

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

LAY ŞƏRAİTİNDƏ QAZIN AYRILMASI ƏSASINDA NEFT HASİLATININ İNTENSİVLƏŞDİRİLMƏSİNİN YENİ ÜSULLARININ İŞLƏNMƏSİ VƏ TƏTBİQİ

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

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Ülviyyə Tahir qızı Əhmədova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş
dissertasiyanın

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

Bakı – 2024

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkətinin “Neftqazəlmətdəqiqatlayihə” institutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

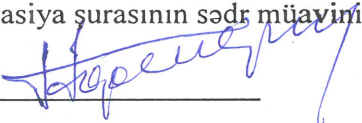
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye
Universitetinin professoru,
texnika elmləri doktoru
Arif Ələkbər oğlu Süleymanov

Rəsmi opponətlər:

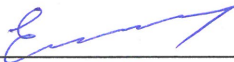
AMEA-nın müxbir üzvü,
texnika elmləri doktoru, professor
Qərib İsaq oğlu Calalov
Texnika üzrə fəlsəfə doktoru
Elşən Nəcəfəli oğlu Əliyev
Texnika üzrə fəlsəfə doktoru
Tural Xaliq oğlu Şəfiyev

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

Dissertasiya şurasının sədr müavini



Dissertasiya şurasının elmi katibi



Elmi seminarın sədri:



İmzaları təsdiq edirəm

ADNSU-nun Elmi katibi, dosent



AMEA-nın müxbir üzvü,
texnika elmləri doktoru,
professor **Q.M. Əfəndiyev**

Texnika üzrə fəlsəfə
doktoru, dosent
Y.Y. Şmonçeva

Texnika üzrə elmlər
doktoru, professor
A.M. Məmməd-zadə



N.T. Əliyeva

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi

Bu gün bütün dünyada işlənmənin sonuncu mərhələsində olan yataqların sayı durmadan artır. Azərbaycanın neft yataqlarının böyük əksəriyyətinin keçən əsrdə istismara verilməsini nəzərə alsaq, bu məsələ ölkənin neft-qaz sənayesi üçün xüsusi aktuallıq kəsb edir. Bu baxımdan, mövcud yataqların istismar müddətinin artırılmasına imkan verən yeni neftveriminin artırılması üsullarının işlənilib hazırlanması və tətbiqi mühüm yer tutur. Qeyd etmək lazımdır ki, neftveriminin artırılması ilə bağlı çoxlu sayda müxtəlif üsulların olmasına baxmayaraq, onların çoxunda nöqsanlar mövcuddur və bu üsullar çox vaxt yataqların fiziki-geoloji şəraitindən asılı olaraq məhdud tətbiq diapazonuna malik olurlar.

Hal-hazırda neftveriminin artırılması üsullarının səmərəliliyini artırmaq məqsədi ilə daha çox həmin üsulların müxtəlif kombinasiyalarından istifadə olunsa da, neftveriminin artırılması üçün ən universal və ölçətan üsullardan biri mikrobioloji üsul sayılır. Buna baxmayaraq, adı çəkilən texnologiyanın təkmilləşdirilməsi məsələsi hələ də aktualdır.

Neftveriminin artırılması üçün köpük sistemlərinin istifadəsinə ötən əsrin 50-ci illərindən başlanılmasına və təcrübi-sənaye sınaqlarının uğurlu nəticələrlə zəngin olmasına baxmayaraq, bu sistemlər hələ də öz geniş tətbiqini tapmamışdır. Buna əsas səbəb isə lay şəraitində köpük sistemlərinin sabitliyinin proqnozlaşdırılmasının çətin olmasıdır.

Bu baxımdan ümumdünya neft sənayesində, o cümlədən Azərbaycan Respublikasının neft sənayesində ən aktual məsələ innovativ neft hasilatının artırılması texnologiyalarının tətbiqi vasitəsilə layların neftveriminin artırılmasıdır.

Layın neftveriminin artırılmasının üçüncü dərəcəli üsulları şərti olaraq aşağıdakı alt qruplara bölünür: istilik, qaz, fiziki, hidrodinamiki və kimyəvi. Lakin yataqların ehtiyatlarının tükənməsi səbəbindən həmin üsulların tətbiqi və təkmilləşdirilməsi yataqların istismar müddətinin artırılması üçün mühüm rol oynayır.

Bu gün dünyada əlavə neft hasilatının təqribən yarısı yüksək iqtisadi rentabelliği, ekoloji baxımdan uyğunluğu və istifadə olunan işçi agentlərin münasibliyi baxımından neftveriminin kimyəvi və qazla təsir vasitəsilə artırılması üsullarının tətbiqi nəticəsində əldə edilir. Bu qrupa daxil olan texnologiyalarının inkişafı və təkmilləşdirilməsi neft-qaz sənayesi üçün aktual məsələdir, lakin buna baxmayaraq, aşağıdakılar hələ də kifayət qədər öyrənilməmişdir:

1. Keçidqabağı faza vəziyyətində qazlı biosistemlərin tətbiqi;
2. Sıxışdırma sərhədinin düzləndirilməsi üçün köpükəmələgətirici biosistemlərin tətbiqi;

3. Lay suyunun pH-dan asılı olaraq vurulan suyun fiziki-kimyəvi xassələrinin dəyişdirilməsi ilə layda duz çöküntülərinin qarşısının alınması;

4. İstehsalat tullantılarından istifadə etməklə layın sulaşması nəticəsində yaranan duz çöküntülərinin qarşısının alınması.

Tədqiqat obyektı və predmeti.

Tədqiqatın obyektinə tükənmə rejimində işlənən yataqlar aiddir. Tədqiqatın predmetinə keçidqabağı faza vəziyyətində qazlı biosistemlərin tətbiqi, sıxışdırma sərhədinin düzləndirilməsi üçün köpükəmələgətirici biosistemlərin tətbiqi, lay suyunun pH-dan asılı olaraq vurulan suyun fiziki-kimyəvi xassələrinin dəyişdirilməsi ilə layda duz çöküntülərinin qarşısının alınması, və istehsalat tullantılarından istifadə etməklə layın sulaşması nəticəsində yaranan duz çöküntülərinin qarşısının alınması aiddir.

Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri

İşin məqsədi lay şəraitində qazayırmaya əsaslanan neft hasilatının intensivləşdirilməsinin yeni üsullarının işlənilib hazırlanması və tətbiqindən ibarətdir.

Tədqiqatın əsas məqsədləri

- Neft hasilatının intensivləşdirilməsi üçün keçidqabağı faza vəziyyətində qazlı biosistemlərin tətbiqi;

- Sıxışdırma sərhəddinin dərinlikdə düzləndirilməsi üçün köpükəmələgətirici sistemlərin tətbiqi;

- Layda qeyri-üzvi duz çöküntülərinin qarşısının alınması üsulunun işlənilməsi;

- Qeyri-bircins layda suvurma prosesinin səmərəliliyinin artırılması üsulunun işlənməsi.

Tədqiqat üsulları

Qarşıya qoyulan məsələlər nəzəri, eksperimental və mədən tədqiqatlarının tətbiqi ilə həll edilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar

1. Keçidqabağı faza vəziyyətində neftin qazlı biosistemlərlə sıxışdırılmasına əsaslanan neft yatağının işlənməsi üsulu;

2. Özüköpüklənən sistemin istifadəsilə sıxışdırma sərhədinin dərinlikdə düzləndirilməsini təmin edən neft yatağının işlənməsi üsulu;

3. Çöküntü əmələgəlməsinin və peptizasiyanın təsirinə əsaslanan suvurma zamanı qeyri-bircins layın işlənməsi üsulları

Tədqiqatın elmi yeniliyi

1. Keçidqabağı faza vəziyyətində neftin qazlı biosistemlərlə sıxışdırılmasına əsaslanan neft yatağının işlənməsi üsulu təklif edilir;

2. Özüköpüklənən sistemin istifadəsilə sıxışdırma sərhədinin dərinlikdə düzləndirilməsini təmin edən neft yatağının işlənməsi üsulu təklif olunur;

3. Çöküntü əmələgəlməsinin və peptizasiyanın təsirinə əsaslanan suvurma zamanı qeyri-bircins layın işlənməsi üsulları təklif olunur.

İşin nəticələrinin praktiki əhəmiyyəti

Neft yatağının işlənməsi üsulu “Neft Daşları” yatağının 1798 və 2043 nömrəli quyularında uğurla sınaqdan keçirilmişdir. Təklif olunan üsulun mədən sınaqlarının nəticəsində quyularda neft hasilatının artması və quyu məhsulunun sulaşmasının azalması müşahidə olunmuşdur. Ümumilikdə 3 ayda əlavə olaraq 300 ton neft alınmışdır.

N.Nərimanov adına NQÇİ-nin 367 və 645 nömrəli quyularında duz çöküntülərinin qarşısının alınması üsulu sınaqdan keçirilmişdir. Tədbirdən sonra neft debiti və quyuların təmirlərarası müddəti artmış, nəticədə əlavə olaraq 120 ton neft hasil edilmişdir.

Neft yatağının işlənməsi üsulları üçün 03.11.2021-ci il tarixli 038892 sayılı və 31.08.2022-ci il tarixli 041040 nömrəli Avrasiya patentləri alınmışdır. Duz əmələgəlmənin qarşısının alınması üsulu

üçün 01.02.2023 tarixli 042065 nömrəli Avrasiya patenti alınmış, qeyri-bircins layın işlənməsi üsulu üçün 28.03.2023 tarixli 042822 nömrəli Avrasiya patenti alınmışdır.

İşin aprobeiasyası

Dissertasiyanın materialları aşağıda göstərilən konfranslarda məruzə və müzakirə edilmişdir:

- «Булатовские чтения» V Beynəlxalq Elmi-Praktiki Konfrans (31 mart 2021-ci il);

- Xəzər Texniki Konfransı və SPE Sərgisi, Bakı, Azərbaycan (5-7 oktyabr 2021-ci il);

- "Neft və Qaz Enerjisi" Beynəlxalq Konfransı, İvano-Frankovsk, (21-24 sentyabr 2021-ci il);

- «Булатовские чтения» VI Beynəlxalq Elmi-Praktiki Konfrans (31 mart 2022-ci il).

Nəşrlər

Dissertasiya materialları əsasında 6 məqalə, 4 konfrans materialı, 4 Avrasiya patenti olmaqla 14 iş nəşr olunmuşdur.

Dissertasiya işinin aparıldığı müəssisənin adı

İş Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkətinin "Neftqazəlmətdəqiqatlayihə" İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

İşin strukturu və həcmi

Dissertasiya işi giriş, birinci fəsil 63 səhifə, ikinci - 64 səhifə, üçüncü - 11 səhifə olmaqla üç fəsildən, 187794 işarə, 6 şəkil, 16 qrafik, 14 cədvəldən, istifadə olunan ədəbiyyat siyahısından, o cümlədən 142 başlıq və 2 qoşmadan ibarətdir.

İŞİN QISA MƏZMUNU

Girişdə dissertasiya işinin aktuallığı əsaslandırılmış, tədqiqatın məqsədi, əsas vəzifələri, elmi yeniliyi müəyyənləşdirilmiş, praktiki dəyəri göstərilmişdir.

Dissertasiyanın **birinci fəslində** layda qazayrılmaya əsaslanan mövcud neft hasilatının intensivləşdirilməsi üsullarına dair ədəbiyyatın təhlili verilmişdir.

Neftveriminin artırılması məqsədi ilə bu günə qədər laya fiziki-kimyəvi, hidrodinamiki, istilik, mikrobioloji təsir üsullarının müxtəlif

modifikasiyalari işlənib hazırlanmışdır ki, onların müəyyən üstün və çatışmayan cəhətləri vardır. Lakin təcrübədə bu və ya digər üsulun ayrılıqda tətbiqinə çox az rast gəlinir, daha çox iki və daha artıq texnologiyaların birlikdə istifadəsi geniş yayılmışdır. Belə texnologiyalar kombinə edilmiş adlanır. Kombinə edilmiş üsullara hidrodinamiki və istilik üsullarının, hidrodinamik və fiziki-kimyəvi üsulların birgə tətbiqini aid etmək olar.

Neftveriminin artırılması üsullarının işlənməsi ilə istər Azərbaycanda, istərsə də xaricdə neft-qaz sənayesinin bir çox alim və mühəndisləri məşğul olmuşlar. A.X. Mirzəcanzadə, M.T. Abbasov, Q.İ. Cəlalov, A.M. Məmməd-zadə, B.Ə.Süleymanov, Q.M.Pənahov və b. öz elmi yaradıcılığı ilə neft və qaz hasilatının artırılması texnologiyalarının tədqiqinə mühüm töhfələr vermiş əsas tədqiqatçı və alimlərdəndirlər.

Neftveriminin artırılması üsullarının tədqiqi göstərmişdir ki, istilik, kimyəvi və qazla təsir üsulları üstünlük təşkil etməkdə davam edir. Bu baxımdan, kimyəvi reagentlərin istifadəsinə və layda qazəmələgəlməsində əsaslanan neftveriminin artırılması üsullarının işlənməsi perspektivli istiqamətdir.

Lay şəraitində qazayırmaya əsaslanan neft hasilatının intensivləşdirilməsi üsullarının icmalı bu istiqamətdə aparılacaq gələcək tədqiqatların perspektivli olacağını göstərmişdir. Mikrobioloji təsir üsullarının təhlili bu metodun yüksək effektivliyini, texnoloji və ekoloji cəhətdən tətbiqin səmərəliliyini təsdiqləmişdir. Bütün bunları nəzərə alaraq, istehsalat tullantılarının istifadəsinə əsaslanan mikrobioloji texnologiyaların təkmilləşdirilməsi tədqiqatın vacib məsələsidir. Lay şəraitində köpükəmələgəlmə yolu ilə sıxışdırma sərhəddinin dərinlikdə düzləndirilməsinə əsaslanan laya təsir üsulunun işlənib hazırlanması yataqların işlənməsinin səmərəliliyini artıracaqdır [1].

Məlumdur ki, quyudibi zonasının süzülmə xassələri layın xassələrindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir. Quyuların istismarı zamanı qeyri-üzvi duzların, asfaltenlərin, qatranların və parafinlərin çökməsi, həmçinin zəif sementlənmiş süxur hissəciklərinin quyuya gəlməsi, süxurun kolmatasiya, deformasiya və dağılması nəticəsində

quyudibi zonasının xüsusiyyətləri dəyişir. Vurulan dəniz suyu ilə duzlu lay suyunun uyğunsuzluğu qeyri-üzvi çöküntülərin yerüstü avadanlıqlarda, boru kəmərlərində və rezervuarların daxilində çökməsinə səbəb olur.

Quyuların istismar göstəricilərinin bərpa və yaxşılaşdırılması üsulları skin-effektin azaldılmasına, quyu məhsuldarlığının artırılmasına, maye axını profilinin düzləndirilməsinə, quyuya su axınının məhdudlaşdırılmasına və s. yönəlmişdir.

İndiyədək kifayət qədər yaxşı nəticələrin əldə olunmasına, quyudibi zonasına təsir göstərən külli miqdarda texnologiyaların nəzəri əsaslarının işlənməsinə və yataqlarda kifayət qədər geniş tətbiqinin təmin edilməsinə baxmayaraq, bu işlərin müvəffəqiyyətliyi hələ də yüksək səviyyədə deyildir. Çöküntülərə qarşı ənənəvi mübarizə üsulları mürəkkəb duz çöküntüləri olan sistemlərdə tam mühafizəni təmin edə bilmir. İstifadə olunan reagentlərin əksəriyyəti az səmərəlidir. Tədqiqatın məqsədi neft hasilatının intensivləşdirilməsi və layda çöküntülərin qarşısının alınması üçün ucuz və səmərəli tərkiblərin axtarışı və işlənməsidir.

İkinci fəsildə lay şəraitində qazayırmaya əsaslanan neft hasilatının intensivləşdirilməsinin yeni üsulları təqdim olunur.

Tədqiqatlar göstərmişdir ki, mikrobioloji təsir üsulunun tətbiqi nəticəsində layda neft sıxışdırıcı agent, həmçinin xeyli miqdarda qazlar əmələ gəlir və onların arasında əsas yeri karbon qazı tutur.

Elmi işdə neft hasilatının intensivləşdirilməsi üçün keçidqabağı faza vəziyyətində (KQFV) stabil biosistemlərin alınması və tətbiqinin nəzəri və praktiki əsasları, eləcə də lay şəraitində KQFV-nin həyata keçirilməsi şərtləri öyrənilir [2,10]. Müəyyən edilmişdir ki, KQFV-də qazlı sistemlər qazsız sistemlərə nisbətən daha yaxşı neftsıxışdırma xassələrinə malik olurlar. Sürüşmə effekti lay şəraitində KQFV-də qazlı mayelərin hərəkətini müəyyən edir. Bu halda məsamə kanalının orta radiusu nə qədər kiçik olursa, sürüşmə effekti özünü daha nəzərəcarpacaq şəkildə büruzə verir. Bununla əlaqədar olaraq qeyri-bircins məsaməli mühitdə KQFV-də qazlı mayelərin süzülmə profili qazsız mayelərə nisbətən daha hamar olmalıdır.

Laboratoriya şəraitində Zongen aparatında qazəmələgəlmənin intensivliyinin öyrənilməsi üzrə tədqiqatlar aparılmışdır. Maksimum qazəmələgəlmə 1:1 nisbətində melassa və fəal lildən ibarət biosistemdə müşahidə olunmuşdur. Həmin eksperimentdə 26 gündən sonra $30,00 \text{ nm}^3/\text{m}^3$ qaz əmələ gəlmişdir. Fermentasiya zamanı ayrılan qazın orta tərkibi aşağıdakı kimi olur: CO_2 -60%, N_2 -22%, CH_4 -14%, H_2 -4%. Qaz qarışığının mayədə həllolma qabiliyyəti Henri qanunundan istifadə etməklə hesablanır.

Layda KQFV-nin formalaşması şərtlərini nəzərdən keçirək. Müəyyən edilmişdir ki, qazlı mayelərdə KQFV doyma təzyiqindən 1,1-2,0 dəfə yüksək təzyiq diapazonunda baş verir. Eyni zamanda, sıxışdırıcı qazlı mayenin KQFV-nin vurucu quyunun quyudibində başlamalı olması mütləq deyildir, bu, quyudibindən müəyyən məsafə aralıqda, layın bir qədər dərinliyində də başlaya bilər.

Müəyyən edilmişdir ki, birfazlı qarışığı əldə etmək üçün bioreagenti su ilə qarışdırmaq lazımdır ki, qarışığın vahid həcmində suyun həcmi aşağıdakı düstur ilə müəyyən edilir [1].

$$V_s = (1 - \frac{\Gamma}{Q}) \quad (1)$$

burada, Γ - 1 m^3 suda həll olunan qazın miqdarı, nm^3/m^3 , Q - biosistemin 1 m^3 -dən ayrılan qazın həcmidir.

Sıxışdırmanın effektivliyini artırmaq üçün suya səthi aktiv maddələr (SAM) və polimerlər əlavə edilə bilər ki, bu da hibrid biopolimer sistemləri yaratmağa imkan verəcəkdir. Mayenin həllolma qabiliyyətini ona elektrolitlər əlavə etməklə tənzimləmək mümkündür. Bu halda qazların həllolma qabiliyyəti azalacaqdır. Lazım gələrsə, sistemə qazayırıcı agentlər əlavə etməklə ayrılan qazın miqdarı artırıla bilər. Bu, biosistemlərdən daha yüksək lay təzyiqlərində istifadə etməyə imkan verəcəkdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, qazın biosistemlərdən ayrılmasının uzunmüddətli prosesi KQFV-nin quyudibi zonasının yaxınlığında deyil, layın dərinliyində formalaşmasına imkan verir ki, bu da süzülmə profilinin daha yaxşı düzləndirilməsinə və sıxışdırma əmsalının artmasına kömək edir.

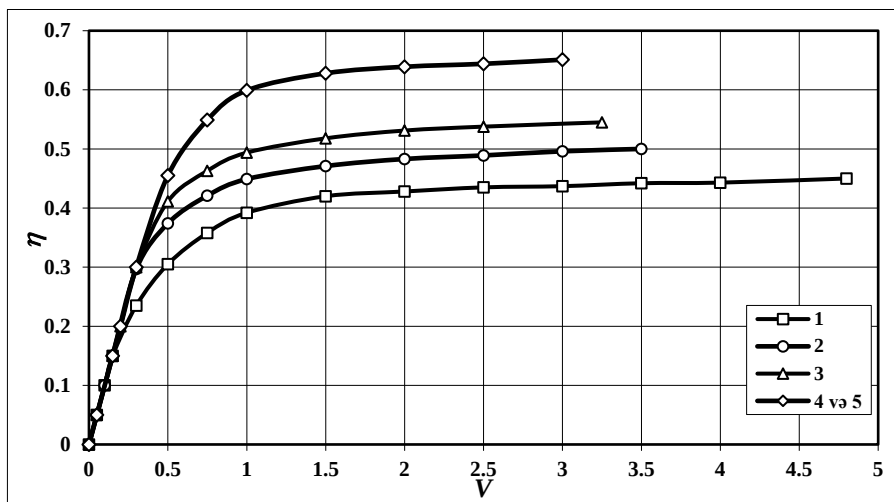
KQFV şərtlərinin yerinə yetirilməsi qazlı mayenin radial laylarda süzülməsi zamanı quyudibi təzyiqinin doyma təzyiqi və kontur təzyiqinə nisbətindən asılıdır. Quyudibi təzyiqinin doyma təzyiqindən aşağı olmadığı və ona yaxın olduğu, kontur təzyiqinin isə quyudibi təzyiqini 2 dəfədən çox olmamaqla üstələdiyi hallarda KQFV qidalanma konturundan quyuya qədər bütün sahələrdə həyata keçir. Quyudibi təzyiq doyma təzyiqini əhəmiyyətli dərəcədə üstələdikdə KQFV demək olar ki həyata keçmir.

Sıxışdırma prosesinin tədqiqi eksperimental qurğuda aparılmışdır. Təmas edən laycıqları olan təbəqəli qeyri-bircins lay modelləşdirilmişdir. Tədqiq olunan qaz biosistemi yüksək təzyiqli bombada hazırlanmışdır. Melassa – fəal lil sistemi müxtəlif eksperimentlərdə su və ya polimer məhlulu (0,02% poliakrilamid (PAA) sulu məhlulu) ilə formula (1) ilə müəyyən edilmiş nisbətdə qarışdırılmışdır. Eyni zamanda, göstərilən termobarik şəraitdə ($T = 303^{\circ}\text{K}$, $P = 2\text{MPa}$) yeddi gün ərzində birfazlı qazlı məhlul alırıq.

Neftin sıxışdırılması aşağıdakı biosistemlərin tətbiqi ilə həyata keçirilmişdir: qazsız biosistem, qazlı biosistem, qazsız biopolimer sistemi, qazlı biopolimer sistemi. Eksperimentlərin nəticələri qrafik 1-də göstərilmişdir.

Eksperimentlərin nəticələrini tutuşdurarkən qazsız biosistemlə müqayisədə qazlı biosistemin tətbiqi zamanı susuz və son sıxışdırma əmsallarında (müvafiq olaraq 10 və 14%) nəzərəcarpacaq artım qeyd edilə bilər. Bununla yanaşı, məhsulun tam sulaşmasına qədər KQFV-də vurulan biosistemin həcmində əhəmiyyətli dərəcədə azalma müşahidə edilir.

Vurulan mayenin nisbi həcmnin əhəmiyyətli dərəcədə azalması ilə yanaşı qazlı biopolimer sisteminin tətbiqi zamanı susuz və son sıxışdırma əmsallarının qazsızlaşdırılmış biopolimer sistemi ilə müqayisədə 13 və 17%, qazlı biosistemlə müqayisədə 20 və 30%, qazsız biosistemlə müqayisədə 25 və 44% artması müşahidə olunur [4].



Qrafik 1. Sıxışdırma əmsalının (η) vurulan mayenin nisbi həcmindən (məsamələr həcmi ilə) (V) asılılığı: 1 – qazsızlaşdırılmış biosistem; 2 – qazlı biosistem; 3 - qazsız biopolimer sistemi; 4 - qazlı biopolimer sistemi və 5 - 0,03% PAA məhlulu (4 və 5 üst-üstə düşürlər)

Eyni zamanda, PAA-nın qatılığının artması qazlı polimer məhlulları ilə müqayisədə sıxışdırma effektivliyinin artmasına səbəb olmur. Bu onunla izah olunur ki, qazlı biopolimer məhlulu ilə sıxışdırma prosesində iki proses yer alır: PAA-nın qatılığının artması ilə sıxışdırıcının özlülüyü artır, məsaməli mühitin islanma qabiliyyətinin artması səbəbindən isə sürüşmə effekti azalır. Həmçinin, qazlı polimer məhlullarından istifadə edərkən, bahalı polimer sərfi əhəmiyyətli dərəcədə azalır. Həqiqətən, 0,02% qatılığında PAA əlavə edilməsi ilə biosistemin sıxışdırma effektivliyi 0,03% qatılığında PAA sulu məhlulunun sıxışdırma effektivliyinə bərabərdir (bax qrafik 1).

Mayenin dərinlikdə axın istiqamətini dəyişdirən zaman əhəmiyyətli rolu yüksəkkeçiricilikli layıqlarda bloklayıcı ekranının vəziyyəti oynayır. Tədqiqatın məqsədi maksimum sıxışdırma

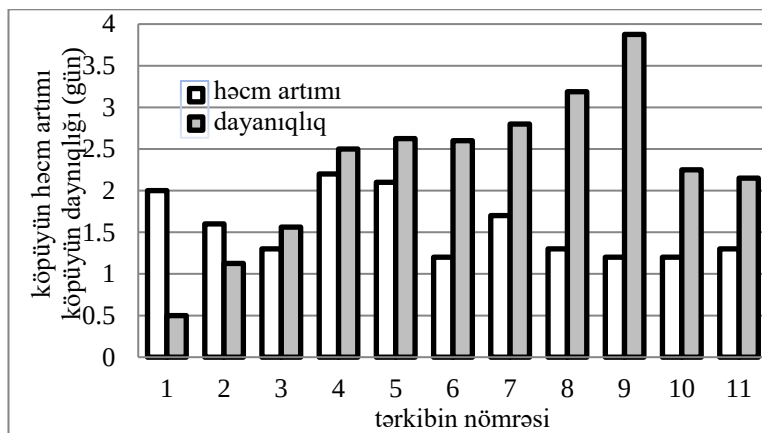
əmsalına nail olmaq üçün ucuz, klassik reagentlərin istifadəsi əsasında yüksəkkeçiricilikli sahələrin bloklanması üçün tərkibin işlənməsindən və bloklayıcı ekranın vəziyyətinin yatağın sulaşma dərəcəsindən asılılığını müəyyənləşdirməkdən ibarətdir. Həmçinin, lay şəraitində yaranan köpük sistemindən istifadə etmək təklif olunur.

Köpükəmələgətirici və qazayırıcı məhlulların ardıcıl vurulması və suvurma ilə onların irəli itələnməsi yolu ilə lay şəraitində köpük sistemin ara qatının əmələgəlmə imkanları nəzərdən keçirilir [5, 6]. Köpükəmələgətirici agent polimer (karboksimetilselüloz (KMS)) və köpükəmələgətirici səthi aktiv maddənin (sulfanol) sulu məhlulundan, qazayırıcı agent isə qida sənayesi tullantısı olan kəsmikli süd zərdabının sulu məhlulu və tikici maddə (kalium-alüminium-sulfat) ehtiva edən biosistemdən ibarətdir.

Biosistemin parçalanması nəticəsində layda qazlar əmələ gəlir. Lay şəraitində qazın əmələ gəlməsi və köpükəmələgətirici səthi aktiv maddənin olması köpüyün əmələ gəlməsini təmin edir. Bioreagent tələb olunan pH göstəricisini tənzimləyir və səthi aktiv maddənin uzun müddətli köpüklənmə qabiliyyətini təmin edir. SAM yaranan qaz qabarcıqlarının bir-biri ilə əlaqələnməsini və köpük əmələ gəlməsini təmin edir. Polimer köpük sisteminin yüksək dayanıqlığını təmin edərək, mayenin qabarcığının səthindən axmasını yavaşladır, tikici maddə isə polimer molekullarını strukturlaşdıraraq, köpüyə mexaniki möhkəmlik verməklə köpük sisteminin dayanıqlığını artırmağa imkan verir. Polimer və tikici maddənin olması qabarcıqların səthində dayanıqlı geləbənzər pərdə əmələ gətirməklə köpük sisteminin dayanıqlığının artmasına kömək edir [7,12]. Mikrobioloji proseslər nəticəsində qazların davamlı olaraq ayrılması yüksək dayanıqlı özüköpüklənən sistemin yaranmasını təmin edir.

Laboratoriya şəraitində qazəmələgəlmənin intensivliyinin öyrənilməsi üçün tədqiqatlar aparılmışdır. Köpük sisteminin dayanıqlığı və həcm artımı qrafik 2-də göstərilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, biosistemin qatılığının artması və müvafiq olaraq qazın əmələ gəlməsinin yüksəlməsi ilə köpüyün həcmının artması tendensiyası mövcuddur. SAM, polimer və tikici maddənin qatılığının artması ilə köpük məhlulunun dayanıqlığı artır. SAM və polimerin

qatılığının daha da artması köpüyün özlülüyünü artırır, bu da onun layda hərəkət etməsini çətinləşdirir, həmçinin reagentin qiymətinin bahalaşmasına səbəb olur. Beləliklə, qrafik 2-də verilən 4-9 köpük tərkibləri dərinlikdə axın istiqamətini dəyişdirən texnologiyasının həyata keçirilməsi üçün kifayət qədər dayanıqlı olan tərkiblərdir.



Qrafik 2. Köpük sistemlərinin həcm artımı və dayanıqlığı

Köpükəmələgəlmə təzyiqinin artması ilə köpüyün dayanıqlığı artır. Belə ki, 10 MPa-da köpüyün dayanıqlığı atmosfer təzyiqində əldə edilən köpüyün dayanıqlığından 297 dəfə çoxdur. Köpükəmələgəlmə təzyiqinin artması ilə köpük qabarcıqlarının ölçüsü kiçilir, dispersliyi isə artır.

Sonrakı tədqiqatlar üçün ən əhəmiyyətli tərkiblər seçilmişdir: 1- həcm artımı yüksək, sabitliyi aşağı olan tərkib (SAM, polimer və tikici əlavələrin aşağı qiymətləri, bioreagentin yüksək qiyməti); 5- həcm artımı və sabitliyi yüksək olan tərkib (SAM, polimer, tikici əlavələrin və bioreagentin orta qiymətləri); 9- həcm artımı aşağı, sabitliyi yüksək olan tərkib (SAM, polimer, tikici əlavələrin və bioreagentin yüksək qiymətləri).

Mikrofotoşəkillərin təhlili göstərmişdir ki, köpükəmələgətirici və qazayırıcı reagentlərin aşağı qiymətlərində böyük ölçülü (~100 mkm) və aşağı sıxlıqlı qabarcıqlar, orta qiymətlərində orta ölçülü (~10

mkm) və yüksək sıxlıqlı qabarcıqlar, yüksək qiymətlərində kiçik ölçülü qabarcıqlar (~ 1 mkm) əmələ gəlir.

Köpükəmələgətirici, qazayırıcı məhlulların, eləcə də onların 1:1 nisbətindəki qarışıqlarının (9 Nəli tərkib) reologiyası tədqiq edilmişdir. Qazayırıcı məhlulun reologiyası Nyutona, köpükəmələgətirici məhlulun reologiyası psevdoplastikə və qarışıqıncı isə (köpük sistemi) dilatant mayeyə uyğundur. Məlumdur ki, dilatant maye psevdoplastikdən fərqli olaraq, süzülmə profilinin düzləndirilməsinə və layın təsirlə əhatəsinin artırılmasına kömək edir.

Aparılan reoloji tədqiqatların təhlili göstərir ki, həcm artımının yüksəlməsi (qazla doyma) özlülüyün azalmasına, polimerin qatılığı isə, əksinə, onun artmasına səbəb olur. Bundan əlavə, polimerin qatılığının artması köpük sisteminin dayanıqlılığının əhəmiyyətli dərəcədə artmasına səbəb olur. Qeyd olunan xüsusiyyətlər təmzirlənən reoloji xassələrə malik köpük sistemi əldə etməyə imkan verir.

Sıxışdırma prosesinin tədqiqi eksperimental qurğuda aparılmışdır. Köpük sisteminin əmələgətiricisi kimi 5 Nəli tərkibdən istifadə edilmişdir. Bu halda, göstərilən termobarik şərtlərdə ($T = 303^\circ\text{K}$, $P = 1$ MPa) dörd gün ərzində lazımi köpük sistemi əldə edilmişdir.

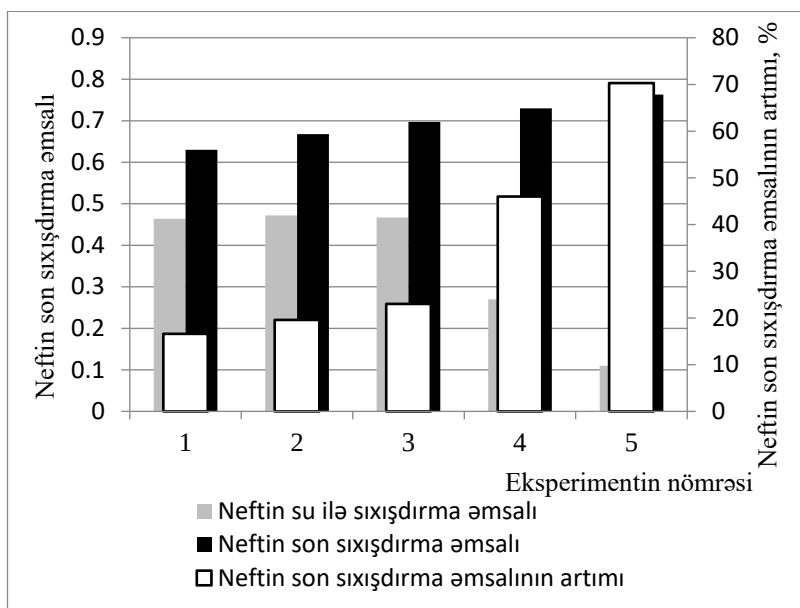
Eksperimentlərin birinci seriyasında, lay modelinin tam sulaşdırılmasından sonra (vurucu quyu vasitəsilə çox sulaşmış laya təsir prosesinin imitasiyası) onun girişinə bərabər həcmdə əvvəlcə köpükəmələgətirici məhlul, ardınca isə qazayırıcı məhlul vurulmuşdur. Sonra, köpük sisteminin araqatının yaranması üçün model dörd gün müddətinə bağlanmış, həmin müddət bitdikdən sonra isə modelin girişinə su vurulmuş və qalıq neftin sıxışdırılması başlanılmışdır.

Eksperimentlərin ikinci seriyasında, digər bərabər şərtlərdə, köpükəmələgətirici və qazayırıcı məhlulların arasına məsəmə həcmnin 10%-i miqdarında kerosin araqatı vurmaqla lay modelinin dərinliyində yaranan köpük sisteminin araqatının əmələ gəlməsinə nail olunmuşdur.

Eksperimentlərin üçüncü seriyasında, digər bərabər şərtlərdə, modelin çıxışına qazayırıcı məhlul, ardınca isə köpükəmələgətirici məhlul vurulur (reaksiya verən hasilat quyusunun quyudibi zonasına təsir prosesinin imitasiyası).

Eksperimentlərin dördüncü seriyasında məhsulun 50% sulaşması zamanı təbəqəli qeyri-bircins laya təsir prosesi modelləşdirilmişdir. Bu halda, köpükəmələgətirici və qazayırıcı məhlulların arasına məsamə həcmnin 10%-i miqdarında kerosin araqatı vurmaqla lay modelinin dərinliyində yaranan köpük sisteminin araqatının əmələ gəlməsinə nail olunmuşdur.

Eksperimentlərin beşinci seriyasında suyun yarıb keçməsindən dərhal sonra laya təsir prosesi modelləşdirilmişdir. Bu halda, lay modelinin girişinə bərabər həcmdə əvvəlcə köpükəmələgətirici məhlul, ardınca isə qazayırıcı məhlul vurulmuşdur. Eksperimentlərin nəticələri qrafik 3-də göstərilmişdir.



Qrafik 3. Təbəqəli qeyri-bircins layda neftin köpük sistemləri ilə sıxışdırılması üzrə aparılan eksperimentlərin nəticələri

Neftin sıxışdırılması üzrə aparılan eksperimentlərin (seriya 1-3) nəticələrinə əsasən belə nəticəyə gəlmək olar ki, layın tam sulaşması zamanı ən perspektivli olanı su axınının istismar quyusunda təcrid edilməsidir. Bu halda sıxışdırma əmsalının artımı 23% təşkil edir. Qeyd edək ki, maye axınının vurulma xəttinin yaxınlığında təcrid edilməsi və vurulan mayenin dərinlikdə axının istiqamətini dəyişdirən hallarında sıxışdırma əmsalının artımı müvafiq olaraq 16,6 və 19,6 % təşkil edir. Məhsulun 50% sulaşması zamanı vurulan mayenin dərinlikdə axının istiqamətini dəyişdirən texnologiyanın tətbiqi ilə sıxışdırma əmsalının artımı 46% təşkil etmişdir. Suyun yarım keçməsindən dərhal sonra laya təsir prosesinin tətbiqi zamanı hasilat quyularında vurulma xəttinin yaxınlığında köpük sisteminin əmələ gəlməsi ilə sıxışdırma əmsalının artımı 70.3% təşkil etmişdir[8].

Yuxarıdakı material, vurulma xəttinin yaxınlığında köpük əmələ gəlməsinin yerinə yetirilməsi zamanı daha özlülüklü dayanıqlı köpük sistemlərinin (tərkib №9), vurulan mayenin dərinlikdə axın istiqamətini dəyişdirən texnologiyanın həyata keçirilməsi üçün isə daha az özlülüklü dayanıqlı köpük sistemlərinin (tərkib №5) istifadəsinin təklif edilməsinə imkan verir.

Suvurma prosesinin səmərəliliyinin artırılması üçün sulaşmış zonaların təcrid edilməsini, duz çöküntülərinin bilavasitə layda qarşısının alınmasını, layın fazalararası gərginliyinin, islanma qabiliyyətinin və keçiriciliyinin dəyişdirilməsi hesabına sıxışdırma əmsalının artırılmasını ehtiva edən qeyri-bircins layların işlənməsi üsulu təklif olunmuşdur.

Üsul dəniz suyuna kimyəvi reagentlərin əlavə edilməsini, sonra isə onun vurucu quyular vasitəsilə laya vurulmasını əhatə edir. Dəniz suyuna əlavə edilən kimyəvi reagentlər qismində turşu məhlulu, qələvi tullantıları, izopropil spirti və karboksimetilselüloz (KMS) məhlulundan istifadə olunur.

Təklif olunan qeyri-bircins layın işlənməsi üsulunda tərkibində qələvili lay suyu olan yatağa dəniz suyu araqatı vurulur. Vurulan dəniz suyu yuyulmuş yüksək keçiricilikli zonalarından keçərək qələvili lay suyu ilə təmasda olur. Bunun nəticəsində, həll olunmayan duzlar çökür

və yüksək keçiricilikli sulaşmış sahələri tıxayır. Daha sonra, laya təklif olunan qarışıqın əlavə edildiyi dəniz suyu vurulur. Vurulan qarışıq nefti hasilat quyularına doğru sıxışdıraraq aşağı keçiricilikli neftlə doymuş zonalara keçir. Dəniz suyuna əlavə edilən qarışıq müxtəlif kimyəvi xassələrə malik suların qarışması nəticəsində məsaməli mühitdə duzçökməsi prosesinin qarşısını alacaq, sıxışdırma əmsalını artıracaqdır [14].

Kollektorun məhsuldar süxur səthlərinin təklif olunan qarışıqla işlənməsi “süxur-neft-qarışıq” sərhədində səthi-gərilməni azaldır və neft pərdəsinin özündən kənarlaşdırması və səthin hidrofillaşması hesabına reagentlərin süxurun səthində adsorbsiyasına səbəb olur. Qarışıqə effektiv təsirə malik peptizator kimi tanınan xlorid turşusunun əlavə edilməsi məsaməli mühitdə karbonat əlavələrinin həll olmasına kömək edəcəkdir. Reaksiyaya girməyən xlorid turşusu həll olunmamış çöküntülərin mikrokolloid və ya həll olunmuş vəziyyətə keçməsi prosesinə yardım edəcəkdir.

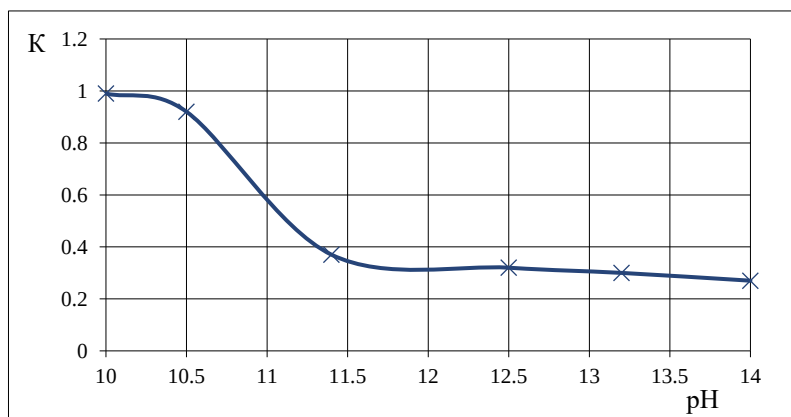
Layda turş və ya neytral su olduqda isə qələvili su araqatı yaratmaq lazımdır.

Təklif olunan tərkibin effektivliyi neft yataqlarının lay sularını modelləşdirən süni surətdə hazırlanmış karbonat və sulfat tipli mineral suların həcmində reagentin Ca^{2+} kationlarını saxlamaq qabiliyyətinə əsaslanan metodikaya görə qiymətləndirilmişdir. Bu tərkiblərin 40 mq/l sərfi zamanı təklif olunan qarışıqın qoruyuculuq effekti sulfatlı suda 90,8-96,0%, karbonatlı suda isə 94,1-98,1%-ə çatır. Qarışıqın maksimum qoruyuculuq effekti tərkibdən 80 mq/l sərfiyyatla istifadə edildikdə müşahidə olunur. Bu zaman qarışıqın qoruyuculuq effekti sulfatlı suda 96,3-99,8%, karbonatlı suda 97,2-100% təşkil edir. Tərkibdəki aktiv maddə 11-22,5% təşkil edir.

Tədqiqatın nəticələri göstərmişdir ki, aktiv maddənin yüksək olduğu nümunələrdə inhibirləyici effekt həm karbonatlı, həm də sulfatlı suda yüksək olmuşdur. Bunun səbəbi xlorid turşusunun yüksək qatılığı və qələvi tullantılarının, izopropil spirtinin və yüksək mineral tərkibli KMS məhlulunun birləşməsidir. KMS miqdarı yüksək olan qarışıqlarda qoruyuculuq effekti sulfatlı suda daha yüksək olmuşdur. Buna səbəb isə KMS-nin natrium duzunun kalsium və maqnezium

ionlarını bloklayaraq sulfat və gips çöküntülərinin əmələ gəlməsinin qarşısını almasıdır.

Daha sonra lay modelləri üzərində eksperimental tədqiqatlar aparılmışdır. Xətti modellərdə olan məsaməli mühit müxtəlif pH göstəriciləri (10-14) olan qələvili su ilə doyurulmuş və suya görə keçiricilik müəyyən edilmişdir. Daha sonra dəniz suyu modellərdən süzölmüşdür. Bundan sonra modelin məsamələrini doyuran qələvili suya görə məsaməli mühitin keçiriciliyi yenidən müəyyən edilmişdir. Qrafik 4-də məsaməli mühitin son keçiriciliyinin qələvili suyun pH-dan asılılığı göstərilmişdir. Suyun pH-ı 11,4 və daha yüksək olduqda tıxanma effektivliyi kəskin şəkildə artır. Bununla əlaqədar, mədən şəraitində laya pH-ı 11,4-14 olan su araqatı vurulmalıdır.



Qrafik 4. Məsaməli mühitin son keçiriciliyinin qələvili suyun pH-dan asılılığı

Eksperimentlərin növbəti seriyasının aparılması üçün təmas layıqları olan təbəqəli qeyri-bircins lay modelindən istifadə edilmişdir. Neft pH=14 olan qələvili lay suyu ilə modeldən sıxışdırılmışdır. Məhsulun tam sulaşmasından sonra modelin girişindən dəniz suyu vurulmuşdur. Dəniz suyu vurulduqdan sonra onun qələvili lay suyu ilə təması zamanı yüksək keçiricilikli qatda çöküntü əmələ gətirməsi və suyun süzölmə sürətini aşağı salması nəticəsində vurulan mayenin sərfi azalmışdır. Dəniz suyunun

vurulmasından sonra son neftsıxışdırma əmsalının qiymətinin 2,6% artması müşahidə edilmişdir [13].

Sonrakı tədqiqatlarda dəniz suyunun vurulmasından sonra eyni şərtlər saxlanılmaqla, dəniz suyuna 0,5; 1.0; 1,5% qarışıq əlavə edilərək tərkibində qələvi lay suyu olan lay modelinə vurulmuş və onun son neftsıxışdırma əmsalına təsiri öyrənilmişdir. Eksperimentlərin nəticələri Cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Cədvəldən göründüyü kimi qarışığın suda tərkibi 1,0%-ə qədər artdıqda sıxışdırma əmsalının artımı 9,1% təşkil etmişdir (sınaq 3). Qarışığın dəniz suyunda 1,5%-li məhlulu vurulduqda (sınaq 4) sıxışdırma əmsalında 9,3%-ə qədər olan cüzi artımı müşahidə olunmuş, lakin artım tempi aşağı düşmüşdür. Bu baxımdan, təklif olunan qarışığın dəniz suyunda 1,5%-li məhlulunun vurulması optimal olaraq seçilmişdir.

Məsaməli mühit turş su ilə doydurulduqda, dəniz suyunun vurulması çöküntü əmələ gətirmir (sınaq 5). Bu eksperimentdə sıxışdırma əmsalının artımı 3,5% təşkil etmişdir.

Yüksəkkeçiricilikli qatın tıxanmasına nail olmaq üçün tərkibində turş və ya neytral su olan modelə dəniz suyundan əvvəl qələvili su vurulmuşdur (sınaq 6, 7). Sonra modelə təklif olunan qarışığın dəniz suyunda 1,0%-li məhlulu vurulmuşdur. Eksperimentlərin nəticəsində sıxışdırma əmsalının artımı müvafiq olaraq 9,2% və 9,0% təşkil etmişdir.

Duz çökmələrinin bilavasitə layda qarşısının alınması üsulunun effektivliyinin artırılması üçün mineral çöküntülərinin mərhələli şəkildə təmizlənməsinin təmin edilməsi, sıxışdırma əmsalının artırılması ilə bağlı digər tədqiqatlar aparılmışdır.

Təklif olunan üsulda araqat qismində laya, məsamə həcmnin 5%-indən az olmamaq şərtilə, tərkibində süd zərdabı, natrium naftenat, izopropil spirti və 0,5%-li KMS natrium duzunun sulu məhlulu olan qarışıq, ardınca isə qarışığın irəli itələnməsi üçün su vurulur. Həmçinin, qarışıq dəniz suyuna 1,5% miqdarında əlavə edilib laya vurula da bilər [11].

Cədvəl 1

Təklif olunan texnologiyanın neftin sıxışdırılma əmsalına təsiri

No	Lay suyu	Sıxışdırma əmsalı	İşçi agentlərin modelə vurulması	Son sıxışdırma əmsalı	Artım, %
1	Qələvili pH=14	0,463	Dəniz suyu (DS)	0,489	2,6
2	Qələvili pH=14	0,464	DS; Qarışıqın dəniz suyunda 0,5 %-li məhlulu	0,512	4,8
3	Qələvili pH=14	0,467	DS; Qarışıqın dəniz suyunda 1 %-li məhlulu	0,556	9,1
4	Qələvili pH=14	0,470	DS; Qarışıqın dəniz suyunda 1,5 %-li məhlulu	0,563	9,3
5	Turş pH=5	0,460	DS; Qarışıqın dəniz suyunda 1 %-li məhlulu	0,495	3,5
6	Turş pH=5	0,460	Qələvili su pH=14; DS; Qarışıqın dəniz suyunda 1 %-li məhlulu	0,552	9,2
7	Neytral pH=7	0,461	Qələvili su pH=14; DS; Qarışıqın dəniz suyunda 1 %-li məhlulu	0,551	9,0

Vurulan qarışıq neft yataqlarının suvurma üsulu ilə işlənilməsi zamanı suların qarışması, həmçinin yuxarıda yatan laylardan axıb gələn müxtəlif kimyəvi xassələrə malik suların qarışması nəticəsində məsaməli mühitdə baş verən duzçökmə prosesinin qarşısını alacaqdır.

Tərkibə daxil olan qələvi tullantı birləşmələri faza sərhədində səthi gərilməni əhəmiyyətli dərəcədə azaldır. Naftenatların alifatik

spirtlərlə birlikdə istifadəsi onun inhibitor effektivliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Anion polimer aktiv kalsium ionlarını bloklayaraq kalsium sulfat və kalsium karbonatların əmələ gəlməsinin qarşısını alır. Kəsmikli süd zərdabının turşu mühiti və onun tərkibinə daxil olan müxtəlif qrup aktiv komponentlər hüceyrə əmələ gəlməsinin qarşısını almaqla kalsium karbonat və kalsium sulfatın əmələ gəlməsini ləngidir. Məhlulun tərkibində süd zərdabının olması mikrobioloji proseslər nəticəsində karbohidrat birləşmələrinin parçalanmasına və aşağı molekullu yağ turşularının, o cümlədən sirkə turşusunun əmələ gəlməsinə kömək edir.

Üstünlük təşkil edən fakt ondan ibarətdir ki, tərkibində süd zərdabı olan qarışıqın vurulması zamanı karbon qazının və turşuların əmələ gəlməsi prosesi tədricən gedir və bilavasitə layda baş verir. Bu baxımdan duzçökmələrinin qarşısının alınması üçün məhlulun layda hərəkəti zamanı çöküntülərin mərhələli şəkildə təmizlənməsi təmin olunacaqdır.

Təklif olunan tərkibin səmərəliliyi lay sularını modelləşdirən süni şəkildə hazırlanmış karbonat və sulfat tipli mineral suların həcmində reagentin kalsium ionlarını saxlamaq qabiliyyətinə əsaslanan metodikaya görə qiymətləndirilmişdir.

Qarışıqın karbonatlı suda təsir effekti qarışıqın tərkibində süd zərdabı və KMS-nin natrium duzu orta, qələvi tullantıları və izopropil spirti aşağı faizlə olduqda daha yüksək olur. Karbonatlı suda qarışıq tərkibləri 40 q/t sərf edildikdə effektivlik 65-72%, 70 q/t sərf edildikdə 80-89%, 100 q/t sərf edildikdə 93-100% təşkil etmişdir. Sulfatlı suda qarışıq tərkibləri 40 q/t sərf edildikdə effektivlik 60-69%, 70 q/t sərf edildikdə 70-84%, 100 q/t sərf edildikdə 86-96% təşkil etmişdir.

Üsul laboratoriya şəraitində təbəqəli qeyri-bircins xətti lay modelində sınaqdan keçirilmişdir. Modeldən neftin qələvi məhlulla çıxarılması yerinə yetirilmiş və neftin sıxışdırılma əmsalı təyin edilmişdir. Eksperimentlərin nəticələri Cədvəl 2-də göstərilmişdir.

Bundan sonra, birinci eksperimentdə modelə dəniz suyu vurulmuşdur. Qələvili və dəniz suyunun qarşılıqlı təsiri zamanı çöküntü əmələ gəlməsi nəticəsində neftsıxışdırma əmsalında artım müşahidə olunmamış, maye sərfi isə 2,64 dəfə azalmışdır.

İkinci təcrübədə modelə məsamə həcmnin 4%-i miqdarında təklif olunan qarışıq, ardınca isə su vurulmuşdur. Bu eksperimentdə neftsıxısdırma əmsalının artımı 1,5% təşkil etmiş, maye sərfi isə reagentin vurulmasından sonra bir qədər aşağı düşmüşdür. Üçüncü və dördüncü eksperimentlərdə qarışıq araqatının həcmi müvafiq olaraq 5 və 10%-ə qədər artırılmışdır. Nəticədə, neftsıxısdırma əmsalının əhəmiyyətli dərəcədə artması müşahidə olunmuşdur. Neftsıxısdırma əmsalının artımı üçüncü eksperimentdə 8,8%, dördüncü eksperimentdə 9,2% təşkil etmişdir. Neftsıxısdırma əmsalının artması fazalararası gərilmənin azalması, sıxışdırılan və sıxışdırılan mayelərin hərəkətlilik nisbətinin azalması, bunun hesabına da vurulan mayenin aşağı keçiricilikli qata daxil olması nəticəsində baş verir. Bu tədqiqatlarda mayenin sərfi dəyişməmişdir, bu isə məsaməli mühitdə duz çöküntüsünün olmadığını göstərir.

Sonrakı eksperimentlərdə dəniz suyuna təklif olunan tərkib müvafiq olaraq 2,0%, 1,5%, 1% və 0,5% əlavə edilərək modelə vurulmuşdur. Bu halda sıxışdırma əmsalı müvafiq olaraq 2,9%, 2,8%, 1,2% və 0,5% artmış, maye sərfi isə azalmışdır. Bu o deməkdir ki, təklif olunan qarışıq tərkibinin dəniz suyuna əlavə edilməsi duzların çökməsinin qarşısını alır, sıxışdırma əmsalı isə səthi gərilmənin və sıxışdırıcı agentin özlülüyünün dəyişməsi hesabına artır (cədvəl 2).

Eksperimental tədqiqatların nəticələrinə əsasən təyin olunmuşdur ki, təklif olunan qarışıqın araqat kimi laya məsamə həcmnin ən azı 5%-i həcmində vurulması və ya dəniz suyu ilə sulaşdırılma zamanı dəniz suyu həcmnin 1,5%-i miqdarında əlavə edilməsi məqsədəuyğundur. Quyu dibi zonasında duz çökmələrinin qarşısının alınması üçün quyuya duz çökmə inhibitorunun sulu məhlulu vurulur. Məsaməli mühitdə duz çökmələrinin qarşısının alınması ilə yanaşı, quyu istismarı zamanı quyu lüləsinin axıb gələn məhlulla kifayət qədər uzun müddətdə təması nəticəsində quyu avadanlığının çöküntülərdən təmizlənməsi də baş verir.

Cədvəl 2

**Xətti lay modellərində aparılan eksperimental tədqiqatların
nəticələri**

№	Neftin qələvi məhlulu ilə sıxışdırılma əmsalı	İşçi agentlərin lay modelinə vurulması	Son neftsıxışdırma əmsalı	Neftsıxışdırma əmsalının artımı, %
1	0,599	Dəniz suyu	0,599	-----
2	0.607	Araqatı - məsamələr həcmnin 4%-i miqdarında tərkib, su	0,622	1,5
3	0,610	Araqatı - məsamələr həcmnin 5%-i miqdarında tərkib, su	0,698	8,8
4	0.605	Araqatı - məsamələr həcmnin 10%-i miqdarında tərkib, su	0,697	9,2
5	0.597	Tərkibin dəniz suyunda 2,0 %-li məhlulu	0,626	2,9
6	0,612	Tərkibin dəniz suyunda 1.5 %-li məhlulu	0,640	2,8
7	0,604	Tərkibin dəniz suyunda 1,0 %-li məhlulu	0,616	1,2
8	0,62	Tərkibin dəniz suyunda 0,5 %-li məhlulu	0,625	0,5

Dissertasiya işinin **üçüncü fəslində** işlənmiş texnologiyaların tətbiqi üzrə təcrübi-sənaye sınaqlarının nəticələri təqdim olunur.

İşlənmiş özüköpüklənən sistemin təcrübi-sənaye sınaqlarının aparılması üçün iki quyu seçilmişdir: “Neft Daşları” yatağındakı 1798 və 2043 №li quyular.

“Neft Daşları” yatağı mürəkkəb geoloji quruluşu, laylarının kollektor xassələrinin qeyri-bircinsliyi ilə səciyyələnir. Lay təzyiqinin saxlanması üçün vurucu quyulara dəniz və səmt suları vurulur. Bununla əlaqədar olaraq, vurucu quyuların təsir zonasında yerləşən quyuların məhsulu zaman keçdikcə sulaşır. Hal-hazırda yatağın işlənmə vəziyyəti neft hasilatının əhəmiyyətli dərəcədə azalması və quyu məhsulunun get-gedə daha çox sulaşması ilə xarakterizə olunur.

Tədbirin keçirilməsi üçün seçilmiş quyular güclü sulaşma ilə xarakterizə olunurdu. Özüköpüklənən biosistem ilə təsirdən sonra hər iki quyuda bir günlük orta neft hasilatı artmış, quyu məhsulunun sulaşması isə aşağı düşmüşdür. Əlavə neft hasilatı 12.04.2022–15.07.2022-ci il müddətində 1798 sayılı quyu üzrə 120 ton, 23.03.2022–21.06.2022-ci il müddətində 2043 sayılı quyu üzrə isə 180 ton təşkil etmişdir. Beləliklə, “Neft Daşları” yatağının iki quyusunda aparılan mədən sınaqları işlənmiş özüköpüklənən biosistemin effektivliyi üzrə aparılan laboratoriya tədqiqatlarını təsdiqləmişdir.

Əksər yataqlarda neft hasilatının intensivləşməsi, bir qayda olaraq, mineral duzların çökməsi ilə müşayiət olunur.

Çıxarılan müəyyən kimyəvi tərkibli məhsulun sulaşmasının artması duz çöküntülərinin intensivliyinin artmasına səbəb olur.

İşlənmiş duz çöküntülərinin qarşısının alınması üsulu N. Nərimanov adına Neft və Qazçıxarma İdarəsinin 367 və 645 №li iki quyusunda sınaqdan keçirilmişdir. Duz çöküntülərinin məsaməli mühitdə və nasos-kompressor borularında çökməsi nəticəsində quyuların istismar səmərəliliyi aşağı düşür. Duz çöküntülərinin qarşısının alınması üçün işlənmiş sulu məhlulun seçilmiş quyuların quyudibi zonasına vurulması yerinə yetirilmişdir. Quyu istismarı zamanı quyu lüləsinin axıb gələn məhlulla kifayət qədər uzun müddətdə təması nəticəsində quyu avadanlığında duz çöküntülərinin qarşısı alınmışdır.

Tədbirin keçirilməsindən əvvəl və sonra su nümunələri götürülmüşdür. Tədbirdən sonra götürülmüş nümunələrdə kation və anionların, həmçinin mexaniki qarışıqların artması müşahidə olunmuşdur. Bu, çöküntülərin inhibirləşmə prosesinin effektivliyini göstərir. Hər iki quyuda neft debeti artmış, məhsulun sulaşması isə azalmışdır ki, bu da təklif olunan duz çöküntülərinin qarşısının alınması üsulunun müvəffəqliyini təsdiqləyir.

Quyularda həyata keçirilən tədbir nəticəsində təmirlərarası işləmə müddətinin 2 dəfədən çox artması müşahidə olunmuşdur. Əlavə neft hasilatı 2022-ci ilin sentyabr ayının əvvəlində 120 ton təşkil etmişdir.

NƏTİCƏLƏR

1. Neft hasilatının intensivləşdirilməsi üçün KQFV-də stabil biosistemlərin alınması və tətbiqinin nəzəri və praktiki əsasları işlənmişdir:

- eksperimental tədqiqatlar əsasında müəyyən edilmişdir ki, qazsız biosistemlə müqayisədə qazlı biosistemin tətbiqi susuz və son sıxışdırma əmsallarının (müvafiq olaraq 10 və 14%) yüksəlməsinə imkan yaradır;

- qazlı hibrid biopolimer sistemlərin səmərəli istifadəsinin mümkünlüyü göstərilmişdir, bu halda qazlı biosistemlə müqayisədə susuz və son sıxışdırma əmsallarının 20 və 30% artması qeyd olunmuşdur;

- müəyyən edilmişdir ki, quyudibi təzyiq doyma təzyiqindən aşağı olmadıqda və ona yaxın olduqda, kontur təzyiqi isə quyudibi təzyiqindən 2 dəfədən çox olmadıqda qidalanma konturundan quyuya qədər olan bütün sahələrdə KQFV həyata keçir. Quyudibi təzyiq doyma təzyiqini 2 dəfədən çox üstələdikdə KQFV demək olar ki həyata keçmir.

2. Əlçatan klassik reagentlər və biosistemlər əsasında tənzimləmə bilən reoloji xassələrə malik, sıxışdırma sərhəddinin dərinlikdə düzləndirilməsini təmin edən dayanıqlı köpük sisteminin əmələgəlmə texnologiyası işlənmişdir.

- müxtəlif sulaşmalar zamanı maksimum effektin əldə edilməsi üçün işlənmiş köpük sisteminin zəruri nüfuzetmə dərinliyi müəyyən edilmişdir;

- göstərilmişdir ki, məhsulun yüksək sulaşması zamanı (90% -dən çox olduqda), reaksiya verən hasilat quyularında təcridetmə daha effektiv olur, bu halda son neftvermə əmsalı 0,69 təşkil etmişdir;

- məhsulun 50% sulaşması zamanı vurulan mayenin dərinədə axın istiqamətinin dəyişməsi yaxşı nəticələr verir, bu halda son neftvermə əmsalı 0,73 təşkil etmişdir;

- hasilat quyularında suyun yarıb keçməsindən dərhal sonra vurma xəttinin yaxınlığında təcridetmənin tətbiqi daha yaxşı nəticələr verir, bu halda son neftvermə əmsalı 0,76 təşkil etmişdir;

- vurma xəttinin yaxınlığında köpük əmələgəlmənin həyata keçirilməsi zamanı nisbətən daha özlü dayanıqlı köpük sistemlərindən, vurulan mayenin dərinədə axın istiqamətinin dəyişməsinin yerinə yetirilməsi zamanı isə daha az özlülüklü dayanıqlı köpük sistemlərindən istifadə edilməsi təklif olunur.

3. Müxtəlif xassələrə malik suların qarışması zamanı çöküntüəmələgəlmə nəticəsində yüksək keçiricilikli sulaşmış zonaları təcrid etməyə imkan verən, süxurun fazalararası gərginliyinin, islanma qabiliyyətinin və keçiriciliyinin dəyişdirilməsi hesabına sıxısdırma əmsalını artıran, həll olmayan çöküntülərin inhibirləşməsinə və peptizasiyasına yardım edən qeyri-bircins layların işlənməsi üsulu təklif olunmuşdur.

4. İstehsal tullantılarından istifadə edərək layda reagentlər qarışığının araqatının yaradılması hesabına duz çöküntülərinin qarşısının alınması üsulu işlənmişdir. 100 q/t sərfiyyat zamanı kalsium karbonat çöküntülərinin qarşısının alınmasına görə üsulun effektivliyi 93-100%, kalsium sulfat çöküntülərinin qarşısının alınmasına görə 86-96%-ə çatır.

5. İşlənmiş üsullar mədən şəraitində uğurla sınaqdan keçirilmişdir:

- Quyuya gələn su axınının köpük sistemləri ilə izolyasiyasına əsaslanan neft yatağının işlənməsi üsulu “Neft Daşları” yatağının 1798 və 2043 №li quyularında sınaqdan keçirilmişdir. Mədən sınağı nəticəsində bu quyularda neft hasilatının artması və quyu məhsulunun sulaşmasının azalması müşahidə olunmuşdur. Ümumilikdə 3 ay ərzində 300 ton əlavə neft əldə olunmuşdur;

- Duz çöküntülərinin qarşısının alınması üsulu N. Nərimanov adına NQÇİ-nin 367 və 645 №li quyularında sınaqdan keçirilmişdir. Aparılan tədbirdən sonra neft debiti və quyulararası təmir müddəti artmışdır. Tədbir nəticəsində əlavə olaraq 120 ton neft hasil edilmişdir.

Dissertasiyanın əsas məzmunu və nəticələri aşağıdakı elmi işlərdə dərc edilmişdir:

1. Рзаева, С.Д. , Ахмедова, У.Т. Повышение нефтеотдачи пласта пенообразующими составами // Булатовские чтения: материалы V Международной научно-практической конференции, - Краснодар: - 31 – марта, – 2021, - с.222-224.

2. Suleimanov, B.A., Rzayeva, S.J., Akhmedova, U.T. Application of Hybrid Biosystems for Stimulation of Oil Production // SPE Annual Caspian Technical Conference, - Virtual: - 5 - October, - 2021. SPE-207061-MS.

3. Сулейманов, Б.А. Теоретические и практические основы применения газированных биосистем при интенсификации добычи нефти / Б.А.Сулейманов, С.Д.Рзаева, У.Т.Ахмедова // SOCAR«Proceedings», - 2021. № 3, - с.36-45.

4. Suleimanov, B.A. Self-gasified biosystems for enhanced oil recovery / B.A. Suleimanov, S. J. Rzayeva, U. T. Akhmedova // International journal of modern physics, - 2021. Volume 35, №27.

5. Сулейманов, Б.А. Способ разработки нефтяной залежи, Евразийский патент № 038892 / С.Д.Рзаева, Ф.К.Кязимов, А.Ф.Акберова, У.Т.Ахмедова. - 2021.

6. Рзаева, С. Д., Ахмедова, У. Т. Глубинное выравнивание фронта вытеснения на основе использования пенных систем // Международная конференция «Нефтегазовая энергетика», - г. Ивано-Франковск: - 21-24 сентября, - 2021, - с.74-75.

7. Сулейманов, Б.А. Стратегия глубинного выравнивания фронта вытеснения при заводнении нефтяных пластов/ Б.А.Сулейманов, С.Д.Рзаева, А.Ф.Акберова, У.Т.Ахмедова // SOCAR «Proceedings», - 2021. № 4, - с.33-43.

8. Suleimanov, B.A. Self-foamed biosystem for Deep Reservoir Conformance Control/B.A.Suleimanov, S.J.Rzayeva, A.F.Akberova, U. T. Akhmedova// Petroleum Science and Technology, - 2022. Volume 40, - p.2450-2467.

9. Сулейманов, Б.А. Способ разработки нефтяной залежи, Евразийский патент № 041040 / Б.А. Сулейманов, С.Д.Рзаева, У.Т.Ахмедова, - 2022.

10. Рзаева, С. Д., Ахмедова, У. Т. Применение газированных биосистем для повышения нефтеотдачи пласта // Булатовские чтения: материалы VI Международной научно-практической конференции, - Краснодар: - 31 – марта, - 2022. – с. 275–277.

11. Ахмедова, У.Т. Новый способ разработки неоднородного пласта // Азербайджанское нефтяное хозяйство, - 2022. № 8, - с.70-76.

12. Ахмедова, У.Т. Обзор методов повышения нефтеотдачи пласта на основе использования пенных систем // SOCAR «Proceedings», - 2022. № 3, - с 76-84.

13. Сулейманов, Б.А. Способ предотвращения солеотложений, Евразийский патент № 042065/ Б.А. Сулейманов, А.А. Сулейманов, А.М.Самедов, С.Д. Рзаева, Ф.К. Кязимов, А.Ф.Акберова, У.Т. Ахмедова. - 2023.

14. Рзаева С.Д., Способ разработки неоднородного пласта. Евразийский патент № 042822 / С.Д. Рзаева, Ф.К.Кязимов, А.Ф.Акберова, У.Т. Ахмедова -2023.

İddiaçının şəxsi töhfəsi

[11,12] işlər sərbəst yerinə yetirilmişdir, [2-5,7-9,13,14] işlərində məsələnin qoyuluşunda, tədqiqatların aparılmasında və nəticələrin ümumiləşdirilməsində iştirak, [1,6,10] işlərində məsələnin qoyuluşunda və nəticələrin ümumiləşdirilməsində iştirak.



Dissertasiyanın müdafiəsi 14 iyun 2024-cü il tarixində saat 11:00-də Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetin 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.

Aftoreferat " 13 " may 2024-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 10.05.2024-cü il
Kağız formatı: A5
Həcmi: 37888
Tiraj: 30