

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
GEOLOGİYA VƏ GEOFİZİKA İNSTİTUTU**

Əlyazması hüququnda

ŞƏFA FƏRHAD QIZI MUSAYEVA

**NEFT YATAQLARINDA DURĞUN ZONALARIN
MƏNİMSƏNİLMƏSİNİN EKSPERİMENTAL TƏDQIQI**

İxtisas 2525.01 – Neft və qaz yataqlarının
işlənməsi və istismarı

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

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

BAKİ – 2017

Dissertasiya işi “Neftqazəlmütədqiqatlayihə” İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

T.e.d. **A.M.Qasımlı**

Rəsmi opponətlər:

AMEA-nın müxbir üzvü, t.e.d.,
prof. **Q.İ.Calalov**

t.f.d. **R.C.Qasımov**

Aparıcı təşkilat: Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti,
“Neft-qaz mühəndisliyi” kafedrası

Müdafiə “30” iyun 2017-ci il saat 14³⁰-da Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Geologiya və Geofizika İnstitutunun nəzdindəki D.01.081 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ1143, Bakı şəhəri, H.Cavid pr., 119

Faks: (99412) 537 22 85

E-mail: gia@azdata.net

Dissertasiya ilə AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat “ 30 ” may 2017-ci il tarixində göndərilmişdir.

D.01.081 Dissertasiya
Şurasının elmi katibi,
texnika üzrə fəlsəfə doktoru



D.R.Mirzəyeva

İŞİN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

Tədqiqat mövzusunun aktuallığı:

Ölkə iqtisadiyyatının bütün sahələrinin inkişafında müstəsna əhəmiyyəti olan neftqaz sənayesinin intensivləşdirilməsi enerji təminatının yaxşılaşdırılmasının müasir mərhələdə ən vacib və həll edilməsi tələb olunan problemlərindən biridir. Odur ki, problemin həll edilməsi yeni perspektivli neft və qaz yataqlarının kəşf edilərək, işə salınması ilə yanaşı, hazırda işlənməkdə olan yataqlardan neftqaz ehtiyatının lazımcına mənimlənməsini nəzərdə tutur. Təqdim edilən dissertasiya işi bu mözuya həsr olunduğundan aktualdır.

Azərbaycanda neft sənayesinin inkişaf mərhələsinin hazırkı vəziyyəti yataqların kiçik debite düşərək, yüksək sulaşmış vəziyyətdə, son dövrə qədər qoymalarıdır. Odur ki, qarşıda duran vacib məsələlərin həlli - durğun zonalara və çıxarılması çətinlik törədən ehtiyata malik yataqların neftveriminin artırılması texnologiyasının işlənməsini tələb edir.

Suvurma üsulunun tətbiqi ilə neft yataqlarının texniki-iqtisadi göstəricilərinin müəyyən qədər yaxşılaşmasına baxmayaraq, mürəkkəb geoloji quruluşa və yüksək özlülüklü neftə malik laylara bu üsulun tətbiqi gözlənilən nəticəni vermir.

Bu istiqamətdə aparılmış nəzəri və təcrübi tədqiqatlar ən yüksək neftvermə əmsalının (50%) neftin özlülüüyü 0.5 – 1.5 mPa·s olan laylarda almaq mümkün olduğunu göstərmişdir. Özlülüyn yüksək qiymətlərində suvurma üsulunun effektivliyi azalır və özlülük 25-30 mPa·s və daha çox olanda laya vurulan su özünə yol tapıb, su dilləri şəklində durğun zonalarda cəmlənmiş neftdən yan keçərək, hasilat quyularına doğru axına başlayır. Bununla da layın işçi agentlə əhatəsi azalır və neftverimi aşağı düşür.

Laylarda durğun zonalər şəklində cəmlənmiş qalıq neft ehtiyatını mənimləməkdən ötrü elə bir təsir üsulu işlənilməlidir ki, laya vurulan işçi agent neft layının əsas hissəsini əhatə etməklə bərabər, durğun zonalarda toplanmış neftlə təması zamanı səthi gərilməni aşağı salmaqla onu lazımcına yuyub sıxışdırarsın.

Bu problemin həllinə dair bir çox görkəmli alimlər tərəfindən nəzəri və eksperimental elmi-tədqiqat işləri aparılmışdır:

Abasov M.T., Basniyev K.S., Bağirov M.K., Calalov Q.İ., Cəlilov Q.N., Əfəndiyev Q.M., Feyzullayev X.A., Jeltov Y.P., Qorbunov A.T., Quliyev A.M., Lençenkova L.E., Mirzəcanzadə A.X., Məmməd-zadə A.M., Salavatov T.Ş.,

Surquçov M.L., Strekov A.S., Şahverdiyev A.X., Tahirov N.C., Vəzirov C.Ş., Zakirov S.N. və b.

Tədqiqatçıların qeyd etdiklərinə görə, laydan neftin köpük sistemi ilə sıxışdırılması zamanı sıxışdırıcı agentin hərəkətililiyinin azalması nəticəsində layın yüksək keçiriciliyə malik təbəqələrinin selektiv izolə olunmasına şərait yaranır ki, bununla da layın əhatə əmsalının artması və layda hərəkətsiz vəziyyətdə qalan neftin sıxışdırılması baş verir.

Lakin, son zamanlar istifadə edilən köpük sistemini hazırlamaqdan ötrü qiymətcə bəla və çətin tapılan reagentlərdən istifadə olunur. Bu işə tətbiq nəticəsində alınan neft artımının iqtisadi cəhətdən səmərəsiz olduğunu göstərir. İşin məqsədi də yuxarıda qeyd olunanlardan irəli gəlir.

İşin məqsədi:

- neft yatağına suvurma üsulunun tətbiqindən sonra layda qalan qalıq çıxarılabilən neft ehtiyatının yeni işlənmiş köpük sistemindən istifadə etməklə mənimsənilməsindən;

- laboratoriya-eksperimental tədqiqatlardan alınmış nəticələrin mədən şəraitində yoxlanması məqsədilə tətbiq texnologiyasının işlənilməsi və gözlənilən iqtisadi səmərənin hesablanmasından ibarətdir.

Tədqiqatın əsas məsələləri:

Dissertasiya işində qarşıya qoyulmuş məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı məsələlərə baxılmışdır:

1. Laylardan qalıq neft ehtiyatının mənimsənilməsi məqsədilə resurslara qənaətedici yeni köpük sisteminin işlənilməsi və fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqi.

2. İkiölçülü lay elementinin modelində köpük sistemindən araqatı yaratmaqla sulaşmış laydan qalıq neftin çıxarılmasına aid eksperimental tədqiqatların aparılması.

3. Köpük sisteminin dayanıqlığının saxlanılması məqsədilə, onun laya vurulmasından sonra, ardınca poliakrilamid polimerinin suda məhlulu-nun vurulmasının tədqiqi.

4. Müxtəlif keçiricilikli-təbəqəli lay modelindən qalıq neftin köpük araqatı vasitəsilə sıxışdırılmasının eksperimental tədqiqi.

Elmi yeniliklər:

1. Çətin çıxarıla bilən ehtiyata və durğun zonalara malik neft laylarının təkrar işlənilməsində istifadəsinin yüksək effektivliyini təmin edən

daha dayanıqlı, yeni köpük sistemi işlənilmişdir.

2. İkiölçülü lay modelində aparılmış eksperimentlər, köpük sistemin-dən araqatı yaratmaqla neftvermə əmsalının artırılmasının mümkünlüyünü göstərmişdir.

3. Eksperimental üsulla işlənilmiş köpük sistemindən istifadə etməklə təbəqəli qeyri-bircins kollektorlara malik layların neftveriminin artırılmasının mümkünlüyü sübut olunmuşdur.

4. Laya vurulan köpük sisteminin dayanıqlığının polimer məhlulu vasitəsilə uzadıldığı sübut olunmuşdur.

Müdafiə edilən əsas müddəalar:

Dissertasiya işində aşağıdakı müddəalar müdafiə olunur:

1. Çıxarılabilən qalıq ehtiyata malik yataqların neftveriminin artırıl-ması məqsədilə yeni köpük sisteminin işlənməsi və onun dayanıqlığı.

2. Köpük sistemindən istifadə etməklə, beşnöqtəli sulaşma sistemini təqlid edən ikiölçülü lay elementinin modelində eksperimental-tədqiqatların nəticələri.

3. Müxtəlif keçiricilikli təbəqəli layda köpük sistemindən araqatı ya-ratmaqla qalıq neftin çıxarılması mümkünlüyünün tədqiqi.

İşin təcrübə əhəmiyyəti və nəticələrin tətbiqi:

Dissertasiya işində uzun müddət işlənmədə olan neft yataqlarına yeni köpük sistemini tətbiq etməklə neft hasilatının artması mümkünlüyü sübut olunmuşdur.

İşlənilmiş köpük sistemini “Bibiheybətneft” NQÇİ-nin seçilmiş bir hasilat quyusunda tətbiq etməklə quyunun debitinin nəzərə cəpacaq dərəcədə artdığı, neftlə birlikdə çıxan suyun azalması da müşahidə edilmişdir (akt təqdim olunur).

Layın neftveriminin artırılması üsulu uyğun olaraq Azərbaycan Respublikasının İ 2014 0003 Patenti ilə müdafiə olunmuşdur.

Alınmış nəticələrin mötəbərliyi:

Dissertasiya işində aparılan tədqiqatlar əsasında alınmış nəticələrin mötəbərliyi bu qəbildən olan məsələlərin həllində geniş istifadə edilən eks-perimental tədqiqat üsullarından istifadə edilməsi və faktiki neft yatağı timsalında işlənilmə göstəricilərinin təyini ilə təsdiq edilmişdir.

Eksperimental tədqiqatların aparılması zamanı müasir laboratoriya qurğularından istifadə edilmişdir.

İşin aprobasiyası:

Dissertasiya işinin bəzi müddəaları konfranslarda məruzə edilmişdir:

- X Beynəlxalq Eko-Energetika Akademiyasının konfransı. Bakı şəh. 2009-cu il;

- “Neftqazçıxarmada yeni texnologiyalar” II Beynəlxalq elmi-təcrübi konfrans. “Neftqaz elmi-tədqiqatlayihə” İnstitutu, Bakı şəh., 2012-ci il.

Nəticələrin nəşri:

Dissertasiya işi üzrə 12 elmi iş, o cümlədən 9 məqalə, 2 Beynəlxalq elmi konfranslarda məruzələrin tezisi çap edilmişdir; 1 patent alınmışdır.

İşin həcmi və strukturu:

Dissertasiya işi giriş, 4 fəsil, nəticə, istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından və əlavələrdən ibarətdir. İşin ümumi həcmi şəkillər (18 ədəd), cədvəllər (22 ədəd), ədəbiyyat siyahısı (95 ədəd) və əlavələrdən ibarət olmaqla 146 səhifədə şərh olunmuşdur.

Müəllif dissertasiya işinin yerinə yetirilməsi zamanı problemin qoyulması və həll yollarının araşdırılmasında, alınmış nəticələrin müzakirəsi zamanı dəyərli tövsiyələrə və göstərdiyi daimi diqqətə görə elmi rəhbəri texnika elmlər doktoru A.M.Qasımlıya öz dərin minnətdarlığını bildirir.

Eyni zamanda, müəllif dissertasiya işinin yerinə yetirilməsində verdiyi dəyərli elmi məsləhətlərinə görə, “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” ETİ-nin direktoru, AMEA-nın müxbir üzvü, t.e.d., professor E.E.Ramazanovaya və AMEA-nın müxbir üzvü, t.e.d., professor Q.İ.Calalova öz səmimi təşəkkürünü bildirir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Girişdə dissertasiya işinin aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədi, ümumi müddəaları, qoyulmuş məsələlərin həlli yolları, elmi yeniliklər və təcrübi əhəmiyyəti şərh olunmuşdur.

I fəsildə uzun müddət işlənilmədə olan neft laylarının neft verimini artırmaq məqsədilə suvurma üsulunun tətbiqi zamanı onun effektivliyinə təsir edən bəzi amillər göstərilmişdir. Qeyd edilir ki, bu amillərin - lay şəraitində neftin özlülüyünün, vurulan su ilə neft sərhəddində əmələ gələn səthi gərilmənin, süxur səthinin lazımcınca islanmamasının və s. təsiri nəticəsində laylara suvurma üsulunun tətbiq edilməsi zamanı hasilat quyuları arasındakı məsafələrdə və layın təsirlə az əhatə olunduğu sahələrdə durğun zonaların

əmələ gəlməsi baş verir ki, bununla da layın neftverimini lazımı qədər artırmaq mümkün olmur. Fəsilə bu sahədə aparılmış elmi-tədqiqat işlərinin icmalı verilmişdir.

Aparılmış nəzəri tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, neftin quyular sistemində su vasitəsilə sıxışdırılması zamanı təzyiq qradientinin bir neçə dəfə dəyişməsi cərəyan xətlərinin mürəkkəb şəkildə istiqamətlənməsinə səbəb olur. Bununla da, xüsusilə qeyri-nyuton xassəli neftlərə malik yataqlarda durğun zonaların əmələ gəlməsi baş verir. Durğun zonalar layın elə sahələrində əmələ gəlir ki, bu sahələrdə təzyiq qradientinin təsiri ilə sürüşmə gərginliyinin qiyməti yüksəlməyə başlayır. Nəticədə işlənmə zamanı layın qeyd olunan sahələrində neftlə doyumluluq dəyişməz olaraq qalır.

İcmalın təhlili neft yataqlarının işlənməsi zamanı durğun zonaların əmələ gəlməsinin əsasən nəzəri cəhətdən öyrənildiyini göstərmişdir. Bir sıra eksperimental tədqiqat işləri mövcuddur ki, onlarda da durğun zonalardakı neftin mənimsənilməsi yolları göstərilmişdir. Odur ki, bu problemin həll olunması məqsədilə geniş eksperimental-tədqiqat işlərinin aparılmasının vacibliyi qeyd olunmuşdur.

İşlənməyə zəif cəlb olunan və durğun zonalara malik sahələrin aktiv işlənməyə cəlb edilmələri üçün köpük sistemindən istifadənin daha effektiv olduğu aydınlaşmışdır. Qalıq neftin köpük sistemi vasitəsilə sıxışdırılması effektivliyi aşağıdakı amillərdən asılıdır:

1. Köpüyün yüksək özlülüyə malik olması sıxışdırıcı agentin hərəkətliliyini azaltmaqla, köpük önündə təzyiq düşgüsünü artırır. Bu isə layın təsirlə əhatəsinin artırılmasına və durğun zonalarda qalmış neftin sıxışdırılmasına səbəb olacaqdır.

2. Yüksək özlülüyə malik köpüklə yüksək keçiricilikli zonaların kəməllərinin müvəqqəti selektiv izolə edilməsi, eyni zamanda köpüyün intensiv regenerasiyası və yüksək davamlılığı - əvvəlki tətbiq zamanı təsirlə əhatədən qalmış qalıq neftə malik az keçiricilikli zonalardan neftin sıxışdırılmasını təmin edəcəkdir.

3. Fazalar sərhəddində möhkəm elastik səthin yaranması yığılmış qalıq neftə "porşenvari" təsir etməklə, neftin sıxışdırılmasına kömək edəcəkdir.

4. Köpük əmələ gətirən SAM-ın islatma qabiliyyətinin yüksək olması, məsələli mühitdə neftin hərəkətinə mane olan kapilyar və səthi qüvvələrin neytrallaşmasına səbəb olacaqdır.

Köpük əmələ gətirmək məqsədilə müxtəlif səthi-aktiv maddələrdən və kimyəvi reagentlərdən istifadə olunmasına və köpüyün dayanıqlığının qorunmasına aid qısa icmalın təhlilinə əsasən demək olar ki, köpük sistemlərindən istifadə etməklə layların neftverimini artırmaq mümkündür. Lakin, köpüyün alınması üçün elə bir reagentdən istifadə edilməlidir ki, lazımı miqdarda və asan tapılan olmaqla bərabər, qiymətə ucuz olsun və alınan köpüyün laya vurulması zamanı öz dayanıqlığını lazım olan müddət saxlaya bilsin. Digər tərəfdən lay ekologiyasına da təsiri az olsun.

II fəsil layların neftverimini artırmaq məqsədilə fiziki-kimyəvi təsir üsullarına aid olan, enerji resurslarına qənaətedici yeni köpük sisteminin işlənilməsinə və onun fiziki-kimyəvi parametrlərinin tədqiqinə həsr edilmişdir.

Məlumdur ki, köpük sistemi adətən bir neçə reagentin bir-birinə qatılması ilə əmələ gətirilir. Bu reagentlərin də qiymətə bəla olması və çətin tapılması qiymətə ucuz və asan tapılan köpük əmələ gətirən reagentin işlənilməsi zəruriyyətini ortaya qoymuşdur.

Əgər laboratoriya tədqiqatlarının aparılması zamanı hər hansı bir səthi-aktiv maddə və ya kimyəvi reagentdən az miqdarda istifadə olunduğundan onu tapmaq o qədər də çətinlik törətmirsə, onunla əlaqədar işlənəcək texnologiyanın neft yatağına tədbiqi zamanı həmən reagentin böyük həcmdə istifadəsi lazım gəlir.

Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində yeni köpük əmələ gətirən reagent qismində – “Saatlı Biyan Məhsulları İstehsalı Zavodu”-nun çıxar məhsulu qəbul edilmiş və onun əsasında alınan köpük sisteminin fiziki-kimyəvi parametrləri təyin edilərək, köpüyün qəbul ediləcək optimal variantı dəqiqləşdirilmişdir. Maye halında alınan biyan istehsalat qalığının (BİQ) otaq temperaturunda sıxlığı 1.012 q/sm^3 , özlülüüyü isə $2.7 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ təşkil etmişdir.

Tədqiqat işlərini aparmaqdan ötrü Balaxanı-Sabunçu-Ramana neft yatağının II QD_{alt} horizontundan (V mədən) işləyən 5.0 hektarlıq bir sahə seçilmiş və sahədəki 22 saylı istismar quyusundan neft və su nümunələri götürülmüşdür. “Saatlı Biyan Məhsulları İstehsalı zavodu”ndan gətirilən BİQ-in lay suyunda müxtəlif qatılıqlı məhlulları hazırlanmış və məhlulla neft sərhəddində əmələ gələn səthi gərilmə, məhlulların süxur səthini islatması və onların neftə qabiliyyəti tədqiq edilmişdir. BİQ-in lay suyunda müxtəlif qatılıqlı məhlulları ilə aparılmış islanma bucağını və neftə qabiliyyətini təyin etmək üçün aparılmış tədqiq işi onun suda məhlullarına nisbətən, BİQ-in özündən hazırlanmış köpük sistemindən istifadə etdikdə

daha yaxşı nəticə verdiyini göstərmişdir. Eynilə, bu halı neftiyuma qabiliyyətinin təyininə də müşahidə edirik. Belə ki, lay suyu əlavə edilməmiş BİQ-dən hazırlanmış köpük sistemindən istifadə etdikdə kvars lövhəciyin səthindən neftin 90%-i yuyulur. Deməli, tədqiqatlarda BİQ-in özündən hazırlanmış köpük sistemindən istifadə etməklə süxur səthini hidrofillaşdırə bilərik.

Məqsədımız BİQ-dən istifadə etməklə layın neftverimini artırə biləcəək köpük sistemini almaq olduğundan bu sahədə tədqiqat işləri aparılmışdır. Bununla əlaqədar BİQ-in lay suyunda müxtəlif qatılıqlı məhlullarını hazırlayaraq, (köpüyün alınması metodikasına uyğun) onlardan köpük alınmışdır. Bundan ötrü 100 sm^3 BİQ-in lay suyunda məhlulunu stakana tökərək, 5 dəqiqə ərzində propeller vasitəsilə qarışdırdıqdan sonra ölçülü stəkana töküb, onun həcm artımını və artmış həcmə dayanıqlığını təyin edirik.

BİQ-ə qatılmış lay suyunun həcmi artdıqca onun həcmi genişlənməsi və dayanıqlığı azalır. Belə ki, əgər 25% BİQ və 75% lay suyundan ibarət məhluldan alınmış köpüyün həcm artımı 25% və dayanıqlığı 60 dəq/sm^3 təşkil edirsə, eyni temperaturda 50%-li BİQ-dən alınan köpük sisteminin həcm artımı 3 dəfə, dayanıqlığı isə 90 dəq/sm^3 -ə bərabər olmuşdur. BİQ-in özündən, yəni lay suyu qatılmadan, istifadə etdikdə isə əmələ gələn köpük sisteminin həcm artımı 5 dəfə, dayanıqlığı isə 292 dəqiqə təşkil edir.

Göründüyü kimi, işlənmiş köpük əmələ gətirən biyan istehsalat qalıqlına (BİQ) su qatmadan köpük sistemi hazırlandıqda, alınan köpüyün həm həcm artımı və həm də dayanıqlığı, tərkibinə lay suyu qatılmış BİQ-dən hazırlanmış köpük sistemlərinə nisbətən yüksək alınır.

III fəsil layın neftveriminin artırılmasına aid eksperimental tədqiqatlar aparmaq üçün, modelləşdirmə kriteriyalarına cavab verən ikiölçülü lay modeli hazırlanmışdır. Layların neftveriminin artırılmasına aid laboratoriya eksperimentlərinin aparılması zamanı fiziki lay modeli hazırlanarkən arxayın olmaq lazımdır ki, modeldə aparılan eksperimentlərdən alınmış nəticələri real lay şəraitində tətbiq etmək mümkün olacaqdır. Bu çətinliyi oxşarlıq nəzəriyyəsinin köməkliyi ilə aradan qaldırmaq mümkündür.

Oxşarlıq nəzəriyyəsi eksperimentlərin aparılmasında elə şəraitin yaradılmasına imkan verir ki, laboratoriyada alınmış nəticələri mədən şəraitinə keçirtmək mümkün olsun. Bununla əlaqədar oxşarlıq nəzəriyyəsi eksperimentin nəzəri bazası rolunu oynayır.

Dissertasiya işində layın neftveriminin artırılmasına aid eksperimen-

tal tədqiqatlar beş nöqtəli quyu şəbəkəsini təqlid edən, neftvermə əmsalının asılı olduğu, ölçülü parametr sistemləri əsasında modelləşdirilmiş lay elementinin modelində aparılmışdır.

$$\eta = (R, r_c, h_{ef}, \Delta P, \mu_{su}, \mu_n, \sigma, m, K)$$

Burada,

R - vurucu və hasiledici quyular arasındakı məsafə,

r_q - vurucu və hasiledici quyuların radiusu,

h_{ef} - neft layının effektiv qalınlığı,

ΔP - təzyiq qradienti,

μ_n və μ_{su} - müvafiq olaraq, neftin və suyun özlülüyü,

σ - neft-su sərhəddində səthi gərilmə,

m - neft layının məsaməliyi,

K - neft layının keçiriciliyi.

π -teoreminə əsasən, eksperimentlərdə real lay neftindən, suyundan və süxurundan istifadə etməyimizlə əlaqədar, neftvermə əmsalının asılı olduğu “5” əsas ölçüsüz oxşarlıq meyarları alınır, başqa sözlə.

$$\eta = (\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4, \pi_5)$$

Burada,

$$\pi_1 = \frac{\sigma \cdot r_c}{\Delta P \cdot K}$$

$$\pi_2 = \frac{\sigma \cdot R}{\Delta P \cdot \sqrt{K} \cdot r_c}$$

$$\pi_3 = \frac{h^3}{R^2 \cdot \sqrt{K}}$$

$$\pi_4 = \frac{\sigma \cdot R^2}{\Delta P \cdot r^3}$$

$$\pi_5 = \frac{r^4}{K \cdot R^2}$$

Bu zaman π_1 -dən istifadə etməklə quyunun radiusunu, π_2 -dən istifadə etməklə vurucu və hasilat quyuları arasındakı məsafəni, π_3 vasitəsilə modelin qalınlığını, π_4 -vasitəsilə yaradılan təzyiq düşgüsünü və π_5 - vasitəsilə məsaməli mühitin keçiriciliyi təyin edilir.

Beş nöqtəli quyu düzlülüşünü təqlid edən lay elementinin modeli Balaxanı-Sabunçu-Ramana neft yatağının (“Balaxanıneft” NQÇİ-nin V mədənində seçilmiş sahə) parametrlərinə uyğun modelləşdirilmişdir. Belə ki, eksperimental tədqiqatların aparılması zamanı lay modelində yaradılacaq məsaməli mühitin real lay şəraitinə yaxın olması məqsədilə, istismar quyularında əmələ gələn tıxacın yuyulmasından alınan qumdan istifadə edilmişdir. Horizontun qumunun tərkibində 85% kvars, 10% çöl şpatı və 5% digər minerallar olduğu təyin edilmişdir. İstifadə edilən neft və lay suyu göstərilən mədənin II horizontundan götürülmüşdür. Lay modeli qumla doldurulduqdan sonra 1 saat vakuumlanaraq, otaq temperaturunda və 0,05 MPa təzyiq düşgüsündə lay suyu ilə doyurulmuş, suya görə keçiriciliyi təyin edilmişdir (0.353 mkm²). Sonradan neftlə doyumluluq (80%) və qalıq su (20%) yaradılmışdır.

Lay modelinin üstünlüyü ondadır ki, üzvi şüşədən hazırlandığından, aparılan eksperimental tədqiqatlara əyani surətdə nəzarət etməyə imkan verir.

Nefti lay modelindən otaq temperaturunda və 0,05 MPa təzyiq düşgüsündə lay suyu vasitəsilə sıxışdırdıqdan sonra, susuz və son neftvermə əmsalının müvafiq olaraq, 0.18 və 0.49 olduğu müəyyən olmuşdur. Neftin lay suyu vasitəsilə sıxışdırılmasından belə bir qiymətin alınması, xüsusilə susuz dövrdə, ilk növbədə neftin özlülüyünün yüksək olması ilə əlaqədardır (90 mPa·s). Digər tərəfdən, məsaməli mühitin keçiriciliyinin də kiçik (0,33 mkm²) olmasını nəzərə alsaq onda modeldəki neftin yarıdan çoxunun çıxarılmadan qaldığının səbəbi aydın

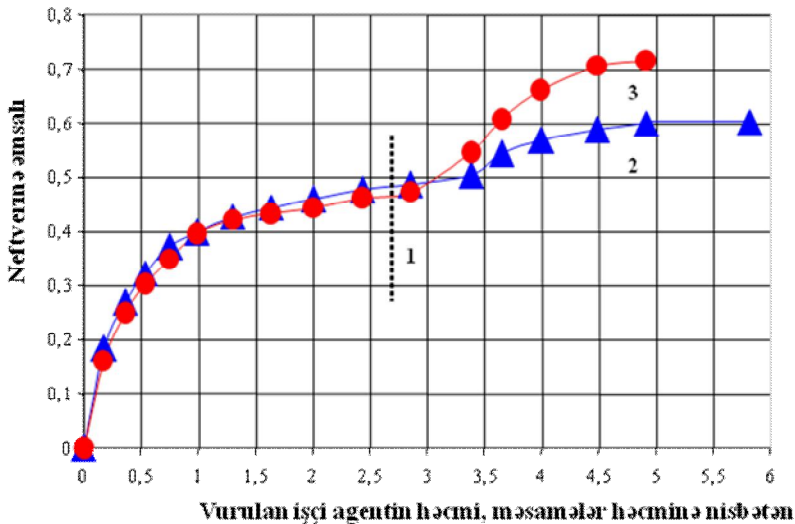
olur. Bu eksperimentdən sonra hasilat quyuları arasında əmələ gələn durğun zonaların hesablanması, layın məsaməli həcmnin 27%-ni təşkil etdiyi aydınlaşmışdır.

Modeldə, əsasən “istismar quyuları” arasında əmələ gələn durğun zonalardakı qalıq neftin mənimsənilməsi məqsədilə işlənilmiş köpük əmələgətirən BİQ-in lay suyunda 50%-li məhlulundan və özündən hazırlanan köpükdən, layda araqatı yaradaraq, ardınca vurulan lay suyu vasitəsilə hərəkət etdirməklə, eksperimental tədqiqatlar davam etdirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, BİQ-in suda 50%-li məhlulundan hazırlanan köpük sistemindən araqatı yaradaraq, ardınca vurulan lay suyu vasitəsilə hərəkət etdirilməsi nəticəsində suyun sıxışdırma bilmədiyi durğun zonalardakı neftin müəyyən hissəsini sıxışdırmaq mümkün olmuşdur. Eksperimentin gedişatına nəzarət lay modelinə vurulan köpük sisteminin suya nisbətən layı daha yaxşı əhatə etməsi izlənilmiş və durğun zonalarda qalmış neftin müəyyən hissəsi yuyulmaqla, son neftvermə əmsalı 0.49-dan 0.60-a yüksəlmişdir. Deməli, BİQ-in 50%-li məhlulundan hazırlanan köpük sistemindən araqatı yaradıldıqda suvurmada sonra qalan neftin müəyyən hissəsini sıxışdırmaq mümkün olmuşdur.

Tədqiqatları davam etdirərək, bu dəfə sulaşmadan sonra layda qalan neftin mənimsənilməsi məqsədilə BİQ-in özündən hazırlanan köpük sistemindən araqatı yaradılmış və nəticədə əvvəlkindən iki dəfə çox, yəni qalıq neftin 22%-ni çıxartmaqla, neftvermə əmsalını 0,71-ə qaldırmaq mümkün olmuşdur (şəkl.1).

BİQ-dən hazırlanan köpük sistemindən lay daxilində araqatı yaratmaqla, çətin çıxarıla bilən ehtiyata malik sulaşmış laydan durğun zonalar şəklində cəmlənmiş qalıq neftin çox hissəsini mənimsəməyin mümkün olması ilk növbədə lay modelindəki neftlə köpük sistemi sərhədində səthi gərilmənin qiymətinin kəskin azalması, köpüyün süxur səthini lazımınca islatması və neftuyuculuq qabiliyyətinin yüksək olmasından irəli gəlir.

- eksperimentlər nəticəsində sübut olunmuşdur ki, sulaşmış laydan qalıq neftin sıxışdırılması məqsədilə yaradılan araqatının ölçüsü layın məsamələr həcmnin 25%-i miqdarında qəbul edildikdə, layın məsamələr həcmnin 15%-i miqdarında götürülən araqatına nisbətən neftvermə əmsalı 10% yüksək alınır.

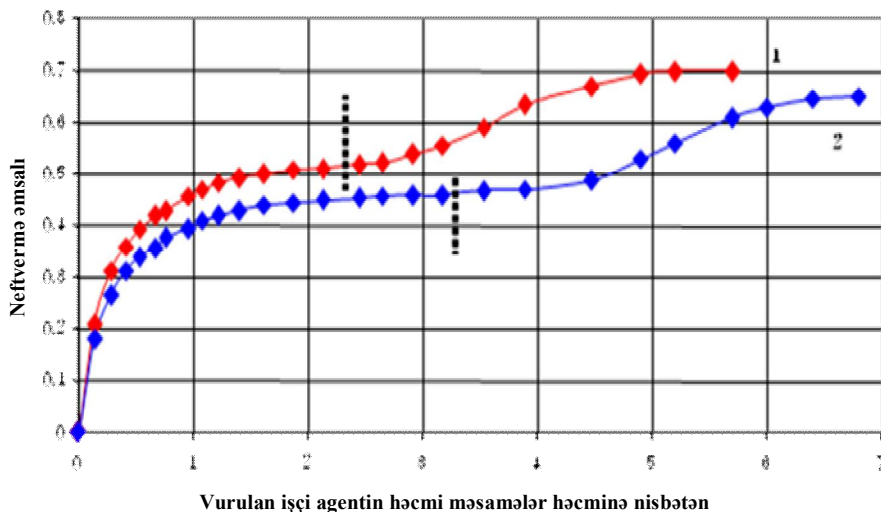


Şək.1. Sulaşmadan sonra layda qalan qalıq neftin BİQ-in 50%-li məhlulundan (2) və özündən hazırlanan köpükdən (3) araqatı (1) yaradaraq lay suyu vasitəsilə hərəkət etdirməklə sıxışdırılması

- müxtəlif keçiricilikli təbəqələrdən ibarət olan sulaşmış laydan qalıq neftin köpük araqatı vasitəsilə sıxışdırılması zamanı zəif keçiriciliyə malik qatın yüksək keçiriciliyə malik qatın altında yatması, yüksək keçiriciliyə malik qatın zəif keçiricili qatın altında yatmasına nisbətən son neftvermə əmsalının 5% artıq alındığını göstərmişdir (şək.2).

- eksperimentlər nəticəsində sübut olunmuşdur ki, qalıq neftin sıxışdırılması məqsədilə köpük sistemindən yaradılan araqatının laya vurulması zamanı təzyiq düşgüsünün 0,05-dən 0,15-ə qaldırılması 3% neft artımının alınmasına səbəb olmuşdur.

- işlənmiş köpük sisteminin dayanıqlığını artırmaq məqsədilə yeni texnologiya işlənmişdir. Bu, köpük sisteminin layda hərəkəti zamanı dayanıqlığının saxlanması məqsədilə laya köpük sisteminin ardınca hidrolizə olunmuş poliakrilamid məhlulunun (polimerin şirin suda 0,5%-li məhlulu) vurulmasıdır. Polimer məhlulunun məsamələr həcminə nisbətən optimal ölçüsü müəyyənəndirilmiş və köpük sisteminin ardınca vurulan polimer məhlulunun həcmi layın məsamələr həcmnin 10%-i ölçüsündə qəbul edilmişdir.



Şək.2. Nefti müxtəlif keçiricilikli təbəqəli laydan lay suyu vasitəsilə sıxışdırdıqdan sonra qalıq nefti köpük sistemindən araqatı yaratmaqla yenidən lay suyu vasitəsilə sıxışdırılması.

1-yüksək keçiricilikli təbəqə üstə olduqda. 2- zəif keçiricilikli təbəqə üstə olduqda.

IV fəsil tətbiq texnologiyasının işlənilməsi və aparılacaq tədbiqdən alınacaq iqtisadi səmərənin hesablanmasına həsr olunmuşdur. Neftverimini artırmaq məqsədilə işlənilmiş köpük sisteminin tətbiqi üçün elə bir neft yatağı seçilməlidir ki, onun uzun müddət işlənilməsinə baxmayaraq, hələ də özündə böyük həcmdə çıxarıla bilən qalıq neft ehtiyatına malik olsun. Bu göstəricilərə uyğun gələn yataq Balaxanı-Sabunçu-Ramana neft yatağıdır.

Balaxanı-Sabunçu-Ramana neft yatağı Azərbaycan Respublikasının quruda yerləşən yataqları içərisində ən böyük neft yatağıdır. Bu yatağın sənaye üsulu ilə istismarına hələ 1871-ci ildə başlanmasına baxmayaraq, yatağın çıxarıla bilən neft ehtiyatının müəyyən hissəsi çıxarılmadan qalıq neft həcmi qismində qalmaqdadır.

Aparılmış eksperimental tədqiqatlar nəticəsində tərtib edilmiş texnologiyayı tətbiq etmək məqsədilə, Balaxanı-Sabunçu-Ramana neft yatağının QD_{alt} horizontundan işləyən 5 ha bir sahə seçilmiş və bu sahənin məsaməli həcmi hesablanmışdır. Seçilmiş sahədə eyni horizontdan işləyən bir vurucu və səkkiz hasilat quyusu fəaliyyətdədir. Bu quyulardan QD_{alt} horizontun-

dan işləməyə başladığı vaxtdan hal-hazırda kimi alınan neftin həcmi hesablanmaqla, qalıq neftin həcmi təyin edilmişdir.

Eksperimental tədqiqatların aparılması zamanı sahədəki hasilat quyusundan su, neft və süxur nümunələri (kern nümunələrini götürmək mümkün olmayanda, hasilat quyularında əmələ gələn qum tıxaclarının yuyulması zamanı çıxarılan qumdan istifadə edilir) götürülmüşdür.

Eksperimentlərdən alınan nəticələr əsasında bu sahə üçün tətbiq texnologiyası işlənib hazırlanmışdır.

Seçilmiş sahənin geoloji-fiziki parametrləri – keçiriciliyi, məsaməliliyi, layın effektiv qalınlığı, cari təzyiq və temperaturu və s. öyrənilmiş, tətbiq texnologiyasının hazırlanmasında onlardan istifadə olunmuşdur. Aparılmış iqtisadi hesablamalar nəticəsində sahədəki vurucu quyu vasitəsilə hesablanmış həcmdə vurulacaq köpük sistemi nəticəsində, 3 il müddətində 1200 ton əlavə neftin alınmasının mümkünlüyü göstərilmişdir.

Onu da qeyd etmək ki, aparılmış eksperimental tədqiqatlardan alınmış nəticələr əsasında işlənmiş tətbiq texnologiyasının “Balaxanı-Sabunçu-Ramana” yatağının seçilmiş sahəsində aparılması nəzərdə tutulmuşdu. Buna müvafiq üsulun tətbiqindən gözlənilən iqtisadi səmərə də hesablanmışdır. Lakin, bu yataq “Azneft” İB-nin tərkibindən çıxdığından tətbiq işini nəzərdə tutulmuş sahədə aparmaq mümkün olmamışdır. Odur ki, “Azneft” İB ilə razılaşdırıldıqdan sonra sınaq işinin “Bibiheybətneft” NQÇİ-nin, bir quyusunda aparılması qərara alınmışdır.

Bu məqsədlə Saatlı Biyan məhsulları İstehsalı zavodundan 10 m^3 BİQ (Biyar istehsalat qalığı) gətirilərək, 40 m^3 köpük sistemi hazırlanmış və Bibiheybət neft yatağının XI-XII horizontundan işləyən 3155 saylı hasilat quyusuna vurulmuşdur. Köpük sistemi vurulduqdan sonra quyu 10 gün bağlı vəziyyətdə saxlanmış və sonradan işə salınmışdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, Bibiheybət neft yatağının hasilat quyularının neft debiti Balaxanı neft yatağındakı hasilat quyularının neft debitindən az olduğundan bizim apardığımız sınaq tətbiqi nəticəsində 30 ton əlavə neft alınmışdır (akt işin sonunda verilmişdir).

Məsələn, 2012-ci ildə 3155 saylı quyunun son 6 ayda neft və su hasilatı müvafiq olaraq 33 ton və 580 m^3 olmuşdursa, 2013-cü ildə, tətbiqdən sonra, 6 ayda bu göstəricilər müvafiq olaraq 67 ton və 297 m^3 təşkil etmişdir. Göründüyü kimi, sınaq tətbiqi apardığımız quyunun neft debitinin iki dəfə artması ilə bərabər çıxan suyun həcmnin də iki dəfə azalması baş

vermişdir. Bu işlənilmiş köpük sisteminin müsbət effektdə malik olduğunun göstəricisidir.

NƏTİCƏLƏR

1. Reagent-resurslarına qənaətedici, dayanıqlı, yeni köpük sistemi işlənilmiş, suvurma üsulu ilə işlənən yataqlardan qalıq neft ehtiyatının çıxarılması məqsədilə layların təkrar işlənilməsində istifadəsinin yüksək effektdə malik olduğu sübut olunmuşdur.
2. İşlənilmiş köpük sisteminin fiziki-kimyəvi parametrlərinin tədqiqi onun neftlə sərhəddə səthi gərilməni kəskin azaldığını, süxur səthini lazımınca islatmaqla, mühiti hidrofillaşdırdığını və neftiyuma qabiliyyətinin yüksək olduğunu göstərmişdir.
3. Beş nöqtəli sulaşma sistemini imitasiya edən, real lay şəraitinə modeləşdirilmiş lay elementinin modelində aparılmış eksperimentlər, yeni işlənilmiş köpükdən araqatı yaratmaqla sulaşmış laydan qalıq neftin müəyyən hissəsini sıxışdırmaqla, son neftvermə əmsalını yüksəltmişdir.
4. İşlənilmiş köpük sistemindən istifadə etməklə, müxtəlif keçiricilikli təbəqəli layların keçiricilikləri nisbətindən asılı olmayaraq, neftveriminin artırılması mümkünlüyü sübut olunmuşdur.
5. Sulaşmış laydan qalıq neftin sıxışdırılması effektivini artırmaq məqsədilə aparılan eksperimentlər, köpük sistemindən yaradılan araqatının məsələlər həcmnin 25% ölçüsündə götürüldükdə, neftvermə əmsalının 15%-ə nisbətən iki dəfə artıq alındığını göstərmişdir.
6. İşlənilmiş köpük sistemini “Bibiheybətneft” NQÇİ-nin seçilmiş bir hasilat quyusunda tətbiq etməklə quyunun debitinin nəzərə çarpacaq dərəcədə artdığı müşahidə edilmişdir.

Dissertasiyanın əsas nəticələri və mahiyyəti aşağıdakı elmi əsərlərdə nəşr edilmişdir:

1. Qasımlı A.M., Musayeva Ş.F. Neft layının işlənməsi zamanı durğun zonaların əmələ gəlməsi. “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” Elmi Tədqiqat İnstitutunun Elmi Əsərləri, X cild, Bakı, 2009, s. 140-146.
2. Gasimli A.M., Musayeva Sh.F. Formation of stagnant zones during the application of water injection method to oil formation along the oil

- field. Tenth Baku International Congress "Energy, Ecology, Economy" 23-25 September 2009, Baku, p. 392- 394.
3. Мусаева Ш.Ф., Гасымлы А.М. Увеличение нефтеотдачи пластов путем вовлечения в разработку застойных зон. "Нефтепромысловое дело", № 10, 2010г., с. 36-38.
 4. Qasımlı A.M., Musayeva Ş.F., Rzayeva S.C. Sulaşmış laydan qalıq neftin köpük araqatı vasitəsilə sıxışdırılması. Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, № 12, 2012, s. 21-24.
 5. Musayeva Ş.F. Layın neftveriminin əhatə əmsalından asılılığı. "Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya" Elmi Tədqiqat İnstitutunun Elmi Əsərləri, XII cild. Bakı, 2012, s. 269-274
 6. Мусаева Ш.Ф., Гасымлы А.М. Влияние размера оторочки пены на охват заводнения слоисто-неоднородного обводненного пласта. "Нефтепромысловое дело", № 8, 2012г., с. 21-23.
 7. Гасымлы А.М., Гусейнова Н.И., Мусаева Ш.Ф. Математический анализ распределения фильтрационных потоков созданного в физической модели пласта. Научные Труды Института «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химии», Вып. XIII, Баку, 2012, с.101-113.
 8. Гасымлы А.М., Мусаева Ш.Ф., Абдуллаев М.Г.Повышение эффективности нефтеизвлечения из слоисто-неоднородного пласта. «Новые технологии в нефтегазодобыче» II межд. научно-практ. Конференция. Тезисы докладов. Баку 6-7 сентября 2012.
 9. Гасымлы А.М., Мусаева Ш.Ф., Рзаева С.Д., Абдуллаев М.Г.Повышение эффективности нефтеизвлечения из слоисто-неоднородного пласта // Научные Труды НИПИ «Нефтегаз», № 2, 2013г., с.53-55.
 10. Musayeva Ş.F. Sulaşmış laylardan qalıq neft ehtiyatının mənimlənməsi üçün yeni köpük sisteminin işlənməsi. Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, №4, 2014, s. 56-60.
 11. Ramazanova E.E., Qasımlı A.M., Musayeva Ş.F. Laya vurulan köpük sisteminin dayanıqlığının saxlanması. "Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya" Elmi Tədqiqat İnstitutunun Elmi Əsərləri, XVI cild, Bakı, 2015, s. 174-179.
 12. Qasımlı A.M., Musayeva Ş.F., Kazımov Ş.P., Rzayeva S.C. Layın neftveriminin artırılması üsulu. Azərbaycan Respublikası Standartlaşdırma Metrologiya və Patent üzrə Dövlət Agentliyi. Patent İ 2014 0003.

Həmmüəliflərlə birlikdə yazılmış məqalələrdə tədqiqatçının şəxsi əməyi.

[3,4,6,9] – Məsələlərin qoyuluşunda iştirak və laboratoriya tədqiqatlarının aparılması;

[5,10] – Müstəqil yerinə yetirilib;

[12] – İxtiranın hazırlanması.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСВОЕНИЯ ЗАСТОЙНЫХ ЗОН НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

РЕЗЮМЕ

Диссертационная работа, посвященная вовлечению застойных зон в активную разработку на длительно разрабатываемых нефтяных месторождениях, является актуальной.

В работе разработана новая пенная система, полученная из отхода завода в Саатлинском районе по переработке урожая лакрицы. Исследования физико-химических свойств полученной пенной системы показали, что происходит резкое уменьшение поверхностного натяжения на границе отхода с нефтью, улучшается смачиваемость поверхности зерен пород и улучшаются нефтевымывающие способности отхода.

Для проведения экспериментальных исследований по вытеснению нефти из обводненных пластов пенной системой изготовлена модель элемента пласта с пятиточечной системой расположения скважин.

Модель пласта, изготовленная из органического стекла, позволяла следить за ходом процесса экспериментов.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что для вытеснения остаточной нефти из застойных зон обводненного пласта применение пенной системы, приготовленной из отхода (без смешивания с водой) позволяет получить 25% дополнительной нефти.

Проведено экспериментальное исследование увеличения нефтеотдачи слоистого пласта, состоящего из пород, имеющих различные проницаемости. Установлено, что применение пенной системы приводит к увеличению коэффициента нефтеотдачи обводненного слоистого пласта независимо от расположения слоев разных проницаемостей.

Проведено экспериментальное исследование влияния перепада давления на нефтеотдачу в условиях обводненности пласта. Установлено, что увеличение перепада давления при применении оторочки из пенной системы приводит к увеличению коэффициента нефтеотдачи.

С целью сохранения устойчивости пенной системы при закачке в нефтяной пласт был применён гидролизированный полимер полиакриламид. Для увеличения коэффициента нефтеотдачи обводненного пласта с помощью созданной оторочки из пенной системы вслед за оторочкой закачивается раствор полимера в пресной воде. Результаты экспериментов показали увеличение нефтеотдачи после применения полимерного раствора еще на 10%-ов.

Применение разработанной технологии закачки пенной системы на выбранном участке месторождения Бибиэйбат показало увеличение дебита нефти в два раза и уменьшение попутно выходящей воды в два раза (акт о внедрении прилагается в конце диссертации).

**EXPERIMENTAL STUDIES OF EXPLORATION OF
STAGNANT ZONES IN OIL FIELDS**

SUMMARY

The dissertation devoted to the involvement of stagnant zones in active development in long-term oil fields is actual.

The work developed a new foam system obtained from the waste of the plant in the Saatly region from the process of licorice crop. A study of the determination of the physicochemical properties of the obtained foam system showed that a sharp decrease in the surface tension occurs at the boundary of the waste with oil, the wettability of the surface of the grains of rocks and the oil-washing ability of the waste improves.

To carry out experimental studies on the displacement of oil with foam system from watered layers, model of reservoir element prepared with a five-point well placement system.

The reservoir model is made of organic glass, allowing to follow the progress of the experiment.

Experimental studies have shown that for the displacement of residual oil from the stagnant zones of the watered layer by using of a foam system prepared from waste (without mixing with water should result in 25% of additional oil.

An experimental study was carried out to increase the oil recovery of a layered layer consisting of rocks having different permeability. It has been obtained that the application of the foam system leads to an increase in the oil recovery coefficient of the watered layered layer, regardless of the location of the layers of different permeability.

An experimental study was conducted to identify the pressure drop in oil recovery in conditions of water cut in the reservoir. It is obtained that an increase in the pressure drop when applying a rim from the foam system leads to an increase in the oil recovery factor.

In order to maintain the stability of the foam system during injection into the oil reservoir, a gyro polyacrimilide polymer was used. To increase the oil recovery factor of the water-cut formation, a polymer solution in fresh water is pumped in from the created rim by the foam system. The

results of the experiments showed an increase in oil recovery by an additional 10% after the application of the polymer solution.

Application of the developed technology of injection of the foam system in the selected section of the Bibiheybat field showed an increase in the oil production rate by two times and the decrease of output water by half time (act of implementation is attached at the end of the dissertation).

Sifariş № 16. Tirajı 100 nüsxə

Azərbaycan MEA Geologiya və Geofizika İnstitutu

«Nafta-Press» nəşriyyatının mətbəəsi

Bakı, H.Cavid pr. 119, Tel.: 539-39-72

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ и ГЕОФИЗИКИ**

На правах рукописи

ШАФА ФАРХАД ГЫЗЫ МУСАЕВА

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСВОЕНИЯ
ЗАСТОЙНЫХ ЗОН НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ**

2525.01 – Разработка и эксплуатация нефтяных и
газовых месторождений

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
доктора философии по техническим наукам

БАКУ – 2017