “Texniki və təbiət elmlərinin innovativ inkişaf perspektivləri” Beynəlxalq elmi-texniki konfransında, Bakı, Azərbaycan, 25-26 noyabr 2021;
- The XXII International Scientific Symposium “Turkic World Between East and West” (“Şərqlə Qərb arasında Türk dünyası”) Andijan, Uzbekistan, 2022.

Dissertasiyanın nəticələri 17 elmi əsərdə, o cümlədən 10 məqalədə, 5 konfrans materialında, 1 monoqrafiyada və 1 patentdə dərc olunmuşdur.

İşlənmiş nanosistemlər mədən şəraitində tətbiq edilmişdir.

Duzçökməyə qarşı işlənmiş nanosistem “Bibiheybətneft” NQÇİ-nin 2 sayılı NQÇS-də yerləşən 2946 sayılı quyuda tətbiq edilmişdir. Nanosistemin tətbiqi nəticəsində 147 gün ərzində duzçökmə ilə əlaqədar mürəkkəbləşmə qeydə alınmamış və quyunun gündəlik neft hasilatı 0,7 tondan 1,0 tona qədər artmışdır.

Quyudibi zonanın AQP çöküntülərindən təmizlənməklə keçiriciliyinin artırılmasına imkan verən nanosistem “Neft Daşları” NQÇİ-nin Palçıq pilpiləsi yatağının 1146 sayılı meydançasında yerləşən 1331 sayılı quyuda tətbiq edilmişdir. Az keçiricilikli gilli layın quyudibi zonasına təsir effektini artıran nanosistemin tətbiqindən sonra heç bir mürəkkəbləşmə qeydə alınmamış və bir il müddətinə 482 ton əlavə neft hasil edilmişdir.

Şişmiş gil süxurlarının bərpası və onun stabilliyinin təmin edilməsi üçün işlənmiş nanosistem “Neft Daşları” NQÇİ-nin Palçıq pilpiləsi yatağının 1282 sayılı quyusunda tətbiq edilmişdir.

Nanosistemin tətbiqindən sonra heç bir mürəkkəbləşmə qeydə alınmamış və hasilatın 1,25 dəfədən çox artımı müşahidə olunmuşdur.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkətinin “Neftqazəlmitədqiqatlayihə” İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi. Dissertasiya işi giriş, üç fəsil, nəticə, istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı və əlavələrdən ibarətdir. Dissertasiya işinin ümumi həcmi 18 şəkil, 16 qrafik, 21 cədvəl, 140 adda ədəbiyyat siyahısı və əlavələr istisna olmaqla 202196 işarədir (giriş – 10289 işarə, I fəsil – 36295 işarə, II fəsil – 128010 işarə, III fəsil – 25331 işarə, nəticə – 2271 işarə).

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Girişdə dissertasiyanın əsas müddəaları verilmiş, dissertasiya işinin mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmış və işin elmi yenilikləri şərh edilmişdir.

Birinci fəsil neft yataqlarının işlənməsi zamanı yaranan mürəkkəbləşmələrin cari vəziyyətinin təhlili və tədqiqatların əsaslandırılmasına həsr edilmişdir. Dörd paraqraftan ibarət fəslin birinci paraqrafında neftçıxarmada duzçökmə problemi və onun yaranma səbəblərinin təhlilinə baxılmışdır. İkinci paraqrafda duzçökmənin neftçıxarmada yaratdığı mürəkkəbləşmələrin aradan qaldırılması istiqamətində aparılan elmi-tədqiqat işlərinin cari vəziyyətinin təhlili verilmişdir. Duzçökmənin qarşısının alınması üçün istifadə olunan müxtəlif üsullar, reagentlər və onların təsir mexanizmi şərh olunmuşdur. Üçüncü paraqrafda isə quyudibi zonanın keçiriciliyinə təsir edən amillər və onlarla mübarizə üsullarının təhlili verilmişdir. Asfaltən-qətran-parafin çöküntülərinin qarşısının alınması ilə quyudibi zonanın ilkin keçiriciliyinin bərpa olunması üsulları və onların effektivliyi şərh edilmişdir. Dördüncü paraqrafda qeyd edilən istiqamətlərdə aparılan işlərin təhlilinə əsasən tədqiqatların metodoloji yanaşma prinsipləri işlənmişdir.

Beləliklə, aparılmış təhlillər nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, hazırda duz çöküntülərinin əmələ gəlməsinə qarşı mübarizə və quyudibi zonanın AQP çöküntülərindən təmizlənməsi ilə keçiriciliyinin bərpa olunması məqsədilə kifayət qədər elmi-tədqiqat işlərinin aparılmasına baxmayaraq istifadə edilən üsulların effektivliyi və texnoloji cəhətdən əlverişliliyi neft sənayesində problemin tam aradan qaldırılmasına qadir olmadığı üçün yeni tərkib və üsulun işlənilməsi öz aktuallığını saxlamaqdadır. Tədqiqatın məqsədi neftçıxarmada mürəkkəbləşmələrin aradan qaldırılması üçün nanosistemlərin işlənilməsi və tətbiqidir.

İkinci fəsil neftçıxarmada yaranan mürəkkəbləşmələrə qarşı nanosistemlərin işlənilməsinə həsr edilmişdir. İkinci fəslin birinci paraqrafında duzçökməyə qarşı nanosistemlərin işlənilməsi üçün ilkin komponentlər seçilmiş və əsaslandırılmışdır [2, 3].

İlkin olaraq Sulfanol, natrium tripolifosfat, Alkan DE-202 B, Laprol 3603 və Laprol 4202 səthi-aktiv maddələrinin (SAM-larının) müxtəlif qatılıqlı məhlullarının fazalararası səthi gərilməsinin dəyişməsi tədqiq olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, istifadə olunan reagentlərdən Alkan DE-202 B və Laprol 4202 təxminən eyni səthi aktivlik göstərirlər. Sulfanol və natrium tripolifosfat fazalararası səthdə daha yüksək aktivliyə malikdirlər. Aparılmış tədqiqatların nəticələrinə əsasən sonrakı tədqiqatlarda Sulfanol və Alkan DE-202B, həmçinin Laprol 4202 reagentlərindən istifadə olunmuşdur.

Sulfanol və Alkan DE-202 B reagentlərinin, həmçinin onların müxtəlif nisbətlərdə kompozisiyalarının duzçökmə prosesinin qarşısının alınmasında tədqiqi titrimetrik üsulla həyata keçirilmişdir¹. Məlum olmuşdur ki, Alkan DE-202 B reagentinin 50 q/t, 150 q/t və 250 q/t sərfində duz çökmələrindən müdafiə effekti müvafiq olaraq 27,3 %, 32,8 % və 36,4 % təşkil edir. Sulfanolun göstərilən sərf hədlərində duz çökmələrindən müdafiə effekti isə uyğun olaraq 50,1%, 52,0 % və 55,3 % olmuşdur. Bu reagentlərin müxtəlif nisbətlərdə hazırlanmış kompozisiyalarının tədqiqi zamanı müəyyən olunmuşdur ki, onların duz çökmələrindən müdafiə effekti daha böyük qiymətlər alır. Belə ki, 150 q/t sərf miqdarında Sulfanol

¹Калюкова, Е.Н. Титриметрические методы анализа / Е.Н.Калюкова. - Ульяновск: УЛГТУ, - 2008. - 108 с.

və Alkan DE-202 B reagentlərinin 1:1 kütlə nisbətində duz çökmələrindən müdafiə effekti 55,7 % olduğu halda, bu SAM-ların 1:3 və 3:1 kütlə nisbətlərində isə duz çökmələrinin uyğun olaraq 54,0 % və 60, 1 % qarşısı alınır. Digər sərf miqdarlarında da analoji qanunauyğunluq müşahidə olunur. Nəticələrin təhlili göstərir ki, reagentlərin müxtəlif nisbət və sərfində müşahidə olunan duz çökmələrindən müdafiə effekti reagentlərin həmin konsentrasiyada göstəricilərinin additiv cəmindən yüksəkdir, başqa sözlə, bu reagentlərin birgə istifadə olunması sinergetik effektin alınmasını təmin edir. Qeyd etmək lazımdır ki, Sulfanol və Alkan DE-202 B səthi-aktiv maddələrinin 3:1 kütlə nisbətində duz çökmələrindən müdafiə effekti daha yüksəkdir.

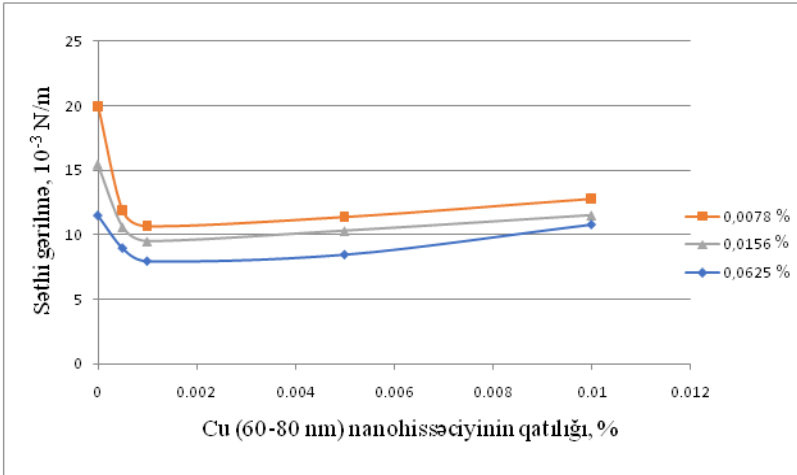
Neftçıxarmada duz çöküntüləri ilə əlaqədar olaraq yaranan mürəkkəbləşmələrin aradan qaldırılması üçün yeni innovativ texnologiya olan nanotexnologiya əsasında inhibitorların hazırlanması təklif olunmuşdur [^{2, 3, 4}]. Bu məqsədlə ilkin olaraq SAM-ların sulu məhlullarının fazalararası səthi gərilməsinin dəyişməsinə nanohissəciklərin təsirinin tədqiqi aparılmışdır. Əvvəlcə Alkan DE-202 B qeyri-ionogen SAM-ın kiçik qatılıqlı məhlullarının səthi gərilməsinin dəyişməsinə 50-70 nm ölçülü alüminium, 60-80 nm ölçülü mis və 90-110 nm ölçülü dəmir nanohissəciklərin müxtəlif konsentrasiyalarda təsiri tədqiq olunmuşdur. Belə ki, Alkan DE-202 B reagentinin 0,0078 % qatılıqlı sulu məhlullarına kiçik konsentrasiyalarda (0,0005÷0,01 %) alüminium, mis və dəmir nanohissəciklərin təsirindən səthi gərilmənin azalması müvafiq olaraq 38,5-48,0 %, 36,0-46,5 % və 33,5-44,0 % təşkil edir. Bu SAM-ın 0,0156 %-li sulu məhlullarına yuxarıda qeyd edilən konsentrasiyalarda alüminium, mis və dəmir nanohissəciklərin təsirindən səthi gərilmənin azalması 28,6-40,3 %, 24,7-38,3 % və

²Мирзаджанзаде, А.Х., Магеррамов, А.М., Нагиев, Ф.Б. О разработке нанотехнологии в нефтедобыче // Азербайджанское Нефтяное Хозяйство, - Баку: - 2005. №10, - с. 51-65.

³Шахбазов, Э.К. Нанотехнологии в нефтяной промышленности /Э.К.Шахбазов. – Баку: ГНКАР, - 2012. - 231 с.

⁴ Кирчанов, В.С. Наноматериалы и нанотехнологии / В.С.Кирчанов. – Пермь: Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета, - 2016. – 193 с.

25,3-35,1 % olmuşdur. Nəhayət 0,0625 % qatılıqlı Alkan DE-202 B reagentinə kiçik konsentrasiyalarda qeyd edilən nanohissəciklərin təsirindən məhlullarda səthi gərilmənin azalması uyğun olaraq 8,7-33,0 %, 6,1-30,4 % və 4,3-27,8 % təşkil etmişdir. Belə ki, Alkan DE-202 B qeyri-ionogen SAM-ın müxtəlif qatılıqlı məhlullarına kiçik konsentrasiyalarda 60-80 nm ölçülü mis nanohissəciyin təsirindən fazalararası səthi gərilmənin dəyişməsinin nəticələri qrafik 1-də öz əksini tapmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, Alkan DE-202 B reagentinin müxtəlif qatılıqlı məhlullarına 60-80 nm ölçülü mis nanohissəciyin 0,001 % konsentrasiyada təsiri zamanı səthi gərilmənin digər konsentrasiyalarla müqayisədə daha çox aşağı düşməsi müşahidə olunur. Nanohissəciyin 0,005 % konsentrasiyadan başlayaraq SAM-a təsiri zamanı səthi-gərilmənin qismən artması müşahidə olunur. Buna baxmayaraq bütün hallarda nanohissəciyin qeyd olunan konsentrasiyalarda SAM məhlullarına təsirindən ilkin məhlulla müqayisədə səthi gərilmənin azalması müşahidə olunur.



Qrafik 1. Müxtəlif qatılıqlarda Alkan DE-202 B reagentinin səthi gərilməsinə kiçik qatılıqlarda 60-80 nm ölçülü mis (Cu) nanohissəciyinin təsiri

Analoji qanunauyğunluq bu qeyri-ionogen SAM-a 50-70 nm ölçülü alüminium və 90-110 nm ölçülü dəmir nanohissəciyin təsiri zamanı da saxlanılır.

Tədqiqatların növbəti mərhələsində analoji qaydada alüminium, mis və dəmir nanohissəciklərin ionogen mənşəli SAM olan Sulfanolun sulu məhlullarının səthi gərilməsinə təsirinə baxılmışdır. 50-70 nm ölçülü alüminium nanohissəcik üçün qatılıqdan asılı olaraq səthi gərilmənin azalması orta hesabla 38,0-66,7 % təşkil etdiyi halda, 60-80 nm ölçülü mis nanohissəcik üçün 36,4-62,8 % olmuşdur. 90-110 nm ölçülü dəmir nanohissəcik hesabına səthi gərilmənin azalması orta hesabla 28,7-51,8 % təşkil etmişdir.

Əldə olunan statistik məlumatlar əsasında müəyyən olunmuşdur ki, tədqiq olunan metal nanohissəciklər Sulfanol məhlulunun səthi gərilməsini azaltma imkanlarına malik olub, 0,0005-0,001 % qatılıqlarda səmərəli təsire malikdir. 0,005 % qatılıqda metal nanohissəciyin əlavəsi səthi gərilməni qismən, 0,01 % əlavədə isə əsaslı surətdə artırır. Artım olduğu halda belə səthi gərilmənin qiyməti metal nanohissəciksiz SAM məhlullarının səthi gərilməsinin qiymətindən kifayət qədər azdır. Ona görə də, belə bir qənaətə gəlmək olar ki, metal nanohissəcik SAM məhlulları ilə sinergetik prinsiplər əsasında səth hadisələrinə təsir göstərir.

Beləliklə, metal nanohissəciklərin 0,001 və 0,005 % konsentrasiyalarda səthi gərilməni əsaslı surətdə azaltdığını nəzərə alaraq, tədqiqatların növbəti mərhələsində müxtəlif qatılıqlı Sulfanol məhlullarına qeyd edilən konsentrasiyalarda 60-80 nm ölçülü mis nanohissəciyin təsiri öyrənilmiş və alınmış nəticələr cədvəl 1-də öz əksini tapmışdır.

Cədvəl 1-dən də görüldüyü kimi Sulfanolun sulu məhlulunun qatılığı artdıqca, metal nanohissəciyin təsirindən səthi gərilmənin azalmasının intensivliyi azalır. Belə ki, 0,0078 %-li Sulfanol məhluluna 0,001 % mis nanohissəciyin təsirindən səthi gərilmə 62,8 % azalmışsa, 1,0 %-li Sulfanol məhlulu üçün bu göstərici 19,4 % olmuşdur. Analoji qanunauyğunluq müxtəlif (0,0078-1,0 %) qatılıqlı Sulfanol məhluluna 0,005 % 60-80 nm ölçülü mis

nanohissəciyin təsiri nəticəsində səthi gərilmənin azalmasında da müşahidə olunur.

Cədvəl 1

Sulfanol məhlullarının səthi gərilməsinin azalma dərəcəsinin 60-80 nm ölçülü mis nanohissəciyin konsentrasiyasından asılılığı

Məhlulda Sulfanolun qatılığı, % kütlə	60-80 nm ölçülü mis nanohissəciyin konsentrasiyasında (% kütlə) kompozisiyanın səthi gərilməsinin azalma dərəcəsi, $\Delta\sigma$, %	
	0,001	0,005
0,0078	62,8	56,7
0,0156	54,8	51,2
0,0625	45,7	40,3
0,125	37,5	32,5
0,25	30,8	23,1
0,5	20,6	14,7
1,0	19,4	12,9

Mis nanohissəciklərin səthi-aktiv maddələrin aktivliyini artırdığını və antibakterial təsirə malik olduğunu nəzərə alaraq, tədqiq edilən SAM nümunələrinin adı çəkilən nanohissəciklə əmələ gətirdiyi nanoSAM sistemlərinin duz çökmələrinə qarşı təsiri tədqiq olunmuşdur. Sulfanol, 3:1 kütlə nisbətində Sulfanol və Alkan DE-202 B kompozisiyasına 0,0005–0,001 % qatılıqda 60-80 nm ölçülü mis nanohissəcik əlavəsi ilə nanoSAM sistemləri işlənilmişdir. Bu nanoSAM sistemlərinin duz çökmələrinin qarşısını almaq üçün tədqiq olunan sərfi 50÷500 q/t həddində dəyişdirilmişdir. Hazırlanmış sistemlərin duzçökməyə qarşı tədqiqi nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, bütün hallarda nanohissəciklərin reagentin tərkibində olması sistemin aktivliyinin artmasına səbəb olur. Belə ki, Sulfanolun 250 q/t və 500 q/t sərfində duz çökmələrindən müdafiə effekti müvafiq olaraq 55,0 % və 58,7 % təşkil edirsə, tərkibində 0,0005 % Cu-nanohissəcikləri olan nanoSAM sisteminin həmin sərf miqdarında istifadəsi zamanı uyğun olaraq 58,2 % və 63,0 % effektivlik müşahidə olunur. Sulfanol və mis nanohissəcikdən təşkil olunmuş nanoSAM sisteminin tərkibində nanohissəciklərin miqdarı iki dəfə artırılaraq 0,001 %-ə çatdırıldıqda isə onun 250 q/t sərf

miqdarında duzçökmədən müdafiə effekti 60,9 % olmuşdur. Sulfanol və Alkan DE-202 B reagentlərinin 3:1 kütlə nisbətində kompozisiyasının 0,001 % konsentrasiyada 60-80 nm ölçülü mis nanohissəciklə əmələ gətirdiyi nanoSAM sisteminin 250 q/t sərfində duzçökmədən müdafiə effekti nanohissəciksiz tərkiblə müqayisədə daha yüksək (72,4 %) olmuşdur.

Beləliklə, tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, mis nanohissəciyin SAM-larla əmələ gətirdiyi nanoSAM sistemi nanohissəciksiz sistemlə müqayisədə duz çökmələrinin qarşısını daha effektiv alır. Təklif olunan nanoSAM texnologiyasının mahiyyəti istifadə edilmiş metal nanohissəciklərin böyük səth sahəsinə, böyük səth enerjisinə və yüksək fəallığa malik olması ilə əlaqədardır. Nanohissəciklərin əlavəsi hesabına yaranan nanoSAM məhlulları yüksək təsir imkanlarına malik olmaqla yanaşı, həm də iqtisadi baxımdan əlverişli sayıla bilər. Belə ki, istifadə olunan metal nanohissəciklərin konsentrasiyası cüzi, təsir diapazonu isə böyükdür. Nəticədə istifadə olunan səthi-aktiv maddələrin sərfinin azalması diqqəti cəlb edir. Əldə edilən bu sinergetik effektlər duzçökmə ilə mübarizə tədbirlərində nanoSAM texnologiyasının istifadəsini zəruri edir.

İkinci fəslin ikinci paragrafında duzçökməyə qarşı işlənmiş nanosistemlərin optimal tərkiblərinin seçilməsi həyata keçirilmişdir [1]. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, metal nanohissəciklərin yüksək səthi aktiv xassələrə malik olmasına baxmayaraq onlar suyun səthi gərilməsinə təsir göstərmir. Məhz buna görə də, metal nanohissəciklərin tədqiqat obyektinə yönəldilməsi üçün daşıyıcı mühitin seçilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb etmişdir. Daşıyıcı mühit qismində 350 polimerləşmə dərəcəsinə malik natrium karboksimetilsellüloza (Na-KMS) reagentinin sulu məhlulu təklif olunmuşdur. Na-KMS suda həll olan zaman məhlulun özlülüyünü artırır, bununla da mis nanohissəciklərin sistemdə paylanması və sistemin stabilliyini təmin edir. Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, Na-KMS-nin lay suyunda miqdarından asılı olmayaraq onun duz çökmələrinə təsiri müəyyən olunmamışdır.

Karbonat və hidrokarbonat ionlarına təsir etmək məqsədilə duz çökmələrinin qarşısını almaq üçün işlənmiş nanosistemin tərkibinə turşu kimi inhibirlənmiş xlorid turşusu əlavə olunmuşdur.

Duzçökməyə qarşı işlənmiş nanosistemin optimal tərkibinin müəyyən olunması məqsədilə çoxsaylı təcrübələr aparılmışdır. Alkan DE-202 B deemulqatorunun 0,1 %, Sulfanolun 0,3 %, Na-KMS polimerinin isə 0,2-1,2 % intervalında təsir imkanları öyrənilməklə yanaşı, 0,1-0,3 % qatılıqlarda inhibirlənmiş xlorid turşusunun və ölçüləri 60-80 nm olan mis nanohissəciklərin 0,0005-0,005 % intervalında əlavələri ilə duzçökməyə qarşı müdafiə effekti tədqiq edilmişdir. Aparılan çoxsaylı tədqiqatların nəticəsi cədvəl 2-də öz əksini tapmışdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, duzçökmədən müdafiə effektinin 70,0-92,3 % hədd qiymətlərində olması müəyyən edilmişdir.

Reagentin 100 q/t sərfi üçün duzçökmədən ən böyük müdafiə effekti iki tərkib üçün xarakterikdir:

I tərkib: 0,1 % Alkan DE-202 B + 0,3 % Sulfanol + 0,4 % Na-KMS + 0,3 % inhibirlənmiş xlorid turşusu + 0,005 % 60-80 nm ölçülü mis nanohissəcik və qalanı su;

II tərkib: 0,1 % Alkan DE-202 B + 0,3 % Sulfanol + 0,4 % Na-KMS + 0,3 % inhibirlənmiş xlorid turşusu + 0,001 % 60-80 nm ölçülü mis nanohissəcik və qalanı su.

Müqayisə üçün qeyd etmək ki, I və II tərkibin 100 q/t sərf miqdarında duzçökmədən müdafiə effekti uyğun olaraq 83,0 % və 84,1 % təşkil edir. II tərkibin 150 q/t və 250 q/t sərfi üçün duz çökmələrindən müdafiə effekti isə müvafiq olaraq 87,2 % və 92,3 % olmuşdur.

Beləliklə, duz çöküntülərinin qarşısını almağa imkan verən nanosistemin optimal tərkibi 0,1 % qeyri-ionogen SAM, 0,3 % ionogen SAM, 0,4 % Na-KMS, 0,3 % inhibirlənmiş xlorid turşusu, 0,001 % 60-80 nm ölçülü mis nanohissəcik və qalanı sudan ibarətdir. Tərkib qeyri-ionogen SAM kimi Alkan DE 202 B, ionogen SAM kimi Sulfanol saxlayır.

Lay sularında duz çöküntülərinin yaranması bir neçə mərhələdə baş verir. İlk dövrdə kristallaşma mərkəzləri rolunu oynayan nano ölçülü kristallar, sonra mikro hissəciklər əmələ gəlir.

Cədvəl 2

**Duz çökməyə qarşı işlənmiş nanosistemlərin optimal
tərkibinin təyini**

№	Reagent nümunələrinin tərkibi, %					Su	Reagent sərfi, q/t	Duz çökmələrindən müdafiə effekti, %
	Alkan DE-202 B	Sulfanol	Na-KMS	İnhibirlənmiş xlorid turşusu	60-80 nm ölçülü Cu-nanohissəcik			
1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,0005	100 %-ə kimi	100	70,0
2	0,1	0,3	0,4	0,1	0,0005		100	70,0
3	0,1	0,3	0,5	0,1	0,0005		100	70,0
4	0,1	0,3	0,8	0,1	0,0005		100	70,0
5	0,1	0,3	1,0	0,1	0,0005		100	70,0
6	0,1	0,3	1,2	0,1	0,0005		100	70,0
7	0,1	0,3	0,4	0,05	0,0005		100	66,4
8	0,1	0,3	0,4	0,2	0,0005		100	75,2
9	0,1	0,3	0,4	0,3	-		100	75,8
10	0,1	0,3	0,4	0,3	0,0005		100	80,3
11	0,1	0,3	0,4	0,3	0,001		100	84,1
12	0,1	0,3	0,4	0,3	0,005		100	83,0
13	0,1	0,3	0,4	0,3	0,001		50	76,3
14	0,1	0,3	0,4	0,3	0,001		150	87,2
15	0,1	0,3	0,4	0,3	0,001		250	92,3

Müəyyən vaxt ərzində bu hissəciklər assosiasiya olunaraq böyüyür və avadanlıqların səthində yığılır.

Kompleks reagentin tərkibində sistemə əlavə olunan nanohissəciklər çoxsaylı kristallaşma mərkəzləri rolunu oynayır, kiçik nano ölçülü duz kristallarının kütləvi halda alınmasını təmin edir. İstifadə olunan nanosistemdə səthi-aktiv maddələrin olması nəticəsində yaranan kristalların səthi SAM molekulları ilə izolə olunur və kristalların birləşərək böyüməsinin qarşısı alınır, kiçik ölçülü duz kristalları maye axını vasitəsilə sistemdən kənarlaşdırılır.

Beləliklə, istifadə olunan nanosistem yaranan duz kristallarının səthini izolə edərək aqlomerasiyasının qarşısını alır və kiçik ölçülü duz kristalları maye axını vasitəsilə sistemdən kənarlaşdırılır.

İkinci fəslin üçüncü paragrafında isə duzçökməyə qarşı yeni nəsil nanosistemlərin işlənilməsi və tədqiq olunmasına baxılmışdır. Bu məqsədlə qrafen, taunit və fülleren nanohissəciklərdən istifadə edilmişdir. İlkin olaraq Sulfanol və Alkan DE-202 B reagentlərinin 3:1 kütlə nisbətində kompozisiyasının 0,001 % qatılıqda karbon əsaslı nanohissəciklər olan qrafen, taunit, fülleren əsasında işlənilmiş nanoSAM sistemlərinin 50 q/t və 100 q/t sərfində duzçökməyə qarşı müdafiə effekti tədqiq olunmuşdur. Qrafen, taunit və fülleren əsaslı nanoSAM sistemlərinin 50 q/t sərfində duzçökməyə qarşı müdafiə effekti uyğun olaraq 58,8 %, 59,8 % və 61,3 %; 100 q/t sərfində isə nəticələr müvafiq olaraq 63,9 %, 64,5 % və 66,4 % təşkil etmişdir. Sulfanol və Alkan DE-202 B SAM-larının 3:1 kütlə nisbətində kompozisiyasının 50 q/t və 100 q/t sərf miqdarında duzçökməyə qarşı müdafiə effekti müvafiq olaraq 48,0 % və 55,3 % təşkil edir. İlkin nəticələrin təhlili göstərir ki, qrafen və taunit əsaslı nanoSAM sistemlərinin duzçökmədən müdafiə effekti təxminən eyni dərəcədədir, ümumi halda isə fülleren tərkibli nanoSAM sisteminin duzçökmədən müdafiə effekti digərləri ilə müqayisədə yüksəkdir [6].

Duzçökməyə qarşı qrafen, taunit və fülleren əsaslı nanosistemlərin optimal tərkibinin təyini üçün tədqiqatlar aparılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, 0,0005-0,001 % konsentrasiyalarda karbon əsaslı nanohissəciklər sistemdə bərabər paylanır və müəyyən müddət keçdikdən sonra çöküntü vermir. Bu

nanohissəciklərin ölçüsü kiçik olduğundan səth sahəsi böyükdür və duzçökmədən yüksək müdafiə effektinə malikdir. Nanosistemin tərkibində karbon əsaslı nanohissəciklərin 0,0005 % və 0,001 % konsentrasiyalarında duzçökmədən müdafiə effekti təxminən eyni dərəcədədir. Lakin 0,0005 % konsentrasiyada duzçökmədən müdafiə effektivti cüzi fərq ilə böyük qiymət alır.

Müəyyən olunmuşdur ki, nanosistemdə Na-KMS-nin miqdarı 0,4÷1,0 % intervalını keçdikdə, tərkibin izafi sərfinə və işçi məhlulunun özlülüyünün böyük olmasına səbəb olur. Yeni nəsil nanosistemin işlənilməsi zamanı inhibirlənmiş xlorid turşusunun 0,05-0,2 % miqdarında duzçökməyə qarşı daha effektiv olması müşahidə olunmuşdur.

Beləliklə, duzçökməyə qarşı yeni nəsil nanosistemin optimal tərkibi 0,1 % qeyri-ionogen SAM, 0,3 % ionogen SAM, 0,4-1,0 % Na-KMS, 0,05-0,2 % inhibirlənmiş xlorid turşusu, 0,0005-0,001 % karbon əsaslı nanohissəcik olan qrafen və ya taunit və ya fülleren və qalanı sudan ibarətdir. Tərkib qeyri-ionogen SAM kimi Laprol 4202 və ya Alkan DE-202 B, ionogen SAM kimi Sulfanol saxlayır. Nəticələrin təhlili göstərir ki, nanohissəciklərin reagentin tərkibində olması bütün hallarda sistemin aktivliyinin artmasına səbəb olur. Qeyd olunan nanosistemlər içərisində fülleren tərkibli nanosistem digərləri ilə müqayisədə duzçökmədən daha yüksək müdafiə effektinə (92,8 %) malikdir [14, 16].

İkinci fəslin dördüncü paraqrafında AQP çöküntüləri ilə çirklənmiş quyudibi zonanın keçiriciliyinin artırılmasına imkan verən nanosistemin işlənilməsi və tədqiq olunmasına baxılmışdır [5, 11, 12]. Belə ki, AQP çöküntüləri ilə çirklənmiş quyudibi zonanın keçiriciliyinin artırılmasına imkan verən nanosistemin işlənilməsi üçün ilkin olaraq üzvi həlledicilər seçilmiş və onların təsiri tədqiq olunmuşdur. İlkin komponentin seçilməsi məqsədilə kondensat, kerosin, benzin (80-180 °C), dizel və yüngül piroliz qətranı tədqiq olunmuşdur. İstifadə olunan üzvi həlledicilərin AQP çöküntülərini həlletmə qabiliyyəti qravimetrik üsulla təyin edilmişdir.

Müxtəlif temperaturalarda (20 °C və 40 °C) aparılan tədqiqatların nəticələrinə əsasən müəyyən olunmuşdur ki, götürülmüş üzvi həlledicilərdən kondensatın AQP çöküntülərini həlletmə

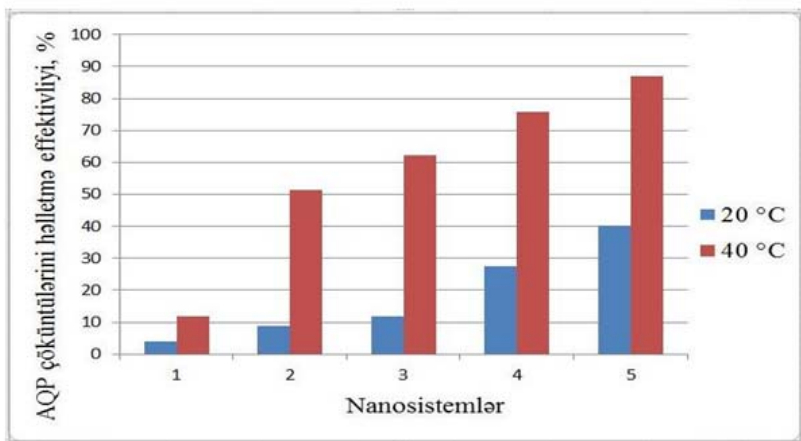
effektivliyi ən aşağı qiymət alır. Qeyd etmək lazımdır ki, kondensatın 20 °C və 40 °C temperaturda AQP çöküntülərini həlletmə effektivliyi müvafiq olaraq 1,11 % və 6,49 % təşkil etmişdir. Bunun əksinə olaraq, AQP çöküntülərini ən effektiv həlletmə qabiliyyətinə malik üzvi həlledicilər dizel və yüngül piroliz qətranıdır. Belə ki, dizel və yüngül piroliz qətranının 20 °C temperaturda AQP çöküntülərini həlletmə effektivliyi uyğun olaraq 21,49 % və 34,18 % təşkil etmişdir. 40 °C temperaturda isə bu göstəricilər 67,37 % və 78,85 % olmuşdur.

Həlledicilərin həlletmə qabiliyyətini artırmaq məqsədilə onun tərkibinə SAM-ın əlavə edilməsi ilə yeni sistem əldə edilmişdir. Belə ki, kondensat, kerosin, benzin, dizel və yüngül piroliz qətranının hər birinə ayrı-ayrılıqda SAM kimi 0,5-1,0 % miqdarında Alkan DE-202 deemulqatoru əlavə edilmişdir. Həlledicinin tərkibinə yüksək effektivliyə malik olan SAM-ın əlavə olunması onun həlletmə qabiliyyətini artırmaqla bərabər, reagentin süxurların mikro məsamələrinə nüfuz etməsini asanlaşdırır. Müəyyən edilmişdir ki, bütün hallarda SAM-ın üzvi həllediciyə əlavə edilməsi sistemin AQP çöküntülərini həlletmə effektivliyinin artmasına səbəb olmuşdur. Yüngül piroliz qətranının SAM ilə işlənməsi həm 0,5 %, həm də 1,0 % SAM qatılıqlarında temperaturdan asılı olaraq ən qənaətbəxş həlletmə effektivliyinin əldə olunmasına imkan vermişdir. Bundan əlavə aparılmış təcrübələr nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, üzvi həlledicilərə Laprol 4202 əlavə edilməsi ilə alınan sistemlərin AQP çöküntülərini həlletmə effektivliyi Alkan DE-202 B reagentinin əlavə edilməsi ilə alınan sistemlərin effektivliyi ilə təxminən eynidir.

Alınmış üzvi həlledici-SAM sisteminin effektivliyinin artırılması üçün ona kiçik qatılıqlarda 50-70 nm ölçülü alüminium nanohissəciyi əlavə olunmuşdur. Alüminium nanohissəcik əsasında alınmış nanosistemlərin AQP çöküntülərini həlletmə effektivliyi tədqiq olunmuşdur və alınmış nəticələr qrafik 2-də öz əksini tapmışdır.

Hazırlanmış nanosistemlərin tədqiqi nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, bütün hallarda nanohissəciklərin reagentin tərkibində olması nanosistemin aktivliyinin artmasına səbəb olur.

Lakin yüngül piroliz qətranı, 0,5 % SAM və 0,001 % alüminium nanohissəcik əsasında işlənmiş nanosistem AQP çöküntülərini ən effektiv hələtmə qabiliyyətinə malikdir. Belə ki, 20 °C temperaturda 40,25 % hələtmə effektivliyi aşkar olunmuşsa, 40 °C temperaturda bu göstərici 87,05 % olmuşdur.



Qrafik 2. Götürülən nanosistemlərin 20 °C və 40 °C temperaturalarda AQP çöküntülərini hələtmə effektivliyi:
1–Kondensat+0,5 % SAM+0,001 % Al (50-70 nm);
2–Kerosin+0,5 % SAM+0,001 % Al (50-70 nm);
3–Benzin + 0,5 % SAM+0,001 % Al (50-70 nm);
4–Dizel+0,5 % SAM+0,001 % Al (50-70 nm);
5–Yüngül piroliz qətranı+0,5 % SAM+0,001% Al (50-70 nm)

Beləliklə, AQP çöküntülərini yüksək dərəcədə həll etmək qabiliyyəti ilə quyudibi zonanın keçiriciliyinin artırılmasına imkan verən nanosistemin optimal tərkibi 0,5 % qeyri-ionogen SAM, 0,001 % 50-70 nm ölçülü alüminium nanohissəcik və qalanı yüngül piroliz qətranından ibarətdir. Tərkib qeyri-ionogen SAM kimi Alkan DE-202 B və ya Laprol 4202 saxlayır.

Yataqlarımızın litoloji tərkibinin gil minerallarından təşkil olunması nəzərə alınaraq, tədqiqatların növbəti mərhələsində gillərin müxtəlif dispersion mühitlərdə şişməsi təyin edilmişdir. Bu məqsədlə bentonit gilinin şirin suda, dəniz suyunda, lay suyunda, yüngül

piroliz qətranında, yüngül piroliz qətranının SAM əlavəsi mühitində və nəhayət yüngül piroliz qətranının nanoSAM mühitində şişməsi tədqiq olunmuşdur. 24 saat ərzində aparılan tədqiqatlarda müəyyən olunmuşdur ki, intensiv şişmə ilk 3-4 saat ərzində təcəssüm olunur. Xüsusilə, şirin su, dəniz suyu və lay suyu mühitlərində bu tendensiya daha çox diqqəti cəlb edir. Müəyyən olunmuşdur ki, “Neft Daşları” NQÇİ-dən götürülmüş lay suyu mühitində şişmə dəniz suyu və şirin suya nisbətən daha az olmuşdur. Yüngül piroliz qətranı həm SAM ilə, həm də nanoSAM ilə bentonit gilinin şişməsini bir neçə dəfə azaltmışdır ki, bu da təklif olunan tərkiblərin üstün cəhətlərindəndir. Beləliklə, yüngül piroliz qətranı, SAM və alüminium nanohissəcik əsaslı nanosistem gil kollektorlarında olan gilləri şişirtməyərək həcmi genişlənmə yaratmır və keçiriciliyin azalmasının qarşısını alır. Bundan əlavə nanosistemin quyudibi zonaya nəqli hesabına bu zonanın işlənməsi və son nəticədə quyudibi zonada olan AQP çöküntülərinin həll olunması təmin olunur [8].

İkinci fəslin beşinci paraqrafında isə gil süxurlarının stabilliyinin təmin edilməsi üçün nanosistemin seçilməsinə baxılmışdır. Quyuların kifayət qədər aşağı məhsuldarlıqla istismar olunması onlara neft axınının intensivləşməsi tədbirlərinin aparılmasını, o cümlədən quyudibi zonanın nanosistemlə (gilstabiləşdiricilə) işlənməsi ilə keçiriciliyinin artırılmasını və nəticə olaraq neft ehtiyatlarının işlənməyə cəlb olunmasını zəruri edir.

Gilli layda neftin lay suyundan fərqli müxtəlif mineral tərkibli su ilə sıxışdırılması prosesi, həmçinin işlənmənin əvvəlində və onun müəyyən mərhələsində gilstabiləşdiricinin tətbiqinin nəticələri öyrənilmişdir. Layın ilkin gilstabiləşdirici ilə işlənməsi lay keçiriciliyinin kəskin artımına gətirir. Sonra isə aşağı minerallı su ilə laya təsirdə lay keçiriciliyinin ilkin qiymətinə qədər azalması tendensiyası özünü göstərir. Müəyyən olunmuşdur ki, quyudibi zonaya vurulan gilstabiləşdiricinin həcmi miqdarının artmasına uyğun həmin zonanın orta keçiriciliyi də mütənasib olaraq artır. Beləliklə, lay suyunun minerallığından aşağı minerallı suyun vurulmasından sonra gilstabiləşdirici ilə işlənmədən sonra lay

keçiriciliyinin özünün ilkin qiymətinə qədər artmasının praktiki mümkünlüyü identifikasiya olunur.

Məlum olmuşdur ki, nanosistemin (gilstabiləşdiricinin) tətbiqindən sonra minerallığı aşağı olan su ilə sıxışdırma prosesinin neftin debitinin və neftvermə əmsalının artımına təsiri nəticələri daha yüksək olur. Belə ki, lay suyu ilə müqayisədə aşağı mineralı suda pH göstəricisi yüksək olur və fazalararası səthi gərilmə azalır.

Beləliklə, gil saxlayan layın işlənmənin müəyyən müddətindən sonra və ya son mərhələsində gilstabiləşdirici ilə işlənməsi keçiriciliyin bərpa edilməsinə və neft hasilatının intensivləşməsinə gətirir. Gilstabiləşdirici ilə işlənmədən sonra yüksək mineralı su ilə müqayisədə aşağı mineralı su ilə laya təsirin texnoloji göstəriciləri daha yüksək qiymətlərlə xarakterizə olunur [15].

İkinci fəslin altıncı paragrafı quyudibi zonanın bərkidilməsinə imkan verən nanokarkas texnologiyasının işlənilməsi və tədqiq olunmasına həsr olunmuşdur [9, 10, 17]. Belə ki, portland sementlərin tədqiq olunması və onların müxtəlif nanohissəciklər mühitində öyrənilməsi, son nəticədə isə tələb olunan möhkəmlik göstəricilərinə, keçiriciliyə malik nanokarkas texnologiyasının işlənilməsinə nail olunmuşdur [5].

Tədqiqatların ilkin mərhələsində RTM-75 markalı portland sement məhlulu hazırlanmış və tədqiq edilmişdir. 0,5 “su-sement” amilində hazırlanan portland sement məhlulunun sıxlığı təyin edilmiş və onun 1880 kq/m^3 həddində olması müəyyən edilmişdir. Müqayisəli təhlil aparmaq üçün eyni zamanda PST-1-50 markalı portland sementdən də istifadə edilmiş, həmin “su-sement” amilində məhlulu hazırlanmış və bu məhlulun sıxlığı təyin edilmişdir. Belə ki, bu göstərici 1840 kq/m^3 təşkil etmişdir.

Konsistometr cihazından istifadə edilməklə PST-1-50 markalı portland sement üçün qatılma vaxtının 4 saat 25 dəqiqə olması müəyyən edilmişdir. Genişlənən sement üçün də bu göstərici eyni olmuşdur. Bu məlumatlardan aydın görüldüyü kimi prinsipə eyni

⁵Yusifzadə, Xh.B. Nanotechnologies in oil and gas well drilling / Xh.B.Yusifzadə, E.G.Shahbazov, E.A.Kazimov, - Bakı: Centralized topography of SOCAR, - 2014. - 176 p.

qatılma vaxtı əldə edilsə də, məhlulların sıxlıqları müəyyən qədər fərqli olmuşdur.

RTM markalı portland sement əsasında hazırlanmış sement daşının möhkəmlik həddi təyin edilmiş və bu göstərici PST-1-50 markalı portland sement ilə müqayisə olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, PST-1-50 markalı portland sement daşı üçün sıxılmaya möhkəmlik həddi 6,4 MPa olduğu halda, genişlənən sement üçün bu göstərici 7,9 MPa təşkil etmişdir ki, bu da genişlənən portland sementin növbəti üstünlüyü kimi dəyərləndirilə bilər.

Həm PST-1-50, həm də RTM markalı portland sement məhlulları ölçüləri 50-70 nm olan alüminium nanohissəciklərlə işlənmiş və sement daşının möhkəmliyi ölçülmüşdür. Nanohissəciklərin əlavəsindən sonra PST-1-50 tərkibli nanosement daşının möhkəmliyi 5,4 MPa-a qədər azalmışsa, genişlənən portland sementdə bu azalma çox cüzi, yəni 7,6 MPa həddinə qədər müşahidə olunmuşdur. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində belə qənaətə gəlmək olar ki, genişlənən portland sementlərin quyudibi zonanın bərkidilməsində istifadəsi daha məqsədəuyğun sayıla bilər.

Təcrübələrin növbəti mərhələsində genişlənən portland sementin 0,5 “su-sement” amilində məhlulunun fülleren ilə kompozisiyası hazırlanmışdır. 0,0035 % fülleren əlavəsi sement məhlulunun ilkin sıxlığına (1880 kq/m^3) praktiki olaraq təsir göstərməmişdir. RTM markalı portland sement məhlulunun füllerezsiz yayılması 22,0 sm təşkil etdiyi halda, fülleren əlavəsindən sonra yayılma 21,5 sm təşkil etmişdir. 4 saat 25 dəqiqə ərzində RTM markalı genişlənən sement məhlulu qatılmışdır. Füllerenin əlavəsi hesabına bu göstərici 15 dəqiqə azalmış və 4 saat 10 dəqiqə təşkil etmişdir. Nümunənin füllerezsiz möhkəmliyi 7,9 MPa təşkil etdiyi halda, fülleren əlavəsindən sonra bu göstərici 8,3 MPa təşkil etmişdir.

Növbəti təcrübələrdə genişlənən portland sementin qrafenlə birgə təsirinə baxılmışdır. Qrafen əlavəsi sement məhlulunun sıxlığını bir qədər artırmış və 1885 kq/m^3 sıxlıq həddi əldə olunmuşdur. Qrafen hesabına alınan portland sement məhlulunun axıcılığı AzNİİ konusunda ölçülmüş və 23,0 sm təşkil etmişdir. Qrafenlə işlənmiş portland sement məhlulunun qatılma vaxtı

4 saat 45 dəqiqə təşkil etmişdir. Qrafenli portland sement daşının sıxılmağa möhkəmliyi isə 9,3 MPa olmuşdur. Beləliklə, qrafen əlavəsi hesabına möhkəmliyin artması qrafenli portland sement daşının üstünlüyü kimi dəyərləndirilə bilər.

Digər tədqiqatlarda isə taunit əlavəsi ilə genişlənən portland sement məhlulunun sıxlığı, axıcılığı, qatılma vaxtı təyin olunmuş və qeyd edilən göstəricilərin praktiki olaraq sabit qalması müəyyən edilmişdir.

Fülleren, qrafen, taunit, həmçinin 50-70 nm ölçülü alüminium nanohissəcik əlavələri ilə aparılan tədqiqatlar sistemləşdirilərək, möhkəmlik göstəricisinə görə alınan nəticələr aşağıdakı şəkildə verilə bilər:

$$\sigma_{g.s.+qrafen} > \sigma_{g.s.+fülleren} > \sigma_{g.s.+taunit} \geq \sigma_{g.s.} > \sigma_{g.s.+Al}$$

burada $\sigma_{g.s.}$ – əlavəsiz genişlənən sement daşının möhkəmliyi, MPa;

$\sigma_{g.s.+qrafen}$ – qrafen əlavəli genişlənən sement daşının möhkəmliyi, MPa;

$\sigma_{g.s.+fülleren}$ – fülleren əlavəli genişlənən sement daşının möhkəmliyi, MPa;

$\sigma_{g.s.+taunit}$ – taunit əlavəli genişlənən sement daşının möhkəmliyi, MPa;

$\sigma_{g.s.+Al}$ – 50-70 nm ölçülü alüminium nanohissəcik əlavəli genişlənən sement daşının möhkəmliyidir, MPa.

Fülleren, qrafen, taunit kimi nanohissəciklərin 50-70 nm ölçülü alüminium metal nanohissəcik ilə bircə modifikasiyalarında genişlənən portland sementin möhkəmliyinə təsirləri də analoji üsullarla öyrənilmişdir. Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, genişlənən portland sementlərin daşı ilə müqayisədə yuxarıda adları qeyd olunan nanosistemlərin sinergizmi mövcud deyil. Başqa sözlə, əmələ gələn sement daşlarının çox kövrək olmaları və deformasiyaya dayanıqsızlığı müəyyən edilmişdir.

Genişlənən sement nümunələrinin həm nanohissəciklərsiz, həm də fülleren, qrafen, taunit və 50-70 nm ölçülü alüminium nanohissəciklər ilə hazırlanmış kub formalı nümunələrinin nəmçəkmə imkanlarını öyrənmək üçün tədqiqatlar aparılmışdır. Tədqiqatın aparılma metodikası ondan ibarət olmuşdur ki, ölçüləri

2x2x2 sm təşkil edən kubların kütlələri ölçülmüş, daha sonra onların xüsusi maye ilə doldurulmuş məhlul hövzəsinə yerləşdirilməsi təmin olunmuşdur. Maye hövzəsinə doymuş NaCl duzu məhlulu yerləşdirilmiş və sement daşlarının 24 saat ərzində bu mühitdə islanması təmin olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, ən yaxşı nəmçəkmə imkanlarına malik nümunə genişlənən portland sement və grafen nanohissəciyindən ibarətdir (52,1 %).

İkinci fəslin yeddinci paragrafında isə işlənmiş nanosistemlərin infraqırmızı spektroskopiya üsulu ilə tədqiqinə baxılmışdır [4, 7, 13]. Belə ki, nanosistemlərin təsirindən yaranan effektlərin qiymətləndirilməsi üçün analitik tədqiqatlar silsiləsindən olan infraqırmızı (İQ) spektroskopiya üsulundan istifadə edilmişdir.

Nanosistemlərin tədqiqi İQ spektroskopiya metodu ilə Varian 640-İR FT-İR spektrometrində aparılmışdır. İlkin olaraq Alkan DE-202 B reagentinin 1,0 %-li sulu məhluluna 50-70 nm ölçülü alüminium, 60-80 nm ölçülü mis və 90-110 nm ölçülü dəmir nanohissəciklərinin müxtəlif konsentrasiyalarda (0,001 %, 0,005 %, 0,01 %, 0,05 % və 0,1 %) əlavə edilməsi ilə alınmış yeni nanoSAM sistemləri İQ spektroskopiya metodu ilə tədqiq olunmuşdur. Aşkar edilmişdir ki, kiçik konsentrasiyada (0,001 %) intensivliklər dəyişmiş, 0,005-0,1 % intervalında yeni udulma zolaqları yaranmış, bəziləri isə yox olmuşdur. Alüminium nanohissəciklərin konsentrasiyası 0,005 %-dən artıq olduqda, destruksiya hadisəsi müşahidə edilmişdir. Analoji qanunauyğunluq müxtəlif konsentrasiyalarda 60-80 nm ölçülü mis və 90-110 nm ölçülü dəmir nanohissəciklərin 1,0 %-li Alkan DE-202 B məhluluna təsiri zamanı da müşahidə edilmişdir.

Sulfanol reagentinin 1,0 %-li sulu məhluluna 50-70 nm ölçülü alüminium nanohissəciklərin 0,001÷0,1 % konsentrasiyada əlavə edilməsi ilə alınmış yeni nanoSAM sistemlərinin İQ spektroskopiya metodu ilə tədqiqi nəticəsində aşkar edilmişdir ki, alüminium nanohissəciklərin təsirilə kiçik (0,001 % və 0,005 %) konsentrasiyalarda nanostrukturlaşma hadisəsi, konsentrasiyanın 0,005 %-dən böyük qiymətlərində isə destruksiya hadisəsi müşahidə edilir.

Növbəti tədqiqatlarda isə 350 polimerləşmə dərəcəsinə malik Na-KMS polimerinin 1,0 %-li sulu məhluluna 60-80 nm ölçülü mis nanohissəciyin müxtəlif (0,001 %, 0,005 % və 0,01 %) konsentrasiyalarda təsiri öyrənilmişdir. 1,0 %-li Na-KMS məhluluna 0,001 % qatılıqda mis nanohissəciyin təsiri nəticəsində yeni udulma zolaqlarının yaranması, bəzi udulma zolaqlarının yoxa çıxması və intensivliyin azalması müşahidə olunmuşdur. Polimer məhluluna 0,01 % qatılıqda 60-80 nm ölçülü mis nanohissəciyin təsirindən isə strukturun qismən dağılması, yəni destruksiya müşahidə olunmuşdur.

Beləliklə, nanohissəciklərin kiçik konsentrasiyalarda təsirlə sistemdə nanostrukturlaşma baş verir, konsentrasiyanın böyük qiymətlərində isə destruksiya müşahidə olunur.

Üçüncü fəsil işlənmiş nanosistemlərin tətbiqi və səmərəliliyinin qiymətləndirilməsindən bəhs edir. Üçüncü fəslin birinci paragrafında işlənmiş nanosistemlərin tətbiqi üçün quyuların seçilməsinə baxılmışdır. Bu məqsədlə müxtəlif NQÇİ-lərin ayrı-ayrı quyularının istismar göstəricilərini özündə əks etdirən mədən məlumatları toplanılmışdır. Belə ki, quyuların təmirlərarası müddəti, gündəlik maye (neft/su) hasilatı, neft və lay suyunun fiziki-kimyəvi parametrləri və s. göstəriciləri təhlil edilmişdir. Beləliklə, toplanılmış mədən məlumatlarının təhlilinə əsasən duzçökməyə qarşı işlənmiş nanosistemin tətbiqi üçün “Bibiheybətneft” NQÇİ-də yerləşən 2946 saylı quyu, quyudibi zonanın AQP çöküntülərindən təmizlənməklə ilkin keçiriciliyinin bərpa olunmasına imkan verən nanosistemin mədən-sınaq işləri üçün “Neft Daşları” NQÇİ-nin Palçıq pilpiləsi yatağında yerləşən 1331 saylı quyu, şişmiş gil süxurlarının bərpası və onun stabilliyinin təmin edilməsi üçün işlənmiş nanosistemin tətbiqi üçün isə Palçıq pilpiləsi yatağında yerləşən 1282 saylı quyu seçilmişdir.

Üçüncü fəslin ikinci paragrafında isə nanosistemlərin hazırlanma texnologiyasının işlənilməsinə baxılmışdır. Belə ki, nanosistemlərin hazırlanma texnologiyasını əks etdirən texnoloji sxemlər işlənilmiş və şərh edilmişdir.

Üçüncü fəslin üçüncü paragrafında tətbiqdən alınan iqtisadi səmərənin qiymətləndirilməsinə baxılmışdır. Duzçökmənin qarşısını alan nanosistemin tətbiqi nəticəsində 147 gün ərzində duzçökmə ilə

əlaqədar mürəkkəbləşmənin qeydə alınmadığı və gündəlik neft hasilatının 0,7 tondan 1,0 tona qədər artması müəyyən olunmuşdur. AQP çöküntüləri ilə çirklənmiş quyudibi zonanın keçiriciliyinin artırılmasına imkan verən nanosistemin “Neft Daşları” NQÇİ-nin Palçıq pılpləsi yatağının 1331 sayılı quyusunda tətbiqindən sonra bir il müddətində 482 ton əlavə neft hasil edilmişdir. Şişmiş gil süxurlarının bərpası və onun stabilliyinin təmin edilməsi üçün işlənmiş nanosistemin Palçıq pılpləsi yatağının 1282 sayılı quyusunda tətbiqindən sonra hasilatın 1,25 dəfədən çox artımı müşahidə olunmuşdur.

Beləliklə, işlənmiş nanosistemlərin tətbiqi nəticəsində heç bir mürəkkəbləşmə müşahidə olunmamış, quyuların təmirlərarası müddəti artmış və əlavə neft hasilatına nail olunmuşdur. Əldə olunan bu nəticələr əsas verir ki, işlənmiş bu nanosistemlər digər mədən quyularında da tətbiq oluna bilər.

NƏTİCƏ

1. Lay-quyu sistemində və mədən avadanlıqlarında yaranan duzçökmə prosesinə qarşı tərkibinə müxtəlif nisbətlərdə götürülmüş səthi-aktiv maddələr, yüksək özlülüklü polimer, inhibirlənmiş turşu, ölçüləri 60-80 nm olan mis nanohissəciklərdən təşkil olunmuş nanosistem işlənmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, öz təsir imkanlarına görə reagentin sərf miqdarından (100-250 q/t) asılı olaraq 80,3-92,3 %-ə qədər səmərəliliyə malikdir.

2. Fülleren, qrafen, taunit nanohissəcikləri əsasında uzun müddət istismarda olan yataqlarda duz çöküntülərinin qarşısının alınmasına imkan verən yeni nəsil nanosistemlər işlənmişdir. İşlənmiş bu tərkiblərin 100 q/t sərfə 92,8 %-ə qədər duzçökmədən müddəfiə effektivinə malik olması müəyyən edilmişdir və fülleren əsaslı nanosistem digərləri ilə müqayisədə yüksək effektivlik göstərir.

3. Gil süxurlarından təşkil olunmuş məhsuldar lay kollektorlarının təbii məsamə və keçiriciliklərinin bərpa olunması məqsədilə tərkibinə üzvi həlledici, səthi-aktiv maddə, ölçüləri 50-70 nm olan alüminium nanohissəciklərdən təşkil olunmuş nanosistem işlənmiş və onun 87,05 %-ə qədər səmərəliliyə malik olması müəyyən edilmişdir. İşlənmiş tərkib quyudibi zonanın AQP çöküntülərindən təmizlənməsi hesabına ilkin keçiriciliyinin bərpa olunmasını təmin edir.

4. Neftin lay suyundan fərqli müxtəlif mineral tərkibli su ilə sıxışdırılması prosesində nano əsaslı gilstabiləşdiricinin tətbiqi ilə gil süxurlarının stabilliyini təmin edən və neft ehtiyatlarının işlənməyə cəlb olunmasını intensivləşdirməklə neftvermənin artırılmasına imkan verən üsul işlənmişdir.

5. Tərkibinə genişlənən portland sement, fülleren, qrafen, taunit kimi müxtəlif nanohissəciklər daxil olan və sinergetik prinsiplər əsasında tənzimlənən nanokarkas texnologiyası işlənmiş, onun yüksək keçiriciliyə, möhkəmliyə malik olma xassələri müəyyən edilmişdir.

6. Duzçökməyə qarşı işlənmiş nanosistem Bibiheybət yatağında 2946 saylı quyuda tətbiq edilmiş, tətbiqdən sonra 147 gün

ərzində duzçökmə ilə bağlı mürəkkəbləşmə baş verməmiş və quyunun neft hasilatı artmışdır. AQP çöküntüləri ilə çirklənmiş quyudibi zonanın keçiriciliyinin artırılmasına imkan verən nanosistem Palçıq pilpiləsi yatağında 1331 sayılı quyuda tətbiq edilmişdir. Nanosistemin tətbiqindən sonra bir il müddətinə 482 ton əlavə neft hasil edilmişdir. Şişmiş gil süxurlarının bərpası və onun stabilliyinin təmin edilməsi üçün işlənmiş nanosistemin Palçıq pilpiləsi yatağının 1282 sayılı quyusunda tətbiqindən sonra heç bir mürəkkəbləşmə qeydə alınmamış və neft hasilatının 1,25 dəfədən çox artımı müşahidə olunmuşdur.

Dissertasiyanın əsas məzmunu və nəticələri aşağıdakı elmi işlərdə dərc edilmişdir:

1. Şahbazov, E.Q. Neftçixarmada duzçökməyə qarşı nanosistem / E.Q.Şahbazov, X.M.İbrahimov, K.Ş.Cabbarova [və b.] // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, - Bakı: - 2015. №1, - s. 31-34.

2. Şahbazov, E.Q. Neftçixarmada duzçökməyə qarşı nanosistemlərin işlənməsi və tətbiqi / E.Q.Şahbazov, R.Ə.Yusifov, K.Ş.Cabbarova - Bakı: MarsPrint, - 2016. - 40 s.

3. Cabbarova, K.Ş. Neftçixarmada duzçökmənin yaranma səbəbləri və nanotexnologiyanın tətbiqi ilə aradan qaldırılması // Gənc alimlərin I beynəlxalq elmi konfransının materialları, - Gəncə: - 17 - 18 oktyabr, - 2016, - s. 246-248.

4. Шахбазов, Э.К., Кязимов, Э.А., Джаббарова, К.Ш. Наноингибиторы солеотложений для увеличения нефтедобычи // Материалы V Международной Конференции «NANOTECHOILGAS-2016», - Москва: - 22 - 23 ноября, - 2016, - с. 248-250.

5. Shahbazov, E.G. Nanosystem preventing complications in oil and gas production / E.G.Shahbazov, R.A.Yusifov, K.Sh.Jabbarova [et al.] // Journal "Scientific Israel-Technological Advantages", - 2017. Vol. 19, No 2, - p. 64-67.

6. Cabbarova, K.Ş. Neftçixarmada duzçökməyə qarşı yeni nanotərkibli inhibitorların tədqiqi // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, - Bakı: - 2018. №3, - s. 60-62.

7. Şahbazov, E.Q., Cabbarova, K.Ş. Səthi-aktiv maddələrin xassələrinin nanotəsir hesabına tənzimlənməsinin tədqiq olunması // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, - Bakı: - 2018. №4, - s. 29-38.

8. Şahbazov, E.Q., Kazımov, E.A., Cabbarova, K.Ş. Gil süxurlarında kinetik proseslərin nanosistemlər vasitəsilə idarə olunması // Bakı Universitetinin Xəbərləri, - Bakı: - 2018. №2, - s. 81-87.

9. Şahbazov, E.Q., Kazımov, E.A., Cabbarova, K.Ş. Geoloji mürəkkəb şəraitdə quyuların möhkəmləndirilməsində nanosement texnologiyasının işlənilməsi // Bakı Universitetinin Xəbərləri, - Bakı: - 2018. №3, - s. 85-90.

10. Шахбазов, Э.К., Кязимов, Э.А., Джаббарова, К.Ш. Комплексное решение борьбы с пескопроявлением на основе нанокорпусной технологии // ВНИИОЭНГ Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море, - 2019. №1, - с. 47-49.

11. Джаббарова, К.Ш. Разработка и испытание композиции наноПАВ в борьбе с АСПО // ВНИИОЭНГ Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море, - 2019. №9, - с. 49-51.

12. Cabbarova, K.Ş. Nanosistemlə işlənilmədə quyudibi zonanın keçiriciliyinin qiymətləndirilməsi // Azərbaycanın Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 97-ci il dönümünə həsr olunmuş “Gənc Tədqiqatçıların IV Beynəlxalq elmi konfransı”nın materialları, - Bakı: - 2020, - s. 358-361.

13. Cabbarova, K.Ş. NanoSAM sistemlərinin işlənilməsi və tədqiq olunması // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, - Bakı: - 2020. №4, - s. 34-39.

14. Şahbazov, E.Q., Neft-qaz-mədən avadanlıqlarında duzçökməyə qarşı tərkib, İxtira i2021 0087, Azərbaycan Respublikası / Cabbarova K.Ş.

15. Cabbarova, K.Ş. Gilli kollektorda neftin müxtəlif mineral tərkibli su ilə sıxışdırılması prosesini gilstabilləşdirici tərkibin tətbiqi ilə tənzimləməklə neft hasilatının proqnozlaşdırılması // “Texniki və təbiət elmlərinin innovativ inkişaf perspektivləri” Beynəlxalq elmi-texniki konfransının materialları, - Bakı: - 25 - 26 noyabr, - 2021, - s. 145-149.

16. Джаббарова, К.Ш. Оценка возможностей применения наноструктурированного состава для предотвращения солеотложений в технологических процессах добычи нефти // SOCAR Proceedings, - 2021. №4, - с. 67-71.

17. Cabbarova, K.Ş. Quyudibi zonanın bərkidilməsi üçün nanosement texnologiyasının işlənilməsi və tədqiqi // The XXII International Scientific Symposium “Turkic World Between East and West” (“Şərqlə Qərb arasında Türk dünyası”). Andijan, Uzbekistan, - 2022., - s. 237-240.

İddiəçinin şəxsi töhfəsi

[3, 6, 11-13, 15-17] işləri sərbəst yerinə yetirilmişdir,

[1] işində məsələnin qoyuluşu, tədqiqatların aparılması, hesabatların aparılması və məqalənin tərtibatında iştirak,

[2] işində tədqiqatların aparılması, hesabatların aparılması, nəticələrin təhlili və ümumiləşdirilməsi, monoqrafiyanın tərtibatında iştirak,

[4, 7, 8] işlərində məsələnin qoyuluşu, tədqiqatların aparılması, nəticələrin təhlili və ümumiləşdirilməsi, məqalənin tərtibatında iştirak,

[5, 9, 10] işlərində məsələnin qoyuluşu, tədqiqatların aparılması, hesabatların aparılması, nəticələrin təhlili və ümumiləşdirilməsi, məqalənin tərtibatında iştirak,

[14] işində tədqiqatların və hesabatların aparılması, nəticələrin müzakirəsi, ümumiləşdirilməsi və patentin tərtibatında iştirak.



Dissertasiyanın müdafiəsi 14 yanvar 2025-ci il tarixində saat 11:00-da Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən BED 2.03 – Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ1010, Bakı şəhəri, D.Əliyeva küç., 227

Dissertasiya ilə Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat "12" dekabr 2024-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 06.12.2024

Kağızın formatı: A5

Həcm: 38338

Tiraj: 100