

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

DƏRİN QAZKONDENSAT YATAQLARINA QAZVARI AGENTLƏRLƏ TƏSİR ETMƏDƏ LAY PROSESLƏRİNİN FLUIDLƏRİNİN FAZA VƏZİYYƏTİNİ NƏZƏRƏ ALMAQLA MODELLƏŞDİRİLMƏSİ

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

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Mübariz Sevdimalı oğlu Xəlilov**

Elmlər doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2022

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası
Geologiya və Geofizika İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi məsləhətçi: texnika elmləri doktoru
Xasay Azay oğlu Feyzullıyev

Rəsmi opponətlər: texnika elmləri doktoru, professor
Tofiq Ələvsət oğlu Səmədov


texnika elmləri doktoru
Mahir Əbdüləli oğlu Rəsulov

fizika riyaziyyat elmləri doktoru, professor
Hamlet Fərman oğlu Quliyev

texnika elmləri doktoru
Fuad Faiq oğlu Məmmədov

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

Dissertasiya şurasının sədri: Texnika üzrə elmlər doktoru, dosent


Dissertasiya şurasının
elmi katibi:

Arif Ələkbər oğlu Süleymanov

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent



Yelena Yevgenyevna Şmonçeva

Elmi seminarın sədri: Texnika üzrə elmlər doktoru, professor



Arif Mikayıl oğlu Məmməd-zadə

İmzaları təsdiq edirəm
ADNSU-nun Elmi katibi, dosent



N.T. Əliyeva



İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Neftqazkondensat və qazkondensat yataqlarının işlənilmə təcrübəsi göstərir ki, neft, qaz və qazlı mayenin çıxarılma imkanları kifayət qədər aşağı göstəricilərlə xarakterizə olunur və nəticə etibarlı ilə neft, qaz və qazlı mayenin Yerində təkində qalan həcmi miqdarları daimi artır. Çıxarılması mürəkkəbləşmələrlə təzahür edən karbohidrogen ehtiyatlarına-əsasən tükənmə rejimində işləyən qazkondensat yataqlarında toplanan retroqrad kondensat və həmçinin neft araqaatına malik olan qazkondensat yataqlarının karbohidrogen ehtiyatları və həmin yataqların qazla doymuş hissələrində toplanmış maye karbohidrogenlər, zəif keçiricilikli kollektorlarda toplanan qazlı mayələr və s. aid edilir.

Hal-hazırda çıxarılmayan neft və qazlı mayenin karbohidrogen ehtiyatları milyard tonlarla, qaz karbohidrogen ehtiyatları isə trilyon kub metrə qiymətləndirilir. Bütün bunlar neftqazkondensat və qazkondensat yataqlarının karbohidrogen ehtiyatlarının çıxarılmasının səmərəliliyinin artırılmasını təmin edən yeni kompleks işlənilmə üsullarının yaradılması və onların elmi əsaslandırılması mühüm əhəmiyyət kəsb edən məsələlərdəndir.

Təbii karbohidrogen ehtiyatlarının çıxarılması üsullarının optimal variantlarının tapılması lay sistemləri və lay proseslərinin riyazi modelləşdirilməsi və onun əsasında qaz və maye karbohidrogenləri özündə saxlayan layların çoxsaylı işlənilmə üsullarının praktikada tətbiq olunma üstünlüklərini və çatışmamazlıqlarını qiymətləndirmək, həmçinin ehtiyatların çıxarılması ilə bağlı baş verən fiziki proseslərin mürəkkəbliyi işlənilmə üsullarının rəşional olaraq seçilməsi və yaradılmasında kompleks elmi yanaşmaların zəruriliyini önə çıxarır. Bu tədqiqatların ən vacib istiqaməti kapilyar qüvvələri və məsaməli mühütdə qeyri-tərazlıqlı çoxfazlı axında təzyiq qradientini nəzərə almaqla karbohidrogenlərin kütlə mübadiləsi və fazalararası keçid mexanizmlərinin öyrənilməsindən, fiziki və riyazi modelləşmə üzrə aparılan fundamental tədqiqatlarla təklif olunan üsulların texniki

realizasiyası probleminin, o cümlədən təcrübi-sənaye işlərinin aparılması zərurliyini şərtləndirir.

İşdə neftqazkondensat və qazkondensat yataqlarının işlənməsinin qeyd olunan vacib məsələlərinin prinsipial həll olunma imkanlarına baxılması və həmçinin lay proseslərinin fiziki və riyazi modelləşdirilməsi üsulları və onlar əsasında karbohidrogen ehtiyatlarının mənimsənilməsi üçün məhsuldar laylara müxtəlif növ təsir üsullarının hidrotermodinamiki əsaslarının yaradılması, o cümlədən layların kondensat veriminin artırılması üçün laya müxtəlif karbohidrogen və qeyri-karbohidrogen qazlarla, qaz-su qarışığı ilə, həmçinin neft-qaz kontaktı səviyyəsində müxtəlif sıxışdırıcı agentlərlə (suvurma, polimerli su qarışığı ilə, bağlayıcı polimerlə, köpük sistemi ilə, su-qaz qarışığı ilə, termoqaz ilə və s.) ekran yaradılmasını formalaşdırmaqla qazın neft araqatına daxil olmasının qarşısının alınması və s. laya təsir məsələləri həll edilmişdir. Həmcinin, uyğun işlənmə məsələlərinin həll alqoritmi və onların kompüter proqramlarının hazırlanması yerinə yetirilmişdir.

Tədqiqatın obyektı və predmeti.

1. Müxtəlif işlənmə rejimində qazkondensat layına maye və qazla təsiretmədə işlənmə prosesinin modelləşdirilməsi.

2. Neftqazkondensat layının neft-qaz təmas xətti səviyyəsində müxtəlif sıxışdırıcı agentlərlə ekran yaradılmasını formalaşdırmaqla neft araqatının işlənməsi prosesinin modelləşdirilməsi.

3. Çoxlaylı qazkondensat yatağının işlənməsi prosesinin məsələlərinin həlli və araşdırılması.

4. Yüksək təzyiqli qazkondensat layının işlənməsi prosesinin süzülmə məsələlərinin quyu ağzı verilənlərinə görə həlli və araşdırılması.

5. Müxtəlif işlənmə rejimlərində qazkondensat və neftqazkondensat layının süzülmə-tutun xassələrinin identifikasiyalı təyini məsələlərinin həlli.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Dissertasiya işinin əsas məqsədi qazkondensat və neftqazkondensat yataqlarına qazvari və maye agentlərlə təsir etmədə lay proseslərinin fluidlərinin faza vəziyyətini nəzərə almaqla modelləşdirilməsi üsullarının kompleks

nəzəri tədqiqatlarının aparılması, maye karbohidrogen ehtiyatlarının mənimsənilməsi səmərəliliyinin artırılması üçün yeni işlənilmə üsullarının yaradılmasından ibarətdir.

Tədqiqat metodları. Disertasiya işində qoyulmuş məsələlər hidroqazdinamiki nəzəriyyənin, hesablama riyaziyyatı, optimal idarəetmə üsullarının, tərs məsələlərin, riyazi fizikanın müasir üsullarının, müasir informasiya texnologiyaları və proqramlaşdırma vasitələrinin tətbiqi ilə həll edilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar.

1. Müxtəlif işlənilmə rejimində qazkondensat layına maye və qazla təsiretmədə işlənilmə prosesinin məsələlərinin həlli və araşdırılması.

2. Neftqazkondensat layının neft araqatının işlənilməsi prosesinin məsələlərinin həlli və alqoritmi, onun proqram realizəsi.

3. Çoxlaylı qazkondensat yatağının işlənilməsi prosesinin məsələlərinin həlli üsulları.

4. Yüksək təzyiqli qazkondensat layının işlənilməsi prosesinin süzülmə məsələlərinin quyu ağızı verilənlərinə görə həlli üsulları.

5. Su basqı rejimli qazkondensat layının işlənilməsinin hidrodinamik modellərinin variasiya qoyuluşlu parametrik identifikasiyası üsulu.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Disertasiya işində aparılmış kompleks tədqiqatlar və onların nəticələrinin ümumiləşməsi aşağıdakı elmi yeniliklərin alınmasına imkan vermişdir:

1. Qazkondensat layına maksimal kondensasiya təzyiqindən aşağı təzyiqlərdə su-qaz qarışığı ilə və maye karbohidrogenlərlə təsir prosesini modelləşdirməyə imkan verən nəzəri baza və alqoritm işlənilmiş və işlənilmənin texnoloji göstəricilərinin proqnozlaşdırılmasının proqram təminatı yaradılmışdır.

2. Qazkondensat quyularının quyudibi zonasının yüngül fraksiyalı isti karbohidrogenlərlə işlənilməsində retroqrad kondensatın çıxarılmasının intensivləşdirilməsi məsələlərinin hesablanması üsulları işlənilmişdir.

3. Müxtəlif işlənilmə rejimlərində neftqazkondensat layına maye və qazlarla təsir etmədə neft araqatının effektiv işlənilməsini tənzimləməyə imkan verən metodologiya işlənilmişdir.

4. Çoxlaylı qazkondensat yataqlarının eyni quyular şəbəkəsi ilə işlənilməsi prosesini modelləşdirməyə imkan verən nəzəri baza və alqoritm işlənilmiş və işlənilmənin texnoloji göstəricilərinin proqnozlaşdırılmasının proqram təminatı yaradılmışdır.

5. Anomal yüksək təzyiqli qazkondensat layının işlənilmə prosesinin texnoloji göstəricilərini quyu ağız verilənlər əsasında proqnozlaşdırmağa imkan verən hesablama üsulları işlənilmişdir

6. Su basqı rejimli qazkondensat layının işlənilməsinin hidrodinamik modellərinin variasiya qoyuluşlu parametrik identifikasiyası üsulları yaradılmışdır.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Dissertasiya işində yerinə yetirilmiş tədqiqatlar qazkondensat və neftqazkondensat laylarının komponentveriminin artırılması məqsədilə onlara maye və qazvari agentlərlə təsir etmənin modelləşdirilməsi bazasında yeni texnoloji üsulların təklif edilməsi, eləcə də qazkondensat və neftqazkondensat yataqlarının işlənilməsinin texniki-texnoloji göstəricilərinin qiymətləndirilməsinin elmi-metodiki əsaslarının inkişafına yönələn təcrübi əhəmiyyətli tədqiqatlardır.

Dissertasiya işində alınmış elmi yeniliklərin qazkondensat və neftqazkondensat yataqlarının işlənilməsinin analizi və layihələndirilməsi zamanı işlənilmənin səmərəliliyinin artırılması üçün istifadə oluna bilər.

Tədqiqatın aprobeiasiyası. Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıdakı beynəlxalq elmi konfranslarda məruzə edilmişdir:

-“Problems of cybernetics and informatics” PCİ 2012 mövzusu üzrə Beynəlxalq konfransında (12-14 sentyabr, Bakı, 2012-ci il).

-“Elmin müasir nailiyyətləri” mövzusunda VII Beynəlxalq elmi konfransda (23-24 oktyabr, Bakı, 2014-cü il).

-V всероссийская научно-практическая конференция. “Математическое моделирование процессов и систем”, приуроченная к 110-летию со дня рождения академика А. Н.

Тихонова. 17 – 19 ноября 2016 г. Республика Башкортостан, г. Стерлитамак (Россия).

-Qoşqar Əhmədovun anadan olmasının 100 illiyinə həsr olunmuş “Riyaziyyat və mexanikanın aktual problemləri” konfransında, Bakı-2017-ci il.

-“Nəzəri və tətbiqi riyaziyyatın aktual məsələləri” akademik M.L.Rəsulovun 100 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika elmi konfransında (28-29 oktyabr, Şəki, 2016-cı il, Azərbaycan).

-“Современная математика и ее приложения”. Академия Наук республики Башкортостан. Башкирский Государственный Университет-Институт Стратегических Исследований, г. Уфа (Россия), 18-20 мая 2017 г.

-“Control and optimization with industrial applications” COIA2018 mövzusu üzrə V Beynəlxalq konfransında, (11-13 iyul, Bakı, 2018-ci il).

-“Technolocy Culture and International Stability” mövzusu üzrə 18-ci IFAC konfransında, (13-15 sentyabr, Bakı, 2018-ci il).

-“ V Международная научная конференция”- Нелокальные краевые задачи и родственные проблемы математической биологии, информатики и физики,–Нальчик(Россия):–2018.

-“Математическое моделирование процессов и систем” : IX Межд. науч.-практ. конф.,–Стерлитамак: Башкирский Государственный Университет- Институт Стратегических Исследований,–2019. Россия

-“Control and optimization with industrial applications” COIA2020” mövzusu üzrə V Beynəlxalq konfransında, (27-28 avqust, Bakı, 2020-ci il) .

-“Control and optimization with industrial applications” COIA2022” mövzusu üzrə V Beynəlxalq konfransında, (24-26 avqust, Bakı, 2022-ci il) .

-elmi seminarlarda:

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Geologiya və Geofizika İnstitutunun “Neft və qaz yataqlarının işlənilməsi” seksiyasının seminarında (Bakı ş., 2015-ci il).

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin “Qazkondensat yataqlarının işlənməsi və istismarı” kafedrasının elmi seminarlarında (Bakı ş.,2013-2016-cı illər).

Bakı Dövlət Universiteti nəzdindəki Tətbiqi Riyaziyyat Elmi-tədqiqat İnstitutunda.

Bakı Dövlət Universiteti Tətbiqi riyaziyyat və kibernetika fakültəsinin elmi seminarında məruzə edilmişdir

Tədqiqatın tətbiqi: Yerinə yetirilmiş tədqiqatlar qaz, qazkondensat və neftqazkondensat yataqlarının işlənməsinin tənzimlənməsi və idarə edilməsinin elm-metodiki əsaslarının inkişafı üçün praktik əhəmiyyətlidir.

Dissertasiya işində alınmış elmi yeniliklərin qaz, qazkondensat və neftqazkondensat yataqlarının işlənməsinin analizi və layihələndirilməsi zamanı işlənmənin effektivliyinin artırılması üçün istifadəsi təklif edilir.

Çap olunmuş elmi əsərlər. Dissertasiya işi üzrə 35 elmi iş, onlardan 24 məqalə, o cümlədən 6-sı xarici ölkələrdə, 13 iş isə beynəlxalq və yerli konfrans materiallarında və tezislərində nəşr olunmuşdur. 7 məqalə Web of Science, Emerging Sources Citation Index, Scopus beynəlxalq bazasna daxildir.

Disertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Geologiya və Geofizika İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi və strukturu.

Dissertasiya işi girişdən, 7 fəsildən, işin əsas nəticələrindən, 224 sayda istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. İşin ümumi həcmi 278 səhifə, əsas həcmi isə, 9 sayda şəkillərdən, 11 sayda cədvəl daxil olmaqla 249(414491 işarə) səhifə təşkil edir. O cümlədən , titul səhifəsi-414 işarə, mündəricat-6759, giriş-916 işarə, 1-ci fəsil -62332 işarə, 2-ci fəsil-59719 işarə, 3-cü fəsil-36000 işarə, 4-cü fəsil -52000 işarə , 5-ci fəsil-52000 işarə, 6-cı fəsil-60000 işarə, 7-ci fəsil -36000 işarə, nəticə -3577 işarədən ibarətdir.

DISSERTASIYANIN QISA MƏZMUNU

Giriş hissədə dissertasiya işinin mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmış, tədqiqatın predmeti, işin elmi yenilikləri şərh edilmiş və əsas nəticələr verilmişdir.

Birinci fəsildə qazkondensat və neftqazkondensat yataqlarının işlənilməsi zamanı qaz-maye qarışığının faza halının və lay proseslərinin modelləşdirilməsi problemləri və yataqların kondensat və neftveriminin artırılması üzrə tədqiqatların analizi ilə bağlı işlərin icmalı verilmiş, karbohidrogen ehtiyatlarının mənimsənilməsində vacib olan müəyyən qrup məsələlərin öyrənilməsi zəruriliyi əsaslandırılmışdır.

Neft, qazkondensat və neftqazkondensat yataqlarının işlənilmə proseslərinin hidroqazdinamik modeləşdirilməsinə və neft və kondensata görə hasilatın artırılması imkanlarının tədqiqinə dair M.T.Abasov, S.N.Buzinov, A.İ.Bruysilovski, A.İ.Qriçenko, Q.R.Qureviç, B.M.Entov, S.N.Zakirov, Q.A.Zotov, Y.P.Koratayev, A.M.Quliyev, S.A.Kundin, A.X.Mircəzanzadə, E.M.Minski, V.S.Mitlin, Q.V.Rassoxin, V.N.Nikolaevski, Q.S.Stepanova, A.İ.Şirkovski, Y.P.Zayçev, Q.P.Çubilski, T.M.Şmiqlıya, Z.Y.Abbasov, Q.I.Calalov, A.M.Məmmədzadə, B.Ə. Süleymanov, T.A. Səmədov, M.A.Rəsulov, A.Ə.Süleymanov, X.A.Feyzullayev və s. tədqiqatçılar tərəfindən çoxsaylı işlər həsr olunmuş, innovativ üsullar işlənilmiş və praktikada tətbiq üçün təqdim olunmuşdur.

Layda qazkondensat və neftqazkondensat qarışığının tam şəkildə süzülmə prosesi çoxkomponentli mayenin süzülməsinin ümumi nəzəriyyəsi baxımı ilə təsvir edilə bilər. Çoxkomponentli mayenin süzülmə tənlikləri qarışığın halını süzülmənin bütün hallarında, o, cümlədən, lay təzyiqinin başlanğıc kondensasiya təzyiqindən böyük və kiçik olan hallarında təyin edilməsi və fazaların termodinamik-tarazlığı məsələlərinin həll edilməsi, tərkibi və fazaların doyma funksiyalarının tapılması və qarışığın fiziki xassələrinin təyin edilməsi üçün hesablama üsullarından istifadə etməyə imkan verir.

Çoxkomponentli mayenin süzülmə tənlikləri kifayət qədər böyük həcmdə informasiyanı özündə saxlayır və çoxsaylı praktik

məsələlərin həllinə tətbiqində bir sıra qapayıcı münasibətlərin daxil edilməsini zəruri edir. Bu ilk növbədə real qarışıqın faza halının riyazi modelləşdirilməsi və onun müəyyən dəqiqliklə süzülmə tənliklərində nəzərə alınması ilə əlaqədardır.

Çoxkomponentli sistemin faza halı xarici qüvvələrin təsiri altında ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqədə olduqda və ya daxili qüvvələrin təsiri altında ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqə olmadıqda dəyişir. Birinci halda faza vəziyyətinin dəyişməsi sistemin daxili enerjisinin davamlı dəyişməsi ilə, ikinci halda isə yalnız sistemin hissələri arasında enerjinin yenidən bölüşdürülməsi ilə müşayiət edilir.

Bu baxımdan çoxkomponentli sistemin halının dəyişməsində faza çevrilmələri sistemin müxtəlif hissələri arasında kütlənin yenidən paylanmasına gətirir. Faza çevrilmələri tarazlıqlı və qeyri-tarazlıqlı xarakterə malik olur. Birinci halda kütlə paylanma prosesi xarici qarşılıqlı təsirlər istisna olduqda dərhal dayanır, ikinci halda kütlənin yenidən paylanma prosesi xarici qarşılıqlı təsirlər istisna olduqdan sonra davam edir.

Real qaz-maye sisteminin faza tarazlığı halında komponentlərin qaz və maye fazada uçuculuqları bərabər, qeyri-tarazlığı halında isə fərqli olur. Çoxkomponentli sistemlərin faza halının sistem tənlikləri özündə fazaların komponentlərinin uçuculuqları arasında mövcud olan termodinamik münasibətləri təsvir edən tənliklər sistemini, həmçinin çoxkomponentli qarışıqın ümumi tərkibi, fazaların komponentləri və molyar həcmələrinin payının hissələri arasında balans tənlikləri sistemini birləşdirir. Çoxkomponentli sistemlərin faza halının təsvirinin sistem tənliklərinin həllinin təyini üsullarının işlənilib hazırlanması hasilat quyusuna lay flüidinin izotermik və qeyri-izotermik axını proseslərini təsvir etməyə, həmçinin yerin səthinə doğru hərəkət zamanı onun tərkibinin və xassələrinin dəyişməsini, təbii karbohidrogen yataqlarının istismarının səmərəliliyinin artırılmasını, hasil edilən karbohidrogen məhsullarının hazırlanmasını və boru kəmərlərində nəqlini təsvir etməyə imkan verir.

Çoxkomponentli sistemin faza halının modelləşdirilməsi probleminin həllinə Z.Y.Abbasov, Q.I.Calalov, A.İ. Bruysilovski, N.M. Viboronov, A.İ.Qriçenko, Q.R.Qureviç, Q.S.Stepanova, A.Y.Hamiot, E.E.Ramazanova, R.Rid, T.Şervud, K.N.Coats, X.A.Feyzullayev və s. işlərində böyük diqqət ayrılır.

Çoxkomponentli mayenin süzülmə tənliklərinin tətbiqi həmçinin real qaz-maye fazaların istilik fiziki parametrlərinin təyinin etibarlı və səmərəli hesablama üsullarının işlənilməsini tələb edir. Fazaların istilik fiziki xassələrini xarakterizə edən parametrlərinin təyininin iki əsas üsulu mövcuddur: Gətirilmə təzyiqi və qarışıqın bu və ya digər vahid hal tənliyi vasitəsi ilə təyini üsulu.

Təzyiqin gətirilmə üsulunda fazalara görə komponentlərin faza müvazinət sabiti təzyiq, temperatur və tərkibi xarakterizə edən bir parametrdən-gətirilmə təzyiqindən asılı approksimasiya edilir. Gətirilmə təzyiqin hesablanma prinsipi ondan ibarətdir ki, ilkin sistem binar model şəklində əvəz olunur və axtarılan parametr ona görə hesablanır. Üsulun çatışmayan cəhəti fazaların sıxlıq və tarazlığı sabitlərinin termodinamiki kəmiyyətlərinin uyğunsuzluğudur. Bu amil böhran təzyiq və temperatur oblastlarında və həmçinin birfazlı və ikifazlı oblastların sərhəddində hesablama xətalарına gətirib çıxarır.

Qaz və maye fazaları üçün vahid hal tənliyindən istifadə əsasında yanaşma təsvir edilən termodinamiki münasibətlər sisteminin istifadə olunan qapalılığı üzərində çoxsaylı üstünlüklərə malikdir. Real sistemlərin çoxkomponentliyi təzyiq, temperatur və tərkibdən asılı olaraq hal tənliyinin parametrlərinin köməyi ilə nəzərə alınır. Hal tənliyinə görə təyin edilən termodinamiki Qibbs potensialının öyrənilməsi faza tarazlığının uyğun sistem tənliklərini çıxarmağa (yazmağa) imkan verir. Belə yanaşma qeyri-xətti cəbri tənliklər sisteminin ədədi həllərinin tapılmasını tələb edir. Kifayət qədər dəqiq həll üsulları Z.Y.Abbasov, A.İ. Bruysilovski, B. Sage və s. işlərində təklif edilən hal tənliyindən istifadə edilməsi ilə alınır və yüksək təzyiqlərdə maye və qaz fazasının xassələrinin hesablanması olduqca dəqiq nəticələrə gətirib çıxarır.

Çoxfazlı çoxkomponentli süzülmə prosesini ifadə edən differensial tənliklər sistemində axtarılan naməlum dəyişənlər lay təzyiqi və çoxkomponentli qarışığın molyar tərkibi qəbul edilir. Bu tənliklər sistemi çoxkomponentli qarışığın halını lay təzyiqinin başlanğıc kondensasiya təzyiqindən yuxarı və maksimal kondensasiya təzyiqindən aşağı və yuxarı səviyyələrində təyin etməyə və fazaların termodinamik-tarazlıq və çoxkomponentli tərkibin fiziki xassələrini identifikasiya etməyə imkan verən hesablama üsullarından istifadəni mümkün edir.

Kompüter texnologiyasının müasir səviyyəsi çoxfazlı çoxkomponentli modellər bazasında süzülmə məsələlərinin ədədi üsullarla həll edilməsinə imkan verməklə layda baş verən fiziki proseslərin daha dəqiq öyrənilməsinə gətirmiş və onun bazasında qazkondensat və neftqazkondensat yataqlarının və həmçinin qazkondensat quyularının quyudibi zonasının müxtəlif tərkibli qazlar, maye karbohidrogenlərlə işlənilməsi məsələləri həll edilmişdir.

Bu zaman əsasən işlənilmənin son mərhələsində olan qazkondensat layında çökən retroqrad kondensatın çıxarılma probleminin mümkünlüyü məsələləri prioritet istiqamət kimi seçilmiş və onların həlli üçün prinsipial olaraq yeni yanaşmalar və təsir üsulları təklif edilmişdir. Yeni yanaşma və təsir üsullarının əsasında yüngül karbohidrogen həlledicilərlə (metan, propan, propan-butan fraksiyası və s.) layın və quyudibi zonanın işlənilməsi və maye fazanın buxarlandırılması və onun sıxışdırılması ilə quyuya hərəkətinə impuls verilməsi dayanır. Təsir üsullarının effektivliyinin qiymətləndirilməsi zamanı qazkondensat yataqlarının işlənməsi üzrə ənənəvi tükənmə rejimini əks etdirən nəticələrlə müqayisəsi aparılmışdır. Bu istiqamət üzrə əsasən M.T.Abasov, Z.Y.Abbasov, Q.İ.Cəlalov, A.İ.Qriçenko, A.N.Şandriqin, X.A.Feyzullayev, B.A. Nikolaev, V.S.Mitlin və s. işləri praktik əhəmiyyətli hesab edilir.

İşlənilmə proseslərinin səmərəliliyinin tənzimlənməsinə imkan verən variasiya üsullarının köməyi ilə karbohidrogen yatağın istismar göstəricilərinin faktiki məlumatlarının dəyişməsinə görə çoxfazlı sistemin süzülmə-tutum parametrlərinin və nisbi faza keçiricilikləri

funksiyalarının identifikasiyalı təyini üsulları işlənmişdir. Bu problemlərin həlli istiqamətində M.T.Abasov, S.N.Zakirov, Z.Y.Abbasov, Q.I.Calalov, X.A.Feyzullayev, H. F. Quliyev və s. işləri xüsusi diqqət çəkir.

Qazkondensat və neftqazkondensat yataqlarının işlənilməsinin hidroqazdinamik modeləşdirilməsi üsulları və onlar əsasında karbohidrogen ehtiyatlarının mənimsənilməsi üçün məhsuldar laylara müxtəlif növ təsir üsullarının əsaslarının yaradılması üzrə tədqiqatların çoxluğuna baxmayaraq real fiziki proseslərin adekvatlığının təmin olunması baxımından süzülmə nəzəriyyəsində təkmilləşmələrin aparılması, karbohidrogen yataqların rasionallıq işlənilməsinin metodoloji tədqiqi və onun nəzəri əsaslarının inkişaf etdirilməsi vacib elmi-texniki problemin həlli kimi öz aktuallığını saxlayır.

İkinci fəsildə tükənmə rejimində işlənən qazkondensat layına maksimal kondensasiya təzyiqindən aşağı təzyiq intervalında maye karbohidrogenlə (etanla) araqatı yaratmaqla seperasiya olunmuş qazın və həmçinin su-qaz qarışığının vurulması üsullarının tətbiqində kondensatveriminin artırılması, layda çökən retroqrad kondensatın kapilyar və ağırlıq qüvvələrinin təsiri ilə hündürlük üzrə yenidən paylanılması nəticəsi olaraq qaz-su sərhəddində texnogen kondensat araqatının yaranması və ona qazılmış horizontal quyu ilə retroqrad kondensatın çıxarılması imkanlarının qiymətləndirilməsi məsələləri çoxkomponentli çoxfazlı süzülmə modellərinin nəzəri bazası əsasında həll edilmişdir.

Qazkondensat yataqlarının əsas işlənilmə üsulu təbii lay enerjisindən istifadəyə əsaslanır. Belə işlənilmə üsulunda az xərclər tələb olunur və kifayət qədər yüksək qazvermə əmsalı alınır, lakin bu halda çoxsaylı mürəkkəbləşmələr meydana çıxır. Ən ciddi mürəkkəbləşmələrdən biri retroqrad kondensatın layda və quyunun drenləmə zonasında toplanması və layda küllü miqdarda tərپənməz maye karbohidrogenlər itgisinin yaranmasıdır. Bu halın baş verməməsi üçün vaxtaşırı olaraq qazkondensat layının tükənmə rejimində işlənilməsinin müəyyən mərhələsində hasilat quyusunun quyudibi zonasında qaza görə süzülmə müqavimətinin azaldılmasını

təmin edən üsulların tətbiq edilməsi və quyularda intensivləşməyə tədbirlərinin aparılmasının vacibliyi önə çıxır.

İlkin olaraq işlənilmənin son mərhələsində olan qazkondensat layına maksimal kondensasiya təzyiqindən aşağı təzyiq intervalında etan (C_2H_6) və seperasiya olunmuş metan qazın (CH_4) ardıcıl vurulması ilə layda itirilmiş maye karbohidrogenlər ehtiyatının (retroqrad kondensatın $-C_{+5}$) çıxarılması imkanları araşdırılmışdır.

Baxılan məsələ

$$\begin{aligned} \nabla \left[\left(\frac{k h f_m(s_m) \rho_m}{\mu_m M_m} x_i \nabla p_m + \frac{k h f_q(s_q) \rho_q}{\mu_q M_q} y_i \nabla p_q \right) \right] = \\ = \frac{\partial}{\partial t} \left[m h \left(\frac{\rho_m s_m}{M_m} + \frac{\rho_q s_q}{M_q} \right) z_i \right] \pm \sum_{v=1}^s Q_i^v(t) \delta(x - x_v) \delta(y - y_v), \\ i = \overline{1, N}, \sum_{i=1}^N x_i = \sum_{i=1}^N y_j = 1, \sum_{i=1}^N z_i = 1, (x, y) \in D, t \in (0, T), \quad (1) \end{aligned}$$

tənliklər sistemi və uyğun

$$p_q(x, y, t) \Big|_{t=0} = p_{q0}(x, y), (x, y) \in D, \quad (2)$$

$$z_i(x, y, t) \Big|_{t=0} = z_i^0(x, y), i = 1, 2, \dots, N, (x, y) \in D, \quad (3)$$

$$\frac{\partial p_q(x, y, t)}{\partial n} \Big|_{\Omega} = 0, (x, y) \in \Omega, t \in (0, T), \quad (4)$$

başlangıç və sərhəd şərtləri daxilində modelləşdirilir.

Burada naməlum kəmiyyətlər qaz fazasının p_q -təzyiqi və qazkondensat sisteminin z_i ($i = \overline{1, N}$) tərkibi; $f_q(s_q)$ və $f_m(s_m)$ -uyğun olaraq qaz və maye fazalarının nisbi faza keçiricilikləri; s_q və s_m -uyğun olaraq qaz və maye fazalarının məsaməli mühiti doyurma əmsalları; p_q, p_m - qaz və maye fazaların təzyiqi; x_i, y_i -uyğun olaraq i -ci komponentin maye və qaz fazalarında molyar miqdarları; ρ_q və ρ_m - uyğun olaraq qaz və maye fazalarının sıxlıqları; M_q və M_m -uyğun olaraq qaz və maye fazalarının orta molekulyar çəkilişi; $Q_i^v(t)$ - i -ci komponentə görə v -ci mənbəyin debiti; x_v, y_v - v -ci elementar mənbəyin koordinatları; s -elementar mənbələrin sayı; Ω - layın xarici sərhəddi; k -mütləq keçiricilik; m -məsaməlilik; n -layın xarici

sərhəddinə çəkilən normal (istiqaətverici) vektor; T -işlənilmə müddəti; t -zamandır.

Karbohidrogen qaz-maye fazalarının təzyiqləri arasında əlaqə kapilyar təzyiqlə

$$p_m = p_q - p_{cmq}, \quad (5)$$

nəzərə alınır (p_{cmq} - maye-qaz sərhəddində kapilyar təzyiqdır).

(1)-(5) tənliklər sisteminin həlli üçün zəruri olan qaz və maye fazaların fiziki xassələrini ifadə edən

$$\rho_q, \rho_m, \mu_q, \mu_m, S_q = I - S_m, S_m = \frac{L\rho_q M_m}{L\rho_q M_m + V\rho_m M_q}$$

parametrləri aşağıdakı sistemdən təyin edilir:

$$\begin{cases} f_{i,m} - f_{i,q} = 0, i = \overline{1, N} \\ x_i L + y_i V - z_i = 0, i = \overline{1, N} \\ \sum_{i=1}^N y_i - 1 = 0 \\ L + V = 1 \end{cases} \quad (6)$$

Burada (6) sistemində birinci (N) sayda tənliklər uyğun olaraq qaz və maye fazalarının komponentlərinin uçuculuqlarının termodinamik tarazlıq şərtini, digər ($N+2$) sayda tənliklər isə qazkondensat sisteminin balans tənliklərini ifadə edir. Buxar və maye fazalarında komponentlərin $f_{i,m}, f_{i,q}$ uçuculuqları və onların tarazlığının hesablanma üsulu

$$p = RT \left[\frac{1}{V-b} - \frac{a}{V(V+c)} \right], \quad (7)$$

hal tənliyinə görə təyin edilir.

Burada V, L - qaz və maye fazaların molyar pay hissəsidir. Hal tənliyində b və c -verilən saf maddə üçün sabit əmsallar, a -isə temperaturdan asılı əmsal ($a = a_b \phi(T)$), a_b -sabit, R -universal qaz sabiti, ϕ -temperaturdan asılı funksiyadır və böhran temperaturunda vahidə bərabərdir.

Baxılan prosesin Bulla-dəniz qazkondensat yatağının VII horizontunun V bloku təmsalında etan qazı ilə təsiretmədə kondensatın çıxarılması imkanlarının texnoloji göstəriciləri proqnozlaşdırılmışdır. Etan qazının fiziki xassəsinə görə bir həlledici kimi ondan istifadə etdikdə çökmüş kondensatın sıxışdırılmasının

yüksək effektivliyini təmin edir. Etan qazı ilə laya təsirdə maye fazanın doymululuğu və sıxlığı artır. Seperasiya olunan metan qazı laya daxil olduqca (metan qazı ilə təsiretmə vaxtı) etan qazı ilə zənginləşir və layın maye fazasının doymululuğu artır. Etan qazının müəyyən hissəsi qaz fazasında qalsa da, onun əsas kütləsi maye fazanın həcmnin artmasını təmin edir və məsamələr fəzasının kifayət qədər maye faza ilə doyması nəticəsində onun layda hidrodinamik hərəkətliliyi baş verir. Nəticədə hasilat quyularında yüksək molekulyar komponentlərin miqdarı artır və bu isə layın kondensata görə məhsuldarlığının artmasına gətirir. Etan qazının layda olan qalıq ehtiyatının 10-20% həcmi miqdarında araqatının yaradılmasından sonra seperasiya qazı ilə laya təsirdə tükənmə rejimi ilə müqayisədə kondensat hasilatının artması müvafiq olaraq təxminən 7.7-10.8% təşkil edir.

İkinci halda suya optimal həcm nisbətində qaz əlavə edilməklə tükənmiş layda retroqrad kondensatın sıxışdırılması məsələsi araşdırılmışdır. Qəbul edilir ki, layda hasilat və vurucu quyular işləyir. Vurucu quyudan enerjisi tükənməkdə olan laya vurulan su-qaz qarışığının miqdarı verilir və hasilat quyusunda isə hər üç fazaya görə alınan məhsulun hasilatı təyin edilir. Layın ümumi vəziyyətinə görə sıxışdırma prosesi rejimində işlənilmənin texniki və texnoloji göstəricilərinin təyin olunması tələb olunur.

Məsaməli mühitdə üç fazalı N komponentli qarışığın izotermik axını-üç fazanın hər bir komponenti üçün kəsilməzlik tənliyi, ümumiləşdirilmiş Darsi qanunu və fazaların lokal termodinamik tarazlığı şərtlərinin birgə kombinasiyasından alınan aşağıdakı diferensial tənliklər sistemi ilə təsvir edilmişdir:

$$\begin{aligned} \nabla \left[k \left(\frac{f_{su}(s_{su})}{\mu_{su}(p)} c_{su}^i \rho_{su} \nabla p_{su} + \frac{f_m(s_m)}{\mu_m(p)} \rho_m c_m^i \nabla p_m + \frac{f_q(s_q)}{\mu_q(p)} \rho_q c_q^i \nabla p_q \right) \right] = \\ = \frac{\partial}{\partial t} [m(\rho c^i)] + \sum_{v=1}^n Q_v^i(t) \delta(x - x_v, y - y_v) \\ i = 1, 2, 3, \dots, N(x, y) \in D, t \in (0, T), \\ \sum_{i=1}^N c_{su}^i = \sum_{i=1}^N c_m^i = \sum_{i=1}^N c_q^i = 1, \sum_{i=1}^N c^i = 1, \end{aligned} \quad (8)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, N(x, y) \in D, t \in (0, T). \quad (9)$$

Burada $\rho, \rho_{su}, \rho_m, \rho_q$ -uyğun olaraq qarışığın və su, maye (kondensat), qaz fazasının sıxlıqları; $c^i, c_{su}^i, c_m^i, c_q^i$ -uyğun olaraq i -ci komponentin qarışıqda, su, maye (kondensat) və qaz fazasında pay hissələri; m -məsaməlik əmsalı; k -mütləq keçiricilik əmsalı; s_{su}, s_m, s_q - uyğun olaraq su, maye (kondensat), qaz fazasının doymululuqları; $f_{su}(s_{su}), f_m(s_m), f_q(s_q)$ -uyğun olaraq su, maye (kondensat), qaz fazasının nisbi faza keçiricilikləri; $\mu_{su}(p), \mu_m(p), \mu_q(p)$ -uyğun olaraq su, maye (kondensat), qaz fazasının özlülükləri; p_{su}, p_m, p_q - uyğun olaraq su, maye (kondensat), qaz fazasının təzyiqləri; Q_v^i - i -ci komponentin kütlə sıxlığı (vahid hündürlüyə düşən debiti); n -quyuların sayı; $\delta(\cdot)$ -Dirak funksiyası; x_v və y_v -uyğun olaraq absis və ordinat oxları üzrə quyu kordinatları; ∇ -Hamilton operatoru; D -süzülmə oblasti; T -işlənilmə müddəti; t -zamandır.

Karbohidrogen qaz-maye və su-qaz fazalarının sərhəddində fazaların təzyiqləri arasında əlaqə kapilyar qüvvələrin təsirini ifadə edən kapilyar təzyiqlə

$$p_m = p_q - p_{cmq}, \quad p_{su} = p_q - p_{csuq}, \quad (10)$$

nəzərə alınır. Burada p_{cmq}, p_{csuq} - maye-qaz və qaz-su sərhəddində kapilyar təzyiqdır.

Baxılan məsələyə uyğun (8)-(10) tənliklər sistemi

$$p_q(x, y, t) \Big|_{t=0} = p_{q0}(x, y), \quad c^i(x, y, t) \Big|_{t=0} = c_0^i(x, y), \\ (0 \leq x \leq l_x; 0 \leq y \leq l_y), \quad (11)$$

$$\frac{\partial p_q}{\partial x} \Big|_{x=0, l_x} = 0, 0 \leq y \leq l_y, \quad \frac{\partial p_q}{\partial y} \Big|_{y=0, l_y} = 0, 0 \leq x \leq l_x, \quad (12)$$

başlangıç və sərhəd şərtləri ilə tamamlanır. Burada l_x və l_y - uyğun olaraq layın uzunluğu və enidir.

Qaz, maye və su fazalarının xassələri (sıxlıq və özlülükləri) aşağıdakı tənliklər sisteminin

$$\begin{cases} f_q^i - f_m^i = 0, i = \overline{1, N} \\ f_q^i - f_{su}^i = 0, i = \overline{1, N} \\ c_m^i F_m + c_q^i F_q + c_{su}^i F_{su} - c^i = 0, i = \overline{1, N} \\ F_m + F_q + F_{su} = 1 \end{cases}, \quad (13)$$

həllindən təyin edilir. Burada (13) sistemində birinci (2N) sayda tənliklər uyğun olaraq qaz-maye və qaz-su fazalarının komponentlərinin uçuculuqlarının termodinamik tarazlıq şərtini, digər (N+1) sayda tənliklər isə qaz-maye-su sisteminin balans tənliklərini ifadə edir.

Təzyiq p_q , temperatur T və qarışıqın komponent tərkibinin $c^i (i = \overline{1, N})$ başlanğıc verilənlərindən istifadə etməklə (13) sistemindən verilmiş termobarik şəraitdə ilkin qarışıqın bölündüyü maye, qaz və su fazalarının F_m, F_q, F_{su} molyar pay hissələrini və qaz, maye və su fazalarının $c_q^i, c_m^i, c_{su}^i (i = \overline{1, N})$ tərkiblərini təyin etmək olar. Eyni zamanda qaz, maye (kondensat) və su fazalarında komponentlərin $f_{i,q}, f_{i,m}, f_{i,su}$ -uçuculuqları məlum termodinamik tarazlığı münasibətləri əsasında (7) hal tənliyinə görə təyin edilir.

(13) tənliklər sisteminin həlli üçün i -ci komponentin üç faza üzrə paylanma əmsalı aşağıdakı formada seçilir:

$$k_i^{(1)} = \frac{c_q^i}{c_m^i}, \quad k_i^{(2)} = \frac{c_q^i}{c_{su}^i}. \quad (14)$$

(14)-dən alınır ki, $c_q^i = k_i^{(1)} c_m^i$; $c_{su}^i = \frac{c_m^i k_i^{(1)}}{k_i^{(2)}}$.

$F_q = 1 - F_m - F_{su}$ qəbul etsək qarışıqın fazalar arasındakı i -ci komponentin paylanma tənliyini

$$c_m^i F_m + c_m^i k_i^{(1)} (1 - F_m - F_{su}) + c_m^i \frac{k_i^{(1)}}{k_i^{(2)}} F_{su} = c^i, \quad (15)$$

şəklində təyin etmək olar. Buradan

$$c_m^i = \frac{c^i}{F_m(1 - k_i^{(1)}) + F_{su}(\frac{k_i^{(1)}}{k_i^{(2)}} - k_i^{(1)}) + k_i^{(1)}}, \quad (16)$$

təyin edilir. (15) və (16) - dan

$$c_{su}^i = \frac{c^i k_i^{(1)}}{k_i^{(2)} \left[F_m (1 - k_i^{(1)}) + F_{su} \left(\frac{k_i^{(1)}}{k_i^{(2)}} - k_i^{(1)} \right) + k_i^{(1)} \right]}, \quad (17)$$

və

$$c_q^i = \frac{c^i k_i^{(1)}}{\left[F_m (1 - k_i^{(1)}) + F_{su} \left(\frac{k_i^{(1)}}{k_i^{(2)}} - k_i^{(1)} \right) + k_i^{(1)} \right]}, \quad (18)$$

kimi təyin edilir.

(16)-(18) tənlikləri üçfazlı sistemin faza konsentrasiya tənlikləridir. (9) qapayıcı münasibətlər və (16)-(18) tənlikləri verilmiş qarışıqın ilkin tərkibinin c^i və $k_i^{(1)}$ və $k_i^{(2)}$ paylanma əmsallarının qiymətlərində fazaların molyar pay hissəsinin və onun tərkibinin təyin olunmasına imkan verir. Eyni zamanda fazaların molyar pay hissəsi aşağıdakı tənliklərdən təyin edilir:

$$\eta_1 = \sum_{i=1}^N \frac{c^i (1 - k_i^{(1)})}{\left[F_m (1 - k_i^{(1)}) + F_{su} \left(\frac{k_i^{(1)}}{k_i^{(2)}} - k_i^{(1)} \right) + k_i^{(1)} \right]} = 0, \quad (19)$$

$$\eta_2 = \sum_{i=1}^N \frac{c^i k_i^{(1)}}{\left[F_m (1 - k_i^{(1)}) + F_{su} \left(\frac{k_i^{(1)}}{k_i^{(2)}} - k_i^{(1)} \right) + k_i^{(1)} \right]} - 1 = 0. \quad (20)$$

(19)-(20) tənlikləri fazaların axtarılan F_m və F_{su} molyar pay hissələri kəmiyyətlərinə nəzərən qeyri-xəttidir. Tənliklər sisteminin həlli üçün ona daxil olan tənlikləri xəttiləşdirmək, η_1 və η_2 funksiyalarını Teylor sırasına ayırmaq və ΔF_m və ΔF_{su} -ya nəzərən ayrılımda xətti həddlərin seçilməsi ilə kifayətlənmək lazımdır. Onda

$$\begin{cases} \frac{\partial \eta_1}{\partial F_m} \Delta F_m + \frac{\partial \eta_1}{\partial F_{su}} \Delta F_{su} + \eta_1(F_m, F_{su}) = 0 \\ \frac{\partial \eta_2}{\partial F_m} \Delta F_m + \frac{\partial \eta_2}{\partial F_{su}} \Delta F_{su} + \eta_2(F_m, F_{su}) = 0 \end{cases} \quad (21)$$

tənliklər sistemi alınır. (21) sisteminin köklərinin müəyyən edilməsi nəticəsində (19)-(20) sistemi ardıcıl yaxınlaşma üsulu ilə həll edilir, $|\eta_1| \leq \varepsilon, |\eta_2| \leq \varepsilon$ şərtləri ödənilənə qədər $F_m^{j+1} = F_m^j + \Delta F_m, F_{su}^{j+1} =$

$F_{su}^j + \Delta F_{su}$ rekurent münasibətləri ilə F_m , F_{su} qiymətləri dəqiqləşdirilir. Burada ε kəmiyyəti (19)-(20) sisteminin həllinin verilən dəqiqliyini ifadə edir.

Hesablama proseduru (8)-(12) sisteminə daxil olan qaz, maye və su fazalarının cari təzyiqinə, tərkibinə və temperaturuna görə fiziki xassələrini xarakterizə edən parametrləri modelləşdirməyə imkan verir.

İki variantda Bulla-dəniz qazkondensat yatağının VII horizontunun V bloku nümunəsində su-qaz ilə təsir prosesinin texnoloji göstəricilərinin hesablamaları aparılmışdır. İlkin olaraq laya müəyyən həcmdə suya yüksək təzyiqdə qaz əlavə edilməklə təsir prosesində lay təzyiqinin 12 MPa-dan 16 MPa-a qədər artırılması (bu zaman laya vurulan su-qaz qarışığı həcmnin laydan hasil olunan fluidin həcmindən 2:1 nisbətində olması təmin edilir), sonra isə qazkondensat sisteminin su-qaz qarışığı ilə sıxışdırılması lay təzyiqinin sabit qalması halına (bu halda laya vurulan su-qaz qarışığının həcmi miqdarı ilə laydan hasil olunan fluidlərin həcmi miqdarlarının bərabər olması təmin edilir) baxılır. Hasilat quyularında isə hər üç fazaya görə alınan məhsulun hasilatı təyin edilir. Layın ümumi vəziyyətinə görə sıxışdırma prosesi rejimində işlənilmənin texnoloji göstəriciləri proqnozlaşdırılır.

Horizontun blokunda çökən retroqrad kondensata su və su-qaz qarışığı ilə təsirin nəticələrinin müqayisəsi göstərir ki, ikinci halda (suya qaz fazasının əlavə olunması ilə təsirdə) retroqrad kondensat hasilatını 10-14% artırmaq mümkündür (adi suvurma ilə müqayisədə) və adi suvurma ilə müqayisədə su-qaz qarışığı ilə təsirdə retroqrad kondensatın daha təmiz şəkildə yuyulması təmin edilir.

Həmçinin, tükənmə rejimində işləyən qazkondensat layında çökən retroqrad kondensatın kapilyar və ağırlıq qüvvələrinin təsiri ilə hündürlük üzrə yenidən paylanılması nəticəi olaraq qaz-su sərhəddində texnogen kondensat araqatının yaranması və ona qazılmış horizontal quyu ilə retroqrad kondensatın çıxarılması imkanlarının qiymətləndirilməsi məsələsinin həlli araşdırılmışdır.

Qəbul edilir ki, qazkondensat layının istənilən hissələrində yerləşən hasilat quyuları onu tükənmə rejimində istismar edir. Layın

xarici sərhəddi keçirməz hesab olunur və hasilat quyuları ilə hasil edilən qazkondensat sisteminin həcmi miqdarı verilir. Qaz-su sərhəddində yaranan texnogen kondensat araqatına qazılmış horizontal quyu ilə retroqrad kondensatın çıxarılmasının texnoloji göstəricilərinin qiymətləndirilməsi tələb olunur.

Baxılan prosesinin texnoloji göstəricilərinin təyini hər bir komponentə görə kəsilməzlik tənliyi, süzülmə qanunu, fazaların hal tənliyi, fazalar arasında doyumluluq tənliyinin birgə kombinasiyası əsasında alınan və fazaların lokal termodinamik tarazlığı halını özündə saxlayan üçfazlı hidrodinamik modeli bazasında tədqiq edilmişdir.

İlkin olaraq üfuku yatımlı paraleloiped formalı qazkondensat layının beşnöqtəli hasilat quyusu ilə istismarında qazkondensat sisteminin ortalaşmış molyar tərkibi (mol miqdarı, %) - metan 88.59, etan 4.11, propan 1.47, butan 0.77, C_{5+} -4.86, karbon qazı 0.2 seçilməklə layı xarakterizə edən parametrlərinin qiymətləri və həmçinin onun molyar tərkibə uyğun mayələrinin xassələrinin dəyiminə görə lay təzyiqinin və hündürlük üzrə fazaların paylanma xarakteri, texnoqen kondensat araqatının formalaşma vaxtı və onun qazlılığı sahəsinin ümumi hündürlüyü üzrə yerləşmə intervalı təyin edilir.

İkinci halda isə texnogen kondensat araqatına qazılmış horizontal quyu ilə retroqrad kondensatın çıxarılması üçün suya müəyyən həcm qaz əlavə edilməklə təsir üsulu seçilmiş və bu təsir prosesi layı istismar edən hasilat quyuları ilə realizə edilmişdir. Bu zaman vurulan su və qazın həcmi miqdarına görə vurma təzyiqi quyulardakı hidroststik təzyiqi aşmaması halına uyğun seçilmişdir.

Texnoloji prosesin təsir müddəti isə horizontal quyunun məhsulunun 98% sulaşmasına görə təyin edilir. Bu zaman təsir prosesinin quyularda perforasiya variantlarının seçilməsi ilə fərqlənən iki hal nəzərdən keçirilmişdir. Birinci halda quyular layın məhsuldar hündürlüyünü yuxarı, ikinci halda isə aşağı hissədən açıq və su-qaz ilə təsir kondensat araqatına çatandan sonra üfuku quyu istismara buraxılır. İstismar prosesinin texnoloji göstəricilərinin alınan nəticələrinin ümumiləşməsi əsasında müəyyən olunmuşdur ki:

qazkondensat layının tükənmə rejimində işlənməsi zamanı su-qaz sərhəddində texnogen kondensat araqatının yaranması baş verən seqreqasiya prosesinin təzahürünün nəticəsidir; layda əlaqəli suyun miqdarının artımı seqreqasiya prosesinin baş vermə sürətini artırır. Layda əlaqəli suyun olmaması isə maye karbohidrogen fazanın seqreqasiya prosesinin praktiki baş verməməsini şərtləndirir; tükənmiş layda yaranmış texnogen kondensat araqatına qazılmış horizontal quyunun kondensatveriminin artırılmasında ən böyük effekt su və qaz qarışığının vurulması layın tavan hissəsindən (yuxarı hissəsindən) aparılması halında əldə edilir.

Beləliklə, tükənmə rejiminin son mərhələsində olan qazkondensat layına etan qazının müəyyən həcm araqatının yaradılmasından sonra seperasiya qazı ilə təsirin fiziki mahiyyətində iki fazalı sistemdə faza tarazlığını maye fazaya doğru əhəmiyyətli dərəcədə yerdəyişməsini təmin etməklə retrograd kondensat ehtiyatlarının çıxarılması dayanır. Laya vurulan suya qaz komponentlərinin əlavə edilməsi təyinatı isə qazkondensat qarışığının sıxışdırılma əmsalının artırılmasına xidmət edir. Su-qazla təsir layda çökən kondensatın özlülük və sıxlığının minimal qiymətlərinə uyğun sabit bir təzyiqdə aparıla bilər və bu hal retrograd kondensatın yuyulması prosesinin asanlaşdırılmasını təmin edir. Həmçinin, maksimal kondensasiya təzyiqi tərtibinə qədər lay enerjisinin tükənmə rejimində qazkondensat layının işlənməsi məqsədə uyğun hesab edilir. Sonra su-qazla təsirə keçid effektlidir. Bu halda layda çökmüş retrograd kondensatın hasilat quyularına tam şəkildə sıxışdırılması təmin edilir. Eyni zamanda tükənmə rejimində işləyən qazkondensat layında çökən retrograd kondensatın kapilyar və ağırlıq qüvvələrinin təsiri ilə hündürlük üzrə yenidən paylanılmasının nəticəsi olaraq qaz-su sərhəddində yaranan texnogen kondensat araqatına qazılmış horizontal quyu ilə maye fazanın çıxarılmasını səmərəli üsul hesab etmək olar və bu yanaşma üsulu ənənəvi ikinci təsir üsulları ilə müqayisədə kifayət qədər üstünlükləri ilə seçilir.

Üçüncü fəsildə qazkondensat quyularının quyudibi zonasını dövrü olaraq isti, yüngül çəkili maye karbohidrogenlərlə

işlənilməsində retroqrad kondensatın buxarlanma yolu ilə çıxarılması mümkünlüyü, yüngül çəkili maye karbohidrogen və qazla birgə işlənilməsinin səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi məsələləri həll edilmişdir.

Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, retroqrad kondensatın quyuyətrafi zonada toplanması quyunun məhsuldarlığı ilə əlaqədar olduğuna görə son dövrlərdə böyük maraq doğurur. Quyuyətrafi zona layın xüsusi zonasıdır və nəinki quyunun debitini təyin edir, həmçinin laydan qaz və kondensatın çıxarılmasına böyük təsir göstərir. Quyunun bir neçə metr ətrafında flüidlərin quyuyətrafi dibinə süzülmə müqaviməti yaranır. Ona görə də kollektorun süzülmə xassələrində yaranan kiçik bir mürəkkəbləşmə bu zonada quyuların məhsuldarlığını kifayət qədər azaldır.

Bu zaman quyuyətrafi zonada baş verən müxtəlif proseslərin quyunun məhsuldarlığının azalmasına səbəb olan amilləri müəyyənləşdirmək və onların aradan qaldırılması yollarını tədqiq etmək böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Tükənmə rejimində istismar zamanı qazkondensat layında və onun quyudibi zonasında toplanan maye fazanın həcmi azaldılması həmin zonada temperatur rejiminin dəyişdirilməsini, daha doğrusu artırılmasını tələb edir. Qazkondensat quyusunun quyudibi zonasının yaxın ətrafında temperaturun müəyyən dərəcə qaldırılması maye fazanın buxarlanmasının və eyni zamanda quyudibi zonanın süzülmə xarakteristikalarının müəyyən dərəcədə yaxşılaşmasına təkan verə bilər. Bu baxımdan qazkondensat quyularının quyuyətrafi zonalarına istiliklə təsir etməklə orada toplanan maye fazanın həcmi azaldılması və istismar rejiminin yaxşılaşdırılması hesabına onların məhsuldarlığının artırılmasına impuls vermək olar.

Bununla əlaqədar süzülmənin qeyri-izotermik çoxkomponentli modeli bazasında Bulla-dəniz qazkondensat yatağının VII horizontunun V blokunun quyularının quyudibi zonalarının isti yüngül çəkili maye karbohidrogenlərlə işlənilməsi prosesi tədqiq edilmişdir. İşlənilmə zamanı maye karbohidrogenlərin quyuya lay qarışığının temperaturu ilə müqayisədə daha yüksək temperaturla

vurulması halları öyrənilmişdir. Maye karbohidrogen qarışığı olaraq isti propan və sonra isti metan qaz vurulması (ilkin hal) və həmçinin isti propan-butan fraksiyalı maye karbohidrogen və sonra metan qaz vurulması hallarına (ikinci hal) baxılmışdır.

İlkin halda işlənilmə prosesində temperaturu yüksək olan maye propan və metan qazının quyudibi zonada toplanan retroqrad mayeni özündə buxarlandırması və eyni zamanda onun müəyyən həcmi miqdarının layın dərinliklərinə sıxışdırılması maye fazanın doyumluluğunun qiymətini kəskin azaldır. Quyudibi zonanın yaxın məsafəsində propanın araqatı formalaşır. Maye araqatı quyu işə salındıqdan sonra öz həcmi artıraraq quyudibi zonaya müəyyən tərtibdən daha çox yaxınlaşır və uzun müddət hərəkətsiz vəziyyətdə olur. İstismarın ilk anlarında quyuların məhsuldarlığı 100-150% tərtibində artır və hasilat uzun müddət sabit qalır. Maye fazanın quyudibi zonada yenidən toplanmasının nəticəsi olaraq quyuların məhsuldarlığının tədricən azalması baş verir. Quyu hasilatının azalması tendensiyası adi sıxılmış propan qazı ilə işlənilmə variantının uyğun nəticələri ilə müqayisədə zəif şəkildə özünü göstərir. Quyuların işlənilməyə qədərki vəziyyəti ilə müqayisədə hasilatının uzun müddət üçün yüksək qalması tendensiyası təsbit olunur.

İkinci halda quyulara vurulan propan-butanın fraksiyaları quyudibi zonada toplanan maye sütunu ilə qarışmaqla onu hərəkətə gətirir. Daha doğrusu, laya daxil olan isti maye və qaz fraksiyaları retroqrad kondensatın yüngül və nisbətən orta çəkili komponentlərinin intensiv buxarlanmasını və nisbətən ağır komponentlərinin sıxışdırılmasını təmin edir. Nəticədə məsamələrdə toplanan maye fazanın ilkin həcmi miqdarı ilə müqayisədə onun nisbətən az həcmli yığılma zonası formalaşır. İşlənilmədən sonra quyuların istismara buraxılmasına uyğun maye fazanın quyudibi zonada təkrar çökməsi baş verir. Çökmə prosesi əsasən quyu lüləsinə yaxın ətrafda baş verir. İstismarın ilk anlarında quyuların məhsuldarlığı 80-130% tərtibində artır və hasilat uzun müddət sabit qalır.

Quyuların quyu ətrafı zonasının isti yüngül çəkili maye

karbohidrogenlərlə işlənməsi vurulan reagentin həcmi izotermik halın alınan nəticələrinə uyğunluğu baxımından bir neçə dəfə azaltmağa imkan verir.

Tükənməkdə olan qazkondensat quyularının quyudibi zonasına həcm sabit saxlanılmaqla quru qaz, quru qazın tərkibində müəyyən miqdar azot və karbon qazı və həmçinin propan-butan fraksiyalı tərkibin quru qazla birgə işlənməsi üzrə işlənmə səmərəliliyinin artım sırası -quru qaz + azot, quru qaz, quru qaz + karbon qazı, propan-butan fraksiyalı maye qarışığı + quru qaz - ardıcılığı müəyyən edilmişdir.

Beləliklə, qazkondensat quyularının quyudibi zonasının isti yüngül çəkili maye karbohidrogenlərlə işlənməsi prosesində maye kondensatın hasilat göstəricilərinin intensivləşməsinin mümkünüyü əsaslandırılmış və qazkondensat quyusunun mövcud işlənmə səmərəliliyinin artım sırasının ardıcılığı müəyyən edilmişdir.

Dördüncü fəsildə neftqazkondensat layında neft-qaz sərhəddi səviyyəsində müxtəlif sıxışdırıcı agentlərlə ekran yaradılmasını formalaşdırmaqla qazkondensat papağından qazın neft araqaatına daxil olmasının qarşısının alınması və həmçinin qazkondensat papağından hasil olunan məhsuldan qaz ayrıldıqdan sonra onun neft araqaatına qaytarılması ilə neft araqaatının işlənməsi məsələlərinin həlli daxil edilmişdir.

Neftqazkondensat yataqlarından neft hasilatı adi neft yataqları ilə müqayisədə kifayət qədər aşağı göstəricilərlə xarakterizə olunur. Neft yataqlarında neftin çıxarılma əmsalı 30% tərtibində olduğu halda, neftqazkondensat yataqlarında isə 10-15% tərtibində olur. Neftqazkondensat yataqlarının işlənməsində qaz və neft ehtiyatlarının mənimsənilməsi ardıcılığı vacib amillərdən hesab edilir. İlkin olaraq neft ehtiyatlarının və ya neft-qaz sərhəddinin yerdəyişməsinin baş verməməsi üçün neft-qazın eyni zamanda hasilə ən effektivli sayılır. Əks halda neft ehtiyatlarının itirilməsi baş verə bilər. Bircins yüksək keçiricilikli layda ilkin olaraq neft araqaatının işlənməsi qaz papağının ehtiyatlarının elastiki enerjisinin istifadəsi hesabına həyata keçirilərsə, neftin çıxarılma əmsalının müəyyən tərtibdən yüksək qiyməti əldə edilir. Lakin əksər hallarda qazın neft

araqatına daxil olması qaz papağında təzyiqin kəskin azalmasına gətirir və nəticədə neft araqatının qazladoyumlu sahəyə yerdəyişməsinə impuls verilir və onun qazlı hissəyə qarışmasına səbəb olur. Qaz papağında təzyiqin düşməsi layda retroqrad kondensatın çökməsinə gətirir. Qaz ehtiyatlarının işlənməyə cəlb olunması ilə bağlı problemlər əmələ gəlir.

Neftqazkondensat yataqlarının işlənməsində əsasən qaz və neftli hissələrin iki müxtəlif obyektə bölünməsinin təskili və onların bir-birindən asılı olmayaraq işlənməsi məqsədə müvafiq hesab edilir.

Bu baxımdan qazkondensat layının neft araqatının mənimsənilməsinin neft-qaz sərhəddi səviyyəsində müxtəlif sıxışdırıcı agentlərlə (suvurma, polimerli su qarışığı ilə, bağlayıcı polimerlə, köpük sistemi ilə, su-qaz qarışığı ilə, termoqaz ilə və s.) ekran yaradılmasını formalaşdırmaqla qazkondensat papağından qazın neft araqatına daxil olmasının qarşısının alınması texnoloji həll variantına uyğun işlənilmə məsələsinə baxılır. Neft araqatının neftveriminin və digər texnoloji göstəricilərin proqnozlaşdırılması tələb olunur.

Baxılan prosesin riyazi modelləşdirilməsi hər üç fazada (neft, su, qaz) hər bir komponent üçün kəsilməzlik, hal tənliklərinin, ümumiləşmiş Darsi qanununun, fazaların lokal termodinamik tarazlığı münasibətlərinin, təzyiqə və fazaların doyumluluğuna görə başlanğıc və sərhəd şərtlərinin birgə kombinasiyasından alınan aşağıdakı diferensial tənliklər sistemi ilə təsvir edilir:

$$\begin{aligned} \nabla \left[\left(\frac{k h f_q \rho_q}{\mu_q M_q} l_q^i \nabla p_q + \frac{k h f_n \rho_n}{\mu_n M_n} l_n^i \nabla p_n + \frac{k h f_{su} \rho_{su}}{\mu_{su} M_{su}} l_{su}^i \nabla p_{su} \right) \right] = \\ = \frac{\partial}{\partial t} \left[m h \left(\frac{\rho_q S_q}{M_q} l_q^i + \frac{\rho_n S_n}{M_n} l_n^i + \frac{\rho_{su} S_{su}}{M_{su}} l_{su}^i \right) \right] \pm \\ \pm \sum_{v=1}^s \left(Q_{qv}^i(t) + Q_{nv}^i(t) + Q_{suv}^i(t) \right) \delta(x - x_v) \delta(y - y_v), \\ i = \overline{1,3}, (x, y) \in D, t \in (0, T), \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} \operatorname{div} \left(khc \frac{f_{su} \rho_{su}}{\mu_{su} M_{su}} D \operatorname{grad} p_{su} \right) + \frac{\partial}{\partial t} \left[h(mcs_{su} + a) \frac{\rho_{su}}{M_{su}} \right] = \\ = \operatorname{div} \left(h \frac{\rho_{su}}{M_{su}} D \operatorname{grad} c \right) + \\ + \sum_{\nu=1}^s Q_{s\nu\nu}^i(t) \delta(x - x_\nu, y - y_\nu), \end{aligned} \quad (23)$$

$$\begin{aligned} p_q(x, y, t)|_{t=0} = p_{q0}(x, y), \\ s_q(x, y, t)|_{t=0} = s_{q0}(x, y), \quad s_n(x, y, t)|_{t=0} = s_{n0}(x, y), \\ s_{su}(x, y, t)|_{t=0} = s_{su0}(x, y), \quad c(x, y, t)|_{t=0} = c_{su}(x, y), \\ (x, y) \in D, \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} \left. \frac{\partial p_q(x, y, t)}{\partial n} \right|_{\Omega} = 0, \quad \left. \frac{\partial c(x, y, t)}{\partial n} \right|_{\Omega} = 0, \quad (x, y) \in \Omega, \\ t \in (0, T), \end{aligned} \quad (25)$$

$$\sum_{i=1}^3 l_q^i = \sum_{i=1}^3 l_{su}^i = \sum_{i=1}^3 l_n^i = 1, \quad s_q + s_n + s_{su} = 1, \quad (26)$$

Burada ρ_{su} , ρ_n , ρ_q -uyğun olaraq su, neft, qaz fazasının sıxlıqları; l_{su}^i , l_n^i , l_q^i - uyğun olaraq i -ci komponentin su, neft və qaz fazasında pay hissələri; p_{su} , p_n , p_q - uyğun olaraq su, neft, qaz fazasının təzyiqləri; s_{su} , s_n , s_q - uyğun olaraq su, neft, qaz fazasının doyumluluqları; m -məsaməlik əmsalı; k -mütləq keçiricilik əmsalı; $Q_{s\nu\nu}^i(t)$, $Q_{n\nu}^i(t)$, $Q_{q\nu}^i(t)$ - i -ci komponentin su, neft və qaza görə kütlə sıxlıqları (vahid hündürlüyə düşən debiti); $f_{su}(s_{su})$, $f_n(s_n)$, $f_q(s_q)$ -uyğun olaraq su, neft, qaz fazasının nisbi faza keçiricilikləri; c -su fazasında sıxışdırıcı agentin həcmi konsentrasiyası; $a(s_{su}, c)$ - məsaməli mühütün vahid həcminə sovrulmuş sıxışdırıcı agentin miqdarı; s -quyuların sayı; M_q , M_n və M_{su} uyğun olaraq qaz, neft və su fazalarının orta molekulyar çəkiləridir.

Karbohidrogen qaz-neft və neft-su fazalarının sərhəddində fazaların təzyiqləri arasında əlaqə kapilyar qüvvələrin təsirini ifadə edən (10) ifadəsi ilə nəzərə alınır.

(22)-(26) sistem tənliklərində naməlum kəmiyyətlər qaz fazasının $p_q(x, y, t)$ təzyiqi və qarışığın qaza görə s_q , neftə görə s_n

və su fazasına görə s_{su} doyumluluğu və su fazasında sıxışdırıcı agentin c konsentrasiyasıdır.

Qaz, neft və su fazalarının xassələri (sıxlıq və özlülüklerini) $i = 1, 2, 3$ qiymətlərinə uyğun (13) tənliklər sisteminin həllindən təyin edilir.

Müxtəlif sıxışdırıcı agentlər ilə qaz-neft sərhəddi səviyyəsində ekran yaradılarkən, hər bir yanşmaya uyğun qaz fazasının nisbi keçiriciliyinin qiymətləri texnoloji həlldən əvvəl və sonra qaz fazasının nisbi keçiriciliklərinin nisbəti kimi nəzərə alınır:

$$f_{qnfk}(s, c) = \frac{f_q(s, c)}{k_{qm}}, \quad (27)$$

burada k_{qm} -qalıq müqavimət əmsalındır və eksperimental olaraq təyin olunur; $f_q(s, c)$ -texnoloji həll variantına qədər qazın nisbi faza keçiriciliyi; $f_{qnfk}(s, c)$ - texnoloji həll variantından sonra qazın nisbi faza keçiriciliyidir.

Təklif olunan hesablama alqoritmi əsasında konkret Bahar yatağının "Fasilə" lay dəstəsi təmsalında neft-qaz sərhəddi səviyyəsində müxtəlif sıxışdırıcı agentlərlə (suvurma, polimerli su qarışığı ilə, bağlayıcı polimerlə, köpük sistemi ilə, su-qaz qarışığı ilə, termoqaz ilə və s.) ekran yaradılmasını formalaşdırmaqla qazkondensat papağından qazın neft araqatına daxil olmasının qarşısının alınması yolu ilə işlənmənin texnoloji göstəticiləri proqnozlaşdırılmışdır.

Lay dəstəsi ilkin olaraq təbii lay rejimində, sonra isə su vurma ilə lay təzyiqli saxlanılmaqla işlənilmişdir. Təbii lay rejimində işlənilmə qaz rejimi və kontur suyunun təzyiqli ilə baş vermişdir (baza variantı). İşlənmə zamanı yataqdan neft, qaz və kondensata görə ilkin balans ehtiyatının uyğun olaraq 16,7%, 79,3% və 41,1% -i hasil olunmuşdur.

Baza variantı ilə müqayisədə nəzərdən keçirilən yanşmalarla işlənmənin bütün müddəti ərzində lokal süzülmə zonalarında qaz üçün faza keçiriciliyinin süni şəkildə azaldılması qaz konuslarının genişlənməsini ləngidir, nəticədə qaz amili sabitləşir, neft hasilatı artır və yatağın işlənməsinin səmərəliliyi təmin edilir. Çapraz əlaqəli polimer sistemlərin (bağlayıcı polimer sistemlərin) və termoqazla

təsirin tətbiqində neftin çıxarılma əmsalı və məhsulun sulaşma dərəcəsinin qiyməti kifayət qədər məqbul hesab edilir.

Həmçinin, neftqazkondensat layının qazkondensat papağından hasil olunan məhsuldan qaz ayrıldıqdan sonra onun neft araquatına qaytarılması ilə neft araquatının işlənməsi effektivliyinin qiymətləndirilməsi məsələsi araşdırmışdır. Qaz papağından çıxarılan qaz, seperasiyadan sonra neft-su təmasları səviyyəsinə qazılmış vurucu quyuların köməyi ilə neftli hissəsinə qaytarılır. Quru qaz neft araquatından nefti qaz papağına doğru sıxışdırır və eyni zamanda hərəkət edən nefti özündə buxarlandırmaqla qaz papağına daxil olur və qaz papağında işləyən hasilat quyuları ilə çıxarılır və proses kəsilməz olaraq davam edir. Texnoloji yanaşmanın işlənmə göstəriciləri konkret lay modeli təmsalında proqnozlaşdırılmış və onun səmərəliliyini qiymətləndirmək üçün neft araquatının tükənmə rejimi ilə işlənməsi variantının nəticəsi ilə müqayisə aparılmışdır. Tükənmə rejimində neft araquatının işlənməsində neftin çıxarılma əmsalı təxminən aşağı bir qiymət ilə xarakterizə olunur. Seperasiya qazının neft-su təması sərhəddindən vurucu quyularla neft araquatına qaytarılması rejimi tükənmə rejimi ilə müqayisədə stabil neftin sıxışdırılmasını və eyni zamanda neft araquatının məsamə fəzasında hərəkət edən və kapilyar bağlı neftin buxarlanmasını təmin etməklə neftin çıxarılma əmsalında təxminən 2.6 dəfədən çox artımı təmin edir. Bu zaman qalıq neftlədoymanın azalması səbəbindən qazla yuyulmuş zonalarda sıxışdırma əmsalının artımı müşahidə olunur və stabil neft buxarlanan neftdən əvvəl hasilat quyusuna süzülür və onun ümumi hasilatdakı payı kifayət qədər aşağı olur. Maye karbohidrogen sistemin hasilatda əsas payı C_{5+} -dan yuxarı komponentlərdən ibarət olur.

Neft araquatına malik qazkondensat layından neftin yüksək təzyiqli qazla və ya maye karbohidrogenlərlə zənginləşdirilmiş qazla sıxışdırılması məsələsinə baxılmış və neftin xassələrindən vurulan agentin xassələrinə qədər dəyişən hamar keçid zonasının yaranması səbəbindən faza sərhədləri olmadan formalaşan prosesinin hesabına neftveriminin artırılmasının təmin edilməsi təsbit edilmişdir.

Neft araquatılı qazkondensat layının işlənməsində qaz-neft və su-neft sərhəddinin lokal deformasiyasının baş verməməsi və nəticədə bütün neft araquatında qlobal deformasiyanın baş verməməsi üçün laya aktiv təsirin tətbiq edilən alternativ üsulların, o cümlədən, qazkondensat papağından hasil olunan məhsuldan qaz ayrıldıqdan sonra onun yenidən həmin papağa qaytarılması və həmçinin neft araquatına, su-neft kontaktından aşağı sudoyumlu hissəyə su vurulması ilə bircərgəli neft nasos-kompressor boru (NKB) ilə neft, qaz və suyun birgə istismarı (qaz və suvurmanın düz üsulu); qazkondensat amilinin yüksək qiymətlərində lay təzyiqinin saxlanması üçün layın dam hissəsindən quru qazın vurulması və qazkondensat papağından yağlı qazın hesabına neftin hasilat quyularına sıxışdırılması (qaz papağına qazın vurulması üsulu); eyni zamanda su-neft sərhəddinin başlanğıc səviyyəsindən aşağı sudoyumlu hissəsinə qazla və qaz papağına isə su vurma ilə təzyiqin saxlanması (qaz və su vurmanın tərs üsulu); sudoyumlu zonaya su vurmaqla daban suyunun aktiv hərəkəti hesabına neftli araquatının tükənməsi (sudoyumlu hissəyə su vurma üsulu); qaz papağına su vurma; qaz papağına su vurma və sonra su-neft sərhəddinin başlanğıc səviyyəsindən aşağı hissəyə qaz vurulması (qaz və suyun növbəli vurulması üsulu); və s. üsulların tətbiqində neftveriminin artırılmasının effektivlik dərəcəsinin qiymətləndirilməsi məsələsi konkret lay timsalında araşdırılmışdır.

Tükənmə rejimində kifayət qədər aşağı neftvermə əmsalı alınır. Bunun səbəbi qaz konusunun neftli sahəyə daxil olması nəticəsində cari qaz-neft amilinin zaman etibarlı ilə artımı və quyuların neftə görə debitinin azalmasıdır. Neftvermə əmsalının layın sudoyumlu hissəsinə su ilə təsir variantında tükənmə rejimi ilə müqayisədə kifayət qədər böyük olması layın qaz papağına tədricən neft araquatından neftin daxil olması nəticəsində hasilat quyularına qazın daxil olmasının çətinləşməsi ilə əlaqədardır. Qaz papağına su ilə təsirdə neft araquatının qalınlığının artımı tükənmə rejimi ilə müqayisədə neftvermə əmsalının yüksək artımını təmin edir. Qaz papağına qaz, sudoyumlu hissəyə su ilə təsirdə neftvermə əmsalının yüksək artımı neft araquatının kifayət qədər stabil vəziyyətinin

saxlanması hesabına əldə edilir. Anizotrop layda qaz papağına su, sulu hissəyə qaz ilə təsirdə neftvermə əmsalı digər üsullarla müqayisədə kifayət qədər yüksək olur. İzotrop layda isə qaz papağına qaz, sudoyumlu hissəyə su ilə təsirdə neftvermə əmsalının qiyməti digər üsullarla müqayisədə daha çox alınır. Laya vurulan qaz və suyun nisbi məsamə həcmələrinin pay hissəsi də işlənilmənin texnoloji göstəricilərinə kəskin təsir edir. Anizotrop layda vurulan qazın həcmənin azaldılması izotrop layda analoji prosesin realizasiyası nəticələri ilə müqayisədə neftvermə əmsalının artırılmasını təmin edir. Təzyiqin anizotrop layda saxlanması zamanı vurulan qazın nisbi məsamə həcmənin pay hissəsinin azaldılması sərflənən enerji məsrəflərinin azaldılmasını və texnoloji prosesin effektivliyinin artırılmasına gətirir.

Ümumiyyətlə, neft araquatılı qazkondensat layının işlənilməsinin qaz papağına su, sudoyumlu hissəyə qaz vurma üsulu digər üsullarla müqayisədə neftveriminin artırılması baxımından daha effektivdir. Sudoyumlu hissəyə vurulan qazın və qaz papağına vurulan suyun neft araquatına daxil olması araquatında üçfazlı süzülmənin baş verməsinə təkan verir. Nəticədə neft araquatında formalaşan qalıq sudoyumluluğa görə qazın faza keçiriciliyi kəskin azalır və qazın qaz papağına daxil olması çətinləşir. Sudoyumlu hissədən daxil olan yeni qaz hissəsinin şaquli istiqamətdə qalxma hərəkəti çətinləşir və nəticədə üfüqi istiqamətdə hərəkətə cəlb olunur. Neft araquatında qazın hərəkətliliyi hesabına qaz papağına vurulan su sudoyumlu hissəyə daxil ola bilmir və neftin hasilat quyularına sıxışdırılmasının əlverişli rejimi formalaşır.

Təsir üsullarının effektivliyinin izotrop layda artım sırası-qaz papağına su vurma; sudoyumlu hissəyə suyun vurulması; qaz papağına qaz vurma; sudoyumlu hissəyə suyun vurulması; qaz və suyun növbəli vurulması; qaz papağına su, sudoyumlu hissəyə qaz vurma; qaz papağına qaz, sudoyumlu hissəyə su vurma - ardıcılığı ilə, anizotrop layda isə - qaz papağına qaz, sudoyumlu hissəyə su vurma; qaz papağına qaz vurma; sudoyumlu hissəyə suyun vurulması; qaz və suyun növbəli vurulması; qaz papağına su vurma;

qaz papağına su, sudoyumlu hissəyə qaz vurma-ardıcılığı ilə identifikasiya olunur.

Neft araquatılı qazkondensat yataqlarının neftlilik zonasının üfui quyuların tətbiqi ilə işlənməsi effektivliyinin qiymətləndirməsi məsələsi araşdırılmış və tükənmə rejimi və neftin su ilə sıxışdırılması rejiminin texnoloji göstəricilərinin müqayisəli təhlili aparılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, neftin su ilə sıxışdırılması rejimi tükənmə rejimi ilə müqayisədə neftin çıxarılma əmsalının kəskin artımını və hasilat quyusunun qazsız neftə görə debitinin uzun müddətli zəif templə azalmasını, hasilatın rentabelli olmasını təmin edir. İşlənmənin ilkin dövrlərində tükənmə rejiminin cəm neft hasilatı dinamikasının neftin su ilə sıxışdırılması rejiminin dinamikası ilə müqayisədə üstünlüyü həmin rejimlərin effektiv cəhətlərini özündə birləşdirə bilən yeni işlənmə üsulunun - işlənmənin ilk dövründə tükənmə rejiminin və sonrakı dövründə isə neftin su ilə sıxışdırılması rejiminin realizə edilməsinin praktiki üstünlüyü identifikasiya edilir. Neft araquatının işlənməsinin tükənmə rejimində qazsız neft hasilatı variantı, rejimin digər variantları ilə (qaz papağı və neft araquatının eyni zamanda işlənmə variantı, neft araquatının ayrıca işlənmə variantı və s.) müqayisədə neftin çıxarılma əmsalında əsaslı artımı təmin edir.

Həmçinin, neft araquatılı qazkondensat layının qaz amilinin artırılması rejimi ilə istismarı məsələsinə baxılmış və onun səmərəli texnoloji üsul olumaqla neft hasilatının əlavə intensivləşməsinə və qazkondensat papağından qaz və kondensatın hasilatının əlavə quyuların qazılmasına ehtiyac olmadan artımının təmin edilməsi müəyyən edilmişdir.

Bəşinci fəsilə qazdinamik əlaqəli çoxlaylı qazkondensat yataqlarının işlənməsi sistemi variantlarının texnoloji göstəricilərinin proqnozlaşdırılmasının qazhidrodinamiki məsələləri həll edilmişdir.

Qazkondensat yataqları əksər hallarda çoxlaylı olur. Bir çox hallarda məhsuldar horizon, sahə üzrə gillə ayrılan məhsuldar laylardan təşkil olunarsa, onu ayrı-ayrı laylara bölmək məqsədə uyğun hesab edilir. Belə yataqlar birgə, ayrıca, ayrıca-birgə quyular

şəbəkəsi ilə istismar olunur. Birgə quyu şəbəkəsinin tətbiqində hər bir quyu iki və daha çox layı eyni zamanda istismar edir. Ayrıca quyular şəbəkəsinin tətbiqində hər bir lay ona qazılmış quyu ilə istismar olunur. Çoxlaylı yataqların birgə quyular ilə istismarı zamanı quyuların sayı ayrıca quyular ilə istismarla müqayisədə azalır. Buna baxmayaraq, yatağın ayrıca quyular ilə istismarı zamanı onun işlənməsinə nəzarət işi sadələşir. Yatağın birgə quyular vasitəsi ilə istismarı göstəricilərinin proqnozu kifayət qədər çətinləşir. Həmçinin, təmir və təcrid işlərinin aparılmasında texniki mürəkkəbləşmələr yaranır. Çoxlaylı qazkondensat yataqların quyular şəbəkəsi ilə istismarı variantlarından hansının qabaqcadan müəyyən üstünlüyə malik olmasının müəyyənləşdirməsi qeyri-mümkün hesab edilir. Bunun üçün çoxvariantlı texniki iqtisadi hesablamaların yatağın geoloji-mədən xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla aparılması tələb olunur.

Bu baxımdan ilkin halda bircins ikilaylı əlaqəli və zəifkeçiricilikli araquatıya malik olan qazkondensat yatağının eyni quyu ilə birgə istismarı məsələsinə baxılır. Laylardan biri ayrıca quyu şəbəkəsi ilə sabit qaz hasilatı ilə istismar olunur. Laylarda başlanğıc anda təzyiq və kondensatladoyma verilir. Hər bir layda quyudibi və lay təzyiqlərini və həmçinin kondensatladoymaların, zəifkeçiricilikli araquatı vasitəsi ilə bir laydan digər laya daxil olan qaz və kondensatın miqdarının dəyişmə dinamikasının proqnozlaşdırılması tələb olunur.

İşlənmə göstəricilərinin proqnozlaşdırılması qazkondensat sisteminin ikifazlı ikikomponentli sistem tənliklərin başlanğıc və sərhəd şərtləri ödəyən həllinə görə aparılır. Bu zaman bir laydan digər laya daxil olan qazkondensat qarışığının həcmi miqdarı laylar arası təzyiqlər fərqi görə təyin edilir.

Qazkondensat sisteminin fiziki xassələrini ifadə edən parametrlərin hesablama modelinə daxil olan təzyiq, temperatur və qarışığın tərkibinin dəyişməsinə uyğun qiymətləri differensial kondensasiya prosesinin tükənmə rejimini təsvir edən tənliklər sisteminin həllinin nəticələrinə əsasən təyin edilir və işlənmə prosesində cari pVT məlumatları nəzərə alınır.

İlkin halda, zəifkeçiricilikli araqatıya malik olan iki laylı qazkondensat yatağının quyu ilə istismarı prosesinin laylar arası axının nəzərə alınması şərti ilə müxtəlif variantlar üzrə işlənilmə göstəricilərinin alınan nəticələri analiz olunmuş və müəyyən edilmişdir ki:

İstismar quyusu ilə ikinci lay (alt lay) işləniləndə təzyiğin düşməsinə uyğun laylar arası kütlə mübadiləsi hesabına birinci layda da təzyiq düşməsi baş verir və nəticə olaraq birinci layda qaz fazasından kondensatın çökmə tempi tədricən artır. İşlənilmənin ilkin dövründə birinci layda maye fazanın toplanması (retroqrad kondensatın çökməsi) kifayət qədər az həcmdə müşahidə olunduğu halda ikinci layda bu proses daha intensiv baş verir. İşlənilmənin son mərhələsində isə birinci layda retroqrad kondensatın çökmə prosesi daha intensiv xarakter daşıyır, ikinci layda isə əks proses - yəni kondensatın çökmə prosesinin tempi zəifləyir.

Birinci laydan ikinci laya araqatı ilə daxil olan qaz fazasının həcmi miqdarı artır və o ikinci layda çökmüş retroqrad kondensatın müəyyən miqdarını özündə buxarlandırmaqla hasilat quyusuna hərəkətini təmin edir. Nəticədə ikinci layda qazkondensat amilinin atırma tempi zəifləyir, birinci layda isə sonuncunun artım tempi bir qədər artır. İkinci layın kondensata görə hasilatı işlənilmənin ilkin dövrü üçün yüksək templə artır və işlənilmənin sonrakı növbəti dövrləri üçün müəyyən müddətdə onun düşmə tempi kəskin azalır və sonrakı işlənilmə dövründə isə düşmə tempi kifayət qədər zəifləyir və stabil forma alır.

Araqatının keçiriciliyi azaldıqca birinci laydan ikinci laya axan qaz və kondensatın miqdarı azalır. Araqatının qiyməti artdıqca ikinci layın kondensatverimi artır və eyni zamanda birinci və ikinci laylarda kondensatın işlənilmə müddətində daha çox çökməsi baş verir. Həmçinin araqatının qiymətinin azalması ilə birinci layda kondensat amilinin qiymətlərinin daha kəskin azalmasına, ikinci layda isə daha kəskin artmasına səbəb olur. Bu onunla izah olunur ki, keçiriciliyə görə araqatının qiyməti azaldıqda birinci layda təzyiq düşməsi az, ikinci layda isə daha çox olur. Həmçinin araqatının keçiriciliyi azaldıqca birinci və ikinci laylarda təzyiqlər fərqi artır.

İkinci halda, təbəqəli kollektorun quyu ilə birgə istismarı prosesində qeyri-bircinsliliyinin quyudibi zonada retroqrad kondensatın toplanmasına və həmçinin quyudibi zonanın kollektor xassələrinin pisləşməsinə dinamik kondensasiya prosesinin təsirinin qiymətləndirilməsi aparılmış və quyudibi zonada maye kondensatın toplanması vahid quyu şəbəkəsinə qaz fazasının süzülməsində müqavimət qüvvələrinin artması, quyu məhsulunda qaza və kondensata görə hasilatın kəskin azalmasına gətirməsi müəyyən edilmişdir.

Həmçinin, ikilaylı yatağın bir şəbəkəli quyu ilə istismarı prosesində laylarda qazkondensat qarışığının süzülməsinin tərs məsələsinin variyasiyalı yanaşma bazasında həll üsulu işlənmiş və deformasiya olunan hər bir layın süzülmə-tutum parametrlərinin layın faktiki məlumatları əsasında identifikasiyasının mümkünlüyü təsbit edilmişdir.

Beləliklə, bircins ikilaylı əlaqəli və zəifkeçiricilikli araqaşıya malik olan qazkondensat yatağının eyni quyu ilə birgə istismarının real şəraitinə uyğun (faza halının dəyişməsinə uyğun) işlənilmə göstəricilərinin təyini və quyunun ümumi hasilatının, həmçinin hər bir layın qaz və kondensata görə hasilatının işlənilmə müddətindən asılı olaraq dəyişməsi dinamikası qiymətləndirilmişdir. Həmçinin, ikilaylı qeyri-bircins yatağın bir şəbəkəli quyu ilə istismarı prosesində laylarda qazkondensat qarışığının süzülməsinin tərs məsələsinin variyasiyalı yanaşma bazasında həll üsulu işlənmiş və deformasiya olunan hər bir layın süzülmə-tutum parametrlərinin identifikasiyası realizə edilmişdir.

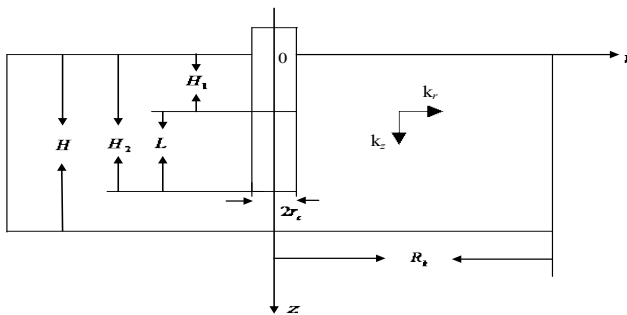
Altıncı fəsildə lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsi nəzərə alınaraq lay və quyu lüləsində qaz-maye qarışığının hərəkət tənlikləri bazasında qazkondensat yataqlarının quyu ağız məlumatlarına görə tükənmə rejimində işlənilməsi prosesinin modelləşdirilməsinin düz və tərs məsələlərinə baxılmış və onların həll üsulları realizə olunmuşdur.

Dərinə yerləşən qazkondensat yataqları yüksək termobarik şəraitlə (yüksək təzyiq və temperatur) xarakterizə olunduğundan quyudibi parametrlərinin qiymətlərinin ölçülməsi üçün aparılmalı

əməliyyatlar böyük çətinliklər ilə bağlı olur. Ona görə də anomal yüksək təzyiqli qazkondensat yataqlarının işlənməsində quyuağzı istismar parametrləri əsasında quyudibi təzyiqinin və işlənmənin digər texnoloji göstəricilərinin nəzəri yollarla təyini istismarının texniki təhlükəsizliyinə ciddi riyaət etməni və quyudibi parametrlərinin qiymətlərinin ölçülməsi üçün aparılması nəzərdə tutulan əməliyyatların aradan qaldırılması üçün praktiki əhəmiyyətli məsələlərdən hesab edilir.

Bu problemin nəzəri yolla həlli lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsinin nəzərə alınması ilə təmin edilir. Bunun üçün qazkondensat sisteminin faza halını nəzərə almaqla layda və quyuyüləsində qazkondensat qarışığının axınıni təsvir edən tənliklər sistemi birgə həll edilməlidir.

Bu baxımdan dərin qazkondensat layının işlənmə prosesinin quyuy ağzı verilənlərə görə modelləşdirilməsinin düz məsələsi aşağıdakı variant üçün realizə edilmişdir: H hündürlüklü və R_k radiuslu iki keçirməz səthlə məhdudlanan sonlu bircins-anizotrop layı natamam quyuy $L = H_2 - H_1$ süzgəci ilə açır və $Q_0^w(r_c, t)$ debitle istismar edir (şəkil 1). İşlənmə başlanana qədər layda başlanğıc təzyiq və kondensatlaydoyma uyğun olaraq p_0, s_0 qəbul edilir. Quyuy ağzı təzyiq məlumatı əsasında quyudibi və lay təzyiqinin və həmçinin işlənmənin digər texnoloji göstəricilərinin təyini tələb olunur.



Şəkil 1. Bircins-anizotrop layda L süzgəcli quyunun təsvir sxemi

Baxılan məsələnin riyazi modeli özündə aşağıdakı tənliklər sistemini birləşdirir:

1.Layda qazkondensat qarışığının süzülməsinin tənliklər sistemini.

2.Qazkondensat qarışığının quyu lüləsində axınının tənliklər sistemini.

3.Layda və quyu lüləsində qaz-kondensat qarışığının faza halının tənliklərini.

Qazkondensat sisteminin layda süzülməsinin sistem tənlikləri

$$\begin{aligned} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \{rk_r V_q(r, z, t, s_k, p)\} + \frac{\partial}{\partial z} \{k_z V_q(r, z, t, s_k, p)\} = \\ = \frac{\partial}{\partial t} \{m(A(r, z, t, p) + s_k B(r, z, t, p))\}, (r, z) \in D, \\ t \in (0, T), \end{aligned} \quad (28)$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \{rk_r V_k(r, z, t, s_k, p)\} + \frac{\partial}{\partial z} \{k_z V_k(r, z, t, s_k, p)\} = \\ = \frac{\partial}{\partial t} \{m(C(r, z, t, p) + s_k D(r, z, t, p))\}, (r, z) \in D, \\ t \in (0, T), \end{aligned} \quad (29)$$

aşağıdakı başlanğıc və sərhəd şərtləri daxilində

$$\begin{aligned} p(r, z, t) \Big|_{t=0} = p_0(r, z), \quad s_k(r, z, t) \Big|_{t=0} = \\ = s_{k0}(r, z), (r, z) \in D, \end{aligned} \quad (30)$$

$$\begin{aligned} k_r \left(V_q(r, z, t, s_k, p) + V_k(r, z, t, s_k, p) \right) \Big|_{r=R_k} = 0, \\ k_z \left(V_q(r, z, t, s_k, p) + V_k(r, z, t, s_k, p) \right) \Big|_{z=0;H} = 0, \\ t \in (0, T), \end{aligned} \quad (31)$$

$$\begin{aligned} 2\pi r_c \int_{H_1}^{H_2} k_r \left(V_q(r, z, t, s_k, p) + V_k(r, z, t, s_k, p) \right) \Big|_{r=r_c} dz = \\ = \begin{cases} Q_0^w(r_c, t), & z \in L \\ 0, & z \notin L \end{cases}, t \in (0, T) \end{aligned} \quad (32)$$

həll edilir.

Burada

$$V_q(r, z, t, s_k, p) = \left(\frac{F_q(s_q)p\beta[1 - c(\rho)\bar{\gamma}(p)]}{\mu_q(p)z(p)p_{at}} + \frac{F_k(s_k)S_k(p)}{\mu_k(p)a_k(p)} \right) \cdot \left(\frac{\partial p}{\partial r} - \gamma_q \frac{\partial H}{\partial r} \right),$$

$$V_k(r, z, t, s_k, p) = \left(\frac{F_q(s_q)p\beta c(\rho)}{\mu_q(p)z(p)p_{at}} + \frac{F_k(s_k)}{\mu_k(p)a_k(p)} \right) \cdot \left(\frac{\partial p}{\partial r} - \gamma_k \frac{\partial H}{\partial r} \right),$$

$p(r, z, t)$ -təzyiq; $s(r, z, t)$ -kondensatladoyma; $F_q(s)$ və $F_k(s)$ -uyğun olaraq qaz və maye fazalarının nisbi faza keçiricilikləridir; $c(\rho)$ - qaz fazasında kondensatın miqdarıdır; $\bar{\gamma}(p)$ -normal şəraitdə kondensatın maye və qaz fazalarındakı həcmi çəkirlərinin nisbəti; $S_k(p)$ -qazın mayədə həll olma miqdarı; $a_k(p)$ -maye fazanın həcmi əmsalı; m -suxurun məsaməlik əmsalı, p_{at} -atmosfer təzyiqi; β və $z(p)$ -uyğun olaraq temperatur düzəlişi və qaz fazasının ifrat sıxılma əmsalları; $\mu_q(p)$ və $\mu_k(p)$ -uyğun olaraq qaz və maye fazalarının özlülükləri; D -süzülmə oblastı; t -zaman; T -işlənilmə müddəti; H - layın z oxuna nəzərən yuxarı sərhəddi; r_c, R_k -uyğun olaraq quyunun və layın drenləmə radiusları; k_r, k_z, r və z oxları istiqamətində keçiricilik əmsalları; $Q_0^w(r_c, t)$ -laydan quyu ilə hasil olunan nəməlum hasilatdır və quyu ağzı təzyiqə görə lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsi şərtindən təyin edilir.

Qazkondensat sisteminin quyu lüləsində axininin sistem tənlikləri

$$\frac{\partial^2 u_q}{\partial t^2} + \frac{Q_0^w(r_c, t)}{\varphi_q f} \frac{\partial^2 u_q}{\partial t \partial z} = \frac{\delta(z-0)}{\rho_q} p_c(t) - \frac{\delta(z-l)}{\rho_q} p_{qa}(t) + a_q^2 \frac{\partial^2 u_q}{\partial z^2} + \frac{4}{3} v_q \frac{\partial^3 u_q}{\partial t \partial z^2} - \left(2h_q + \frac{K}{\rho_q} \right) \frac{\partial u_q}{\partial t} + \frac{K}{\rho_q} \frac{\varphi_m}{\varphi_q} \frac{\partial u_m}{\partial t}, \quad (33)$$

$$\frac{\partial^2 u_m}{\partial t^2} + \frac{Q_0^w(r_c, t)}{\varphi_m f} \frac{\partial^2 u_m}{\partial t \partial z} = \frac{\delta(z-0)}{\rho_m} p_c(t) - \frac{\delta(z-l)}{\rho_q} p_{qa}(t) + a_m^2 \frac{\partial^2 u_m}{\partial z^2} + \frac{4}{3} v_m \frac{\partial^3 u_m}{\partial t \partial z^2} - \left(2h_m + \frac{K}{\rho_m} \right) \frac{\partial u_m}{\partial t} + \frac{K}{\rho_m} \frac{\varphi_q}{\varphi_m} \frac{\partial u_q}{\partial t}, \quad (34)$$

aşağıdakı başlanğıc və sərhəd şərtləri daxilində

$$\frac{\partial u_q}{\partial t} \Big|_{t=0} = \frac{\partial u_m}{\partial t} \Big|_{t=0} = 0, \\ u_q \Big|_{t=0} = u_m \Big|_{t=0} = 0, \quad (35)$$

$$\frac{\partial u_q}{\partial z} \Big|_{z=l} = \frac{\partial u_m}{\partial z} \Big|_{z=l} = 0, \\ u_q \Big|_{z=0} = u_m \Big|_{z=0} = 0, \quad (36)$$

həll edilir. Burada u_q və u_m - uyğun olaraq quyu lüləsinin istənilən en kəsiyində qaz və maye fazalarının yerdəyişmə deformasiyası; a_q , a_m - uyğun olaraq qaz və maye fazalarında səs dalğasının yayılma sürəti; ρ_q , ρ_m - uyğun olaraq horizontal lülədə qaz və maye fazalarının sıxlıqları; $p_c(t)$, $p_{qa}(t)$ - uyğun olaraq quyudibi və quyuağzı təzyiqlər; f - horizontal lülənin en kəsiyinin sahəsi; φ_q , φ_m - uyğun olaraq horizontal lülədə olan qarışıqda qaz və maye fazalarının həcmi konsentrasiyaları; v_q , v_m - horizontal lülədə qaz və maye fazalarının kinematik özlülükləri; K - horizontal lülədə qaz və maye fazalar arası qarşılıqlı təsir əmsalları; l - quyu lüləsinin uzunluğu; h_q , h_m - uyğun olaraq qaz və maye fazalarının müqavimət əmsallarıdır.

(28)-(32) və (33)-(36) tənliklər sisteminin birgə həlli üçün onlar qazkondensat sisteminin faza halının (6), (7) tənlikləri ilə tamamlanır (qapanır). (6), (7) tənliklərindən qarışıqın fiziki xassələrini xarakterizə edən parametrlər təyin olunur, yəni təzyiq, temperatur və qarışıqın komponent tərkibinin dəyişməsinə görə hər bir fazanın tarazlıq halında molyar tərkibi, sıxlığı və molyar pay hissəsi identifikasiya olunur.

(28)-(32),(33)-(36) məsələsinin həlli üçün “təzyiqə görə qeyri-əşkar, kondensatladoyumluğa və fluidlərin yerdəyişməsinə görə əşkar” hesablama sxemi istifadə edilir.

Tükənmə rejimində dərin qazkondensat yataqlarının işlənməsi prosesinin proqnoz göstəricilərinin təyini alqoritminə aşağıdakı ardıcılığa uyğun hesablamalar daxildir: Zamanın birinci addımında quyuya daxil olan qazkondensat qarışıqının quyu ağzından hasil olunan qaz-maye qarışıqına bərabər olması qəbul edilir, yəni $Q_0^w(r_c, t)$ birinci addım kimi məlum qəbul edilir. Sonra başlanğıc

p_0 təzyiq və s_{k0} kondensatladoyma verilənlərinə və məlum $Q_0^w(r_c, t)$ qiymətinə və həmçinin (6), (7) sistemindən təyin edilən qazkondensat qarışığının fiziki xassələrini xarakterizə edən parametrlərin qiymətinə görə (32) tənliyindən $p_c(t)$ -in qiyməti təyin edilir. Sonra (28)-(32) və (33)-(36) sistem tənliklərini həll edərək yeni zaman addımı üçün p , s_k , u_q və u_m ədədi qiymətləri tapılır. Növbəti zaman anlarında Q_0^w -in qiyməti

$$Q_0^w(r_c, t) = f \left(\varphi_q \frac{\partial u_q(0, t)}{\partial t} + \varphi_m \frac{\partial u_m(0, t)}{\partial t} \right)$$

ifadəsinə əsasən təyin olunur və s., və hər bir zaman anında (32) tənliyində qazkondensat qarışığının həmin zaman anına uyğun fiziki xassələrini xarakterizə edən parametrləri nəzərə alınmaqla uyğun $p_c(t)$ təyin edilir və hesablama proseduru təkrarlanır.

Lay təzyiqi və temperaturunun cari qiymətlərinə görə qazkondensat qarışığının fazalarının fiziki xassələrini xarakterizə edən parametrlərin təyin edilən qiymətləri əsasında quyuda, konturda və quyu ağzında təzyiqin, qaz və kondensatın debitinin dəyişməsinin işlənmə müddətindən asılılığı identifikasiya olunmuş və onların nəticələri faza halının dəyişməsi nəzərə alınmadığı halla müqayisəli təhlil edilmişdir. Quyudibi və kontur təzyiqin, kondensata və qaza görə debitlərin kəskin fərqlənməsi müəyyən olunmuşdur.

Eyni zamanda quyuağzı məlumatlar daxilində keçiriciliyə görə anizotrop layda açılma dərəcəsinə görə natamam quyuların quyudibi zonasında onun lay hündürlüyü boyunca retroqrad kondensatın toplanma qanunauyğunluğu müəyyənləşdirilmiş və layın açılma yerinin düzgün təyin olunması hesabına quyuların istismar səmərəliliyinin müəyyən qədər artırılması üçün uyğun tədbirlərin seçilməsi imkanlarının mövcud olması təsdiqlənmişdir.

Lay sisteminin süzülmə-tutum xassələri haqqında informasiyanın alınmasında müəyyən çətinliklər, o cümlədən kern nümunəsinin ölçülməsinin istifadə olunan üsulları, eləcə də quyuların geofiziki və hidrodinamik tədqiqatlarının kompleks tədbirlərin yerinə yetirilməsi və s. karbohidrogen layların normal istismarı zamanı tənzimləmə və idarəetmədə çoxsaylı problemlərə yol açır.

Informasiya çatışmazlığının aradan qaldırılması və istismar prosesinin düzgün tənzimlənməsinin realizə edilməsi üçün optimal idarəetmə nəzəriyyəsinin üsullarının tətbiq edilməsi ilə süzülmə nəzəriyyəsinin tərs məsələsinin həllindən layın naməlum parametrlərinin (süzülmə-tutum parametrlərinin) tapılması praktiki əhəmiyyətli hesab edilir.

Bu baxımdan quyu ağzı verilənlərə görə qazkondensat qarışığının süzülməsində deformasiya olunan layın süzülmə-tutum xassələrinin təyininin lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsi nəzərə alınmaqla variyasiya üsulunun tətbiqi ilə parametrik identifikasiyası üsulu işlənilmiş və konkret lay modeli timsalında realizə edilmişdir. Bu zaman tutum və süzülmə parametrlərinin ilkin qiymətlərindən istifadə edilməklə baxılan düz məsələ (lay-quyu sisteminin tənlikləri) sonlu fərqlər üsulu ilə həll edilir. Nəticədə layın müxtəlif nöqtələrində və həmçinin quyuda təzyiq tapılır. Quyuda təzyiqin faktiki və hasablama qiymətlərinin fərqi zamanla azalır. Quyuda təzyiqlər arasındakı asılılıqdan istifadə etməklə düz məsələyə qoşma sərhəd məsələsi qurulur və qoşma sərhəd məsələsi həll edilir. Düz və qoşma sərhəd məsələsinin həllərinin nəticələri əsasında təzyiqin hesablanan və faktiki məlumatlarının fərqi kvadratının müəyyən işlənmə müddətində inteqrallanmasına görə təyin edilən funksionalın tutum və süzülmə parametrlərinə görə qradiyenti layın müxtəlif nöqtələrində təyin edilir. Tapılan qradiyentə görə uyğun minimallaşdırma üsulları tətbiq edilməklə, axtarış istiqaməti qurulur, bu istiqamət üzrə addım təyin edilir və layın kollektor xassələri axtarılan naməlum əmsallara görə qurulmuş iterasiya formulu əsasında dəqiqləşdirilir. Bununla düz və qoşma məsələnin həll alqoritminin birinci iterasiyası qurtarır və funksionalın qiyməti hesablanır. Tutum və süzülmə parametrlərinin dəqiqləşmiş qiymətinə görə düz məsələ yenidən həll edilir. Müxtəlif zaman anlarında quyuda təzyiqin hesablanan və faktiki qiymətlərinin fərqi tapılır və onun əsasında qoşma sərhəd məsələsi həll edilir. Yenə də funksionalın törəməsinin qiyməti təyin edilir. Yenidən lay parametrləri dəqiqləşdirilir və funksionalının qiyməti hesablanır. Əgər birinci və ikinci iterasiyadan sonra funksionalın tapılan

qiymətləri az fərqlənsə, onda tərs məsələnin (düz və qoşma məsələnin) həlli qurtarmış hesab olunur. Əks halda üçüncü iterasiyaya keçid yaranır və s. Nəticədə tərs məsələnin həllindən layın bütün elementar yaddaşlarında süzülmə-tutum parametrlərinin qiymətləri dəqiqləşdirilir.

Təyin üsulunun realizasiyası ilkin geoloji və mədən məlumatlarının natamamlığı, qeyri-dəqiqliyi şəraitində qazkondensat layında süzülmə proseslərinin hidrodinamik modellərin məqsədyönlü və effektiv şəkildə dəqiqləşdirilməsinə imkan verir və hasilatın texniki-iqtisadi göstəricilərinin proqnozlaşdırılmasının yaxşılaşdırılması və layın karbohidrogen veriminin artırılması məqsədi ilə işlənilmənin hər bir müddətində layın işlənilmə sisteminin reallığa uyğun tənzimləməsini təmin edir.

Qaz yataqlarının işlənilməsinin texniki-texnoloji göstəricilərinin düzgün təyini əsasən hasilat quyusunun real şəraitinin nəzərə alınma bilinəməsi dərəcəsiindən asılı olaraq müəyyən edilir. Buna görə də qaz-maye qarışığının hərəkət dinamikasına təsir göstərən əksər əsas amillərin işlənilmə prosesində nəzərə alınmasına yaranan zərurət qazın layda və quyu lüləsində birgə hərəkətini təsvir edən tənliklər sisteminə və onları tamamlayan başlangıç və sərhəd şərtlərinə kompleks şəkildə baxılmasını və araşdırılmasını tələb edir. Bununla əlaqədar olaraq quyu ağzı verilənlərə görə deformasiya olunan layın və quyu lüləsində qaz axınıni xarakterizə edən parametrlərin identifikasiyalı təyini üsulu işlənilmiş və lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsini nəzərə alınmaqla konkret lay modeli timsalında realizə edilmişdir.

Beləliklə, lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsi nəzərə alınmaqla lay və quyu lüləsində qazkondensat qarışığının hərəkət və faza halının termodinamik balans tənlikləri bazasında qazkondensat yataqlarının tükənmə rejimində quyu ağzı parametrlərin məlum qiymətlərinə görə işlənilməsi prosesinin modelləşdirilməsinin nəzəri bazası yaradılmış, onun əsasında konkret lay modeli üzrə quyudibi və lay təzyiqini, işlənilmənin texniki-texnoloji göstəricilərinin proqnozlaşdırılması imkanları qiymətləndirilmiş, həmçinin

deformasiya olunan qaz və qazkondensat layın süzülmə-tutum parametrlərinin identifikasiyalı təyini üsulu işlənmişdir.

Yeddinci fəsildə təbii rejimli qazkondensat yataqlarının hasilat quyusunda müxtəlif zaman anlarında quyudibi təzyiqin ölçülən və hesablanan qiymətləri arasındakı funksionalın minimumuna görə süxurun süzülmə-tutum parametrlərinin təyini məsələləri və onların həll variantları gətirilmişdir.

Karbohidrogen layların işlənilməsinin səmərəliyinin qiymətləndirilməsi çoxfazlı süzülmə nəzəriyyəsinə əsaslanan hidrodinamik və ya hidrotermodinamik modellərdən (lay fluidlərinin fazalarının fiziki-kimyəvi xassələrini və kütlə mübadiləsini nəzərə alan) istifadə edilməsi ilə aparılır. Həmçinin, istifadə olunan çoxfazlı hidrodinamik süzülmə modelləri işlənilmə prosesində yataq şəraitinə sazlanmalı və nəticə etibarlı ilə işlənilmə prosesinin göstəricilərinin müəyyən müddətə düzgün proqnozlaşdırılmasını, prosesin idarə olunmasını təmin etməlidir. Bu baxımdan subasqı rejimli ehtiyatları cətin çıxarıla bilən neft və qazkondensat yataqlarının quyularının istismarı prosesinin real göstəricilərinə görə lay şəraitinin adekvat qiymətləndirilməsi və işlənmənin ilkin tarixi məlumatlarına görə onun növbəti mərhələsinin texniki göstəricilərinin etibarlı şəkildə proqnozlaşdırılması süzülmə-tutum parametrlərinin parametrik identifikasiyası üsullarından istifadə edilməsini tələb edir.

Çoxfazlı axın prosesində fluidlərin nisbi faza keçiricilikləri (NFK) funksiyalarının düzgün seçilməsi qazkondensat yataqlarının texnoloji göstəricilərinin proqnozunun etibarlı olmasına və ümumiyyətlə işlənilmə prosesinin effektiv tənzimlənməsinə birbaşa təsir göstərir. Bununla əlaqədar olaraq layların işlənilməsində fluidlərin NFK funksiyalarının dəqiq üsullarının daxil edilməsinə ehtiyac yaranır.

Bu baxımdan qazkondensat-su qarışığının süzülməsinin hidrodinamik modelinə daxil olan NFK funksiyalarının təyini müxtəlif zaman anlarında təzyiqin ölçülən (işlənmə tarixindən məlum olan) və müvafiq hidrodinamik məsələnin həllindən hesablanan qiymətləri arasındakı fərqinin kvadratının işlənilmə

müddətinin dəyişməsi üzrə inteqralından təyin edilən funksionalının minimumunun variasiya məsələsi kimi tədqiq edilir. Bu zaman qəbul edilir ki, qazkondensat layı suvurma rejimdə istismar olunur və $Q(t)$ hasilatı ilə işləyən r_c radiuslu mərkəzi quyu məhsuldar layın h hündürlüyünü açmışdır. Laya sərhəddən vurucu quyu ilə $p_k(t)$ təzyiqi ilə su vurulur. Qazkondensat-su qarışığının mərkəzi quyuya radial oxasimmetrik müstəvi paralel axını məsələsi (düz məsələ) üçfazlı, üçkomponentli hidrodinamik modelin tənlikləri sistemi çərçivəsində modelləşdirilir və sistemə daxil olan NFK funksiyalarının identifikasiyası üçün onların ifadələrinə daxil olan

$$\begin{aligned} f_q(s_q) &= \alpha_1 s_q^{\alpha_2}, \quad f_k(s_q, s_{su}) = \alpha_3((1 - s_{\partial su}) - (s_q + s_{su}))^{\alpha_4}, \\ f_{su}(s_{su}) &= \alpha_5 s_{su}^{\alpha_6}, \end{aligned} \quad (38)$$

naməlum α_i , ($i = \overline{1,6}$) parametrlərinin elə qiymətlərinin təyini tələb olunur ki, düz məsələnin həlli

$$J(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6) = \int_0^{\bar{T}} [p(r_c, t) - p_c(t)]^2 dt + \varepsilon \left(\sum_{i=1}^6 \alpha_i^2 \right) \quad (39)$$

funksiyasının qiymətinə minimum versin. Burada $p(r_c, t)$ - quyudibi təzyiqin düz məsələnin həllinə əsasən hesablanan qiyməti; $p_c(t)$ - quyudibi təzyiqin mədən məlumatlarına əsasən məlum olan faktiki qiyməti; ε -requlyarizasiya parametridir.

Baxılan düz məsələyə qoşma olan məsələnin birgə həllinin nəticəsinə görə (39) funksiyasının qradienti hesablanır və axtarılan naməlum əmsalların təyini üçün

$$\alpha_i^{k+1} = \alpha_i^k - \lambda_i^k \frac{\partial J(\alpha_1^k, \alpha_2^k)}{\partial \alpha_i}, \quad i = \overline{1,6} \quad (40)$$

iterasiya prosesi qurulur (λ_i^k -qradient üsulunun addımıdır). NFK funksiyalarının təyini üçün həll alqoritmi aşağıdakı şəkildə təyin olunur: α_i , ($i = \overline{1,6}$) parametrlərinin ilkin qiyməti verilir və düz məsələ layın $[0, \bar{T}]$ məlum işlənmə tarixinə əsasən sonlu fərqlər üsulu ilə həll edilir və zamanın müxtəlif addımlarında lay təzyiqi, qaz, su və kondensatladoymanın paylanması təyin edilir. Naməlum

parametrlər (40) iterasiya prosesi ilə təyin edilir. Parametrlərin təyininin iterasiya proseduru o vaxta qədər davam edir ki, iki qonşu iterasiyasda funksionalın qiymətləri fərqi verilən dəqiqliyi ödəyir.

Mədən məlumatları (quyudibi təzyiqin ölçülmüş qiymətləri) əsasında subasqı rejimli qazkondensat layının müvafiq olaraq suya, qaza və kondensata görə NFK funksiyalarının identifikasiyalı təyini proqnoz hesablamalarının dəqiqliyinin artırılmasını təmin etməklə real şəraitə hidrodinamik modeli adaptasiya edir.

Karbohidrogen yataqlarının məhsuldar horizontları, bir qayda olaraq, mürəkkəb bir quruluşa malikdir və onun kollektor xassələri layın həm kəsilişi üzrə, həm də onun uzunluq sahəsi üzrə dəyişir. Layın işlənməsinin texnoloji göstəricilərinin proqnozlaşdırılması onun qeyri-bircinsliliyindən kəskin asılıdır. Buna görə də onların mümkün təyini karbohidrogen yataqların işlənməsi nəzəriyyəsi və praktikasının vacib problemlərindən sayılır. Bu baxımdan tükənmə rejimli qeyri-bircins qazkondensat layının süzülmə-tutum parametrlərinin identifikasiyalı təyini məsələsi araşdırılmış və onun əsasında layın hündürlük üzrə keçiriciliyinin kifayət qədər ümumi şəkildə dəyişməsinin təyini məsələsi hasilatın hesablanan və ölçülən qiymətləri arasındakı fərqlərin kvadratının işlənmə müddətinin dəyişməsi üzrə inteqralından təyin edilən funksionalının minimumunun variasiya məsələsi kimi həll edilmişdir.

Hesablama sxemi işlənilmiş, ədədi hesablamalar aparılmışdır. Alınan həllin etalon olaraq etibarlılığını yoxlamaq üçün qazkondensat quyusunun sabit təzyiqlə istismara buraxılmasının düz məsələsinin həllinin tapılmasına baxılmış və nəticədə keçiriciliyə görə qeyri-bircinsliyin təsirini nəzərə almaqla quyunun məhsuldarlığının zamana görə dəyişməsi təyin edilmişdir. Uyğun tərs məsələ həll edilmiş, quyunun məhsuldarlığının zamana görə dəyişməsi proqnozunun məlumatlarına görə yüksək dəqiqliklə layın qeyri-bircinslilik parametrlərinin identifikasiyası yerinə yetirilmişdir.

Dərin qaz yataqlarının ehtiyatlarının çıxarılması prosesində lay təzyiqinin azalması ilə dağ təzyiqinin təsiri altında suxur kollektorları elastik deformasiya vəziyyətindən kəmiyyət və keyfiyyətə çox fərqlənən qeyri-elastik (relaksasiyalı və sürüngəcli) deformasiyalara

məruz qalır. Bununla əlaqədar olaraq süxurların qeyri-elastiki deformasiyası şəraitində yatağın işlənməsi prosesini adekvat təsvir edə bilən qazdinamik süzülmə modelinin qurulmasına ehtiyac yaranır. Bu baxımdan relaksasiyalı deformasiyaya məruz qalan qaz layında süzülmənin qazdinamik modelinin qurulması məqsədi ilə müəyyən radiuslu və hündürlüklü dairəvi layın müəyyən hasilatla işləyən məlum radiuslu mərkəzi quyuya real qazın süzülməsi məsələsinə baxılmışdır.

Süxurun məsaməlik və keçiriciliyi təzyiqdən asılılığı

$$m = m_0 e^{-\frac{t}{\tau_m}} + \frac{m_0}{\tau_m} \int_0^t e^{-\frac{t-\tau}{\tau_m}} e^{\beta_c(p-p_0)} dt$$

$$k(p) = k_0 e^{\alpha_k(p-p_0)}, \quad (41)$$

kimi qəbul edilmişdir. Burada m_0 -başlanğıc məsaməlik; τ_m -məsaməliliyin relaksasiya vaxtı; β_c - dağ süxurunun elastiki sıxılma əmsalı; k_0 -keçiriciliyin başlanğıc qiyməti; α_k -keçiriciliyin təzyiqdən asılı dəyişməsinə nəzərə alan əmsaldır.

Məsaməlik və keçiriciliyin ifadələrinə daxil olan τ_m , β_c və α_k naməlum əmsalların təyininin işlənmənin tarixi verilənlərinə görə identifikasiya edilməsi üçün quyudibi təzyiqin hesablanan və faktiki qiymətlərinin fərqlinin kvadratına görə müəyyən işlənmə müddəti üçün qurulan funksionalın minimallaşdırılması realizə edilmişdir.

Qaz layının hipotetik modelinin ilkin verilənləri əsasında axtarılan parametrlərin identifikasiya qiymətləri funksionalın qiymətinin sıfıra yaxınlaşmasına uyğun təyin edilmiş və işlənmənin istənilən müddəti üçün işlənmə göstəricilərinin proqnozunun korrektə edilməsi imkanları realizə edilmişdir.

Beləliklə, layın istismar prosesinin mədən verilənlərinə əsasən qaz-kondensat-su sisteminin süzülməsinin nisbi faza keçiricilikləri funksiyalarının təyini üçün üçfazlı hidrodinamiki modelin parametrik identifikasiyası üsulu və həmçinin qaz rejimində real qazın süzülməsi modeli əsasında işlənmənin tarixi verilənlərinə görə relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan layın keçiricilik və məsaməliliyinin təyininin identifikasiyalı üsulu işlənilmişdir. Bu üsullar quyunun məhsuldarlığının işlənmə müddətinə görə dəyişməsinin proqnozunda yüksək dəqiqliyi təmin etməyə imkan

verir. Eyni zamanda qeyri-bircinsli qazkondensat layının parametrlərinin təyini üçün daxil edilən identifikasiya üsulu hasilatın texniki-iqtisadi göstəricilərinin proqnozunun korrektə edilməsi baxımından işlənilmə prosesinin idarə edilməsində reallığa uyğun tənzimlənməni imitasiya edir.

AMEA-nın müxbir üzvü t.e.d., professor Q.İ.Calalova disertasiya işinin yerinə yetirilməsində verdiyi dəyərli məsləhətlərinə görə öz dərin minnətdarlığını bildirirəm.

Sonda elmi məsləhətçim t.e.d. X.A.Feyzullayevə disertasiya işinə yetirdiyi daimi diqqətə görə təşəkkür edirəm.

İŞİN ƏSAS NƏTİCƏLƏRİ

Qazkondensat və neftqazkondensat yataqlarının işlənməsində qazvari və maye agentlərlə təsir etmə prosesinin lay fluidlərinin faza vəziyyətini nəzərə almaqla modelləşdirilməsi üsullarının kompleks nəzəri tədqiqatları aparılmış, layda baş verən mürəkkəb süzülmə proseslərinin əsas qanunauyğunluqları öyrənilmiş, işlənilmənin effektivliyinin artırılması üçün yeni işlənilmə üsulları təklif edilmişdir. Bu zaman:

1.Karbohidrogen ehtiyatlarının mənimsənilməsində qazkondensat layına maksimal kondensasiya təzyiqindən aşağı təzyiq intervalında karbohidrogen qazlar və su-qaz qarışığı ilə, həmçinin isti maye karbohidrogenlərlə və qazla təsir üsullarının səmərəliyinin düzgün qiymətləndirilməsinə imkan verən çoxkomponentli süzülmə modellərinin nəzəri bazası işlənilmişdir.

2.Qazkondensat layının işlənilməsinin son mərhələsində retrograd kondensatın layda etan qazı ilə araqatı həcmnin yaradılması və sonradan seperasiya qazın vurulması ilə çıxarılması prosesi identifikasiya olunmuşdur. Etan qazının sistemin fazalar arası kəsilməz kütlə mübadiləsində retrograd kondensatda həll olmaqla sıxışdırma cəbhəsində böhran qiymətdən yuxarı iki fazalı süzülmənin baş verdiyi maye karbohidrogenlərlə doyumlu araqatı yaratmaq və retrograd karbohidrogen ehtiyatlarının işlənilməyə cəlb olunmasına

imkan verməklə layın işlənmə effektivliyini təmin etməsi əsaslandırılmışdır.

3.Süzülmənin üçfazlı çoxkomponentli modeli bazasında neft araquatılı qazkondensat layının horizontal quyu ilə qazsız debitlə istismarında tükənmə rejiminin və neftin su ilə sıxışdırılması rejiminin texnoloji göstəriciləri müqayisəli təhlil edilmiş və tükənmə rejimi ilə müqayisədə neftin su ilə sıxışdırılması rejimində neftin çıxarılma əmsalının kəskin artımı və hasilatın rentabelli olması əsaslandırılmışdır. Neft araquatının qazsız debitlə istismarının işlənmənin ilk dövründə tükənmə rejimi ilə və sonrakı dövründə isə neftin su ilə sıxışdırılması rejimində realizə edilməsinin məqsədəuyğunluğu əsaslandırılmışdır.

4.İki fazlı iki ölçülü riyazi modelin hesablama nəticələri əsasında neft araquatılı qazkondensat yataqlarının işlənməsi prosesində qaz qapağından çıxarılan seperasiya olunmuş qazın su-neft sərhəddi səviyyəsində qazılmış vurucu quyularla neft araquatına qaytarılmasının texnoloji üsulu təklif edilmiş və su-neft sərhəddi səviyyəsində seperasiya olunmuş qazın vurulması qazla yuyulmuş zonalarda qalıq neftləduymuluğu azaltmaqla nəinki hərəkətdə olan nefti, həm də kapilyar əlaqəli neftin buxarlandırması və nəticədə layın işlənmə effektivliyinin artırması imkanları müəyyənləşdirilmişdir.

5.Neft araquatılı qazkondensat layının neftvermə əmsalının artırılmasında işlənmə üsullarının effektivlik dərəcəsinin qiymətləndirilməsi tədqiq edilmiş və anizotrop layda qaz papağına su, sudoyumlu hissəyə qaz ilə, izotrop layda isə qaz apağına qaz, sudoyumlu hissəyə su ilə təsir üsullarının digər üsullar ilə müqayisədə daha effektivli olması müəyyən edilmişdir.

6.Layda və quyu lüləsində qazkondensat qarışığının axın tənliklərinin birgə həlli əsasında qazkondensat qarışığının faza vəziyyətlərini nəzərə alan tükənmə rejiminin quyudibi və lay təzyiqini, işlənmənin digər texnoloji göstəricilərini quyuağzı verilənlərə görə proqnozlaşdırmağa imkan verən hesablama üsulu təklif edilmişdir. Qazkondensat qarışığının bircins anizotrop layda natamam quyuya axması prosesi simulyasiya edilmiş və layın açılma

yerinin və quyunun natamamlığının quyudibi zonada retrograd kondensatın toplanmasına təsiri qiymətləndirilmişdir.

7.Təbii rejimli bir və ya çoxlaylı yatağın istismar göstəricilərinin faktiki məlumatlarının dəyişməsinə görə qazkondensat sisteminin süzülmə-tutum parametrlərinin və nisbi faza keciricilikləri funksiyalarının variasiyalı təyininin identifikasiyası üsulları işlənmişdir.

Dissertasiya işində təklif olunan texnoloji işlənilmələr və onların hesablama üsulları neft, qazkondensat və neftqazkondensat yataqlarının lahiyələndirilməsi, onların ehtiyatlarının hesablanması işlərində tətbiqi üçün tövsiyə oluna bilər.

Dissertasiyanın əsas nəticələri aşağıdakı işlərdə nəşr olunmuşdur:

1. Фейзуллаев, Х.А., Халилов, М.С. Повышение продуктивности газоконденсатных скважин путем обработки призабойных зон нагретым жидким углеводородом // -Bakı: АМЕА-nın xəbərləri, Yer Elmləri Seriyası, – 2012. № 2, -с.47-52.
2. Khalilov, M.S., Feyzullayev, Kh.A. Identification of heterogeneous stratum parameters in gas-condensate mixture filtration //IV Internation Conference “Problems of cybernetics and informatics”, –Bakı:–2012, -pp.62-66.
3. Xəlilov, M.S. Qazkondensat qarışığının qeyri xətti deformasiya olunan layda quyuya radial axını məsələsinin ədədi həlli // “Elmin müasir nailiyyətləri” mövzusunda VII Beynəlxalq Elmi Konfrans, –Bakı:–2014, –s.27-32.
4. Xəlilov, M.S. Qazkondensat yataqlarının işlənməsi problem üzrə tədqiqatların analizi //“Elmin müasir nailiyyətləri” mövzusunda VII Beynəlxalq Elmi Konfrans, -Bakı: 2014, s.14-21.
5. Xəlilov, M.S. Tükənmə rejimində bir-bir ilə əlaqəli qazkondensat lularının ayrıca quyu ilə istismarı prosesinin modelləşdirilməsi. Akademik M.L.Rəsulovun 100 illik yubileyinə həsr olunmuş “Nəzəri və tətbiqi riyaziyyatın aktual məsələləri” Respublika elmi konfransının materialları//–Şəki:–2016,–s.158-162.
6. Халилов, М.С. Моделирование водогазового воздействия на газоконденсатный пласт на завершающей стадии разработки //V всероссийская научно-практическая конференция. «Математическое моделирование процессов и систем», приуроченная к 110-летию со дня рождения академика А. Н. Тихонова, Республика Башкортостан, г. Стерлитамак (Россия): 17-19 ноября, –2016,- с.162-166.
7. Фейзуллаев, Х.А., Халилов, М.С., Кязымов, Б.З. Параметрическая идентификация коллекторских свойств релаксационно-деформируемого газового пласта: “Современная математика и ее приложения” Академия Наук Республики Башкортостан, Башкирский Государственный

- Университет-Институт Стратегических Исследований, (Россия) – 2017, – с.307-311.
8. Xəlilov, M.S. Gazkondensat qarışığının qeyri-xətti deformasiya olunan layda quyuya radial axını məsələsinin ədədi həlli//–Bakı Universitetinin Xəbərləri, Fizika-riyaziyyat elmləri seriyası,– 2015. №1,-s.100-108.
 9. Feyzullayev, X.A., Xəlilov, M.S. Tükənmə rejimində bir-biri ilə əlaqəli qazkondensat laylarının ayrıca quyu ilə istismarı prosesinin modelləşdirilməsi.//–Bakı Universitetinin Xəbərləri, Fizika-riyaziyyat elmləri seriyası,–2016. №1,–s.85-98.
 10. Feyzullayev, X.A., Xəlilov, M.S. Çoxlaylı deformasiya olunan yataqda qaz-kondensat qarışığının süzülməsində lay parametirlərinin identifikasiyası//–Bakı Universitetinin Xəbərləri, Fizika-riyaziyyat elmləri seriyası,–2016. №2,–s.106-115.
 11. Фейзуллаев, Х.А., Халилов, М.С. Численное решение уравнений фильтрации пластовых флюидов с идентификацией фильтрационно-емкостных параметров пласта //–Вестник Бакинского Университета, серия физико-математических наук,–2017. №2,–с.111-119.
 12. Халилов, М.С. Параметрическая идентификация коллекторских свойств релаксационно-деформируемого газового пласта //Qoşqar Əhmədovun anadan olmasının 100 illiyinə həsr olunmuş “Riyaziyyat və mexanikanın aktual problemləri” konfransının materialları,–Bakı:–2017,–səh.282-283.
 13. Фейзуллаев, Х.А., Халилов, М.С. Идентификация параметров деформируемого пласта и параметров, характеризующих течение газа в стволе, по устевым данным скважин//–Москва: Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности, ОАО, ИНИОЭНГ,–2018 (91). №2,– с.37-41.
 14. Фейзуллаев, Х.А., Халилов, М.С. Численное моделирование водогазового воздействия на газоконденсатный пласт на завершающей стадии разработки //–Вестник Бакинского

- Университета, серия физико-математических наук,—2018. №2,— с.131-141.
- 15.Фейзуллаев, Х.А., Кулиев, Э.А., Халилов, М.С., Магеррамова, С.Д. Моделирование газового воздействия на газоконденсатный пласт на завершающей стадии разработки //—Москва:Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности, ОАО, ВИННОЭНГ,—2018. №8,— с.48-52.
 - 16.Jalalov, G.I., Feyzullayev, Kh.A., Khalilov, M.S. Sumulation of gas-condensate deposits development/-Baku: Transactions of NAS OF Azerbaijan Issue Mechanics, – 2018. 38(7),-pp.23-32.
 - 17.Feyzullayev, Kh.A., Khalilov, M.S. Identification of heterogeneous stratum parameters in gas-condensate mixture filtration//18-thIFAC Conf. on Technolocy Culture and International Stability,-Baku:(Springer.Elsever),—2018,—pp.27-30.
 - 18.Халилов, М.С. Моделирование неоднородных пластов при фильтрации газоконденсатной смеси. V Международная научная конф.« Нелокальные краевые задачи и родственные проблемы математической биологии, информатики и физики»,//—Нальчик(Россия):—2018,— с.202-203.
 - 19.Xəlilov, M.S. İşlənilmənin son mərhələsində olan qazkondensat layına qazvari agentlə təsir prosesinin modelləşdirilməsi //prof.N.Əliyevin 80 illik yubileyinə həsr olunmuş ”Riyaziyyat elminin inkişafının yeni mərhələləri” konfransının materialları,— Bakı:—2018,—s.87-89.
 - 20.Халилов, М.С. Определение функции относительной фазовой проницаемости, входящих в гидродинамическую модель фильтрации трехфазной фильтрации флюидов. VIII Международной научно-практической конференции «Математическое моделирование процессов и систем»,//—Башкирский Государственный Университет- Институт Стратегических Исследований (Россия):—2018,— с.134-149.
 - 21.Халилов, М.С. Разработки глубокозалегающих газоконденсатных залежей в режиме истощения//

- «Математическое моделирование процессов и систем»: Материалы IX Межд. науч.-практ. конф., –Стерлитамак: Башкирский Государственный Университет- Институт Стратегических Исследований, Россия:–2019,–с.375-379.
- 22.Khalilov, M.S., Kuliev, E.A. Parametric identification determination of the functions of relative phase-condensate deposits permittivities displacement mode water // Proceedings of “The 6-th Int. Conf. on Cont. and Optimization with Industrial Applications,–Baku:–2018, V.1,–pp.167-170.
 - 23.Xəlilov, M.S. Qazkondensat layına qazvari agentlərlə təsir prosesinin modelləşdirilməsi//Bakı Dövlət Universitetinin Xəbərləri, Fizika-riyaziyyat elmləri seriyası,–2019. №1,–s.122-129.
 - 24.Feyzullayev, Kh.A., Khalilov, M.S. Numerical modeling of the water-gas stimulation of gas-condensate stratum in the final stage of development//Journal of Engineering Physics and Thermophysics, Springer,–2019. V.92,–pp.1214-1223.
 - 25.Xəlilov, M.S. Neft araquatılı qazkondensat layının işlənməsi üsullarının effektivliyinin qiymətləndirilməsi //Bakı Universitetinin Xəbərləri, Fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, - 2019. №2,–s.104-111.
 - 26.Фейзуллаев, Х.А., Халилов, М.С. Численное моделирование водогазового воздействия на газоконденсатный пласт на завершающей стадии разработки //Белорусия: Инженерно-Физический Журнал (ИФЖ),–2019. том 92, № 5,–с.2252-2262.
 - 27.Khalilov, M.S. Increase of Condensation for Gas-Condensate Discharges at the Finishing Stage of Development //SOCAR Proceedings, Baku:–2020, №3, pp.83-89.
 - 28.Khalilov, M.S. Identification of deformable parameters layer during gas-liquid filtration mixes by wellhead data//Proceedings of the 7-th Int. Conf. on Control and Optimization with Industrial Applications, Baku:–2020, V.I,–pp 227-230.
 - 29.Xəlilov, M.S. Neft araquatılı qazkondensat layının horizontal quyu ilə işlənməsində texnoloji göstəricilərin

- proqnozlaşdırılması //–Bakı: Azərbaycan Neft Təsərrüfatı (ANT),–2020. №4,-s.19-24.
- 30.Xəlilov, M.S. Qazkondensat layının nisbi faza keçiricilikləri funksiyalarının identifikasiyalı təyini//Bakı Universitetinin Xəbərləri, Fizika-riyaziyyat elmləri seriyası,–2020, №2, -s.51-56.
 - 31.Xəlilov, M.S.Tükənmə rejimli qeyri bircins qazkondensat layının süzülmə-tutum parametrlərinin identifikasiyalı təyini//Bakı Universitetinin Xəbərləri, Fizika-riyaziyyat elmləri seriyası,–2020. №3,–s.35-40.
 - 32.Халилов, М.С. Методика прогнозирования показателей разработки глубокозалегающих газоконденсатных залежей в режиме истощения по устьевым данным скважин //Белорусия: Инженерно-физической журнал(ИФЖ),–2021. Т.94, №4,–с. 896-907.
 - 33.Khalilov, M.S. About Improving the Efficiency of the Development of Gas Condensate Deposits with Oil Rims//SOCAR Proseedings,–Baku: 2021, №4.pp.61-65
 - 34.Xəlilov, M.S. Qaz-kondensat quyularinin quyudibi zonasinin maye karbohidrogen və qazla birgə işlənilməsinin səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi // Bakı Universitetinin Xəbərləri, Fizika-riyaziyyat elmləri seriyası,–2021, №1,–s.38-44
 - 35.Khalilov, M.S. Procedure for predicting the indices of development of deep-seated gascondensate reservoirs in a depletion regime from wellhead data//Journal of Engineering Physics and Thermophysics,–2021. V. 94, №4,–pp.870-879.

Müştərək müəlliflərlə yerinə yetirilən işlərdə müəllifin şəxsi rolu:

- [3-12, 18-23, 25,26, 28-35] -işlərini müstəqil yerinə yetirib,
- [9-11,13,17,24,27]-məsələnin qoyuluşu, həlli və təhlilində iştirak edib.
- [16]- işində iştirak etmək payı bərabərdir.

Dissertasiyanın müdafiəsi **14 oktyabr 2022-ci** il tarixində saat **11:00** 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.

Avtoreferet 09 **sentyabr 2022-ci il** tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 06.09.2022
Kağızın formatı: A5
Həcm: 77373
Tiraj: 100