

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

SÜXURLARI MÜRƏKKƏB DEFORMASIYAYA UĞRAYAN NEFT VƏ QAZ YATAQLARININ İŞLƏNİLMƏ GÖSTƏRİCİLƏRİNİN TƏYİNİ ÜSULLARININ İŞLƏNİB HAZIRLANMASI

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

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Bünyad Zinhar oğlu Kazımov**

Elmlər doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2025

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Geologiya və Geofizika və Neft və Qaz İnstitutlarında yerinə yetirilmişdir.

Elmi məsləhətçi:

AMEA-nın müxbir üzvü, texnika elmləri doktoru, professor

Arif Mehdi oğlu Quliyev

Rəsmi opponentlər:

AMEA-nın müxbir üzvü, texnika elmləri doktoru, professor

Qərib İsaq oğlu Calalov

AMEA-nın müxbir üzvü, texnika elmləri doktoru, professor

Qeylani Minhac oğlu Pənahov

Texnika elmləri doktoru, professor

Ramin Rza oğlu Rzayev

Texnika üzrə elmlər doktoru, dosent

Məhəmməd Asaf oğlu Camalbəyov

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

Dissertasiya şurasının sədri: Texnika üzrə elmlər doktoru, dosent

Arif Ələkbər oğlu Süleymanov

Dissertasiya şurasının elmi katibi:

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Yelena Yevgenyevna Şmonçeva

Elmi seminarın sədri:

Texnika elmləri doktoru, professor

Arif Mikayıl oğlu Məmməd-zadə

İmzaları təsdiq edirəm

ADNSU-nun Elm Ekspert Katibi

t.e.n., dosent



İŞİN ÜMUMİ SƏCIYYƏSİ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Dərin yatıma malik neft və qaz yataqları yüksək lay təzyiqi və temperaturla səciyyələnir ki, onların neftli-qazlı kollektorları işlənilmə prosesində xətti-elastiki deformasiyadan fərqli mürəkkəb səciyyəli deformasiyaya məruz qalırlar. Hal-hazırda bir çox eksperiment və mədən tədqiqatları toplanmışdır ki, bu tədqiqat məlumatları yüksək termobarik şəraitlərə malik neftli-qazlı kollektorların qeyri-elastiki deformasiyaya məruz qaldığını sübut edir. Bununla yanaşı, elmi ədəbiyyatda bildirilir ki, süxurların məruz qaldığı belə qeyri-elastiki deformasiyalar adətən reoloji səciyyə daşıya bilər. Belə ki, dərində yerləşən neft və qaz yataqlarının süxur-kollektorları yüksək geostatik təzyiq altında olduğundan, onları təşkil edən və özündə flüid (neft, qaz, su) saxlayan doymuş məsamə mühiti, eləcə də bərk süxur dənəcikləri yüksək dərəcəli gərginlik vəziyyətində olurlar. Həmin süxurları qeyd olunan gərginlik vəziyyətli neft və qaz yataqlarının işlənilməsi prosesində lay təzyiqinin azalması nəticəsində məsamələrə və süxur maddəsinə düşən effektiv təzyiq müvafiq surətdə artır ki, bu da, öz növbəsində, süxur dənəciklərinin lay hüdudlarında yenidən paylanmaya məruz qalmasına rəvac verir. Laylarda müntəzəm surətdə baş verən bu yenidənpaylanma prosesləri layın enerji xüsusiyyətlərinə, ilk növbədə, lay təzyiqinin dəyişməsinə kəmiyyət və keyfiyyətə mühüm təsir göstərir. Lay təzyiqinin dəyişmə xüsusiyyətləri isə, öz növbəsində, işlənmənin digər təbii-texnoloji göstəricilərinə təsir göstərir ki, bu da son nəticədə dərin yatımlı neft və qaz yatağının ehtiyatının mənimsənilməsi prosesinin layihələndirilməsi zamanı onları təşkil edən süxurların mürəkkəb gərginlikli-deformasiya vəziyyətinin nəzərə alınmasını zəruri edir.

Bu zəruriliklə əlaqədar olaraq, dərin yatımlı neft və qaz yataqlarının işlənilmə məsələlərinin süxur-kollektorların qeyri-elastiki, mürəkkəb səciyyəli deformasiya xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla tədqiqi və müvafiq hesablama üsullarının yaradılması belə yataqların ümumi yataqlar arasında xüsusi çəkisinin getdikcə artdığı hazırkı şərait üçün xüsusi elmi-təcrübi əhəmiyyətli aktual məsələlərdən hesab edilir.

Süxurların məruz qaldığı reoloji səciyyəli qeyri-elastiki deformasiyaları çərçivəsində yataqların işlənilməsi ilə bağlı tədqiqat məsələlərinin araşdırılmasına xüsusən son dövrlərdə xeyli elmi-tədqiqat işləri həsr edilmiş və bu işlərdə müxtəlif hallara uyğun bir sıra nəticələr əldə edilmişdir. Bu istiqamətlər üzrə tədqiqatların ayrı-ayrı texnoloji şəraitlərə uyğun aparılmasına olan zərurət hal-hazırda da özünü göstərməkdədir.

Qeyd olunanlarla əlaqədar olaraq, dissertasiya işi süxurların qeyd edilən xüsusiyyətlərə malik mürəkkəb gərginlikli-deformasiya vəziyyətini nəzərə almaqla neft və qaz yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin təyini üzrə ayrı-ayrı texnoloji şərtlər çərçivəsində qoyulmuş müxtəlif səpkili işlənilmə məsələlərinin həllərinin alınmasına, bu həllər əsasında zəruri qiymətləndirmələrin aparılmasına və müvafiq nəticələrin formulə edilməsinə həsr edilmişdir. Dissertasiya işində müəllif tərəfindən əldə olunmuş müvafiq tədqiqat nəticələri öz əksini tapmışdır.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Tədqiqatın obyektı – süxurları termobarik şəraitin təsiri nəticəsində mürəkkəb səciyyəli deformasiyalara məruz qalan neft və qaz yataqları; Tədqiqatın predmeti – süxurları mürəkkəb səciyyəli deformasiyaya məruz qalan neft və qaz yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin təyini

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Tədqiqatın məqsədi tükənmə rejimi şəraitində süxurları relaksasiyalı və sürüngəclı təbiətə malik qeyri-elastiki deformasiyalara uğrayan neft, qaz və qazneft yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin təyininə imkan verən hesablama üsullarının işlənib hazırlanmasından ibarətdir.

Nəzərdə tutulan məqsədə nail olmaq nəzərdə tutulan tədqiqat məsələlərinə müvafiq olaraq aşağıdakı tədqiqat vəzifələri müəyyən edilmişdir:

1. Süxurları relaksasiyalı və sürüngəclı deformasiyaya uğrayan neft və qaz yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin izotermik və qeyri-izotermik şəraitlərə uyğun ədədi modelləşdirilmə əsasında təyini üsullarının yaradılması.

2. Süxurları relaksasiyalı və sürüngəclı deformasiyaya uğrayan neft, qaz və qazneft yataqlarının müxtəlif texnoloji və geoloji-fiziki hallara (konturaxası su zonasının aktivliyi, qazın seqreqasiyası, neft-

qaz sərhəddinin tərpənməzliyi və hərəkətliliyi və s.) nəzərə alınmaqla uyğun işlənmə göstəricilərinin təqribi təyini üsullarının yaradılması.

3. Süxurları relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiyalara uğrayan neft və qaz yataqlarının süzülmə-tutum və reoloji deformasiya parametrlərinin işlənmə məlumatları və quyuların tədqiqat məlumatları əsasında təyini üsullarının yaradılması.

4. Süxurların relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiyalarının neft və qaz yataqlarının ehtiyatlarının təyində nəzərə alınması imkanlarının tədqiqi.

Tədqiqat metodları. Qoyulmuş məsələlər məsaməli mühitdə maye və qazın süzülmə proseslərinin bir və ikiölçülü məsələlərinin həllində geniş istifadə olunan ədədi və analitik riyazi üsullardan, lay və quyuların tədqiqat məlumatlarının variasiyalı və qrafiki-analitik interpretasiya üsullarından istifadə edilməklə həll olunmuşdur.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar.

1. Süxurları relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiyaya uğrayan neft və qaz yataqlarının işlənmə göstəricilərinin izotermik və qeyri-izotermik şəraitlərə uyğun ədədi modelləşdirilmə əsasında təyini.

2. Süxurları relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiyaya uğrayan neft, qaz və qazneft yataqlarının müxtəlif texnoloji və geoloji-fiziki hallara uyğun işlənmə göstəricilərinin təqribi təyini.

3. Süxurları relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiyalara uğrayan neft və qaz yataqlarının süzülmə-tutum və reoloji deformasiya parametrlərinin işlənmə məlumatları və quyuların tədqiqat məlumatları əsasında təyini.

Tədqiqatın elmi yeniliyi.

1. Süxurları relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiyaya uğrayan neft və qaz yataqlarının işlənmə göstəricilərinin izotermik və qeyri-izotermik şəraitlərə uyğun ədədi modelləşdirilmə əsasında təyini üsulları yaradılmışdır;

2. Süxurları relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiyaya uğrayan neft, qaz və qazneft yataqlarının müxtəlif texnoloji və geoloji-fiziki hallara uyğun işlənmə göstəricilərinin təqribi təyini üsulları yaradılmışdır;

3. Süxurları relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiyalara uğrayan neft və qaz yataqlarının süzülmə-tutum və reoloji deformasiya

parametrlərinin işlənmə məlumatları və quyuların tədqiqat məlumatları əsasında təyini üsulları yaradılmışdır;

4. Dərin yatımlı neft və qaz yataqlarının səmərəli mənim-sənilməsinin təmin edilməsi məqsədilə süxurların reoloji səciyyəli qeyri-elastiki deformasiya xüsusiyyəti nəzərə alınmaqla balans ehtiyatının qiymətləndirilməsi proseduru işlənmiş və konkret yataq timsalında realizə olunmaqla onun praktiki istifadə imkanları əsaslandırılmışdır.

5. İşlənmiş təyin üsulları üzrə aparılmış hipotetik hesablamə eksperimentləri əsasında süxurların reologiyasının neft, qaz və qaz-neft yataqlarının texnoloji və geoloji-fiziki hallar çərçivəsində işlənmə göstəricilərinə keyfiyyət və kəmiyyət etibarilə təsir xüsusiyyətləri aydınlaşdırılmış və bunun bazasında bir sıra nəzəri-təcrübi əhəmiyyət xarakterli hesablamə nəticələri əldə edilmişdir, o cümlədən müəyyən edilmişdir ki:

- İlk lay təzyiqinin qiymətinin artması süxurların reoloji xüsusiyyətlərinin yataqların işlənmə göstəricilərinə təsirini artırır.

- Süxurların relaksasiyalı deformasiyasının neft yataqlarının işlənmə göstəricilərinə nəzərən qaz yataqlarının işlənmə göstəricilərinə təsiri qazın daha çox dərəcədə sıxılma və elastiki xüsusiyyətlər kəsb etməsi səbəbindən az olur.

- Süxurların relaksasiyalı deformasiyası şəraitində elastiki deformasiya şəriti ilə müqayisədə lay təzyiqinin azalması yüksək templə, sürüngəclı deformasiyası şəraitində isə yavaş templə baş verir ki, bu da yataqların istismar imkanlarına kəmiyyət və keyfiyyət etibarilə öz adekvat təsirini göstərmiş olur.

- Elastiki deformasiyalı laylarda seqreqasiya prosesi nəticəsində qaz papağının əmələ gəlməsi sürüngəclı laylara nisbətən sürətlə, relaksasiyalı deformasiya olunan laylara nisbətən isə yavaş baş verir. Qazın seqreqasiyası şəraitində sürüngəc deformasiyalı laylarda son neftvermə əmsalı elastiki deformasiyalı laylara nəzərən daha yüksək olur. Qazın seqreqasiyası şəraitinin elastiki deformasiyalı laylarda son neftvermə əmsalının qiymətinə təsiri daha əhəmiyyətli səviyyə təşkil edir.

- Layda qazlı neftin axınının qeyri-izotermikliyi şəraitində süxurların elastiki və reoloji xüsusiyyətlərinin özünü ifadə etməsi

şəraitlərində quyudibi təzyiqin azalma tempi axının izotermikliyi şəraiti ilə müqayisədə yavaşdır və temperaturun qiymətləri süxurların elastiki deformasiyası ilə müqayisədə relaksasiyalı süxurlarda az, sürüngəcli süxurlarda isə çox olur.

- Sürüngəcli deformasiyalı layda temperaturun dəyişməsi nəticəsində keçiriciliyin quyudibindəki qiymətləri kontur qiymətlərindən çox olur. Bu da süxurları sürüngəcli deformasiyaya malik olan laylarda temperaturun azalmasının quyudibində daha çox dərəcədə baş verməsi ilə əlaqədar olur.

- Süxurları elastiki deformasiyaya uğrayan layda neftli hissənin həcmnin genişlənməsi (artması) həm qazın bir hissədən digərinə keçməsi nəzərə alındıqda, həm də alınmadıqda süxurları relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan layda olduğuna nisbətən daha sürətlə baş verir. Hər iki deformasiya şəraitli layda qazın bir hissədən digərinə keçməsi nəzərə alındıqda neftli hissənin həcmnin artma tempi yavaşdır. İşlənmənin ən son mərhələsini istisna etməklə, neftli hissənin həcmnin artması qazın bir hissədən digər hissəyə keçməsi halında süxurları elastiki deformasiyaya uğrayan yataqlarda daha böyük intervalda baş verir.

- Süxurların sürüngəcli və relaksasiyalı deformasiyası qazın seqreasiyası şəraitində süxurların elastiki deformasiyası ilə müqayisədə qazneft yataqlarının tükənmə rejimində işlənmə göstəricilərinə təsirini azaldır. Süxurun sürüngəcliyi neftli hissənin həcmnin qazlı hissəyə doğru böyüməsini sürətləndirir.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Neft və qaz yataqlarının işlənməsi prosesinin tədqiqində süxurların məruz qaldıqları mürəkkəb gərginlikli-deformasiya vəziyyətinin təsirinin nəzərə alınması məsələsi müasir neftqazçıxarmağın zəruri əhəmiyyət kəsb edən məsələlərindən birini təşkil edir. Bu təsiri nəzərə almaqla neft və qaz yataqlarının texnoloji göstəricilərinin təyini üsullarının təkmilləşdirilməsi dərin yatımlı yataqların işlənməsinin nəzəriyyəsi və təcrübəsinin inkişafı baxımdan böyük praktiki əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, bu üsulların istifadəsi dərin yatımlı neft və qaz yataqlarının tükənmə rejimində işlənməsinin ilkin layihə hesablamalarının və cari analiz qiymətləndirilmələrinin qeyd edilən deformasiya şəraiti nəzərə alınmaqla aparılmasına imkan verər, bununla da

bu yönümdə qəbul edilən müvafiq qərarların təcrübi istifadə nöqtəyindən nəzərdən yüksək dərəcədə etibarlılığını təmin edə bilər. Bu baxımdan yerinə yetirilən tədqiqat işində alınmış nəticələr elmi-tətbiqi xüsusiyyətlərinə görə nəzəri və praktiki əhəmiyyətə malik olan nəticələr kimi səciyyələndirilə bilər.

Əldə edilmiş və tətbiqi cəhətdən realizasiya olunmuş nəticələr süxurları reoloji səciyyəli qeyri-elastiki deformasiya xüsusiyyəti daşıyan dərin yatımlı neft və qaz yataqlarının cari ehtiyat potensialının qiymətləndirilməsi və bu ehtiyat potensialının səmərəli mənimsənilməsi üzrə lay şəraitinə müvafiq adekvat qərarların müəyyən edilməsinə imkan yaradır. İşin bəzi nəticələri “Azneft” İB-nin yataqlarında təcrübi aprobeiasını keçmişdir.

Aprobeiası və tətbiqi. Dissertasiya işinin əsas müddəaları aşağıdakı konfrans, forum, sessiya, iclas və seminarlarda məruzə edilmiş, müvafiq çap materiallarına daxil edilmişdir:

- AzNSETLİ-nin 70 illik yubileyinə həsr olunmuş elmi-təcrübi konfrans (Bakı, 14-15 aprel 1998-ci il);

- Международная научная конференция, посвященной 90-летию со дня рождения Г.Г. Тумашева “Краевые задачи аэрогидромеханики и их приложения” (Россия, Казань, 21-24 ноября 2000 г.);

- Республиканская научная конференция “Математическое моделирование и вычислительный эксперимент”(Узбекистан, Ташкент, 25-27 март 2002 г.);

- Республиканская научная конференция “Современные проблемы информатизации, кибернетики и информационных технологий” (Баку, 28-30 апреля 2003 г.);

- II Республиканская научная конференция "Современные проблемы информатизации, кибернетики и информационных технологий" (Баку, 26-28 октябрь 2004 г.);

- III международная научная конференция (Россия, Махачкала, 24-27 сентября 2007 г.);

- Всероссийский семинар, посвященный столетию Аминова Монгима Шакуровича (Россия, Казань, 4-5 февраля 2008 г.);

- Всероссийский семинар, посвященный столетию П.А. Кузьмина (Россия, Казань, 11-12 ноября 2008 г.);

- Международная конференция “Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий – Аль Хорезми 2009” (Узбекистан, Ташкент, 18-21 сентябрь 2009 г.);
- VI международная научная конференция “Функционально-дифференциальные уравнения и их приложения” (Россия, Махачкала, 21-24 сентября 2009 г.);
- VI республиканская научная конференция молодых учёных и студентов “Современные проблемы математики и вычислительной техники” (Беларусь, Брест, 26-28 ноября 2009 г.);
- III международная научно-практическая конференция “Молодежь и наука: реальность и будущее” (Россия, Невинномысск, 17-20 мая 2010 г.);
- “Cənubi Xəzər Çökəkliyi timsalında aktiv geodinamik şəraitdə geofiziki tədqiqatların səmərəliliyinin artırılması yolları” mövzusunda VII Azərbaycan Beynəlxalq Geofizika Konfransı (Bakı, 11-13 may 2010-ci il);
- XI международная молодежная научная конференция “Севергеоэкотех-2010” (Россия, Ухта, 17-19 март 2010 г.);
- 3rd International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications (Turkey, Ankara, Bilkent University, 22-24 August 2011);
- “Neftçixarmada yeni texnologiyalar” mövzusunda II beynəlxalq elmi-təcrübi konfrans (Bakı, 6-7 sentyabr 2012);
- IV international conference “Problems of cybernetics and informatics” PCİ’2012 (Baku, September 12-14, 2012);
- 34th International Geological Congress “The modern problems of geology and geophysics of Eastern Caucasus and the South Caspian depression” (Australia, Brisbane, August 5-10, 2012);
- Международная научная конференция “Инновационное развитие нефтегазового комплекса Казахстана” (Казахстан, Актау, 25-26 апреля 2013);
- Azərbaycanın ümumilli lideri Heydər Əliyevin 90 illiyinə həsr olunmuş “Fundamental və tətbiqi geologiya elmi: nailiyyətlər, perspektivlər, problemlər və onların həlli yolları” mövzusunda gənc alim və tələbələrin 5-ci beynəlxalq konfransı (Bakı, 14-15 noyabr

2013-cü il);

- Международная научная конференция “Неньютоновские системы в нефтегазовой отрасли”, посвященной 85-летию академика Азада Халил оглы Мирзаджанзаде (Баку, 21-22 ноября 2013 г.);

- 1st International Scientific Conference of young scientists and specialists “The role of multidisciplinary approach in solution of actual problems of fundamental and applied sciences (Earth, Technical and Chemical). (Baku, 15-16 October 2014);

- AMEA-nın 70 illiyinə həsr edilmiş gənc alim və mütəxəssislərin “Akademik elm həftəliyi - 2015” adlı beynəlxalq multidisiplinar forum (Bakı, 2-4 Noyabr 2015);

- Международная научно-практическая конференция “Приоритетные направления развития современной науки” (Россия, Махачкала, 24 февраля 2015 г.);

- Akademik M.T.Abasovun anadan olmasının 90 illiyinə həsr olunmuş “Neft və qaz yataqlarının işlənilməsinin fundamental və tətbiqi problemləri” mövzusunda elmi sessiya (Bakı, 14 oktyabr 2016-cı il);

- “Xəzərneftqazyataq-2016” elmi-təcrübi konfransı (Bakı, 22-23 dekabr 2016-cı il);

- Международная научно-практическая конференция “Современная математика и ее приложения” (Россия, Уфа, 18-20 мая 2017 г.);

- Akademik Azad Mirzəcanzadənin 90 illik yubileyinə həsr edilmiş “Neftqazçıxarmada innovativ texnologiyaların və tətbiqi riyaziyyatın müasir problemləri” mövzusunda beynəlxalq konfrans (Bakı, 13-14 dekabr 2018-ci il);

- Международная научно-практическая конференция “Состояние и перспективы эксплуатации зрелых месторождений” (Казахстан, Актау, 16-17 май 2019 г.);

- Международная научно-практическая конференция “Современные методы разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами и нетрадиционными коллекторами” (Казахстан, Атырау, 5-6 сентября 2019 г.);

- III Международная научно-практическая конференция

“Современное программирование” (Россия, Нижневартовск, 27-29 ноября 2020 г.);

- Международная научно-практическая онлайн конференция на тему: “Современные технологии в науке и образовании”, приуроченной 30-летию Независимости Республики Казахстан (Казахстан, г.Актау, 28 апреля 2021 г.);

- IV Международная научно-практическая конференция на тему “Современное программирование” (Россия, г. Нижневартовск, 08 декабря 2021 г.):

- “Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni informasiya texnologiyaları” mövzusunda IV Respublika elmi konfransı (Sumqayıt, 9 - 10 dekabr 2021-ci il);

- “Riyaziyyatın fundamental problemləri və intellektual texnologiyaların təhsildə tətbiqi” mövzusunda Sumqayıt Dövlət Universitetinin 60 illik yubileyinə həsr olunmuş II Respublika elmi konfransı (Sumqayıt ş., 15-16 dekabr 2022-ci il);

- Azərbaycan xalqının Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin 100-illik yubileyinə həsr edilmiş “Heydər Əliyev və Azərbaycan Neft Strategiyası: neft-qaz geologiyası və geotexnologiyalarında irəliləyişlər” mövzusunda keçirilmiş Beynəlxalq Elmi-Praktiki Konfrans (Bakı, 23-26 may 2023-cü il).

- AMEA Dərin Neft və Qaz Yataqlarının Problemləri İnstitutunun (1995-2003), Geologiya və Geofizika Institutunun (2003-2016) və Neft və Qaz İnstitutunun seksiya, ümumrespublika seminarı və elmi şura iclaslarında (2016-2023).

Alınmış nəticələr aşağıdakı təsərrüfat hesablı işlərin yerinə yetirilməsində tətbiq edilməklə aprobeasiya olunmuşdur:

- “Süxurların relaksasiyalı və sürüşgənli deformasiyasını nəzərə almaqla işlənmə prosesində yataqların neft və qaz ehtiyatlarının təkrar hesablama metodikasının işlənilib hazırlanması” mövzusunda elmi - tədqiqat məhsulunun yaradılması üzrə ARDNŞ “Azneft” İB və AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutu arasında bağlanmış təsərrüfat müqaviləsi işi (2010-2011-ci illər) (müvafiq arayış işə əlavə edilmişdir);

- “Pirallahı yatağının “Şimal qırışığının Qırmakialtı lay dəstəsi”nin ilkin və cari ehtiyatlarının 3D geoloji modelləşdirilmə

əsasında hesablanması və cari ehtiyatın aktiv işlənməyə cəlb edilməsi üzrə geoloji - texnoloji təkliflərin hazırlanması” mövzusunda elmi - tədqiqat məhsulunun yaradılması üzrə ARDNŞ “Azneft” İB və AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutu arasında bağlanmış təsərrüfat müqaviləsi işi (2011-2012-ci illər) (müvafiq arayış işə əlavə edilmişdir);

- Mövzu üzrə tədqiqat istiqamətlərinə daxil olan məsələlər bilavasitə iddiaçının icraçılarından biri olmaqla yerinə yetirilmiş AMEA-nın 2015-ci ildə elan etdiyi proqram müsabiqəsində qalib gəlmiş “Geomexikanın fənlərarası problemlərinin nəzəri və eksperimental tədqiqatlar kompleksi” mövzusunda ikillik müddəti əhatə edən fənlərarası elmi-tədqiqat işi çərçivəsində inkişaf etdirilməklə tədqiq edilmiş və əldə edilmiş müvafiq nəticələr işin hesabatına daxil edilmiş;

- Dissertasiya mövzusunun əhatə etdiyi məsələlərin böyük qisminin tədqiqi ayrı-ayrı illərdə AMEA-da Dərin Neft və Qaz Yataqlarının Problemləri İnstitutu (1995-2003), Geologiya və Geofizika İnstitutu (2003-2016) və Neft və Qaz İnstitutunda elmi-tədqiqat proqramları çərçivəsində yerinə yetirilən elmi-tədqiqat işlərinin planına daxil edilmiş;

- Dissertasiya işi üzrə alınmış nəticələrin bir qismi 2012 və 2021-ci ildə AMEA-nın Yer elmləri üzrə ən mühüm nəticələri kimi qəbul edilmiş;

- İddiaçının həmmüəllifliyi ilə dissertasiya işində araşdırılan məsələlərlə əlaqədar “Elm” nəşriyyatında 2009-cu ildə rus dilində qısa icmal səciyyəli “Деформация горных пород и ее влияние на их фильтрационно-емкостные свойства и на процессы фильтрации и разработки месторождений нефти и газа” adlı kitab nəşr edilmiş;

- Dissertasiya işi üzrə bəzi nəticələrə istinad edilməklə iddiaçının həmmüəllifliyi ilə Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetində “Neft və qazın quyu ilə çıxarılması texnologiyası: Süxurların deformasiyasını nəzərə almaqla neft və qaz yataqlarının işlənmə göstəricilərinin təyini” mövzusunda metodiki göstəriş işlənilmiş və çap edilmiş;

- 2019-2021-ci illər ərzində Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye

Universitetinin “Qaz-neft-mədən” fakültəsinin “Neft-qaz mühəndisliyi” kafedrasında bakalavr pilləsində 050606-“Neft-qaz mühəndisliyi” ixtisası üzrə təhsil alan tələbələrin istifadəsi üçün nəzərdə tutulan iki mövzu üzrə tərtib edilmiş metodiki iş “Qaz-neft-mədən” fakültəsinin Elmi Şurasında təsdiq olunmaqla tədris prosesində istifadə üçün tövsiyə olunmuşdur (müvafiq arayış işə əlavə edilmişdir).

Dissertasiya işinin materialları üzrə 108 elmi iş, o cümlədən elmi jurnallarda 63 (22-i xaricdə), konfrans, forum, sessiya materiallarında 43 məqalə və ya tezis (23-ü xaricdə), 1 kitab və 1 metodiki göstəriş olmaqla 2 vəsait dərc edilmişdir.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı: Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Geologiya və Geofizika İnstitutu; Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Neft və Qaz İnstitutu.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi:

Dissertasiya işi giriş, 5 fəsil, nəticələr, 395 sayda istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı və 2 sayda əlavədən ibarətdir. İş 7 sayda şəkil, 128 sayda qrafik və 8 sayda cədvəl daxil olmaqla, 406 səhifə təşkil edir. Dissertasiyanın, cədvəllər, qrafiklər, şəkillər, əlavələr və ədəbiyyat siyahısı istisna olunmaqla, ayrı-ayrı hissələri üzrə işarə ilə həcmi titullar - 432 , mündəricat - 7402 , giriş - 19297 , I fəsil - 86305, II fəsil - 93460 , III fəsil - 125070 , IV fəsil - 47749 , V fəsil - 52283 , nəticə - 7582 işarə olmaqla, ümumi həcmi 439580 işarə təşkil edir.

İŞİN QISA MƏZMUNU

Giriş hissədə dissertasiya işinin ümumi səciyyəsi şərh edilmişdir.

Birinci fəsildə geniş ədəbiyyat icmalı əsasında dissertasiyanın mövzusunun işlənmə dərəcəsi təhlil edilməklə dissertasiyanın tədqiqat məsələlərinin seçilməsi əsaslandırılmış, eləcə də süxurların mürəkkəb gərginlikli-deformasiya halını təsvir edən nəzəri modellər şərh edilmişdir.

Qeyd edilmişdir ki, neft və qaz laylarının məsaməliyi və keçiriciliyi işlənmə prosesində müəyyən dərəcədə dəyişikliyə məruz qalırlar ki, bu da, öz növbəsində, bu prosesi səciyyələndirən göstəricilərin zaman və fəza koordinatları üzrə dəyişməsinə öz təsirini göstərmiş olur. Bu amil əsas götürülməklə, bu kollektor xüsusiyyətlərinin müxtəlif geoloji-fiziki xüsusiyyətli, eləcə də yatım dərinliyi ilə fərqlənən və bircins və qeyri-bircins lay şəraitinə uyğun mədən-geofiziki və mədən-eksperimental tədqiqat üsullarının köməyiylə qiymətləndirilməsi məsələlərinin həlli həmişə aktual olmuşdur. Belə ki, neft və qaz yataqlarının işlənmə göstəricilərinin real lay şəraitinə uyğun dəqiq qiymətləndirilməsi həm işlənmənin layihələndirilməsi, həm də təhlili və proqnozlaşdırılması baxımdan əlverişli qərarların əldə edilməsinə gətirib çıxarır. Göründüyü kimi, neft və qaz yataqlarının işlənməsi üzrə əlverişli qərarların əldə olunması, layın məsaməlik və keçiriciliyinin lay şəraitinə uyğun etibarlı qiymətləndirilməsindən çox dərəcədə asılı olur. Bununla bağlı olaraq, nəzəri-təcrübi tədqiqatların yerinə yetirilməsi zamanı həmin kollektor xüsusiyyətlərinin ya layın ayrı-ayrı hissələri üzrə (məsələn, laycıqlar üzrə, quyudibiətrafi zona üzrə və s.) sabit qiymətlərinin təyin edilməsinə, yaxud da ümumilikdə lay üzrə lay təzyiqindən asılı olaraq müəyyən edən riyazi modellərin işlənməsinə çalışılır.

İndiyədək bu istiqamətdə yerinə yetirilmiş elmi-tədqiqat işlərinin təhlili göstərir ki, süxurların deformasiya xüsusiyyətləri, həm geoloji biliklərə, həm eksperimental nəticələrə əsaslanmaqla müəyyənləşdirilmiş, eyni zamanda bu xüsusiyyətlər nəzərə alınmaqla neft və qaz laylarında süzülmə və yataqların işlənməsinin nəzəri-təcrübi səciyyəli düz və tərs qoyuluşlu məsələləri tədqiq edilmişdir. Bu yönümdə tədqiqatlar ölkəmizdə və xaricdə xüsusi olaraq Abasov M.T., Mirzəcanzadə A.X., Cəlilov Q.N., Quliyev A.M., Calalov Q.İ., Dünyamalıyev M.A., Kərimov Z., İmanov A.A., Jeltov Y.P., Yentov V.M., Leybenzon L.S., Nikolayevski V.N., Barenblatt G.İ., Kırilov A.P., Qorbunov A.T., Zakirov S.N., Basniyev K.S., Ametov N.M., Şelkaçev V.N., Dobrının V.M., Yerjanov J.S., Çernix V.A., Telkov A.P., Qraçev S.İ., Molokoviç Y.M., Karev V.İ., Terçaqi K., Reyner M. və başqaları tərəfindən yerinə yetirilmişdir.

Qeyd olunur ki, bu tədqiqatların nəticəsində süxurların xətti və

qeyri-xətti elastiki, eləcə də qeyri-elastiki reoloji təbiətə malik deformasiyalarının təsviri üçün müvafiq qanunauyğunluqlar müəyyən edilmişdir. Dissertasiya işində həmin qanunauyğunluqlar bazasında müxtəlif işlənmə və istismar şəraitlərinə uyğun tədqiqatlar yerinə yetirilmişdir. Süxurların sürüngəclli deformasiyası halında, əsas etibarilə, Voltera növlü yaddaş funksiyasına malik (sürüngəclik nüvəli) deformasiya modeli nəzərdən keçirilmişdir. İşin yerinə yetirilməsində əsas diqqət müxtəlif texnoloji hallara uyğun neft, qaz və qazneft yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin təyini üçün effektiv ədədi və təqribi hesablama üsullarının yaradılmasına yönəlmişdir ¹.

İkinci fəsildə süxurları relaksasiyalı və sürüngəclli mürəkkəb səciyyəli deformasiyalara uğrayan qaz yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin müxtəlif texnoloji şərtlərə uyğun işlənilib hazırlanmış ədədi və təqribi təyini üsulları şərh edilmişdir. Süxurların relaksasiyalı və sürüngəclli deformasiyaları nəzərə alınmaqla qaz yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin işlənilib hazırlanmış ədədi və təqribi təyini üsulları müvafiq olaraq ədədi modelləşdirilmə ilə qazın quyular sisteminə və ayrıca bir quyuya axını hallarını və “orta” quyu konsepsiyası çərçivəsində maddi balans tənliklərindən istifadəyə əsaslanan üsul və diferensial tənliklərin sağ tərəfinin ortalaşdırılması üsulunun istifadəsi ilə quyular şəbəkəsinin verildiyi və verilmədiyi, konturaxası su zonasının aktivliyinin, eləcə də süxurların Abel növlü yaddaşa malik sürüngəclli deformasiyasının nəzərə alındığı halları əhatə etmişdir.

Müvafiq qəbuletmələr çərçivəsində süxurları relaksasiyalı və sürüngəclli deformasiyaya uğrayan qaz yatağının quyular şəbəkəsi ilə işlənmə göstəricilərinin təyini məsələsi riyazi formulə etibarilə aşağıdakı qoyuluşda həll edilmişdir ^{2 3 4 5 6 7}:

¹ Кулиев, А.М. Деформация горных пород и ее влияние на их фильтрационно-емкостные свойства и на процессы фильтрации и разработки месторождений нефти и газа / А.М.Кулиев, Б.З.Казымов. – Bakı: Elm, 2009. – 88 s.

² Казымов, Б.З. Численное моделирование разработки газовой залежи системой произвольно расположенных скважин с учетом ползучей деформации горных пород // “Neftçixarmada yeni texnologiyalar” mövzusunda II Beynəlxalq elmi-təcrübi konfransın məruzələrinin tezisləri, – Bakı: – 6 –7 sentyabr, – 2012, – s. 170.

³ Казымов, Б.З. Численное моделирование разработки газовой залежи

- qazın quyular sisteminə ikiölçülü qərarlaşmamış axını tənliyi

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{k_l p}{\mu_q(p)z(p)} \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{k_l p}{\mu_q(p)z(p)} \frac{\partial p}{\partial y} \right) = \\ = \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{mp}{z(p)} \right) + \frac{P_{at}}{h \cdot \beta} \sum_{v=1}^{N_l} q_v(t) \delta(x - x_v) \delta(y - y_v) \end{aligned} \quad (1)$$

- məsaməli mühitin hal tənliyi
relaksasiyalı deformasiya halında

$$m + \tau_m \frac{\partial m}{\partial t} = m_0 e^{\beta_s(p-p_0)} \quad (2)$$

sürüngəcli deformasiya halında

$$m = m_0 \left[1 + \beta_s(p - p_0) + m_1 \int_0^t e^{-\gamma_m(t-\tau)} (p - p_0) d\tau \right] \quad (3)$$

- başlanğıc və sərhəd şərtləri

$$p(x, y, 0) = p_0, m(x, y, 0) = m_0 \quad (4)$$

системой произвольно расположенных скважин с учетом ползучей деформации горных пород // – Bakı: SOCAR Proceedings, – 2012. №3, – s.42-46.

⁴ Guliyev, A.M., Kazimov, B.Z. Study of rheological properties of reservoirs during relaxation and creep strain of rocks and usage of these properties for addressing of applied objectives of oil-gas fields development // Special Issue Papers of 34th International Geological Congress “The modern problems of geology and geophysics of Eastern Caucasus and the South Caspian depression”, – Brisbane: Nafta-Press (Baku), – 5 – 10 August, – 2012, – p.117-131.

⁵ Kazimov, B.Z. Süxurları relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan qaz yatağının quyular sistemi ilə işlənilmə göstəricilərinin ədədi təyini üsulu. // – Bakı: AMEA-nın Xəbərləri. Yer elmləri seriyası, – 2013. №2, – s. 63-68.

⁶ Kazimov, B.Z. Süxurların sürüngənli deformasiyasının qaz yatağının qazvermə əməlinə təsirinin qiymətləndirilməsi // – Bakı: “Qərb Universiteti. Elmi xəbərlər” jurnalı, – 2015. №3, – s. 69-73.

⁷ Neft və qazın quyu ilə çıxarılması texnologiyası: Süxurların deformasiyasını nəzərə almaqla neft və qaz yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin təyini (Metodiki göstəriş) / A.M.Guliyev, T.Ş.Salavatov, T.Ə.Səmədov [və b.]. – Bakı: ADNSU-nun mətbəəsi, – 2018. – 61 s.

$$\left. \frac{\partial p}{\partial x} \right|_{x=0;L} = 0, \quad \left. \frac{\partial p}{\partial y} \right|_{y=0;H} = 0 \quad (5)$$

Burada x, y və t - müvafiq olaraq layın uzunluğu, eni və zaman kəmiyyətləri: $\{(x, y) : x \in [0, L], y \in [0, H]; 0 \leq t < \infty\}$; k_l - layın keçiriciliyi; $p = p(x, y, t)$ - cari lay təzyiqi; $\mu_q(p)$ - qazın özlülüyü; $z(p)$ - qazın ifrat sıxılma əmsali; $m = m(x, y, t)$ - layın məsaməliyi; p_{at} - atmosfer təzyiqi; h - yatağın qalınlığı; β - qaz üçün temperatur düzəlişi; N_1 - quyuların sayı; q_v - v -ci quyunun debiti ($v = \overline{1..N_1}$); δ - Dirak funksiyası; τ_m - məsaməliyin relaksasiya vaxtı; m_0 - süxurun başlanğıc məsaməliyi; β_s - süxurların elastiki sıxılma əmsali; p_0 - başlanğıc lay təzyiqi; m_1, γ_m - məsaməliyin dəyişmə xüsusiyyətlərinə uyğun sürüngəclik parametrləridir.

Layın keçiriciliyi süxurların relaksasiyalı deformasiyası halında

$$k_l = k_0 e^{\alpha_k (p - p_0)}, \quad (6)$$

süxurların sürüngəclik deformasiyası halında isə

$$k_l = k_0 \left[1 + \alpha_k (p - p_0) + k_1 \int_0^t e^{-\gamma_k (t-\tau)} (p - p_0) d\tau \right] \quad (7)$$

qeyri-xətti asılılıqları üzrə hesablanır. Burada k_0 - başlanğıc keçiricilik; α_k - keçiriciliyin təzyiqə görə dəyişmə əmsali; k_1, γ_k - keçiriciliyin dəyişmə xüsusiyyətlərinə uyğun sürüngəclik parametrləridir.

Məsələn sonlu fərqlər üsulunun köməyiylə həll etmək məqsədilə düzbucaqlı formalı səthə malik lay oblastı aşağıdakı müvafiq şəbəkə oblastı ilə əvəz olunur:

$$\omega = \{(x_i, y_j, t_k) : x_i = i \cdot \Delta x \ (i = 0, 1, \dots, N; N \cdot \Delta x = L);$$

$$y_j = j \cdot \Delta y \ (j = 0, 1, \dots, M; M \cdot \Delta y = H); t_k = k \cdot \tau, k = 0, 1, 2, \dots\}$$

Burada x_i, y_j, t_k - müvafiq olaraq x, y və t kəmiyyətlərinin şəbəkənin (i, j, k) nömrəli düyün nöqtəsindəki qiymətləri; $\Delta x, \Delta y$ və τ -

müvafiq olaraq layın uzunluğu, eni və zaman üzrə sabit şəbəkə addımları; N və M - uyğun olaraq x və y koordinatları üzrə layın uzunluğu və eni üzrə bölgülərin sayıdır.

Nəticədə təzyiqin hesablanması üçün aşkar, qeyri-aşkar (xətti və qeyri-xətti) sonlu-fərqlər tənlikləri alınmışdır. Məsələliyin hesablanması isə (2) və (3) tənliklərinin müvafiq qaydada approksimasiya münasibətləri əsasında alınmış iterasiya ifadələri üzrə aparılır.

Eyni zamanda süzülmə modelinə daxil olan fiziki parametrlərdən asılı olaraq, alınmış sonlu fərq tənlikləri və iterasiya sxemlərinin dayanıqlıq şərtləri müəyyən edilmişdir. Beləliklə, alınmış fərq tənlikləri əsasında məsələnin dayanıqlı ədədi həll sxemləri təklif edilmişdir.

Quyuların modelləşdirilməsi quyuların yerləşdiyi düyün nəqtələrinin kiçik ətrafında fiktiv radiuslu quyuya axının psevdostasioanar xarakterdə olmasının qəbul edilməsi çərçivəsində mövcud prosedura əsaslanmaqla yerinə yetirilmişdir.

Süxurların relaksasiyalı deformasiyası nəzərə alınmaqla yaradılmış ədədi hesablama modeli üzrə aparılmış hesablamaların nəticələri aşağıdakıları qeyd etməyə imkan vermişdir:

1) yatağın tükənmə prosesi ərzində müəyyən ilkin mərhələdən sonra təzyiqin azalması relaksasiyalı deformasiya halında süxurların qeyri-elastiki deformasiyası halına nəzərən daha böyük templə baş verir;

2) yatağın tükənmə prosesi ərzində məsələliyin azalması relaksasiyalı deformasiya halında süxurların qeyri-elastiki deformasiyası halına nəzərən daha kiçik templə baş verir;

3) quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin eyni qiymətində qeyri-xətti deformasiya halı ilə müqayisədə süxurların relaksasiyalı deformasiyası halında yatağın cari qazvermə əmsalı az olur və bu, özünü quyudibi təzyiq daha çox azaldıqda daha qabarıq surətdə göstərir (3 %-dək).

Süxurların sürüngəcli defrmasiyası nəzərə alınmaqla yaradılmış ədədi hesablama modeli üzrə aparılmış hesablamaların nəticələri aşağıdakıları qeyd etməyə imkan vermişdir:

1) yatağın tükənmə prosesi ərzində süxurların sürüngəcli deformasiyasının təzyiqin və məsələliyin azalmasına təsiri qeyri-elastiki

deformasiyaya nəzərən əhəmiyyətli dərəcə çox olur;

- yatağın tükənmə prosesi ərzində təzyiğin azalması sürüngəcli deformasiya halında süxurların qeyri-elastiki deformasiyası halına nəzərən daha kiçik temple baş verir;

- yatağın tükənmə prosesi ərzində məsaməliyin azalması sürüngəcli deformasiya halında süxurların qeyri-elastiki deformasiyası halına nəzərən daha böyük temple baş verir;

2) süxurların sıxılma əmsalının böyük olması təzyiğin quyudibi qiymətlərinin zaman üzrə azalmasına süxurların sürüngəcli deformasiyası halında qeyri-elastiki deformasiya halına nəzərən daha az təsir göstərir;

3) süxurların sıxılma əmsalının böyük olması məsaməliyin quyu divarı ətrafı qiymətlərinin zaman üzrə azalmasına süxurların sürüngəcli deformasiyası halında qeyri-elastiki deformasiya halına nəzərən daha çox təsir göstərir;

4) quyular üzrə orta quyudibi təzyiğin eyni qiymətində qeyri-xətti deformasiya halı ilə müqayisədə süxurların sürüngəcli deformasiyası halında yatağın cari qazvermə əmsalı çox olur və bu, özünü quyudibi təzyiqi daha çox azaldıqda daha qabarıq surətdə göstərir (17,7 %-ə dək).

Oxşar məsələ eyni zamanda süxurları relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiya olunan layda qazın ayrıca quyuya oxasimmetrik müstəvi-paralel radial axını halı üçün həll edilmişdir. Bu halda müvafiq qaydada seçilmiş aralıq çevirmə dəyişəninə keçid edilməklə axının xüsusiyyətləri mümkün dərəcədə nəzərə alınmışdır^{8 9 10 11 12 13}.

⁸ Казымов, Б.З., Насирова, К.К. Численная расчетная модель для определения основных характеристик разработки газовых залежей с ползучей средой // Материалы VI-й Республиканской научной конференции молодых учёных и студентов “Современные проблемы математики и вычислительной техники”, – Брест: – 26 – 28 ноября, – 2009, – с.133-134.

⁹ Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Численное решение краевой задачи, связанной с фильтрацией газа к скважине в релаксационной пористой среде // Материалы XI международной молодежной научной конференции “Севергеоэотех-2010” (ч.IV), – Ухта: – 17 – 19 март, – 2010, – с. 259-262.

¹⁰ Насирова, К.К., Казымов, Б.З. Метод расчета притока реального газа к скважине в ползучем пласте // “Сənubi Xəzər Çökəkliyi timsalında aktiv

Eyni zamanda real qazın süzülməsi şəraitində süxurları relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiya olunan qaz yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin təyini məsələsi formulə edilməklə, ortalaşdırma üsulunun tətbiqi və maddi balans tənliklərinin istifadəsinə əsaslanan yanaşma ilə həmin məsələlərin təqribi həlləri alınmışdır. Bu həllərdən istifadə etməklə, layın işlənilmə göstəricilərinin hesablanması həyata keçirilə bilər ^{14 15 16 17 18}.

geodinamik şəraitdə geofiziki tədqiqatların səmərəliliyinin artırılması yolları” mövzusunda VII Azərbaycan Beynəlxalq Geofizika Konfransının məruzələrinin tezisləri, – Bakı: – 11 – 13 may, – 2010, – c. 106.

¹¹ Guliyev, A.M. The numerical and approached simulation gas inflow to a well with creeping medium / Arif Guliyev, Vahid Babanlı, Bunyad Kazimov [et al.] // Book of Abstracts of 3rd International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications, – Ankara: – 22 – 24 August 2011, – p.136-137.

¹² Kazimov, B.Z. Numerical definition of reservoir pressure and porosity of creeping gas layer on values of change of an well production // Scientific enquiry in the contemporary world: theoretical basics and innovative approach. Research articles. Natural sciences & technical sciences, – San Francisco: – 2015. v.3, – p. 22-25.

¹³ Kazimov, B.Z. Procedure for Determining the Dynamic Characteristics of a Gas Reservoir with a Creeping Porous Medium // – New York: Fluid Dynamics, – 2018. v.53. s.2, – p. s34-s37.

¹⁴ Кулиев, А.М. Моделирование разработки газового месторождения с учетом релаксации горных пород / А.М. Кулиев, М.А.Гаджиев, Б.З.Казымов [и др.] // AzNSETLİ - nin 70 illik yubileyinə həsr olunmuş elmi-praktik konfransın tezisləri, – Bakı: – 14 – 15 aprel, – 1998, – s. 60-61.

¹⁵ Babanlı, V.Y., Kazimov, B.Z. Sürüşgəc mühitə malik qaz yataqlarının işlənməsinin riyazi modeli // – Bakı: Bakı Universitetinin Xəbərləri. Fizika-riyaziyyat seriyası, – 2003. – №4, – s. 91-96.

¹⁶ Казымов, Б.З., Асланов, М.С., Тагиева, С.Э. Оценка точности приближенных решений в случае притока газа к скважине в залежи с релаксационно-сжимаемой пористой средой // – Bakı: AzTU-nun elmi əsərləri, Fundamental elmlər seriyası, – 2007. cild VI (23). №3, – s. 62-65.

¹⁷ Kazimov, B.Z., Nəsirova, K.K. Relaksasiyalı mühitə malik qaz yatağının işlənmə göstəricilərinin təqribi təyini üsulu // – Bakı: Gənc alimlərin əsərləri, – 2009. №2, – s. 81-92.

¹⁸ Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Влияние ползучести горных пород на показатели разработки газового месторождения при газовом режиме // Материалы международной научной конференции “Неньютоновские системы в нефтегазовой отрасли”, посвященной 85-летию юбилею академика Азада Халил оглы Мирзаджанзаде, – Баку: – 21 – 22 ноября, –

Bununla yanaşı, qəbul edilir ki, yataq n sayda quyu ilə istismar edilərsə və hər bir quyunun debiti q_{q1} olarsa, onda yataq üzrə cari hasilat

$$q = nq_{q1} \quad (8)$$

olar. Nəzərdən keçirilən hər bir hala uyğun olaraq, bu ifadədən istifadə etməklə, şəbəkə üzrə quyular sayı verildikdə və verilmədikdə, eləcə də yataq üzrə depressiyanın (ΔP) verildiyi texnoloji vəziyyətə uyğun olaraq müvafiq həll sxemləri təklif edilmişdir. Quyular sayının verilmədiyi halda yataq üzrə verilmiş hasilat dinamikasını təmin edən quyular sayının təyini məsələləri tədqiq edilmişdir

19 20 21 22 23 24 25 26

2013, – с.145-147.

¹⁹ Кулиев, А.М. Влияние плотности сетки скважин на газоотдачу залежей с релаксирующими коллекторами / А.М.Кулиев, Р.М.Эфендиев, Б.З. Казымов [и др.] // Нефтепромысловое дело, – Москва: – 2005. № 11, – с. 31-34.

²⁰ Кулиев А.М. Влияние релаксации горных пород на потребное количество скважин для разработки газовых месторождений / А.М.Кулиев, Р.М. Эфендиев, М.А.Гаджиев [и др.] // “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” ETİ-nin elmi əsərləri, – Bakı: – 2007. VIII cild, – s. 282-291.

²¹ Асланов, М.С., Казымов, Б.З. Определение динамики годового ввода скважин для обеспечения заданного темпа добычи при разработке газовых залежей с ползучей средой // Материалы третьей Международной научной конференции “Функционально-дифференциальные уравнения и их приложения”, – Махачкала: – 24 – 27 сентября, – 2007, – с.44-50.

²² Kazımov, B.Z., Aslanov, M.S., Nəsirova, K.K. Sürüşgəc mühitli qaz yataqlarında quyuların verilən hasilatı ödəyən istismara daxilolma dinamikasının təyini üsulu // – Bakı: Gənc alimlərin əsərləri, – 2008. №1, – s. 75-83.

²³ Кулиев, А.М., Бабанлы, В.Ю. Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Влияние реологических свойств горных пород на показатели разработки газового месторождения при газовом режиме // Труды международной конференции “Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий – Аль Хорезми 2009”, – Ташкент: – 18 – 21 сентябрь, – 2009, – с. 238-241.

²⁴ Кулиев, А.М. Влияние ползучести горных пород на потребное количество скважин при заданном отборе газа / А.М.Кулиев, М.С.Асланов, Р.М.Эфендиев [и др.] // Механика Маşınqayırma, – Bakı: – 2009. №1, – s.26-30.

²⁵ Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Определение показателей разработки газового месторождения с учетом ползучести горных пород // – Bakı: АМЕА-nın Xəbərləri, Yer elmləri seriyası, – 2014. № 1-2, – s.65-71.

Alınmış həllər əsasında quyular şəbəkəsinin sıxlığının işlənilmə göstəricilərinə təsirinin hesabi qiymətləndirilməsi məqsədilə hipotetik yataq olaraq düzbucaq formalı uzunluğu 3750 m, eni 2500 m və qalınlığı 50 m olan zolaqvari yataq götürülmüşdür. Quyuların kvadrat şəbəkəsi üçün quyular arası məsafə $R=2l=1000; 750$ və 500 m olmaqla quyular sayının müvafiq olaraq 12, 20 və 35-ə bərabər olduğu üç variant nəzərdən keçirilmişdir.

Süxurları relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan qaz yataqları üzrə alınmış həllərdən istifadə etməklə aparılmış hesablamaların nəticələrinin təhlili aşağıdakı nəticələrə gəlməyə imkan vermişdir:

- İşlənmə prosesində relaksasiyalı mühitə malik laylarda lay təzyiqinin azalması qeyri-xətti elastik mühitə malik olan laylara nisbətən bütün quyu şəbəkələrinin sıxlıqlarında daha böyük tempə baş verir.

- İşlənmənin ilkin dövründə relaksasiyalı və qeyri-xətti elastiki mühitə malik laylarda lay təzyiqinin qiyməti arasında fərq əhəmiyyətsizdir, sonra isə qaz yataqdan çıxarıldıqca bu fərq daha əhəmiyyətli olub, işlənmənin sonuna yaxın yenidən bu fərq əhəmiyyətsiz dərəcədə azalır. Bu hal özünü keçiriciliyin dəyişmə xarakterində də göstərir. Quyu şəbəkəsinin müxtəlif sıxlıqlarında bu dəyişmə xarakteri saxlanılır.

- Sıx quyular şəbəkəsi olan yataqlarda lay təzyiqinin azalması quyuların seyrək quyu şəbəkəsi olan yataqlara nisbətən daha sürətli baş verir.

- İşlənmə zamanı məsaməliyin kəskin dəyişməsi ən çox qeyri-xətti elastik mühitə malik yataqlarda nəzərə çarpır.

- Quyu şəbəkəsinin sıxlığından asılı olmayaraq relaksasiyalı mühitə malik yataqlarda qazvermə əmsalı həmişə qeyri-xətti elastik mühitə malik yataqlardan az olur. Sıx şəbəkələrdə həm relaksasiyalı, həm də qeyri-xətti elastiki mühitə malik yataqlarda cari qazvermə əmsalı seyrək şəbəkələrə nisbətən daha böyükdür.

Süxurları sürüncəli deformasiyaya uğrayan qaz yataqları üzrə

²⁶ Казымов, Б.З. Влияние изменения проницаемости пластов на определение прогнозного значения потребного числа скважин при разработке газовых залежей / Б.З.Казымов, С.Г.Новрузова, Э.В.Гадашева [и др.] // Нефте-промысловое дело, – Москва: – 2022. №6, – с. 31-34.

alınmış həllərdən istifadə etməklə aparılmış hesablamaların nəticələrinin təhlili aşağıdakı nəticələrə gəlməyə imkan vermişdir:

- İşlənmə prosesində sürüngəcli mühitə malik laylarda lay təzyiqinin azalması qeyri-xətti elastik mühitə malik olan laylara nisbətən bütün quyu şəbəkələrinin sıxlıqlarında daha yavaş tempdə baş verir.

- İşlənmənin ilkin dövründə sürüngəcli və qeyri-xətti elastiki mühitə malik laylarda lay təzyiqinin qiyməti arasında fərq nisbətən az, sonra isə qaz yataqdan çıxarıldıqca bu fərq daha da əhəmiyyətli dərəcədə artır və işlənilmənin sonunda maksimum olub, bu fərq işlənilmənin sonuna yaxın yenidən əhəmiyyətsiz dərəcədə azalır. Bu hal özünü keçiriciliyin dəyişmə xarakterində də göstərir. Quyu şəbəkəsinin müxtəlif sıxlıqlarında bu dəyişmə xarakteri saxlanılır.

- Sıx quyular şəbəkəsi olan yataqlarda lay təzyiqinin azalması quyuların seyrək quyu şəbəkəsi olan yataqlara nisbətən daha sürətli baş verir.

- İşlənmə zamanı məsaməliyin kəskin dəyişməsi ən çox sürüngəc deformasiyalı mühitə malik yataqlarda nəzərə çarpır.

- Quyu şəbəkəsinin sıxlığından asılı olmayaraq sürüngəc mühitə malik yataqlarda qazvermə əmsalı həmişə qeyri-xətti elastik mühitə malik yataqlardan az olur. Son qazvermə əmsalı isə sürüngəc mühitə malik yataqlarda qeyri-xətti elastik mühitə malik yataqlara nəzərən çox olur. Süxurların sürüngəcli deformasiyasının qazvermə əmsalının eyni qiymətinin əldə olunmasına daha çox təsiri seyrək quyu şəbəkəsi ilə istismar zamanı müşahidə olunur.

Alınmış ədədi nəticələrin təhlili işlənilmə göstəricilərini təyin edərkən, o cümlədən layların süzülmə-tutum parametrlərinə və müxtəlif quyu sıxlıqlarında neftvermə əmsalına təsirini müəyyən edərkən süxurların reoloji xüsusiyyətlərinin təsirinin nəzərə alınmasının zəruriliyini göstərir.

Süxurların relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiyaları nəzərə alınmaqla verilmiş hasilat səviyyəsini təmin edən zəruri quyular sayının təyini məsələləri həll edilmiş, müvafiq həll ifadələri alınmışdır. Alınmış hesablama ifadələrinə əsaslanmaqla hipotetik verilənlər əsasında ədədi hesablama eksperimentləri yerinə yetirilmişdir.

Süxurların relaksasiyalı deformasiyası nəzərə alınmaqla alın-

mış hesablaşma nəticələrinin təhlili göstərir ki:

- işlənmənin bütün mərhələlərində süxurların relaksasiyalı və qeyri-xətti elastiki deformasiyası şəraitlərinə uyğun quyuların tələb olunan saylarını ifadə edən ədədi nəticələr bir-birindən cüzi fərqlənir (bu və ya digər texnoloji şəraitdə onların əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənmənin mümkünlüyü istisna edilmir);

- süxurların deformasiyasının hər iki halı üçün təzyiqdən asılı olaraq keçiricilik dəyişməsinə nəzərə alındığı halda quyuların tələb olunan sayındakı fərq özünü əhəmiyyətli dərəcədə göstərir (xüsusilə son işlənmə mərhələsində);

- layda depressiyanın və quyular arasında olan məsafə quyuların tələb olunan saylarının qiymətlərinə təsiri belədir: 1 - baxılan bütün hallarda quyular arasında məsafənin artması ilə hasilat dinamikasının təmin edilməsi üçün quyuların miqdarca çox olması tələb olunur (bu fərq özünü xüsusilə qaz hasilatının dinamikasının stabilləşməsi və monoton azalması dövründə böyük intervalda biruzə edir); 2 - depressiyanın artması ilə quyuların tələb olunan sayları depressiyanın qiymətlərinin artmasına mütənasib olaraq azalır;

- süxurların qeyri-xətti elastiki və ya relaksasiyalı deformasiyası hallarında keçiriciliyin təzyiqdən asılı olaraq dəyişməsinin nəzərə alınmaması halında quyuların tələb olunan sayları layların keçiriciliyi və məsaməliyinin dəyişməz qəbul olunduğu halla müqayisədə (xüsusən qaz hasilatı dinamikasının nisbi stabilləşmə və monoton azalması dövründə) böyük səhv nəticələrə gətirib çıxara bilər (bu halda hətta yuvarlaq olaraq götürülsə, 2-yə bərabər quyu sayı qədər fərq özünü göstərə bilər).

Bu nəticələrdən süxurları relaksasiyalı deformasiya olunan qaz yataqlarının işlənilmə layihələrinin tərtibində və işlənilmə prosesinin təhlilində müvəffəqiyyətlə istifadə oluna bilər.

Analoji olaraq, süxurların sürüngəcli deformasiyası nəzərə alınmaqla alınmış hesablaşma nəticələrinin təhlili göstərir ki:

- işlənmənin ilkin mərhələsi (ümumi qaz hasilatının maksimal qiymətə hələ çatmadığı mərhələ) istisna olunmaqla, sonrakı mərhələlərdə süxurların sürüngəcli deformasiyası və qeyri-xətti elastiki deformasiyası şəraitlərinə uyğun quyuların tələb olunan saylarını ifadə edən ədədi nəticələr bir-birindən əhəmiyyətli dərəcədə fərq-

lənir;

- süxurların reoloji xüsusiyyətlərini səciyyələndirən m_1 parametrinin qiyməti artdıqca, süxurların sürüngəcli deformasiyası və qeyri-xətti elastiki deformasiyası şəraitlərinə uyğun quyuların tələb olunan saylarını ifadə edən ədədi nəticələr bir-birindən daha da əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir (bu halda quyular sayının azalması müşahidə olunur);

- depressiyanın artması ilə quyuların tələb olunan sayları depressiyanın qiymətlərinin artmasına mütənəsib olaraq azalır;

- quyulararası məsafə artdıqca, depressiyanın hər iki qiymətində quyular sayının artım tendensiyası müşahidə olunur (bu da quyulararası məsafə artdıqca hər bir zaman müddəti üçün eyni depressiya şəraitində bir quyunun xüsusi debitinin azalması ilə əlaqədar ola bilər və belə olan təqdirdə verilmiş hasilat tempini ödəmək üçün daha çox quyu sayı tələb olunur).

Süxurların sürüngəcli deformasiyası nəzərə alınmaqla təqdiq olunan məsələ fərqli şəkildə də araşdırılmışdır. Belə ki, hesablama nəticəsi olaraq təyin olunan quyu sayları birbaşa müsbət tam ədədlərlə ifadə edilmişdir. Digər hallarda isə bu quyu sayları kəsr ədədlər kimi təyin edilir və yalnız sonradan yuvarlaqlaşdırma aparılmaqla tam ədədlər kimi ifadə edilirlər. Bu yanaşmada isə bu saylar birbaşa olaraq təyin edilmiş olurlar. Bu hala uyğun aparılmış hesablama nəticələri aşağıdakıları qeyd etməyə imkan vermişdir:

1. Mühitin sürüngəcliyi halında quyudibi təzyiqin (o cümlədən, kontur təzyiqinin) azalma tempi mühitin elastiki və deformasiya olmayan hallarına nəzərən daha yavaş, məsaməliliyin azalması isə daha sürətli olur.

2. Verilən hasilat tempinin maksimum qiymətinin əldə edildiyi müddətdək bir quyunun cari və cəm hasilatı, eləcə də sürüngəcli, elastiki və deformasiya olmayan mühitlərdə təcrübi olaraq bir-birindən fərqlənmədiyini halda, bu müddətdən başlayaraq həmin qiymətlər qeyd olunan mühitlərdə xeyli fərqlənirlər.

3. Eyni hasilat tempini əldə etmək üçün sürüngəcli mühitə malik yataqlarda daha az quyu tələb olunur. Məsələn, yataqdan $88,617 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ miqdarda qaz almaq üçün qeyri-xətti elastiki deformasiyalı mühitə malik yataqlarla müqayisədə sürüngəcli mühitə

malik yataqlarda 20% az, deformasiya olmayan mühitə malik yataqlarda isə 20% çox quyu tələb olunur.

Təcrübə göstərir ki, işlənmə müddəti ərzində yataqlar tükənmə rejimində istismar zamanı lay təzyiqin intensiv azalması yatağı əhatələyən su zonasının aktivliyini artırır ki, bu da yataqda təbii subasqı rejiminin özünü ifadə etməsinə və inkişafına imkan qazandırmış olur. Bu hal isə yataqların işlənmə prosesini səciyyələndirən bütün işlənmə xarakteristikalarına öz əhəmiyyətli təsirini göstərir.

Qeyd olunanlarla bağlı olaraq, bu fəsildə mürəkkəb gərginlik-deformasiya şəraitinə malik olan qaz yataqlarının işlənilməsi prosesinin layihələndirilməsi zamanı istifadə olunan proqnoz üsullarının konturxçası su zonasının aktivliyi nəzərə alınmaqla təkmilləşdirilməsi və bu əsasda yeni proqnoz üsulunun yaradılması məsələsi tədqiq edilmişdir.

Alınmış hesablamada sxeminə əsasən işlənilmə prosesində su-qaz kontaktının fasiləsiz olaraq yerdəyişməsi baş verir ki, onun yerdəyişməsinin vəziyyətini ifadə edən müvafiq kəmiyyətin qiyməti ilə müəyyən olunur. Bu zaman yataqdan qazın cari hasilat həcmi və suyun cari zamanda ilkin həcminə nəzərən qazlı hissəyə daxil olan həcmnin qiymətləri verilən qəbul edilir.

Bu fəsildə süxurların Abel növlü yaddaşa malik sürüngəclik deformasiyası nəzərə alınmaqla qaz yataqlarının işlənilməsi məsələsinin təqribi həlli alınmışdır²⁷. Alınmış həll sürüngəclik parametrlərinin kifayət dərəcədə geniş intervalda dəyişmə xüsusiyyətlərini nəzərə almağa imkan verir. Alınmış həll üzrə hesablamalar aparılmaqla, Abel sürüngəclik nüvəsi nəzərə alınmaqla qaz yataqlarının işlənilmə prosesini səciyyələndirən göstəricilərin təyininin mümkünlüyü göstərilmişdir.

Süxurların Abel növlü yaddaşa malik sürüngəclik deforma-

²⁷ Казымов, Б.З., Эфендиев, Р.М., Насирова, К.К. Итерационная схема для определения показателей разработки газового месторождения в режиме истощения, горные породы которых подвергаются ползучей деформации с ядром Абеля // Материалы международной научно-практической конференции “Современные методы разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами и нетрадиционными коллекторами”, – Атырау: – 5 – 6 сентября, – 2019, – с.231-233.

siyasının nəzərə alındığı halda müvafiq həll sxeminin alınması zamanı məsələliyin dəyişmə qanunu aşağıdakı asılılıq şəklində qəbul edilmişdir²⁸:

$$m = m_0 \left(1 + \beta_s (p - p_0) + \delta \int_0^t \frac{p - p_0}{(t - \tau)^\alpha} d\tau \right), \quad (9)$$

burada δ və α - sürüngəclik parametrləridir: $0 < \alpha < 1$.

Qeyd etmək lazımdır ki, iş çərçivəsində süxurların deforma-siyası nəzərə alınmaqla qazın bircins və qeyri-bircins laydan quyuya axın məsələlərinin ədədi və təqribi-ədədi həlləri alınmış, eləcə də qazın laydan su ilə sıxışdırılması və qaz quyusunun optimal iş rejiminin seçilməsi ilə əlaqədar məsələlər həll edilmişdir ki, onlar da ^{29 30 31 32 33 34} işlərində öz əksini tapır.

²⁸ Кулиев, А.М. Деформация горных пород и ее влияние на их фильтрационно-емкостные свойства и на процессы фильтрации и разработки месторождений нефти и газа / А.М.Кулиев, Б.З.Казымов. – Баку: Elm, 2009. – 88 с.

²⁹ Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Вытеснение газа водой в трещиновато-пористой среде с учетом деформации пласта // – Баку: Труды ИПГНГМ “Вопросы разработки и физико-химии нефтегазоносных пластов”, – 1999, – с.36-44.

³⁰ Казымов, Б.З., Эфендиев, Р.М. Вытеснение газа водой в залежах круговой формы с учетом деформации пласта // Материалы международной научной конференции, посвящённой 90-летию со дня рождения Г.Г. Тумашева “Краевые задачи аэрогидромеханики и их приложения”, – Казань: – 21 – 24 ноября, – 2000, – с. 313-314.

³¹ Казымов, Б.З., Керимова, И.М. Методика выбора оптимального режима эксплуатации газовой скважины с учетом деформации горных пород // – Москва: “Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности”, – 2020. №10, – с.30-33.

³² Казымов, Б.З. Исследование процесса фильтрации газа к скважине в релаксационно-деформируемом неоднородном газовом пласте // Материалы Международной научно-практической онлайн конференции, приуроченной 30-летию Независимости Республики Казахстана “Современные технологии в науке и образовании” (Казахстан, г., 28 апреля 2021 года), Актау, 2021, – Актау: – 28 апреля, – 2021, – с. 172-175.

³³ Казымов, Б.З., Насирова, К.К. Приближенная методика расчета изменения давления в неравновесно-деформируемом пласте в случае течения реального газа к скважине // – Москва: Технологии нефти и газа, – 2021. №4, – с. 36-39.

Üçüncü fəsildə süxurları relaksasiyalı və sürüngəclli mürəkkəb səciyyəli deformasiyalara uğrayan həll olmuş qaz rejimində neft yataqlarının işlənmə göstəricilərinin müxtəlif texnoloji şərtlərə uyğun işlənilib hazırlanmış ədədi və təqribi təyini üsulları şərh edilmişdir. Süxurların relaksasiyalı və sürüngəclli deformasiyaları nəzərə alınmaqla qaz yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin işlənilib hazırlanmış ədədi və təqribi təyini üsulları müvafiq olaraq ədədi model-ləşdirilmə ilə neftin quyular sisteminə və ayrıca bir quyuya axını hallarını (izotermik və qeyri-izotermik) və “orta” quyu konsepsiyası çərçivəsində maddi balans tənliklərindən istifadəyə əsaslanan üsul və diferensial tənliklərin sağ tərəfinin ortalaşdırılması üsulunun istifadəsi ilə quyular şəbəkəsinin verildiyi və verilmədiyi, kontur-axması su zonasının aktivliyinin, qazın seqreqasiyasının, eləcə də süxurların Abel növlü yaddaşa malik sürüngəclli deformasiyasının nəzərə alındığı halları əhatə etmişdir.

Müvafiq qəbuletmələr çərçivəsində süxurları relaksasiyalı və sürüngəclli deformasiyaya uğrayan neft yatağının quyular şəbəkəsi ilə işlənmə göstəricilərinin təyini məsələsi riyazi formulə etibarilə aşağıdakı qoyuluşda həll edilmişdir ^{35 36 37 38 39}:

³⁴ Казымов, Б.З., Зейналов, Р.М. Выбор оптимального режима эксплуатации газовой скважины с учетом ползучей деформации горных пород // Материалы III международной научно-практической конференции “Современное программирование”, – Нижневартовск: – 27 – 29 ноября, – 2020, – 2021, – с. 159-162.

³⁵ Guliyev, A., Kazimov, B. Numerical Modeling of Development of Oil Deposit with System of Wells Taking into Account the Relaxation of Deformation of Rocks // Materials of the IV International conference “Problems of cybernetics and informatics” (PCİ’2012, vol. III), – Baku: –12 – 14 September, – 2012, p.135-138

³⁶ Guliyev, A.M., Kazimov, B.Z. Study of rheological properties of reservoirs during relaxation and creep strain of rocks and usage of these properties for addressing of applied objectives of oil-gas fields development // Special Issue Papers of 34th International Geological Congress “The modern problems of geology and geophysics of Eastern Caucasus and the South Caspian depression”, – Brisbane: Nafta-Press (Baku), – 5 – 10 August, – 2012, – p.117-131.

³⁷ Kazimov, B.Z. Süxurların sürüngəclli deformasiyasını nəzərə almaqla neft yatağının quyular sistemi ilə işlənilməsi məsələsinin ədədi həlli // Azərbaycanın ümumilli lideri Heydər Əliyevin 90 illiyinə həsr olunmuş “Fundamental və tətbiqi geologiya elmi: nailiyyətlər, perspektivlər, problemlər və onların həlli yolları”

- neftin quyular sisteminə ikiölçülü qərarlaşmamış axını tənliyi

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{k_l \bar{k}_n(\sigma)}{\mu_n(p) a(p)} \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{k_l \bar{k}_n(\sigma)}{\mu_n(p) a(p)} \frac{\partial p}{\partial y} \right) = \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{m}{a(p)} \sigma \right) + \frac{1}{h} \sum_{v=1}^{N_1} q_{v_n}(t) \cdot \delta(x - x_v) \delta(y - y_v) \quad (10)$$

- qazın quyular sisteminə ikiölçülü qərarlaşmamış axını tənliyi

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \left(\frac{k_l(p) \bar{k}_n(\sigma) S(p)}{\mu_n(p) a(p)} + \frac{\beta}{p_{at}} \frac{k_l(p) \bar{k}_q(\sigma) p}{\mu_q(p)} \right) \frac{\partial p}{\partial x} \right\} + \\ & + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ \left(\frac{k_l(p) \bar{k}_n(\sigma) S(p)}{\mu_n(p) a(p)} + \frac{\beta}{p_{at}} \frac{k_l(p) \bar{k}_q(\sigma) p}{\mu_q(p)} \right) \frac{\partial p}{\partial y} \right\} = \\ & = \frac{\partial}{\partial t} \left\{ m \left(\frac{S(p)}{a(p)} \sigma + \frac{\beta}{p_{at}} p(1 - \sigma) \right) \right\} + \frac{1}{h} \sum_{v=1}^{N_1} q_{v_n}(t) \cdot G \cdot \delta(x - x_v) \delta(y - y_v) \end{aligned} \quad (11)$$

- başlanğıc və sərhəd şərtləri

$$p(x, y, 0) = p_0, m(x, y, 0) = m_0, \sigma(x, y, 0) = 1 \quad (12)$$

$$\left. \frac{\partial p}{\partial x} \right|_{x=0;L} = 0, \left. \frac{\partial p}{\partial y} \right|_{y=0;H} = 0 \quad (13)$$

mövzusunda gənc alim və tələbələrin 5-ci beynəlxalq konfransın tezləri, – Bakı: – 14–15 noyabr, – 2013, – s. 158.

³⁸ Quliyev, A.M. Süxurların sürüngənli deformasiyasının həll olmuş qaz rejimində işlənən yatağın neftvermə əmsalına təsirinin qiymətləndirilməsi / A.M.Quliyev, B.Z.Kazimov, R.M.Əfəndiyev [və b.] // – Bakı: “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” ETİ-nin Elmi əsərləri, – 2014. XV cild, – s.81-87.

³⁹ Neft və qazın quyular ilə çıxarılması texnologiyası: Süxurların deformasiyasını nəzərə almaqla neft və qaz yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin təyini (Metodiki göstəriş) / A.M.Quliyev, T.Ş.Salavatov, T.Ə.Səmədov [və b.]. – Bakı: ADNSU-nun mətbəəsi, – 2018. – 61 s.

Burada σ - neftlədoyma əmsalı; G - qaz amili; q_{v_n} - v -ci quyudan neftin debiti; \bar{k}_n və \bar{k}_q - müvafiq olaraq neft və qaz üçün nisbi faza keçiricilikləri; $a(p)$ və $S(p)$ - müvafiq olaraq, neftin həcm əmsalı və qazın neftdə həllolma əmsalı; $\mu_n(p)$ və $\mu_q(p)$ - müvafiq olaraq, neftin və qazın özlülüyüdür.

Məsaməli mühitin hal tənlikləri relaksasiyalı və sürüngəclilə deformasiya halında müvafiq olaraq (2) və (3) tənlikləri üzrə, layın keçiriciliyinin dəyişməsi isə müvafiq olaraq (6) və (7) münasibətləri vasitəsilə verilir.

Məsələni sonlu fərqlər üsulunun köməyiylə həll etmək məqsədilə düzbucaqlı formalı səthə malik lay oblastı birinci fəsildə qəbul edilmiş müvafiq şəbəkə oblastına analoji olaraq qəbul edilmişdir. Həll sxemləri “təzyiqə görə qeyri-aşkar və doymaya görə aşkar sxem”in ideyasına uyğun olaraq alınmışdır.

Eyni zamanda süzülmə modelinə daxil olan fiziki parametrlərdən asılı olaraq, alınmış sonlu fərq tənlikləri və iterasiya sxemlərinin dayanıqlıq şərtləri müəyyən edilmişdir. Beləliklə, alınmış fərq tənlikləri əsasında məsələnin dayanıqlı ədədi həll sxemləri təklif edilmişdir.

Quyuların modelləşdirilməsi quyuların yerləşdiyi düyün nəqtələrinin kiçik ətrafında fiktiv radiuslu quyuya axının psevdostasionar xarakterdə olmasının qəbul edilməsi çərçivəsində mövcud prosedura əsaslanmaqla yerinə yetirilmişdir.

Süxurların relaksasiyalı deformasiyası nəzərə alınmaqla yaradılmış ədədi hesablamada modeli üzrə aparılmış hesablamaların nəticələri aşağıdakıları qeyd etməyə imkan vermişdir:

- mərkəzi quyuda quyudibi təzyiqin azalması süxurların relaksasiyalı deformasiyası halında qeyri-xətti elastiki deformasiya halına nəzərən daha böyük sürətlə baş verir;

- məsaməliyin quyu divarı ətrafi qiymətlərinin azalması süxurların relaksasiyalı deformasiyası halında qeyri-xətti elastiki deformasiya halına nəzərən daha yavaş sürətlə baş verir;

- süxurların relaksasiyalı deformasiyasının qeyri-xətti elastiki deformasiya halına nəzərən mərkəzi quyu üzrə quyudibi təzyiqi və neftlədoymanın quyu divarı ətrafi qiymətlərinin azalmasına təsirinin

xarakteri eynidir;

- qaz amilinin qiymətləri zamanın hər bir qiymətində süxurların relaksasiyalı deformasiyası halında qeyri-xətti deformasiya halına nəzərən çox olur;

- quyudibi təzyiqin bütün qiymətlərində süxurların elastiki deformasiyası halında neftvermə əmsalının qiymətləri süxurların relaksasiyalı deformasiyası halına nəzərən daha çox olur (baxılan halda 18,7 %-dək).

Süxurların sürüngəcli deformasiyası nəzərə alınmaqla yaradılmış ədədi hesablamada modeli üzrə aparılmış hesablamaların nəticələri aşağıdakıları qeyd etməyə imkan vermişdir:

- mərkəzi quyuda quyudibi təzyiqin azalması süxurların elastiki deformasiyası halında sürüngəcli deformasiya halına nəzərən daha böyük sürətlə baş verir;

- relaksasiyalı deformasiya halından fərqli olaraq, süxurların sürüngəcli deformasiyası halında məsaməlik süxurların qeyri-xətti elastiki deformasiyası halına nəzərən daha böyük intervalda dəyişir;

- süxurların sürüngəcli deformasiyasının qeyri-xətti elastiki deformasiya halına nəzərən mərkəzi quyuya üzrə quyudibi təzyiqin və neftlədoymanın quyuya divarı ətrafı qiymətlərinin azalmasına təsirinin xarakteri eynidir;

- qaz amilinin qiymətləri zamanın hər bir qiymətində süxurların qeyri-xətti deformasiyası halında sürüngəcli deformasiya halına nəzərən çox olur;

- quyudibi təzyiqin bütün qiymətlərində süxurların sürüngəcli deformasiyası halında neftvermə əmsalının qiymətləri süxurların qeyri-xətti deformasiyası halına nəzərən daha çox olur (baxılan halda 75,2 %-dək).

Oxşar məsələ eyni zamanda süxurları relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiya olunan layda neftin ayrıca quyuya oxasimmetrik müstəvi-paralel radial axını halı üçün həll edilmişdir. Bu halda da müvafiq qaydada seçilmiş aralıq çevirmə dəyişəninə keçid edilməklə axının xüsusiyyətləri mümkün dərəcədə nəzərə alınmışdır ^{40 41}.

⁴⁰ Kazımov, B.Z. Süxurların sürüngənli deformasiyasını nəzərə almaqla neft yatağında qazlı neftin quyuya radial axınının ədədi hesablamada alqoritmi // – Bakı: “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” Elmi-Tədqiqat İnstitutunun elmi

Eyni zamanda neftin layda süzülməsi şəraitində süxurları relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiya olunan neft yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin təyini məsələsi formulə edilməklə, ortalaşdırma üsulunun tətbiqi və maddi balans tənliklərinin istifadəsinə əsaslanan yanaşma ilə həmin məsələlərin təqribi həlləri alınmışdır. Bu həllərdən istifadə etməklə, layın işlənilmə göstəricilərinin hesablanması həyata keçirilə bilər ^{42 43 44 45 46 47 48}.

Quyular sayı verildikdə və verilmədikdə, eləcə də yataq üzrə

əməlləri, – 2013. XIV cild, – s. 55-64.

⁴¹ Kazymov, B.Z. Numerical Definition of Indicators of the Development of Creeping Oil Layer on values of Change of an Well Production // – New York: International Journal of Theoretical and Applied Mathematics, – 2017. v. 3. is. 5, – p. 167-173.

⁴² Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З., Тагиева, С.Э. Моделирование разработки нефтяных месторождений с учетом релаксации горных пород // AzNSETLI - nin 70 illik yubileyinə həsr olunmuş elmi-praktik konfransın tezisləri, – Bakı: –14 – 15 aprel, – 1998, – s. 54-55.

⁴³ Кулиев, А.М. Моделирование процесса разработки нефтяных месторождений при режиме растворенного газа с учетом релаксации горных пород / А.М.Кулиев, Р.М.Эфендиев, Б.З.Казымов [и др.] // Известия АНА, Серия Науки о Земле, – Баку: – 1998. № 2, – с. 21-25.

⁴⁴ Кулиев, А.М. Моделирование процесса разработки нефтяных месторождений с учетом релаксации горных пород и давления / А.М.Кулиев, И.А.Насруллаев, Р.М.Эфендиев [и др.] // Известия Академии Наук Азербайджана, Серия Науки о Земле, – Баку: – 2000. № 2, – с. 12-17.

⁴⁵ Кулиев, А.М. Моделирование разработки глубокозалегающих месторождений с учетом ползучести горных пород / А.М.Кулиев, М.А.Дунямалыев, Р.М.Эфендиев [и др.]// Известия Академии Наук Азербайджана, Серия Науки о Земле, – Баку: – 2000. № 2, – с. 18-24.

⁴⁶ Quliyev, A.M. Relaksasiyalı mühitə malik neft yataqlarında qazlı mayenin quyuya axını məsələsinin həlli // A.M.Quliyev, R.M.Əfəndiyev, B.Z.Kazimov [və b.] // AzTU-nun elmi əməlləri. Fundamental elmlər seriyası, – Bakı: – 2006. cild V (18). №2, – s.56-60.

⁴⁷ Казымов, Б.З., Асланов, М.С., Тагиева, С.Э. Об оценке точности приближенных решений одной задачи при релаксационной деформации пористой среды // – Bakı: Mexanika, Maşınqayırma, – 2008. №1, – s. 35-37.

⁴⁸ Кулиев, А.М., Казымов, Б.З., Эфендиев, Р.М. Приближенный метод решения задачи притока нефти к скважине в залежах с ползучей средой // Материалы всероссийского семинара, посвящённого столетию П.А. Кузьмина, – Казань: – 11 – 12 ноября, 2008, – s. 75-76

depressiyanın (ΔP) verildiyi texnoloji vəziyyətə uyğun olaraq müvafiq həll sxemləri təklif edilmişdir ^{49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61}.

⁴⁹ Кулиев, А.М. Оценка влияния релаксации горных пород на потребное количество скважин в нефтяных залежах / А.М.Кулиев, Б.З.Казымов, М.А.Гаджиев [и др.] // АМЕА-ның məruzələri, – Bakı, – 2007. с. LXIII. №5, – с. 81-89.

⁵⁰ Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Гаджиев, М.А., Казымов, Б.З., Тагиева, С.Э. Влияние релаксации горных пород на потребное количество скважин нефтяных залежей при разработке их на режиме растворенного газа // Материалы всероссийского семинара, посвященного столетию Аминова Монгима Шакуровича, – Казань: – 4 – 5 февраля, – 2008, – с. 42-43.

⁵¹ Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Влияние плотности сетки скважин на нефтеотдачу залежей с релаксацирующей средой // Материалы всероссийского семинара, посвященной столетию П.А. Кузьмина, – Казань: – 11 – 12 ноября, – 2008, – с. 77-78.

⁵² Кулиев, А.М. Математическое моделирование процесса разработки нефтяных месторождений с ползучей средой и ее влияние на потребное количество скважин / А.М.Кулиев, В.Ю. Бабанлы, Р.М.Эфендиев [и др.] // Bakı Universitetinin Xəbərləri, Fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, – Bakı: –2009, №3, – с. 67-77.

⁵³ Кулиев, А.М. Математическое моделирование разработки нефтяной залежи с учетом реологических свойств горных пород / А.М.Кулиев, В.Ю. Бабанлы, Р.М.Эфендиев [и др.] // Jurnal of Qafqaz University, Mathematics and Computer Science, – Bakı: – 2011. № 31, – с. 85-92.

⁵⁴ Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Влияние ползучести горных пород на нефтеотдачу залежей, разрабатываемых на естественном режиме // “Neftçixarmada yeni texnologiyalar” mövzusunda II Beynəlxalq elmi-təcrübi konfransın məruzələrinin tezisləri, – Bakı: – 6 – 7 sentyabr, – 2012, – с.169.

⁵⁵ Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Влияние ползучести горных пород на нефтеотдачу залежей, разрабатываемых в естественном режиме // – Bakı: SOCAR Proceeding, – 2012. №3, – с. 32-37.

⁵⁶ Кулиев, А.М., Казымов, Б.З., Эфендиев, Р.М. Моделирование процесса разработки нефтяных месторождений с релаксационно-деформируемой пористой средой при режиме истощения // – Bakı: АМЕА-ның xəbərləri, Yer elmləri seriyası, – 2016. №3-4, – с. 48-56.

⁵⁷ Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Неупругие деформация горных пород и их влияние на показатели разработки нефтяных и газовых месторождений // Akademik M.T.Abasovun anadan olmasının 90 illiyinə həsr olunmuş “Neft və qaz yataqlarının işlənilməsinin fundamental və tətbiqi problemləri” mövzusunda elmi sessiyanın materialları, – Bakı: – 14 октябрь, – 2016, – с. 209-231.

⁵⁸ Guliyev, A. Inelastic deformations of rocks and their influence on development

Alınmış həllər əsasında quyular şəbəkəsinin sıxlığının işlənilmə göstəricilərinə təsirinin hesabi qiymətləndirilməsi məqsədilə hipotetik yataq olaraq düzbucaq formalı uzunluğu 1500 m, eni 1000 m və qalınlığı 50 m olan zolaqvari yataq götürülmüşdür. Quyuların kvadrat şəbəkəsi üçün quyular arası məsafə $R=2l=400$; 300 və 200 m olmaqla quyular sayının müvafiq olaraq 12, 20 və 35-ə bərabər olduğu üç variant nəzərdən keçirilmişdir.

Süxurları relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan neft yataqları üzrə alınmış həllərdən istifadə etməklə aparılmış hesablamaların nəticələrinin təhlili aşağıdakı nəticələrə gəlməyə imkan vermişdir:

- İşlənmə prosesində relaksasiyalı mühitə malik laylarda lay təzyiqinin azalması qeyri-xətti elastik mühitə malik olan laylara nisbətən daha sürətlə baş verir. Üstəlik, bu qanunauyğunluq bütün quyu şəbəkələrinin sıxlıqlar.

- İşlənmənin ilkin dövründə relaksasiyalı və qeyri-xətti elastiki mühitə malik laylarda lay təzyiqinin qiyməti arasında fərq əhəmiyyətsizdir, sonra isə neft yataqdan çıxarıldıqca bu fərq daha əhəmiyyətli olur. Bu, görünür, onunla əlaqədardır ki, işlənmənin ilkin dövründə cüzi neft hasilatı səbəbindən layda relaksasiyalı mühitli laylarda təzyiq bir qədər azalır və süxurlar o qədər də güclü deformasiyaya uğramır və ilkin dövrdə elastiki mühit kimi davranırlar. Lay təzyiqinin azalması ilə neft hasil edildikcə süxur skeletinə

of the oil and gas fields / Arif Guliyev, Ramiz Hasanov, Bunyad Kazimov [et al.] // Petroleum & Petrochemical Engineering Journal, Michigan – 2018. v.2, is.5, – 7 p.

⁵⁹ Кулиев, А.М. Исследование влияния плотности сетки скважин на природно-технологические показатели разработки нефтяных месторождений с учетом ползучей деформации горных пород / А.М.Кулиев, Р.М.Эфендиев, Б.З.Казымов [и др.] // “Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности”, – Москва: – 2019. №2, – с. 38-45.

⁶⁰ Казымов, Б.З., Насирова, К.К., Буныатов, А.А. Определение динамики потребного количества скважин при разработке нефтяных залежей в режиме растворенного газа // – Йошкар-ола: Научный журнал “Ученый XXI века”, – 2021. № 6, – с.3-8.

⁶¹ Казымов, Б.З., Зейналов, Р.М. Определение динамики потребного количества скважин при разработке глубокозалегающих нефтяных залежей в режиме растворенного газа // Материалы IV Международной научно-практической конференции на тему “Современное программирование”, – Нижневартовск: – 8 декабря, – 2021, – 2022, – с. 133-137.

düşən yüklənmə artır və süxur deformasiyaya uğrayır və bu deformasiyalar qeyri-xətti elastiki deformasiyadan fərqlənir.

- Sıx quyular şəbəkəsi olan yataqlarda lay təzyiqinin azalması quyuların seyrək quyular şəbəkəsi olan yataqlara nisbətən daha sürətli baş verir.

- İşlənmə zamanı məsaməliyin kəskin dəyişməsi ən çox qeyri-xətti elastik mühitə malik yataqlarda nəzərə çarpır. Belə ki, qeyri-xətti elastik mühitə malik yataqlarda işlənilmə zamanı layın məsaməliliyi 8% azalır, relaksasiyalı mühitə malik yataqlarda bu, təxminən 2,1% təşkil edir. Bu, onu göstərir ki, neft ehtiyatlarının yenidən hesablanması üzrə işlər aparılarkən bu hal mütləq nəzərə alınmalıdır.

- Qeyri-xətti elastik mühitə malik yataqlarda quyular şəbəkəsinin sıxlığından asılı olmayaraq məsaməlilik eyni şəkildə azalır, yeganə fərq müxtəlif sıxlıqlarda buna müxtəlif vaxtlarda nail olunmasıdır. Beləliklə, sıx şəbəkələrlə, bu, bir ildən az müddətdə əldə edilirsə, seyrək şəbəkələrlə (12 ha / quyular) təxminən 3,5 il ərzində əldə edilir. Qeyri-xətti elastiki mühitə malik yataqlardan fərqli olaraq, relaksasiyalı mühitə malik yataqlarda müxtəlif sıxlıqlarda məsaməliliyin dəyişmə xarakteri fərqlidir.

- Relaksasiyalı və qeyri-xətti-elastik mühitə malik yataqlarda keçiriciliyin dəyişmə xarakteri, demək olar ki, eynidir və relaksasiyalı mühitə malik laylarda layın keçiriciliyi qeyri-xətti elastiki mühitə malik olan yataqlara nisbətən daha tez azalır. Üstəlik, bu qanunauyğunluq bütün quyular şəbəkələrinin sıxlıqlarında saxlanılır.

- Lay işlənildikcə, layda relaksasiyalı mühitədə neftlədoyma qeyri-xətti elastik mühitə malik laylarda olduğundan qat-qat azalır və bu hal bütün quyular şəbəkəsi sıxlıqlarında müşahidə olunur.

- Quyular şəbəkəsinin bütün sıxlıqlarında relaksasiyalı mühitə malik laylarda qaz amilinin qiymətləri qeyri-xətti elastik mühitə malik laylarda olduğundan daha böyükdür. Bu onunla əlaqədardır ki, relaksasiyalı mühitə malik yataqlarda işlənilmənin bütün dövrü ərzində lay təzyiqinin azalması qeyri-xətti elastiki mühitə malik yataqlara nisbətən daha sürətlə baş verir.

- Quyular şəbəkəsinin sıxlığından asılı olmayaraq relaksasiyalı mühitə malik yataqlarda neftvermə əmsalı həmişə qeyri-xətti elastik

mühitə malik yataqlardan az olur. Üstəlik, sıx şəbəkələrdə həm relaksasiyalı, həm də qeyri-xətti elastiki mühitə malik yataqlarda cari neftvermə əmsalı seyrək şəbəkələrə nisbətən daha böyükdür.

- Relaksasiyalı və qeyri-xətti elastik mühitə malik yataqlarda son neftvermə əmsalı quyu şəbəkəsinin sıxlığından, demək olar ki, asılı deyil. Müxtəlif quyu sıxlıqlarında, istər relaksasiyalı, istərsə də qeyri-xətti elastiki mühitə malik yataqlarda eyni yekun neft hasilat həcmnin əldə edilməsi vaxtı fərqlidir.

Relaksasiyalı mühitə malik yataqlarda qeyri-xətti elastik mühitə malik yataqlara nəzərən neftvermə əmsalı az olur. Nəzərdən keçirilən hipotetik yataq nümunəsi üçün bu fərqlənmə 15-20 % ola bilər.

Süxurları sürüngəclə deformasiyaya uğrayan neft yataqları üzrə alınmış həllərdən istifadə etməklə aparılmış hesablamaların nəticələrinin təhlili aşağıdakı nəticələrə gəlməyə imkan vermişdir:

- İşlənmə prosesində sürüngəclə mühitə malik laylarda lay təzyiqinin azalması qeyri-xətti elastik mühitə malik olan laylara nisbətən daha zəif təplə baş verir və bu qanunauyğunluq bütün quyu şəbəkələrinin sıxlıqlarında saxlanılır.

- İşlənmənin ilkin dövrü davam etdikcə sürüngəclə və qeyri-xətti elastiki mühitə malik laylarda lay təzyiqinin qiyməti arasında fərq artmaqda davam edir. - Sıx quyular şəbəkəsi olan yataqlarda lay təzyiqinin azalması quyuların seyrək quyu şəbəkəsi olan yataqlara nisbətən daha sürətli baş verir.

- İşlənmə zamanı məsaməliyin kəskin dəyişməsi ən çox sürüngəclə deformasiya olunan mühitə malik yataqlarda nəzərə çarpır və bu qanunauyğunluq bütün quyu şəbəkələrinin sıxlıqlarında saxlanılır. Belə ki, bütün hallarda qeyri-xətti elastik mühitə malik yataqlarda işlənmə zamanı layın məsaməliyi 8% azalırsa, sürüngəclə deformasiya olunan mühitə malik olan yataqlarda bu, təxminən 37 % təşkil edir. Bu onu göstərir ki, neft ehtiyatlarının hesablanması və yenidən hesablanması üzrə işlər aparılarkən məsaməliyin bu dərəcədə böyük həddə azalması nəzərə alınmalıdır.

- Sürüngəclə və qeyri-xətti-elastik mühitə malik yataqlarda keçiriciliyin dəyişmə xarakteri məsaməliyin dəyişməsi xarakterinə eynidir, lakin bu halda keçiriciliyin qiymətləri daha böyük intervalda

azalır və bu qanunauyğunluq bütün quyu şəbəkələrinin sıxlıqlarında saxlanılır. Belə ki, bütün hallarda qeyri-xətti elastik mühitə malik yataqlarda işlənmə zamanı layın keçiriciliyi 18% azalırsa, sürüngəclə deformasiya olunan mühitə malik olan yataqlarda bu, təxminən 54 % təşkil edir.

- Lay işləndikcə, layda sürüngəclə mühitədə neftlədoyma qeyri-xətti elastik mühitə malik laylarda olduğundan qat-qat azalır və müəyyən qiymətdə sabitlik tendensiyası göstərir. Bu qanunauyğunluq bütün quyu şəbəkələrinin sıxlıqlarında müşahidə olunur. Belə azalma xüsusiyyəti təzyiqin azalma xarakteri ilə bağlı ola bilər.

- Quyu şəbəkəsinin bütün sıxlıqlarında sürüngəclə mühiti olan laylarda qaz amilinin qiymətləri qeyri-xətti elastik mühitə malik laylarda olduğundan daha azdır. Bu onunla əlaqədardır ki, sürüngəclə mühitə malik yataqlarda işlənmənin bütün dövrü ərzində lay təzyiqinin azalması qeyri-xətti elastiki mühitə malik yataqlara nisbətən daha yavaş tempdə baş verir.

- Quyu şəbəkəsinin sıxlığından asılı olmayaraq sürüngəclə mühitə malik yataqlarda neftvermə əmsalı həmişə qeyri-xətti elastik mühitə malik yataqlardan böyük olur (95%-dək).

Alınmış ədədi nəticələrin təhlili işlənmə göstəricilərini təyin edərkən, o cümlədən layların süzülmə-tutum parametrlərinə və müxtəlif quyu sıxlıqlarında neftvermə əmsalına təsirini müəyyən edərkən süxurların reoloji xüsusiyyətlərinin təsirinin nəzərə alınmasının zəruriliyini göstərir.

Süxurların relaksasiyalı deformasiyası nəzərə alınmaqla quyular şəbəkəsinin verilmədiyi halda quyuların zəruri sayının təyini məsələsinin həllinə əsaslanmaqla alınmış hesablama nəticələrinin təhlili göstərir ki:

- Relaksasiyalı deformasiya şəraitində tələb olunan quyu sayı qeyri-xətti elastiki layda olduğundan çox olur (bəzi hallarda 20%-dək);

- Quyuların sayının işlənmənin sonuna yaxın kəskin artır və bu onunla əlaqədardır ki, işlənmənin sonunda quyuların debiti kəskin şəkildə azalır və verilən hasilat həcmi sürətini təmin etmək üçün çoxlu sayda quyunun daxil edilməsi lazım gəlir;

- Sabit hasilat tempində işlənmənin əvvəlindən relaksasiyalı

mühiti olan laylardakı quyuların sayı qeyri-xətti elastiki deformasiya olunan mühitə malik laylarda quyuların tələb olunan sayı əhəmiyyətli dərəcədə artmır (bizim halda ilkin ehtiyatın 12%-i qədər), sonra isə kəskin artım müşahidə olunur;

- Təzyiq fərqi (depressiya) artdıqca, quyular arasındakı məsafədən asılı olmayaraq, həm relaksasiyalı, həm də qeyri-xətti elastiki mühitə malik yataqlarda quyuların sayı kəskin şəkildə azalır (bu onunla bağlıdır ki, təzyiq fərqinin artması ilə quyuların debiti artır və bu da, öz növbəsində, tələb olunan quyuların sayının kəskin azalmasına səbəb olur).

Quyular arasındakı məsafə quyuların istismarının eyni texnoloji şərtlərində quyuların sayına da təsir göstərir. Belə ki, quyular arası məsafənin artması ilə müxtəlif mühitlərə malik yataqlarda quyuların sayı artır. Ancaq kiçik depressiyalarda bu fərq əhəmiyyətlidirsə, böyük depressiyada bu fərq əhəmiyyətsizdir.

Bu nəticələrdən süxurları relaksasiyalı deformasiya olunan neft yataqlarının işlənilmə layihələrinin tərtibində və işlənilmə prosesinin təhlilində müvəffəqiyyətlə istifadə oluna bilər.

Analoji olaraq, süxurların sürüngəclli deformasiyası nəzərə alınmaqla alınmış hesablamə nəticələrinin təhlili göstərir ki:

- baxılan bütün hallarda süxurların sürüngəclli deformasiyası qeyri-elastiki deformasiyası halına nəzərən yalnız yataqdan maksimal hasilat həcmi əldə olunduqdan sonra tələb olunan quyuların sayına təsir göstərməyə başlayır (maksimal 2 quyular sayınadək);

- süxurların sürüngəclli deformasiyası halında quyuların sayı süxurların qeyri-elastiki deformasiyası halı ilə müqayisədə az olur;

- süxurların sürüngəclli deformasiyası halında quyuların sayı süxurların qeyri-elastiki deformasiyası halı ilə müqayisədə təyin olunan quyuların sayına təsiri yüksək depressiya halında az olur;

- laylararası məsafənin böyük qiymətlərində süxurların sürüngəclliyinin təyin olunan quyuların sayının qiyməti çox olur;

- m_1 parametrinin qiyməti artdıqca, süxurların sürüngəclli deformasiyası halında quyuların sayı süxurların qeyri-elastiki deformasiyası halı ilə müqayisədə daha çox fərqlənir;

- süxurların sürüngəclliyinin layın keçiriciliyinə təsiri nəzərə alındıqda süxurların qeyri-xətti elastiki deformasiyası halı ilə

müqayisədə zəruri quyular sayı süxurların sürüngəcliyinin layın keçiriciliyinə təsiri nəzərə alınmadığı hal ilə müqayisədə çox olur;

- süxurların sürüngəcliyinin layın keçiriciliyinə təsiri nəzərə alındıqda aşağı depressiya şəraitində quyular sayı süxurların qeyri-xətti elastiki deformasiyası halı ilə müqayisədə maksimal olaraq 10 quyuyadək təsir göstərir, bu təsir yuxarı depressiya şəraitində 6 quyuyə qədərdir;

- süxurların sürüngəcliyinin layın keçiriciliyinə təsiri nəzərə alındıqda zəruri quyular sayının süxurların qeyri-xətti elastiki deformasiyası halı ilə müqayisədə çox olması bu zaman keçiriciliyin daha kəskin azalması nəticəsində layda neftlədoymanın nisbətən sabitləşməsi və bunun nəticəsində quyunun hasilatının azalması ilə bağlı ola bilər.

Qeyd edildiyi kimi, bu fəsildə neft yataqlarının qazın seqreqasiyası nəzərə alınmaqla işlənmə göstəricilərinin təyini üsulları işlənilib hazırlanmışdır^{62 63}.

Qeyd olunur ki, tükənmə rejimində istismar olunan neft yataqlarının işlənmə təcrübəsindən məlumdur ki, işlənmə prosesində lay təzyiqinin doyma təzyiqindən aşağı düşməsi nəticəsində neft daxilində olan həll olmuş qaz qabarcıqları seqreqasiya nəticəsində mayedən ayrılaraq layın tavan hissəsinə yığılaraq qaz parağı əmələ gətirir ki, həll olmuş qaz rejiminin daha effektiv olan qaz basqısı rejimi ilə əvəz olunmasına və nəticədə neftvermə əmsalının artmasına səbəb ola bilər və bu amil müvafiq məsələnin tədqiqatına cəlb edilməsini şərtləndirmişdir.

Alınmış həllər üzrə aparılmış hesablamalardan alınan nəticələrin təhlili həll olmuş qaz rejimində istismar olunan qapalı neft yataqlarının işlənmə göstəricilərinin təyini zamanı süxurların relax-

⁶² Kazimov, B.Z. New calculation algorithms for the development of oil fields taking into account rheological models of rock deformations // Collection of articles of the scientific-practical conference “Xəzərneftqazyataq-2016”, – Baku: – 22–23 December, – 2016, – p. 418-423.

⁶³ Кулиев, А.М. Моделирование процесса разработки нефтяных месторождений с учетом сегрегации газа и ползучести горных пород / А.М.Кулиев, Р.М.Эфендиев, Б.З.Казымов [и др.] // AzTU-nun elmi əsərləri. Fundamental elmlər seriyası, – Bakı: – 2006. c. V (19). №3, – c.39-44.

sasiyalı və sürüngəcli deformasiyaları şəraitində qazın seqreqasiyasının təsirinin nəzərə alınmasının zəruriliyini göstərmişdir.

Eləcə də konturaxası su zonasının aktivliyi nəzərə alınmaqla süxurları relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiyaya məruz qalan neft yataqlarının subasqılı rejimdə işlənməsi məsələsi araşdırılmışdır. İşlənmə prosesində su-neft kontaktının fasiləsiz olaraq yerdəyişməsinə uyğun olaraq yataqda lay təzyiqi, məsaməlik, neftlədoyma, qaz amili, neftli hissənin həcmi kimi işlənmə göstəricilərinin təyininə imkan verən diferensial tənliklər sistemi alınmışdır.

Qeyd olunan tədqiqat məsələləri ilə yanaşı, bu fəsilə süxurları relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiyaya məruz qalan neft yataqlarının işlənmə göstəricilərinin qeyri-izotermik süzülmə şəraitinə uyğun ədədi təyini üsulları işlənilib hazırlanmışdır ^{64 65 66}.

Belə ki, neft və qaz yataqlarının yatma dərinliyi artdıqca termodinamik amillərin yataqların işlənmə göstəricilərinə təsiri daha çox hiss olunur. Belə ki, istismar prosesində yatağın energetik potensialının dəyişməsi onun istilik balansının da dəyişməsinə səbəb olur. Bu isə öz növbəsində bir tərəfdən neft məsaməli mühitdə qeyri-izotermik süzülməsinə, digər tərəfdən isə yatağın işlənməsinə rejiminə və lay sisteminin faza vəziyyətinə təsir göstərir. Bu tip yataqların işlənmə prosesində laylarda olan flüidlərin temperaturu, hətta laya istiliklə təsir etmədikdə belə, layın təbii temperaturundan fərqli olur.

Aparılmış hesablaşma nəticələrinin kəmiyyət və xarakter etiba-

⁶⁴ Kazımov, B.Z. Süxurların deformasiyalarının reoloji modellərini nəzərə almaqla neft yataqlarının işlənməsinin yeni hesablaşma alqoritmləri // “Xəzərneftqaz-yataq-2016” elmi-təcrübi konfransının məqalələr toplusu, – Bakı: – 22 – 23 dekabr, – 2016, – s. 418-423.

⁶⁵ Кулиев, А.М. Математическое моделирование неизотермической фильтрации газированной нефти с учетом неравновесной деформации горных пород / А.М.Кулиев, Р.М.Эфендиев, Б.З.Казымов [и др.] // “Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности”, - Москва: - 2017. №9, - с. 17-22.

⁶⁶ Kazımov, B.Z. Influence of the relaxation deformation of rocks on the characteristics of nonisothermal filtration of live crude in the stratum // – New York: Journal of Engineering Physics and Thermophysics, – 2018. v. 91. No. 6, – p. 1539-1542

rilə təhlili neft yataqlarının işlənilməsinin layihə və qiymətləndirmə məsələlərinin həlli zamanı süxurların relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiyası ilə səciyyələnən şəraitlərə uyğun layda gedən qeyri-izotermik proseslərin nəzərə alınmasının vacibliyini göstərir.

Məsələn, süxurların sürüngəcli deformasiyası halında aparılmış hesablamalar göstərmişdir ki:

- Quyudibi təzyiqin qiymətlərinin azalma tempinin qeyri-xətti deformasiya halı ilə müqayisədə layda temperaturun dəyişməsinin təsirindən xeyli yavaşması müşahidə olunur (50 %-dək);

- Sürüngəcli deformasiya halında izotermik halda keçiriciliyin quyu divarı ətrafı qiymətlərinin kontur qiymətlərindən kiçik olduğu halda, axının qeyri-izotermikliyi halında keçiriciliyin quyu divarı ətrafı qiymətləri kontur qiymətlərindən böyük olur. Bu hal da temperatur sahəsinin süxurları sürüngəcli deformasiyaya məruz qalan layda əsas olaraq quyudibi zonanın kollektor xüsusiyyətlərinin xarakterinə təsir göstərmiş olur;

- Sürüngəcli deformasiya olunan laylarda temperatur layın işlənilməsi prosesində qeyri-xətti elastiki deformasiya olunan laylara nəzərən azalma tempini 18%-dək azaldır. Bu da süxurların sürüngəcli deformasiyası zamanı lay şəraitində temperatur itkilərinin az yaranması ilə izah edilə bilər;

- Süxurların sürüngəcli deformasiyası zamanı layda temperaturun dəyişməsi nəzərə alındıqda həm sürüngəcli, həm də elastiki deformasiya olunan layda qaz amili yüksək olur, bu isə özünü sürüngəcli deformasiyaya uğrayan laylarda daha geniş intervalda özünü biruzə edir.

Bu fəsilə habelə neft yataqlarının tükənmə rejimində işlənilməsi məsələsi Abel sürüngəclik nüvəsi nəzərə alınmaqla tədqiq edilmiş və müvafiq təqribi həll üsulu işlənilib hazırlanmışdır⁶⁷. Qeyd olunur ki, alınmış təqribi həll sxeminin reallaşdırılması sayəsində baxılan hala uyğun yataq üzrə ortalaşmış lay təzyiqi, məsaməlik və neftlədoyma əmsallarının işlənilmə müddəti ərzində dəyişməsinə

⁶⁷ Kazımov, B.Z. Süxurları Abel nüvəli sürüngəcli deformasiyaya məruz qalan neft yatağının işlənilmə göstəricilərinin təyini / B.Z.Kazımov, A.A.Dəmirov, R.M. Əfəndiyev [və b.] // Odlar Yurdu Universitetinin elmi və pedaqoji xəbərləri, – Bakı: – 2020. № 56, – s. 30-34

izləmək mümkündür.

Qeyd etmək lazımdır ki, iş çərçivəsində süxurların deformatsiyası nəzərə alınmaqla birləşli mayenin, habelə qeyri-nyuton neftin quyuya axın məsələləri, eləcə də maili quyu ilə istismar olunan neft yatağının işlənmə məsələsi və qazkondensat quyularında optimal texnoloji rejimin seçilməsi məsələləri də tədqiq edilmişdir ki, nəticələr ^{68 69 70 71 7273 74 75 76 77} işlərində öz əksini tapır.

⁶⁸ Кулиев, А.М., Казымов, Б.З. Точное решение задачи фильтрации упругой жидкости в ползучей пористой среде // – Баку: Труды ИПГНГМ АНА “Вопросы разработки и физико-химии нефтегазоносных пластов”, – 1999. – с. 45-51.

⁶⁹ Quliyev, A.M., Kazımov, B.Z., Əfəndiyev, R.M. Süxurları relaksasiyalı və sürüngenli deformatsiyaya məruz qalan neft yataqlarının maili quyularla işlənilmə göstəricilərinin təyini // – Bakı: “Neft-qaz problemləri”, – 2019. №1, – s. 37-46.

⁷⁰ Казымов, Б.З. Исследование процесса фильтрации нефти к скважине в релаксационно-деформируемом неоднородном нефтяном пласте в режиме растворенного газа // Материалы международной научно-практической конференции “Состояние и перспективы эксплуатации зрелых месторождений”, – Актау: – 16–17 май, – 2019, – с.232-237.

⁷¹ Маммадов, Э.В., Казымов, Б.З. Методика определения оптимального режима работы газоконденсатной скважины с учетом деформации горных пород пласт-коллектора // Международный научный журнал “Ученый XXI века”, – 2020. № 6-3(65), – с. 3-7.

⁷² Самедов, Т.А., Казымов, Б.З., Новрузова, С.Г. Выбор оптимального режима работы газоконденсатной скважины с учетом релаксационной деформации горных пород // – Москва: Технологии нефти и газа, – 2021. №3, – с.50-54.

⁷³ Казымов, Б.З. Методика расчета изменения давления в неравновесно-деформируемом пласте в случае однофазного течения жидкости к скважине // – Москва: “Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности”, – 2021. №10, – с.37-41.

⁷⁴ Kazımov, B.Z., Zeynalov, R.M. A method for approximate determination of the indicators of development of a reservoir with rocks subjected to relaxation deformation in single-phase fluid flow // – Bakı: Transactions of ANAS, Series of Physical-Technical and Mathematical Sciences. Informatics and Control Problems, – 2022. №2, – p. 73-79.

⁷⁵ Kazımov, B.Z., Zeynalov, R.M. Süxurları relaksasiyalı deformatsiyaya uğrayan neft layının işlənilmə göstəricilərinin süzülmənin birinci fazası üzrə təyini // “Riyaziyyatın fundamental problemləri və intellektual texnologiyaların təhsildə tətbiqi” mövzusunda Sumqayıt Dövlət Universitetinin 60 illik yubileyinə həsr olunmuş II Respublika elmi konfransının materialları, – Sumqayıt: – 15 – 16 dekabr, 2022, – s.94-97.

Dördüncü fəsildə süxurları relaksasiyalı və sürüncəcli deformatsiyaya uğrayan qazneft yataqlarının müxtəlif geoloji-texnoloji şərtlərə (neft-qaz kontaktının hərəkətsizliyi və hərəkətliliyi, qazın seqreqasiyası) uyğun işlənilmə göstəricilərinin işlənib hazırlanmış təyini üsulları şərh edilmişdir ^{78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88}.

⁷⁶ Казымов, Б.З. Схема определения фильтрационных характеристик фильтрации по первой фазе однофазной жидкости по пластам, горные породы которых подвергаются деформации с ползучим характером // – Москва: Технологии нефти и газа, – 2022, №3, – с.50-52.

⁷⁷ Казымов, Б.З. Численный метод определения показателей разработки пласта неньютоновской нефти с учетом реологии горных пород // Azərbaycan xalqının Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin 100-illik yubileyinə həsr edilmiş “Heydər Əliyev və Azərbaycan Neft Strategiyası: neft-qaz geologiyası və geotexnologiyalarında irəliləyişlər” mövzusunda keçirilmiş Beynəlxalq Elmi-Praktiki Konfransın materialları, – Bakı: – 23 –26 may, – 2023, – s. 942-946.

⁷⁸ Дунямалыев, М.А., Казымов, Б.З., Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М. Моделирование процесса разработки нефтегазовых месторождений в деформируемых пластах с учетом релаксационных эффектов // Материалы международной научной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Г.Г. Тумашева “Краевые задачи аэрогидромеханики и их приложения”, – Казань: – 21 – 24 ноября, – 2000, – с.304-305.

⁷⁹ Кулиев, А.М. Математическое моделирование разработки нефтегазовых залежей с ползучей средой / А.М.Кулиев, М.А.Дунямалыев, Р.М.Эфендиев [и др.] // Известия Национальной Академии Наук Азербайджана, Серия Науки о Земле, – Баку: – 2001. № 2, – с. 22-26.

⁸⁰ Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М. Казымов, Б.З. Математическое моделирование процесса разработки газонефтяных залежей с учетом релаксации горных пород // Тезисы докладов республиканской научной конференции “Математическое моделирование и вычислительный эксперимент”, – Ташкент: – 25 – 27 март, – 2002, – <http://mmce-2002.narod.ru/Contents.htm>

⁸¹ Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Гаджиев, М.А., Казымов, Б.З. Моделирование процесса разработки газонефтяных залежей в ползучих средах с учетом подвижности газо-нефтяного контакта // Труды Республиканской научной конференции “Современные проблемы информатизации, кибернетики и информационных технологий”, – Баку: – 28 – 30 апреля, – 2003, – с. 7-9.

⁸² Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З., Тагиева, С.Э. Моделирование процесса разработки нефтяных залежей с газовой шапкой с учетом релаксации горных пород // Труды Республиканской научной конференции “Современные проблемы информатизации, кибернетики и информационных технологий”, – Баку, – 28 – 30 апреля, – 2003, – с. 32-34.

⁸³ Кулиев, А.М. Гидродинамическое исследование процесса продвижения

Qeyd edilir ki, süxurların deformasiyasının neft və qaz yataqlarının işlənməsi prosesinin göstəricilərinə təsirinin öyrənilməsi böyük praktiki maraq doğurur, çünki neft yataqlarının işlənilməsindən fərqli olaraq, qazneft yataqlarının işlənilməsi neftli və qazlı hissələrin ayrı-ayrılıqda istismara cəlb edilməsi ilə əlaqədar olaraq çətinləşir və özlüyündə bir sıra müvafiq idarəetmə məsələlərinin həll edilməsini tələb edir.

Qeyd olunanlarla əlaqədar olaraq, qaz neft yataqlarının tükənmə rejimində işlənilməsi məsələsi, əvvəlcə, qaz-neft kontaktının hərəkətsizliyi, sonra isə hərəkətliyi nəzərə alınmaqla tədqiq edilmiş və müvafiq hesablama ifadələri alınmışdır.

Alınmış həllər üzrə aşağıdakı hesablama nəticələri əldə edilmişdir:

- Süxurların relaksasiyalı deformasiyaya uğraması və qaz-neft

газонефтяного контакта и проникновения газа из одной области в другой в залежах с "релаксирующей" средой / А.М.Кулиев, Р.М.Эфендиев, Б.З.Казымов [и др.] // Известия НАНА, Серия Науки о Земле, – Баку: – 2003. №3, – с.29-37.

⁸⁴ Кулиев, А.М. Моделирование процесса разработки нефтегазовых залежей при неподвижности газонефтяного контакта с учетом релаксации горных пород / А.М.Кулиев, Р.М. Эфендиев, Б.З.Казымов [и др.] // Известия НАНА, Серия Науки о Земле, – Баку: – 2003. №3, – с. 23-28.

⁸⁵ Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Моделирование процесса образования газовой шапки при разработке нефтяных залежей с учетом релаксации горных пород // – Баку: Известия НАНА, Серия Науки о Земле, – 2005. № 2, – с.100-105.

⁸⁶ Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Моделирование процесса разработки газонефтяных залежей с учетом релаксации горных пород и сегрегации газа // Материалы всероссийского семинара, посвященного столетию Аминова Монгима Шакуровича, – Казань: – 4 – 5 февраля, – 2008, – с.44-45.

⁸⁷ Кулиев, А.М. Моделирование процесса разработки газонефтяных месторождений при ползучести горных пород и сегрегации газа / А.М.Кулиев, Р.М.Эфендиев, Б.З.Казымов [и др.] // Механика, Маşınqayırma, – Баку: – 2008. №2, – с. 12-17.

⁸⁸ Асланов, М.С., Казымов, Б.З. Учет релаксации горных пород и сегрегации газа при разработке газонефтяных месторождений. Материалы четвертой Международной научной конференции “Функционально - дифференциальные уравнения и их приложения”, – Махачкала: – 21 – 24 сентября, – 2009, – с.57-66.

kontaktının hərəkətsiz olması halında:

1. Süxur məsaməliliyinin relaksasiya müddəti ayrı-ayrı göstəricilərə eyni təsir göstərmir.

2. Relaksasiya vaxtı lay məsaməliyinin dəyişməsinin xarakterinə ən nəzərəcarpacaq təsir göstərir. Qeyri-xətti elastik deformasiyaya uğrayan mühitə malik yataqlarda məsaməlik işlənmə zamanı relaksasiyalı mühitə malik yataqlara nisbətən daha yavaş azalır. Üstəlik, relaksasiya müddəti artdıqca məsaməliyin azalması sürəti yavaşdır.

3. İlk lay təzyiqli yüksək olan laylarda həm qeyri-xətti elastik deformasiyaya uğrayan mühitə, həm də relaksasiyalı mühitə malik olan laylarda məsaməliyin azalması ilk lay təzyiqli aşağı olan laylara nisbətən daha tez baş verir.

4. Relaksasiyalı mühitə malik laylarda lay təzyiqli və neftlədoyma qeyri-xətti elastik deformasiyaya uğrayan mühitə malik laylara nisbətən daha tez azalır. Üstəlik, relaksasiya vaxtının artması ilə onların azalma sürəti artır.

5. İşlənmənin ilk mərhələsində qeyri-xətti elastik deformasiyaya uğrayan mühitə malik və relaksasiyalı mühitə malik yataqlarda təzyiqlin və neftlədoyma səviyyəsinin azalması eyni şəkildə baş verir və sonralar, işlənmə davam etdikcə, müəyyən bir zaman anından, qeyri-xətti elastik deformasiyaya uğrayan mühitə malik yataqda təzyiqlin daha ləng azalması və relaksasiyalı mühiti olan yataqlara nisbətən doyma müşahidə olunur. Relaksasiya vaxtı artdıqca bu fərq artır.

6. İlk lay təzyiqlinin qiymətinin artması ilə relaksasiyalı və qeyri-xətti elastik deformasiyaya uğrayan mühitə malik yataq hallarında təzyiqlin müvafiq qiymətləri ilə neftlədoyma arasında fərq daha nəzərə çarpır, yəni ilk lay təzyiqlinin artması mühitin relaksasiyasının lay təzyiqlinin və neftlədoymanın müəyyən edilmiş qiymətlərinə təsirini artırır.

7. Relaksasiyalı mühitə malik yataqlarda qaz amilinin qiymətləri qeyri-xətti elastik deformasiyaya uğramış mühitə malik yataqlara nisbətən daha yüksəkdir və ilk lay təzyiqli yüksək olan yataqlarda bu fərq daha əhəmiyyətlidir.

8. Yataqlın qaz hissəsindən qaz hasilatının dəyişməsi təbiətinə

görə qaz amilinin dəyişməsinə oxşardır.

9. Relaksasiyalı mühitə malik yataqlarda qaz-neft sərhəddinin hərəkətsizliyini saxlamaq üçün cəm qaz hasilatı qeyri-xətti elastik deformasiyaya uğrayan mühitə nisbətən daha çoxdur. Üstəlik, onların qiymətləri arasındakı fərq ilkin lay təzyiqləri yüksək olan yataqlar halında daha çox nəzərə çarpır.

- Süxurların sürüngəcli deformasiyaya uğraması və qaz-neft kontaktının hərəkətsiz olması halında:

1. Süxurun sürüngəcliyi ayrı-ayrı göstəricilərə zaman üzrə eyni təsir göstərmir.

2. Başlanğıc lay təzyiqi yüksək olan laylarda həm süxurları qeyri-xətti elastiki deformasiyaya, həm də sürüngəcli deformasiyaya uğrayan laylarda məsaməliyin, lay təzyiqinin və neftlədoymanın azalması başlanğıc lay təzyiqi aşağı olan laylara nisbətən daha tez baş verir.

3. Süxurları qeyri-xətti elastiki deformasiyaya uğrayan laylarda məsaməliyin azalması süxurları sürüngəcli deformasiyaya uğrayan laylara nəzərən daha yavaş, lay təzyiqi və neftlədoymanın azalması isə daha sürətlə baş verir.

4. Süxurları sürüngəcli deformasiyaya uğrayan laylarda qaz amilinin qiymətləri süxurları elastiki deformasiyaya uğrayan laylara nəzərən kiçik olur.

5. Yatağın qaz hissəsindən qaz hasilatının dəyişməsi təbiətinə görə qaz amilinin dəyişməsinə oxşardır.

6. Süxurları sürüngəcli deformasiyaya uğrayan yataqlardan qaz-neft sərhəddinin hərəkətsizliyini təmin etmək üçün süxurları elastiki deformasiyaya uğrayan yataqlara nisbətən qazlı hissədən daha az həcmdə qazın hasil olunması lazım gəlir.

7. Süxurların sürüngəcliyi nəzərə alınmaqla yataqların işlənilmə göstəricilərinin zaman üzrə dəyişmə xüsusiyyətləri daha çox dərəcədə başlanğıc lay təzyiqi yüksək olan yataqlarda nəzərə çarpır, yəni dərin qaz-neft yataqlarının əsas işlənilmə göstəriciləri müəyyən edilərkən süxurların sürüngəcliyinin nəzərə alınması zəruridir.

Süxurların relaksasiyalı deformasiyaya uğraması və qaz-neft kontaktının hərəkətli olması halında:

- Qazın bir hissədən digərinə keçməsi nəzərə alındıqda və

alınmadıqda, süxurları elastiki deformasiyaya uğrayan layda təzyiq relaksasiyalı deformasiya olunan layda olduğundan daha yavaş azalır. Hər iki halda qazın bir sahədən digərinə keçməsinin nəzərə alınmadığı hala nəzərən qazın keçməsi nəzərə alındıqda təzyiqin azalması daha intensiv baş verir;

- Qazın qazın bir hissədən digərinə keçməsi nəzərə alındıqda və alınmadıqda işlənmə prosesində layın məsaməliyi süxurları elastiki deformasiyaya uğrayan layda relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan layda olduğundan daha əhəmiyyətli dərəcədə azalır. qazın qazın bir hissədən digərinə keçməsinin təsiri elastiki deformasiyaya uğrayan mühitə malik layda relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan layda olduğuna nisbətən daha çox nəzərə çarpır;

- Elastiki deformasiyaya uğrayan mühitə malik layda məsamələrin neftlədoyumluluğu süxurları relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan layda olduğu ilə müqayisədə daha yavaş azalır və bu fərqlənmə qazın neftli hissədən qazlı hissəyə daxil olması halında daha ciddi nəzərə çarpır;

- Süxurları elastiki və relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan laylarda qaz amillərinin dəyişməsinin xarakteri demək olar ki, eynidir. Neftli hissədən qazın qazlı hissəyə keçməsinin nəzərə alınmadığı halda neftli hissənin həcmnin davamlı olaraq artması onunla izah etmək olar ki, yataq işlənildikcə neftlədoyma kəskin sürətdə azalır, nəticədə məsamələrin qaza görə nisbi keçiriciliyi artır, bu da qaz amilinin artmasına səbəb olur;

- Süxurları elastiki deformasiyaya uğrayan layda neftli hissənin həcmnin genişlənməsi (artması) həm qazın bir hissədən digərinə keçməsi nəzərə alındıqda, həm də alınmadıqda süxurları relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan layda olduğuna nisbətən daha sürətlə baş verir;

Süxurların sürüngəclı deformasiyaya uğraması və qaz-neft kontaktının hərəkətli olması halında:

- Qazın bir hissədən digərinə keçməsi nəzərə alındıqda və alınmadıqda, süxurları elastiki deformasiyaya uğrayan layda təzyiq sürüngəclı deformasiya olunan layda olduğundan daha sürətlə azalır. Hər iki halda qazın bir sahədən digərinə keçməsinin nəzərə alınmadığı hala nəzərən qazın keçməsi nəzərə alındıqda təzyiqin azalması

daha intensiv baş verir;

- Qazın qazın bir hissədən digərinə keçməsi nəzərə alındıqda və alınmadıqda işlənmə prosesində layın məsaməliyi süxurları elastiki deformasiyaya uğrayan layda sürüngəcliyə deformasiyaya uğrayan layda olduğundan daha əhəmiyyətsiz dərəcədə azalır. Qazın bir hissədən digərinə keçməsinin təsiri elastiki deformasiyaya uğrayan mühitə malik layda sürüngəcliyə deformasiyaya uğrayan layda olduğuna nisbətən daha az nəzərə çarpır;

- Elastiki deformasiyaya uğrayan mühitə malik layda məsamələrin neftləduyumluluğu süxurları sürüngəcliyə deformasiyaya uğrayan layda olduğu ilə müqayisədə daha sürətlə azalır və bu fərqlənmə həm qazın bir hissədən digər hissəyə keçməsinin nəzərə alınması, həm də alınmaması halında, işlənilmənin son mərhələsini istisna etməklə, zaman üzrə artım üzrə baş verir;

- Neftli hissədən qazın qazlı hissəyə keçməsinin nəzərə alınmadığı halda neftli hissənin həcmnin davamlı olaraq artması, işlənilmənin son mərhələsini istisna etməklə, süxurları elastiki deformasiyaya uğrayan yataqlarda sürüngəcliyə deformasiyaya uğrayan yataqlara nəzərən daha intensiv sürətdə baş verir;

- Süxurları elastiki deformasiyaya uğrayan layda neftli hissənin həcmnin genişlənməsi (artması) həm qazın bir hissədən digərinə keçməsi nəzərə alındıqda, həm də alınmadıqda süxurları sürüngəcliyə deformasiyaya uğrayan layda olduğuna nisbətən daha yavaş baş verir.

Hesablama nəticələri göstərir ki, qazın bir hissədən digər hissəyə keçməsinin süxurları relaksasiyalı və sürüngəcliyə deformasiyaya uğrayan yataqların işlənilməsinin layihələndirilmə və təhlil hesablamalarının aparılması zamanı nəzərə alınmaması bütün işlənilmə göstəricilərinin hesablanması müəyyən xətalara gətirib çıxara bilər.

Bu fəsildə eyni zamanda müntəzəm quyular şəbəkəsi ilə istismar olunan qazneft yataqlarının işlənməsinin süxurların relaksasiyalı və sürüngəcliyə deformasiyası və qazın seqreqasiyasını nəzərə almaqla hesablama üsulları yaradılmışdır. Yaradılmış hesablama üsulları bazasında hər bir hala uyğun olaraq çoxvariantlı hesablamalar aparılmış və süxurların deformasiyasının reoloji təbiətinin

qeyri-xətti elastiki deformasiyaya nəzərən işlənmə göstəricilərinə təsiri qiymətləndirilmiş və müvafiq hesablaşma nəticələri formulə edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, süxurların relaksasiyalı və sürüngəclilə deformasiyası elastiki deformasiya ilə müqayisədə qazın seqreqasiyası qazın seqreqasiyasının nəzərə alınmadığı halda nəzərən tükənmə rejimində qazneft yataqlarının işlənilmə göstəricilərinə təsirini azaldır. Süxurun sürüngəcliliyi neftli hissənin həcmının böyüməsini sürətləndirir.

Bəşinci fəsildə qeyd edilir ki, neft və qaz yataqlarının işlənməsi təcrübəsi göstərir ki, onları təşkil edən süxurlar gərginlik-deformasiya şəraitinin təsirindən asılı olaraq işlənmə prosesində xətti və ya qeyri-xətti səciyyəyə malik deformasiyalara uğrayırlar. Bu cür deformasiya prosesləri isə, öz növbəsində, layların kollektor xüsusiyyətlərinə müvafiq dərəcədə təsir göstərir ki, bu da nəticə etibarilə yataqların işlənilməsinin bütün texnoloji göstəricilərinin təyin olunan qiymətlərində öz ifadəsini tapmış olur. Neft və qaz yataqlarının işlənilmə göstəricilərinə süxurların xətti və ya qeyri-xətti deformasiya xüsusiyyətlərinin təsiri şəraitinə nəzərən hesablanmış qiymətləri əhəmiyyətli dərəcə fərqlənə bilər ki, bu da işlənilmənin layihələndirilməsi məsələlərinin qoyuluşunda süxurların qeyri-elastiki deformasiyasına səbəb olan mürəkkəb səciyyəli gərginlik-deformasiya şəraitinin nəzərə alınmasını zəruri etmişdir. Bunu nəzərə alaraq, son illərdə müvafiq istiqamətdə sistemətik tədqiqatlara geniş yer verilir. Belə ki, təhlil göstərir ki, bu tədqiqatlar daha çox süxurların reologiyası nəzərə alınmaqla yerinə yetirilir. Bunu da onunla izah etmək olar ki, son dövrlərdə işlənilmədə olan yataqların əksəriyyəti böyük dərinliklərdə yerləşən yataqlardır və belə yataqları təşkil edən süxurlar yüksək geostatik yüklənmənin təsiri şəraitində yerləşdiyindən, onlar yataqların işlənilməsi prosesində mürəkkəb gərginlik-deformasiya şəraitinin təsirinə məruz qalırlar ki, bu da həmin yataqların işlənilmə layihələrinin tərtibi məqsədilə tədqiqata cəlb edilən məsələlərin həllində süxurların reologiyasının nəzərə alınmasını ön plana çıxarmışdır. Digər tərəfdən, süxurların mürəkkəb səciyyəli deformasiya modelləri əsasında işlənilmiş proqnoz üsulları çox vaxt əməli istifadə baxımından əlverişli olmur. Bu isə, ilk növbədə, həmin modellərə daxil olan naməlum parametrlərlə bağlı olur. Həmin

parametrlərin - fiziki göstəricilərin ayrıca xüsusi tədqiqatlar nəticəsində - mədən məlumatlarının interpretasiyası əsasında təyininə ehtiyac yaranır.

Bununla yanaşı, ənənəvi təcrübə göstərir ki, lay və quyuların tədqiqi üzrə mədən tədqiqat nəticələrinin etibarlı emalı, daha çox, müvafiq hidroqazdinamik qoyuluşlu məsələlərin analitik həllərinin mövcudluğunu tələb edir. Lakin qoyulmuş məsələ nə qədər özündə çox sayda təyinatı tələb olunan naməlum parametrləri saxlayarsa, o zaman mədən tədqiqat məlumatlarının interpretasiyasına imkan verən həllər çox mürəkkəb alınır ki, bir çox hallarda bu həllərdən məqsədəuyğun sürətdə istifadə edilməsi çətinlik yaradır. Belə hallarda layda baş verən süzülmə prosesini təsvir edən hidroqazdinamik modelin ilkin informasiyanın qeyri-müəyyənliyinin yüksək olması səbəbindən (onların miqdarca çoxluğu ilə əlaqədar) faktiki işlənmə məlumatlarına görə identifikasiyasına, yəni yataq şəraitinə sazlanmasına ehtiyac yaranır. Bu halda xüsusi proseduranın köməyiylə modelə daxil olan layın əsas süzülmə-tutum parametrlərinin identifikasiyalı təyinatı həyata keçirilir. Bu proses həm də işlənmə tarixinin bərpası adlanır. İşlənmə tarixinin bərpası ilə adətən ən böyük qeyri-müəyyənliyə malik olan və həllə daha güclü təsir edən parametrlərə düzəliş edilir (xüsusilə mütləq və faza keçiricilikləri, konturaxası sahənin həcmi, məsamələrin sıxılma əmsalı, quyuların məhsuldarlıq və qəbuletmə əmsalları və s.). Bununla belə, süxurların kollektor xüsusiyyətlərinin, o cümlədən süzülmə xarakteristikalarının layın işlənməsi ərzində adekvat qiymətləndirilməsi məsələlərinin həllində də işlənmə tarixinin bərpası üzrə işlənmə məlumatlarından istifadəyə əsaslanan identifikasiya yanaşmasından istifadə edilməsinə üstünlük verilir.

Qeyd olunanlarla əlaqədar olaraq, fəsilə süxurları relaksasiyalı və sürüngəclilə deformasiyalara uğrayan neft və qaz yataqlarının süzülmə-tutum və reoloji deformasiya parametrlərinin yatağın işlənilmə və quyuların tədqiqat məlumatları əsasında işlənilib hazırlanmış təyini üsulları şərh edilmişdir ^{89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102103}

⁸⁹ Кулиев, А.М., Казымов, Б.З., Эфендиев, Р.М., Насирова, К.К. К задаче определения кривых восстановления давления в скважине в ползучем нефтяном пласте // Материалы III Международной научно-практической конфе-

ренции “Молодежь и наука: реальность и будущее”, – Невинномысск: – 17 – 20 мая, 2010, – с. 278-280.

⁹⁰ Kazimov, B.Z., Nəsirova, K.K. Relaksasiyalı bircins neft layının süzülmə və reoloji parametrlərinin təyini üsuluna dair // – Bakı: Gənc alimlərin əsərləri, –2010. №3, – s. 48-53.

⁹¹ Казымов, Б.З. Определение реологических параметров моделей неупругой деформации горных пород нефтяных залежей по данным разработки // Материалы Международной Научной Конференции “Инновационное развитие нефтегазового комплекса Казахстана”, – Актау: – 25 –26 апреля, – 2013, – ч.1, – с. 254-257.

⁹² Quliyev, A.M., Kazimov, B.Z. Süxurların deformasiyasını nəzərə almaqla Pirallahı yatağının “Şimal qırışığı”nın Qırmakialtı lay dəstəsinin məsələliliyinin hesablanması // – Bakı: “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” ETİ-nin Elmi əsərləri, – 2014.XV cild, – s. 135-141.

⁹³ Казымов, Б.З. Интерпретационные уравнения для определение реологических и фильтрационно-емкостных параметров газового пласта с ползучей средой // – Bakı: “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” ETİ-nin Elmi əsərləri, – 2014. XV cild, – s. 87-91.

⁹⁴ Казымов, Б.З. Определение реологических и фильтрационно-емкостных параметров газового пласта с ползучей средой по данным восстановления и падения забойного давления // Book of Abstracts of 1st International Scientific Conference of young scientists and specialists “The role of multidisciplinary approach in solution of actual problems of fundamental and applied sciences (Earth, Thechnical and Chemical). – Baku: – 15 –16 october, – 2014, – p. 74-75.

⁹⁵ Кулиев, А.М., Казымов, Б.З. К определению фильтрационно-емкостных и реологических параметров нефтяного пласта с ползучей средой // Материалы международной научно-практической конференции “Приоритетные направления развития современной науки”, – Махачкала: 24 февраля, – 2015, s. 15-19.

⁹⁶ Казымов, Б.З. Алгоритм определения параметров модели релаксационной деформации горных пород газовых залежей по данным их разработки // – Йошкар-ола: Научный журнал “Ученый XXI века”, – 2015. № 5-6, – с. 17-20.

⁹⁷ Quliyev, A.M., Kazimov, B.Z. Neft və qaz yataqları ehtiyatlarının süxurların qeyri-elastik deformasiyalarını nəzərə almaqla hesablanması // – Bakı: Azərbaycan Neft Təsərrüfatı jurnalı, – 2015. №4, – s. 18-20.

⁹⁸ Quliyev, A.M., Kazimov, B.Z. Süxurları qeyri-xətti deformasiyaya uğrayan layların reoloji və süzülmə-tutum parametrlərinin təyini üsulları // – Bakı: Odlar Yurdu Universitetinin elmi və pedaqoji xəbərləri. “Humanitar və dəqiq elmlər” seriyası, – 2015. №41. – s. 5-16.

⁹⁹ Kazimov, B.Z. Süxurların qeyri-xətti deformasiyalarını nəzərə almaqla yataqların neft və qaz ehtiyatlarının qiymətləndirilməsinə dair. AMEA-nın 70 illiyinə həsr edilmiş gənc alim və mütəxəssislərin “Akademik elm həftəliyi –

2015” adlı beynəlxalq multidissiplinar forumun materialları, – Bakı: – 2015, – 2 – 4 noyabr, – s.78-79.

¹⁰⁰ Feyzullayev, X.A., Dəmirov, A.A., Kazımov, B.Z. Tükənmə rejimli qaz layının süzülmə-tutum parametrlərinin parametrik identifikasiyalı təyini // – Bakı: Odlar Yurdu Universitetinin elmi-pedaqoji xəbərləri, – 2016. – №45, – s. 71-77.

¹⁰¹ Feyzullayev, X.A., Dəmirov, A.A., Kazımov, B.Z. Tükənmə rejimli qaz layının süzülmə-tutum parametrlərinin parametrik identifikasiyalı təyini // – Bakı: Odlar Yurdu Universitetinin elmi-pedaqoji xəbərləri, – 2016. – №45, – s. 71-77.

¹⁰² Feyzullayev, X.A., Dəmirov, A.A., Kazımov, B.Z. Qazkondensat qarışığının süzülməsi zamanı deformasiya olunan layın parametrlərinin təyini // – Bakı: Odlar Yurdu Universitetinin Elmi və Pedaqoji Xəbərləri, – 2017. – № 47, – s. 46-52.

¹⁰³ Фейзуллаев, Х.А., Халилов, М.С., Казымов, Б. Параметрическая идентификация коллекторских свойств релаксационно-деформируемого газового пласта // Материалы международной научно-практической конференции “Современная математика и ее приложения”, – Уфа: – 18–20 мая, – 2017, – с. 307-311.

¹⁰⁴ Фейзуллаев, Х.А. Идентификационное определение фильтрационно-емкостных параметров неравновесно-деформируемого пласта при фильтрации газоконденсатной смеси / Х.А.Фейзуллаев, А.А.Дамиров, Б.З.Казымов [и др.] // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности, – Москва: – 2018. №9, – с.58-62.

¹⁰⁵ Guliyev, A.M., Kazymov B.Z., Efendiyev R.M., Shikhaliyev K.T. Graphoanalytical and identification methods of determining reservoir parameters of inelastic-deformable gas deposits / Arif Guliyev, Bunyad Kazymov, Ramig Efendiyev [et al.] // Akademik Azad Mirzəcanzadənin 90 illik yubileyinə həsr edilmiş “Neftqaz-çıxarmada innovativ texnologiyaların və tətbiqi riyaziyyatın müasir problemləri” mövzusunda beynəlxalq konfransın materialları, – Bakı: ADNSU-nun mətbəəsi, – 13 – 14 dekabr, – 2018, – p.411-412.

¹⁰⁶ Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З., Шихалиев, К.Т., Аббас-Алиева, Р.Т. Методы определения реологических параметров моделей неупругой деформации горных пород газовых залежей по данным разработки // Материалы международной научно-практической конференции “Состояние и перспективы эксплуатации зрелых месторождений”, – Актау: –16 – 17 май, – 2019, – 1-й том, – с.258-263.

¹⁰⁷ Kazymov, B.Z. Graphoanalytic determination of parameters relaxation deformation of rocks by data of development of deposits // – El Oued: Journal of Fundamental and Applied Sciences, – 2019. v.11, No 1, – p. 430-433.

¹⁰⁸ Казымов, Б.З. Определение коллекторских свойств газовых пластов в условиях ползучести горных пород с ядром Абея / Б.З.Казымов, Т.А.Самедов, С.Г.Новрузова [и др.] // Технологии нефти и газа, – Москва: – 2021. №2, – с. 31-33.

Quyuların hidroqazdinamik tədqiqat nəticələrinin işlənməsinə əsaslanan üsullar quyuya dəyişən axın nəzərə alınmaqla və alınmamaqla, quyuda təzyiqin azalması və quyudibi təzyiqin bərpası məlumatları çərçivəsində işlənilib hazırlanmışdır. Yatağın işlənmə məlumatları olaraq, yataq üzrə ortalaşmış lay təzyiqi və yataqdan çıxarılan cəm hasilat dinamikasının müəyyən işlənmə dövrü üzrə əldə olunan tarixi məlumatlar götürülür. Bu üsullar əsas etibarilə birləşmiş axın hallarını əhatə etsə də, bir çox halda qazlı neftin axını hallarını da əhatə edir. Belə ki, yatağın işlənmə məlumatları əsasında layın süzülmə-tutum və deformasiya parametrlərinin təyini üçün işlənilmiş identifikasiya üsulları layda qazlı neftin və qazın süzülməsi zamanı flüidlərin fiziki dəyişməsinə nəzərə alırlar.

Bu fəsilə habelə süxurların reologiyası nəzərə alınmaqla neft və qaz yataqlarının balans ehtiyatlarının hesablanma xüsusiyyətləri tədqiq edilmiş və müvafiq nəticələr şərh edilmişdir.

Fəsilə işlənilmiş bəzi üsulların nəzəri və faktiki quyuların məlumatları əsasında aprobasiyaları həyata keçirilmişdir.

NƏTİCƏ

1. Süxurları relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiyaya uğrayan neft və qaz yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin ədədi modelləşdirilmə əsasında təyini üsulları işlənilib hazırlanmışdır. Hesablama eksperimentləri aparmaqla neft və qaz yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin işlənmə müddəti ərzində süxurların elastiki deformasiyası

¹⁰⁹ Kazımov, B.Z., Dəmirov, A.A. Süxurları sürüngəcli deformasiyaya uğrayan qaz layının süzülmə-tutum parametrlərinin identifikasiyalı təyini // – Bakı: Odlar Yurdu Universitetinin elmi-pedaqoji xəbərləri, – 2022. №61, – s. 12-18.

¹¹⁰ Фейзуллаев, Х.А., Халилов, М.С., Казымов, Б.З. Идентификация коллекторских свойств релаксационно-деформируемого газового пласта на основе данных истории разработки // – Петергоф: Дифференциальные уравнения и процессы управления, – 2023. №1, – 11 с.

¹¹¹ Казымов, Б.З., Насирова, К.К., Шихалиев, К.Т. Алгоритм определения реологических и фильтрационно-емкостных параметров ограниченного газового пласта с ползучей средой // – Москва: Технологии нефти и газа, – 2023. №2, – с.44-46.

halına nəzərən dəyişmə xüsusiyyətləri müəyyən edilmişdir. Ədədi hesablamalar əsasında müəyyən edilmişdir ki:

- Süxurların relaksasiyalı deformasiyasının neft yataqlarının işlənmə göstəricilərinə nəzərən qaz yataqlarının işlənmə göstəricilərinə təsiri çox azdır.

- Qaz yatağının işlənməsi prosesində quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin eyni qiymətində qeyri-xətti deformasiya halı ilə müqayisədə süxurların relaksasiyalı deformasiyası halında yatağın cari qazvermə əmsalı az olur və bu, özünü quyudibi təzyiq daha çox azaldıqda daha qabarıq surətdə göstərir (3 %-dək). Quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin eyni qiymətində qeyri-xətti deformasiya halı ilə müqayisədə süxurların sürüngəclı deformasiyası halında yatağın cari qazvermə əmsalı çox olur və bu, özünü quyudibi təzyiqi daha çox azaldıqda daha qabarıq surətdə göstərir (17,7 %-ə dək).

- Neft yatağının işlənməsi prosesində quyudibi təzyiqin bütün qiymətlərində süxurların elastiki deformasiyası halında neftvermə əmsalının qiymətləri süxurların relaksasiyalı deformasiyası halına nəzərən daha çox olur (baxılan halda 18,7 %-dək). Quyudibi təzyiqin bütün qiymətlərində süxurların sürüngəclı deformasiyası halında neftvermə əmsalının qiymətləri süxurların qeyri-xətti deformasiyası halına nəzərən daha çox olur (baxılan halda 75,2 %-dək).

2. Süxurları relaksasiyalı və sürüngəclı deformasiyaya uğrayan neft və qaz yataqlarının quyunun debitinin, quyudibi təzyiqin, layda depressiyanın verildiyi və qazın seqreqasiyası, konturaxası su zonasının aktivliyinin baş verdiyi müxtəlif texnoloji və geoloji-fiziki hallara uyğun işlənmə göstəricilərinin təqribi təyini üsulları işlənilib hazırlanmışdır. Hesablama eksperimentləri aparmaqla qeyd edilən amillərin təsiri şəraitində neft və qaz yataqlarının işlənmə göstəricilərinin işlənmə müddəti ərzində süxurların elastiki deformasiyası halına nəzərən dəyişmə xüsusiyyətləri müəyyən edilmişdir.

Ədədi hesablamalar əsasında müəyyən edilmişdir ki:

- Quyu şəbəkəsinin sıxlığından asılı olmayaraq son neft və qazvermə əmsalı süxurları qeyri-xətti elastik mühitə malik yataqlara nəzərən relaksasiyalı mühitə malik neft və qaz yataqlarında az, sürüngəclı deformasiyalı mühitədə isə çox olur. Nəzərdən keçirilən hipotetik yataq nümunəsi üzrə alınmış hesablama nəticələrinə görə

neftvermə əmsalı relaksasiyalı mühitə malik yataqlarda 15-20%, sürüngəclilik deformasiyalı mühitə malik yataqlarda isə 95%-dək fərqlənə bilər.

- Qaz yataqlarının işlənməsinin bütün mərhələlərində süxurların relaksasiyalı və qeyri-xətti elastiki deformasiyası şəraitlərində verilmiş hasilat dinamikasını təmin edən quyuların tələb olunan saylarını ifadə edən ədədi nəticələr bir-birindən cüzi fərqlənir.

- Neft yataqlarında relaksasiyalı deformasiya şəraitində verilmiş hasilat dinamikasını təmin edən quyuların tələb olunan sayı qeyri-xətti elastiki layda olduğundan çox olur (bəzi hallarda 20%-dək);

- Qaz yataqlarında süxurların reoloji xüsusiyyətlərini səciyyələndirən m_1 parametrinin qiyməti artdıqca, süxurların sürüngəclilik deformasiyası və qeyri-xətti elastiki deformasiyası şəraitlərinə uyğun quyuların tələb olunan saylarını ifadə edən ədədi nəticələr bir-birindən daha da əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir (bu halda quyular sayının azalması müşahidə olunur);

- Neft yataqlarında süxurların sürüngəcliliyinin layın keçiriciliyinə təsiri nəzərə alındıqda süxurların qeyri-xətti elastiki deformasiyası halı ilə müqayisədə zəruri quyular sayı süxurların sürüngəcliliyinin layın keçiriciliyinə təsirinin nəzərə alınmadığı hal ilə müqayisədə çox olur ki, bu da keçiriciliyin daha kəskin azalması nəticəsində layda neftlədoymanın nisbətən sabitləşməsi və bunun nəticəsində quyunun hasilatının azalması ilə bağlı ola bilər;

- Elastiki deformasiyalı laylarda qaz papağının əmələ gəlməsi sürüngəclilik laylara nisbətən sürətlə, relaksasiyalı deformasiya olunan laylara nisbətən isə yavaş baş verir. Qazın seqreqasiyası nəzərə alındıqda və alınmadıqda sürüngəclilik deformasiyalı laylarda son neftvermə əmsalı elastiki deformasiyalı laylara nəzərən daha yüksək olur. Qazın seqreqasiyası şəraitində son neftvermə əmsalının artımı isə qazın seqreqasiyasının nəzərə alınmadığı halla müqayisədə elastiki deformasiyalı laylarda daha çox olub, baxılan halda 58%-ə çatır.

3. Axının qeyri-izotermikliyi nəzərə alınmaqla tükənmə rejimi şəraitində süxurları relaksasiyalı və sürüngəclilik deformasiyaya uğrayan neft layından quyuya qazlı neftin qərarlaşmamış süzülmə

məsələsinin ədədi həlləri alınmışdır. Hesablama nəticəsində müəyyən edilmişdir ki:

- Layda temperaturun azalması nəzərə alındıqda süxurların qeyri-xətti elastiki, relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiyası zamanı quyudibi təzyiqin azalma tempi yavaşdır.

- Neft yatağında temperaturun dəyişməsi şəraitində süxurların relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiyaları işlənmə göstəricələrinin qiymətlərini, elastiki deformasiya halı ilə müqayisədə, müvafiq olaraq kəmiyyətcə azaldır və artırır.

- Süxurların elastiki deformasiyası ilə müqayisədə temperaturun qiymətləri relaksasiyalı süxurlarda az, sürüngəcli süxurlarda isə çox olur. Sürüngəcli deformasiyalı layda temperaturun dəyişməsi nəticəsində keçiriciliyin quyu dibindəki qiymətləri kontur qiymətlərindən çox olur. Sürüngəcli deformasiyalı neft layında temperaturun dəyişməsinin nəzərə alınması şəraitində qyunun qaz amilinin artımı qeyri-xətti elastiki deformasiya olunan laya nəzərən çox olur.

4. Süxurları sinqulyar növlü Abel yaddaş funksiyasına malik olan sürüngəcli deformasiyaya uğrayan neft və qaz yataqlarının işlənmə göstəricilərinin təyininə təqribi yanaşma üsulu işlənilib hazırlanmışdır.

5. Süxurları relaksasiyalı və sürüngəcli deformasiyaya uğrayan qazneft yataqlarının neftli və qazlı hissələrin müxtəlif templərlə istismarı zamanı qaz-neft sərhəddinin hərəkətsizliyi və hərəkətliliyi və qazın seqreqasiyasının baş verdiyi müxtəlif texnoloji və geoloji-fiziki hallara uyğun işlənmə göstəricilərinin təqribi təyini üsulları işlənilmişdir. Hesablama nəticəsində müəyyən edilmişdir ki:

- İlkin lay təzyiqinin qiymətinin artması mühitin relaksasiyasının və sürüngəcliyyənin işlənmə göstəricilərinə təsirini artırır.

- Relaksasiyalı və sürüngəcli mühitə malik yataqlarda qaz-neft sərhəddinin hərəkətsizliyini saxlamaq üçün neftli hissədən neftin hasilat tempi qaz amilinin dəyişmə tempinə analoji dəyişmə qanunauyğunluğuna malik olmalıdır.

- Süxurları elastiki deformasiyaya uğrayan layda neftli hissənin həcmnin genişlənməsi (artması) həm qazın bir hissədən digərinə keçməsi nəzərə alındıqda, həm də alınmadıqda süxurları relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan layda olduğuna nisbətən daha sürətlə baş

verir. Hər iki deformasiya şəraitli layda qazın bir hissədən digərinə keçməsi nəzərə alındıqda neftli hissənin həcmnin artma tempi yavaşdır. İşlənilmənin ən son mərhələsini istisna etməklə, neftli hissənin həcmnin artması qazın bir hissədən digər hissəyə keçməsi halında süxurları elastiki deformasiyaya uğrayan yataqlarda daha böyük intervalda baş verir.

- Süxurların sürüngəclli və relaksasiyalı deformasiyası elastiki deformasiya ilə müqayisədə qazın seqreqasiyası qazın seqreqasiyasının nəzərə alınmadığı hala nəzərən tükənmə rejimində qazneft yataqlarının işlənilmə göstəricilərinə təsirini azaldır. Süxurun sürüngəclliyi neftli hissənin həcmnin böyüməsini sürətləndirir.

6. Süxurları relaksasiyalı və sürüngəclli deformasiyalara uğrayan neft və qaz yataqlarının süzülmə-tutum və reoloji deformasiya parametrlərinin işlənilmə məlumatları və quyuların tədqiqat məlumatları əsasında təyini üsulları yaradılmış və onların bir qisminin faktiki mədən tədqiqat məlumatlarının aprobeiası aparılmaqla təcrübi əsaslandırılması yerinə yetirilmişdir.

7. Dissertasiya işinin nəticələri Azneft İB-nin yataqlarında aprobeiası edilmiş, bu işlərin bazasında süxurların relaksasiyalı və sürüngəclli deformasiyasını nəzərə almaqla işlənmə prosesində yataqların neft və qaz ehtiyatlarının təkrar hesablamə metodikasını işlənilib hazırlanmışdır.

İşdə əldə olunan nəticələrin praktik hesablamaların aparılmasında istifadəsi mürəkkəb gərginlikli-deformasiya şəraitinə malik dərin yatımlı neft və qaz yataqlarının tükənmə rejimində işlənilmə göstəricilərinin təyini zamanı real lay şəraitinə uyğun adekvatlığın və etibarlılığın yüksəldilməsini təmin edə bilər.

Dissertasiyanın əsas məzmunu aşağıdakı çap olunmuş elmi işlərdə öz əksini tapmışdır:

1. Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З., Тагиева, С.Э. Моделирование разработки нефтяных месторождений с учетом релаксации горных пород // AzNSETLİ - nin 70 illik yubileyinə həsr olunmuş elmi-praktik konfransın tezisləri, – Bakı: – 14 – 15 aprel, – 1998, – s. 54-55.

2. Кулиев, А.М. Моделирование разработки газового месторождения с учетом релаксации горных пород / А.М. Кулиев, М.А.Гаджиев, Б.З.Казымов [и др.] // *AzNSETLİ - nin 70 illik yubileyinə həsr olunmuş elmi-praktik konfransın tezisləri*, – Bakı: – 14 – 15 aprel, – 1998, – s. 60-61.

3. Кулиев, А.М. Моделирование процесса разработки нефтяных месторождений при режиме растворенного газа с учетом релаксации горных пород / А.М.Кулиев, Р.М.Эфендиев, Б.З.Казымов [и др.] // *Известия АНА, Серия Науки о Земле*, – Баку: – 1998. № 2, – с. 21-25.

4. Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Вытеснение газа водой в трещиновато-пористой среде с учетом деформации пласта // – Баку: Труды ИПГНГМ “Вопросы разработки и физико-химии нефтегазоносных пластов”, – 1999, – с.36-44.

5. Кулиев, А.М., Казымов, Б.З. Точное решение задачи фильтрации упругой жидкости в ползучей пористой среде // – Баку: Труды ИПГНГМ АНА “Вопросы разработки и физико-химии нефтегазоносных пластов”, – 1999. – с. 45-51.

6. Кулиев, А.М. Моделирование процесса разработки нефтяных месторождений с учетом релаксации горных пород и давления / А.М.Кулиев, И.А.Насруллаев, Р.М.Эфендиев [и др.] // *Известия Академии Наук Азербайджана, Серия Науки о Земле*, – Баку: – 2000. № 2, – с. 12-17.

7. Дунямалыев, М.А., Казымов, Б.З., Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М. Моделирование процесса разработки нефтегазовых месторождений в деформируемых пластах с учетом релаксационных эффектов // *Материалы международной научной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Г.Г. Тумашева “Краевые задачи аэрогидромеханики и их приложения”*, – Казань: – 21 – 24 ноября, – 2000, – с.304-305.

8. Казымов, Б.З., Эфендиев, Р.М. Вытеснение газа водой в залежах круговой формы с учетом деформации пласта // *Материалы международной научной конференции, посвящённой 90-летию со дня рождения Г.Г. Тумашева “Краевые задачи аэрогидромеханики и их приложения”*, – Казань: – 21 – 24 ноября, – 2000, – с. 313-314.

9. Кулиев, А.М. Моделирование разработки глубокозалегающих месторождений с учетом ползучести горных пород / А.М.Кулиев, М.А.Дунямалыев, Р.М.Эфендиев [и др.]// Известия Академии Наук Азербайджана, Серия Науки о Земле, – Баку: – 2000. № 2, – с. 18-24.

10. Кулиев, А.М. Математическое моделирование разработки нефтегазовых залежей с ползучей средой / А.М.Кулиев, М.А.Дунямалыев, Р.М.Эфендиев [и др.] // Известия Национальной Академии Наук Азербайджана, Серия Науки о Земле, – Баку: – 2001. № 2, – с. 22-26.

11. Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М. Казымов, Б.З. Математическое моделирование процесса разработки газонефтяных залежей с учетом релаксации горных пород // Тезисы докладов республиканской научной конференции “Математическое моделирование и вычислительный эксперимент”, – Ташкент: – 25 – 27 март, – 2002, – <http://mmce-2002.narod.ru/Contents.htm>

12. Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Гаджиев, М.А., Казымов, Б.З. Моделирование процесса разработки газонефтяных залежей в ползучих средах с учетом подвижности газо-нефтяного контакта // Труды Республиканской научной конференции “Современные проблемы информатизации, кибернетики и информационных технологий”, – Баку: – 28 – 30 апреля, – 2003, – с. 7-9.

13. Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З., Тагиева, С.Э. Моделирование процесса разработки нефтяных залежей с газовой шапкой с учетом релаксации горных пород // Труды Республиканской научной конференции “Современные проблемы информатизации, кибернетики и информационных технологий”, – Баку, – 28 – 30 апреля, – 2003, – с. 32-34.

14. Babanlı, V.Y., Kazımov, B.Z. Sürüşgəc mühitə malik qaz yataqlarının işlənməsinin riyazi modeli // – Bakı: Bakı Universitetinin Xəbərləri. Fizika-riyaziyyat seriyası, – 2003. – №4, – s. 91-96.

15. Кулиев, А.М. Гидродинамическое исследование процесса продвижения газонефтяного контакта и проникновения газа из одной области в другой в залежах с "релаксирующей" средой / А.М.Кулиев, Р.М.Эфендиев, Б.З.Казымов [и др.] // Известия

НАНА, Серия Науки о Земле, – Баку: – 2003. №3, – с.29-37.

16. Кулиев, А.М. Моделирование процесса разработки нефтегазовых залежей при неподвижности газонефтяного контакта с учетом релаксации горных пород / А.М.Кулиев, Р.М.Эфендиев, Б.З.Казымов [и др.] // Известия НАНА, Серия Науки о Земле, – Баку: – 2003. №3, – с. 23-28.

17. Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Моделирование процесса разработки нефтяных месторождений с учетом релаксации горных пород и сегрегации газа // Труды II Республиканской научной конференции “Современные проблемы информатизации, кибернетики и информационных технологий”, – Баку: – 26 – 28 октябрь, – 2004, – с. 11-13.

18. Кулиев, А.М. Влияние плотности сетки скважин на газоотдачу залежей с релаксирующими коллекторами / А.М.Кулиев, Р.М.Эфендиев, Б.З. Казымов [и др.] // Нефтепромысловое дело, – Москва: – 2005. № 11, – с. 31-34.

19. Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Моделирование процесса образования газовой шапки при разработке нефтяных залежей с учетом релаксации горных пород // – Баку: Известия НАНА, Серия Науки о Земле, –2005. № 2, – с.100-105.

20. Quliyev, A.M. Relaksasiyalı mühitə malik neft yataqlarında qazlı mayenin quyuya axını məsələsinin həlli // A.M.Quliyev, R.M.Əfəndiyev, B.Z.Kazımov [və b.] // AzTU-nun elmi əsərləri. Fundamental elmlər seriyası, – Bakı: – 2006. cild V (18). №2, – s.56-60.

21. Кулиев, А.М. Моделирование процесса разработки нефтяных месторождений с учетом сегрегации газа и ползучести горных пород / А.М.Кулиев, Р.М.Эфендиев, Б.З.Казымов [и др.] // AzTU-nun elmi əsərləri. Fundamental elmlər seriyası, – Bakı: – 2006. с. V (19). №3, – с.39-44.

22. Кулиев А.М. Влияние релаксации горных пород на потребное количество скважин для разработки газовых месторождений / А.М.Кулиев, Р.М. Эфендиев, М.А.Гаджиев [и др.] // “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” ETİ-nin elmi əsərləri, – Bakı: – 2007. VIII cild, – s. 282-291.

23. Асланов, М.С., Казымов, Б.З. Определение динамики

годового ввода скважин для обеспечения заданного темпа добычи при разработке газовых залежей с ползучей средой // Материалы третьей Международной научной конференции “Функционально-дифференциальные уравнения и их приложения”, – Махачкала: – 24 – 27 сентября, – 2007, – с.44-50.

24. Кулиев, А.М. Оценка влияния релаксации горных пород на потребное количество скважин в нефтяных залежах / А.М.Кулиев, Б.З.Казымов, М.А.Гаджиев [и др.] // АМЕА-nin məruzələri, – Bakı, – 2007. с. LXIII. №5, – s. 81-89.

25. Казымов, Б.З., Асланов, М.С., Тагиева, С.Э. Оценка точности приближенных решений в случае притока газа к скважине в залежи с релаксационно-сжимаемой пористой средой // – Bakı: AzTU-nun elmi əsərləri, Fundamental elmlər seriyası, – 2007. cild VI (23). №3, – s. 62-65.

26. Казымов, Б.З., Асланов, М.С., Тагиева, С.Э. Об оценке точности приближенных решений одной задачи при релаксационной деформации пористой среды // – Bakı: Mexanika, Maşınqayırma, – 2008. №1, – s. 35-37.

27. Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Гаджиев, М.А., Казымов, Б.З., Тагиева, С.Э. Влияние релаксации горных пород на потребное количество скважин нефтяных залежей при разработке их на режиме растворенного газа // Материалы всероссийского семинара, посвященного столетию Аминова Монгима Шакуровича, – Казань: – 4 – 5 февраля, – 2008, – s. 42-43.

28. Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Моделирование процесса разработки газонефтяных залежей с учетом релаксации горных пород и сегрегации газа // Материалы всероссийского семинара, посвященного столетию Аминова Монгима Шакуровича, – Казань: – 4 – 5 февраля, – 2008, – с.44-45.

29. Kazımov, B.Z., Aslanov, M.S., Nəsirova, K.K. Sürüşgəc mühitli qaz yataqlarında quyuların verilən hasilatı ödəyən istismara daxilolma dinamikasının təyini üsulu // – Bakı: Gənc alimlərin əsərləri, – 2008. №1, – s. 75-83.

30. Кулиев, А.М. Моделирование процесса разработки газонефтяных месторождений при ползучести горных пород и

сегрегации газа / А.М.Кулиев, Р.М.Эфендиев, Б.З.Казымов [и др.] // Механика, Маşınqayıрма, – Ваки: – 2008. №2, – s. 12-17.

31. Кулиев, А.М., Казымов, Б.З., Эфендиев, Р.М. Приближенный метод решения задачи притока нефти к скважине в залежах с ползучей средой // Материалы всероссийского семинара, посвящённой столетию П.А. Кузьмина, – Казань: – 11 – 12 ноября, 2008, – s. 75-76.

32. Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Влияние плотности сетки скважин на нефтеотдачу залежей с релаксацирующей средой // Материалы всероссийского семинара, посвящённой столетию П.А. Кузьмина, – Казань: – 11 – 12 ноября, – 2008, – s. 77-78.

33. Кулиев, А.М., Бабанлы, В.Ю. Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Влияние реологических свойств горных пород на показатели разработки газового месторождения при газовом режиме // Труды международной конференции “Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий – Аль Хорезми 2009”, – Ташкент: – 18 – 21 сентябрь, – 2009, – s. 238-241.

34. Асланов, М.С., Казымов, Б.З. Учет релаксации горных пород и сегрегации газа при разработке газонефтяных месторождений. Материалы четвертой Международной научной конференции “Функционально - дифференциальные уравнения и их приложения”, – Махачкала: – 21 – 24 сентября, – 2009, – с.57-66.

35. Кулиев, А.М. Влияние ползучести горных пород на потребное количество скважин при заданном отборе газа / А.М.Кулиев, М.С.Асланов, Р.М.Эфендиев [и др.] // Механика Маşınqayıрма, – Ваки: – 2009. №1, – s.26-30.

36. Кулиев, А.М. Деформация горных пород и ее влияние на их фильтрационно-емкостные свойства и на процессы фильтрации и разработки месторождений нефти и газа / А.М.Кулиев, Б.З.Казымов. – Ваки: Elm, 2009. – 88 s.

37. Кулиев, А.М. Математическое моделирование процесса разработки нефтяных месторождений с ползучей средой и ее влияние на потребное количество скважин / А.М.Кулиев, В.Ю.

Бабанлы, Р.М.Эфендиев [и др.] // Bakı Universitetinin Xəbərləri, Fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, – Bakı: –2009, №3, – s. 67-77.

38. Kazımov, B.Z., Nəsirova, K.K. Relaksasiyalı mühitə malik qaz yatağının işlənmə göstəricilərinin təqribi təyini üsulu // – Bakı: Gənc alimlərin əsərləri, – 2009. №2, – s. 81-92.

39. Казымов, Б.З., Насирова, К.К. Численная расчетная модель для определения основных характеристик разработки газовых залежей с ползучей средой // Материалы VI-й Республиканской научной конференции молодых учёных и студентов “Современные проблемы математики и вычислительной техники”, – Брест: – 26 – 28 ноября, – 2009, – с.133-134.

40. Кулиев, А.М., Казымов, Б.З., Эфендиев, Р.М., Насирова, К.К. К задаче определения кривых восстановления давления в скважине в ползучем нефтяном пласте // Материалы III Международной научно-практической конференции “Молодежь и наука: реальность и будущее”, – Невинномысск: – 17 – 20 мая, 2010, – с. 278-280.

41. Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Численное решение краевой задачи, связанной с фильтрацией газа к скважине в релаксационной пористой среде // Материалы XI международной молодежной научной конференции “Севергеоэкотех-2010” (ч.IV), – Ухта: – 17 – 19 март, – 2010, – с. 259-262.

42. Насирова, К.К., Казымов, Б.З. Метод расчета притока реального газа к скважине в ползучем пласте // “Сənubi Xəzər Çökəkliyi timsalında aktiv geodinamik şəraitdə geofiziki tədqiqatların səmərəliliyinin artırılması yolları” mövzusunda VII Azərbaycan Beynəlxalq Geofizika Konfransının məruzələrinin tezisləri, – Bakı: – 11 – 13 may, – 2010, – с. 106.

43. Kazımov, B.Z., Nəsirova, K.K. Relaksasiyalı bircins neft layının süzülmə və reoloji parametrlərinin təyini üsuluna dair // – Bakı: Gənc alimlərin əsərləri, –2010. №3, – s. 48-53.

44. Кулиев, А.М. Математическое моделирование разработки нефтяной залежи с учетом реологических свойств горных пород / А.М.Кулиев, В.Ю. Бабанлы, Р.М.Эфендиев [и др.] // Jurnal of Qafqaz University, Mathematics and Computer Science, – Bakı: – 2011. № 31, – s. 85-92.

45. Guliyev, A.M. The numerical and approached simulation gas inflow to a well with creeping medium / Arif Guliyev, Vahid Babanly, Bunyad Kazimov [et al.] // Book of Abstracts of 3rd International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications, – Ankara: – 22 – 24 August 2011, – p.136-137.

46. Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Влияние ползучести горных пород на нефтеотдачу залежей, разрабатываемых на естественном режиме // “Neftçixarmada yeni texnologiyalar” mövzusunda II Beynəlxalq elmi-təcrübi konfransın məruzələrinin tezisləri, – Bakı: – 6 – 7 sentyabr, – 2012, – s.169.

47. Казымов, Б.З. Численное моделирование разработки газовой залежи системой произвольно расположенных скважин с учетом ползучей деформации горных пород // “Neftçixarmada yeni texnologiyalar” mövzusunda II Beynəlxalq elmi-təcrübi konfransın məruzələrinin tezisləri, – Bakı: – 6 – 7 sentyabr, – 2012, – s. 170.

48. Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Влияние ползучести горных пород на нефтеотдачу залежей, разрабатываемых в естественном режиме // – Bakı: SOCAR Proceeding, – 2012. №3, – s. 32-37.

49. Казымов, Б.З. Численное моделирование разработки газовой залежи системой произвольно расположенных скважин с учетом ползучей деформации горных пород // – Bakı: SOCAR Proceedings, – 2012. №3, – s.42-46.

50. Guliyev, A.M., Kazimov, B.Z. Study of rheological properties of reservoirs during relaxation and creep strain of rocks and usage of these properties for addressing of applied objectives of oil-gas fields development // Special Issue Papers of 34th International Geological Congress “The modern problems of geology and geophysics of Eastern Caucasus and the South Caspian depression”, – Brisbane: Nafta-Press (Baku), – 5 – 10 August, – 2012, – p.117-131.

51. Guliyev, A., Kazimov, B. Numerical Modeling of Development of Oil Deposit with System of Wells Taking into Account the Relaxation of Deformation of Rocks // Materials of the IV International conference “Problems of cybernetics and informatics”

- (PCİ'2012, vol. III), – Bakı: –12 – 14 September, – 2012, p.135-138.
52. Kazımov, B.Z. Süxurları relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan qaz yatağının quyular sistemi ilə işlənilmə göstəricilərinin ədədi təyini üsulu. // – Bakı: AMEA-nın Xəbərləri. Yer elmləri seriyası, – 2013. №2, – s. 63-68.
53. Kazımov, B.Z. Süxurların sürüngəcli deformasiyasını nəzərə almaqla neft yatağının quyular sistemi ilə işlənilməsi məsələsinin ədədi həlli // Azərbaycanın ümumilli lideri Heydər Əliyevin 90 illiyinə həsr olunmuş “Fundamental və tətbiqi geologiya elmi: nailiyyətlər, perspektivlər, problemlər və onların həlli yolları” mövzusunda gənc alim və tələbələrin 5-ci beynəlxalq konfransın tezisləri, – Bakı: –14 –15 noyabr, – 2013, – s. 158.
54. Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Влияние ползучести горных пород на показатели разработки газового месторождения при газовом режиме // Материалы международной научной конференции “Ньютоновские системы в нефтегазовой отрасли”, посвященной 85-летию юбилею академика Азада Халил оглы Мирзаджанзаде, – Баку: – 21 – 22 ноября, – 2013, – с.145-147.
55. Kazımov, B.Z. Süxurların sürüngənli deformasiyasını nəzərə almaqla neft yatağında qazlı neftin quyuya radial axınının ədədi hesablama alqoritmi // – Bakı: “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” Elmi-Tədqiqat İnstitutunun elmi əsərləri, – 2013. XIV cild, – s. 55-64.
56. Казымов, Б.З. Определение реологических параметров моделей неупругой деформации горных пород нефтяных залежей по данным разработки // Материалы Международной Научной Конференции “Инновационное развитие нефтегазового комплекса Казахстана”, – Актау: – 25 –26 апреля, – 2013, – ч.1, – s. 254-257.
57. Quliyev, A.M. Süxurların sürüngənli deformasiyasının həll olmuş qaz rejimində işlənən yatağın neftvermə əmsalına təsirinin qiymətləndirilməsi / A.M.Quliyev, B.Z.Kazımov, R.M.Əfəndiyev [və b.] // – Bakı: “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” ETİ-nin Elmi əsərləri, – 2014. XV cild, – s.81-87.
58. Quliyev, A.M., Kazımov, B.Z. Süxurların deformasiyasını

nəzərə almaqla Pirallahı yatağının “Şimal qırışığı”nın Qırmakialtı lay dəstəsinin məsələliliyinin hesablanması // – Bakı: “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” ETİ-nin Elmi əsərləri, – 2014.XV cild, – s. 135-141.

59. Казымов, Б.З. Интерпретационные уравнения для определение реологических и фильтрационно-емкостных параметров газового пласта с ползучей средой // – Bakı: “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” ETİ-nin Elmi əsərləri, – 2014. XV cild, – s. 87-91.

60. Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Определение показателей разработки газового месторождения с учетом ползучести горных пород // – Bakı: АМЕА-nın Xəbərləri, Yer elmləri seriyası, – 2014. № 1-2, – s.65-71.

61. Казымов, Б.З. Определение реологических и фильтрационно-емкостных параметров газового пласта с ползучей средой по данным восстановления и падения забойного давления // Book of Abstracts of 1st International Scientific Conference of young scientists and specialists “The role of multidisciplinary approach in solution of actual problems of fundamental and applied sciences (Earth, Thechnical and Chemical). – Baku: – 15 –16 october, – 2014, – p. 74-75.

62. Кулиев, А.М., Казымов, Б.З. К определению фильтрационно-емкостных и реологических параметров нефтяного пласта с ползучей средой // Материалы международной научно-практической конференции “Приоритетные направления развития современной науки”, – Махачкала: 24 февраля, – 2015, s. 15-19.

63. Казымов, Б.З. Алгоритм определения параметров модели релаксационной деформации горных пород газовых залежей по данным их разработки // – Йошкар-ола: Научный журнал “Ученый XXI века”, – 2015. № 5-6, – с. 17-20.

64. Quliyev, A.M., Kazimov, B.Z. Neft və qaz yataqları ehtiyatlarının süxurların qeyri-elastik deformasiyalarını nəzərə almaqla hesablanması // – Bakı: Azərbaycan Neft Təsərrüfatı jurnalı, – 2015. №4, – s. 18-20.

65. Quliyev, A.M., Kazimov, B.Z. Süxurları qeyri-xətti defor-

masiyaya uğrayan layların reoloji və süzülmə-tutum parametrlərinin təyini üsulları // – Bakı: Odlar Yurdu Universitetinin elmi və pedaqoji xəbərləri. “Humanitar və dəqiq elmlər” seriyası, – 2015. №41. – s. 5-16.

66. Kazımov, B.Z. Süxurların qeyri-xətti deformasiyalarını nəzərə almaqla yataqların neft və qaz ehtiyatlarının qiymətləndirilməsinə dair. AMEA-nın 70 illiyinə həsr edilmiş gənc alim və mü-təxəssislərin “Akademik elm həftəliyi – 2015” adlı beynəlxalq mult-idissiplinar forumun materialları, – Bakı: – 2015, – 2 – 4 noyabr, – s.78-79.

67. Kazımov, B.Z. Süxurların sürüngənli deformasiyasının qaz yatağının qazvermə əməlinə təsirinin qiymətləndirilməsi // – Bakı: “Qərb Universiteti. Elmi xəbərlər” jurnalı, – 2015. №3, – s. 69-73.

68. Kazımov, B.Z. Numerical definition of reservoir pressure and porosity of creeping gas layer on values of change of an well production // Scientific enquiry in the contemporary world: theoretical basics and innovative approach. Research articles. Natural sciences & technical sciences, – San Francisco: – 2015. v.3, – p. 22-25.

69. Кулиев, А.М., Казымов, Б.З., Эфендиев, Р.М. Моделирование процесса разработки нефтяных месторождений с релаксационно-деформируемой пористой средой при режиме истощения // – Bakı: AMEA-nın xəbərləri, Yer elmləri seriyası, – 2016. №3-4, – s. 48-56.

70. Feyzullayev, X.A., Dəmirov, A.A., Kazımov, B.Z. Tükənmə rejimli qaz layının süzülmə-tutum parametrlərinin parametrik identifikasiyalı təyini // – Bakı: Odlar Yurdu Universitetinin elmi-pedaqoji xəbərləri, – 2016. – №45, – s. 71-77.

71. Kazımov, B.Z. Süxurların deformasiyalarının reoloji modellərini nəzərə almaqla neft yataqlarının işlənilməsinin yeni hesablanma alqoritmləri // “Xəzərneftqazyataq-2016” elmi-təcrübi konfransının məqalələr toplusu, – Bakı: – 22 – 23 dekabr, – 2016, – s. 418-423.

72. Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З. Неупругие деформация горных пород и их влияние на показатели разработки нефтяных и газовых месторождений // Akademik

М.Т.Абасовун anadan olmasının 90 illiyinə həsr olunmuş “Neft və qaz yataqlarının işlənilməsinin fundamental və tətbiqi problemləri” mövzusunda elmi sessiyanın materialları, – Bakı: – 14 октябрь, – 2016, – s. 209-231.

73. Kazymov, B.Z. Numerical Definition of Indicators of the Development of Creeping Oil Layer on values of Change of an Well Production // – New York: International Journal of Theoretical and Applied Mathematics, – 2017. v. 3. is. 5, – p. 167-173.

74. Feyzullayev, X.A., Dəmirov, A.A, Kazımov, B.Z. Qazkondensat qarışığının süzülməsi zamanı deformasiya olunan layın parametrlərinin təyini // – Bakı: Odlar Yurdu Universitetinin Elmi və Pedaqoji Xəbərləri, – 2017. – № 47, – s. 46-52.

75. Кулиев, А.М. Математическое моделирование неизотермической фильтрации газированной нефти с учетом неравновесной деформации горных пород / А.М.Кулиев, Р.М.Эфендиев, Б.З.Казымов [и др.] // “Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности”, - Москва: - 2017. №9, - с. 17-22.

76. Neft və qazın quyu ilə çıxarılması texnologiyası: Süxurların deformasiyasını nəzərə almaqla neft və qaz yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin təyini (Metodiki göstəriş) / А.М.Қулиев, Т.Ş.Салаватов, Т.Ә.Сәмәдов [və b.]. – Bakı: ADNSU-nun mətbəəsi, – 2018. – 61 s.

77. Фейзуллаев, Х.А., Халилов, М.С., Казымов, Б. Параметрическая идентификация коллекторских свойств релаксационно-деформируемого газового пласта // Материалы международной научно-практической конференции “Современная математика и ее приложения”, – Уфа: – 18–20 мая, – 2017, – с. 307-311.

78. Kazymov, B.Z. Influence of the relaxation deformation of rocks on the characteristics of nonisothermal filtration of live crude in the stratum // – New York: Journal of Engineering Physics and Thermophysics, – 2018. v. 91. No. 6, – p. 1539-1542

79. Фейзуллаев, Х.А. Идентификационное определение фильтрационно-емкостных параметров неравновесно-деформируемого пласта при фильтрации газоконденсатной смеси / Х.А.Фейзуллаев, А.А.Дамиров, Б.З.Казымов [и др.] // Автомати-

зация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности, – Москва: – 2018. №9, – с.58-62.

80. Guliyev, A.M., Kazymov B.Z., Efendiyev R.M., Shikha-lyev K.T. Graphoanalytical and identification methods of determining reservoir parameters of inelastic-deformable gas deposits / Arif Guliyev, Bunyad Kazymov, Ramig Efendiyev [et al.] // Akademik Azad Mirzəcanzadənin 90 illik yubileyinə həsr edilmiş “Neftqazçıxarmada innovativ texnologiyaların və tətbiqi riyaziyyatın müasir problemləri” mövzusunda beynəlxalq konfransın materialları, – Bakı: ADNSU-nun mətbəəsi, – 13 – 14 dekabr, – 2018, – p.411-412.

81. Guliyev, A. Inelastic deformations of rocks and their influence on development of the oil and gas fields / Arif Guliyev, Ramiz Hasanov, Bunyad Kazimov [et al.] // Petroleum & Petrochemical Engineering Journal, Michigan – 2018. v.2, is.5, – 7 p.

82. Kazymov, B.Z. Procedure for Determining the Dynamic Characteristics of a Gas Reservoir with a Creeping Porous Medium // – New York: Fluid Dynamics, – 2018. v.53. s.2, – p. s34-s37.

83. Казымов, Б.З., Эфендиев, Р.М., Насирова, К.К. Итерационная схема для определения показателей разработки газового месторождения в режиме истощения, горные породы которых подвергаются ползучей деформации с ядром Абеля // Материалы международной научно-практической конференции “Современные методы разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами и нетрадиционными коллекторами”, – Атырау: – 5 – 6 сентября, – 2019, – с.231-233.

84. Кулиев, А.М. Исследование влияния плотности сетки скважин на природно-технологические показатели разработки нефтяных месторождений с учетом ползучей деформации горных пород / А.М.Кулиев, Р.М.Эфендиев, Б.З.Казымов [и др.] // “Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности”, – Москва: – 2019. №2, – с. 38-45.

85. Quliyev, A.M., Kazimov, B.Z., Əfəndiyev, R.M. Süxurları relaksasiyalı və sürüngənli deformasiyaya məruz qalan neft yataqlarının maili quyularla işlənmə göstəricilərinin təyini // – Bakı: “Neft-qaz problemləri”, – 2019. №1, – s. 37-46.

86. Казымов, Б.З. Исследование процесса фильтрации нефти к скважине в релаксационно-деформируемом неоднородном нефтяном пласте в режиме растворенного газа // *Материалы международной научно-практической конференции “Состояние и перспективы эксплуатации зрелых месторождений”*, – Актау: – 16–17 май, – 2019, – с.232-237.

87. Кулиев, А.М., Эфендиев, Р.М., Казымов, Б.З., Шихалиев, К.Т., Аббас-Алиева, Р.Т. Методы определения реологических параметров моделей неупругой деформации горных пород газовых залежей по данным разработки // *Материалы международной научно-практической конференции “Состояние и перспективы эксплуатации зрелых месторождений”*, – Актау: –16 – 17 май, –2019, – 1-й том, – с.258-263.

88. Kazimov, B.Z. Graphoanalytic determination of parameters relaxation deformation of rocks by data of development of deposits // – *El Oued: Journal of Fundamental and Applied Sciences*, – 2019. v.11, No 1, – p. 430-433.

89. Маммадов, Э.В., Казымов, Б.З. Методика определения оптимального режима работы газоконденсатной скважины с учетом деформации горных пород пласт-коллектора // *Международный научный журнал “Ученый XXI века”*, – 2020. № 6-3(65), – с. 3-7.

90. Kazimov, B.Z. Süxurları Abel nüvəli sürüngəcli deformatsiyaya məruz qalan neft yatağının işlənmə göstəricilərinin təyini / B.Z.Kazimov, A.A.Dəmirov, R.M.Əfəndiyev [və b.] // *Odlar Yurdu Universitetinin elmi və pedaqoji xəbərləri*, – Bakı: – 2020. № 56, – s. 30-34.

91. Казымов, Б.З., Керимова, И.М. Методика выбора оптимального режима эксплуатации газовой скважины с учетом деформации горных пород // – Москва: “Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности”, – 2020. №10, – с.30-33.

92. Казымов, Б.З., Зейналов, Р.М. Выбор оптимального режима эксплуатации газовой скважины с учетом ползучей деформации горных пород // *Материалы III международной научно-практической конференции “Современное программи-*

рование”, – Нижневартовск: – 27 – 29 ноября, – 2020, – 2021, – с. 159-162.

93. Казымов, Б.З. Исследование процесса фильтрации газа к скважине в релаксационно-деформируемом неоднородном газовом пласте // Материалы Международной научно-практической онлайн конференции, приуроченной 30-летию Независимости Республики Казахстана “Современные технологии в науке и образовании” (Казахстан, г., 28 апреля 2021 года), – Актау: – 28 апреля, – 2021, – с. 172-175.

94. Казымов, Б.З. Определение коллекторских свойств газовых пластов в условиях ползучести горных пород с ядром Абеля / Б.З.Казымов, Т.А.Самедов, С.Г.Новрузова [и др.] // Технологии нефти и газа, – Москва: – 2021. №2, – с. 31-33.

95. Самедов, Т.А., Казымов, Б.З., Новрузова, С.Г. Выбор оптимального режима работы газоконденсатной скважины с учетом релаксационной деформации горных пород // – Москва: Технологии нефти и газа, – 2021. №3, – с.50-54.

96. Казымов, Б.З., Насирова, К.К., Бунятов, А.А. Определение динамики потребного количества скважин при разработке нефтяных залежей в режиме растворенного газа // – Йошкар-ола: Научный журнал “Ученый XXI века”, –2021. № 6 , – с.3-8.

97. Казымов, Б.З., Насирова, К.К. Приближенная методика расчета изменения давления в неравновесно-деформируемом пласте в случае течения реального газа к скважине // – Москва: Технологии нефти и газа, – 2021. №4, – с. 36-39.

98. Казымов, Б.З. Методика расчета изменения давления в неравновесно-деформируемом пласте в случае однофазного течения жидкости к скважине // – Москва: “Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности”, – 2021. №10, – с.37-41.

99. Zeynalov, R.M., Kazimov, B.Z. Mayenin birfazlı süzülməsi şəraitində süxurları relaksasiyalı deformasiya olunan layların təbii-texnoloji göstəricilərinin təyini // “Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni informasiya texnologiyaları” mövzusunda IV Respublika elmi konfransın materialları, – Sumqayıt: – 9 – 10 dekabr, – 2021, – s.114-116.

100. Kazımov, B.Z., Zeynalov, R.M. A method for approximate determination of the indicators of development of a reservoir with rocks subjected to relaxation deformation in single-phase fluid flow // – Baku: Transactions of ANAS, Series of Physical-Technical and Mathematical Sciences. Informatics and Control Problems, – 2022. №2, – p. 73-79.

101. Казымов, Б.З., Зейналов, Р.М. Определение динамики потребного количества скважин при разработке глубокозалегающих нефтяных залежей в режиме растворенного газа // Материалы IV Международной научно-практической конференции на тему “Современное программирование”, – Нижневартовск: – 8 декабря, – 2021, – 2022, – с. 133-137.

102. Kazımov, B.Z., Dəmirov, A.A. Süxurları sürüngəclı deformasiyaya uğrayan qaz layının süzölmə-tutum parametrlərinin identifikasiyalı təyini // – Bakı: Odlar Yurdu Universitetinin elmi-pedaqoji xəbərləri, – 2022. №61, – s. 12-18.

103. Kazımov, B.Z., Zeynalov, R.M. Süxurları relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan neft layının işlənilmə göstəricilərinin süzölmənin birinci fazası üzrə təyini // “Riyaziyyatın fundamental problemləri və intellektual texnologiyaların təhsildə tətbiqi” mövzusunda Sumqayıt Dövlət Universitetinin 60 illik yubileyinə həsr olunmuş II Respublika elmi konfransının materialları, – Sumqayıt: – 15 – 16 dekabr, 2022, – s.94-97.

104. Казымов, Б.З. Схема определения фильтрационных характеристик фильтрации по первой фазе однофазной жидкости по пластам, горные породы которых подвергаются деформации с ползучим характером // – Москва: Технологии нефти и газа, – 2022, №3, – с.50-52.

105. Казымов, Б.З. Влияние изменения проницаемости пластов на определение прогнозного значения потребного числа скважин при разработке газовых залежей / Б.З.Казымов, С.Г. Новрузова, Э.В.Гадашева [и др.] // Нефтепромысловое дело, – Москва: – 2022. №6, – с. 31-34.

106. Фейзуллаев, Х.А., Халилов, М.С., Казымов, Б.З. Идентификация коллекторских свойств релаксационно-деформируемого газового пласта на основе данных истории разработки // –

Петергоф: Дифференциальные уравнения и процессы управления, – 2023. №1, – 11 с.

107. Казымов, Б.З., Насирова, К.К., Шихалиев, К.Т. Алгоритм определения реологических и фильтрационно-емкостных параметров ограниченного газового пласта с ползучей средой // – Москва: Технологии нефти и газа, – 2023. №2, – с.44-46.

108. Казымов, Б.З. Численный метод определения показателей разработки пласта неньютоновской нефти с учетом реологии горных пород // Azərbaycan xalqının Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin 100-illik yubileyinə həsr edilmiş “Heydər Əliyev və Azərbaycan Neft Strategiyası: neft-qaz geologiyası və geotexnologiyalarında irəliləyişlər” mövzusunda keçirilmiş Beynəlxalq Elmi-Praktiki Konfransın materialları, – Bakı: – 23 –26 may, – 2023, – s. 942-946.

Həmmüəlliflərlə birgə yerinə yetirilmiş işlərdə iddiaçının şəxsi tövhəsi:

[47, 49, 52, 53, 55, 56, 59, 61, 63, 66-68, 71, 73, 78, 82, 86, 88, 93, 98, 104, 108] işləri iddiaçı tərəfindən müstəqil yerinə yetirilmişdir, qalan həmmüəllifli işlərdə iddiaçının məsələlərin qoyuluşu, əsaslandırılması, həll üsulunun seçilməsi, hesablama ifadələrinin alınması, hesablamaların aparılması, nəticələrin təhlili və formulə edilməsi üzrə əsaslı şəxsi tövhələri olmuşdur.



Dissertasiyanın müdafiəsi 13 fevral 2025-ci il tarixində saat 11⁰⁰-da Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.03 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

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

Dissertasiya ilə Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat "10" yanvar 2025-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 08.01.2025

Kağızın formatı: A5

Həcm: 78690

Tiraj: 100