

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

LAY-QUYU SİSTEMİNƏ NANOKOMPOZİTİN TƏSİRİ İLƏ NEFTİN ÇIXARILMASI PROSESİNİN TƏDQIQI

İxtisas: 2525.01 - “Neft və qaz yataqlarının işlənməsi və
istismarı”

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Camal Aydəmir oğlu Əliyev**

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

BAKI – 2025

Dissertasiya işi SOCAR-ın “Neftqazalmitədqıqatlayihə” İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

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

Rəsmi opponətlər: Texnika elmləri doktoru, dosənt
Hacan Qulu oğlu Hacıyev
Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosənt
Bünyad Zınhar oğlu Kazımov
Texnika elmləri namizədi, dosəntn,
Malik Qurban oğlu Abdullayev

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

Dissertasiya şurasının sədri: Texnika üzrə elmlər doktoru, dosənt

Arif Ələkbər oğlu Süleymanov

Dissertasiya şurasının elmi katibi: Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosənt

Yelena Yevgenyevna Şmonçeva

Elmi seminarın sədri: Texnika elmləri doktoru, professor

Arif Mikayıl oğlu Məmməd-zadə

İmzaları təsdiq edirəm

ADNSU-nun Elmi katibi, dosənt



 **N.T.Əliyeva**

İŞİN ÜMUMİ TƏSVİRİ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Azərbaycanın quru ərazisində 1847-ci ildən 2016-cı ilə qədər kəşf olunmuş neft yataqlarından müxtəlif təsir üsullarının tətbiqi ilə 1 milyard ton neft çıxarılmış, 92 milyon ton neftin isə çıxarılması gözlənilir ki, bu da son neftçıxarma əmsalının 0,403 olmasını göstərir. Quru ərazimizdə kəşf olunmuş neft yataqlarının balans ehtiyatının 2707 mln.ton olduğu nəzərə alınsa, çıxarıla bilməyən neftin miqdarı 1 milyard 615 milyon tona bərabər olar ki, bu da yer təkində ehtiyatın 59,7%-nin qalmasını göstərir. Azərbaycanın Xəzər dənizi akvatoriyasında kəşf olunmuş yataqlardan son neftçıxarma əmsalı 0,442 qəbul olunmuşdur ki, bu da yer təkində balans ehtiyatının 55,8%-nin 1 mlrd. 988 mln. ton qalması deməkdir.

Azərbaycanda yataqlardan ənənəvi üsulların tətbiqi nəticəsində son neftçıxarma əmsalları orta hesabla

0,403-0,442 arasında dəyişir və neft ehtiyatının əsas hissəsi (55,8-59,7%) aid edilərək yer təkində qalır.

Yuxarıda qeyd olunanlar göstərir ki, “Lay-quyu sistemində nanokompozitin təsiri ilə neftin çıxarılması prosesinin tədqiqi” mövzusu aktualdır və onun yerinə yetirilməsinin mühüm elmi-praktiki əhəmiyyəti vardır. Burada yeni texnologiya olan nanotexnologiyanın tətbiqi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Həmçinin quyuların intellektual idarəetmə sisteminin yaradılması yolları araşdırılır.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. “Lay-quyu” sistemində nanokompozitlə təsir etməklə çətin çıxarıla bilən neft ehtiyatlarının çıxarılması prosesinin tədqiqi və bu metodun səmərəliliyinin müəyyənləşdirilməsi.

Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri.

1. “Lay-quyu” sistemində nanokompozitin təsiri ilə neftin çıxarılma prosesinin intensivləşdirilməsi.

2. Azərbaycanda istismarın son mərhələsində olan neft yataqlarına ənənəvi təsir üsullarının təhlili;

3. “Kiçik təsir və həyəcan” effekti əsasında nanokompozitlərin işlənilib hazırlanması və tədqiqi;

4. Nanohissəciklərin ölçüləri və qatılıqları ilə təsir effektləri arasında əlaqənin tədqiqi;

5. Neftvermənin idarə olunması məqsədilə quyuların intellektual idarə olunma sisteminin yaradılması;

6. İşlənmiş texnologiyaların istehsalatda tətbiqi.

Tədqiqat metodları . Dissertasiya işində qoyulmuş məsələlər riyazi modelləşdirmə üsulları, müasir kompüter proqramları, eksperimental və mədən tədqiqatlarından istifadə edilməklə yerinə yetirilmişdir.

Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar:

- nanokompozitlərin təsiri ilə uzun müddət istismarda olan quyularda hasilatın artırılmasının mümkünlüyü;

- nanokompozitlərin tətbiqi ilə quyudibiətrafi zonalarda quyulüləsində və neft mədən avadanlıqlarında duz, asfalt-qətran-parafin (AQP) çöküntülərinin, qum tıxaclarının əmələ gəlməsinin qarşısının alınması və yuyulması;

- nanokompozitlərin tətbiqi ilə hasil olunan neftin maya dəyərinin aşağı salınması.

Tədqiqatın elmi yeniliyi:

1. Neft-su sərhəddində səthi gərilməni tənzimləyən SAM+nanohissəciklərdən ibarət yeni tərkib işlənmişdir.

2. Alkan DE-202 B reagentinə Al (50-70 nm), Cu (60-80 nm) və Fe (90-110 nm) nanohissəciklərinin əlavə edilməsi ilə alınmış NANOSAM kompozitlərinin müxtəlif qatılıqlarında sistemin nanostrukturlaşması və destruksiyası öyrənilmişdir.

3. “Lay-quyu” sisteminə yaranan mürəkkəbləşmələrə qarşı müxtəlif nisbətlərdə SAM, polimerlər, turşular və ölçüləri 60-80 nm olan mis nanohissəciklərdən ibarət tərkib işlənmişdir.

4. Gil süxurlarının keçiriciliyinin bərpa olunması məqsədilə tərkibi üzvi həlledici, SAM və ölçüləri 50-70 nm olan alüminium nanohissəciklərdən ibarət nanosistem işlənmişdir.

5. Laydan quyuya qumun gəlməsinin qarşısını almaq məqsədilə nanohissəcik əlavə olunmuş bərkidici tərkib işlənmişdir.

6. Vurucu quyular vasitəsilə nefti istismar quyularına sıxışdırmaq üçün nanosistem və onun vurulması texnologiyası işlənmişdir.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti:

- nanotexnologiyanın tətbiqi ilə Azərbaycanda çətin çıxarıla bilən ehtiyata aid edilmiş ~3,6 mlrd. ton neftin ən azı 10-12%-nin (360-432 mln.ton) çıxarılması iqtisadi cəhətdən əsaslandırılmışdır;

- nano əsaslı laya təsir üsullarının tətbiqi çıxarılan neftin maya dəyərini aşağı salınmasına imkan vermişdir;

- işlənmiş texnologiyalar «Azneft» İB-nin bir sıra neft yataqlarında sınaqdan keçirilmiş və səmərəliliyi sübut olunmuşdur;

- bu texnologiyalar hal-hazırda da tətbiq olunur.

Müəllifin şəxsi tövhəsi. Müəllif, dissertasiya işində təqdim edilən elmi tədqiqat işlərinin planlaşdırılmasında, məsələlərin qoyuluşunda, tədqiqat metodlarının seçilməsində, laboratoriya tədqiqatlarının həyata keçirilməsində bilavasitə iştirak etmişdir. Həmçinin, dissertasiya işinin mövzusunun əhatə edən bütün dərc edilmiş elmi əsərlərin və hesabatların seçilməsi, əsaslandırılması, aparılmış tədqiqatların nəticələrinin təhlilinə rəhbərlik etmişdir. Müəllif həm də dissertasiya işinin məzmununu təşkil edən SOCAR “Neftqazəlmütədqiqatlayihə” institutunda aparılan elmi-tədqiqat işlərinin rəhbəri və məsul icraçısı olmuşdur.

İşin aprobasiyası və dərc olunmuş elmi nəşrlər.

Dissertasiya işinin əsas müddəaları müxtəlif elmi konfranslarda məruzələrdə şərh edilmişdir. Eyni zamanda da işin əsas məzmunu Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında fəaliyyət göstərən Ali Attestasiya komissiyasının tələb etdiyi məcmuələrdə 18 məqalə (onlardan 12-i Respublika daxili nəşrlərdə, 2-si xaricdə, 1-i Respublika daxili konfrans materiallarında, 3-ü beynəlxalq konfransın materiallarında (onlardan biri xaricdə) tezis şəklində) olaraq nəşr olunmuşdur.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.

Dissertasiya işi SOCAR, “Neftqazəlmütədqiqatlayihə” institutunda yerinə yetirilmişdir.

İşin strukturu və həcmi .

Dissertasiya işi giriş, dörd fəsil, nəticə, 121 adda mənbənin daxil olduğu ədəbiyyat siyahısı, 10 əlavə və ixtisarların siyahısından ibarətdir. İşin ümumi həcmi 74 şəkil, 31 cədvəl olmaqla 199 səhifədən

ibarətdir. Dissertasiya işi şəkil və cədvəllər istisna olmaqla 225214 işarə həcmindədir.

Müəllif işin yerinə yetirilməsində göstərdikləri kömək və dəstəyə görə “Neftqazəlmütədqiqatlayihə” institutunun rəhbərliyinə və şöbəsinin əməkdaşlarına öz minnətdarlığını bildirir.

İŞİN QISA MƏZMUNU

Girişdə dissertasiya işinin əsas tədqiqat obyektini əks olunmuş, mövzu üzrə aparılmış tədqiqatların aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədi, müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar, elmi yeniliklər, qoyulmuş məsələlərin həll üsulları şərh edilmişdir.

Birinci fəsil istismarın son mərhələsində olan laylara ənənəvi təsir üsullarının təhlilinə həsr edilmişdir. Əvvəlcə Azərbaycanın quru yataqlarının istismar göstəricilərinin cari vəziyyəti barədə məlumat verilmişdir.

Azərbaycanda indiyə qədər 81 neft və qaz yatağı kəşf olunmuşdur ki, bunlardan 54 quru ərazisində, 27 Xəzər dənizi akvatoriyasında yerləşir. Bu yataqlardan indiyədək cəmi 2 mlrd.ton neft, kondensat və 800 mlrd.m³-dən çox qaz hasil edilmişdir.

Azərbaycanın quru ərazilərində yerləşən neft yataqlarının 391 istismar obyektini üzrə SNVƏ-nin orta statistik qiyməti 0,3436, 95% etibarlılıqla isə 0,3224 – 0,3638, Azərbaycanın Xəzər dəniz akvatoriyasında yerləşən yataqlarında 154 işlənmə obyektini üzrə isə uyğun olaraq SNVƏ-nin orta statistik qiyməti 0,383, 95% etibarlılıqla isə 0,3595 – 0,4065 arasında dəyişir. Müxtəlif təsir metodlarının tətbiq edilməsinə baxmayaraq kəşf olunmuş neft ehtiyatlarının əsas hissəsinin təxminən 60%-nin yer təkində qalması planlaşdırılır.

Azərbaycanın istismarda olan neft yataqlarının əksəriyyəti işlənilmənin son mərhələsindədir və bu mərhələ hasilatın azalması, təmirlərin sayının artması, çıxarılan məhsul vahidinə çəkilən xərclərin artması ilə səciyyələnir.

Sənayedə geniş mənimsənilmiş neft yataqlarının suvurma üsulu ilə neft veriminin artırılmasının bütün mövcud modifikasiyalarının tətbiqinə baxmayaraq, bu üsul laydan neftin tələb olunan səviyyədə çıxarılmasını təmin etmir. Xüsusilə də qeyri-bircins laylarda və yüksək qatılıqda olan neftlərin çıxarılmasında bu metod özünü

doğrultmur. Son nəticədə bu hal suurma metodunun effektivliyini artırmaq üçün yeni üsulların axtarılmasını tələb edir.

Uzun müddət işlənən laylara təsir üsullarının müsbət və mənfi nəticələrini verdikləri səmərəyə görə təhlil etdikdə, əksər hallarda alınan effektlərin lokal xarakterli, həm də qısa müddətli olduğu aşkarlanır. Ona görə də su ilə birlikdə laya vurulan işçi məhlulların fiziki-kimyəvi xassələrinin yaxşılaşdırılması və beləliklə, suurma üsulunun təkmilləşdirilməsi üçün daha mütərəqqi və effektiv olan yeni texnologiyaları – nanotexnologiyaları tətbiq etmək zərurəti yaranmışdır. Neftvermə əmsalının artırılmasının nanotexnoloji əsasları nanohissəciklərlə səthi-aktiv maddələrin (SAM), deemulqatorların, turşuların, qələvilərin və karbohidrogenləri oksidləşdirən bakteriya molekullarının kompleks təsirinin nəticəsində neft karbohidrogenlərini mütəhərrik hala gətirilməsinə əsaslanır. Bu təsir nəticəsində layda CH_4 , CO_2 , H_2 və N_2 kimi yeni neft sıxışdırıcı agentlər yaranır.

İkinci fəsildə “kiçik təsir və həyəcan” effekti əsasında nanokompozitin işlənməsi və tətbiqi məsələsi araşdırılmış, tədqiqatların aparılması üçün metodikanın işlənməsi yolları müəyyənləşdirilmişdir.

Atom və molekulları yeni qayda ilə yerləşdirmək və ya onlarla manipulyasiya etmək üçün 0,1-100 nm intervalında olan çox kiçik hissəciklərdən istifadə edərək, sinergetik effektdə malik tamamilə yeni xassəli maddə və materiallar əldə etmək olar.

Hal-hazırda neft sənayesində ən mühüm problemlərdən biri, neft hasilatının səmərəliliyini artıran yeni texnologiyaların işlənilməsi və hazırlanmasıdır. Bu istiqamətdə nanotexnologiyaların inkişafı mühüm elmi və praktiki əhəmiyyətə malikdir və böyük iqtisadi səmərə verə bilər.

Neft sənayesində nanotexnologiyaların tətbiqi ideyası akademik A.X. Mirzəcanzadəyə məxsusdur və bu ideyanın inkişafı SOCAR, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti və Bakı Dövlət Universitetinin bir qrup neftçi-alimləri tərəfindən həyata keçirilmişdir.

Neft sənayesində nanotexnologiyaların işlənməsi üzrə aparılan tədqiqatların ilkin mərhələsində laboratoriya eksperimentləri əsasında nanoölçülü materiallar işlənilməsi və hazırlanmışdır.

SOCAR-da aparılmış elmi və təcrübi tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, metal nanohissəciklərin vasitəsilə süxurlardan qaz ayrılması prosesinə təkan vermək (stimullaşdırmaq) mümkündür. Nəticədə lay mühitində əldə edilən qeyri-tarazlıq vəziyyəti hesabına "su-neft-qaz" sisteminin dinamikliyini və əlavə lay təzyiqini təmin etmək olar.

Əldə edilmiş effektlərin təhlili göstərir ki, mürəkkəbləşmələr (qum təzahürü, sulaşma, korroziya, parafin və duz çöküntülərinin əmələ gəlməsi) zamanı baş verən proseslər daxilində nanomühitin yaradılması nəticəsində bu mürəkkəbləşmələrin aradan qaldırılması mümkündür¹.

İstismarın son mərhələsində olan yataqlarda qalıq neftin çıxarılması üçün innovativ texnologiyalar silsiləsindən olan nanostrukturulu sistemlərin eksperimental, nəzəri və analitik tədqiqatlarının aparılması, hasilatda mürəkkəbləşmələrə qarşı nanotexnoloji üsulların işlənməsi, istismar xərclərinin azaldılması, təmirlərarası müddətin uzadılması, ekoloji parametrlərin yaxşılaşdırılması, çıxarılan lay suyunun həcmi azaldılması və utilizasiyası aktual problemlərdir².

Laydakı karbohidrogenlərin reoloji xassələrini yaxşılaşdırmaqla neftvermə əmsalını artırmaq məqsədilə SAM və nanohissəciklər əsasında "NANOSAM" sistemi işlənilib hazırlanmışdır. Bu sistemdə səthi gərilmə ilə nanohissəciklərin konsentrasiyası arasında asılılıq $f(x)=ax^2+bx+c$; $a>0$; $[a]<1$) müəyyən edilmişdir. Nanohissəciklərin çox kiçik (ultrakiçik) ölçülü (40-20; 20-10; 10-15 nm) konsentrasiyalarında səthi gərilmə minimum qiymətə malik olmuşdur.

Neftçixarma vaxtı neftverən laya SAM ilə birgə nanohissəciklərin də vurulması layın hidrodinamik xüsusiyyətlərinə təsir edir, laydan quyuya maye axınıni stimullaşdırır, nasos sistemində

¹ Əliyev C.A. Neftçixarmada mürəkkəbləşmələrə qarşı nanosistem. "Azərbaycan geoloqu" Azərbaycan neftçi geoloqları cəmiyyətinin elmi bülleteni - Bakı: - 2020 - № 24, - 87-90 s.

² Şahbazov E.Q. Həsənova A.M., Əliyev C.A. Nanotexnologiyanın tətbiqlə layda sulaşmanın məhdudlaşdırılması. Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, - Bakı: -2021, - № 08, - 36-38 s.

təzyiqi 15 atm-dən 7 atm-ə qədər azaldır və quyunun hasilatını 1,2-1,5 dəfə artırır.

Aparılmış tədqiqatlarla müəyyən olunmuşdur ki, neftli mühitə daxil olan nanosistem elektromaqnit və istiliyin təsiri nəticəsində lay sularının həcmi genişləndirir, suyun özlülüyünü artıraraq plastik kütləyə çevirir ki, bu da lay suyunun hərəkətinə mane olur, neftin özlülüyünü isə aşağı salır, “lay-quyu” sistemində nanotəbəqə yaradaraq fiziki və hidravlik müqavimətlərin aşağı düşməsinə səbəb olur.

Aparılmış analitik tədqiqatlar göstərmişdir ki, laya nanosistem vurulduqda “kiçik təsir və həyəcan” effektinin təsiri ilə nanosistemdə temperatur artır, metal nanohissəciklərin kimyəvi xüsusiyyətləri dəyişir və ölçülərindən asılı olaraq güclü maqnit xassələri yaranır³.

Metal nanohissəcik və SAM-dan ibarət olan nanosistemin tətbiqi ilə fazalararası sərhəddə gedən fiziki-kimyəvi proseslər nəticəsində səthi gərilmənin azalması və islanma bucağının artması neftin axıcılıq qabiliyyətini yüksəltdi, onun quyudibinə sıxışdırılmasını asanlaşdırmışdır.

Metal nanohissəciklərinin kerosinlə sərhəddə SAM sulu məhlulların fazalararası gərginliyinin dəyişməsinə təsirinin tədqiqi Stalagmometr cihazında 293⁰K temperaturda aparılmışdır. İşdə alüminium və dəmir nanohissəcikləri istifadə edilmişdir. SAM olaraq, anionoaktiv və qeyri-ionogen sinfindən olan reagentlərin sulu məhlulları tədqiq edilmişdir.

Tədqiqatların nəticələrinə görə, NANOSAM məhlullarının səthi gərginliyinin qiyməti eyni konsentrasiyalı SAM məhlullarına nisbətən əhəmiyyətli dərəcədə azdır. Belə ki, NANO-sulfanol məhlulunun səthi gərginliyinin qiyməti sulfanol məhlulunun səthi gərginliyinə nisbətən 70-87% aşağıdır.

Analoji hal digər NANOSAM kompozisiyaları üçün də müşahidə edilir. Belə ki, NANO-Alkan-202 məhlullarında səthi

³ Abbasov C.S., Əliyev C.A. Yerin təkində temperaturun dəyişməsinə oroqrafiyanın təsir xüsusiyyətləri (Siyəzən monoklinalı təmsalında). “Azərbaycan geoloqu” Azərbaycan neftçi geoloqları cəmiyyətinin elmi bülleteni, - Bakı: - 2019, -№ 23, - 102-106 s.

gərginliyin aşağı düşməsi həmin SAM məhlulunun uyğun göstəricisinə nisbətən 60-65% təşkil edir.

Eksperimental məlumatların təhlilinə əsasən müəyyən edilmişdir ki, SAM sulu məhlulları ilə müqayisədə NANOSAM sistemlərində səthi gərginliyin azalması müəyyən qiymətə çatdıqdan sonra məhlulda NANO hissəciklərin konsentrasiyasının artırılması onların bir hissəsinin tədqiq edilmiş məhluldan ayrılmasına gətirib çıxarır. Alınan qanunauyğunluqlar bütün tədqiq edilən NANOSAM kompozisiyaları üçün xarakterikdir.

Al nanohissəciklərin qeyri-ionogen SAM məhlullarının səth gərginliyinə təsiri də həmçinin yuxarıda göstərilən qanunauyğunluğa tabe olur.

Fe nanohissəciklərinin müxtəlif molekulyar strukturlu qeyri-ionogen SAM məhlullarının səth gərginliyinə təsirinin müqayisəli təhlili göstərdi ki, ən yaxşı nəticələr sulfanol məhluluna NANO Fe ilə təsir etdikdə əldə edilmişdir.

Laboratoriya tədqiqatlarının məlumatlarına görə, SAM təsiri ilə müqayisədə NANOSAM kompozisiyasının minerallaşmış lay sularında duz çökmədən qoruyucu qabiliyyəti 3,5 dəfə, korroziyadan isə 2,5 dəfədən çox artır. Nanohissəciklərin olduğu parafin çökmə inhibitorunun yüksəkparafinli neftlərdə qoruyucu təsiri 16-20% yüksəlidir.

Aparılmış laboratoriya işlərinin geniş diapazonu yuxarıda qeyd edilən texnoloji proseslərin gedişində istifadə edilən SAM və nanohissəciklərin tipindən, ölçüsündən və komponentlərinin asılılığının əsas qanunauyğunluqlarını müəyyən etməyə imkan vermişdir.

“Səngəçal-Duvannı-Xərə Zirə” neft yatağının 405, 429 sayılı, “Palçıq Pilpiləsi” neft yatağının 1056, 1089 sayılı quyularında Al və Cu-nanohissəciklər əlavə olunmaqla hazırlanmış nanokompozitlərdən AQPÇ-nin qarşısının alınması tədqiqatı aparılmışdır. Bu həlledicilərin müxtəlif nisbətlərdə hazırlanmış kompozisiyalarının tədqiqi zamanı müəyyən olunmuşdur ki, təsirin səmərəsi müəyyən dərəcədə onun tətbiq texnologiyasından asılıdır.

Dizel yanacağından, yüngül piroliz qətranından, laproldan və Al nanohissəciyindən işlənmiş yeni kompozisiyaya daxil olan

komponentlərin miqdarı aşağıdakı kimidir (kütlə %-lə) : yüngül piroliz qətranı (90-96% aromatik karbohidrogenlər) 40-50; dizel yanacağı 40-50; laprol 3603 poliefir qətranı

0,5-1,0 və 0,001-0,0005%-li Al nanohissəciyi. Lay məsamələrinin çirklənməsinə görə keçiricilik əmsalının dəyişməsinə öyrənmək üçün lay modeli neftlə doydurulmuş, keçiricilik əmsalı təyin edilmiş və neft filtratla sıxışdırılmışdır. Yüksək keçiricilikli qat nisbətən tez (2 gün), az keçiricilikli qat isə daha gec (3 gün) müddətində çirklənir. Aparılan təcrübələrdə orta çirklənmə vaxtı 2,5 gün qəbul edilmişdir. Sonrakı təcrübələr filtratın az keçiricilikli qatdan təmizlənməsinə həsr edilmişdir. Təcrübələr müxtəlif bağlı saxlama vaxtlarında aparılmışdır. Saxlama vaxtı başa çatdıqdan sonra model neftlə doydurulmuş və keçiricilik əmsalı təyin edilmişdir. Beləliklə, lay modelinin bağlı saxlanma vaxtı (t) ilə məsamələrin təmizlənməsi və keçiricilik əmsalının dəyişməsi arasında asılılıq müəyyən edilmişdir. Çox keçiricilikli qatın keçiricilik əmsalı 0,16 mkm²-dan 0,32 mkm²-a qədər, az keçiricilikli qatın keçiricilik əmsalı isə 0,08 mkm²-dan 0,14 mkm²-a qədər artır. Bu isə ilkin keçiriciliyin uyğun olaraq 47% və 35% bərpa olunmasını göstərir. Təsir dövrlərinin sayının artması keçiricilik əmsalının artmasına səbəb olur, lakin artım tempi 4-5 dövrdən sonra kəskin azalır⁴.

Çox keçiricilikli qatın keçiricilik əmsalı 0,25 mkm²-dan 0,46 mkm²-a, az keçiricilikli qatın keçiricilik əmsalı 0,05 mkm²-dan 0,23 mkm²-a qədər artır. Bu isə ilkin keçiriciliyin 84 və 90% bərpa olunmasının göstərir. Beləliklə, qeyri-bircins layın çirklərdən təmizlənməsi və quyudibi zonada süzülmə sahəsini artırmaq üçün “kiçik təsir və həyəcan effekti” nəzəriyyəsi əsasında yaradılmış nanosistemin quyudibinə vurulmasının yüksək səmərəliliyi təcrübələrlə sübut olunur.

Az keçiricilikli gilli laylarda süzülmə sahəsini genişləndirmək və AQPÇ-nin qarşısını almaq üçün mədən şəraitində sınaqların

4 Алиев Дж. А. Разработка и исследование новой наноконпозиции для ликвидации асфальтено-смоло-парафиновых отложений. - “SOCAR Proceedings” - Баку: - 2023, - No. 2, - 82-87 p.

aparılması məqsədilə müxtəlif həlledicilərdən (yüngül piroliz qətranı və dizel yanacağından, kondensatdan), Al nanohissəciklərindən və polimerdən ibarət nanotərkib işlənilib hazırlanmış və mədən sınaqlarının aparılması Palçıq Pilpələsi yatağının hasilat quyusunda tətbiq edilmişdir.

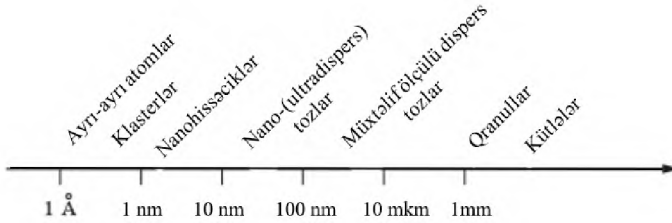
Laboratoriya şəraitində alınmış yeni nanosistemlər laylarda, quyudibi zonada, lift borularında və kollektorlarda çökə bilən duzları həll edir, duz kristallarını əmələ gətirən ionları təcrid edir, nanotəbəqə əmələ gətirir, boruların daxili divarlarında adsorbsiya olunaraq qoruyucu təbəqə yaradır və aqressiv mühitin təsirini zəiflədir. Tətbiq işləri Səadan yatağının 1547 və 1806 sayılı hasilat quyularında aparılmışdır. Tətbiq işlərinə başlamazdan əvvəl 1547 sayılı quyunun təmirarası müddəti 5-7 gün, sonra isə 70 gün olmuşdur. Eyni zamanda tətbiqdən əvvəl quyuyu ağızında təzyiq 4 atm, atqı xəttində 2 atm, tətbiqdən sonra isə quyuyu ağızında təzyiq 2atm, atqı xəttində 0,5 atm-ə düşmüşdür. Hal-hazırda quyuyu ağızında təzyiq sabit olaraq qalır.

Səadan yatağının 1806 sayılı quyusunda Al metal nanohissəciklərindən (50-70nm) və SAM-dan ibarət nanokompozisiyanın laya vurulması prosesində əmələ gələn karbon qazı suyun özlülüyünün artmasına, neftin özlülüyünün isə azalmasına səbəb olmuş, quyudan hasil olan mayədə su azalmış, neft isə artmışdır. Bu quyuda nanokompozitin tətbiqindən əvvəl təmirarası müddət 7-10 gün, sonra isə 90 gün olmuşdur. Tətbiqdən əvvəl 1806 sayılı quyuda su hasilatı 18 m^3 , neft hasilatı 0,2 ton, tətbiqdən sonra lay suyu 60-80% azalmış, neft hasilatı isə 30-50% artmışdır. Çıxarılan lay suyunun azalması zamanı sərf edilən elektrik enerjisinə qənaət olunmuş və ətraf mühitin çirklənməsinə təsiri azalmışdır.

Ölçü oxu boyu vahid atomdan kütlə vəziyyətinə doğru hərəkət edərkən dispers sistem bir sıra ara vəziyyətlərdən keçməsi, o cümlədən klaster yaranması, nanohissəciyin və nano- və ya ultradispers mühitlərin formalaşması aşağıdakı şəkildə verilmişdir (Şək.1).

Daha sonra yeni yanaşmalar əsasında layın istismar rejimlərinin müəyyən edilməsinə baxılmışdır. Dünya neft-qaz çıxarma təcrübəsindən məlumdur ki, yataqların işlənilmə nəticələri hələ də qənaətbəxş deyil.

Məsələn, keçmiş SSRİ-də uzun müddət istismar edilən yataqların neftvermə əmsallarının orta qiyməti cəmi 0,35 təşkil edir. Nəzərə almaq lazımdır ki, bu nəticənin əldə edilməsi üçün kompleks geoloji-texniki tədbirlər həyata keçirilmiş, işlənilmə layihələrinə vaxtaşırı müvafiq düzəlişlər edilmişdir.



Şəkil 1. Dispers faza ölçülərinə görə dispers materialların təsnifatı

Rejimlərin təsnifatı layda mövcud olan enerjinin təzahürünə əsaslanır.

Subasqı rejimində neftli layda hərəkətdirici qüvvə kənar, yaxud daban sularının yaratdığı təzyiqdən ibarətdir. Səmərəli subasqı rejimində neftvermə əmsalı 0,60-0,70 arasında dəyişir.

Elastik subasqı rejimi işlənilmə üçün kifayət qədər əlverişli hesab olunur və layların neftveriminin 0,50-0,60 səviyyəsinə çatdırılmasına imkan verir.

Qazbasqı rejimində işlənilmə prosesində genişlənən qazın yaratdığı təzyiq nefti quyu dibinə doğru sıxışdırır. Bu rejimdə neftvermə əmsalı 0,40-0,50-ə çatdırıla bilər.

Neftdə həll olmuş qaz rejimində işləyən neft yataqlarının işlənilmə səmərəliliyini artırmaq üçün laya hasil edilmiş neftdən ayrılan qaz və ya hava vurulur; konturdaxili yaxud konturyanı sulaşma üsulu tətbiq edilir. Bu tip yataqlarda son neftvermə əmsalının 0,30-0,35 səviyyəsi optimal hesab edilir. Yataqda qaz tamamilə tükəndikdən sonra qravitasiya rejimi meydana çıxır.

Qravitasiya rejimi ilə səciyyələnən yataqların işlənilmə intensivliyi zəif olur. Son neftvermə əmsalı 0,10-0,20 təşkil edir.

Qarışıq rejimdə işlənilmə zamanı yataqlarda neftin hərəkətinə eyni zamanda bir neçə təbii enerji təsir edir. Qarışıq rejimlər təbii və texnogen mənşəli olurlar.

Qarışıq rejimli yataqların işlənilməsini səmərəli aparmaq üçün burada lay enerjisini təşkil edən amillərin rolunu nəzərə almaq lazımdır. Bütün mümkün hallarda yatağa süni təsir üsulları tətbiq edilməlidir.

Üçüncü fəsil neftvermənin idarə olunması məqsədilə quyuların intellektual idarəetmə sisteminin yaradılmasından bəhs edir. Lay-quyu sistemində intellektual informasiya bazasının yaradılması yolları araşdırılır.

Bunun üçün lay-quyu sisteminin neft verimini yüksəltməyə imkan verən modellər, texnologiyalar və metodlar yaradılmalı, neftçıxarma proseslərinin “online” rejimdə idarə edilməsini təmin edən yeni nəsil robastr nəzarət, diaqnostika və idarəetmə sistemlərinin yaradılması lazımdır.

Neft hasilatı proseslərini “online” rejimdə idarə edilməsini təmin edən “noise monitoring”, diaqnostika və idarəetmə sistemi yaradılmalıdır, yəni:

- texnoloji proseslərin parametrlərinə nəzarət edilməli;
 - avadanlıqlarda yarana biləcək nasazlıqların yaranmasının ilkin dövrünün diaqnostikası aparılmalı;
 - laya su vurma və nanokomponentlərin hazırlanma proseslərinin rəasional idarəetmə texnologiyaları yaradılmalı;
 - neft hasilatı proseslərinin “online” rejimində kompleks nəzarət, diaqnostika və idarəetmə alqoritmləri yaradılmalı;
 - dinamogramların real vaxt ərzində (online) adekvatlıq şərti ödənilməli, identifikasiya etməyə imkan verən alqoritmlər, texnologiyalar, proqram təminatları yaradılmalı;
 - obyektlərin texniki vəziyyətlərinin dəyişmələrinə intellektuallaşdırılmış “noise” nəzarət və “noise” diaqnostika texnologiyaları və aparat-proqram vasitələri (təminatları) yaradılmalı;
 - obyektlərin rentabelliklərini yüksəltməyə imkan verən intellektual robastr nəzarət idarəetmə sistemləri yaradılmalıdır.
- Təklif edilən proqramın həyata keçirilməsi ilə:

1. Hasilat quyularında alınan nəticəyə görə əks əlaqə ilə suvurma quyularına vurulan nanokomponentlərin miqdarının və keyfiyyətinin optimal idarə olunması yolu ilə layın neft veriminin artırılmasına nail olunur (Neft/Su nisbəti dəyişir).

2. Nanokomponentlərin hasilat quyularına vurulmasının optimal idarə olunması hesabına neft verimi artır, avadanlığın aşınmalarının qarşısı alınır.

3. Nanokomponentlərin “online” rejimdə intellektual idarə olunması hesabına hasilat quyusundan çıxarılan mayenin sululuğu azalır (Neft/Su nisbəti dəyişir).

4. Elektrik enerjisinə qənaət olunur, ətraf mühitin çirklənməsinin qarşısı alınır.

Mövcud baza əsasında qərarların qəbul edilmə mexanizminin işlənilməsi bu sistemin mühüm hissəsidir. Qərar qəbul edilməsi özü bir prosesdir. Bu proses aşağıdakı ardıcılıqla qurulmalı və həyata keçirilməlidir:

1. Problemin diaqnozunun qoyulması - hansı iş (məsələ) barədə qərar qəbul edilməlidir.

2. Meyarların müəyyənləşdirilməsi - problem nədir və hansı standartlar pozulmuşdur.

3. Alternativlərin tapılması - aşkar edilmiş çatışmayan cəhətləri aradan götürmək üçün hansı variantlar vardır.

4. Alternativlərin qiymətləndirilməsi – problemin həllində hansı variant daha sərfəlidir və müəssisənin imkanlarına uyğundur.

5. Qərar qəbul edilməsi - ən səmərəli qərar variantının seçilməsi.

6. Qəbul edilmiş qərarın icrası - işin gedişinin qərara müvafiq dəyişdirilməsi.

Qərar qəbul edilməsi prosesi əks əlaqənin yaradılması ilə yekunlaşır. Bu isə o deməkdir ki, qəbul edilən qərar həll ediləcək problemlə və ya məsələ ilə bilavasitə bağlı olmalı və qərarın qəbul edildiyi məqamda real vəziyyətlə müqayisə olunmalıdır. Bu baxımdan, qəbul olunmuş hər bir qərar aşağıdakı tələblərə cavab verməlidir: a) məqsədəuyğun olmalı; b) kəmiyyət və keyfiyyət göstəricilərinə malik olmalı; v) optimal olmalı; q) konkret xarakter daşılmalı; e) stimullaşdırıcı olmalı; j) çevik olmalı; d) səmərəli olmalı; z) vaxtında olmalıdır.

Qərar qəbul edərkən risk amilini zəiflətmək və ya aradan qaldırmaq üçün, ilk növbədə qeyri-müəyyənliyi azaltmaq və bunun üçünsə, həll ediləcək problemlə bağlı informasiya məhdudluğunu aradan qaldırmaq vacibdir.

Dördüncü fəsil işlənmiş texnologiyaların və elmi nəticələrin istehsalatda tətbiqindən alınan effektlər əks olunmuşdur. bu məqsədlə ilk növbədə yeni nanotexnologiyaların tətbiqi üçün istismar obyektləri və quyular seçilmişdir.

İşlənmiş nanotexnologiyaların tətbiqi məqsədilə aşağıda adları geyd edilən neft yataqlarının istismar obyektləri, suvurucu və hasilat quyuları seçilmişdir:

“Bibiheybət” yatağında işlənmiş nanotexnologiyaların tətbiqi üçün 2055, 2065, 3354, 3789, 3668 sayılı quyular seçilmişdir.

“Palçq Pilpiləsi” yatağında istismar olunan 1729, 795, 312, 1650, 977, 1965, 1659, 2335 sayılı quyuların məhsulunda əsasən qələvi lay suyunun miqdarı 51-85% həddində dəyişir. Bununla yanaşı, bəzi quyulardan alınan lay suyu coddur və kimyəvi tərkiblərində sulfat ionlarının miqdarı çoxdur. Lay sularının tərkibində ərp əmələ gətirən $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ionlarının miqdarı 54-342 mq/l intervalında dəyişir. Nanosistemin tətbiqi üçün “Palçq Pilpiləsi” neft yatağında 2357, 2345, 4217, 2568 və 2572 sayılı quyular seçilmişdir.

Bunlardan əlavə, Çilov adası yatağında, “Darvin bankası” və “Pirallahı” adası yataqlarında, “Buzovna-Maştağa”, “Lökbatan-Puta-Quşxana” və “Səadan” neft yataqlarının istismar quyularında da yeni hazırlanmış nanokompozitlər tətbiq olunmuşdur.

“Bibiheybət” yatağında 2055 sayılı suvurucu quyunun ətrafında olan 2061, 3496, 2368, 2009 və 2786 sayılı neft quyularında mütəmadi olaraq hasilat ölçülmüş, çıxarılan mayedə neftin və suyun analizləri aparılmışdır. Sınaq müddətində 5 hasilat quyusu üzrə çıxarılan mayedə neftin miqdarı 5,8 t/gün-dən 6,85 t/gün-ə yüksəlmişdir (+1,05), bu da 18% artım deməkdir. Çıxarılan mayedə suyun miqdarı 72,7 t/gün-dən 70,85 t/gün-ə qədər, yəni 1,85 t/gün azalmışdır⁵.

⁵ Şahbazov E.Q., Əliyev C.A. “Bibiheybətneft” yatağında ağır neftlərin çıxarılmasında və nəqlində nanotexnologiyanın tətbiqi. Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, - Bakı: - 2019, - cild 21, - № 4, - 37-42 s.

“Bibiheybət” yatağında 3354 sayılı suvurucu quyunun ətrafında olan 2781, 2913, 3363, 2951, 2467, 3383 və 2852 sayılı quyularda mütəmadi olaraq hasilat ölçülmüş, çıxarılan mayedə neftin və suyun analizləri aparılmışdır. Sınaq müddətində 7 hasilat quyusu üzrə çıxarılan mayedə neftin miqdarı 3,1 t/gün-dən 3,92 t/gün-ə yüksəlmişdir (+0,82) , yəni 26% artmışdır. Çıxarılan mayedə suyun miqdarı 6,3 t/gün-dən 7,76 t/gün-ə qədər, yəni 1,46 t/gün artmışdır.

Baxılan yataqda seçilmiş 2065 sayılı suvurucu quyunun ətrafında olan 5 hasilat quyusu barəsində texniki və texnoloji göstəricilər toplanmış və təhlil edilmişdir. 2065 sayılı suvurucu quyunun yanında nanokompozisiyanın hazırlanması və quyuya vurulması üçün xüsusi avadanlığın quraşdırılması işi aparılmış, iş qabiliyyəti yoxlanılmış və proses başlanmışdır. Suvurucu quyuyu vasitəsilə dozalaşdırıcı nasosla 6 gün ərzində 2300 litr nanokompozisiya (gündə 70m³ suya 384 litr), növbəti 6 gün ərzində isə yalnız 70 m³ lay suyu vurulmuşdur. Tətbiq-sınaq işi (6+6)x5=60 gün davam etmişdir. 2065 sayılı suvurucu quyunun ətrafındakı istismar quyularında tətbiqdən əvvəl bir dəfə, tətbiqdən sonra isə 9dəfə hasilatın ölçülməsi aparılmış, nəticədə hasilat 22% artmış və neftin çıxarılmasında maya dəyərinin aşağı düşməsinə nail olunmuşdur.

Yenə də həmin yataqda mədən-geoloji sənədlərin təhlili əsasında seçilmiş 3789 sayılı suvurucu quyunun və onun ətrafında olan 5 hasilat (3792, 3668, 3796, 3795, 3794) quyuları haqqında texniki və texnoloji göstəricilər toplanmış və araşdırılmışdır. Suvurucu quyunun yanında nanokompozisiyanın hazırlanması və quyuya vurulması üçün “çən-nasos-çən” sistemi quraşdırılmışdır. Təsdiq olunmuş iş planına müvafiq olaraq suvurucu quyuyu vasitəsilə dozalaşdırıcı nasosla 6 gün ərzində 2304 litr nanokompozisiyanın (gündə 55 m³ suya 384 litr), növbəti 6 gün ərzində isə yalnız 55 m³ lay suyunun vurulması ilə proses iki ay davam etdirilmişdir. Həmin müddətdə suvurucu quyunun təsiri altında olan istismar quyularında mütəmadi olaraq hasilatlar ölçülmüş, neft və su nümunələri götürülməklə fiziki-kimyəvi və termodinamik xüsusiyyətləri tədqiq edilmişdir. Qeyd olunan parametrlər üzrə tətbiqdən əvvəlki və tətbiqdən sonrakı nəticələr müqayisəli təhlil edilmişdir. Nanotexnologiyanın tətbiqi ilə ətraf quyular üzrə çıxarılan ümumi mayedə neftin miqdarı 5,9 t/gün-

dən 6,8 t/gün olmuş, yəni 15% artmış, quyular üzrə hasil olunan suyun miqdarı 17-18% azalmışdır.

“Bibiheybət” yatağında 3668 sayılı quyuya nanosistemlə təsirdən əvvəl və sonra ətraf quyulardan götürülmüş neftlərin termodinamiki xassələri tədqiq edilmiş və bu dəyişmə lay şəraitində neftin, suyun özlülüklərinin və sıxlıqlarının azalması ilə müşayiət olunmuşdur⁶.

“Palçq Pilpiləsi” yatağında nanosistemin tətbiqi ilə laya təsiretmənin səmərəliliyinin artırılması məqsədilə 2357 sayılı suvurucu quyuyu vasitəsilə gündəlik 380÷400 litr nanokompozisiya vurulmaqla tətbiq işlərinə başlanılmış və proses iki ay davam etdirilmişdir. Həmin müddətdə suvurucu quyunun təsiri altında olan istismar quyularında (2572, 2345, 2417, 2568) mütəmadi olaraq hasilatlar ölçülmüş, neft və su nümunələri götürülməklə fiziki-kimyəvi və termodinamik xüsusiyyətləri tədqiq edilmişdir. Qeyd olunan parametrlər üzrə tətbiqdən 3 ay əvvəlki və tətbiqdən sonrakı nəticələr müqayisəli təhlil edilmiş və nəticədə təsir altında olan 4 hasilat quyusu üzrə çıxarılan mayedə neftin miqdarı 14% artaraq, 20 t/gün-dən 22,8 t/gün-dək yüksəlmişdir. Eyni zamanda suyun miqdarı 12% azalaraq, 29,1m³/gün-dən 25,61m³/gün-dək düşmüşdür.

Səthi-aktiv maddələrin, nanosistemli kompozisiyaların lay sularında duz çökmələrinə təsiri “Bibiheybət” və “Səadan” yataqlarından götürülmüş lay suyunda tədqiq edilmiş və müəyyən olunmuşdur ki, reagentin 150 q/t sərfində duz çökmələrindən 75,0-83,0% qorunma təsiri müşahidə olunur. Alınan nəticələr əsasında SAM (Sulfanol, Alkan), polimer (karboksimetilsellüloza) və Cu-nanohissəciklərdən ibarət olan yeni çoxfunksiyalı nanosistemli duzçökmə inhibitoru işlənmişdir. Yaradılmış nanosistemli duzçökmə inhibitorunun mədən sınaq işləri “Səadan” yatağının 2946 sayılı hasilat quyusunda 42 gün ərzində yerinə yetirilmiş, onun duz çöküntülərindən yüksək qoruma təsiri təsdiq olunmuş, suda ərp əmələ gətirən ionların miqdarı artmış, neftin özlülüyü 40%-ə kimi azalmış və ştanqlı dərinlik

⁶ Şahbazov E.Q., Əliyev C.A. “Bibiheybətneft” yatağında ağır neftlərin çıxarılmasında və nəqlində nanotexnologiyanın tətbiqi. Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, - Bakı: - 2019, - cild 21, - № 4, - 37-42 s.

nasosunun (ŞDN) istismarı zamanı müşahidə olunan nasazlıqlar aradan qalxmışdır.

Atqı xəttində duz çökməyə qarşı nanotexnologiyanın tətbiq-sınaq işləri üçün “Azneft” İB və “Siyəzənneft” NQÇİ-nin iştirakı ilə birgə, “Səadan” yatağından işləyən 1547 sayılı hasilat quyusu seçilmişdir. Tətbiq-sınaq işləri dövründə (90 gün) quyuya gündə dozalaşdırıcı nasos vasitəsilə fasiləsiz olaraq 144 litr işçi məhlulu (nanokompozisiya) vurulmuşdur⁷.

Atqı xəttində heç bir təmizləmə və təmir işləri aparılmamış, quyuağzında və atqı xəttində təzyiq sabit qalmışdır.

$P_{q.a.}=2,0$ atm, $P_{a.x.}=0,5$ atm olmuşdur.

“Bibiheybət” yatağında istismarda olan 2888 sayılı hasilat quyusunda duzlaşmanın qarşısının alınması məqsədilə təsdiq olunmuş iş planına müvafiq olaraq gündəlik 350 litr olmaqla nanosistemin tətbiqi həyata keçirilmiş və proses 60 gün davam etdirilmişdir. Tədbirə qədər quyuda duzlaşma ilə bağlı təmirarası müddət 25 gün təşkil etmiş, çıxarılan mayedə lay suyunun duzluluğu 61,2 q/l olmuşdur. Nanosistemin tətbiqindən keçən 90 gün müddətində duzlaşma ilə əlaqədar quyuda cəmi 2 dəfə yanalma olmuş və təmirarası müddət 45 günədək uzadılmışdır.

“Qaraçuxur” yatağında 402 sayılı hasilat quyusunun atqı xəttində duzçökməyə qarşı nanotexnologiyanın tətbiqi üzrə sınaq işlərinə başlanmışdır. Tətbiqdən əvvəl duzçökməyə görə təmirarası müddət atqı xəttində 15 gün, kollektorda isə 20 gün olmuşdur. Tətbiq müddətində isə (32 gün) quyunun atqı xəttində və kollektorda heç bir tənzimləmə əməliyyatı aparılmamışdır. Beləliklə, nanotexnologiyanın tətbiqinin səmərəli olduğu aşkar edilmişdir.

“Buzovna-Maştağa” yatağında qum çökməsinə qarşı nanotexnologiyaların tətbiqi ilə əlaqədar mədən-sınaq işləri aparılmışdır. Burada “Buzovna-Maştağa” yatağının II-QD horizontundan işləyən 1361 sayılı hasilat quyusunda qum çökməsinə

⁷ Aliyev J.A. Oil recovery enhancement in high and low permeability layers by the application of nanosystem “Processes of Petrochemistry and oil Refining” (PPOR) – Bakı: - 2024, - Vol 25, - No.1, - pp.41-49.

qarşı nanokompozisiya hazırlanmış və onun laya vurulması nəticəsində təmirlərarası müddət artmış, quyunun əvvəlki hasilatı bərpa edilmiş, prosesin geniş miqyasda tətbiqinin məqsədəuyğunluğu təsdiq edilmişdir. Quyuda neft hasilatı 1,7 ton/gün-dən 6,0 ton/gün-ə, su hasilatı isə 10,0ton/gün-dən 14,5 ton/gün-ə qədər artmışdır. Bu artım vurulan nanosistemin qaldırıcı borularda hidravlik müqaviməti azaltması hesabına əldə edilmişdir. Eyni zamanda tətbiqdən əvvəl quyuya maye ilə təsir ay ərzində 67 dəfə təşkil edirdisə, tətbiqdən sonra bu 20 dəfəyə düşmüşdür.

“Buzovna-Maştağa” yatağında qum çökməsinə qarşı nanosistemin tətbiqi ilə əlaqədar VQD horizontundan istismarda olan 1373 saylı quyu üzrə texniki və mədən-geoloji məlumatlar toplanıb təhlil edilmişdir. Nanosistemin tətbiqi nəticəsində borularda qumun çökməsi məhdudlaşmış və hasil olunan mayədə mexaniki qarışıqın miqdarı orta hesabla 2,6%-ə qədər azalmışdır. Bunun müqabilində maye ilə təsirlərin sayı 2 dəfəyədək azalaraq 71-dən 36-ya düşmüşdür, hava sərfi isə 12000m³-dən 8000m³-dək azalmışdır.

Nanotexnologiyaların istehsalat proseslərinə tətbiqi planına müvafiq olaraq “Palçıq Pilpiləsi” neft yatağının 1155 saylı hasilat quyusunda laydan quyudibinə gələn qumun qarşısının alınması məqsədilə quyudibi zonanın nanostrukturulu bərkidici məhlulla möhkəmləndirilməsi prosesi həyata keçirilmişdir.

1155 saylı quyunun 1552-1543 m-lik süzgəc intervalı perforasiya olunmuş və quyu gündəlik 5 ton neft hasilatı ilə işə salınmışdır. Lakin qum tıxacı yaranması səbəbindən

12 gün ərzində tədricən hasilatını azaldaraq dayanmışdır. Quyuda aparılan 3 cari təmir (süzgəcin yuyulması) və 2 əsaslı təmir (QDZ-nin bərkidilməsi) işləri nəticə verməmiş, qumun qarşısını almaq mümkün olmamışdır. 1552-1541 m intervalında nanostrukturulu bərkidici məhlulla (NSBM) bərkitmə işləri aparılmışdır. Proses zamanı quyuya sıxlığı 1,76-1,80q/sm³ olan 1,14m³ nanokompozisiyalı məhlul, 4,75m³ basqı mayesi vurulmuşdur. Quyudibi zonanın bərkidilməsində istifadə edilən nanokompozisiyalı tamponaj məhlulunun tətbiqi ilə quyudibi zonada möhkəm karkaslı keçiriciliyə malik ekran yaranmış, tamponaj məhlulunun həcmi nanokompozisiyanın hesabına 25% artmış, bu səbəbdən də sement

daşının kollektorluq xüsusiyyəti yaxşılaşmış, nəticədə quyu perforasiya edilmədən mənimsəməyə verilmişdir. Beləliklə, laydan quyudibinə gələn qumun qarşısı alınmışdır. Hazırda quyunun gündəlik hasilatı 2,0 ton neft təşkil edir və quyudan əlavə olaraq 240ton neft hasil edilmişdir. Qum təzahürü, demək olar ki, müşahidə olunmur.

Nanosistemlə işlənmənin nəticəsi olaraq:

- quyudibi zonada möhkəm karkaslı, yüksək keçiricilik qabiliyyətinə malik təbəqə yaradılmış;

- laydan gələn intensiv qum axınının qarşısı alınmış;

- təkrar perforasiya edilmədən quyu mənimsənilmişdir.

“Bibiheybət” neft yatağının 3692 sayılı quyusunda qum tıxacının yuyulması prosesi həyata keçirilmişdir. Quyudibi zona yuyulan zaman işçi məhlula nanosistem vurulmuşdur. Boruarxası təzyiq 10 atm-dən 28 atm-ə qədər yüksəlmiş, hasilat isə 6 t/gün-dən 9 t/günə qədər artmışdır. Prosesdən əvvəl təmirarası müddət 40 gün, prosesdən sonra 55 gün təşkil etmiş, qum təzahürü olmamışdır⁸.

Tətbiq işləri aparıldıqdan sonra alınan iqtisadi səmərə hesablanmışdır.

Azərbaycanın neft və qaz yataqlarının səmərəli istismarı bir çox amillərdən, ilk növbədə yeni, mütərəqqi texnologiyaların yaradılması və tətbiqindən asılıdır. Hasilatın stabilləşdirilməsi, xüsusilə köhnə və sulaşmış yataqlarda təmir işlərinin keyfiyyətinin artırılması, təmirlərarası müddətlərin uzadılması, korroziya, duz, parafin çöküntüləri ilə mübarizənin gücləndirilməsi, yüksək reoloji göstəricilərə malik səthi-aktiv maddələrin (SAM) və digər müxtəlif kimyəvi reagentlərin işlənilməsi və tətbiqi ilə bağlıdır.

Hazırda SOCAR-da fəaliyyətdə olan 6,7 min quyu mövcuddur. Neft quyularının işlək fondunun 65% kiçik debitli və xeyli sulaşmış quyulardır, çıxarıla bilən ehtiyatların 20-25% aşağı keçiriciliyə malik laylarda yerləşən yüksək özlülüklü neftlərdir.

8 Şahbazov E.Q., Əliyev C.A. “Bibiheybətneft” yatağında ağır neftlərin çıxarılmasında və nəqlində nanotexnologiyanın tətbiqi. Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, - Bakı: - 2019, - cild 21, - № 4, - 37-42 s.

Buna görə də neftqazçıxarmada nanotexnologiyaların bu gün və gələcəkdə tətbiqinə böyük ehtiyac vardır.

Mövcud potensialdan səmərəli istifadə etməklə neftin çıxarılmasında, hazırlanmasında və nəqlində keyfiyyətin artırılması, sərf normalarının, neft və qaz hasilatında maliyyə xərclərinin azaldılması günün əsas tələblərindəndir.

Aparılmış araşdırmalar, nəzəri və eksperimental tədqiqatlar ilk dəfə olaraq Azərbaycan neft sənayesində nanotexnologiyanın tətbiqinin səmərəli olduğunu təsdiq etdi.

“Qum adası” və “Suraxanı” neft yataqlarında 7 quyudan 3 ay ərzində 130 tondan artıq, “Gürگان-dəniz-Pirallahı” neft yatağında 230, 326, 327, 883 sayılı quyularından gündə 1-1,5 ton, 1 quyudan (№438) 9 ay ərzində 170 tondan artıq əlavə neft hasil edilmiş, mayenin tərkibində isə suyun miqdarının 20%-ə qədər aşağı düşməsi qeydə alınmışdır.

“Bibiheybət” neft yatağında 48 quyudan 3 ay ərzində 367 ton əlavə neft alınmışdır⁹.

Duz çökmələrinin qarşısının alınması üçün maddən sınaqlarında SAM, reagentlər, 90-110 nm ölçülü Fe-nanohissəciklərin qarışıqlarından istifadə edilmiş və iqtisadi səmərə əldə edilmişdir¹⁰.

İnnovasiya xarakterli tədbirlərin tətbiqindən alınan iqtisadi səmərəni hesablamaq üçün aşağıdakı düsturdan istifadə edilmişdir:

$$DXM = [(1 - 0,20635) \times \Delta MQ \pm TTX - \Delta MN] \times \alpha_1 \quad (1)$$

və ya

$$DXM = [0,79365 \times \Delta MQ \pm TTX - \Delta MN] \times \alpha_1 \quad (2)$$

burada: DXM – diskontlaşdırılmış xalis məhsul, man.;

0,20635 – qiymətdən maddən vergi dərəcəsini təyin etmək üçün əmsal;

ΔM – tədbirin tətbiqindən sonra məhsul artımı, ton;

Q - 1(bir) ton neftin satış qiyməti;

⁹ Şahbazov E.Q., Əliyev C.A. “Bibiheybətneft” yatağında ağır neftlərin çıxarılmasında və nəqlində nanotexnologiyanın tətbiqi. Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, - Bakı: - 2019, - cild 21, - № 4, - 37-42 s.

¹⁰ Алиев Дж. А. Разработка и исследование новой наноконпозиции для ликвидации асфальтено-смоло-парафиновых отложений. - “SOCAR Proceedings” - Баку: - 2023, - No. 2, - 82-87 p.

TTX – texnologiyanın tətbiqi xərcləri və ya ona qənaət, man.;
N – şərti-dəyişən xərclərin 1 (bir) ton neftə (qaza) düşən normativi, man/t;

ΔMN – ümumilikdə şərti-dəyişən xərclər, man.;

α_1 - diskont əmsalı, vahidin hissəsi.

$$DXM = [0,79365 \times (13 \times 53,60) - (21,975 + 31,122 + 16,628 + 3,47 + 20,906) + 4984 - 13 \times 37,62] \times 0,909 = (553,02 - 94,10 + 4494,94) \times 0,909 = 4503,05 \text{ man.}$$

Beləliklə, duz çöküntüsünün qarşısının alınması üçün nanosistemin istifadəsindən gözlənilən səmərə 4503,05 manat təşkil edir ki, bu da hazırkı işin məqsədəuyğun və əlverişli olduğunu göstərir.

“Palçıq Pilpiləsi” neft yatağında 1335 saylı quyuda AQP birləşmələrinin təmizlənməsi üçün yüksək həlletmə qabiliyyətinə malik kimyəvi reagent olan həlledicilərdən ibarət nanosistem tətbiqi nəticəsində alınmış iqtisadi səmərənin hesablanması Beynəlxalq iqtisadiyyatda qəbul olunmuş standarta əsaslanır. Metodik göstərişə əsasən bu zaman diskontlaşdırılmış xalis məhsul, tədbirin tətbiqi ilə əlaqədar xərclər, şərti dəyişən xərclər normativi, 1 ton neftin mədən vergisi, 5%-lik diskont əmsalından istifadə etməklə hesabat (1) və ya (2) düsturu ilə yerinə yetirilir.

Lakin işin xüsusiyyətini nəzərə alaraq, (2) düsturunda bəzi dəyişikliklərin edilməsi vacibdir, onda:

$$DXM = [(0,79365 \times \Delta M \times Q + \Delta P \times Q_q) \pm TTX - (\$_n + \$_q)] \times \alpha_1 \quad (3)$$

burada:

ΔP - tədbirin tətbiqindən təmirlər sayının azalması ilə əlaqədar qaza qənaət, min m³ ;

ΔM - tədbirin tətbiqindən təmirlər sayının azalması ilə əlaqədar neftə qənaət, ton;

Q_q - min m³ qazın satış qiyməti, man/ min m³;

$\$ _n$ – neftə görə şərti-dəyişən xərclər, man;

$\$ _q$ – qaza görə şərti-dəyişən xərclər, man.

Verilənlərdən istifadə etməklə əldə edilən qənaət aşağıdakı kimi hesablanmışdır:

$$DXM = [0,79365 \times (240 \times 53,60) - (2400 + 78,59 + 11,68 + 250,4) + 28012 - 5997,6] \times 0,909 = (10209,51 - 2740,67 + 28012 - 5997,6) \times 0,909 = 26800,27 \text{ man.}$$

Beləliklə, nəticə olaraq fikir yürütmək olar ki, aparılan sınaq işi iqtisadi cəhətdən səmərəlidir.

Nanotexnologiyanın perspektivi:

- neft və qazın boru kəmərləri vasitəsilə nəqlində sistemdə titrəmələrin qarşısının alınması;
- qazmada mürəkkəbləşmələrin qarşısının alınması;
- parafinli quyularda çökməyə qarşı;
- neftin saxlanması, nəqlə və emala hazırlanması.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. SAM məhlullarında nanohissəciklərin konsentrasiyasının 0,0005 %-dən 0,001%-ə kimi artması neft-su sərhəddində səthi gərilməni azaldır, nanohissəciklərin 0,001 % -dən sonrakı artımı isə, əksinə, səthi gərilməni yüksəldir.

2. Neftin hasilatı və nəqli zamanı yaranan duzçökmə prosesinə qarşı tərkibi müxtəlif nisbətlərdə səthi-aktiv maddələr, yüksək özlülüklü polimerlər, inhibirlənmiş turşular, ölçüləri 60-80 nm olan mis nanohissəciklər qatılmış nanosistem sərf miqdarından asılı olaraq 80,3-92,3 %-ə qədər effektivliyə malikdir.

3. Gil süxurlarından təşkil olunmuş məhsuldar layların məsamə və keçiriciliyinin bərpa olunması məqsədilə tərkibi üzvi həlledici, SAM və alüminium (50-70 nm) hissəciklərdən təşkil olunmuş nanosistem işlənmiş və onun 85-88%-ə qədər səmərəliliyə malik olması müəyyən edilmişdir. Yeni tərkib quyudibi ətrafı sahənin AQP çöküntülərindən təmizlənməsi hesabına lay keçiriciliyinin artırılmasını təmin edir.

4. Nanosistem əlavə edilmiş məhlulun suvurucu quyular vasitəsilə laya təsiri nəticəsində neftin deemulsasiyasının səmərəliliyi yüksəldilmişdir. Belə ki, neft hasilatı 13-15% artmış, çıxarılan mayədə suyun miqdarı 16-18%-ə qədər azalmışdır.

5. Erlift-qazlift quyularında tətbiq olunan nanosistem boru divarlarında nanotəbəqə əmələ gətirir ki, nəticədə hidravlik müqavimət azalır, mayenin nəqli intensivləşir, təmirarası müddət artır.

6. Nanostrukturlu bərkidici məhlulun laya və quyudibi zonaya vurulması nəticəsində qum axınının qarşısını alan möhkəm strukturlu bərkidici kütlə alınmışdır. Quyularda təmirarası müddət 2,0-2,5 dəfə artmışdır.

7. İşlənmiş tərkib və texnologiyaların istehsal prosesində tətbiqi nəticəsində əlavə olaraq 4100 t-dan artıq neft çıxarılmış, çıxarılan məhsulda suyun miqdarı 6300 m³-a qədər azalmışdır. Bərkitmə əməliyyatı aparılmış quyularda təmirarası müddət 2,0-2,5 dəfə artmışdır.

Dissertasiya işinə aid müəllifin dərc olunmuş elmi əsərləri:

1. Shahbazov, E.Q., Yusifov, R.A., Jabbarova, K.Sh., Huseynli, Kh.Kh., Aliyev, J.A., Huseynov, M.A. Nanosystem for scale prevention during the exploitation of the oil fields in the final stage of development. - Baku: National Academy of Sciences of Azerbaijan "Reports", - 2016, v. LXXII, №1, - p 61-65.

2. Шахбазов, Э.К., Кязимов, Э.А., Джаббарова, К.Ш., Алиев, Дж.А. Наносистемы для повышения эффективности нефтедобычи в Азербайджане. РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М.Губкина, Материалы V Международной Конференции «NANOTECHNOILGAZ-2016», - Москва: - 22-23 ноября 2016 г., - с. 89-90.

3. Шахбазов, Э.К., Кязимов, Э.А., Джаббарова, К.Ш., Алиев, Дж.А. Наносистемы для предотвращения осложнений в нефтяном деле. Сборник материалов международной научно-практической конференции «Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли», Альметьевский Государственный Нефтяной Институт, - Альметьевск: - 28-29 октября 2016 г., Т. 1, - с. 314-315 .

4. Shahbazov, E.G., Bagirov, A.C., Aliyev, J.A. Application of nanosystems for improving residual oil recovery in aging fields. Journal "Scientific Israel-Technological Advantages", - Tel-Aviv: - 2018, v. 20, No 5,6, - p.81-84 .

5. Şahbazov, E.Q., Əliyev, C.A. Həsənova, A.M. Neftin nəqlində nanotexnologiyalar. Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının xəbərləri, Fizika-Texnika və Riyaziyyat elmləri seriyası, İnformatika və İdarəetmə problemləri, - Bakı: - 2018, - cild XXXVIII,- № 6, - 91-95 s.

6. Abbasov, C.S., Əliyev, C.A. Yerin təkində temperaturun dəyişməsinə oroqrafiyanın təsir xüsusiyyətləri (Siyəzən monoklinalı təmsalında). "Azərbaycan geoloqu" Azərbaycan neftçi geoloqları cəmiyyətinin elmi bülleteni, - Bakı: - 2019, -№ 23, -102-106 s.

7. Abbasov, C.S., Əliyev, C.A. Anomal yüksək lay təzyiqinin quyu kəsilişi üzrə dəyişmə xüsusiyyətləri (Aşağı Kür çökəkliyi təmsalında). "Xəzər dənizi və oxşar ərəzilərin karbohidrogen potensialının öyrənilməsində geofiziki tədqiqatların rolu" başlıqlı

geofiziki seksiya, - Bakı: -16-18 oktyabr 2019.

8. Şahbazov, E.Q., Əliyev, C.A. “Bibiheybətneft” yatağında ağır neftlərin çıxarılmasında və nəqlində nanotexnologiyanın tətbiqi. Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, - Bakı: - 2019, - cild 21, - № 4, - 37-42 s.

9. Şahbazov, E.Q., Quliyev, A.S., Kərimov, T.M., Əliyev, C.A., Xəlilov, N.N. Neftin emalında texnoloji avadanlıqlara mənfəət amillərinin təsirinə nanotexnoloji üsullarla təhlili. Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, - Bakı: - 09.2019, - s. 61-65 .

10. Əliyev, C.A. Yataqların sulaşmasına qarşı nanotexnologiyanın tətbiqi. AMEA Gənc Alim və Mütəxəssislər Şurası, “Gənc tədqiqatçı” elmi-praktiki jurnal, - Bakı: -2020 - cild VI, - № 1, - 73-79 s.

11. Алиев, Дж.А., Аббасов, Д.С. Повышение нефтеотдачи неоднородных пластов оторочкой с новым составом. Научно-технический вестник «Каротажник» - Тверь: - 2020 - выпуск 3 - 70-80 с.

12. Əliyev, C.A. Neftçıxarmada mürəkkəbləşmələrə qarşı nanosistem. “Azərbaycan geoloqu” Azərbaycan neftçi geoloqları cəmiyyətinin elmi bülleteni - Bakı: - 2020 - № 24, - 87-90 s.

13. Алиев, Дж.А. О некоторых результатах применения нанотехнологий в нефтедобыче на длительно разрабатываемых месторождениях Азербайджана. “Elm” nəşriyyatı, AMEA, Geologiya və Geofizika İnstitutu, “ANAS Transactions Earth Sciences” - Baku: - 2020 - № 1, - 37-43 с.

14. Şahbazov, E.Q. Həsənova, A.M., Əliyev, C.A. Nanotexnologiyanın tətbiqlə layda sulaşmanın məhdudlaşdırılması. Azərbaycan Neft Təsərrüfatı,- Bakı: -2021, - № 08, - 36-38 s.

15. Mətiyev, K., Əlsəfərova, M., Səmədov, A., Əliyev, C., Şıxməmmədova, N. “Duz çöküntülərinin qarşısının alınması üçün yeni düzçökmə inhibitorunun işlənməsi” / “Kimya və kimya texnologiyası” Respublika elmi konfransı tezisləri - Bakı: - 18-19 may 2022, 208-210 s.

16. Aliyev, J.A. Application of Nanotechnology in Increasing Oil Recovery Coefficient of Reservoir. Khazar Journal of Science and Technology - Baku: - 2023, Vol 7, - No 2, - pp. 92-98.

17. Алиев, Дж. А. Разработка и исследование новой наноконпозиции для ликвидации асфальтено-смоло-парафиновых отложений. - "SOCAR Proceedings" - Баку: - 2023, - No. 2, - 82-87 p.

18. Aliyev, J.A. Oil recovery enhancement in high and low permeability layers by the application of nanosystem "Processes of Petrochemistry and oil Refining" (PPOR) – Baku: - 2024, - Vol 25, - No.1, - pp.41-49.

İddiəcinin şəxsi töhfəsi:

[10, 12, 13, 16, 17, 18] işləri sərbəst yerinə yetirilmişdir,
[1-5, 9, 14, 15] işlərində tədqiqatların aparılmasında və nəticələrin ümumiləşdirilməsində iştirak.

[6-8, 11] işlərində hesabatların aparılması, nəticələrin təhlili



Dissertasiyanın müdafiəsi 18 mart 2025-ci il tarixində saat 11:00-da Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 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 "14 fevral 2025-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 07.02.2025

Kağızın formatı: A5

Həcm: 37241

Tiraj: 100