

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

MAQNİT SAHƏSİNDƏN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ NEFT YATAQLARININ İŞLƏNMƏ SƏMƏRƏLİLİYİNİN ARTIRILMASI

İxtisas: 2525.01 – Neft və qaz yataqlarının işlənməsi
və istismarı

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Elnur Faiq oğlu Əlizadə**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

BAKİ – 2026

Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
PHŞ-nin “Neft-qaz mühəndisliyi” kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

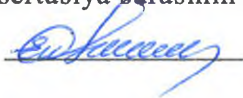
Texnika elmləri doktoru, professor
Arif Mikayıl oğlu Məmmədzadə

Rəsmi opponentlər:

Texnika elmləri doktoru, dosent
Vüqar Məhərrəm oğlu Fətəliyev
Texnika elmləri doktoru, dosent
Eldar Mehdi oğlu Abbasov
Texnika elmləri doktoru, dosent
Valeh Məhəmməd oğlu Şamilov

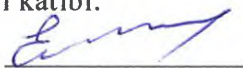
Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali
Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye
Universiteti PHŞ-nin nəzdində fəaliyyət göstərən FD 2.03
Dissertasiya Şurası.

Dissertasiya şurasının sədri: Texnika elmləri doktoru, professor



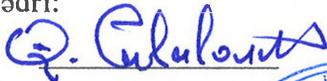
Elman Xeyrulla oğlu İskəndərov

Dissertasiya şurasının
elmi katibi:



Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Yelena Yevgenyevna Şmonçeva

ED 2.03 Elmi seminarının
sədri:

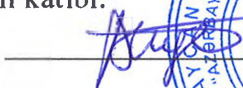


AMEA-nın müxbir üzvü, texnika
elmləri doktoru, professor

Qərib İsaq oğlu Calalov

İmzaları təsdiq edən:

ADNSU PHŞ-nin
Elmi katibi:



Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

İncilab Nəmiq oğlu Əliyev



İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Neft yataqlarının işlənmə səmərəliliyinin artırılması müasir dövrdə enerji ehtiyatlarının effektiv istifadəsi baxımından mühüm əhəmiyyət daşıyır. Dünyada neft ehtiyatlarının azalması, hasilatın çətinləşməsi və ekoloji problemlərin artması bu sahədə yeni texnologiyaların və yanaşmaların inkişaf etdirilməsini zəruri edir. Bu kontekstdə maqnit sahəsinin tətbiqi perspektivli və innovativ bir üsul kimi diqqət mərkəzindədir.

Hazırda dünya enerji tələbatının böyük hissəsi neft və qaz ehtiyatları hesabına ödənilir. Lakin ənənəvi hasilat üsulları neft ehtiyatlarının yalnız müəyyən hissəsini çıxarmağa imkan verir. Statistik məlumatlara əsasən, yataqlarda qalan qalıq neft ehtiyatlarının faizi 50-60% arasında dəyişir. Bu, neft hasilatının səmərəliliyini artırmaq üçün əlavə tədbirlərin görülməsini vacib edir. Belə ki, enerji təhlükəsizliyinin təmin olunması və neft ehtiyatlarının daha səmərəli istifadəsi üçün alternativ texnologiyaların tətbiqi aktuallıq kəsb edir.

Maqnit sahəsinin neft və qaz hasilatında istifadəsi yeni və perspektivli texnologiya kimi qiymətləndirilir. Maqnit sahəsi mayelərin fiziki və kimyəvi xüsusiyyətlərinə təsir edərək onların axıcılığını yaxşılaşdırır. Bu xüsusiyyətlər neftin süxurlar arasından daha asan çıxarılmasına şərait yaradır. Eyni zamanda, maqnit sahəsinin su və neft qarışıqlarında onların elektrokinetik xüsusiyyətlərini dəyişdirdiyi, səthi gərginliyi azaltdığı və kapillyar qüvvələri zəiflətdiyi sübut edilmişdir.

Maqnit texnologiyaları ənənəvi neftveriminin artırılması üsullarından (kimyəvi, istilik üsulları və s.) fərqli olaraq, ekoloji cəhətdən daha təmiz və təhlükəsizdir. Məsələn üçün kimyəvi reagentlərin istifadəsi yeraltı su ehtiyatlarına və yerin torpaq qatına müəyyən mənfi təsirlər göstərə bilər. Lakin maqnit sahəsinin tətbiqində belə risklər yoxdur. Bununla yanaşı, bu texnologiyanın tətbiqi iqtisadi baxımından da sərfəlidir. Quraşdırılması və saxlanması ucuz başa gəlir, hasilatın səmərəliliyində isə əhəmiyyətli artım təmin edir.

Azərbaycan dünyada zəngin neft və qaz ehtiyatlarına malik ölkələrdən biridir. Neft sənayesi ölkə iqtisadiyyatının əsas dayağı hesab olunur. Lakin Azərbaycandakı bəzi yataqların uzun müddətdir istismar olunması onların hasilat potensialının azalmasına səbəb olmuşdur. Bu baxımdan maqnit sahəsinin tətbiqi ölkədə hasilat səmərəliliyinin artırılması və iqtisadi gəlirlərin yüksəldilməsi üçün yeni imkanlar yaradır. Müasir dövrün ekoloji və sənaye tələblərini nəzərə alaraq, Azərbaycanın neft və qaz sənayesində maqnit texnologiyalarının geniş tətbiqi ekoloji problemlərin azaldılması baxımından da mühüm addım ola bilər.

Son illərdə aparılan elmi araşdırmalar maqnit sahəsinin neftin hərəkətliyinə və çıxarılmasına müsbət təsir etdiyini təsdiqləmişdir. Bu texnologiyanın laboratoriya və mədən sınaqları nəticəsində hasilatın 20-30% qədər artması müşahidə olunmuşdur. Bu nəticələr qeyd olunan texnologiyanın tətbiqinin yalnız nəzəri deyil, praktiki baxımdan da səmərəli olduğunu göstərir.

Neft yataqlarının işlənmə səmərəliliyinin artırılması üçün maqnit sahəsinin tətbiqi müasir dövrdə aktual və perspektivli bir texnologiya hesab edilir. Bu texnologiyanın ekoloji cəhətdən təhlükəsiz olması, iqtisadi baxımdan sərfəli və texnoloji cəhətdən asan tətbiq edilə bilməsi onun geniş tətbiqini əlçatan edir. Azərbaycanın neft-qaz sektorunda maqnit sahəsinin istifadəsi nəticəsində ölkənin enerji potensialı daha da güclənə bilər və global bazarda rəqabət qabiliyyətliliyi artır. Buna görə də, maqnit texnologiyalarının tətbiqi enerji sahəsində, xüsusi innovativ həllərdən biri kimi xüsusi aktuallıq kəsb edir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri maqnit sahəsinin təsiri altında neft yataqlarının işlənmə səmərəliliyinin artırılmasıdır. Bu məqsədə çatmaq üçün əsas olaraq maqnit sahəsinin təsirindən istifadə etməklə, neft hasilatının optimallaşdırılması, istehsal proseslərində enerjinin və resursların səmərəli istifadəsi, eləcə də yataqlarda çıxarılan neftin həcmnin artırılması qarşıya qoyulmuşdur. Maqnit sahəsi vasitəsilə yeraltı proseslərin idarə olunması, flüidlərin axınlarının tənzimlənməsi və elektrokinetika fenomenlərinin tətbiqi ilə neft yataqlarının daha effektiv işlənməsi təmin edilir. Bu məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı məsələlər qarşıya qoyulmuşdur:

- Qazların süxurlardan süzülməsi zamanı müxtəlif təzyiqlər fərqiə keçiriciliyin dəyişməsinə təsirini araşdırmaq, təzyiq amilini təhlil etmək;

- Maye dinamikasının maqnit tətbiq olunmayan halda dəyişmə xarakterinin müəyyənəşdirilməsi, fərqli maqnit sahə intensivliklərinin tətbiqinin maye hərəkətinə, axın xüsusiyyətlərinə və yaranan elektrokinetik fenomenlərə təsirini müəyyənəşdirmək;

- Müxtəlif reoloji xassəli neftləri təmsilən seçilmiş müxtəlif fiziki-kimyəvi xassəli yağların su ilə sıxışdırılması prosesinin yağların süzümə qabiliyyətinə, su ilə sıxışdırılmasına və elektrokinetik xüsusiyyətlərinə fiziki-kimyəvi və reoloji xassələrinin təsirini qiymətləndirmək;

- Müxtəlif intensivlikli maqnit sahəsi ilə işlənmə nəticəsində yağ-su sistemində baş verən axın dəyişikliklərinin, faza ayrılması və su ilə neftin sıxışdırılma mexanizmlərinin təhlili;

- Azərbaycanın uzun müddət işlənmədə olan yataqlarında suvurmanın təsir effektini qiymətləndirməklə, qeyd olunan xüsusiyyətlərə malik konkret seçilmiş quyu üzrə suvurma prosesinin maqnit sahəsinin tətbiqi vasitəsilə modelləşməsi zamanı əldə olunan göstəricilərin effektivliyini müəyyənəşdirmək və optimal texnoloji parametrlərin təhlilinin əsaslandırılması;

- Müxtəlif fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərə malik neftlərin çıxarılması üçün daha effektiv texnologiyaların işləniə hazırlanmasına elmi əsaslar yaratmaq və gələcək tədqiqatlar üçün etibarlı məlumat bazası formalaşdırmaq;

- Laboratoriya təcrübələri və modelləşmə nəticələrinin müqayisəli analizi əsasında maqnit sahəsinin tətbiqi üçün elmi tövsiyələr hazırlamaq və üsulun tətbiqində gələcək məqsədlər müəyyənəşdirmək.

Tədqiqat metodları. Bu işdə qarşıya qoyulmuş məsələlər laboratoriya şəraitində aparılan nəzəri və eksperimental, eləcə də modelləşmə tədqiqatları əsasında həll edilmişdir. Aparılmış eksperimentlərin emalında və analitik ifadələrin çıxarılmasında kompüter texnikasından istifadə edilmişdir.

Alınmış nəticələrin dürüstlüyü müasir cihazlar, ölçü vasitələri, qurğu və ləvazimatlardan istifadə etməklə eksperimental

tədqiqatlarla təsdiqlənmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. Qazların süzülməsinin məsaməli süxurun keçiriciliyinə təsiri və təzyiq fərqlərinin filtrasiya proseslərinə təsiri, qazların süxur daxilində hərəkəti zamanı təzyiq fərqlərinin keçiricilik üzərində qeyri-xətti təsirlərinin təhlili;

2. Maqnit sahəsi tətbiq edilməmiş şəraitdə suyun axın dinamikasının əsas xüsusiyyətlərinin müəyyənləşdirilməsi, maqnit sahəsinin tətbiqi zamanı fərqli maqnit sahə intensivliklərinin maye hərəkəti və axın xüsusiyyətlərinə göstərdiyi fiziki, kimyəvi və elektrokinetik təsirlərin təhlili;

3. Reoloji və fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri fərqli olan yağların su ilə sıxışdırılması zamanı süzülmə və hasilat qabiliyyətlərinin qiymətləndirilməsi, maqnit sahəsinin təsiri zamanı yağların sıxışdırılma göstəricilərinin dəyişməsinin analizi;

4. Maqnit sahəsinin tətbiqi ilə suvurma prosesinin modelləşdirilməsi və istismar olunmuş yataqlarda texnoloji səmərəliliyin artırılması yolları, maqnit sahəsinin tətbiqi ilə yaranan elektrokinetik fenomenlərin tədqiqi;

5. Maqnit sahəsinin neft yataqlarında tətbiqi üçün gələcək tədqiqat istiqamətlərinin müəyyənləşdirilməsi və sənaye miqyasında tətbiq imkanlarının dəyərləndirilməsi.

Tədqiqatın elmi yeniliyi.

1. Yüksək özlülüyə malik qeyri-Nyuton mayelərin məsaməli süxurlarda maqnit sahəsi təsiri altında axın xüsusiyyətləri ilk dəfə kompleks şəkildə eksperimental və nəzəri olaraq tədqiq edilmişdir.

2. Müxtəlif intensivlikli maqnit sahələrinin süxur-maye sistemində elektrokinetik parametrlərə, xüsusilə elektrik müqaviməti və elektrik gərginliyi dəyişmələrinə təsiri müəyyən edilmişdir.

3. Maqnit sahəsinin təsiri altında məsaməli mühitdə baş verən elektrokineziya və elektroosmotik proseslərin flüidlərin süzülmə qabiliyyətinə və axın dinamikasına təsir mexanizmləri müəyyən edilmişdir.

4. Maqnit sahəsinin qeyri-Nyuton xarakterli mayelərin məsaməli süxurlarda hərəkətinə və süzülmə prosesinə təsir edən əsas fiziki və elektrokinetik amillər müəyyənləşdirilmişdir.

5. Maqnit sahəsinin tətbiqi əsasında neft yataqlarında suvurma və neftin laydan çıxarılma proseslərinin optimallaşdırılması üçün elmi-praktiki yanaşmalar təklif edilmişdir.

6. Maqnit sahəsinin süxur-maye qarşılıqlı təsirlərinə təsirini nəzərə alan modelləşdirmə yanaşmaları işlənmiş və lay şəraitində flüid axınlarının idarə olunması üçün nəzəri əsaslar formalaşdırılmışdır.

7. Maqnit sahəsinin tətbiqi ilə neft yataqlarının işlənməsi proseslərinin səmərəli təhlili və proqnozlaşdırılması üçün proqram təminatlı lay simulyasiya yanaşması işlənilib hazırlanmışdır.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Maqnit sahəsindən istifadə etməklə neft yataqlarının işlənmə səmərəliliyinin artırılması mövzusunun praktiki əhəmiyyəti müasir neft sənayesinin qarşısında duran əsas problemlərin həlli baxımından böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bu yanaşma, neft yataqlarında hasilatın azalması, qalıq neft ehtiyatlarının çıxarılmasında çətinliklər və yataqların işlənmə dərəcəsinin optimallaşdırılması kimi çətin məsələlərin həlli üçün innovativ üsulların tətbiqini tələb edir. Maqnit sahəsinin tətbiqi ilə suyun fiziki-kimyəvi xassələrinin dəyişdirilməsi, səthi-gərginlik və kapillyar qüvvələrin azaldılması, su-neft emulsiyalarının sabilliyinin pozulması və yeraltı təbəqələrdə maye axınının effektivliyinin artırılması mümkündür. Bu metod yataqların işlənməsində əlavə investisiyalar tələb etmədən hasilatın artırılmasına imkan yaradır, eyni zamanda ətraf mühitə minimal təsirlə resurslardan daha səmərəli istifadəni təmin edir. Beləliklə, maqnit sahəsinin neft hasilatında tətbiqi sənayenin texnoloji inkişafını sürətləndirir, iqtisadi səmərəliliyi artırır və enerjiyə qənaət etməklə yanaşı, ekoloji dayanıqlığı gücləndirir. Bu mərhələ, elmi nailiyyətlərin və innovativ metodların istehsalatda tətbiq edilməsini, nəticədə hasilatın səmərəliliyinin artırılmasını, iqtisadi effektin təmin edilməsini və ətraf mühitə təsirin azaldılmasını əhatə edir.

Müəllifin şəxsi iştirakı. Dissertasiyada əks olunmuş praktik nəticələr müəllif tərəfindən yerinə yetirilmişdir. Məsələnin qoyuluşu, laboratoriya işlərinin aparılması, nəticələrin təhlili, sistemləşdirilməsi və ümumiləşdirilməsi müəllifin iştirakı ilə yerinə yetirilmişdir.

Aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya işinin əsas müddəaları aşağıdakı beynəlxalq və yerli nüfuzlu konfrans və seminarlarda müzakirə olunmuş və bəyənilmişdir:

1. Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 100-cü ildönümünə həsr olunmuş XVIII Beynəlxalq elmi-texniki konfransı, Bakı, 2023, 5-6 may.

2. XIII Beynəlxalq Elmi Araşdırmalar Konfransı, Bakı, 2023, 28 – 30 noyabr.

3. XVI Beynəlxalq Elmi Araşdırmalar Konfransı, Bakı, 2023, 4 – 5 aprel.

4. XII Beynəlxalq Avrasiya Tətbiqi Elmlər Konqresi, Mingəçevir, 2025, 17-18 Fevral.

5. International Conference on Management and Control in Solving Engineering Problems (MaCoSEP 2025), Baku Engineering University, Baku, 13-15 March, 2025.

6. Gənc Tədqiqatçıların VIII Respublika Elmi Konfransı, Azərbaycan Universiteti, Bakı, 2025, 14 Mart.

7. Elmi inkişaf: uğurlar və çağırışlar” Gənc Tədqiqatçıların II Respublika Elmi Konfransı, Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan, 2025, 3-4 Aprel.

8. 3rd International Yeditepe Scientific Research Congress. October 11-12, 2025, Istanbul, Türkiye.

9. Meetcon-Europe, International Congress on Scientific Research. October 13-17, 2025, Munich, Germany.

10. IX International Scientific-Technical Conference on Computer Modeling and Optimization of Complex Systems (CMOCS-2025), Dnipro, Ukraine, 5-7 November, 2025.

İşin dərc olunması. Dissertasiya işinin əsas məzmunu 24 məqalə və konfrans materiallarında dərc olunmuşdur.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi. Dissertasiya işinin strukturunu giriş (13931 işarə), I Fəsil – (74143 işarə), II Fəsil – (21146 işarə), III Fəsil – (40406 işarə), IV Fəsil – (23700 işarə), V Fəsil – (54837 işarə), nəticə (2919 işarə), istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı və əlavələr təşkil edir. Dissertasiya işinin ümumi həcmi 28 şəkil, 38 qrafik, 29 cədvəl, 146 adda ədəbiyyat siyahısı olmaqla

mətni kompüterdə yazılmış 204 səhifə, şəkillər, cədvəllər, qrafiklər və ədəbiyyat siyahısı istisna edilməklə 231082 işarədən ibarətdir.

Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti PHŞ-nin «Neft-qaz mühəndisliyi» kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Girişdə işin məqsədi və vəzifələri göstərilmiş, mövzunun aktuallığı, elmi və praktiki əhəmiyyəti, tədqiqatın vacibliyi əsaslandırılmışdır. Qeyd olunmuşdur ki, neft yataqlarının işlənmə səmərəliliyinin artırılmasında maqnit sahəsinin tətbiqi daha perspektivlidir. Ona görə də bu üsulun tədqiqi kifayət qədər aktual elmi-texniki məsələdir.

1-ci fəsildə ədəbiyyat məlumatlarının təhlili göstərmişdir ki, neftveriminin artırılması prosesləri beş kateqoriya üzrə təsnif edilə bilər: hərəkətliliyə nəzarət, kimyəvi, qarışıq, istilik və digər proseslər. Layların xüsusiyyətlərindən asılı olaraq müxtəlif neftveriminin artırılması üsulları həyata keçirilə bilər. Bu proseslərə özlü xam nefti çıxarmaq üçün istilik ötürülməsini özündə ehtiva edən termal üsul, həm qarışıq, həm də qarışıq olmayan yanşmalarda azot və karbon qazından istifadə edilən qazvurma və kimyəvi üsullar aid edilir¹

Ümumilikdə, Azərbaycanın neftverimin artırılması təcrübəsi elmi tədqiqatlar, praktiki tətbiqlər və texnoloji innovasiyaların birləşməsindən ibarət olub, nəticələr göstərir ki, xüsusi neftveriminin artırılması texnikaları, hətta mürəkkəb xüsusiyyətlərə malik köhnə laylarda belə neft bərpasını əhəmiyyətli dərəcədə artırmağa qadirdir². Belə innovativ üsullardan biri maqnit üsuludur. Maqnit üsulu neftin sıxışdırılma qabiliyyətini və yataqdakı keçiriciliyini artırmaq üçün maqnit sahəsindən istifadə etməyə əsaslanır. Maqnit sahəsinin təsiri ilə neft molekullarının sıxışdırılmasında əhəmiyyətli dəyişikliklər baş

¹ Cao, X., Liu, T., Feng, Q., Zhao, L., Sun, J., Jiang, L., Liu, J., Fu, B. Experimental study of the dynamic water–gas ratio of water and gas flooding in low-permeability reservoirs. *Energies* 2024, 17, 1108, p.11.

² Qasımlı, A.M., Bağirov, A.C., Əliyev, E.N. Uzun müddət istismarda olan layların neftveriminin artırılması. *Azərbaycan Neft Təsərrüfatı* jurnalı, №12, 2019, s. 30–34.

verir ki, nəticədə neft laydan daha asan çıxarılır³. Maqnit üsulu neftveriminin artırılması və neft yataqlarının daha effektiv istismarı üçün perspektivli bir metod hesab olunur. Digər nöqteyi-nəzərdən, maqnit sahəsinin təsiri ilə karbohidrogen mayeləri daha dayanıqlı şəkildə sıxışdırılıb çıxarılır, enerji sərfi azalır və bu da sərf olunan maddi xərclərin aşağı salınmasına imkan yaradır.

Neft, qaz çıxarma proseslərinin intensivləşdirilməsində maqnit sahəsinin tətbiqi akademik A.X.Mirzəcanzadənin, professor A.M.Məmmədzaadənin rəhbərliyi ilə Bakı şəhəri M.Əzizbəyov adına Neft və Kimya İnstitutunun (hazırda Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti (ADNSU) “Neft yataqlarının işlənməsi və istismarı” kafedrasının işçiləri tərəfindən yerinə yetirilmişdir. Laboratoriya tədqiqatları əsasında göstərilmişdir ki, suyun köndələn sabit maqnit sahəsi ilə işləmiş halında tətbiqi laydan neft çıxarılma prosesini intensivləşdirir. Qeyd olunmuşdur ki, ən maksimal effekt sabit köndələn maqnit sahəsinin gilli süxurlarda tətbiqində müşahidə olunur. Bunu əsas götürərək maqnit qurğularının tərkibində gil olan kollektorlarda tətbiqinə qərar verilmişdir⁴.

Təsvir olunan laboratoriya tədqiqatlarına əsaslanan, neftvermə əmsalını artırma məqsədi ilə mədən şəraitində tətbiq olunan maqnit sahəsinin nəticələri və təhlili göstərir ki, maqnit sahəsinin mədən şəraitində tətbiqindən əvvəl ədəbiyyatda olan məlumatlar təhlil edilməli, bunun əsasında tədqiqatın istiqaməti seçilməli, laboratoriya tədqiqatları aparılmalı, təhlil olunmalı, prosesin həyata keçirilməsi əsaslı surətdə ölçülüb, biçilməlidir. Bu əməliyyatlardan sonra mədən şəraitində tədqiqat aparıb, alınan nəticələri təhlil edib, göstərişlər şəklində dəqiq təkliflər verilməlidir. Ədəbiyyatlarda göstərilir ki, maqnit sahəsinin gərginliyini dəyişərək adsorbsiya olan maye və qaz ilə bərk cismin arasında yaranan ç-potensialına təsir etmək olar. Müxtəlif bərk cisimlərin üzərində geniş milyaslı maye və qazlar üçün

³ Məmmədzaadə A.M. Neftqazçıxartmada fiziki sahələrin qeyri-tarazlı effektlərin tətbiqinin nanotexnoloji əsasları. Bakı-2021, s.207.

⁴ Mirzəcanzadə, A.X., İskəndərov, M.Ə., Abdullayev, M.Ə., Ağayev, R.Q., Əliyev, S.M., Əmirov, Ə.C., Qasımov, Ə.F. Neft və qaz yataqlarının istismarı və işlənilməsi. Bakı-1960, s.444.

ç-potensialların əmələ gəlməsi akademik A.N.Frumkinin işlərində əksini tapmışdır. ç-potensial sistemin mikro səviyəsində təsirini əks edir ki, bu da sistemin termodinamiki xüsusiyyətlərin (makro səviyəsində) təşkilinə təsir edir. Buradan irəli gəlir ki, mikro parametrlərə təsir edərək makro parametrləri idarə etmək olar⁵.

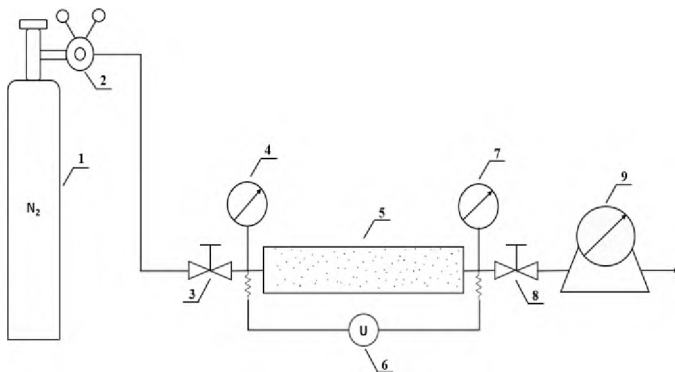
İkinci fəsildə neftveriminin artırılmasında əsas əhəmiyyətə malik olan qazvurma zamanı təzyiqdən və qazın növündən asılı olaraq, süxurun keçiriciliyindəki baş verən dəyişikliklər araşdırılmışdır. Keçiricilik süxurun mayeləri özündən buraxma qabiliyyətidir. Qazvurma, xüsusilə azotla təsir, məsaməli lay süxurlarında sıxılmış nefti sıxışdırmaq üçün istifadə olunan səmərəli üsullardan biridir. Bununla belə, bu prosesin səmərəliliyi qazın vurulması ilə əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdirilə bilən süxurların keçiriciliyi ilə sıx bağlıdır. Aparılan tədqiqat seçilmiş qazların, azot qazı (N_2), metan qazı (CH_4) və karbon qazı (CO_2), müxtəlif təzyiq fərqlərində (ΔP) lay modelinə vurulduğu laboratoriya təcrübələrinə yönəlmişdir.

Qazvurma texnologiyalarının neft hasilatında effektivliyini artırmaq üçün yeni üsulların işlənib hazırlanması və mövcud proseslərin təkmilləşdirilməsi əsas məsələlərdən biridir. Belə ki, qazvurma əməliyyatlarında təzyiqin idarə edilməsi, süxur xüsusiyyətlərinə təsir göstərərək keçiricilik və məhsuldarlığa birbaşa təsir edir.

Bu kontekstdə, qazların vurulma prosesi, həm neft hasilatının artırılması, həm də lay strukturunun qorunması baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Tədqiqat həmçinin təzyiq təsirləri ilə yanaşı, azot-süxur qarşılıqlı təsiri və müxtəlif gərginlik şəraitində süxur strukturunun bu gərginliyə olan mexaniki reaksiyasını da araşdırır. Bu tapıntılar azot qazının vurulma strategiyalarının optimallaşdırılmasında təzyiqin idarə edilməsinin vacibliyini vurğulayır, neftin çıxarılmasını yaxşılaşdırmaq üçün keçiriciliyin necə idarə oluna biləcəyini daha da dərindən başa düşməyə imkan verir.

⁵ Мамедзаде, А.М., Джафарова, Х.В. Влияние пористой среды на течение вязкой жидкости. Журнал “Азербайджанское нефтяное хозяйство”, №6, 2017, с. 21-26.

Tədqiqatın nəticələri keçiriciliyin modifikasiyasında təzyiqin kritik rolunu vurğulayaraq, qazvurma əməliyyatlarının dizaynı yönündə dəyərli fikirlər verir. Aparılmış tədqiqat lay xüsusiyyətlərinin təkmilləşdirilmiş modelləşdirilməsini analiz edərək, sūxura dəyən ziyanı minimuma endirməklə yanaşı, neftin çıxarılması üçün daha səmərəli qaz vurulması üsullarının işlənilib hazırlanmasına kömək etmək məqsədi daşıyır. Sabit təzyiqlər fərqi zamanı zamandan asılı olaraq keçiricilik yüksək qiymətdən aşağı qiymətə doğru dəyişir. Bunu yoxlamaq və mexanizmini müəyyən etməkdən ötrü aşağıdakı tədqiqatlar aparılmışdır. Qeyd edilən məsələni araşdırmaqdan ötrü xüsusi laborator qurğusu işlənilib hazırlanmış, sxemi aşağıdakı şəkildə təsvir olunmuşdur (Şəkil 1).



Şəkil 1. Məsəməli mühitdə qazvurmanın aparılması üçün təcrübə qurğusunun sxemi

Təcrübə qurğusu aşağıdakı hissələrdən ibarətdir: qaz balonu (N_2 , CH_4 və CO_2) (1), reduktor (2), ventillər (3,8), manometrlər (4,7), yüksək təzyiqli kalonka (5), voltmetr (6), qaz sayğacı (9) .

Uzunluğu 120.4 sm, diametri 4.2 sm olan xətti lay modeli götürülmüş, əvvəlcə içərisi xüsusi məhlul ilə yuyulmuşdur. Daha sonra modelin divarlarına epoksid yapışqanı tətbiq olunmuş, yapışqanın modelin bütün divarlarını səthi boyu bərabər əhatə edə bilməsi üçün boru mütəmadi olaraq çevrilmişdir. Yapışqan qurumamış boruya qum və gil qarışığı əlavə olunub boşaldılaraq, qarışığın borunun yapışqanlı divarlarına tam nüfuz edə bilməsi üçün 1-2 gün yapışqanlı məhlul tam quruyanaqədək boru otaq

temperaturunda saxlanılmışdır. Tam qurumaya nail olunduqdan sonra, model 75% kvars qumu, 25% gil qarışığından ibarət məsaməli mühit ilə doldurulmuşdur.

Qaza görə süxurun keçiriciliyini təyin etmək üçün aşağıdakı düsturdan istifadə olunmuşdur:

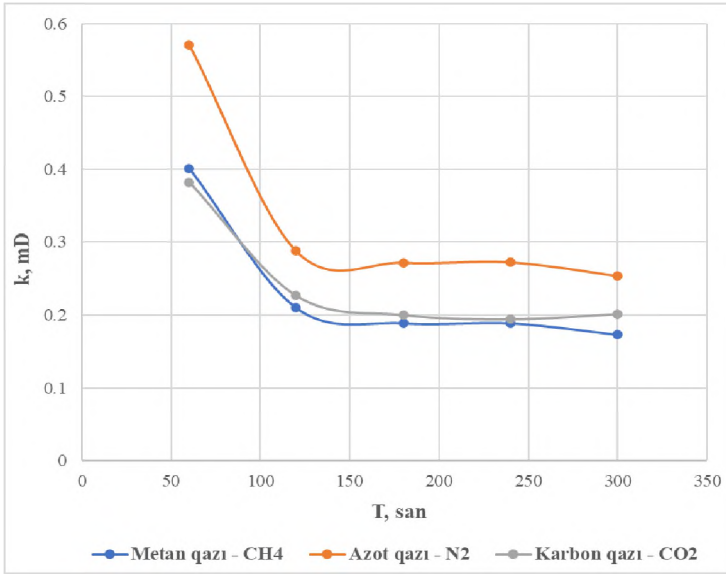
$$k = \frac{2Q_0 P_0 \mu L}{F(P_{gir}^2 - P_{cix}^2)} \quad (1)$$

Tədqiqat işində seçilmiş 3 müxtəlif qaz (N_2 , CH_4 və CO_2 qazları) ilə aparılmış təcrübələr əsasında əldə olunan parametrlər (1) düsturuna inteqrasiya edilərək müxtəlif təzyiqlər fərqi altında süxurun keçiriciliyinin dəyişməsi təyin olunmuş, müqayisəli təhlil edilmiş və keçiriciliyin zamandan asılı olaraq dəyişməsi qrafikləri qurulmuşdur. Cədvəl 1-də qeyd olunan metodika üzrə aparılmış təcrübənin təzyiqlər fərqi, $\Delta P=5$ atm olduqda qaz sərfi nəticələri qeyd olunmuşdur. Təzyiqlər fərqi $\Delta P=5$ atm ilə aparılmış tədqiqatlarda təcrübə 5 dəqiqə müddətində aparılaraq nəticələri Qrafik 1-də təsvir olunmuşdur.

Cədvəl 1

**Keçiriciliyin təyin olunmasında qaz sərfinin nəticələri
($\Delta P=5$ atm)**

Təzyiq, ΔP , kPa	Zaman, t, san	Qaz sayğacının göstəricisi, Q (m ³)		
		Metan qazı (CH ₄)	Azot qazı (N ₂)	Karbon qazı (CO ₂)
5	60	35411	35557	35686
10	120	35431	35574	35702
15	180	35459	35599	35724
20	240	35497	35633	35753
25	300	35541	35673	35791
Orta qaz sərfi göstəricisi, Q_{or} (m³)		35476	35615	35738.5



Qrafik 1. Keçiriciliyin zamandan asılılıq qrafiki ($\Delta P=5$ atm)

Qrafik məlumatlarına əsasən, bütün qazlar üçün keçiriciliyin zaman artdıqca azalma tendensiyası göstərdiyi təkrar müşahidə edilmişdir ki, bu da məsaməli mühitdə qaz axınının dinamikasını əks etdirir. Azot qazı ilə aparılan təcrübədə bütün zaman intervalında yüksək keçiricilik qiymətləri müşahidə olunmuş, sonda keçiricilik dəyişməsi az olmuşdur. Azot qazında ilkin keçiricilik 0.57 mD, son keçiricilik isə 0.25 mD olmuşdur ki, bu onun aşağı özlülüyü və yüngül molekulyar quruluşu ilə izah oluna bilər. Metan qazı üçün keçiricilik qiyməti azotdan aşağı, lakin karbon qazından yüksək olaraq qeydə alınmışdır. Metan qazı üçün ilkin və son keçiricilik müvafiq olaraq 0.40 mD və 0.17 mD olmuşdur. Karbon qazı üçün isə aşağı keçiricilik qiymətləri müşahidə olunaraq, ilkin keçiricilik 0.38 mD, son isə 0.20 mD olmuşdur ki, bu da onun daha yüksək özlülüyü və məsaməli mühitlə daha güclü qarşılıqlı təsiri ilə əlaqədardır.

Qrafikdə görünən ümumi azalma tendensiyası, qaz axını prosesində məsamələrin qismən bloklanması və ya sorbsiya hadisələri kimi amillərlə əlaqələndirilə bilər. Bu nəticələr, qazların

fiziki xassələrinin məsaməli mühitdə axın dinamikasına təsirini qiymətləndirmək üçün əhəmiyyətli məlumatlar təqdim edir.

Aparılan tədqiqat işinin nəticələri göstərir ki, kiçik təzyiq fərqləri, $\Delta P = 1.25$ atm və $\Delta P = 2.5$ atm tətbiq edildikdə, süxurda keçiriciliyin dəyişməsi nisbətən az olmuşdur. Təzyiqlər fərqi $\Delta P = 5$ atm-ə qədər artırıldıqda, keçiricilikdə əhəmiyyətli azalma müşahidə olunmuşdur. Bu onu göstərir ki, yüksək vurulma təzyiqləri süxur matrisi daxilində maye axınını əhəmiyyətli dərəcədə artırmışdır. Metan qazının vurulması zamanı təzyiqlər fərqi (ΔP) süxurun keçiriciliyinə təsiri karbon və azot qazları ilə müqayisədə daha böyük olmuşdur. Belə ki, $\Delta P = 1.25$ atm olduqda keçiricilik 80% azalmışdırsa, $\Delta P = 2.5$ atm olduqda 45% və nəhayət $\Delta P = 5$ atm olduqda isə 57% süxurun keçiriciliyi azalmışdır. Metan qazının vurulması zamanı süxurun keçiriciliyinin azalmasının əsas səbəbi, təzyiqlər fərqi artması ilə məsamələrin və mikroçatların deformasiyası, qazın sıxılması və süxurda qalıq gərginliklərin yaranmasıdır.

Metan qazının süxurun keçiriciliyinə azot və karbon qazından daha güclü təsir etməsinin əsas səbəbi onun fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri ilə bağlıdır. Belə ki, metan molekulları yüksək adsorbsiya qabiliyyətinə malik olmaqla süxurun üzvi maddələrinə yaxşı yapışır, məsamələri tıxayır. Onun yüksək sıxılma qabiliyyəti təzyiq dəyişikliklərində məsamələrin deformasiyasını artırır, eləcə də, metanın kapilyar effekti və Van-der-Vaals qüvvələri N_2 və CO_2 ilə müqayisədə daha güclü olduğu səbəbi ilə qısa müddətdə keçiriciliyin kəskin azalmasına səbəb olur.

Əldə olunmuş nəticələr göstərir ki, təzyiq faktorunu nəzərə alaraq keçiriciliyin modifikasiyası, qazvurma əməliyyatlarının strategiyalarını təkmilləşdirərək, neft çıxarma prosesində süxura dəyən ziyanı minimuma endirə və nəticədə yüksək neftvermə əmsalına nail olunmağa şərait yarada bilər.

Üçüncü fəsildə aparılan tədqiqat maqnit sahəsinin müxtəlif təzyiq şəraitində rezervuar flüidlərinin elektrokinetik xüsusiyyətlərinə və maye axını davranışına təsirini araşdırır. Maqnit sahəsinin lay mayeləri ilə qarşılıqlı təsiri elektrokimyəvi nəzəriyyə ilə izah edilir.

Bu nəzəriyyə maye sistemlərindəki elektrik yüklərinin xarici təsirlərə necə cavab verdiyini izah edir. Maqnit sahəsinə məruz qaldıqda, yüklü hissəciklər olan ionların hərəkəti dəyişir, bu da keçiricilik və axın davranışına təsir edir. Bu təsir məsaməli mühitdə hidrodinamik qüvvələrlə birləşərək kapilyar təzyiqləri dəf etməyə və qalıq nefti hərəkətə gətirməyə kömək edə bilər.

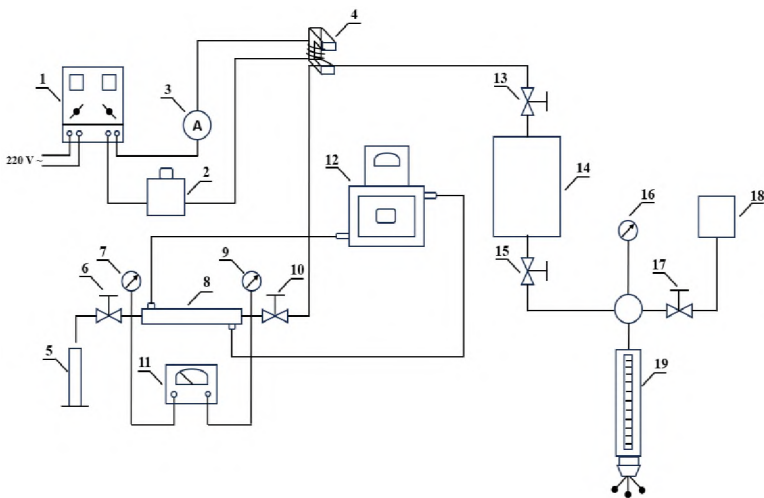
Qeyd olunan prosesləri təcrübə tədqiq etmək üçün yüksək təzyiqli kalonka, PVT bombası, elektromaqnit və bir sıra ölçmə və idarəetmə qurğularından ibarət xüsusi eksperimental qurğu işlənərək lay şəraiti modelləşdirilmişdir.

Tədqiqat zamanı maqnit sahəsinin intensivliyinin (40–150 mT) gərginlik, müqavimət və çıxan su miqdarına təsiri müxtəlif təzyiq qiymətləri (1.6–30.4 atm) üzrə təhlil edilmiş, öyrənilmişdir. Nəticələr göstərir ki, maqnit sahəsi flüid davranışına müsbət təsir göstərir, ionların hərəkətiliyini və mayenin keçiriciliyini əhəmiyyətli dərəcədə artıraraq yüksək təzyiq şəraitində çıxan su miqdarının artmasına və maye axınının stabilləşməsinə səbəb olur.

Maqnit sahəsinin lay mayeləri ilə qarşılıqlı təsiri elektrokimyəvi nəzəriyyə ilə izah edilir. Bu nəzəriyyə maye sistemlərindəki elektrik yüklərinin xarici təsirlərə necə cavab verdiyini izah edir. Maqnit sahəsinə məruz qaldıqda, yüklü hissəciklər olan ionların hərəkəti dəyişir, bu da keçiricilik və axın davranışına təsir edir. Bu təsir məsaməli mühitdə hidrodinamik qüvvələrlə birləşərək kapilyar təzyiqləri dəf etməyə və qalıq nefti hərəkətə gətirməyə kömək edə bilər.

Qeyd olunan məsələni araşdırmaqdan ötrü xüsusi laborator qurğusu işlənilib hazırlanmış, həm sxematik olaraq, həm də real formada aşağıda (şəkil 2 və 3) təsvir olunmuşdur.

Təcrübə qurğusu bu hissələrdən ibarətdir: YCA-4A tipli tənzimləyici (1), SUNTEK 2000 VA tipli gərginlik tənzimləyicisi (2), volt/ampermetr (3), elektromaqnit (4), ölçü silindri (5), ventillər (6,10,13,15,17), manometrlər (7,9,16), yüksək təzyiqli kolonka (8), yüksək giriş müqavimətli, URV-2M tipli potensiometr (11), termostat (12), PVT tipli yüksək təzyiqli bomba (14), maye üçün çən (18), ölçü press (19).

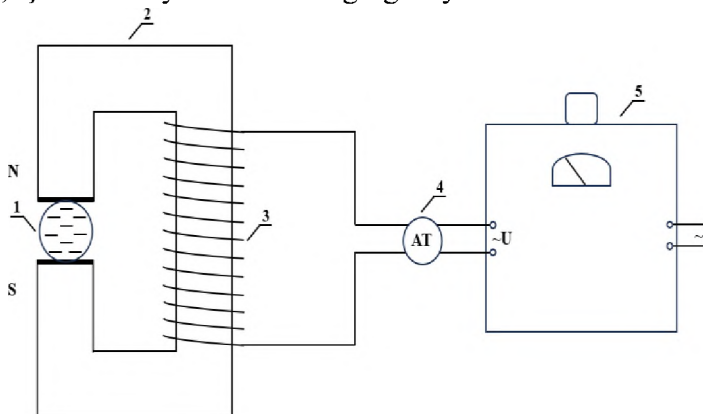


Şəkil 2. Maqnitlənmiş su ilə sıxışdırılmanın təcrübə qurğusunun sxematik təsviri



Şəkil 3. Maqnitlənmiş su ilə sıxışdırılmanın təcrübə qurğusunun real təsviri

PVT bombasının həcmi 800 mL, diametri 8 sm və hündürlüyü 20 sm təşkil edir. PVT bombasına elektromaqnit (4) tərəfindən yaradılan maqnit sahəsindən keçən mis boru bağlanır. Elektromaqnit (4) kalonun girişinə yaxın xəttə quraşdırılmışdır. Elektromaqnitin quraşdırılması sxematik formada şəkil 4-də təsvir olunmuşdur. Qeyd etmək lazımdır ki, tədqiqatda istifadə olunan elektromaqnitin gücü 1.3 kVt, işləmə cərəyanı 4.2 A və gərginliyi 220 V-dur.



Şəkil 4. Maqnit qurğusunun sxematik təsviri

Cədvəl 2-də təqdim edilmiş nəticələr elektromaqnit tərəfindən yaradılan maqnit sahəsinin intensivliyinə (H) təsir edən gərginlik tənzimləyicisində əldə olunan gərginliyin (U) dəyişməsinə göstərir.

Cədvəl 2

Maqnit qurğusunun maqnit sahə induksiyanın ölçülməsi

Tənzimləyici qurğunun gərginliyi (U, V)	Maqnit sahəsinin intensivliyi (H, mT)
5	40
10	80
15	107
20	125
25	140
30	150

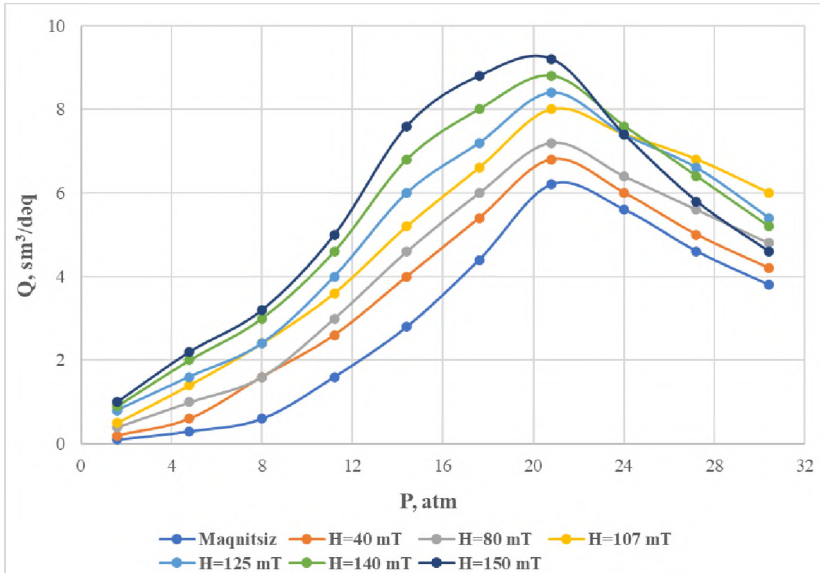
Tədqiqat yuxarıda qeyd edilmiş metodologiya çərçivəsində sistemli şəkildə həyata keçirilmiş və eksperimental nəticələr ardıcıl analiz olunaraq qiymətləndirilmişdir. Araşdırmada müxtəlif təzyiq səviyyələrində tətbiq edilən maqnit sahəsinin təsiri ilə əlaqəli olaraq yaranan gərginlik dəyişmələri, elektrik müqavimətindəki fərqlər və çıxan suyun miqdarındakı dəyişikliklər ayrı-ayrılıqda və kompleks şəkildə öyrənilmişdir. Bu prosesdə, maqnit sahəsinin intensivliyinə və tətbiq olunan təzyiqin səviyyəsinə görə baş verən dəyişikliklərin müqayisəli təhlili aparılmış, fiziki və elektrokinetik parametrlər arasında qarşılıqlı əlaqələrin müəyyənəşdirilməsi məqsədilə müvafiq statistik və qrafik analizlər yerinə yetirilmişdir. Nəticələr əsasında gərginliyin, elektrik müqavimətinin və çıxarılan su həcminin təzyiqdən asılı olaraq dəyişməsinə əks etdirən ətraflı məlumatları özündə cəmləşdirən cədvəllər hazırlanmışdır. Nəticələrə əsasən, təzyiq müəyyən qiymətə qədər artdıqca sistemdə yaranan elektrik gərginliyində, müqavimətində və çıxan su miqdarında əsaslı dəyişiklik müşahidə olunmuşdur (cədvəl 3).

Cədvəl 3

Maqnitsiz və maqnit istifadə olunan hallarda çıxan su miqdarı nəticələri

P, atm	Q, sm³/san						
	Maq-nitsiz	H=40 mT	H=80 mT	H=107 mT	H=125 mT	H=140 mT	H=150 mT
1.6	0.1	0.2	0.4	0.5	0.8	0.9	1.0
4.8	0.3	0.6	1.0	1.4	1.6	2.0	2.2
8.0	0.6	1.6	1.6	2.4	2.4	3.0	3.2
11.2	1.6	2.6	3.0	3.6	4.0	4.6	5.0
14.4	2.8	4.0	4.6	5.2	6.0	6.8	7.6
17.6	4.4	5.4	6.0	6.6	7.2	8.0	8.8
20.8	6.2	6.8	7.2	8.0	8.4	8.8	9.2
24.0	5.6	6.0	6.4	7.4	7.4	7.6	7.4
27.2	4.6	5.0	5.6	6.8	6.6	6.4	5.8
30.4	3.8	4.2	4.8	6.0	5.4	5.2	4.6

Qrafik 2, maqnit sahəsinin müxtəlif intensivliklərdə (H , mT) tətbiq olunduğu və maqnit sahəsi tətbiq olunmadığı şəraitlərdə çıxan su miqdarı ilə (Q , m³) tətbiq olunan təzyiqlər (P , atm) arasındakı əlaqəni göstərir.



Qrafik 2. Maqnutsiz və maqnit istifadə olunan hallarda çıxan su miqdarının təzyiqdən asılılığı

Maqnit sahəsi tətbiq olunmayan hal müqayisəli təhlil üçün əsas istinad kimi çıxış edir. Qrafiki nəzərdən keçirsək müşahidə edərək ki, təzyiq 8 atm-a qədər artdıqca çıxan su həcmi sabit şəkildə artmış, təxminən 40 m³ miqdar qiymətində maksimuma çatmışdır. Təzyiqin bu qiymətindən sonra çıxan su miqdarı müntəzəm olaraq azalmışdır ki, bu keçirmə qabiliyyətinin təzyiq artdıqca getdikcə zəifləməsi və ya daha yüksək təzyiqlərdə axın müqavimətinin artması kimi amillərdən aslı olaraq baş verməsi ehtimalını özündə ehtiva edir.

Bunun əksinə olaraq, maqnit sahəsinin tətbiqi bütün təzyiq səviyyələrində suyun çıxmasını əhəmiyyətli dərəcədə artırmışdır. Daha aşağı maqnit sahəsi intensivliklərində (40 mT və 80 mT) çıxan suyun həcmi maqnit sahəsi tətbiq olunmayan halı ilə müqayisədə nəzərəcarpacaq dərəcədə yaxşılaşmışdır. Lakin, nisbətən yüksək

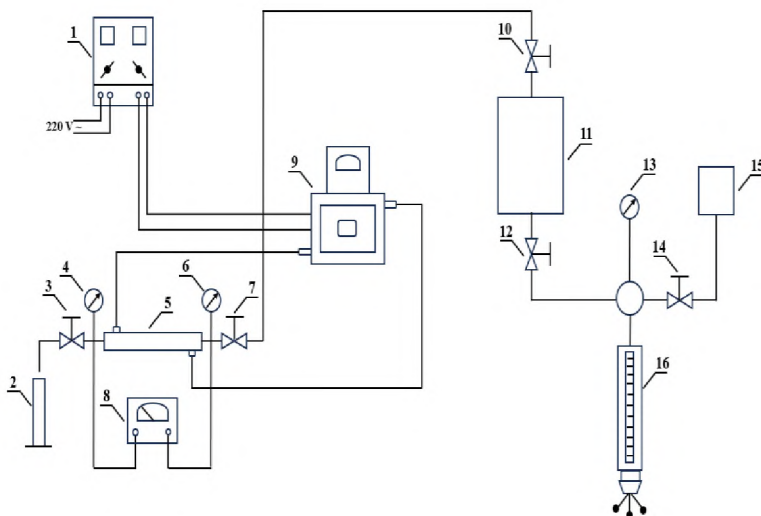
maqnit sahəsi intensivlikləri (107 mT, 125 mT və 140 mT) daha yaxşı irəliləyişlər göstərmişdir ki, 107 mT ən ideal təsir göstərən intensivlik olmuşdur. Bu optimal intensivlikdə maksimum çıxan su miqdarı təxminən 75 m³-ə çatmış və bu, təxminən 8-9 atm təzyiq səviyyəsində baş vermişdir. Bu nəticə daha aşağı sahə intensivlikləri ilə müqayisədə tətbiq olunan təzyiq səviyyələri üzrə yüksək maqnit sahəsinin sinergetik təsir mexanizmi vasitəsilə mayenin hərəkətliliyini daha effektiv şəkildə artırdığını göstərmiş olur. Maraqlıdır ki, maqnit sahə intensivliyinin 140 mT qiymətini xarakterizə edən əyrisində yüksək çıxan su həcmi müşahidə olunsada, xüsusilə təzyiqin maksimum qiymətində, bu, 125 mT qiyməti ilə müqayisədə cüzi bir azalmaya (52%) ekvivalent olmuşdur. Bu, maqnit sahəsi intensivliyi optimal həddən yüksək olduqca doyma effektinin baş verməsi və ya sistemin artıq reaksiya qabiliyyətinin azalması fenomeninin mövcud olduğunu göstərir.

150 mT intensivlikdə çıxan su həcmi təzyiq artdıqca sabit şəkildə artmış və 8 atm təzyiq səviyyəsində 69 m³-a çatmışdır. 140 mT üzrə qeydə alınan nəticələr ilə müqayisədə, 150 mT-da alınan nəticələr əldə olunan səmərənin daha yüksək təzyiqlərdə daha az nəzərə çarpdığını göstərərək, yüngül azalmalar ilə xarakterik olmuşdur. 8 atm-dan sonra 150 mT-da çıxan su tədricən azalmış, lakin daha aşağı sahə intensivliklərində olan göstəricilərdən və maqnit tətbiq olmayan halından daha yüksək səviyyədə qalmışdır.

Dördüncü fəsildə özlü mayelərin (maşın yağı, parafinli yağ və emal olunmuş transformator yağı) məsaməli mühitdə su ilə sıxışdırılması prosesi tədqiq olunmuşdur.

Aparılmış tədqiqat işi fiziki-kimyəvi xassələri müxtəlif olan götürülmüş üç növ yağın (emal olunmuş transformator, maşın və parafinli yağ) laboratoriya şəraitində məsaməli mühitdəki xüsusiyyətlərini araşdırır. Tədqiqatın əsas məqsədi, bu yağların sıxışdırılma qabiliyyətlərini, su ilə qarşılıqlı təsirlərini və elektrokinetik xüsusiyyətlərini öyrənərək neftçıxarma proseslərinin səmərəliliyinin artırılması üçün elmi əsaslar yaratmaqdır. Təcrübələr zamanı yağların kinematik özlülüyü, xüsusi çəkisi, məsaməli mühitdə sıxışdırılma faizi, su ilə sıxışdırılma zamanı hasilat dərəcəsi və elektrokinetik davranışları təyin edilmişdir. Yağların məsaməli

mühitdə su ilə sıxışdırılması prosesi şəkil 5-də təsvir olunan təcrübi sxem üzrə həyata keçirilmişdir. 800 mL emal olunmuş transformator yağının məsaməli mühitə sıxışdırılması zamanı 355 mL yağın, eyni həcm maşın yağının sıxışdırılması zamanı 380 mL, parafinli yağın sıxışdırılması zamanı isə 365 mL yağın sıxışdırılmasına nail olunmuşdur. Bu miqdarları faizlə ifadə etsək, emal olunmuş transformator yağında 44.3%, maşın yağında 47.5% və parafinli yağda 45.6% sıxışdırma faizi müşahidə olunmuşdur.



Şəkil 5. Məsaməli mühitdə yağın sıxışdırılması qurğusunun sxematik təsviri

Sıxışdırma faizini müəyyənəndikdən sonra növbəti mərhələdə süxurda hələ də mövcud olan, ilişib qalan yağın su ilə sıxışdırmasını həyata keçirərək, neftçıxarmada vacib əhəmiyyət kəsb edən parametrlərin dəyişməsinə təyin etməkdir. Qeyd olunmuş metodika üzrə süxurda qalan yağın su ilə sıxışdırılması həyata keçirilmişdir.

Məlum olmuşdur ki, bu zaman emal olunmuş transformator yağının su ilə sıxışdırılması zamanı 54.38% su, 37.08% yağ, maşın yağında 42.5% su, 47.38% yağ və parafinli yağda 50% su, 42.3% yağ təşkil etmişdir. Maşın yağının su ilə sıxışdırılması təcrübəsinin nəticələri cədvəl 4-də qeyd olunmuşdur.

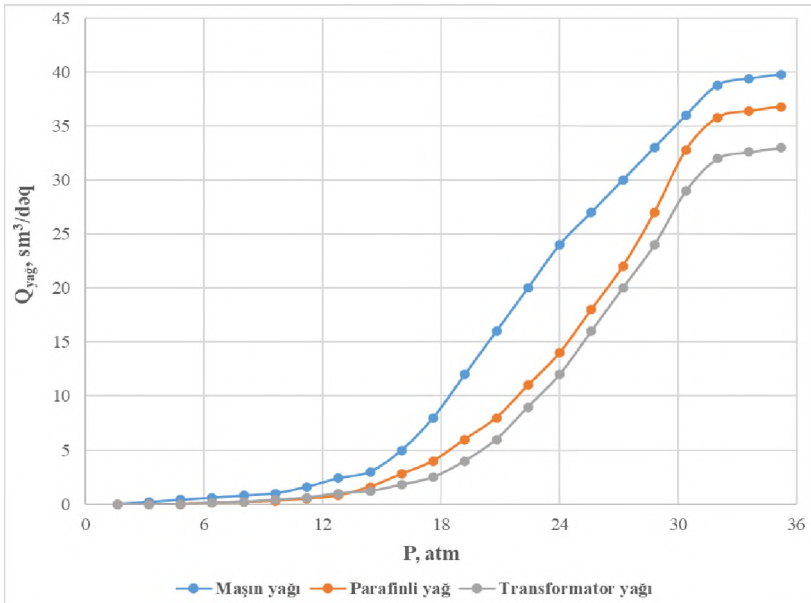
Cədvəl 4

Maşın yağı ilə aparılan təcrübənin nəticələri

t, dəq	P, atm	V _{yağ} , mL	η _{yağ} , %	V _{su} , mL	η _{su} , %	R, kOm	U, mV
5	1.6	0	0.00	0	0.00	140	57.8
10	3.2	1	0.24	0	0.00	120	52.2
15	4.8	2	0.48	0	0.00	140	57.9
20	6.4	3	0.71	0	0.00	120	51.4
25	8.0	4	0.95	0	0.00	130	53.4
30	9.6	5	1.19	0	0.00	120	51.9
35	11.2	8	1.90	3	0.38	110	50.2
40	12.8	12	2.86	5	0.63	120	52.8
45	14.4	15	3.57	8	1.00	110	49.7
50	16.0	25	5.95	13	1.63	120	53.7
55	17.6	40	14.29	18	2.25	100	46.1
60	19.2	60	20.24	25	3.13	110	48.6
65	20.8	85	23.81	40	5.00	100	46.5
70	22.4	100	28.57	65	8.13	100	44.9
75	24.0	120	35.29	100	12.50	110	47.5
80	25.6	135	32.14	140	17.50	90	42.8
85	27.2	150	35.71	180	22.50	100	43.8
90	28.8	165	39.29	225	28.13	80	40.1
95	30.4	180	42.86	255	31.88	90	41.8
100	32.0	194	46.19	285	35.63	80	40.4
105	33.6	197	46.90	310	38.75	100	44.6
110	35.2	199	47.38	340	42.50	90	42.4

Sıxışdırılan yağ sərfinin təzyiqdən asılılığı qrafik 3-də təsvir olunmuşdur. Burada təzyiqin artması ilə yağ sərfi başlanğıc halda, əvvəlcə xətti şəkildə artır, lakin sonrakı vəziyyətlərdə qeyri-xətti xüsusiyyətlər göstərmişdir. Təzyiqin müəyyən bir həddindən sonra mayenin sıxılma qabiliyyətinin dəyişməsi, sistemdə sıxışdırılma zamanı hidravlik müqavimətin artması və ya süxur-yağ qarşılıqlı

əlaqəsində baş verən dəyişikliklər səbəbilə artım tempinin azaldığı və ya doyma nöqtəsinə çatdığı müşahidə olunur.

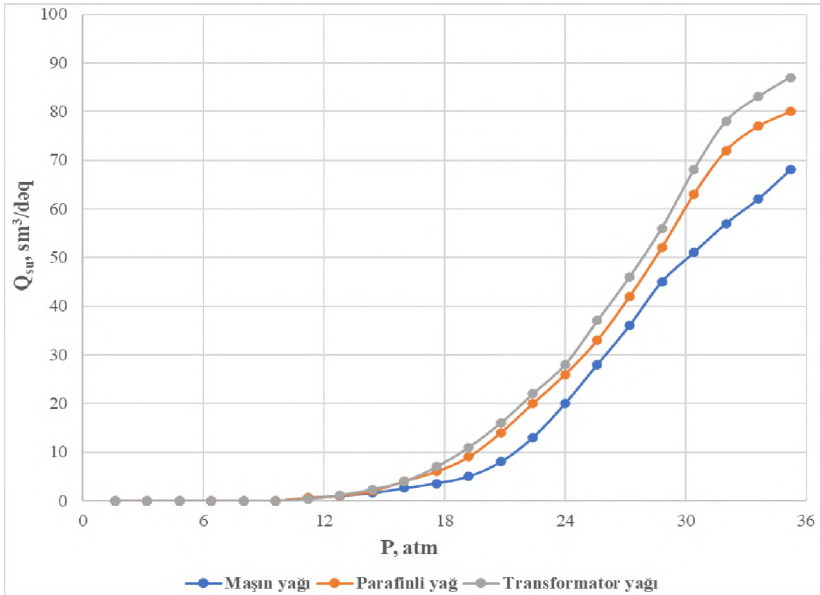


Qrafik 3. Su ilə yağların sıxışdırılması zamanı yağ sərfinin təzyiqdən asılılığı

Qrafikdən görünür ki, ilkin təzyiq intervalında (0-14 atm) bütün yağlar üçün sərf dərəcələri olduqca aşağı olmuş və əhəmiyyətli dəyişiklik müşahidə edilməmişdir. Təzyiqin artması ilə (16 atm-dan sonra) isə sərf kəskin şəkildə yüksəlmişdir.

Bu mərhələdə maşın yağı ən yüksək sərf artımı nümayiş etdirmiş, bu isə onun özlülüyünün az olması və beləliklə süxurdan daha asan, maneəsiz keçə bilməsi ilə izah olunur. Parafinli yağı ilkin olaraq ən aşağı yağ sərfi göstərmiş olsa da, 25 atm təzyiqdən sonra sərf sürəti əhəmiyyətli dərəcədə artmışdır. Bu yağın başlanğıcda daha yüksək müqavimət göstərməsi və onun süxurla daha sıx qarşılıqlı təsirdə olması ilə daha çox enerji tələb edilməsini ifadə edir. Transformator yağı isə ilk olaraq aralıq dəyişmə göstərsə də sona doğru sərf göstəriciləri digər yağlarla müqayisədə daha zəif artım göstərmişdir.

ki, bu da onun özlülük xüsusiyyətləri ilə bilavasitə bağlıdır. Su sərfinin təzyiqdən asılılığı isə qrafik 4-də təsvir olunmuşdur.



Qrafik 4. Su ilə yağların sıxışdırılması zamanı su sərfinin təzyiqdən asılılığı

Təcrübə nəticələri göstərmişdir ki, təzyiq artımı ilə su sərfi qeyri-xətli şəkildə artır, bu da təzyiqin süxur daxilində yağların axıcılığına təsirini vurğulayır.

Məşin yağı daha yüksək sıxışdırılma qabiliyyəti göstərərək yüksək təzyiqdə daha az su çıxarılma potensialını nümayiş etdirmişdir, ən aşağı səmərə isə emal olunmuş transformator yağında müşahidə olunmuşdur. Bu məlumatlar, neft yataqlarının işlənməsi zamanı müxtəlif yağ növlərinin seçilməsi və onların tətbiq strategiyalarının təyin edilməsində mühüm rol oynayır.

Beşinci fəsildə yağların məsələli mühitdə maqnitlə işlənmiş su ilə sıxışdırılması prosesi tədqiq olunmuş, maqnit sahəsinin tətbiqinin real quyular əsasında suvurma prosesində səmərəliliyi araşdırılmışdır. Maqnit sahəsinin suya təsiri nəticəsində onun fiziki-kimyəvi xassələrində aşağıdakı dəyişikliklər müşahidə olunur:

1) suda mövcud olan asılı bərk hissəciklərin birləşmə (koagulyasiya) sürəti artır;

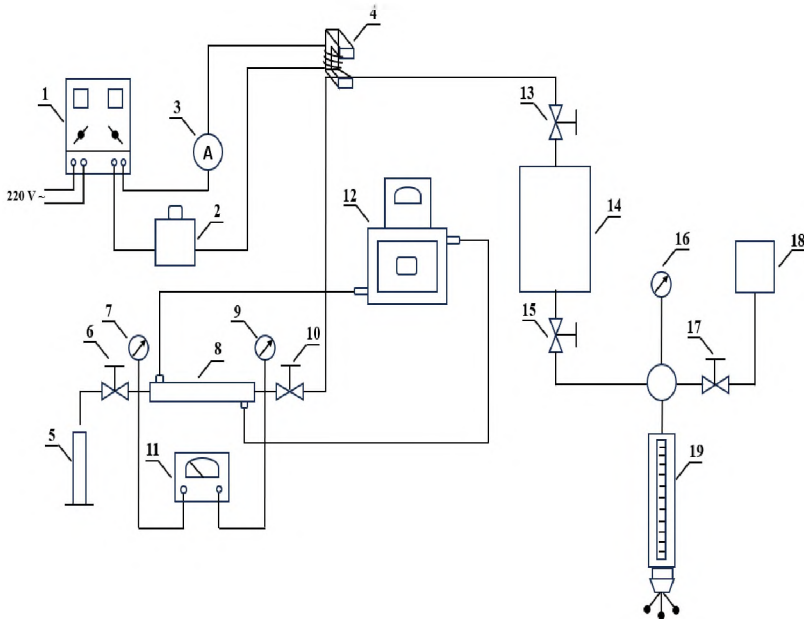
2) suyun buxarlanması zamanı əmələgələn duz kristalları qabın divarları boyunca deyil, mayenin daxili həcmində bərabər paylanır;

3) səthin islanma qabiliyyətində əhəmiyyətli dəyişiklik müşahidə olunur;

4) adsorbsiya qabiliyyəti yaxşılaşır;

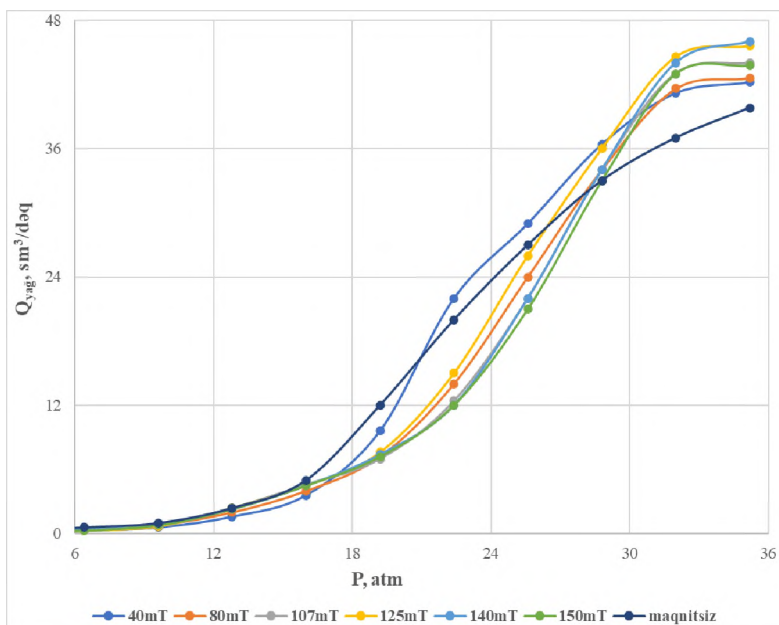
5) bərk hissəciklərin, xüsusilə də duzların, suda həll olma xassəsi intensivləşir.

Tədqiq olunan özlü mayelərin (maşın yağı, parafinli yağ və emal olunmuş transformator yağı) məsaməli mühitdə maqnitlə işlənmiş su ilə sıxışdırılması prosesi şəkil 6-da təsvir olunan təcrübi sxem üzrə həyata keçirilmişdir.



Şəkil 6. Yağların maqnitləşdirilmiş su ilə sıxışdırılmasının təcrübi sxemi

Qrafik 5-də maqnit sahəsi tətbiq olunmuş suyun maşın yağı ilə sıxışdırılması zamanı yağ sərfinin təzyiqdən asılılıq qrafiki təsvir olunmuşdur.

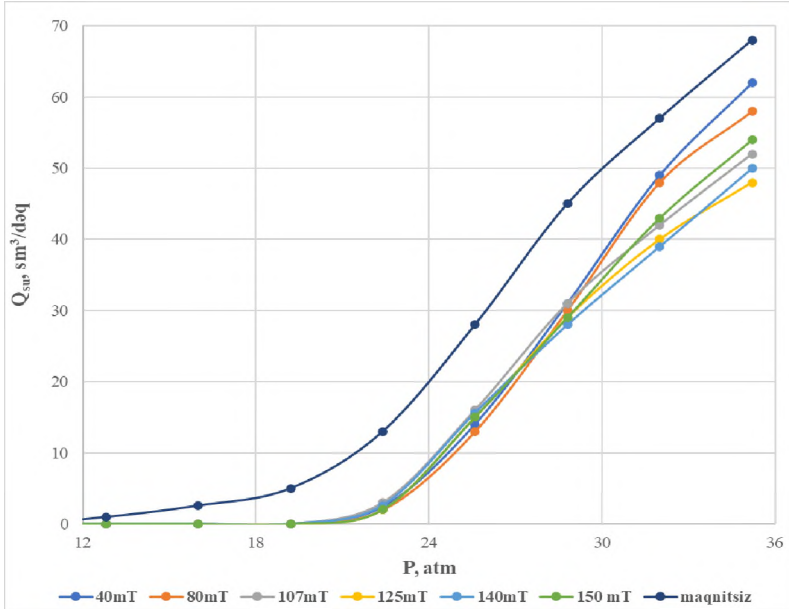


Qrafik 5. Maqnit ilə işlənmiş su ilə maşın yağının sıxışdırılması zamanı yağ sərfinin təzyiqdən asılılığı

Qrafikdən görünür ki, maqnit sahəsinin intensivliyi artdıqca yağ sərfi artmağa başlamış, maqnit sahə intensivliyinin 125 mT qiymətində maksimuma çataraq, yağ sərfi $45.6 \text{ sm}^3/\text{dəq}$ olmuşdur. Lakin intensivliyin bu qiymətindən sonra yağ sərfinin çıxma miqdarında azalma müşahidə olunmuş, 140 mT intensivlikdə $46 \text{ sm}^3/\text{dəq}$, 150 mT qiymətində isə $43.8 \text{ sm}^3/\text{dəq}$ qiymətinə kimi düşmüşdür.

Qrafik 6-da maqnit sahəsi ilə işlənmiş suyun maşın yağını sıxışdırması nəticəsində çıxan su miqdarının təzyiqdən asılılığı təsvir olunmuşdur. Qrafikdən aydın müşahidə olunur ki, maqnit sahəsi tətbiq olunmadığı halda 35.2 atm təzyiqdə çıxan su sərfi $68 \text{ sm}^3/\text{dəq}$ təşkil etmiş, maqnit sahəsi tətbiq olunduqdan sonra çıxan su miqdarında əhəmiyyətli azalma olmuş, bu azalma maqnit sahə intensivliyinin 125 mT qiymətində ən minimal həddə qədər azalmışdır ($Q_{su}=48 \text{ sm}^3/\text{dəq}$). Bu effekt, maqnit sahəsinin su molekullarının yağ ilə təmas xüsusiyyətlərini və sıxışdırma

göstəricilərini dəyişdirərək onun sıxılma qabiliyyətini artırması və yağla qarşılıqlı təsirini azaltması ilə izah oluna bilər. Maqnit sahəsi intensivliyi böyük olduqda (125 mT-dən yuxarı) suyun struktur dəyişiklikləri doyma nöqtəsinə çatmış və ya əks effekt yaranmışdır.



Qrafik 6. Maqnit ilə işlənmiş su ilə maşın yağının sıxışdırılması zamanı su sərfinin təzyiqdən asılılığı

Tədqiqatın növbəti mərhələsində maqnit sahəsinin tətbiqinin səmərəliliyini qiymətləndirmək məqsədilə seçilmiş quyular üzrə suvurma prosesi zamanı layların modelləşməsi həyata keçirilmişdir. Bunun üçün “CMG” adlanan simulyasiya proqramından istifadə olunmuşdur. CMG proqram təminatı neft-qaz ehtiyatlarının idarə olunması, layların su və ya qaz vurulması ilə işlənməsi, müxtəlif neftveriminin artırılması texnologiyalarının tədqiqi və optimallaşdırılması sahələrində geniş tətbiq edilir⁶.

Azərbaycanın Pirallahı yatağı, I blok, quruda yerləşən 1217 №-li hasilat və 1218 №-li vurucu quyuları tədqiqat obyektı kimi seçilmiş

⁶ Computer Modelling Group. Advanced process and thermal reservoir simulator. Computer Modelling Group Ltd., Calgary, AB, Canada, p.220, 2012.

və təhlil olunmuşdur. Qeyd olunan quyular üzrə göstəricilər cədvəl 5 və 6-da təsvir olunmuşdur.

Cədvəl 5

Pirallahı yatağı, I blokda yerləşən 1217 sayılı hasilat quyusunun parametrləri

İstismar üsulu	Dərinlik nasosu
Horizont	QA
Süzgəc	797-787 m
Quyudibi	865 m
Lay təzyiqi (P_{Lay})	40.3 atm
Lay temperaturu (T_{Lay})	25 °C
Layın keçiriciliyi	250 mD
Məsəməlik	26.5%
Özlülük	28 Sp
Sulaşma	30%
Hasilat (neft)	1.0 t/gün
Hasilat (su)	0.4 m ³

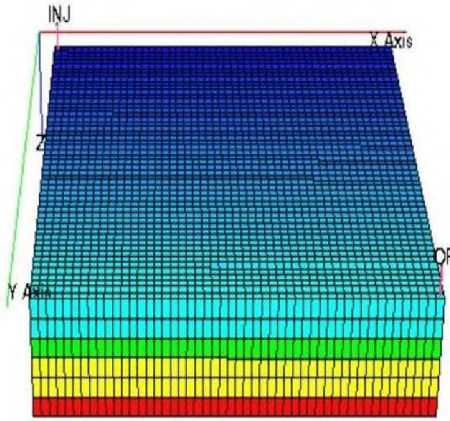
Cədvəl 6

Pirallahı yatağı, I blokda yerləşən 1218 sayılı vurucu quyunun parametrləri

Horizont	QA
Süzgəc	769-744 m
Quyudibi	769 m
Vurulan su miqdarı (Mart ayı üçün)	220 m ³ /gün

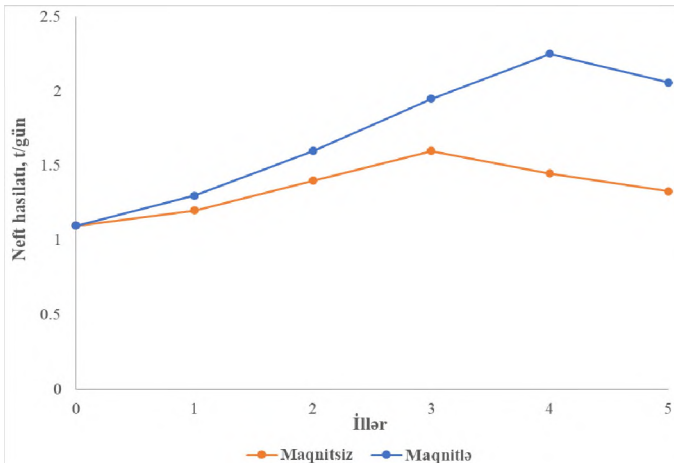
Tədqiqatda qurulmuş 3D lay modelinin ölçüləri müvafiq olaraq I, J və K istiqamətlərində 492 fut (fut – uzunluq vahidi, 1 fut - 0,3048 m), 492 fut və 30 fut seçilmişdir.

İşlənən model heterogen olub, I və J istiqamətlərində 50 şəbəkə xanasından, K istiqamətində isə 6 qatdan təşkil olunmuşdur. Vurucu və hasilat quyusu müvafiq olaraq modelin küncələrində əks istiqamətlərdə yerləşdirilmişdir (şəkil 7). Modelləşmə 5 il üzrə həyata keçirilmişdir.



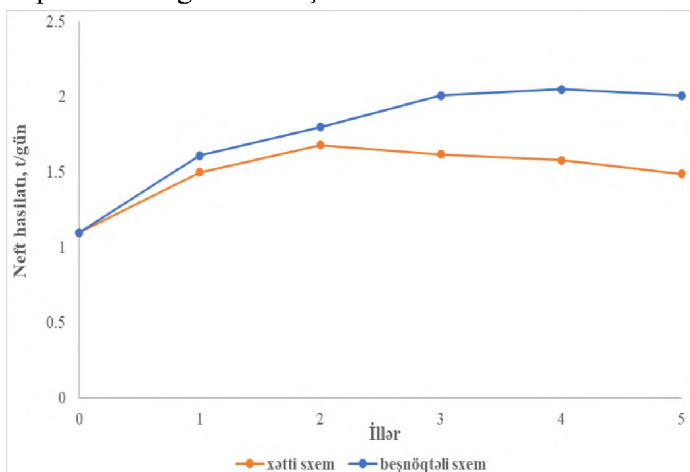
Şəkil 7. Vurucu və hasilat quyuları yerləşdirilmiş 3D lay modelinin təsviri

Qrafik 7-də maqnit sahəsinin tətbiq olunduğu və olunmadığı hallarda neft hasilatının illər üzrə dəyişməsi təsvir olunmuşdur. Tədqiqat nəticələrinə əsasən, maqnit üsulunun tətbiqindən əvvəl quyunun gündəlik neft hasilatı 1,0 t/gün təşkil etmişdir. Maqmitsiz suvurmanın tətbiqindən sonra gündəlik hasilat 1,3 t/gün səviyyəsinə çatmışdır. Maqnit sahəsinin tətbiqindən sonra hasilatda əhəmiyyətli artım qeydə alınmış, nəticədə sonda hasilat 2.06 t/gün təşkil etmişdir



Qrafik 7. Maqnit tətbiq olunmayan və olunan hallarda neft hasilatı

Maqnit tətbiq olunan hal üçün optimal suvurma sxeminin təyini və həmin sxem üzrə modelləşməni həyata keçirmək üçün xətti və beşnöqtəli sxem tədqiqat obyekti olaraq götürülmüş, qeyd olunan sxemlər üzrə modelləşmə işlənilmiş və nəticələri müqayisə olunmuşdur. Maqnit tətbiqi zamanı xətti və beşnöqtəli sxem üzrə suvurma modelində neft hasilatının tədqiq olunan illər üzrə dəyişmə xarakteri qrafik 8-də göstərilmişdir.



Qrafik 8. Maqnit tətbiq olunmuş xətti və beşnöqtəli sxem üzrə suvurmanın modelləşməsi zamanı neft hasilatı

Qrafikdə xətti sxem üzrə sonda neft hasilatı 1.49 t/gün olduğu halda, beşnöqtəli sxem üzrə bu göstərici daha effektiv sıxışdırma nəticələri ilə qeydə alınmış 2.01 t/gün olmuşdur.

Nəticə

1. Aparılmış tədqiqatların nəticələri göstərir ki, süxurda keçiriciliyin dəyişməsi həm vurulma təzyiqindən, həm də istifadə olunan qazın növündən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Belə ki, metan qazı ilə kiçik təzyiq fərqləri ($\Delta P = 1.25 \text{ atm}$, 2.5 atm) tətbiq edildikdə süxurda keçiriciliyin azalması nisbətən zəif olmuş, lakin böyük təzyiq fərqində, $\Delta P = 5 \text{ atm}$, keçiricilikdə əhəmiyyətli azalma (57.5%) müşahidə olunmuşdur. Bu isə yüksək vurulma təzyiqlərinin süxur matrisi daxilində maye axını və məsamələrin deformasiyasını gücləndirdiyini göstərir [4,8,11].

2. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, 40–150 mT diapazonunda tətbiq olunan maqnit sahəsi suyun elektrokinetik xüsusiyyətlərini əhəmiyyətli dərəcədə artırmışdır. Bu zaman optimal maqnit sahəsi intensivliyi 107 mT olaraq müəyyən edilmiş, bu intensivlikdə müqavimətin azalması, gərginliyin sabitləşməsi və su sərfinin maksimuma çatması ($6 \text{ sm}^3/\text{dəq}$) müşahidə olunmuşdur. Qeyd olunan həddən sonra maqnit sahəsinin təsirində azalma müşahidə edilmiş və sistem doyma vəziyyətinə keçmişdir [12,13,15,24].

3. Təzyiq səviyyəsinin 20.8 atm-a qədər artması zamanı sistemdə keçiriciliyin və ion hərəkətliliyinin davamlı yaxşılaşması qeydə alınmış, 20.8 atm-dan sonra isə maqnit sahəsi təsirinin sabitləşdiyi və məsələli süxurun strukturunda dinamik tarazlığın formalaşdığı müəyyən edilmişdir. Maqnit qasırğalarının və geomaqnit aktivliyin eksperimentlərə təsirinin monitorinqinin vacibliyi təyin olunmuşdur [7,16,17].

4. Tədqiq olunan yağlardan ən yaxşı nəticə maşın yağının su ilə sıxışdırılması zamanı süxur daxilində ən az müqavimət 90 kOm, gərginlik 42.4 mV olmaqla ən yüksək yağ sıxışdırma əmsalı 47.38%, ən az su sıxışdırma əmsalı isə 42.5% olmuşdur [9,10].

5. Yağların su ilə sıxışdırılması zamanı maqnit sahəsinin tətbiqindən sonra yağ sərfi artmış, su sərfi azalmış, nəticədə yağın sıxışdırma əmsalı yüksəlmiş, suyun sıxışdırma əmsalı isə azalmışdır. Hər üç yağ üçün su ilə sıxışdırılmanın ən effektiv nəticələri maqnit sahə intensivliyinin 125 mT qiymətində alınmış, ən yaxşı nəticə maşın yağı üzrə yağ sərfi $45.6 \text{ sm}^3/\text{dəq}$, yağ sıxışdırma əmsalı 60.64% təşkil etmiş, su sərfi $48 \text{ sm}^3/\text{dəq}$, su sıxışdırma əmsalı isə 30% olmuşdur. Maqnit sahəsinin təsirindən əvvəl süxurun gərginlik və müqavimət göstəricilərində qeyri-stabillik müşahidə olunmuş, təsirdən sonra isə bu parametrlər üzrə sabit göstəricilər əldə edilmişdir [1,2,3,18,21].

6. Tədqiq olunan real quyular üzərində aparılan modelləşdirmə nəticələri göstərmişdir ki, maqnit sahəsinin tətbiqi neftlə doyumluluğu kifayət qədər yaxşılaşdırmış, bu da nəticədə hasilatın səmərəliliyinin yüksəlməsinə gətirib çıxarmışdır. Belə ki, maqnit sahəsinin təsiri ilə gündəlik neft hasilatı 54.8% artmış, su hasilatı isə 85% azalmışdır [5,6,25].

7. Suvurmanın modelləşmə nəticələri əsasında müəyyən olunmuşdur ki, maqnitsiz halda gündəlik çökən duz miqdarı 7.8 kq olduğu halda, maqnitin tətbiqindən sonra bu, əhəmiyyətli dərəcədə azalaraq 0.8 kq həddinə düşmüşdür [19,22].

8. Suvurma sxemlərinin müqayisəsi göstərmişdir ki, maqnit sahəsinin tətbiqi ilə beşnöqtəli sxem üzrə əldə olunan nəticələr xətti sxemdən daha səmərəli olmuşdur. Beləki, beşnöqtəli sxem üzrə neft hasilatı təxminən 35% artmış, su hasilatı 1.6 dəfə azalmışdır. Beşnöqtəli və xətti sxemlərin hər biri üzrə modelləşmə nəticələrinin sonunda duz hasilatı təxminən eyni hədddə olmuş, lakin beşnöqtəli sxemdə duz yığılması xətti sxemə nisbətən az və daha gec baş vermişdir [14,20,23].

Dissertasiyanın əsas məzmunu aşağıdakı işlərdə çap olunub:

1. Alizade, E.F. Optimization of demulsifiers'effect on the rheology of high paraffin oils // Proceedings of International Scientific-Technical Conference Dedicated to the 100th Anniversary of the Birth of Nationwide Leader Heydar Aliyev, – Baku: – 4-5 May, – 2023, – p.167-171.
2. Alizade, E.F. Laboratory study of rheological properties of oil during the paraffin deposition // Materials of the XIII International Scientific Research Conference, – Baku: – 8 May, – 2023, – p.157-162.
3. Alizade, E.F. Investigation of effective oil recovery methods // Proceedings of the XVI International Scientific Research Conference, – Baku: – 8 November, – 2023, – p.128-137.
4. Alizade, E.F. Investigation of polymer-surfactant flooding for heavy oil reservoirs // – Baku: Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, – 2023. Vol.23, Issue 03, – p.6-12.
5. Wang, X., Gurbanov, H., Adygezalova, M., Alizade, E. Investigation of removing asphaltene-resin-paraffin deposits by chemical method for Azerbaijan high-paraffin oil production process. Energies. 2024; 17(15):3622. <https://doi.org/10.3390/en17153622>, p.18.
6. Alizade, E.F. Simulation study on enhanced oil recovery using low-salinity water treated with a magnetic field. Journal of Baku Engineering University, Advances in Chemistry and Chemical Engineering, Vol.8, №2, p.99-109, 2024.
7. Мамедзаде, А., Мустафаева, Р., Назаров, Ф., Ализаде, Э., Вейсалова, Ф., Алиев, Дж., Меликов, Т. Влияние магнитной бури, создаваемой вспышкой на солнце, на измерения магнитного поля системы на земле. The Caucasus. Economic & Social Analysis Journal of Southern Caucasus, Georgia, 2024, Vol.59, №2, p.81-86.
8. Mamed-zade, A.M., Aliyev, E.N., Alizade, E.F., Malikov, T.Kh., Bayramova, N.S., Aliyeva, K.A. The effect of electrokinetic phenomena on the flow of reservoir fluids in a porous medium // – Baku: Proceedings of Scientific-Research Institute

“Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry, – 2024. Vol.24, Issue 01, – p.5-16.

9. Əlizadə, E.F. Məsələli mühitdə müxtəlif fiziki-kimyəvi xassəli yağların sıxışdırılmasının neftveriminin artırılmasına təsirinin tədqiqi // XII Beynəlxalq Avrasiya Tətbiqi Elmlər Konqresinin Materialları. –Bakı: – 17-18 Fevral, – 2025, – s.345-355.

10. Əlizadə, E.F. Məsələli mühitdə müxtəlif özlülüklü yağların sıxışdırılması dinamikasının tədqiqi // Gənc Tədqiqatçıların VIII Respublika Elmi Konfransının Materialları, Azərbaycan Universiteti. –Bakı: – 14 Mart, – 2025, – s.122-125.

11. Alizade, E.F. Comprehensive experimental analysis of electromagnetic field effects on enhanced oil recovery through optimized magnetic field-induced fluid dynamics. Kazakhstan Journal for Oil & Gas Industry. Kazakhstan, p.41-51, Vol. 7, №2 (2025).

12. Alizade, E.F. Investigation of injection pressure optimization effect in oil production on the permeability of the reservoir rock // – Baku: Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, – 2025. Vol.27, Issue 01, – p.14-20.

13. Alizade, E.F. Investigation of magnetic field effects on fluid mobility and enhanced oil recovery optimization. Advanced Engineering Forum Journal, Vol.57, pp.39-50, 2025.

14. Alizade, E.F. Numerical simulation study on enhanced oil recovery treated with a magnetic field. Vol.30 (07), Issue 06, p.177-189, 2025.

15. Alizade, E.F., Mammadzade, A.M. Geomagnetic variability effects on reservoir-scale magnetic investigations. 3rd International Yeditepe Scientific Research Congress, October 11-12, 2025, Istanbul, Türkiye, p.136-143.

16. Mammad-zade, A.M., Alizade, E.F. Influence of solar flare-generated magnetic storms on geomagnetic field measurements and their implications for the petroleum industry. Meetcon-Europe International Congress on Scientific Research, October 13-17, 2025, Munich, Germany, p.5-10.

17. Mammad-zade, A.M., Alizade, E.F. Investigation of fluid dynamics impact with magnetic field applications on enhanced oil recovery in porous media. SOCAR Proceedings №2 (2025), p.61-67.

18. Wang, X., Ismayilov, G., Iskandarov, E., Alizade, E., Ismayilova, F. Study of specific problems arising in the blending processes of crude oils (based on the examples of Azerbaijan oils). Processes 2025, 13, 1500. <https://doi.org/10.3390/pr13051500>.

19. Мамедзаде, А.М., Ализаде, Э.Ф., Меликов, Т.Г., Затыбеков, К.С., Жантасов, М.К. Определение конечного коэффициента извлечения нефти при обработке воды внешним постоянным поперечным магнитным полем малой напряженности. Вестник КазУТБ, Том 01, №26, с. 452-463, 2025.

20. Alizade, E.F. Investigation of chemical mechanisms of enhanced oil recovery by salinity variation in oil-wet reservoirs. International Conference on Management and Control in Solving Engineering Problems (MaCoSEP 2025), Baku Engineering University, Baku, 13-15 March, 2025, p.5.

21. Əlizadə, E.F. Maqnit sahəsinin təsiri ilə yağların sıxışdırılması zamanı elektrokinetik və reoloji xassələrin dəyişməsinin tədqiqi. “Elmi inkişaf: uğurlar və çağırışlar” Gənc Tədqiqatçıların II Respublika Elmi Konfransı, Naxçıvan Dövlət Universiteti. Naxçıvan, I cild, s.806-811.

22. Alizade, E.F. Modelling study of waterflooding processes with magnetic field application. IX International Scientific-Technical Conference on Computer Modeling and Optimization of Complex Systems (CMOCS-2025), Dnipro, Ukraine, 5-7 November, 2025. p.14-18.

23. Mamed-zade, A.M., Aliyev, E.N., Alizade, E.F., Malikov, T.Kh., Bayramova, N.S., Salimli A.M. Pore-scale evaluation of oil samples with distinct physicochemical properties for enhanced oil recovery efficiency // – Baku: Proceedings of Scientific-Research Institute of “Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry, – 2025. Vol.25, Issue 02, – p.68-80.

24. Süleymanov, A.Ə., Məmməd-zadə, A.M., Məlikov, H.X., Əliyev, E.N., Xəlilov, M.S., Məlikov, R.X., Mustafayeva, R.E.,

Veysəlova, F.E., Əlizadə, E.F. Neft laylarına vurulan suların maqnitlə emalı üçün qurğu, Faydalı model F 2025 0029, (İddia sənədinin nömrəsi a2023 0064, Azərbaycan Respublikası / Süleymanov A.Ə., Məmməd-zadə A.M., Məlikov H.X [və b.].

25. Wang, X, Adygezalova, M, Alizade, E. Study of the effects of a new multifunctional composition on water cut, corrosion and paraffin deposition. Energies 2026, 19, 958. <https://doi.org/10.3390/en19040958>.

Çap olunmuş əsərlərdə müəllifin şəxsi iştirakı:

[1,2,3,4,6,9,10,11,12,13,14,20,21,22] sayılı işlər müəllif tərəfindən müstəqil yerinə yetirilmişdir.

[5,15,16,17,18,25] sayılı işlərdə iddiaçı məsələnin qoyuluşunu, nəzəri tədqiqatları və eksperimental tədqiqatların aparılmasını yerinə yetirmişdir.

[7,8,19,23,24] sayılı işlər müəlliflər tərəfindən bərabər səviyyədə yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın müdafiəsi 21 aprel 2026-cı il tarixində saat 11:00 Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti PHŞ-nin nəzdində fəaliyyət göstərən FD 2.03 – dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

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

Dissertasiya ilə Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti PHŞ-nin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti PHŞ-nin rəsmi internet saytında (www.asoiu.edu.az) yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 17 mart 2026-cı il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.



Çapa imzalanıb: 16.03.2026

Kağızın formatı: A5

Həcm: 39855

Tiraj: 100