

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI  
RİYAZİYYAT VƏ MEXANİKA İNSTİTUTU**

*Əlyazması hüququnda*

**MƏLEYKƏ AĞAMOĞLAN qızı MƏMMƏDOVA**

**MİKROÇATLI KANALLARDA MAYELƏRİN  
HƏRƏKƏTİNİN HİDRODİNAMİK XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN  
TƏDQIQI, ÇATLI –SÜXURLU NEFT–QAZ YATAQLARININ  
İŞLƏNMƏSİNƏ YENİ YANAŞMALAR**

2003.01–Maye, qaz və plazma mexanikası

Texnika üzrə elmlər doktoru elmi dərəcəsi  
almaq üçün təqdim olunmuş dissertasiyanın

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

**BAKI-2017**

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin "Neftin, Qazın Geotexnoloji Problemləri və Kimya" Elmi Tədqiqat İnstitutunun "Neft hasilatının texnika və texnologiyası" laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

**Elmi məsləhətçi:**

AMEA-nın müxbir üzvü, prof.

**Ramiz Qurbanov**

**Rəsmi opponentlər:**

- texnika elmləri doktoru, prof. **Fuad Vəliyev**  
(Bakı Ali Neft məktəbi);
- fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, prof. **Jaxon Akilov**  
(Səmərqənd Dövlət Memarlıq və İnşaat İnstitutu);
- texnika elmləri doktoru **Anatoliy Strekov**  
(AMEA Neft və Qaz İnstitutu).

**Aparıcı təşkilat:**

**SOCAR "Neftqaz elmi tədqiqat layihə" İnstitutu**

"Neft-qaz yataqlarının işlənməsi, istismarı, neftin, qazın nəqli və quyuların qazılması" bölməsi.

Dissertasiyanın müdafiəsi 13 oktyabr 2017-ci il saat 14<sup>00</sup> -da Azərbaycan MEA Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun nəzdində elmlər doktoru və fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim olunan dissertasiyaların müdafiəsini keçirən B/D 01.111 dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Dissertasiya işi ilə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Ünvan: AZ 1141, Bakı şəhəri, B.Vahabzadə küçəsi, 9.

Avtoreferat 07 sentyabr 2017-cü il tarixində buraxılıb.

**B/D.01.111 Dissertasiya  
Şurasının elmi katibi**

**dos. Tamilla Həsənova**

## İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

**Mövzunun aktuallığı.** Azərbaycanın müasir iqtisadi inkişafı respublikanın istilik–enerji resurslarına olan tələbatının yüksəldilməsilə xarakterizə edilir. Göstərilən problemlər yeni neft–qaz yataqlarının işlənməyə cəlb edilməsilə və eləcə də, son mərhələdə olan yataqlarda neft verməni artırmaqla həyata keçirilə bilər.

Bir sıra tədqiqatçıların fikrinə görə, dünyada karbonatlı kollektorlarda neft ehtiyatı 35%-48%, qaz isə 23%-28% qiymətləndirilir və dünyanın neft ehtiyatının 60%-i yüksək məhsuldarlıqlı karbonatlı kollektorlardan alınır.

Dünya təcrübəsinin təhlili əsasında müəyyən edilmişdir ki, neft yataqlarının işlənməsində tətbiq olunan bütün mövcud texnoloju tədbirlərin növündən və həcmindən asılı olmayaraq, əksər hallarda neftvermə əmsalı 30% və hər quyunun təsir zonası üçün bu əmsal 33% ətrafında olub. Deməli, yataqların geoloji neft ehtiyatının 70%-i laylarda qalır və bu ehtiyat geoloqlar tərəfindən “çıxarılması mümkün olmayan neft ehtiyatı” adlandırılıb. Azərbaycanın neft yataqlarında mövcud səmərəli metodların tətbiqindən asılı olmayaraq neftvermə əmsalının 50% -dən az olduğu məlum olmuşdur.

Qeyd edilənlər əsas verir ki, neftvermə əmsalını artırmaq yolu, yataqların mövcud və ya daha səmərəli yeni tədbirlərin tətbiqi üçün işlənilməsi ilə əlaqədar, onların durğun zonaların təyini və işlənməyə cəlb edilməsi yolu ilə həll edilməlidir.

Neft hasilatının yüksək sürətlə artımı Rusiya, Belorusiya, Türkmənistan, Qazaxıstan, Azərbaycan, Ukrayna, İran, Avropa dövlətləri, ABŞ və digər ölkələrin karbonatlı neft yataqlarının işlənməyə daxil olması hesabına əldə edilir ki, bu da mayelərin mikroçatlı suxurlarda süzülmə proseslərinin hərtərəfli tədqiqində yeni yanaşmaların işlənməsini tələb edir.

Azərbaycanın neft–qaz yataqlarının böyük hissəsinin karbonatlı kollektorlardan (çatlı-süxurlu və çatlı-kaverna tipli) ibarət olması qoyulan problemlərin aktuallığını müəyyən edir.

XIX əsrdən başlayaraq baxılan məsələlər nəzəri planda A. Ban, Q.İ.Barenblat, K.S.Basniyev, V.M.Enitov, R.S.Qurbanov, Y.P.Jeltov, A.X.Mirzəcanzadə, M.T.Abasov, A.M.Quliyev, L.Q.Nakaznaya, V.N.Şelkaçov, E.V.Teodoroviç, M.Y.Zaslavski, P.Y.Tomin və

başqalarının işlərində, maye və qazın eksperimental planda vahid çatlarda tədqiqi S.X.Bastou, F.P.Bouden, V.Dj.Beyker, Bussinesk, S.K.Qrinel, Q.M.Lomize, E.S.Romm, A.Eqli, F.L.Yaroslavski və başqalarının işlərində nəzərdən keçirilmişdir. Maye və qazın çatlı süxurlarda süzülməsi K.M.Donsov, F.İ.Kotyaxov, V.N.Maydebor, N.P.Lebedines, C.Ş.Vəzirov, İ.L.Marxasin, İ.T.Mişenko, R.V.Şaymuratov, R.X.Müslimov, M.N.Nikitin, A.V.Petuxov, İ.F.Rustamov, V.M.Konyuxov və başqalarının əsərlərində praktik olaraq tədqiq edilmişdir.

Bu işlərin heç birində çatın aralanma dərəcəsinin mayenin mexaniki xassələrinə təsiri nəzərə alınmayıb, yəni aralanma dərəcəsindən aslılığı qiymətləndirilməmişdir. Bu səbəbdən də, neftçixarma praktikasında mikroçat effekti müəyyən edilməmişdir.

Dissertasiya işində eksperimental və nəzəri tədqiqatlar əsasında Nyuton mayələrinin mikroçatlarda hərəkətində anomal xassələrinin yaranması və qeyri-Nyuton sistemlərinin reoloji xassələrinin güclənməsi səbəbləri göstərilmişdir. Dissertasiyada aparılan tədqiqatlarla müəyyən edilmiş “mikroçat-maye” effekti mikroçatlı layların işlənmə praktikasında və neftvermə əmsalının artırılmasında nəzərə alınmalıdır.

Suyun anomal fiziki və kimyəvi xassələri haqqında işlər məlumdur, lakin suyun anomal reoloji xüsusiyyətləri haqqında faktlar məlum deyildir.

Texniki ədəbiyyatlardan məlum olduğu kimi, mayələrin çatlarda hərəkətində əlavə müqavimətlər yaranır və onun keyfiyyətə qiymətləndirilməsi verilir. İlk dəfə əlavə müqavimətləri kəmiyyətə qiymətləndirməyə imkan verən “mikroçat-maye” sistemi üçün eksperimental-hesablama metodikası təqdim edilmişdir və ilkin olaraq istehsalatda reallaşdırılmışdır. Belə yanaşma mayələrin çatlı-məsaməli süxurlarda süzülmə məsələlərinin və maşın-mexanizm sistemlərinin, yağlama proseslərinin, həmçinin sənayenin müxtəlif sahələrinin hermetiklik problemlərinin həlli üçün hidrodinamiki mühəndis hesablamalarının aparılmasına imkan verir.

İlk dəfə müəyyən edilmiş amil-anomal maye mexanikası məsələlərinin tədqiqi əsasında, mayələrin xassələrinə təsir edən mikroçat effekti çatlı-məsaməli neft yataqlarından qalıq neftin praktiki olaraq, tam çıxarılmasını təmin edəcəkdir.

“Qalınlıqları mikronlarla ölçülən kanallarda mayələrin reoloji xassələrinin tədqiqinin” nəticələri Azərbaycan Milli Elmlər

Akademiyasının 2013-2014-cü illərdəki Fəaliyyəti Haqqında Rəyasət Heyətinin illik hesabatına mühüm nəticə kimi daxil edilmiş və AMEA Rəyasət Heyətinin 12 mart 2014-cü il tarixli 9/24 nömrəli qərarı ilə bəyənilməlidir.

**İşin məqsədi.** Su və müxtəlif mayelərin müstəvi-radial çatlarda reoloji xassələrini eksperimental öyrənməklə, özlü və anomal mayelərin mikron ölçülü kanallarda maye mexanikasının əsaslarının işlənməsi, mexaniki xassələri üçün modellərin seçilməsi, müxtəlif məsələlərin həlli və alınan nəticələrin mikroçatlı və kiçikkeçiricilikli neft yataqlarının işlənməsinə aid yeni yanaşmaların işlənməsidir.

**Əsas tədqiqat məsələləri:**

Müxtəlif mayelərin mikroçatlarda hərəkətinin xüsusiyyətləri aşağıdakı məsələlərin həlli ilə öyrənilmişdir:

1.Nəzəri-eksperimental məsələlərin qərarlaşmış qoyuluşunda tədqiqi:

-mayelərin qərarlaşmış hərəkətinin müstəvi-radial çatlarda tədqiqi, çatın aralanma dərəcəsinin və mayelərin reoloji parametrlərinin qiymətləndirilməsi;

-mayelərin müstəvi-radial çatlarda hərəkəti zamanı qeyri-xəti effektlərin yaranması və onların kəmiyyətə qiymətləndirilməsi;

-müstəvi-radial çatlarda mayelərin reofiziki xassələrinə çatın aralanma dərəcəsinin, təzyiq və temperaturun təsiri;

-mayelərin müstəvi-radial çatlarda hərəkətinin eksperimental nəticələrinin emalı;

-mayelərin düzbucaqlı və müstəvi-radial çatlarda hərəkətinin nəzəri-eksperimental metodlarla öyrənilməsi

quyunun qidalanma konturunun radiusundan asılı olaraq, müstəvi-radial çatlarda mayelərin hərəkət xüsusiyyətlərinin tədqiqi;

müstəvi-radial mikroçatlarda mayelərin hərəkəti zamanı indikator əyrilərinin xarakterlərinin tədqiqi;

2.Nəzəri-eksperimental məsələlərin qərarlaşmamış qoyuluşunda tədqiqi:

- təzyiqin bərpa proseslərinə ətalət müqavimətlərinin təsiri;

-mayelərin müstəvi-radial çatlarda hərəkəti zamanı təzyiqin paylanması tədqiqi;

-çatın aralanma dərəcəsinin, təzyiq və temperaturun təzyiqin bərpa əyrilərinə (TBƏ) əsasən başlanğıc təzyiq qradienti və təzyiqin bərpa müddətinə təsirinin nəzərə almaqla mayelərin müstəvi-radial

çatlarda qərarlaşmamış hərəkətinin eksperimental tədqiqi;

-mayelərinin müstəvi-radial çatlarda qərarlaşmamış hərəkətinin eksperimental nəticələrinin emalı;

-mayelərin qərarlaşmamış hərəkətinin nəticələri əsasında çatın aralanma dərəcəsinin və mayelərin reoloji parametrlərinin təyini;

-qidalanma konturu radiusunun başlanğıc təzyiq qradiyenti və təzyiqin bərpa müddətinə təsirinin təyini.

3. Mayelərin müstəvi-radial çatlarda digər mayelərlə sıxışdırılma prosesinin məsələləri:

-qeyri-Nyuton mayelərinin sıxışdırılması və çatlı kollektorların neftverimini, mayelərin müstəvi-radial çatlarda sıxışdırılmasında təzyiqin dəyişməsinin və çatın aralanma dərəcəsinin neftvermə əmsalına təsirinin tədqiqi;

-müstəvi-radial çatlardan mayelərin sıxışdırılmasının eksperimental nəticələrinin emalı.

4. Dissertasiya işində alınmış nəticələrin müzakirəsi və reallaşdırılması, çatlı kollektorlarda çatın aralanma dərəcəsinin işlənmə proseslərinə təsirlərinin qiymətləndirilməsi və təkliflər, həmçinin tədbirlərin tətbiqinin nəticələri.

**Məsələlərin həlli üsulları.** Dissertasiya işində qoyulan məsələlər maye və qaz mexanikasının, ölçülər və oxşarlıq nəzəriyyəsinin metodlarından istifadə etməklə, nəzəri və eksperimental üsulla həll edilmiş, laboratoriya və mədən şəraitində alınmış nəticələr kompüter texnologiyasından istifadə əsasında riyazi modellə işlənmişdir.

**Elmi yeniliklər.** Dissertasiya işində aşağıdakı yeni nəticələr alınmışdır:

1. Mayelərin müstəvi-radial mikroçatlarda hərəkəti zamanı qərarlaşmış və qərarlaşmamış hərəkətinin qoyuluşunda tədqiqi:

-süzülmə prosesində reoloji sistemlərin parametrlərinə çatın aralanma dərəcəsinin, temperatur və təzyiqin təsiri kompleks tədqiq edilmiş və çatın aralanma dərəcəsinin, temperatur dəyişməsi ilə mayelərin reofiziki parametrlərinin dəyişməsi müəyyən edilmişdir;

-çatın aralanma dərəcəsinin kritik qiyməti  $h_{kp}$  təyin edilmiş, kritikdən kiçik qiymətlərdə Nyuton mayelərinin hərəkəti zamanı qeyri-Nyuton xassəsi yaranır, qeyri-Nyuton mayələrdə isə qeyri-Nyuton xassəsi güclənir, həmçinin çatın aralanma dərəcəsinin və mayelərin reofiziki parametrlərini qiymətləndirmək üçün riyazi modellər alınmışdır ( $h < h_{kp}$ );

-mayelərin mikrəçatlarda hərəketi zamanı Nyuton mayelərdə anomal xassələrin yaranması, qeyri-Nyuton mayelərdə isə anomal xassələrin güclənməsinə çatın aralanma dərəcəsinin səbəb olduğu müəyyən olunmuşdur;

-ilk dəfə müəyyən edilmidir ki, çatlarda anomal xassələrin yaranma səbəbi, çatı yaradan təbəqənin bərk səthində yaranan anomal təbəqə deyil, məsaməli mühitdə Jamen effektinin analoqu sayılması mümkün olan “mikrəçat - maye” effektidir;

- $\varepsilon/\varepsilon_{kp}$ ,  $k/k_{kp}$ ,  $k \cdot \mu_{kp}/k_{kp} \cdot \mu_h$  ifadələrinin  $h/h_{kp}$ -dan və  $Q \cdot \mu_h / \Delta P \cdot h^3_{kp}$  ifadəsinin  $\sqrt{k}/h_{kp}$  – dən asılı olaraq riyazi modelləri alınmış və mayelərin müstəvi-radial çatlarda qərarlaşmış hərəketində çatın aralanma dərəcəsinin, quyudibi zonanın keçiriciliyinin və lay şəraitində mayenin özlülüyünün təyini metodikası işlənmişdir, bu da QDZ – nın vəziyyətini müəyyən etməyə imkan verərək, laya müxtəlif təsir metodlarının müvəffəqiyyətlə aparılması, həmçinin əsassız tədbirlərin aparılmaması üçün əhəmiyyətə malikdir.

-düzbucaqlı və müstəvi-radial çatlarda çatın aralanma dərəcəsinin  $h \leq h_{kp}$  qiymətlərində maye sərfini və sürətini təyin etmək üçün riyazi modellər alınmışdır;

-çatlı laylara mayenin vurulması və istismarı proseslərində quyuların qidalanma konturuna nisbətən tutduğu vəziyyətindən asılı olaraq, təzyiqin paylanma xüsusiyyətləri müəyyən edilmişdir;

-mayelərin müstəvi-radial mikrəçatlarda hərəketi zamanı ətalət müqavimətinin indikator əyrilərinə təsiri müəyyən edilmişdir;

-indikator əyrilərinin keyfiyyətcə qiymətləndirilməsinə imkan verən çatın aralanma dərəcəsi asılı olan analitik ifadələr alınmışdır;

-mikrəçatlı laylara maye vurulması prosesinin səmərəli aparılmasını təmin etmək məqsədilə, təzyiqin qiymət və istiqamətinin düzgün seçilməsi üçün təkliflər işlənmişdir, çatlı layların İnjeksiya və istismarı proseslərində çatlı layların maksimum maye qəbul etmə qabiliyyəti və maksimum mayenin çıxarılması imkanı müəyyən edilmişdir;

-Nyuton və qeyri-Nyuton mayelərinin qərarlaşmış hərəketi zamanı layın quyudibi zonada keçiriciliyinin və mayenin özlülüyünün çatın aralanma dərəcəsi asılı olaraq böyük hədlərdə dəyişməsi məlum olmuşdur;

-İnjeksiya və istismar proseslərində Nyuton və qeyri-Nyuton mayelərinin müstəvi-radial çatlarda qərarlaşmamış hərəketində lay

parametrlərini və həmçinin mayelərin reofiziki parametrlərini təyin etmək üçün  $\tau_{oh}t/\mu_h$  ifadəsinin  $h/h_{kp}$  -dən asılı olan riyazi modellər alınmışdır;

Mayelərin müstəvi-radial çatlarda qərarlaşmış və qərarlaşmamış hərəkətinin tədqiqi nəticələrinin emalı əsasında maye lay sisteminin parametrlərinin təyini və hesablama metodikası verilmişdir;

2. Müstəvi-radial mikroçatlardan anomal mayelərin sıxışdırılması sahəsində olan tədqiqatlar:

-mayelərin müstəvi-radial çatlardan su və 0,3% poluakrilamid (PAA) məhlulu ilə sıxışdırılmasında təzyiqin dəyişməsinin və çatın aralanma dərəcəsinin neftvermə əmsalına təsiri müəyyən edilmişdir;

-qeyri-Nyuton mayelərin müstəvi-radial çatlardan su və polimer məhlulu ilə sıxışdırılmasının eksperiment nəticələrinin emalı aparılmışdır;

-qeyri-Nyuton neftlərinin su və polimer məhlulu ilə sıxışdırılmasında çatlı kollektorların neftveriminin artırılması tədbirləri işlənmişdir;

-Nyuton və qeyri-Nyuton çatlı süxurlu neft yataqlarının işlənmə texnologiyasının hidrodinamiki əsasları müəyyən edilmişdir;

“Çatlı Nyuton və qeyri-Nyuton neft yataqlarının işlənməsi haqqında metodik rəhbərlik” işlənmişdir

#### **Müdafiyyə təqdim olunan müddəalar.**

Dissertasiya işinin aşağıdakı əsas müddəaları müdafiyyə çıxarılır:

1. Çatlı kanallarda maye və qaz mexanikasının əsaslarının işlənməsi;

-mikroçatlarda mayelərin qərarlaşmış və qərarlaşmamış hərəkətinin eksperimental tədqiqinin nəticələri;

-Nyuton və qeyri-Nyuton mayelərinin mikroçatlarda hərəkəti zamanı çatın aralanma dərəcəsinin, temperaturun mayenin reofiziki parametrlərinə təsirinin tədqiqindən alınmış ifadələri;

-düzbucaqlı və müstəvi-radial çatlarda çatın aralanma dərəcəsinin  $h \leq h_{kp}$  qiymətlərində maye sərfini və sürətini təyin etmək üçün riyazi modellər,

-havadan və qazdan təmizlənmiş bircinsli mayelər üçün alınmış Jamen effektinin analoqu olan mikroçat effekti, Nyuton mayelərin mikroçatlarda hərəkəti zamanı qeyri xətti effektlərin yaranması, həmçinin qeyri-Nyuton mayelərində isə anomal xassələrin güclənməsi səbəbləri;



-Nyuton və qeyri-Nyuton mayelərin müstəvi-radial çatlarda qərarlaşmamış hərəkəti zamanı süzülmə sisteminin və çatın parametrlərinin lay şəraitində qiymətləndirmək üçün alınmış riyazi modelləri.

2. Alınmış nəticələrin mikroçatlı süxurlu yataqların işlənməsində istifadə olunması:

-müstəvi-radial çatlarda qidalanma konturu radiusunun qeyri - Nyuton mayenin mexaniki xassələrinə təsirinin tədqiqinin nəticələri;

-mayelərin müstəvi-radial mikroçatlarda hərəkətində ətalət müqavimətinin indikator əyrilərinin formasına təsirinin təyini imkanı;

-müxtəlif aralanma dərəcəsində çatın indikator əyrilərinin xüsusiyyətlərinin keyfiyyətə qiymətləndirilməsinə imkan verən empirik ifadələr;

-TBƏ-nin işlənməsində çatların aralanma dərəcəsi haqqında alınmış məlumatları;

-injeksiya prosesinin mikroçatlı laylarda səmərəli aparılmasını təmin etmək məqsədilə, su vurma təzyiqinin, sahə və konturaxası üzrə sulaşmanın düzgün seçilməsi üçün nəticələr ;

-injeksiya və istismar proseslərində çatlı layların maksimum maye qəbuletmə və maksimum mayenin çıxarılması imkanının təyini üsulları;

-çatlı laylara mayenin vurulması və istismarında quyuların qidalanma konturundan olan məsafəsindən asılı olaraq təzyiqin paylanma xüsusiyyətlərinin müəyyən edilməsi;

-Nyuton və qeyri-Nyuton mayelərinin qərarlaşmış hərəkəti zamanı layın quyudibi zonada keçiriciliyinə və mayenin özlülüyünə çatın aralanma dərəcəsinin təsirinin nəticələri;

-özlü və anomal mayələr üçün layın QDZ -da çatın aralanma dərəcəsinin təyin etmək üçün riyazi modelləri;

-mayelərin müstəvi-radial çatlardan su və PAA məhlulu ilə sıxışdırılmasında təzyiqin dəyişməsinin və çatın aralanma dərəcəsinin neftvermə əmsalına təsirinin nəticələrinin müəyyən edilməsi;

-qeyri-Nyuton mayelərin müstəvi-radial çatlardan su və polimer məhlulu ilə sıxışdırılmasının eksperimental tədqiqinin nəticələrinin emalı;

-qeyri-Nyuton neftlərinin su və PAA məhlulu ilə sıxışdırılmasında çatlı kollektorların neftverminin artırılması tədbirlərinin işlənilməsi;

-çatlı süxurlu Nyuton və qeyri-Nyuton neft yataqlarının işlənmə texnologiyasının hidrodinamik əsaslarının işlənməsi.

**Tədqiqat nəticələrinin dürüstlük dərəcəsi.** Dissertasiyada alınan nəticələr və təkliflər maye mexanikəsindən, modelləşdirmə və ölçülər nəzəriyyəsiindən istifadə edilərək hidrodinamiki modelləşdirilmiş və tarirovka olunmuş qurğuda həll edilmiş və mədən şəraitində müsbət nəticələrlə təsdiq olunmuşdur.

**İşin praktik əhəmiyyəti və alınmış nəticələrdən istifadə olunması.**

Nəzəri və eksperimental tədqiqatlar mayələrin çatlı laylarda hərəkətində başlanğıc təzyiq qradiyentinin azaldılma yollarının öyrənilməsi və çatlı layların məhsuldarlığının yüksəldilməsi istiqamətinə yönəldilmişdir.

Aparılmış eksperimental tədqiqatlar mikroçatlı laylarda mayələrin reofiziki parametrlərinin, çatın aralanma dərəcəsinin və süzülmə xüsusiyyətlərinin təyini və tənzimlənməsi üçün metodların işlənməsinə imkan yaratmışdır.

Müstəvi-radial mikroçatlarda çatın aralanma dərəcəsinin  $h \leq h_{kp}$  qiymətlərində maye sərfini və sürətini təyin etmək üçün riyazi modellər alınmışdır. Tədqiqat nəticələrinin çatlı layların özlü və anomal mayələrlə sahə və konturaxası sulaşmada təzyiqin qiymətinin düzgün seçilməsi üçün istifadə edilməsi təklif edilir.

İnjesiya və istismar proseslərində çatlı layların maksimum maye qəbul etmə və maksimum mayenin çıxarılması imkanı, həmçinin injeksiya və istismar proseslərində çatlı laylarda təzyiqin paylanma xüsusiyyətlərinin təyini metodu təqdim edilmişdir.

Mayələrin müstəv-iradial çatlarda hərəkətində indikator əyrilərinin formasına ətalət müqavimətinin təsirinin təyində, indikator əyrilərinin çatın aralanma dərəcəsinin müxtəlif qiymətlərində keyfiyyətə qiymətləndirilməsinə imkan verən  $Q/\Delta P$  və  $\Delta P$  koordinatlarında təqdim edilən,  $Q = a\Delta p + b\Delta p^2$  analitik ifadələrdən istifadə edilməsi təklif edilir.

Nyuton mayələrinin mikroçatlarda hərəkəti zamanı anomal xassələrinin yaranması, həmçinin qeyri- Nyuton mayələrində isə anomal xassələrinin güclənməsinə səbəb çatın aralanma dərəcəsidir. İlk dəfə olaraq müəyyən edilmişdir ki, çatlarda mayenin anomal xassələrinin yaranma səbəbi, yalnız çatın səthində yaranan anomal təbəqə deyil, maye üçün Jamen effektinin analoqu- mikroçat effektidir.

İnjeksiya və istismar proseslərində aparılmış mədən tədqiqatlarının nəticələri quyudibi zonanın vəziyyəti haqqında məlumat almaqda, laya müxtəlif təsir üsullarının səmərəliliyinin yüksəldilməsində böyük əhəmiyyətə malikdir.

Qeyri-Nyuton neftin su və polimer məhlulu ilə sıxışdırılmasında təzyiqin dəyişməsinin və çatın aralanma dərəcəsinin neftvermə əmsalına təsirinin eksperimental tədqiqinin nəticələri, çatlı kollektorların neftvermə əmsalının artırılması tədbirlərinin işlənməsinə imkan vermişdir.

Neftin mikroçatlardan sıxışdırılmasının eksperimental tədqiqi nəticələrinin emalı aparılmış və neftvermə əmsalını təyin etmək üçün sıxışdırma prosesinin təyinedici parametri  $\Pi_2^* = \Delta P \sqrt[3]{V_m} / \tau_{0h} \cdot R$  istifadəsi təqdim edilmişdir.

Aparılmış nəzəri və eksperimental tədqiqatlar əsasında mikron ölçülü və eləcə də, kiçikkeçiriciliyə malik məsaməli mühitdə “neft mühit” effektini araşdıraraq, “geoloji neft ehtiyatının” maksimal mənimlənməsinə imkan verən “Çatlı Nyuton və qeyri-Nyuton neft yataqlarının işlənməsi haqqında metodik rəhbərlik” işlənmişdir.

Təqdim olunmuş metodika SOCAR-ın “Azneft” İB tərəfindən sənayedə reallaşdırılması üçün təsdiq edilmişdir (aktlar əlavə edilir).

**İşin aprobeşiyası.** Dissertasiya işinin əsas müddəaları məruzə və müzakirə edilmişdir.

“Neft avadanlığının tribotexniki problemləri” üzrə elmi-texniki konfransda (Bakı ş. 21-22 fevral, 1996- ci il);

”Enerji, Ekologiya, İqtisadiyyat” ikinci Beynəlxalq konfransı (Bakı, 23-26 sentyabr, 1997- ci il)

”ХАЗАРНЕФТГАЗЯТАГ, Bakı, 2006, 2008, 2012, 2014, 2016” Beynəlxalq elmi–praktiki konfransı;

” Enerji, Ekologiya, İqtisadiyyat” dördüncü Beynəlxalq konfransı (Bakı, 7- 9 sentyabr, 2007-ci il)

VII Beynəlxalq elmi –praktiki konfransı «Образование и наука XXI век-2011» 17-25 октябрь 2011 г.:София «Белград» ООД, 2011.

-«Azerbaijan And Caspian Sea Oil & Gas Week 2013. Developments, Strategies And Opportunities in Oil and Gas in Azerbaijan and the Caspian Region». Beynəlxalq konfransı (Baku, November 11 th-13 th, 2013).

-“Neft-qaz sahəsində qeyri-Nyuton sistemlər” – akademik Azad Xəlil oğlu Mirzəcanzadənin 85-illik yubileyinə həsr olunmuş Beynəlxalq Elmi Konfransı (Bakı, 21-22 noyabr 2013 il).

–ICSCCW – 2015, Eighth International Conference on Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System Analysis, Decision and Control September 3-4, 2015, Antalya, Turkey.

–Международной научно-технической конференции, посвященная памяти академика А.Х. Мирзаджанзаде, г.Уфа, 16-18 ноября 2016 года.

**Nəşr.** Dissertasiyanın nəticələri 41 elmi işdə öz əksini tapmışdır.

**İşin strukturu və həcmi.** Dissertasiya işi giriş, beş fəsil, nəticə, 275 sayda istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısından, 8 cədvəl və 209 şəkilədən ibarətdir. İşin həcmi 321 səhifədir.

## İŞİN MƏZMUNU

Dissertasiya işi müxtəlif mayelərin mikroçatlı kanallarda hərəkəti zamanı maye və qaz mexanikasının öyrənilməyən probleminə – mayelərin mikron aralanma dərəcəli çatlarda hərəkətinin hidrodinamik xüsusiyyətlərinin tədqiqinə həsr edilmişdir. Müəyyən edilən yeni “mikroçat-maye” effekti mayelərin mikrokanallarda hərəkəti zamanı süzülmə prosesinə Jamen effekti kimi əlavə müqavimətlər yaradır. Mayelərin (su, özlü və anomal mayelər) hərəkətinin hidrodinamik xüsusiyyətləri yaxşı tarirovka olunmuş eksperimental qurğuda müəyyən edilmişdir.

Mikroçatlarda alınmış hidrodinamik effekt tanınmış və “Mechanica”, “Инженерно-физический журнал” və “Journal of Engineering Physics and Thermophysics” jurnallarında nəşr olunmuşdur.

Bundan əlavə, dissertasiyada sənayenin müxtəlif texnoloji proseslərində, xüsusilə, neft sənayesində “mikroçat-maye” effektinin istifadəsinin hidrodinamik qoyuluşu müzakirə edilir, nəhayət, “mikroçat-maye” effektinin istifadə edilməsi neft sənayesində “çıxarılması mümkün olmayan neft ehtiyatı” anlayışına son qoyulmasına imkan verir.

Girişdə dissertasiya mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədi, əsas tədqiqat məsələləri və onların həlli üsulları, elmi

yeniliklər, praktiki əhəmiyyəti, işin müzakirəsi, strukturu və həcmi haqqında məlumat verilmişdir.

**Birinci fəsildə** mayelərin mikroçatlı kanallarda hərəkətinin tədqiqinə aid mövcud işlər və alınan nəticələrin çatlı yataqların işlənməsində istifadə səviyyəsinin təhlili verilmiş, həmçinin dissertasiyada həlli nəzərdə tutulan əsas problemlər göstətilmişdir.

**İkinci fəsildə** müxtəlif mayelərin müstəvi-radial mikroçatlarda hərəkəti tədqid edilmişdir.

Birinci paraqrafda təcrübə qurğusu, çat modelinin konstruksiyası və eksperimentlərin aparılma üsulları təsvir edilmişdir.

Mayelərin müstəvi-radial hərəkətinin tədqiqində istifadə edilən çat modelinin konstruksiyası şəkil 1-də göstərilmişdir.

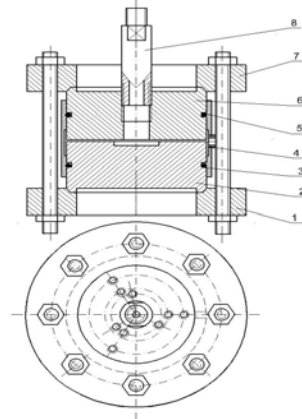
Çat modeli aşağıdakı konstruktiv xüsusiyyətə malikdir: Çatın yuxarı və aşağı sərhədləri 1 və 7 flənslər arasında sıxılmış 168 mm diametrli silindrik lövhələrdən 6 və 2 ibarətdir. Təzyiqlər fərqi altında tədqiq edilən maye ştusser 4 vasitəsi ilə rezin kipləndirici 3 ilə kipləndirilmiş oymaq 5-in həlqəvi fəzasına keçərək, lövhələr arasındakı çata daxil olur, sonra 8 ştusserinədən çıxan maye ölçmə sisteminə verilir. Çatda deformasiyaya nəzarət etmək üçün modelin üst lövhəsində qurulmuş saat tipli indikatorun istifadə edilmişdir. Mayenin radial istiqamətdə hərəkətinə nəzarət etmək məqsədi ilə modelin üst lövhəsi üzərində  $120^{\circ}$  altında iki deşik və onların hər birinin yaxınlığında çatın mərkəzindən 43 mm məsafədə yerləşən daha bir deşik açılmışdır. Deşiklərin mərkəzindən keçən çevrələrin radiusları 34 və 57 mm-ə bərabərdir. Qeyd edək ki, çatın radiusu  $R=84$  mm-dir.

İkinci paraqrafda Nyuton və qeyri- Nyuton mayelərinin aralanma dərəcəsi, mikronlarla ölçülən müstəvi-radial çatlarda hərəkətinin hidrodinamik xüsusiyyətləri tədqiq edilmişdir.

Eksperimental tədqiqatlar iki hal üçün aparılmışdır. Birinci halda maye hərəkəti quyudan qidalanma konturuna doğru – injeksiya prosesi üçün, ikinci halda isə konturdan quyuya doğru istiqamətdə hidrodinamik istismar prosesi üçün modelləşdirilmişdir. Eksperimentlər hər iki halda mayenin qararlaşmış hərəkətində aparılmışdır.

Nyuton və qeyri-Nyuton mayelərin müstəvi-radial mikron ölçülü çatlarda təzyiq qradiyenti ilə hidrodinamik xüsusiyyətləri tədqiq edilmişdir. Əsas faktorların–çatın aralanma dərəcəsi, temperaturun, təzyiqin süzülmə prosesinin reofiziki parametrlərinə təsiri kompleks tədqiq edilmiş və çatın aralanma dərəcəsinin, temperaturun, təzyiqin

dəyişməsi ilə mayelərin reofiziki parametrlərinin praktiki olaraq dəyişməsi müəyyən edilmişdir.



Şəkil 1. Müstəvi-radial çat modeli

Çatın aralanma dərəcəsinin kritik qiyməti  $h_{kp}$  təyin edilmişdir ki, bu halda bu qiymətlərdən kiçik qiymətlərdə Nyuton mayələrində qeyri-Nyuton xassəsi yaranır, anomal mayeləri üçün isə qeyri-Nyuton xassəsi güclənmiş olur.

Üçüncü paraqrafda eksperimental tədqiqatların nəticələri, onların emalı, alınmış məlumatların analizi şərh edilmişdir.

Tədqiq edilən mayelərin xüsusiyyətlərini müəyyən etmək üçün eksperiment nəticələri  $\gamma - \tau$ , koordinatlarında işlənmişdir, burada mayelərin radial hərəkətində  $\gamma = Q/4\pi rh^2$  orta sürət qradienti və çatın divarlarında yaranan  $\tau = \Delta Ph/L$  orta toxunan gərginlikdir.

Eksperimental tədqiqatlar göstərir ki, suyun mikroçarda ( $h < h_{kp}$ ) hərəkəti üçün  $\gamma = \gamma(\tau)$  asılılığı anomal mayələrə xas olan forma alır, yəni ya üstlü tənlikli model, ya da Şvedov-Binqam modeli ilə ifadə edilir, ( $h \geq h_{kp}$ ) hərəkəti zamanı  $\gamma = \gamma(\tau)$  ifadəsi düz xətdən ibarət olur, yəni bir parametr – özlülüklə ifadə edilir.

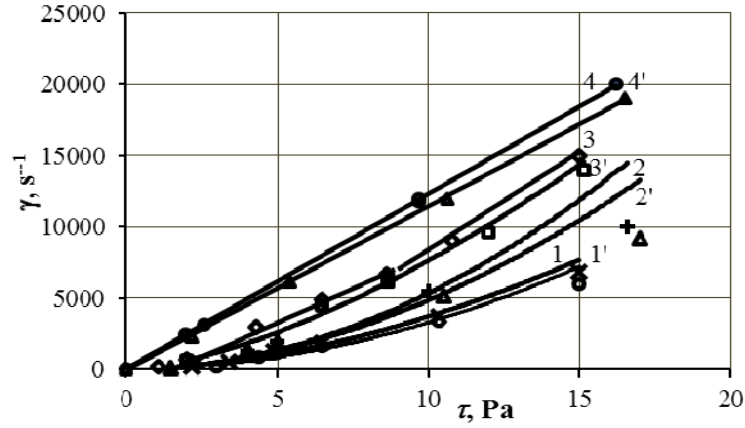
Mühəndis-neft-mədən məsələlərinə bir qayda olaraq, böyük sürətlər qradientlərində baxılır, ona görə də bu işdə Şvedov-Binqam modelindən istifadə edilmişdir, yəni mayenin çatlarda mexaniki xassələri böyük sürətlər qradientində başlanğıc toxunan gərginlik  $\tau_{0h}$  və struktur özlülüklə  $\mu_h$  xarakterizə edilir.  $\gamma = \gamma(\tau)$  əyrisinin

aproximasiyası nəticəsində  $\tau_{0h}$  və  $\mu_h$  parametrləri təyin edilir.

Nyuton və qeyri-Nyuton mayelərinin  $\gamma=\gamma(\tau)$  asılıqları əsasında 293 və 303K temperaturlarda başlanğıc toxunan gərginlikləri və struktur özlülükləri qiymətləndirilmişdir.

Su və anomal neftin müstəvi-radial çatlarda hərəkəti zamanı experimental nəticələrinin emalı aparılmışdır.

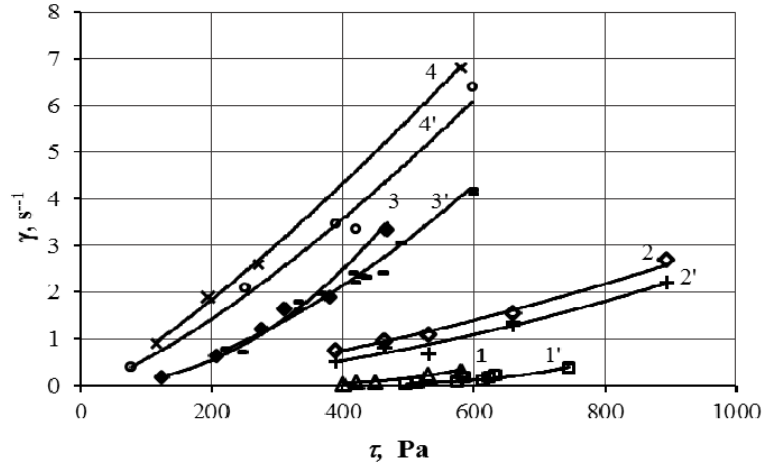
Şəkil 2.-də çətin aralanma dərəcəsinin müxtəlif qiymətlərində suyun hərəkəti zamanı sürət qradientinin  $-\gamma$  toxunan gərginlikdən  $-\tau$  asılılığı 303K temperaturda göstərilib. Şəkil 2-dən görünür ki, suyun düzbücaqlı çatlarda olduğu kimi müstəviradial çatlarda da ( $h < h_{kp}$ ) qeyri-Niyton xassəsi yaranır.



Şəkil 2. Suyun müstəvi-radial çatlarda hərəkəti zamanı çətin aralanma dərəcəsinin müxtəlif qiymətlərində  $\gamma$  və  $\tau_{0h}$  asılılıqları,  $h$  мкм: 10 (1,1' əyriləri), 15 (əyriləri 2,2'), 20 (3,3' əyriləri) и 30(4,4' düz xətləri): T=303K

Müəyyən edilmişdir ki, suyun müstəvi-radial mikroçatlarda hərəkəti zamanı qeyri-Nyuton xassəsi yaranır, çətin aralanma dərəcəsinin artması ilə zəifləyir. 303 və 313K temperaturlarda uyğun olaraq çətin aralanma dərəcəsinin 30 və 35 мкм qiymətlərində birinci və eləcə də, ikinci seriya təcrübələrdə başlanğıc toxunan gərginliyi sıfıra bərabər olur. Bu qiymətlər çətin kritik aralanma dərəcəsi adlandırılmışdır.

Şəkil 3-dən göründüyü kimi, qeyri-Nyuton mayelərin müstəvi-radial çatlarda hərəkəti zamanı çatın aralanma dərəcəsinin artması ilə başlanğıc toxunan gərginliyi və struktur özlülüyü çatın aralanma dərəcəsinin müyyən qiymətinə qədər azalır. 303K temperaturda çatın aralanma dərəcəsinin 180 mkm qiymətində birinci və eləcə də, ikinci seriya təcrübələrdə çatın aralanma dərəcəsi  $h$  asılı olmayaraq, başlanğıc toxunan gərginlik və struktur özlülük sabit qalır.



Şəkil.3. Qeyri Nyuton neftin müstəvi-radial çatlarda hərəkəti zamanı çatın aralanma dərəcəsinin müxtəlif qiymətlərində  $\gamma$  və  $\tau_{0h}$  asılılıqları,  $h$  mkm: 90 (1,1' ayrıləri), 120 (2,2' ayrıləri), 160 (3,3' ayrıləri) u 180 (4,4' ayrıləri): T=303K

Beləliklə, çatın aralanma dərəcəsinin kritik qiymətinin  $h_{kp}$  mövcud olduğu və bu qiymətdən kiçik qiymətlərdə mayenin başlanğıc toxunan gərginliyi  $\tau_{0h}$  və struktur özlülüyü  $\mu_h$  aşkar olaraq güclənir. Həmçinin müəyyən olunmuşdur ki, Nyuton mayelərinin çatın aralanma dərəcəsinin  $h < h_{kp}$  qiymətlərində çatlarda hərəkəti zamanı qeyri-Nyuton xassələri yaranır və çatın aralanma dərəcəsinin  $h_{kp}$  qiymətinə qədər artması ilə azalır və  $h > h_{kp}$  olduqda bu xassələr itir, qeyri-Nyuton mayelərin hərəkətində isə anomal xassələr güclənir və çatın aralanma dərəcəsinin artması ilə əvvəlki qiymətinə qədər azalır.



Şəkil 2 və 3-dən göründüyü kimi, injeksiya (1-4 əyri) və istismarda (1'-4' əyri) bütün sürətlər qradiyentində asılıqlar bir-birindən fərqlənir.

Birinci və ikinci seriya təcrübələrdə  $\tau_{oh}$  və  $\mu_h$  qiymətlərinin müxtəlifliyi injeksiya və istismar proseslərində yerli müqavimətlərin yaranması və axının xarakteri ilə izah edilir.

Su və anomal mayelərin müstəvi-radial çatlarda eksperimental hərəkətinin nəticələrinin emalı aparılmışdır.

Ölçüsüz  $\tau_{oh}/\tau_{0max}$  və  $\mu_h/\mu_{kp}$  parametrlərinin dəyişməsinin çatin aralanma dərəcəsinin onun kritik qiymətinə nisbətindən  $-h/h_{kp}$  asılılığı uyğun olaraq 293 və 303K temperarurlarda qrafiki olaraq qurulmuşdur. Həmçinin  $\tau_{oh}/\tau_{0max}=f(\mu_h/\mu_{kp})$  asılılığı uyğun olaraq 293 və 303K temperarurlarda da qurulmuşdur. Burada  $\tau_{0max}$  – bəllənmiş toxunan gərginliyin  $h=10$  mkm olduqda ən böyük qiymətidir, Pa;

$\tau_{oh}/\tau_{0kp}=f(h/h_{kp})$  və  $\mu_h/\mu_{kp}=f(h/h_{kp})$  qrafiki asılıqları iki düz xətdən ibarət olub, birinci düz xətt çatin  $0 < h/h_{kp} < 1$  ölçüləri üçün xarakterik olub, burada bütün mayelər öz mexaniki xassələrini dəyişir. Bu halda su və bütün özlü mayelər anomal xassəyə malik olur, anomal mayelər isə qeyri- Nyuton xassəsini gücləndirir. İkinci düz xətt çatin aralanma dərəcəsinin ölçüsünün  $h/h_{kp} \geq 1$  qiyməti üçün xarakterik olub, bu halda su və bütün özlü və anomal mayelər öz mexaniki xassələrini bərpa edir, yəni ikinci düz xətt birincinin davami olmayaraq, mayelərin müxtəlif xassələrini xarakterizə edir.

Həmin düzxətlər üçün ( $0 \leq h/h_{kp} \leq 1$ ) olduqda aşağıdakı asılıqlar alınmışdır:

Su və anomal neft üçün:

$$\tau_{oh} / \tau_{0max} = a_1 - b_1 \cdot h / h_{kp}, \quad (1)$$

$$\mu_h / \mu_{kp} = a_2 - b_2 \cdot h / h_{kp}. \quad (2)$$

Eksperiment nəticələrindən  $a_1$ ,  $a_2$  və  $b_1$ ,  $b_2$  əmsallarının qiymətləri təyin edilərək cədvəl 1-də verilmişdir.

Qeyd edək ki, quyudan götürülən neft nümunəsi çat modelində eksperimental tədqiqat əsasında  $\tau_{oh}$  və  $\mu_h$  təyin edilir və onun Nyuton və ya qeyri- Nyuton neftinə aid olduğu müəyyən olunur. İşdə sərhəd şərti çatin aralanma dərəcəsinin kritik qiymətidir.

Nyuton və qeyri-Nyuton mayelərin müstəvi-radial çatlarda indikator diaqramlarının xüsusiyyətləri göstərilmiş, İnjeksiya və

istismarda Nyuton və qeyri-Nyuton mayelərin müstəvi-radial çatlarda indikator diaqramlarının formasına həmçinin ətalət müqavimətlərinin təsiri öyrənilmişdir.

Ekspərimental tədqiqatlar nəticəsində birinci və ikinci seriya təcrübələrdə təzyiq və temperaturun Nyuton və qeyri- Nyuton mayelərin müstəvi-radial çatlarda hərəkətində reofiziki xassələrinə təsiri öyrənilmişdir.

Cədvəl

Nyuton və qeyri-Nyuton neftlərin müstəvi-radial çatlarda hərəkətində  $a_1, a_2$  və  $b_1, b_2$  əmsallarının qiymətləri

Mayelər	Təyin edilən parametrlər	Əmsallar							
		injeksiyada				istismarda			
		Temperaturlar, $K$							
		293		303		293		303	
		$a$	$b$	$a$	$b$	$a$	$b$	$a$	$b$
Su	$\tau_{0H}/\tau_{0max}$	1,21	1,22	1,13	1,17	1,18	1,21	1,32	1,33
	$\mu_H/\mu_{kp}$	3,07	2,26	2,46	1,58	2,82	2,10	3,24	2,46
Anom neft	$\tau_{0H}/\tau_{kp}$	-	-	10,00	9,23	-	-	11,06	10,34
	$\mu_H/\mu_{kp}$	-	-	12,70	11,97	-	-	12,57	13,32

Tədqiqatın nəticələri göstərir ki, baxılan hədlərdə təzyiqin dəyişməsinin birinci və ikinci seriya təcrübələrdə başlanğıc təzyiq qradiyentinə və mayenin reofiziki xassələrinə təsir etmir. Çatda temperaturun dəyişməsi birinci və ikinci seriya təcrübələrdə Nyuton və qeyri- Nyuton mayelərin reofiziki parametrlərinin dəyişməsinə təsir edir.

Mayelərin mikroçatlarda anomal xassələrinin nəzəri modeli verilmişdir.

Mikroçat sistemində çatın uclarına təsir edən qüvvə nəticəsində Nyuton və qeyri-Nyuton mayeləri nisbətən kiçik sürətlərdə özünü dayanıqlı sıxılmış çubuq kimi apara bilir və çatda məlum müvazinət formasına malik olur. Çubuq formasının dayanıqlı müvazinəti çatın aralanma dərəcəsi asılıdır. Çatın aralanma dərəcəsi kiçik olduqda çatın uclarına təsir edən qüvvə maye çubuğu çatın divarlarına sıxır. Maye axınının strukturunun dəyişməsi və divara sürtünməsi hesabına mayenin xassəsində dəyişmə baş verir. Nyuton mayələrində qeyri-Nyuton xassəsi yaranır, qeyri-Nyuton mayələrində isə bu xassə güclənir.

Çatın aralanma dərəcəsinin atması ilə mikroçat effekti itir.

İlk dəfə olaraq çatlarda anomal xassələrin yaranma səbəbləri, yalnız divarda yaranan maye təbəqəsinin deyil, maye üçün mikroçat effektinin, başqa sözlə məsaməli mühütdə Jamen effektinin analoqu olduğu müəyyən edilmişdir. Çatın aralanma dərəcəsinin elə kritik qiyməti  $h_{kp}$ , müəyyən edilmişdir ki,  $h > h_{kp}$  olduqda mayenin xassələrində yuxarıda göstərilən dəyişmələr praktiki olaraq itir. Alınmış nəticələr əsasında QDZ-nın parametrlərinin təyini üsulu işlənmişdir.

Çatın aralanma dərəcəsinin artması ilə hidravlik keçiricilik  $\varepsilon$ , keçiricilik  $k$  və mayelərin layda hərəkətliliyi  $k/\mu$  artır. Qeyd edək ki,  $\varepsilon$ ,  $k$  və  $k/\mu$ -nın  $h$ -dan asılılıqları injeksiya və istismar proseslərində çatın aralanma dərəcəsinin bütün qiymətlərində bir-birindən fərqlənir.

Ölçülər nəzəriyyəsi əsasında eksperimental tədqiqaların nəticələrinin emalı aparılmış və  $\varepsilon/\varepsilon_{kp}$ ,  $k/k_{kp}$ ,  $k\mu_{kp}/k_{kp}\mu$  və  $h/h_{kp}$  koordinatlarında uyğun olaraq Nyuton və qeyri-Nyuton mayeləri üçün 303K temperaturda qrafiki asılılıqları qurulmuşdur. Nəticədə  $\varepsilon/\varepsilon_{kp}$ ,  $k/k_{kp}$  və  $k\mu_{kp}/k_{kp}\mu$  ölçüsüz parametrlərinin  $h/h_{kp}$  artması ilə praktiki olaraq artması məlum olmuşdur.

Alınmış empirik asılılıqlar QDZ-nın parametrlərinin proqnozlaşdırılması üçün istifadə edilə bilər.

Məlum olmuşdur ki, QDZ-nın təyinedici parametrləri çatın aralanma dərəcəsindən asılı olaraq, praktiki olaraq dəyişir. İnjeksiya və istismar proseslərində bu parametrlər çatın aralanma dərəcəsinin bütün qiymətlərində bir-birindən kəskin fərqlənir.

Qeyri-uyğunsuzluq injeksiya və istismar proseslərində radial çatlarda mayenin sürətinin qiymət və istiqamətinin dəyişməsi nəticəsində ətalət müqavimətinin yaranması ilə izah edilir. Təcrübi tədqiqat nəticələrinin analizi çatın aralanma dərəcəsinin kritik qiymətdən kiçik olduqda, drenaj sahəsinin QDZ-nın təyinedici parametrlərinin praktiki olaraq azaldığını göstərir. Çatlı drenaj sahələrinin QDZ-nın parametrlərinin düzgün qiymətləndirilməsi laya müvəffəqiyyətli təsir metodunun seçilməsi üçün zəruri qərarların qəbul edilməsində real məlumatlar verməklə, həmçinin əsassız tədbirlərin aparılmasının qarşısını alır.

Nyuton və qeyri-Nyuton mayelərin müstəvi-radial çatlarda 303K temperaturda qərarlaşmış hərəkətinin eksperimental tədqiqat

nəticələrinin emalı nəticəsində  $Q \cdot \mu_h / \Delta P \cdot h_{kp}^3 = f(h/h_{kp})$  və  $\sqrt{k}/h_{kp} = f(h/h_{kp})$  koordinatlarında qrafiki asılılıqları alınmışdır. Çatın aralanma dərəcəsinin və təzyiqin müxtəlif qiymətləri üçün  $Q \cdot \mu_h / \Delta P \cdot h_{kp} = f(h/h_{kp})$  və  $\sqrt{k}/h_{kp} = f(h/h_{kp})$  ifadələrinin bütün nöqtələri uyğun olaraq bir düz xətt üzərinə yığılır.

Eksperimental məlumatların emalı əsasında  $0 \leq h \leq 1$  çatlarda Nyuton və qeyri-Nyuton mayələrin hərəkətində aşağıdakı ifadələr alınmışdır:

$$\frac{Q \cdot \mu_h}{\Delta P \cdot h_{kp}^3} = b_1 \left( \frac{h}{h_{kp}} \right) - a_1, \quad (3)$$

$$\frac{\sqrt{k}}{h_{kp}} = b_2 \left( \frac{h}{h_{kp}} \right) - a_2 \quad (4)$$

Eksperiment nəticələrin əsasında  $a_1$ ,  $a_2$  və  $b_1$ ,  $b_2$  əmsallarının qiymətləri təyin edilmiş və cədvəl 2-də verilmişdir.

Çədvəl 2

Müstəvi-radial çatlarda  $a_1$ ,  $a_2$  və  $b_1$ ,  $b_2$  əmsallarının qiymətləri

Mayələr	Təyin edilən parametrlər	Əmsallar			
		injeksiyada		istismarda	
		$a$	$b$	$a$	$b$
Su	$Q \cdot \mu_h / \Delta P \cdot h_{kp}^3$	7,889	20,121	7,5015	18,607
	$\sqrt{k}/h_{kp}$	0,0181	0,0709	0,0180	0,0667
Ano-mal neft	$Q \cdot \mu_h / \Delta P \cdot h_{kp}^3$	11,487	22,921	11,343	21,615
	$\sqrt{k}/h_{kp}$	0,068	0,1761	0,0638	0,1637

Bu halda (3) və (4) ifadələrinin aproksimasiya uyğunluq göstəricisi ( $R^2$ ) Nyuton mayesi üçün  $0,92 \div 0,99$ , qeyri-Nyuton nefti üçün isə  $0,72 \div 0,88$  təşkil edir ki, bu da (3) və (4) tənliklərinin eksperimentin nəticələri ilə kifayət qədər uyğun olduğunu sübut edir.

Qeyd edək ki, QDZ-nın keçiriciliyinin (4) düsturlardan qiymətləndirilməsi injeksiya və istismar proseslərində QDZ-nın vəziyyəti haqqında mühakimə yürütməyə imkan verir, bu da QDZ təsir

metodlarının müvəffəqiyyətliliyini yüksəldərək, həmçinin əsassız tədbirlərin aparılmasının qarşısını alır.

**Üçüncü fəsil** mayelərin müstəvi-radial çatlarda qərarlaşmış hərəkətinin tədqiqinə həsr edilmişdir.

Birinci paraqraf qeyri-Nyuton mayenin müstəvi-radial mikroçatlarda hərəkəti zamanı qidalanma konturu radiusunun mexaniki xassələrinə təsirinin tədqiqinə həsr edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, qeyri-Nyuton mayenin mexaniki xassələrini qidalanma konturu radiusu nəzərə cərpacaq dərəcədə dəyişir. Bu da real quyularda eksperiment nəticəsində təsdiq edilən, konturun quyuya yaxınlaşması ilə paker effektinin yaranması səbəbilə izah edilir. İnjeksiya prosesinin mikroçatlı laylarda səmərəli aparılmasını təmin etmək məqsədilə, su vurma təzyiqinin, sahə və konturaxası üzrə sulaşmanın düzgün seçilməsi üçün nəticələr və quyudibi zonaya təsir üsullarının uğurlu olmasını təmin etmək üçün quyudibi zonanın vəziyyəti haqqında dolaylı mühakimə yürütmə imkanı müəyyən edilmişdir.

İkinci paraqrafda mayelərin düzbucaqlı çatlarda hərəkətinin nəzəri və eksperimental nəticələrinin emalı əsasında, çatın aralanma dərəcəsi  $h \leq h_{kp}$  olduqda, istənilən mayenin istənilən çatlarda sərfi və sürəti üçün düsturlar alınmışdır:

Çatın aralanma dərəcəsi  $h < h_{kp}$  olduqda, maye sərfi və sürəti üçün umumiləşdirilmiş düstur verilmişdir:

$$M_s = 3q\mu_h l / 2b\Delta p h^3 ; \quad N = l\tau_{0h} / \Delta p h ; \quad (5)$$

$$M_p = 1 - 3/2 N_p + 1/2 N_p^3. \quad (6)$$

$$k = v/v_0 = (1 - \bar{x})(1 + \bar{x} - 2N) / (1 - N)^2 . \quad 0 \leq N \leq 1 \quad (7)$$

(6) və (7) düsturları əsasında istənilən aralanma dərəcəli  $h < h_{kp}$  olan çatlarda mayelərin sərf və sürətini təyin etmək olar. Nəzəri və eksperimental tədqiqat nəticələrinə əsasən, 306K temperaturda özlü və anomal mayelər üçün çatın aralanma dərəcəsinin və təzyiqlər fərqi mütəlif qiymətlərində  $M_s = f(N)$  asılılıqları qurulmuş və bu asılılıqlar bir düz xətt üzərinə yığılmamışdır. Düzəliş vermək üçün  $M_p / M_s$  və  $N$  asılılıqlarının tənliyi aşağıdakı şəkildə alınmışdır:

$$M_p / M_s = 6,9 + 17,2N \quad (8)$$

Üçüncü paraqrafda nəzəri və eksperimental metodla mayelərin müstəvi-radial çatlarda hərəkəti öyrənilmişdir.

Özlüplastik dispers sistemlərin müstəvi kappilyarda hərəkətinin nəzəri olaraq tədqiqinin nəticələrindən istifadə edilmişdir. Nəzəri tədqiqat nəticələrinin emalı əsasında  $h < h_{kp}$  aralanma dərəcəli istənilən çatlarda sərf və sürətin paylanmasını təyin etmək üçün  $M_p$  və  $N$  asılı olaraq ifadələr alınmışdır:

$$M_p = 1 - 3N + 8N^3; \quad (9)$$

$$K = V/V = (1 - \bar{Z})(1 + \bar{Z} - 4N)/(1 - 2N)^2 \quad (10)$$

$$M_s = 3q\mu_h \ln \frac{r_2}{r_1} \left/ \left[ 4\pi h \left( h\Delta P - 3\tau_{0h} \left( r \ln \frac{r_2}{r_1} - (r_2 - r_1) \right) \right) \right] \right., \quad (11)$$

$$N = r \ln \frac{r_2}{r_1} \left/ \left[ 2h\Delta P + 3 \left( r \ln \frac{r_2}{r_1} - (r_2 - r_1) \right) \right] \right. . \quad (12)$$

burada  $\bar{Z} = Z/h$ ,  $0 \leq N \leq 1$ .

(9) və (10) düsturları əsasında  $h < h_{kp}$  aralanma dərəcəli çatlarda istənilən mayenin sərf və sürətini təyin etmək olar.

$M_p/M_s$  asılılığı üçün tənlik aşağıdakı şəkildədir:

$$M_p/M_s = -0.0003N + 0.1479; \quad (13)$$

Dördüncü paraqrafda Nyuton və qeyri-Nyuton mayelərin müstəvi-radial çatlarda hərəkəti zamanı qidalanma konturu radiusunun təzyiqin xarakterinə təsirinin eksperimental nəticələri verilir.

Tədqiqat nəticələrinin analizi göstərir ki,  $R$  bütün qiymətlərində təzyiqlər fərqi  $\Delta P$  istismar prosesində injeksiyaya nisbətən çoxdur. Bu, mayelərin radial istiqamətdə hərəkətində sürətin qiymət və istiqamətinin dəyişməsi nəticəsində ətalət müqavimətinin yaranması ilə izah edilir. İnjeksiyada əlavə təzyiqlər fərqi istiqaməti tətbiq edilən təzyiqlər fərqi ilə eyni, istismarda isə əks istiqamətlərdə olur. İstismarda təzyiqlər fərqi bir hissəsi ətalət müqavimətlərinin dəf edilməsinə sərf edilir.

Beşinci paraqrafda müstəvi-radial mikroçatlarda mayenin potensial sərfinə hərəkətin istiqamətinin və qidalanma konturu radiusunun (injeksiya və istismarda) təsiri öyrənilir.

Çatın aralanma dərəcəsinin müxtəlif qiymətlərində İnjeksiya və istismar proseslərində potensial sərf  $Q_n$  qiymətləri təyin edilmişdir.

Eksperimental tədqiqat nəticələrinə əsasən, çatın aralanma dərəcəsinin müxtəlif qiymətlərində injeksiyada və istismar proseslərində uyğun olaraq  $Q=f(P_k, P_1, P_2)$  və  $Q=f(P_0, P_1, P_2)$  asılılıqları alınmışdır. Burada  $P_k, P_0, P_1$  və  $P_2$  çatın konturunda, mərkəzində, ikinci və üçüncü dəşiklərdə təzyiqlərdir.

Müstəvi-radial mikroçatlarda injeksiya və istismar proseslərində potensial sərfin nisbi azalmasına səbəb mikroçatlarda ətalət müqavimətinin yaranması ilə müəyyən edilmişdir.

Çatın aralanma dərəcəsinin  $h \leq h_{kp}$  qiymətlərində çatlarda maye sərfinin təyini, İnjeksiya prosesində çatlı layların maksimum maye qəbul etmə imkanı, istismarda isə çatlı laylardan maksimum miqdarda maye çıxarılması və laylara maye vurulmasında prosesin səmərəliliyini xarakterizə edən təzyiqin optimal qiymətinin, sahə və konturaxası sulaşmanın düzgün seçilməsi imkanları göstərilmişdir.

**Dördüncü fəsil** mayelərin müstəvi-radial mikroçatlarda qərarlaşmamış hərəkətinin eksperimental tədqiqinə həsr edilmişdir.

Birinci paraqrafda eksperimentin aparılma metodikası şərh edilmişdir.

İkinci paraqrafda eksperimental tədqiqatlara əsasən müstəvi-radial çatın aralanma dərəcəsinin, ətalət müqavimətinin, təzyiq və temperaturun başlanğıc təzyiq qradiyenti və təzyiqin bərpa müddətinə təsiri müəyyən edilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, mayelərin müstəvi-radial çatlarda hərəkətində başlanğıc təzyiq qradiyenti və təzyiqin bərpa müddəti çatın aralanma dərəcəsi və temperaturdan asılı olaraq böyük hədlərdə dəyişir.

Təhlil göstərir ki, çatın aralanma dərəcəsinin artması ilə təzyiqlər fərqi və başlanğıc təzyiq qradiyenti aşkar olaraq azalır və çatın aralanma dərəcəsinin müəyyən qiymətində praktiki olaraq sabit qalır. Qeyri-Nyuton maye üçün  $h \geq h_{kp}$  olduqda başlanğıc təzyiq qradiyentinin qiyməti mayenin adi halındakı qiymətinə bərabər olur.

Təzyiqin bərpa müddəti  $t$  injeksiya prosesindəki istismarına nisbətən tez baş verir. Bu, injeksiya (maye axınının genişlənməsi) və istismar prosesində (maye axınının sıxılması) axınının xarakteri və yerli müqavimətlərin yaranması ilə izah edilir.

Üçüncü paraqrafda Nyuton və qeyri-Nyuton mayelərinin mikroçatlarda qərarlaşmamış hərəkətinin nəticələrinin emalı aparılmışdır.

Mayelərin eksperimental tədqiqi məlumatlarının təhlili göstərir ki, təzyiğin bərpa müddəti  $t$  çatın aralanma dərəcəsindən  $h$ , çatın kritik aralanma dərəcəsinin qiymətindən  $h_{kp}$ , başlanğıc toxunan gərginlik  $\tau_{0h}$  və struktur özlülükdən  $\mu_h$  asılıdır:

$$t = f(h, h_{kp}, \tau_{0h}, \mu_h) \quad (14)$$

Eksperimental tədqiqat məlumatları ölçüsüz koordinatlarda qurulmuş  $\tau_{0h}t/\mu_h$  və  $h/h_{kp}$  asılılığı göstərir ki,  $h/h_{kp}$  artması ilə ölçüsüz parametri  $\tau_{0h}t/\mu_h$  azalır.

Bu, mayenin böyük aralanma dərəcəli çatlarda hərəkətinə mayenin anomal xassələrinin zəifləməsi nəticəsində təzyiğin bərpasının tez baş verməsi ilə izah edilir. Ölçülər nəzəriyyəsiindən istifadə edərək, çatlı layların aralanma dərəcəsini və lay şəraitində mayenin reofiziki parametrlərini təyini etmək üçün empirik düsturlar alınmışdır:

Nyuton mayeləri üçün

$T=293K$  olduqda;

$$\frac{h}{h_{kp}} = 1 - \frac{\tau_{0h}t / \mu_h}{9513,180 + 1,473\tau_{0h}t / \mu_h} \quad (15)$$

$T=303K$  olduqda

$$\frac{h}{h_{kp}} = 1 - \frac{\tau_{0h}t / \mu_h}{15953,188 + 1,080\tau_{0h}t / \mu_h} \quad (16)$$

Qeyri- Nyuton mayeləri üçün  $T=303K$  olduqda  
birinci seriya təcrübələrdə

$$\frac{h}{h_{kp}} = 1 - \frac{\tau_{0h}t / \mu_h - 342,86}{1205,5 + 1,977(\tau_{0h}t / \mu_h - 342,86)} \quad (17)$$

İkinci seriya təcrübələrdə

$$\frac{h}{h_{kp}} = 1 - \frac{\tau_{0h}t / \mu_h - 606,81}{1525,1 + 1,966(\tau_{0h}t / \mu_h - 606,81)} \quad (18)$$

Dördüncü paraqrafda mayelərin müstəvi-radial çatlarda qərarlaşmış və qərarlaşmamış hərəkəti zamanı alınmış nəticələr əsasında mayelərin reofiziki parametrlərinin və çatın aralanma dərəcəsinin qiymətləndirilməsi şərh olunur.

Nyuton və qeyri-Nyuton mayelərinin müstəvi-radial çatlarda, qərarlaşmış və qərarlaşmamış hərəkətinin eksperimental nəticələrinin



emalı əsasında injeksiya və istismar proseslərində aşağıda göstərilən riyazi modellər alınmışdır.

$$A_i h^2 - B_i h + C_i = 0 \quad (19)$$

$$A_1 \tau_{oh}^2 + B_1 \tau_{oh} + C_1 = 0 \quad (20)$$

$$A_i \mu_h^2 - B_i \mu_h + C_i = 0 \quad (21)$$

Özlü və anomal mayelər üçün  $A_i$ ,  $B_i$  və  $C_i$  əmsallarının qiymətləri eksperimental tədqiqatlar nəticəsində təyin edilir.

QDZ-ya təsirlərin əvvəlcədən müvəffəqiyyətli olmasını proqnozlaşdırmağa imkan verən çatın aralanma dərəcəsini, həmçinin lay şəraitində mayenin reofiziki parametrlərini təyin etmək üçün hesablama metodikası verilir.

Beşinci paragrafda müstəvi-radial çatlarda Nyuton və qeyri-Nyuton mayələrinin hərəkəti zamanı injeksiya və istismar proseslərində qidalanma konturu radiusu və ətalət müqavimətinin təzyiqin bərpa prosesinə və təzyiqin dəyişməsi, temperatur və çatın aralanma dərəcəsinin başlanğıc təzyiq qradienti və təzyiqin bərpa müddətinə təsirinin qiymətləndirilməsi tədqiq edilmişdir.

Məlum olmuşdur ki, qyunun çat modelinin mərkəzindən olan məsafəsinin  $R$  (injeksiyada-quyudan olan məsafə) artması ilə təzyiqin bərpa müddəti artır. Tədqiqat nəticələrinin analizi  $R$  bütün qiymətlərində təzyiqin bərpa müddətinin istismar prosesində injeksiya prosesinə nisbətən çox olduğunu göstərir.

Qeyd edək ki, istismar və injeksiya proseslərində təzyiqin bərpa müddətinin azalması müstəvi-radial çatlarda mayenin hərəkət sürətinin qiymət və istiqamətinin dəyişməsi ilə əlaqədardır.

**Beşinci fəsil** qeyri-Nyuton neftin müstəvi-radial mikroçatlardan su və PAA məhlulu ilə sıxışdırılmasında neftvermə əmsalının eksperimental tədqiqinə həsr edilmişdir. Çatlı neft yataqlarının işlənmə proseslərinə çatın aralanma dərəcəsinin təsiri qiymətləndirilmişdir.

Birinci paragrafda eksperimentin aparılması metodikası tədqiq edilir.

İkinci paragrafda qeyri-Nyuton neftin müstəvi-radial çatlardan su və polimer məhlulu ilə sıxışdırılmasında təzyiqin dəyişməsinin neftvermə əmsalına təsiri tədqiq edilir. Tədqiqat məlumatlarının təhlili göstərir ki, çatda təzyiqlər fərqi artması ilə neftvermə əmsalı azalır. Bu neftin sıxışdırılmasında böyük təzyiqlər fərqi, suyun sıxışdırılan neftin arasından sürüşüb keçməsi ilə izah edilir. Eksperimental

tədqiqatlar göstərir ki, çatın aralanma dərəcəsi  $h < h_{kp}$  olduqda sıxışdırma sürəti azaldıqca sıxışdırma prosesi daha səmərəli olur və porşenlə sıxışdırma prosesinə yaxınlaşır.

Üçüncü paraqrafda neftin müstəvi-radial çatlardan su və polimer məhlulu ilə sıxışdırılmasında çatın aralanma dərəcəsinin neftvermə əmsalına təsiri şərh edilmişdir.

Qeyri-Nyuton neftin müstəvi-radial çatlardan sıxışdırılmasında çatın aralanma dərəcəsinin və təzyiqlər fərqi artması ilə neftvermə əmsalının azalması müşahidə edilir və 303 və 313K temperaturlarda uyğun olaraq, çatın aralanma dərəcəsinin 160 və 180 mkm olduqda  $h$ -dan asılı olmur, təzyiqlər fərqi və çatın aralanma dərəcəsinin artması ilə neftvermə əmsalı azalır, yəni çatın aralanma dərəcəsinin böyük qiymətlərində sıxışdırılan mayenin anomal xassələrinin azalması suyun sürətlə nefti yarıb keçməsilə izah edilir.

Dördüncü paraqrafda müstəvi-radial çatlarda neftin sıxışdırılma prosesinin eksperimental tədqiqat məlumatlarının emalı aparılmışdır.

Eksperimental tədqiqat məlumatlarına əsasən müəyyən edilmişdir ki, müstəvi-radial çatda sıxışdırılan neftin həcmi təzyiq qradienti  $\Delta P/R$ , çatda olan neftin başlanğıc həcmindən  $V_m$ , çata vurulan işçi agentin həcmindən  $V_e$ , çatın aralanma dərəcəsi  $h$ , neftin başlanğıc toxunan gərginliyindən  $\tau_0$ , struktur özlülüyündən  $\mu_h$  və qeyri-Nyuton neftin  $h > h_{kp}$  olduqda müstəvi-radial çatda təyin edilmiş özlülüyündən  $\mu_{kp}$  asılıdır.

$\pi$  teoreminə əsasən, aşağıdakı ölçüsüz parametrlər alınmışdır:  $\Pi_1 = V_n/V_m = \alpha$  sıxışdırma əmsalı,  $\Pi_2 = \Delta P \sqrt[3]{V_m} / \tau_0 \cdot R$  özlü plastik mayelər üçün Laqranj parametrinə analoji olan parametr;  $\Pi_3 = h / \sqrt[3]{V_m}$  çatın xarakterik ölçüləri;  $\Pi_4 = \mu_h / \mu_{kp}$  özlülüklər nisbəti;  $\Pi_5 = V_e / V_m$  çata vurulan su həcmi, çatda başlanğıcda olan neftin həcmi nisbəti asılılığı aşağıdakı kimidir:

$$\alpha = \alpha(\Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5). \quad (22)$$

Müəyyən olunmuşdur ki,  $\Pi_2$  qiymətinin artması ilə neftvermə əmsalı azalır və  $\Pi_2$  müəyyən qiymətindən sonra sabit qalır. Maye və mikroçat arasında qarşılıqlı təsir şəraitində  $\Pi_2$  parametrinin verilmiş qiymətində çatın aralanma dərəcəsinin azalması ilə sıxışdırma əmsalı artır.

Bu  $h \leq h_{kp}$  hallarda maye üçün Jamen effektinin analoqu, mikroçat effertinin təsiri aşkar olaraq yarandığından, çatın aralanma dərəcəsinin azalması ilə sıxışdırma əmsalı artır. Mikroçat effektinin təsiri altında maye strukturunun dəyişməsi və çatın divarlarına sürtünməsi hesabına maye axınının xassələrinin dəyişilməsi baş verir. Bu sıxışdırılan mayenin anomal xassələrinin güclənməsini, başqa sözlə, mayenin başlanğıc toxunan gərginliyi və struktur özlülüyünün artmasını təmin edir. Göstərilən effekt “maye-çat” sistemində yalnız  $h \leq h_{kp}$  olduqda özünü göstərir.  $h > h_{kp}$  olduqda isə göstərilən effekt itir, maye əvvəlki halını saxlayır və sıxışdırma əmsalı çatın aralanma dərəcəsindən asılı olmur.

Eyni şəraitdə  $\Pi_3$  artması ilə sıxışdırma əmsalı azalır və 303 və 313K temperaturlarda uyğun olaraq, çatın aralanma dərəcəsinin 160 və 180 mkm qiymətərində  $h$ -dan asılı olmur.

Qeyd edək ki, “mikroçat-maye” sistemində mikroçat effektinin aşkar təsir şəraitində ( $h < h_{kp}$  olduqda) mayenin struktur mexaniki xassələri çatın aralanma dərəcəsindən asılı olur. Beləliklə,  $\Pi_2$  ifadəsində  $\tau_{0kp}$ -in çatın verilməsi ( $h < h_{kp}$  olduqda) aralanma dərəcəsinin qiymətinə uyğun gələn  $\tau_{0h}$  əvəz olunması yolu ilə (22) ifadəsindən  $\Pi_3$  və  $\Pi_4$  parametrlərinin çıxarılması imkanı yaranır.

$$\alpha = \alpha(\Delta P \sqrt[3]{V_m} / \tau_{0h} \cdot R) = \alpha(\Pi_2^*) \quad (23)$$

Eksperimental tədqiqat məlumatlarının nəticələrinin  $\alpha = f(\Pi_2^*)$  koordinatlarında emalı şəkil 4-də göstərilmişdir. Şəkil 4-dən görünür ki, çatın müxtəlif qiymətləri üçün əyriyə bənzər bütün nöqtələri bir əyri üzərində yaxşı yığılır (şəkil 4 əyri 1).

Qeyri-Nyuton neftin PAA polimer məhlulu ilə çatdan müxtəlif təzyiqlər fərqi və çatın aralanma dərəcəsində sıxışdırılmasının eksperimental tədqiqat nəticələrinin analoji olaraq (23) asılılığı əsasında emalı edilmişdir (Şəkil 4 əyri 2).

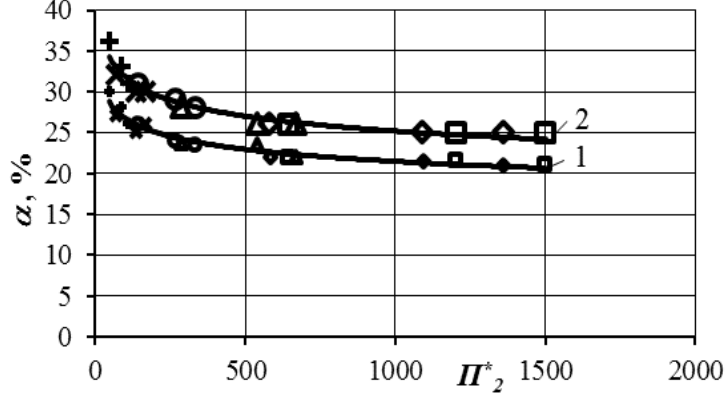
Şəkil 4-dən görünür ki, təcrübə məlumatlarının  $\alpha$  və  $\Pi_2^*$  koordinatlarında işlənməsi eyni şəraitdə qeyri-Nyuton neftin polimer məhlulu ilə sıxışdırılmasında sıxışdırma əmsalı həmin neftin su ilə sıxışdırma əmsalına nisbətən 16-18% çoxdur.

Neftin su və polimer məhlulu ilə sıxışdırılmasında uyğun olaraq aşağıdakı riyazi modellər alınmışdır.

$$\alpha = 34 - \Pi_2^* / (7,0526 + 0,0739 \cdot \Pi_2^*) \quad (24)$$

$$\alpha = 40 - \Pi_2^* / (6,179 + 0,062 \cdot \Pi_2^*) \quad (25)$$

Beləliklə, qeyri- Nyuton neftlərinin müstəvi-radial çatlardan su və polimer məhlulu ilə sıxışdırılmasında neftvermə əmsalının  $\alpha$  təyinedici ölçüsüz  $\Pi_2^*$  parametridən asılılığı müəyyən edilmişdir. Alınmış riyazi modellər qeyri-Nyuton neftlərinin çatlı laylardan su və polimer məhlulu ilə sıxışdırılması proseslərinin keyfiyyətə təhlili üçün istifadə edilə bilər.



Şəkil.4. Qeyri- Nyuton neftin su (əyri 1) və polimer məhlulu (əyri 2) ilə sıxışdırılmasında  $\alpha$  və  $\Pi_2^*$  asılılıqları  $T=303K$ :  $h$  qiymətləri, mkm:

+ – 60; x – 90; ○ – 120; ▲ – 160; ◆ – 180; ■ – 240

Beşinci paragrafda çatlı kollektorlarda çatlı layların işlənmə prosesinə çatın aralanma dərəcəsinin təsirinə bəzi qiymətləndirilmələri şərh edilir.

Muradxanlı neft yatağının №10 sayılı quyunun tədqiqat nəticələrinin işlənməsində çatlı layların quyudibi zonada çatın aralanma dərəcəsinin və keçiriciliyinin şərh olunan metodika ilə hesablanma ardıcılığına baxılmışdır.

Təcrübi tədqiqat nəticələrinin emalı SOCAR-ın “Azneft” İB tərəfindən istehsalatda tətbiqi üçün təsdiq edilmiş “Çatlı Nyuton və qeyri-Nyuton neft yataqlarının işlənməsi haqqında metodik rəhbərlik”-nin işlənməsinə imkan vermişdir (tətbiq aktı dissertasiyaya əlavələrdə verilmişdir). İşlənmiş metodiki rəhbərliyin istehsalata tətbiqindən alınan illik iqtisadi səmərə 1029840,7 manat təşkil edir.

## NƏTİCƏLƏR

1. Nyuton və qeyri-Nyuton mayelərinin çatlı kanallarda hərəkətinin ekperimental öyrənilməsi və emalı əsasında çatlarda maye mexanikasının əsasları və onların çatlı-süxurlu neft yataqlarının işlənməsinə tətbiqi işlənmişdir.

2. Çatlı kanallarda mayelərin mexanikasının əsas nəticələri:

2.1. Nyuton mayelərinin çatın aralanma dərəcəsinin  $h \leq h_{kp}$  qiymətində hərəkəti zamanı mikroçat-maye sistemində qeyri-Nyuton xassəsi yaranır, qeyri-Nyuton mayeləri üçün isə qeyri-Nyuton xassəsi güclənmiş olur, mikroçat-maye sistemində qeyd edilən effekt yalnız çatın aralanma dərəcəsinin  $h \leq h_{kp}$  qiymətində öz təsirini göstərir;

2.2. çatın kritik qiyməti su üçün 293 və 303K temperaturlarda uyğun olaraq, 35 və 30 mkm və qeyri-Nyuton nefti üçün isə 303K temperaturda 180 mkm təşkil edir

2.3. havadan və ya qazdan təmizlənmiş bircinsli mayelər üçün alınmış mikroçat effekti Jamen effektinin analoqudur və mikroçatlarda mayelərin axınında məlum Jamen effektini daha da çox gücləndirmiş olar.

2.4. Nyuton və qeyri-Nyuton mayeləri üçün müstəvi-radial çatlarda hərəkəti zamanı 293 və 303K temperaturlarda

$$\frac{\tau_{oh}}{\tau_{o\max}} = f\left(\frac{h}{h_{kp}}\right), \frac{\mu_h}{\mu_{kp}} = f\left(\frac{h}{h_{kp}}\right), \frac{\tau_{oh}}{\tau_{o\max}} = f\left(\frac{\mu_h}{\mu_{kp}}\right),$$
$$\frac{\tau_{oh}}{\tau_{o\max}} = f\left(\frac{\mu_h}{\mu_{kp}}\right), \frac{\tau_{oh}}{\tau_{okp}} = f\left(\frac{\mu_h}{\mu_{kp}}\right) \text{ и } \frac{\tau_{oh}}{\tau_{okp}} = f\left(\frac{h}{h_{kp}}\right);$$

empirik ölçüsüz nisbi asılılıqlar alınmışdır;

2.5. məlum olmuşdur ki, mayelərin çatlarda hərəkəti zamanı təzyiqin baxılan hədlərdə dəyişməsi onun reofiziki parametrlərinə təsir etmir;

2.6. mayelərin düzbucaqlı və müstəvi-radial çatlarda hərəkətinin nəzəri-eksperimental tədqiqi və yeni metodla emalı əsasında maye sərfi və sürətinin paylanması təyin etmək üçün  $h \leq h_{kp}$  halında asılılıqlar alınmışdır;

2.7. təzyiqin bərpa əyriləri maye axını olan və maye axını olmayan hallarda çatın aralanma dərəcəsinin böyük hədlərdə dəyişməsinə alınan nəticələr  $h \geq h_{kp}$  olduqda aşağıdakıları göstərmişdir;

-Nyuton neftləri üçün başlanğıc təzyiq qradiyenti praktiki olaraq itir;  
-qeyri-Nyuton neftləri üçün başlanğıc təzyiq qradiyenti adi şəraitdə, malik olduğu qiyməti qalır.

3.Çatlı kanallarda mayelərin mexanikasının əsasları və çatlı süxurlu neft yataqlarının işlənməsinə tətbiqi.

3.1.müəyyən edilmişdir ki, injeksiya və istismar proseslərində laya və quyudibi zonaya güclü enerjili təsir metodları çatlı özlü və anomal neft-qaz yataqlarının çatlarının aralanma dərəcəsinin  $h < h_{kp}$ -dən  $h \geq h_{kp}$ -ə qədər artmasını təmin etməlidir;

3.2.alınmış eksperimental ifadələr əsasında indikator əyrilərinin xüsusiyyətləri çatın müxtəlif aralanma dərəcəsinə keyfiyyətə qiymətləndirilmiş və məlum olmuşdur ki, Nyuton və qeyri-Nyuton mayelərinin müstəvi-radial çatlarda hərəkətində indikator əyrilərinə ətalət müqavimətinin təsiri xüsusilə  $h < h_{kp}$  olduqda xarakterikdir;

3.3. $\varepsilon/\varepsilon_{kp}$ ,  $k/k_{kp}$ ,  $k \cdot \mu_{kp}/k_{kp} \cdot \mu_h$  ifadələri üçün  $h/h_{kp}$ -dan və həmcinin  $Q \cdot \mu_h / \Delta P \cdot h^3_{kp}$  və ifadəsinin  $\sqrt{k}/h_{kp}$  – dən asılı olaraq. riyazi modelləri alınmış və mayelərin müstəvi-radial çatlarda qərarlaşmış hərəkətində çatın aralanma dərəcəsinin, quyudibi zonanın keçiriciliyinin və mayenin lay şəraitində özlülüyünün təyini metodikasını işlənməmişdir ki, bunlar da laya müxtəlif təsirlərin səmərəliliyinin yüksəldilməsi üçün böyük əhəmiyyət daşımaqla yanaşı, əməliyyatların səmərəliliyini proqnozlaşdırmağa, həmçinin əsassız tədbirlərin aparılmamasına imkan verir;

3.4. müəyyən edilmişdir ki, çatlı kollektorların Nyuton və qeyri-Nyuton mayelər ilə işlənməsində mayelərin mexaniki xassələri qidalanma konturu radiusundan  $R$  asılı olaraq böyük hədlərdə dəyişir;

3.5.injeksiya quyularında prosesin effektivliyini xarakterizə edən mayenin vurma təzyiqinin qiymətinin və istiqamətinin düzgün seçilməsi, qidalanma konturu məsafəsindən  $R$  asılı olaraq layın istənilən nöqtəsində təzyiqin qiymətinin təyini və layın sulaşdırılmasında lay təzyiqinin saxlanılmasının səmərəli metodunun seçilməsi, həmçinin çatlı layların maksimum maye qəbulu və maksimum maye veriminin təyini imkanları müəyyən edilmişdir;

3.6.İnjeksiya və istismar proseslərində mayelərin müstəvi-radial çatlarda qərarlaşmamış hərəkətində çatın müxtəlif aralanma dərəcəsinə başlanğıc təzyiq qradiyenti və təzyiqin bərpa müddəti qiymətləndirilmiş,

çatlı layların Nyuton və qeyri-Nyuton mayeləri ilə işlənməsində çatın aralanma dərəcəsinin qiymətindən asılı olaraq, başlanğıc təzyiq qradiyenti və təzyiqin bərpa müddətinin böyük hədlərdə dəyişməsi məlum olmuşdur;

3.7.injeksiya və istismar proseslərində Nyuton və qeyri-Nyuton mayelərin müstəvi-radial çatlarda qərarlaşmamış hərəkətində, təzyiqin artması təzyiqin bərpa müddətinin azalmasına səbəb olur:

3.8.injeksiya və istismar proseslərində Nyuton və qeyri-Nyuton mayelərinin müstəvi-radial çatlarda qərarlaşmamış hərəkətində lay parametrlərini və həmçinin mayelərin reofiziki parametrlərini təyin etmək üçün  $\tau_{oh}t / \mu_h$  ifadəsinin  $h/h_{kp}$  - dən asılı olan riyazi modelləri alınmışdır;

3.9.Qeyri-Nyuton neftlərinin su və polimer məhlulu ilə sıxışdırılmasının eksperimental tədqiqi aşağıdakı nəticələri göstərir:

3.9.1.neftvermə əmsalını qeyri-Nyuton neftlərinin müxtəlif sıxışdırıcı agentlərlə sıxışdırılmasında prosesi tam xarakterizə edən Laqranj parametrinə analoju olan, yalnız bir  $\Pi_2^* = \Delta P \sqrt[3]{V_m} / \tau_{oh} \cdot R$  parametri təyin edir;

3.9.2.çatın aralanma dərəcəsinin dəyişməsinin bütün qiymətlərində eksperimental tədqiqatın nəticələri  $\alpha$  и  $\Pi_2^*$  , koordinat sistemində qurulmuş, bütün nöqtələr bir əyri üzərinə yaxşı yığılmışdır və  $\Pi_2^*$  artması ilə son neftvermə əmsalının azalması məlum olmuşdur;

3.9.3.təqdim edilmiş  $\alpha = \alpha(\Pi_2^*)$  ifadəsi polimerlərin istifadəsinin effektivliyinin kifayət qədər dəqiq qiymətlənilməsinə imkan verir. Müəyyən olunmuşdur ki, qeyri-Nyuton neftinin çatlardan polimer məhlulu ilə sıxışdırılmasında sıxışdırma əmsalı həmin neftin su ilə sıxışdırılmasına nisbətən 16-18 % çoxdur;

3.9.4.Qeyri-Nyuton neftlərinin müstəvi-radial çatlardan su və polimer məhlulu ilə sıxışdırılmasında sıxışdırma əmsalını qiymətləndirmək üçün çatın aralanma dərəcəsinin geniş intervallarda dəyişməsdən asılı olan riyazi modellər alınmışdır;

3.10. Qeyri-Nyuton neftlərinin müstəvi-radial çatlardan müxtəlif sıxışdırıcı agentlərlə sıxışdırılmasında təyinedici  $II_2^* < 50$  parametrinin həddində sıxışdırma əmsalı ən böyük olar;

3.11. Alınmış nəticələr əsasında SOCAR-ın "Azneft" İB tərəfindən təsdiq edilmiş "Çatlı Nyuton və qeyri-Nyuton neft yataqlarının işlənməsi haqqında metodik rəhbərlik" işlənmiş və onun tədbiqindən alınan illik iqtisadi səmərə 1029840,7 manat təşkil etmişdir.

4. Neftli laylarında mövcud catların aralanma dərəcəsinin ölçülərini laydakı neftlərə aid kritik ölçülərdən böyük olmasını təmin etmək üçün quyudibi zonaya güclü ultra, hidrodinamik, akustik və başqa dalğalarla təsir məqsədilə qurğuların hazırlanması məqsədəuyğundur.

**Dissertasiyanın əsas nəticələri aşağıdakı işlərdə nəşr olunmuşdur:**

1. Гурбанов Р.С., Мамедова М.А. Определение раскрытости трещин по данным нестационарного движения жидкостей в тонких щелях // Изв. Вузов, Нефть и газ, 1991, №3, с. 43-47.

2. Гурбанов Р.С., Мамедова М.А. Теоретико-экспериментальный метод изучения движения жидкостей в тонких микротрещинах // Изв. Вузов, Нефть и газ, 1992, №7, с.41-45.

3. Гурбанов Р.С., Мамедова М.А. Об особенностях плоско-радиального движения несжимаемой вязкой жидкости в тонких щелях // Изв. Вузов, Нефть и газ, 1996, № 1-2, с. 53-55.

4. Мамедова М.А. Особенности индикаторных кривых при плоско-радиальном движении несжимаемой вязкой жидкости в тонких щелях / Тезисы докладов научно-технической конференции «Триботехнические проблемы нефтяного оборудования». – Баку. 21-22 февраля, 1996 г. с. 46-47.

5. Мамедова М.А. Некоторые результаты изучения реологических свойств ньютоновских жидкостей при движении в плоско-радиальной щели // Изв. вузов, Нефть и газ, 1997, № 1-2, с.45-46.

6. Мамедова М.А. Обобщение результатов экспериментов по изучению плоско-радиального движения жидкостей в тонких щелях // Изв. вузов, Нефть и газ, 1997, № 5-6, с. 37-39.



7.Мамедова М.А. Оценка раскрытости трещин и реологических параметров жидкостей при их движении в плоскорадиальных щелях // Известия высших технических учебных заведений Азербайджана, АГНА, 1999, с. 26-30.

8.Мамедова М.А. Экспериментальные исследования особенностей индикаторных кривых при плоскорадиальном движении несжимаемой вязкой жидкости в тонких щелях // Труды НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия». Баку: 2005, VI том, с. 214-221.

9.Мамедова М.А. Новый метод изучения радиального движения жидкости в микротрещинах // Известия НАН Азербайджана, Науки о Земле, 2006, №1, с.77-81.

10.Мамедова М.А. Исследование неустановившегося движения жидкости в плоскорадиальных тонких щелях / Сборник тезисов международной научно-практической конференции «ХАЗАРНЕФТГАЗЯТАГ 2006 » 25-26 октября, 2006 г. с. 94–95.

11.Mamedova M.A. Experimental research of flow in flat radial crack and application of received results in ecological problems / Proceeding of The Ninth Baku International Congress on “Energy, Ecology, Economy”. Baku, Azerbaijan Republic, 7-9 June, 2007, pp. 257-261.

12.Мамедова М.А. Исследование неустановившегося движения жидкости в плоскорадиальных тонких щелях // Азербайджанское нефтяное хозяйство. 2007, №2, с. 30-32.

13.Мамедова М.А. Исследование движения несжимаемой вязкой жидкости в плоскорадиальной микротрещине // Азербайджанское нефтяное хозяйство, 2007, №11-12, с.25-28.

14.Мамедова М.А. О влиянии радиуса контура питания на восстановление давления в радиальной микротрещине // Сборник статей. Министерство Образования Азербайджанской Республики, Национальный Нефтяной Комитет Азербайджана, Международная Восточная Нефтяная Академия, Государственная Нефтяная Академия, НИИ «Геотехнологических Проблем Нефти, Газы и Химия» «ХАЗАРНЕФТГАЗЯТАГ 2008 », 2008, с. 20–23.

15.Мамедова М.А. Исследование перераспределения давления в плоскорадиальной микротрещине при движении несжимаемой жидкости // Азербайджанское нефтяное хозяйство, 2009, №.12, с. 40- 43.

16.Мамедова М.А. Экспериментальное исследование движения неньютоновских жидкостей в плоскорадиальной микротрещине // Научное обозрение, 2010, №5, с. 51-57.

17.Мамедова М.А. Экспериментальные исследования нестационарного движения неньютоновской жидкости в плоско-радиальных микротрещинах // Электронный научный журнал. Нефтегазовое дело. 2011, №4, с.133-142. URL: <http://www.ogbus.ru/authors>.

18.Мамедова М.А. Экспериментальное исследование перераспределения давления при движении неньютоновской жидкости в плоскорадиальной микротрещине // Нефтепромысловое дело. М.:– ОАО «ВНИИОЭНГ», 2011, №4, с.17-19.

19.Мамедова М.А. О потенциальном расходе неньютоновских жидкостей в плоскорадиальной микротрещине / Материалы VII Международной научной практической конференции «Образование и наука XXI век-2011» 17-25 октября 2011 г, Том 17, София «Белград» ООД, 2011, с.10-17.

20.Мамедова М.А. Влияние радиуса контура питания на механические свойства неньютоновской жидкости в плоскорадиальной микротрещине // Известия Высших учебных заведений ТГНУ Нефть и газ, 2012, №5, с. 60-64.

21.Мамедова М.А. Исследование влияния радиуса контура питания на процесс восстановления давления неньютоновской жидкости в плоскорадиальной микротрещине //Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. М.:– ОАО «ВНИИОЭНГ», 2012, №9, с.50-53.

22.Мамедова М.А. Исследование параметров призабойной зоны трещинных пластов при установившемся режиме // Нефть, Газ и Бизнес. Информационно-аналитический журнал. 2012, №12, с.39-43.

23. Мамедова М.А. Оценка влияния раскрытости и инерционных сопротивлений трещин на различные параметры призабойной зоны // Сборник статей. Министерство Образования Азербайджанской Республики, Национальный Нефтяной Комитет Азербайджана, Международная Восточная Нефтяная Академия, Государственная Нефтяная Академия, НИИ «Геотехнологических Проблем Нефти, Газа и Химия» «ХАЗАРНЕФТГАЗЯТАГ 2012», 2012, с. 112-120.

24.Мамедова М.А. Исследование индикаторных кривых неньютоновской жидкости при движении в плоскорадиальной микротрещине // Фундаментальные исследования, 2013, №1, с.402 - 407.

25.Мамедова М.А. Об аномальном поведении жидкостей в микротрещине // Нефтепромысловое дело. М.:– ОАО «ВНИИОЭНГ», 2013, №2, с.38-42.

26.Гурбанов Р.С., Мамедова М.А. Методическое руководство по разработке месторождений трещиноватых пород с ньютоновскими и неньютоновскими нефтями. Баку: Издательство АГНА, 2013 г, 62 с.

27.Гурбанов Р.С., Мамедова М.А. Гидродинамические исследования реологических и математических моделей движения жидкостей в каналах микронной толщины и анализ процессов разработки нефтяных месторождений трещиноватых пород / Workshop materials “Azerbaijan and Caspian Sea Oil & Gas Week 2013”. Developments, Strategies and Opportunities in Oil and Gas in Azerbaijan and the Caspian Region. Baku, November 11th -13th, 2013, pp.57-76

28.Мамедова М.А. Экспериментальное исследование процес-са вытеснения неньютоновской нефти в плоскорадиальной трещине // Труды НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия». Баку: 2013, том XII, с. 65-75.

29.Рамазанова Э.Э., Гурбанов Р.С., Мамедова М.А. Особенности разработки месторождений микротрещинных пластов / Международной конференции, посвященной 85-летнему юбилею академика Азада Халил оглы Мирзаджанзаде. «Неньютоновские системы в нефтегазовой отрасли» Баку, 21-22 ноября 2013 г., с.201-202.

30.Мамедова М.А. Новые эффекты нефтегазовой механики и разработка трещинных и низкопроницаемых нефтяных месторождений // Сборник статей. Министерство Образования Азербайджанской Республики, Национальный Нефтяной Комитет Азербайджана, Международная Восточная Нефтяная Академия, Государственная Нефтяная Академия, НИИ «Геотехнологических

Проблем Нефти, Газа и Химия» «ХАЗАРНЕФТГАЗЯТАГ 2014», 2014, с. 92-103.

31. Gurbanov R.S., Mammadova M.A. Rheological peculiarities of fluids flow in microcracked channels // *Mechanika*, 2015, Vol 21, No1, pp.34–39. <http://zurnalas.mechanika.ktu.lt/lang=2>

32. Гурбанов Р.С., Мамедова М.А. Реологические исследования воды в каналах микронной толщины // *Азербайджанское нефтяное хозяйство*, 2015, №3, с. 23-28.

33. Gurbanov R.S., Mammadova M.A. Experimental data generalization of non-newtonian fluids displacement from plane-radial cracks with respect to opening / *Proceedings of The Eighth International Conference on Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System Analysis, Decision and Control. ICSCCW–2015. Antalya, Turkey September 3-4, 2015*, Pp. 241-250. ISBN: 3-933609-8:b-Quadrat Verlaq .86916 Kaufering

34. Мамедова М.А., Гурбанов Р.С. Исследование реологии жидкостей в трещинных и поровых каналах и определение их раскрытости // *Инженерно-физический журнал* 2015, Том 88, №4, с.790-799. (*Mamedova M.A., Gurbanov R.S. Investigation of the Rheology of Fluids in Fracture and Pore Channels and Determination of Their Opening. Journal of Engineering Physics and Thermophysics: Volume 88, Issue 4 (2015), Page 815-824*).

<http://link.springer.com/article/10.1007/s10891-015-1256-9>

35. Mammadova M.A. Hajiyev A.A. Hydrodynamic bases of the enhanced oil recovery of low permeable and cracked strata fields / *Proceedings of The Eighth International Conference on Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System Analysis, Decision and Control. ICSCCW – 2015. Antalya, Turkey September 3-4, 2015*, Pp.251-260. ISBN: 3-933609-8: b-Quadrat Verlaq .86916 Kaufering.

36. Гурбанов Р.С., Мамедова М.А., Гурбанова Т.Н. Разработка способа уплотнения зазора насоса продукцией скважины // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 5/1 (77) 2015, с.59-62.

37. Zeinalova L.M., Mammadova M.A. Decision making on oil extraction under Z- information / *Proceedings of The 12th International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing, ICAFS 2016, 29-30 August 2016, Vienna, Austria. Publishing House of ELSEVIER B.V. Company, 2016, The Netherlands.*

38.Gurbanov R.S., Mammadova M.A., Hajiyev A.A. The creation of fluid and gas mechanics basis in the micro-cracked channels// Science and Applied Engineering Quarterly. ISSUE-09 SAEQ, Pp.4-7, JULY·AUG·SEPT 2016. Published in the UK, London.

39.Рамазанова Э.Э., Гурбанов Р.С., Мамедова М.А. Микротрещинный эффект и коэффициент нефтеотдачи/Сборник тезисов Международной научно-технической конференции, посвященная памяти академика А.Х. Мирзаджанзаде, г.Уфа, 16-18 ноября 2016 года, с.285-291.

40.Gurbanov R.S., Mammadova M.A. Hydromechanical substantiation of the microcrack-fluid effect//Mechanika. 2016 Volume 22(6): 483–488.

41.Мамедова М.А., Гурбанов Р.С. Новый неньютоновский состав–микротрещинная система //Сборник статей. Министерство Образования Азербайджанской Республики, Национальный Нефтяной Комитет Азербайджана, Международная Восточная Нефтяная Академия, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, НИИ «Геотехнологических Проблем Нефти, Газа и Химия» «ХАЗАРНЕФТГАЗЯТАГ 2016», 2016, с.186-195.

**МАЛЕЙКА АГАМОГЛАН КЫЗЫ МАМЕДОВА**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ**  
**ОСОБЕННОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ В**  
**МИКРОТРЕЩИННЫХ КАНАЛАХ, НОВЫЕ ПОДХОДЫ К**  
**РАЗРАБОТКЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**  
**ТРЕЩИННЫХ ПОРОД.**

**АННОТАЦИЯ**

На основе экспериментальных исследований и теоретических обобщений движения ньютоновских и неньютоновских жидкостей в микротрещинных каналах разработаны основы механики жидкостей в трещинах и их применение при разработке нефтяных месторождений трещиноватых пород. Впервые экспериментально было выявлено, что причиной проявления аномальных свойств вязких жидкостей, и в частности воды, и усиление этих свойств для аномальных жидкостей в трещинах является новый микротрещинный эффект системы «микротрещина-жидкость» -аналог эффекта Жамена в пористой среде. Для осуществления процесса разработки трещиноватых месторождений рекомендуется учесть выявленный микротрещинный эффект в системе «микротрещина-жидкость».

Получены математические модели для реофизических параметров ньютоновских и неньютоновских жидкостей от раскрытости микротрещины. Разработана методика оценки раскрытости трещин, проницаемости ПЗС и вязкости жидкостей в пласте на основе экспериментального исследования установившегося и неуставившегося движения ньютоновских и неньютоновских жидкостей в плоскорадиальной трещине.

По вытеснению неньютоновской нефти из плоскорадиальных микротрещин водой и раствором полимерами ПАА, изучено влияние величины изменения давления и раскрытости трещин на коэффициент нефтеотдачи. Получены математические модели для оценки коэффициента вытеснения неньютоновских нефтей водой и раствором ПАА для широкого диапазона изменения раскрытости плоскорадиальной микротрещины. На основе полученных результатов разработано «Методическое руководство по разработке месторождений трещиноватых пород с ньютоновскими и неньютоновскими нефтями», введенное приказом SOCAR ПО «Азнефть». Годовой экономический эффект от внедрения разработанной методики составляет 1029840,7 манат.

**MALEYKA AGAMOGLAN GYZY MAMMADOVA**  
**RESEARCH OF THE HYDRODYNAMIC**  
**PECULIARITIES OF THE FLUID MOTIONS IN THE**  
**MICRO-CRACKED CHANNELS, NEW APPROACHES**  
**TO THE DEVELOPMENT OF OIL AND GAS FIELDS OF**  
**THE FRACTURED ROCKS**

**ABSTRACT**

The fluids mechanics foundations in the cracks and their use during the oil fields development of the fractured rocks have been developed on the basis of the experimental investigations and theoretical generalizations of the Newtonian and non-Newtonian fluids motions in the micro-cracked channels. Firstly it has experimentally been revealed that the reason of the anomalous properties manifestation of the viscous fluids, particularly water and these properties strengthening for anomalous fluids in the cracks is new micro-cracked effect of “microcrack-fluid” system-Jamin effect analog in the porous medium. For realization of the fractured fields development process it is recommended taking into consideration the detected micro-cracked effect in “microcrack-fluid” system.

It has been obtained mathematically the models for rheophysical parameters of Newtonian and non-Newtonian fluids from microcrack opening. It has been developed method of the cracks opening assessment, the permeability of BHZ (Bottom-Hole Zone) and fluids viscosity in formation on the basis of experimental research of steady and unsteady motion of Newtonian and non-Newtonian fluids in plane-radial crack.

The influences of the pressure variation value and cracks opening on oil recovery factor have been investigated according to non-Newtonian oil displacement from plane-radial microcracks by water, polymer solution and by PAA (Polyacrilamid). The models for assessment of the non-Newtonian oils displacement efficiency by water and PAA solution for wide range of plane-radial microcrack opening variation have been obtained mathematically.

“The methodological guideline on development of the fractured rocks fields with Newtonian and non-Newtonian oils” introduced by order of SOCAR “Azneft” has been developed on the basis of the obtained results. The annual economic effect from the implementation of the developed method is 1029840.7 manat.

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА  
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ**

*На правах рукописи*

**МАЛЕЙКА АГАМОГЛАН кызы МАМЕДОВА**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ  
ОСОБЕННОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ В  
МИКРОТРЕЩИННЫХ КАНАЛАХ, НОВЫЕ  
ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТРЕЩИННЫХ ПОРОД**

2003.01–Механика жидкости, газа и плазмы

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой  
степени доктора наук по технике

**БАКУ- 2017**