

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
GEOLOGİYA VƏ GEOFİZİKA İNSTİTUTU**

Əlyazması hüququnda

ASƏF AĞACƏFƏR OĞLU DƏMİROV

**MÜXTƏLİF İŞLƏNİLMƏ MƏRHƏLƏLƏRİNDƏ
QAZKONDENSAT LAYLARINA KARBOHİDROGEN
QAZLARLA VƏ SU-QAZ QARIŞIĞI İLƏ TƏSİR ETMƏKLƏ
KONDENSATVERİMİNİN ARTIRILMASI**

İxtisas: 2525.01– Neft və qaz yataqlarının işlənməsi və istismarı

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

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

BAKI – 2018

İş Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Geologiya və Geofizika
İnstitutunda yerinə yetirilmişdir

Elmi rəhbər:	texnika elmləri doktoru X.A.Feyzullayev
Rəsmi opponetlər:	texnika elmləri doktoru, professor F.H.Vəliyev AMEA-nın müxbir üzvü, texnika elmləri doktoru Q.M.Pənahov
Aparıcı təşkilat:	AMEA-nın Neft və Qaz İnstitutu

Dissertasiyanın müdafiəsi 28 iyun 2018-ci ildə saat 14³⁰-da AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunun nəzdindəki D.01.081 Dissertasiya Şurasının iclasında olacaq.

Ünvan: AZ1143, Azərbaycan, Bakı şəh., H.Cavid pr. 119
Faks: (+99412) 537 22 85
E-mail: gia@azdata.net

Dissertasiya ilə AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat 26 may 2018-ci ildə göndərilmişdir.

D.01.081 Dissertasiya Şurasının
Elmi katibi, texnika üzrə
fəlsəfə doktoru



Mirzəyeva D.R.

İŞİN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

Mövzunun aktuallığı. Ölkənin xalq təssərrüfatının ən vacib sahələrindən birini qaz sənayesi təşkil edir ki, onun intensiv olaraq inkişaf etdirilməsi çoxsaylı mürəkkəb problemlərin kompleks həllini tələb edir. Bu problemlər arasında Yer inkişafından karbohidrogen ehtiyatlarının maksimum səviyyədə çıxarılması problemi mühüm yer tutur. Qeyd olunanlarla əlaqədar olaraq, yeni texnologiyaların, eləcə də onların hesablama sxemlərinin və proqram təminatlarının yaradılması bazasında mürəkkəb tip karbohidrogen xammallı yataqlar olan qazkondensat yataqlarının işlənməsinin texnoloji və hidroqazdinamik əsaslarının inkişaf etdirilməsi mühüm əhəmiyyət daşıyır.

Qazda olan ağır karbohidrogenlərin lay təzyiqinin düşməsi ilə ayrılaraq çökməsi və maye karbohidrogen fazasının yaranması istismar prosesinin xarakteristikalarına öz təsirini göstərir. Qaz fazasında kondensatın miqdarının azalması onun süzülmə xarakteristikalarının dəyişməsinə gətirir ki, bu da eyni zamanda yatağın qaza və kondensata görə istismar xüsusiyyətlərinə adekvat təsirini göstərmiş olur. Bu halda layda təzyiqin paylanma xarakterinə uyğun olaraq maye kondensatladoymanın qiyməti quyuətrafi zonada daha yüksək olur. Süzülmə prosesinə nəticə etibarilə təkcə maye kondensatın miqdarı deyil, eyni zamanda onun tərpənən olması da təsir göstərir. Bununla yanaşı, müəyyən hallarda texnoloji üsullar tətbiq etməklə həm layda, eyni zamanda quyuətrafi zonada çökmüş kondensatın quyuya sıxışdırılması, həm də buxarlandırılmaqla qazla birlikdə çıxarılması son nəticədə qazkondensat yataqlarının son flüid veriminə əsaslı təsir göstərməklə onun mənimsənilməsi prosesinin səmərəliliyinin artırılmasına imkan vermiş olur. Bu istiqamətdə bir çox texnoloji üsulların mövcud olmasına baxmayaraq, mövcud hesablama sxemlərinin təkmilləşdirilməsi ilə həmin üsulların bazasında əsaslandırılmış müvafiq yeni səmərəli texnoloji variantların təklif edilməsi vacib elmi-təcrübi aktuallıq kəsb edir.

İşdə qazkondensat yataqlarının işlənməsi zamanı baş verən mürəkkəb süzülmə prosesləri düzgün əks etdirən bir sıra nəzəri məsələlər və həmçinin, quyuların məhsuldarlığını artırmaq üçün laya müxtəlif tərkibli qazlarla təsir məsələləri həll edilmişdir. Həmcinin, uyğun işlənmə məsələlərinin həll algoritmi və onların kompüter proqramlarının hazırlanması yerinə yetirilmişdir.

İşin məqsədi qazkondensat yataqlarının işlənməsinin müxtəlif mərhələlərində laya qazlarla və qaz-su qarışığı ilə təsir etmədə lay proseslərinin hidroqazdinamik modelləşdirilməsi, layda baş verən mürəkkəb süzülmə proses-

lərinin əsas qanunauygunluqlarının öyrənilməsi, işlənilmənin səmərəliliyinin artırılması üçün yeni işlənilmə texnologiyalarının yaradılmasından ibarətdir.

Tədqiqatın əsas məsələləri:

1. Başlanğıc kondensasiya təzyiqinə yaxın təzyiqlərdə laya su-qaz qarışığı ilə təsir zamanı qazkondensat yataqlarının işlənilməsi prosesinin modelləşdirilməsi.

2. Tükənməkdə olan qazkondensat laylarına aşağı təzyiqli karbohidrogen qazla təsir prosesinin modelləşdirilməsi.

3. Tükənməkdə olan qazkondensat layının quyularının quyuaştrafi zonasına maye karbohidrogen və qazla birgə təsir prosesinin səmərəliliyi məsələlərinin həlli.

4. Tükənmə rejimində istismar olunan qazkondensat layının işlənilməsinin hidrodinamik modellərinin variasiya qoyuluşlu parametrik identifikasiyası üsullarının yaradılması.

Qoyulmuş məsələlərin həll üsulları. Qoyulmuş məsələlər hidroqazdinamik nəzəriyyənin, hesablama riyaziyyatı və riyazi fizikanın müasir üsullarının tətbiqi ilə həll edilmişdir.

Elmi yeniliklər. Aparılmış kompleks tədqiqatlar və onların nəticələrinin ümumiləşdirilməsi aşağıdakı elmi yeniliklərin alınmasına imkan vermişdir.

1. Başlanğıc kondensasiya təzyiqinə yaxın təzyiqlərdə laya su-qaz qarışığı ilə təsir prosesini modelləşdirməyə imkan verən nəzəri baza və alqoritm işlənilmiş və yatağın işlənilmə göstəricilərinin proqnozlaşdırılmasını təmin edən proqram təminatı yaradılmışdır.

2. Layda çökən retroqrad kondensata təsir zamanı onun buxarlanma intensivliyinə impuls verən fraksiyalarının tərkibinin seçilməsi və onların fazalararası kütlə dəyişməsi proseslərinə təsirinin qiymətləndirilməsi məsələlərinin həlli üzrə metodoloji yanaşma təklif edilmiş və konkret misallar əsasında realizə olunmuşdur.

3. Tükənməkdə olan qazkondensat layına maye karbohidrogen və qazla birgə təsir etmədə retroqrad kondensatın işlənilməyə cəlb edilməsinin qiymətləndirilməsi məsələlərinin hesablanma üsulları işlənilmiş və retroqrad kondensatın çıxarılmasının intensivləşdirilməsi imkanları əsaslandırılmışdır.

4. Tükənmə rejimində istismar olunan qazkondensat layının işlənilməsinin hidrodinamik modellərinin variasiya qoyuluşlu parametrik identifikasiyası üsulları işlənilmiş və layı və flüidləri xarakterizə edən parametrlərin təyini realizə edilmişdir.

Müdafiə olunan müddəalar.

1. Başlanğıc kondensasiya təzyiqinə yaxın təzyiqlərdə laya su-qaz qarışığı ilə təsir prosesinin riyazi modeli və alqoritmi və onun proqram realizəsi.

2. Layda çökən retroqrad kondensatın buxarlanma intensivliyinə impuls verən tərkibin seçilməsi və onların fazalararası kütlə dəyişməsi proseslərinə təsir məsələlərinin həll üsulları.

3. Tükənmə rejimində istismar olunan qazkondensat layının işlənilməsinin hidrodinamik modellərinin variyasiya qoyuluşlu parametrik identifikasiyası üsulu.

İşin təcrübi əhəmiyyəti və nəticələrin realizasiyası. Yerinə yetirilmiş tədqiqatlar qazkondensat laylarının komponentveriminin artırılması məqsədilə laylara müxtəlif tərkibli karbohidrogen qazlarla və su-qaz qarışığı ilə təsir etmənin modelləşdirilməsi bazasında yeni texnoloji üsulların təklif edilməsi, eləcə də qazkondensat yataqlarının işlənilməsinin texniki-texnoloji göstəricilərinin qiymətləndirilməsinin elmi-metodiki əsaslarının inkişafına yönələn təcrübi əhəmiyyətli tədqiqatlardır.

Dissertasiya işində alınmış elmi nəticələrin qazkondensat yataqlarının işlənilməsinin analizi və layihələndirilməsi zamanı işlənilmənin səmərəliliyini artırmaq üçün istifadəsi təklif edilir.

İşin aprobasiyası. Dissertasiya işinin əsas müddəaları və nəticələrinin müzakirəsi:

- "Fundamental və tətbiqi geologiya elmi nailiyyətlər, perspektivlər, problemlər və onların həll yolları" mövzusunda gənc alim və tələbələrin V Beynəlxalq konfransında (Bakı ş., 14-15 noyabr 2013-cü il)

- "Elmin müasir nailiyyətləri" mövzusunda V beynəlxalq iştiraklı elmi konfransda (Bakı ş., 2013-cü il)

- 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 işlənilməsi və istismarı" kafedrasının elmi seminarlarında (Bakı ş., 2013-2016-cı illər)

İşin həcmi. Dissertasiya işi giriş, 5 fəsil, əsas nəticələrdən ibarətdir. İş 149 səhifədən, o cümlədən 40 sayda şəkildən, 7 cədvəldən ibarətdir. İstifadə edilmiş ədəbiyyatlar 140 saydadır.

İŞİN MƏZMUNU

Giriş hissədə dissertasiya işinin mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmış və işin elmi yenilikləri şərh edilmişdir.

Birinci fəsilədə məsələli mühütdə neft və qazkondensat sisteminin süzülməsinin düz və tərs məsələlərinin həll üsullarının və qazkondensat yataqlarının komponentveriminin artırılması və qaz-maye qarışığının faza halının riyazi modelləşdirilməsi problemləri ilə bağlı tədqiqat işlərinin icmalı və analizi verilmişdir.

M.T.Abasov, A.X.Mirzəcanzadə, Z.Y.Abbasov, S.N.Buzinov, K.S.Basniyev, A.İ.Qriçenko, Q.İ.Calalov, S.N.Zakirov, Q.A.Zotov, Q.V.Rassoxin, Q.S.Stepanov, X.A.Feyzullayev və s. tədqiqatçıların işlərində qazkondensat yataqlarının qaz və kondensatveriminin artırılmasının müxtəlif üsulları təklif edilmişdir. Onları şərti olaraq iki qrupa bölmək olar. Onlardan birincisi, yataqda lay təzyiqini başlangıç kondensasiya təzyiqindən yuxarı təzyiqdə saxlamaqla retroqrad kondensatın çökməsinin azaldılması, ikincisi isə tam və ya müəyyən qədər tükənmiş yataqlarda retroqrad kondensata müxtəlif təsir üsullarını özündə saxlayır. Bu üsulların əsasında laya qazşəkilli və ya maye karbohidrogenlər və ya su ilə vaxtaşırı təsir etməklə lay flüidlərinin istismar quyularına tərəf sıxışdırılması dayanır. Maye karbohidrogen qarışıqları olaraq propan-butanın müxtəlif münasibətlərdə qarışığı, qazşəkilli qarışıqlar olaraq - quru və ya onların qeyri-karbohidrogen qaz və ya su ilə qarışığı götürülür.

Çoxsaylı eksperimental və nəzəri tədqiqatlar göstərir ki, tükənmiş qazkondensat laylarında kondensatveriminin artırılması üçün laya vurulan işçi reagentlərdən qazşəkilli reagentlərə üstünlük verilməlidir. Qazşəkilli reagentlərin üstünlüyü onunla əlaqədardır ki, o yalnız sadəcə layın flüid qarışığını sıxışdırmır, həm də süzülmə prosesinə daxil olur və maye karbohidrogen fazanın müəyyən hissəsi qazla qarışaraq onun laydan çıxarılmasını təmin etmiş olur.

Qazkondensat yataqlarının işlənməsi prosesi intensiv faza keçidləri və süzülən fazaların fiziki-kimyəvi xassələrinin kəskin dəyişməsi ilə səciyyəlidir. Bu problem M.T.Abasov, Z.Y.Abbasov, L.B.Berman, N.A.Belkin, A.İ.Brusilovski, Y.V.Varivoda, X.A.Feyzullayev, A.Y.Hamiot, R.Rid, T.Şervud, R.Behreus, S.Sandler, A.Danesh, G.Henderson, J.Peden, K.Hong, S.Lee, Y.Li, L.Nghiem, R. Mehra, J.Polbuck, Z.Henderson, S.Douglas, R.Wu və s. çoxsaylı tədqiqatçılar tərəfindən işlənmiş və yataqların işlənmə prosesinin düzgün idarə olunmasında faza çevrilmələrinin təyini

üsullarının dəqiqliyinin vacibliyi əsaslandırılmış və bu problemə ümumi yanaşma prinsipləri aşağıdakı formada qəbul edilmişdir:

- Real qazkondensat qarışığının faza halının riyazi modelləşdirilməsi zamanı əsas problemlərdən biri komponentlərin sayı az olmaqla onun süni qarışıqla adekvat əvəz oluna bilməsidir. Bu zaman real qazkondensat sistemini modelləşdirən karbohidrogen sistemin ayrıca fraksiyalarının hər hansı psevdokomponentlərlə əvəz olunması yerinə yetirilir. Lay karbohidrogen sisteminin modelləşdirilməsində kifayət qədər ən mürəkkəb məsələlərdən biri psevdokomponentdə real sistemin ayrıca fraksiyalarının birləşdirilməsi və bu psevdokomponentlərin xassələrinin təyin edilməsidir. Hər bir ayrıca karbohidrogenin psevdokomponentlərdə birləşməsi çox hallarda empirik yanaşma əsasında aparılır. $C_1 - C_4$ karbohidrogenlərinin kifayət qədər böyük sayda psevdokomponentlərlə və həmçinin CO_2 , H_2S komponentlərinin heç bir dəyişiklik olmadan modelləşdirilməsi dəqiq olaraq model qarışıq vasitəsilə verilə bilər. Kifayət qədər ağır C_{5+} komponentləri psevdokomponentlərlə əvəz olunur. Real sistemi üçkomponentli qarışıqla modelləşdirdikdə psevdokomponentlərdən birincisi C_1 , ikincisi $C_2 - C_4$ karbohidrogenləri, üçüncü isə C_{5+} psevdokomponenti qəbul edilir. C_{5+} qrupunun karbohidrogen fraksiyasının təsvir olunması əsasən ən mürəkkəb məsələlərdəndir.

- C_{5+} qrupunun parametrlərinin təyininə ümumi yanaşma təzyiq və temperaturun dəyişməsilə ayrıca hissələrə şərti bölünmədə onların parametrlərinin dəyişməməsinə əsaslanır. Belə xassələr - qaynama temperaturu, sıxlıq və molekulyar kütlə adi eksperimentlə təyin olunur. Qalan xassələr təmiz maddələr üçün eksperimental yolla alınan müxtəlif korrelyasiya asılılıqları ilə hesablanır. C_{5+} qrupu fraksiyalara həqiqi qaynama temperaturuna görə butansızlaşdırılmış kondensatın fraksiyaya ayrılışının nəticələrinə görə paylaşdırılır. Fraksiya ayrılışı olmadıqda C_{5+} qrupunun şərti bölünməsinə qrafik üsul tətbiq edilir. Butansızlaşdırılmış kondensatın fraksiyalara parçalanması ixtiyari cür aparılır. Bu halda onun sıxlığı, molekulyar kütləsi və orta qaynama temperaturu hökmən məlum olmalıdır.

Məsələli mühitdə qazkondensat qarışığının süzülmə prosesinin nəzəri və eksperimental tədqiqatlarının çoxluğuna baxmayaraq bu problemlərin bir çox sahələri kifayət qədər öyrənilməmişdir. O cümlədən işlənilmənin müxtəlif mərhələlərində tətbiq edilən texnoloji proseslərin modelləş-

dirilməsi zamanı istifadə olunan hidroqazdinamiki modellərin informasiya təminatının - qazkondensat sisteminin fazaların təzyiq, temperatur və tərkibdən asılı olaraq fiziki xassələrinin təyini, həmçinin onların (modellərin) yataq şəraitinə sazlanması problemləri və son nəticədə uyğun texnoloji göstəricilərin proqnozlaşdırılması əsasında yeni səmərəli texnoloji üsulların təklif edilməsi karbohidrogen yataqlarının işlənmə nəzəriyyəsi və praktikasının aktual məsələlərindəndir. Bu istiqamətdə işdə böyük aktuallığa malik bir sıra məsələlər həll edilmişdir.

İkinci fəsildə laya qazkondensat sisteminin başlanğıc kondensasiya təzyiqindən aşağı və maksimal kondensasiya təzyiqindən yuxarı təzyiq intervalında “quru” karbohidrogen qazı vurmaqla qaz araqatı yaratmaq və sonradan su vurma ilə qazkondensat sisteminin istismar quyularına tərəf sıxışdırılması məsələsinə baxılmışdır.

Qazkondensat laylarının işlənməsi zamanı qaz və su ilə birgə təsir üsulunun səmərəliliyini qiymətləndirmək üçün üçfazlı çoxkomponentli izotermik süzülmə modeli nəzəri baza olaraq seçilmişdir. Qəbul olunur ki, hər bir komponent şəraitdən asılı olaraq həm maye, həm də qaz halında ola bilər. Bu zaman fazaların ayrılma sərhəddində hər bir komponentin adsorbsiyası nəzərə alınmır, maye - qaz fazalarının birgə süzülməsi zamanı onlar arasında komponentlərin paylanması ümumi şəkildə faza tarazlıq paylanmasına və hər bir komponentin hər bir qaz-maye və su fazalarında hərəkəti ümumiləşmiş Darsi qanununa tabedir. Fazalar arası kapilyar təzyiq və daxili diffuziya qüvvələri nəzərə alınmadıqda baxılan proses

$$\operatorname{div}\left[\left(\frac{k_m \rho_m}{\mu_m} x_i + \frac{k_q \rho_q}{\mu_q} y_i\right) \operatorname{grad} p\right] = \frac{\partial}{\partial t} [m(\rho_m x_i s_m + \rho_q y_i s_q)] + \sum_{v=1}^s (Q_{m_v}(t) + Q_{q_v}(t)) \delta(x - x_v) \delta(y - y_v) \delta(z - z_v), \quad i = \overline{1, n} \quad , \quad (1)$$

$$\operatorname{div}\left[\left(\frac{k_s \rho_m}{\mu_s} x_i + \frac{k_q \rho_q}{\mu_q} y_i\right) \operatorname{grad} p\right] = \frac{\partial}{\partial t} [m(\rho_s s_s + \rho_q y_i s_q)] + \sum_{v=1}^s (Q_{s_v}(t) + Q_{q_v}(t)) \delta(x - x_v) \delta(y - y_v) \delta(z - z_v), \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, \quad \sum_{i=1}^n y_i + y_s = 1, \quad s_m + s_q + s_s = 1, \quad ,$$

$$\begin{aligned}
\rho_m &= \rho_m(p, T, z_1, z_2, \dots, z_N, z_s), \quad \rho_q = \rho_q(p, T, z_1, z_2, \dots, z_N, z_s), \\
\rho_s &= \rho_s(p, T, z_1, z_2, \dots, z_N, z_s), \quad \mu_m = \mu_m(p, T, z_1, z_2, \dots, z_N, z_s), \\
\mu_q &= \mu_q(p, T, z_1, z_2, \dots, z_N, z_s), \quad \mu_s = \mu_s(p, T, z_1, z_2, \dots, z_N, z_s).
\end{aligned} \tag{3}$$

diferensial tənliklər sistemi və

$$\begin{aligned}
p(x, y, z, t)|_{t=0} &= p_0(x, y, z), \quad s_q(x, y, z, t)|_{t=0} = s_{q0}(x, y, z), \\
s_s(x, y, z, t)|_{t=0} &= s_{s0}(x, y, z), \quad \eta_i(x, y, z, t)|_{t=0} = \eta_{i0}(x, y, z),
\end{aligned} \tag{4}$$

$$\left. \frac{\partial p(x, y, z, t)}{\partial n} \right|_{\Omega} = 0, \tag{5}$$

başlanğıc və sərhəd şərtləri ilə modelləşdirilir. Burada “m” və “q” karbohidrogenlərin qaz və maye fazalarının uyğun olaraq indeksi; y_s - vahid qaz kütləsində su buxarının miqdarı; y_i - vahid qaz kütləsində i -ci karbohidrogen komponentinin miqdarı; s_m və s_q - uyğun olaraq maye və qaz fazaları ilə məsaməli mühitin doyması; s_s - məsaməli mühitin su ilə doyması; m - məsaməlik; p - təzyiq; Q_m və Q_q - uyğun olaraq maye və qaz fazalarının i -ci komponentinə görə quyunun işini modelləşdirən mənbəyin sıxlıqları; δ - Dirak funksiyası; n - komponentlərin sayı; ρ_q , ρ_m və ρ_s - uyğun olaraq qaz, maye və suyun sıxlıqları; x_v , y_v , z_v - v -cü mənbəyin koordinatları; k_q , k_m və k_s - uyğun olaraq qaz, maye və suyun nisbi faza keçiricilikləri; μ_q , μ_m və μ_s - uyğun olaraq qazın, maye və suyun dinamik özlülükləri; η_i - qarışıqın tərkibi; t -zamandır.

(1)-(5) məsələsinin həlli zamanı qaz-karbohidrogen maye-su qarışığının fiziki xassələri

$$\begin{aligned}
f_{i,q} - f_{i,s} &= 0, \quad i = 1, \dots, L + 1 \\
f_{i,q} - f_{i,m} &= 0, \quad i = 1, \dots, N + 1 \\
\eta_1 - y_1 F_q - x_{1,s} F_s &= 0, \\
\eta_i - y_i F_q - x_{i,m} F_m - x_{i,s} F_s &= 0, \quad i = 2, \dots, L + 1, \tag{6} \\
\eta_i - y_i F_q - x_{i,m} F_m &= 0, \quad i = L + 2, \dots, N + 1 \\
F_q + F_m + F_s - 1 &= 0, \\
\sum_{i=1}^{N+1} y_i - 1 &= 0, \quad \sum_{i=1}^{L+1} x_{i,s} - 1 = 0.
\end{aligned}$$

sisteminin hal tənliyi ilə birgə həlli əsasında təyin edilir. (6) sistemində birinci və ikinci ($L+N+2$) sayda tənliklər uyğun olaraq qaz - karbohidrogen maye və su fazalarının komponentlərinin uçuculuqlarının bərabərliyinə görə termodinamik tarazlıq şərtini ifadə edir. Digər ($L+2N+2$) sayda tənliklər isə qaz-karbohidrogen maye-su qarışığının balans tənliklərini ifadə edir.

(1)-(5) sistemi mürəkkəb qeyri-xətti tənlikləri özündə birləşdirir və onun həllinin təyini üçün “təzyiqə görə qeyri-aşkar, tərkib və fazalara görə isə aşkar” hesablama sxemi təklif edilir. Təklif olunan alqoritm qazkondensat layına qaz və su ilə birgə təsir prosesini tədqiq etməyə imkan vermiş və konkret yatağın təmsalında ədədi eksperimentlər aparılmışdır. Yatağın sahəsi təxminən $6,25 \text{ km}^2$ -dir. Başlanğıc lay təzyiqi 52 MPa-ya bərabərdir. Başlanğıc temperatur isə 393 K-dir. Layın hündürlüyü 12-15,4 m intervalında dəyişir. Məsələlik əmsalı 0,2 - yə bərabərdir. Layın keçiriciliyi $(0,001-0,04) 10^{-12} \text{ m}^2$ intervalında dəyişir. Layın mərkəzi hissəsində dörd istismar quyusu və qazlılıq konturunun kənarlarında isə üç sayda vurucu quyu yerləşdirilmişdir. Layın qazladoyumluluq hissələri x, y və z koordinatlarına görə uyğun olaraq 13, 14 və 1 düyün nöqtələrindən ibarət üçöçlülük şəbəkə oblastı üzrə approssimasiya edilmişdir. Blokun birinin ölçüsü $250 \times 250 \times 14 \text{ m}$ təşkil edir.

Layın flüid sistemi 15 komponenti özündə saxlayan qarışıqla modelləşdirilmişdir, belə ki, C_{5+} qrupu fraksiya bölgülərinin verilənlərinə uyğun 9 sayda fraksiya ilə təqdim olunur. Qarışığın başlanğıc tərkibi (%-lə) aşağıdakı kimidir: azot – 2,69, karbon qazı – 3,31, metan – 60,95, etan – 10,89, propan – 6,66, butan – 2,84, C_{5+} karbohidrogenlər qrupu - 12,66. İlkin qarışıqda C_{5+} karbohidrogenlər qrupunun miqdarı 895 q/m^3 , uyğun olaraq lay qazında butansızlaşdırılmış kondensatın potensial miqdarı $1026 \text{ sm}^3/\text{m}^3$ -dur. C_{5+} karbohidrogenlər qrupunun molekulyar kütləsi 170,1-dir.

Layın başlanğıc kondensasiya təzyiqinin 49,1 MPa, maksimal kondensasiya təzyiqinin isə 49 MPa olması nəzəri yolla diferensial kondensasiya prosesinin tənliklərinin layın ilkin tərkibinə görə həllinin tapılması nəticəsində müəyyənləşdirilmişdir.

Horizontun başlanğıc termobarik şəraitində lay qarışığının faza halının identifikasiyası məqsədilə lay qarışığının kontaktlı kondensasiyası prosesinin hesablamaları aparılmışdır. Hesablamalar əsasında lay qarışığının $p=p(t)$ koordinatında faza diaqramı qurulmuş və qarışığın böhran temperaturu $90^\circ-95^\circ \text{C}$, böhran təzyiqi 50,3 MPa olmuşdur.

Üçfazlı süzülmə prosesində qazın, kondensatın və suyun nisbi faza keçiriciliklərinin məsaməli mühitin flüidlərlə doymasından asılılıqlarının təyin edilməsi zəruriliyi yaranır. Ona görə də faza keçiriciliklərinin hesablaşma modelinin realizasiyası zamanı B.Rovzun təklif etdiyi üsulla nisbi faza keçiricilikləri funksiyalarının identifikasiyası aparılmış və $k_q(s_q) = 0,9 \cdot s_q^{2,89}$, $k_k(s_q, s_s) = 0,78 \cdot (0,8 - (s_q + s_s))^{1,7}$, $k_s(s_s) = 1,25 \cdot s_s^2$ asılılıqları müəyyən olunmuşdur. Horizontun qaza, kondensata və suya görə doymalarının böhran qiymətləri isə uyğun olaraq 0,1; 0,18 və 0,2 təyin edilmişdir.

Baxılan yatağın işlənməsinə qədər aşağıdakı hesablaşma variantlarına baxılmışdır:

Variant I. Qazkondensat yatağının lay enerjisi hesabına, yəni tükənmə rejimi vasitəsi ilə mədəndə texnoloji şərtlərin ödənilməsi nəzərə alınmaqla müəyyən təzyiqlə qədər işlənməsi davam etdirilir. Quyuların istismarı daxil edilməsi qaydası əsas götürülməklə və çıxarılan illik qazın ümumi qaz ehtiyatının 5%-na bərabər olmaqla dörd istismar quyusu vasitəsilə bərabər orta debitlə işlənməsi qəbul edilir. Tükənmə rejimi ilə işləyən yatağın göstəricilərinin dinamikasını əsas götürməklə bir istismar quyusunun qaza görə debiti $640 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{gün}$ olur.

Variant II. Bu variantda tam və hissə-hissə Saykinq-proses tətbiq edilir.

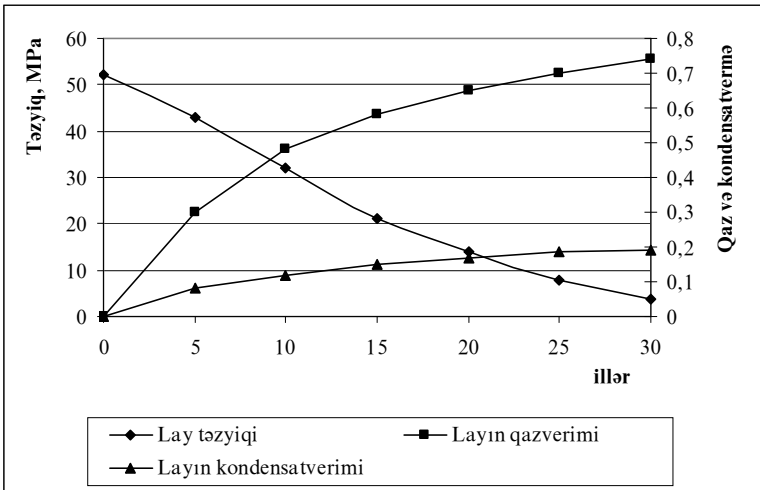
Variant III. Bu halda laya qazın və suyun birgə vurulması prosesi aparılır. Qazkondensat yataqlarında lay üzrə su ilə birgə hərəkət edən “quru” qaz araqaatının yaradılması təklif edilir. Bu proses aşağıdakı mərhələlərlə yerinə yetirilir.

I mərhələ. İlk olaraq ənənəvi Saykinq-proses yerinə yetirilir. Vurucu quyulara yataqdan hasil olunan “quru” karbohidrogen qazı vurulmaqla qazkondensat sisteminin istismar quyularından hasil olunması yerinə yetirilir. Bu mərhələdə əsas məqsəd “quru” qaz araqaatının yaradılmasıdır. Layda “quru” qaz araqaatının yaradılması üçün laydakı ilkin qaz ehtiyatının müxtəlif həcmələri istifadə edilir.

II mərhələ. Yuxarıda qeyd olunan həcm qədər qaz vurulmaqla quyuların ətrafında qaz araqaatı yaradıldıqdan sonra qazın vurulması dayandırılır və laya su vurma prosesi yerinə yetirilir. Bu mərhələdə əsas məqsəd təzyiqlin maksimal kondensasiya təzyiqindən yuxarı səviyyədə saxlamaqla, qazkondensat sistemini su ilə istismar quyularına sıxışdırmaqdır.

III mərhələ. İstismar quyularının sulaşmasından sonra işlənilmə tükənmə rejimində - layın öz enerjisi hesabına aparılır. Bu mərhələnin əsas məqsədi sulaşmış zonalarda tərpnəmz qalan qaz və kondensatın çıxarılmasının təmin edilməsidir.

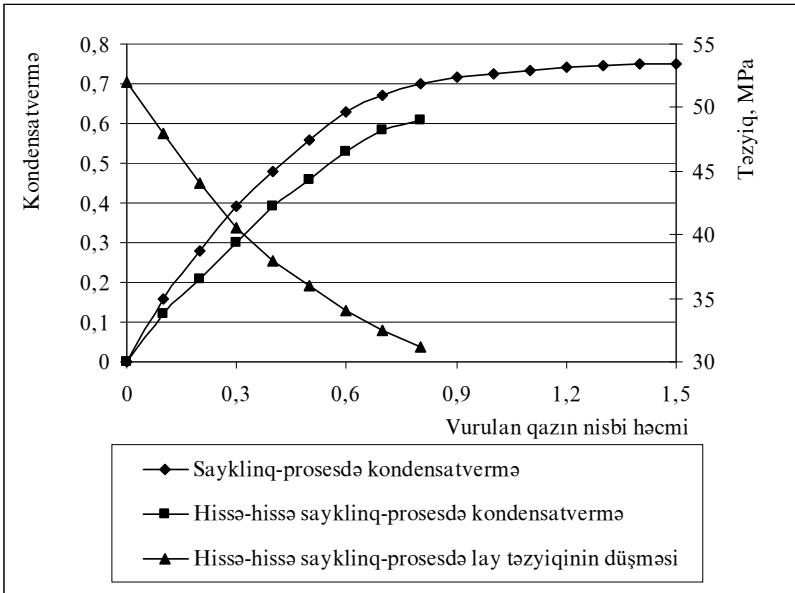
Baxılan işlənilmə texnologiyaları aşağıdakı göstəricilərlə xarakterizə olunur. Birinci işlənilmə variantına görə lay modelinin tükənmə rejimi 30 il davam edir. Bu müddət ərzində lay modelində başlanğıc qaz və kondensat ehtiyatının 74%-i və 19,2% çıxarıla bilir. Göstərilən işlənilmə müddəti ərzində lay təzyiqi 52 MPa-dan 3,9 MPa-a qədər aşağı düşmüşdür (şək.1). Tükənmə rejimində işləyən yatağın işlənilməsi zamanı proqnoz hesablamalar qaza görə orta gündəlik debitin 8 sayılı quyu üçün $640 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{gündən}$ $7,4 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{gün-ə}$, kondensata görə isə 50 t/gün-dən 1,1 t/gün-ə qədər azalmasını göstərmişdir.



Şək. 1. Tükənmə rejimində işləyən yataqda qaz və kondensatverim əmsallarının və təzyiqin zamana görə dəyişməsi

İkinci variantda tam və hissə-hissə Saykling-proses tətbiq edilir. Birinci halda yataqdan götürülən bütün qazdan C_{5+} karbohidrogenlər ayrıldıqdan sonra laya vurulur. Ona görə də çıxarılan qazın lay şəraitindəki həcmi başlanğıc lay təzyiqini saxlamaq üçün onun laya vurulan həcmindən çox olur. Lay təzyiqinin başlanğıc səviyyədə saxlanılması əlavə vurulan müəyyən həcmdə qazın hesabına əldə edilir. Tam Saykling-prosesdə

laydan çıxarılan kondensatın proqnoz əmsalı 76%-ə çatır (şək.2). Hissə-hissə Saykling-prosesdə laya çıxarılan qazın müəyyən hissəsi yüksək qaynama qabiliyyətli karbohidrogenlərə ayrıldıqdan sonra vurulur. Vurulan qazın həcmi qaza görə ümumi ehtiyatın 83%-ni təşkil edir. Bu halda lay təzyiqi başlanğıc təzyiqin 58%-i qədər aşağı düşür, lakin yüksək qaynama qabiliyyətli karbohidrogenlərin böyük hissəsi lay qazında qalır. Ona görə də kondensatverim əmsalının proqnoz qiyməti 61 % təşkil edir (şək. 2).



Şək. 2. Tam və hissə-hissə Saykling-prosesdə qaz, kondensatverim əmsallarının və təzyiqin zamana görə dəyişməsi

Üçüncü variantda qazın və suyun birgə vurulması tədqiq edilir və 3 mərhələdə yerinə yetirilir. I mərhələdə işlənilmənin qısa müddəti üçün Saykling-prosesinin realizasiyası aparılır. Lay təzyiqinin saxlanılması üçün suyun vurulması (II mərhələ) enerji itkilərinin azaldılmasını və eyni zamanda yağlı qazın quru qazla sıxışdırılması cəbhəsinin (xəttinin) nizamlı olmasını təmin edir. Lay təzyiqinin aşağı düşmə mərhələsi (III mərhələ) layın qazla doymuş hissələrindən qaz və kondensatın çıxarılmasına imkan yaradır.

Qaz araqatının ölçüləri və araqatı yaradıldıqdan sonra laya vurulan suyun həcmələri hesablamalarda böyük intervallarda dəyişdirilir və qaz araqatının yaradılmasında işlənilmənin optimal variantı kimi layın ilkin qaz ehtiyatının 48%-i həcmində “quru” qazın vurulması müəyyən edilir. Bu halda laya suyun vurulmasına “quru” qazın istismar quyularına daxil olma müddətindən bir az əvvəl başlanılır və bu zaman kondensat və qazverim əmsallarının qiymətləri uyğun olaraq 0,62 və 0,69 olur. Laya vurulan suyun həcmi təxminən $1700 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ təşkil edir.

Baxılan bütün hallarda qazın və suyun birgə vurulmasının realizasiyasında işlənilmə prosesi 30 ilə qədər davam etmişdir. Bu işlənilmə müddəti ərzində layda işləyən bütün istismar quyuları sulaşmış və işlənilmə prosesi dayandırılmışdır. Sonradan lay tükənmə rejimində işlənilmişdir (III mərhələ).

Horizontun qaz və suyun birgə vurulmasının realizasiyası zamanı hesablamaların nəticəsinə görə işlənilmənin sonunda sulaşmış zonalarda qaz və kondensatın kifayət qədər toplanması halı müəyyən edilir. Müəyyən təzyiqlər fərqi yaratmaqla sulaşmış quyuların istismarını davam etdirilmiş və qalan ehtiyatın qaza görə 62%-ni, kondensata görə isə 45%-ni çıxartmaq mümkün olmuşdur. Tükənmə rejimi 21 ilə qədər davam etmişdir və bu müddət ərzində laydan $1,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ su götürülmüşdür. Nəticədə üç mərhələ üzrə layın kondensata görə verim əmsalı 0,75, qaza görə verim əmsalı isə 0,88 olmuşdur.

Beləliklə, karbohidrogen ehtiyatlarının mənimsənilməsində qazkondensat layına başlanğıc kondensasiya təzyiqindən aşağı və maksimal kondensasiya təzyiqindən yuxarı təzyiq intervalında karbohidrogen qazlarla və su ilə birgə təsir üsulunun digər mövcud üsullarla müqayisədə səmərəli olması müəyyənləşdirilmiş və lay təzyiqinin saxlanılmasında “quru” qazın tələb olunan həcmnin kifayət qədər azaldılması təmin edilmişdir.

Üçüncü fəsilə tükənməkdə olan qazkondensat layına maye karbohidrogenlər və qazla təsir etmədə retroqrad kondensatın çıxarılması imkanları tədqiq edilmişdir.

Diferensial kondensasiya prosesi əsasında aparılan termodinamiki hesablamalar göstərir ki, qarışıqda aralıq maye karbohidrogen komponentlərinin miqdarını dəyişmək yolu ilə fazalar arası C_{5+} -un paylanmasını idarə etmək olar. Bu məqsədlə ilkin qazkondensat qarışığının tərkibi üç variantda seçilmişdir. Birinci variantda qazkondensat sisteminin tərkibi (%-li): metan-93, etan-0, propan-0, butan-0, C_{5+} karbohidrogenlər qrupu-7; ikinci

variantda – metan-80, etan-0, propan-9, butan-4, C_{5+} karbohidrogenlər qrupu-7; üçüncü variantda isə – metan-53, etan-10, propan-20, butan-10, C_{5+} karbohidrogenlər qrupu-7 olaraq seçilmişdir.

Qazkondensat qarışığının tükənməsi prosesi bütün hallarda qazkondensat yatağının orta statik verilənləri üçün tam tipik olan 40 MPa təzyiq və 376K temperaturda aparılmışdır. Layın uzunluğu və eni bərabər qəbul edilmiş və 500 m təşkil etmişdir. Kollektorun məsaməliyi 16,9 %, keçiriciliyi isə 0,042 mkm² təşkil etmişdir.

Konkret lay modelində aparılan termodinamiki hesablamalar göstərir ki, müxtəlif təzyiqlərdə aralıq maye karbohidrogenlərinin miqdarı, qaz fazası və retroqrad kondensat fazası arasında C_{5+} fraksiyalarının paylanmasına güclü təsir edir. Lay təzyiqi başlanğıc kondensasiya təzyiqinə yaxın olduqda qarışıqdakı komponentlərin miqdarının artması qaz fazasında C_{5+} -un miqdarının artmasına gətirir. Maksimal kondensasiya təzyiqindən aşağı təzyiqlərdə qarışıqda aralıq maye karbohidrogenlərin miqdarı artdıqda qaz fazasında C_{5+} -un miqdarı azalır, digər tərəfdən retroqrad kondensatın həcmi o qədər artır ki, tərkibində aralıq maye karbohidrogen komponentləri özündə saxlayan qazla retroqrad kondensata təsir onun hərəkətə gətirilməsinə və daha doğrusu retroqrad kondensat ehtiyatının işlənilməyə cəlb edilməsinə şərait yaradır.

Tükənməkdə olan qazkondensat layına aralıq maye karbohidrogen komponentlər və qazla təsir etmə üsulunun nəzəri öyrənilməsi ikifazlı çoxkomponentli sistemin süzülmə modeli bazasında yerinə yetirilmiş və Bulla-dəniz qazkondensat yatağının V blokunun VII horizontunun texnoloji göstəriciləri proqnozlaşdırılmışdır. Horizontun başlanğıc lay təzyiqi 71,6 MPa, temperaturu 102⁰C, layın karbohidrogen qarışığının başlanğıc kondensasiya təzyiqi 71 MPa -dır. Yataqda maye fazanın sıxlığı 800 kq/m³, molekulyar kütlə-60, qaz fazasında kondensatın miqdarı 362 q/m³-dur. Kollektorun məsaməliyi 16,9%, keçiriciliyi isə 0,042 mkm²-dir. Layda qazkondensat qarışığı aşağıdakı ortalaşmış tərkiblə (mol miqdarı, %) xarakterizə olunur: metan 88,59, etan 4,11, propan 1,47, butan 0,77, pentan plyus yuxarı qaynamaya malik karbohidrogenlər C_{5+} - 4,86, karbon qazı 0,2.

Horizontun işlənilməsinin tarixi məlumatlarına görə hesablama modelinin adaptasiyasından sonra onun tükənmə prosesinin öyrənilməsi üzrə hesablamalar aparılmış və artıq istismarı dayandırılmış 20, 44, 74 sayılı

quyular vurucu quyular kimi istifadə edilməklə (işləyən istismar quyuları onların təsir dairəsində yerləşirlər) aralıq maye karbohidrogen komponentlər və qazla laya təsirdə, laydan hasil olunan flüidin həcmindən vurulan qazın həcmnin artıq olması saxlanılmaqla, orta lay təzyiqinin 14 MPa-dan 15 MPa-a qədər artırılmasına baxılmışdır. Sonra retroqrad qazkondensatın sıxışdırılması laydan hasil olunan flüidin həcmnin qazın həcminə bərabər olması saxlanılmaqla sabit lay təzyiqində davam etdirilmişdir. Bu məqsədlə laya vurulan aralıq maye karbohidrogenlər və qazın miqdarı $2300 \cdot 10^7 \text{ m}^3$ təşkil etmişdir. Bu zaman aralıq maye karbohidrogenlər və qazın tərkibi aşağıdakı şəkildə seçilmişdir: metan-52; etan-12; propan-20; butan-16. İlk halda təsir zamanı kondensatladoyma artır. Aralıq maye karbohidrogenlər və qaz laya daxil olduqca retroqrad kondensatın layın maye fazasına daxil olması təmin edilir. Baxmayaraq ki, aralıq maye karbohidrogenlərin müəyyən hissəsi qaz fazasında qalır, lakin bu komponentlərin əsas kütləsi maye fazanın qiymətinin artmasını təmin edir və nəticədə məsələlərin maye fazası ilə doyumluluğu artır və layda hidrodinamiki tərpənmə sərhəddini aşaraq kifazalı süzülmə halına inversiya olunur. Buna görə də yüksək molekulyar komponentlərin miqdarı istismar quyusunun məhsulunda artır və layın kondensatverimi 36% olur. Nəticədə 12 MPa təzyiqə qədərki tükənmə rejiminin nəticələri ilə müqayisədə kondensatveriminin 9% artırılması təmin olunur.

Beləliklə, qazkondensat layının tükənmə rejimində işlənilməsinin son mərhələsində ona yüngül maye karbohidrogenlər və qazla təsir etmədə retroqrad kondensatın çıxarılmasının intensivləşdirilməsi mümkündür və bu təsir üsulu kifayət qədər səmərəlidir.

Dördüncü fəsilə qazkondensat layının tükənmə rejiminin müxtəlif mərhələlərində quyudibi zonaya karbohidrogen qazlarla təsiretmənin effektivliyinin qiymətləndirilməsi məsələləri tədqiq edilmişdir.

Quyuların quyudibi zonasının karbohidrogen qazlarla işlənilməsinin effektivliyinin qiymətləndirilməsinə təsir göstərən əsas amillərdən biri - lay təzyiqidir. Karbohidrogen qazlarda retroqrad kondensatın buxarlanma intensivliyi və quyudibi zonasından sıxışdırılması, ilk növbədə, təzyiqlə sıx bağlıdır. Digər tərəfdən lay təzyiqinin qiyməti quyuların quyudibi zonasında retroqrad kondensatın təkrar toplanma intensivliyini təyin edir. Quyuların quyudibi zonasına təsir prosesinin araşdırılmasında lay və maksimal kondensasiya təzyiq münasibətlərinin xüsusilə nəzərə alınması zəruridir.

Quyudibi zonada qazkondensat sisteminin tərkibi onun lay üzrə cari tərkibi ilə müqayisədə kəskin dəyişir. Ona görə də quyuların quyuyətrafi zonasında qaz və maye fazaları arasındakı kütlə dəyişmələri prosesi ümumən layda baş verən proseslərdən kəskin şəkildə fərqlənir. Odur ki, lay təzyiqi maksimal kondensasiya təzyiqindən yuxarı olduqda layın quyudan uzaq hissələrindən (bir qədər yüksək təzyiq) quyudibi zonaya (bir qədər aşağı təzyiq) yüngül çəkili maye karbohidrogenlərlə zənginləşmiş qaz fazası daxil olur. Lay təzyiqi maksimal kondensasiya təzyiqindən aşağı olduqda quyulara kifayət qədər böyük həcmdə yüngül çəkili maye karbohidrogenlərlə zənginləşmiş qaz-maye qarışığı süzülür.

Təzyiqin maksimal kondensasiya təzyiqindən aşağı və yuxarı halları nəzərdən keçirilməklə ikifazlı çoxkomponentli süzülmə modeli bazasında lay təzyiqinin qiymətinin quyuların məhsuldarlığının bərpa olunması prosesinə təsirinin tədqiqi məsələsi araşdırılmışdır. Bu zaman Bulla-dəniz qazkondensat yatağının VII horizontunun istismar olunan quyularının quyudibi zonalarında təzyiqin 71,6 MPa -dan 25,0 MPa -a düşməsi intervallarında hesablamalar aparılmış və qazkondensat qarışığının maksimal kondensasiya təzyiqi 26-27 MPa intervalında təyin edilmişdir. Quyuların karbohidrogen qazlarla işlənilməsində lay təzyiqinin maksimal kondensasiya təzyiqindən aşağı olduğu hal 25 MPa təzyiq səviyyəsi, lay təzyiqinin maksimal kondensasiya təzyiqindən yuxarı olduğu hal üzrə isə 35 MPa təzyiq səviyyəsi qəbul edilmişdir. Hesablama nəticələri göstərir ki, lay təzyiqinin maksimal kondensasiya təzyiqindən aşağı təzyiqlərdə quyuların “quru” qazla işlənilməsi kifayət qədər effektiv prosesdir. Qazın quyulara qeyd olunan təzyiq intervalında vurulması quyuların quyudibi zonasından retroqrad kondensatın sıxışdırılmasını və onun müəyyən hissəsinin qaz fazasında buxarlanmasını təmin edir və bunun nəticəsində quyuların müəyyən təzyiqlər fərqi yəni yenidən istismarında kondensata görə hasilat artır və onun yenidən çökməsi prosesinin intensivliyi kifayət qədər azalır. Maksimal kondensasiya təzyiqindən yuxarı təzyiqlərdə isə quyuların “quru” qazla işlənilməsi zamanı retroqrad kondensatın, aşağı təzyiqlərdəki haldan fərqli olaraq, qaz fazasında daha yaxşı buxarlanması baş verir, lakin quyu istismara buraxıldıqdan sonra retroqrad kondensatın təkrar quyuyətrafi zonada yığılması intensivləşir və bu da quyunun quyuyətrafi zonasına təsir effektivliyinin aşağı düşməsinə gətirir.

Beləliklə, layın konkret quyuları üçün təklif olunan hesablama sxemi əsasında işlənilmənin effektivliyinin qiymətləndirilməsi üzrə aparılan təd-

qıqatlar işlənmənin müxtəlif mərhələlərində quyudibi zonanın “quru” qazlarla işlənməsinin lay təzyiqin maksimal kondensasiya təzyiqindən aşağı təzyiqlərdə aparılmasının kifayət qədər effektiv olmasını təsdiqləyir.

Beşinci fəsilə süxurları relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan layda qazkondensat qarışığının quyuya süzülməsi zamanı layın keçiriciliyinin dəyişməsinin məsaməliyin dəyişməsinə təsirinin qiymətləndirilməsi və lay parametrlərinin təyini məsələsinə və həmçinin süxurların relaksasiyalı deformasiyasının qeyri-xətti elastiki deformasiyaya nəzərən quyudibi təzyiqinə, kondensatladomaya və məsaməliyə təsir xüsusiyyətlərinin tədqiqi ilə bağlı məsələyə baxılmışdır.

Qazkondensat qarışığının süzülməsi zamanı deformasiya olunan layın parametrlərinin tapılması üçün zamana görə quyuda təzyiqin faktiki qiyməti ilə hesablanmış qiymətləri fərqlənin kvadratının inteqralından istifadə olunmaqla tərtib edilmiş funksionalın minimallaşdırılması - optimallaşdırma meyarı kimi qəbul edilmişdir. İşlənmiş üsul layı və flüidləri xarakterizə edən parametrlərin təyini üçün tətbiq edilmişdir.

Tükənmə rejimində işlənən qaz layının keçiricilik, məsaməlik və qalıq qazladoyumluluq əmsallarının adekvat qiymətləndirilməsinə imkan verən identifikasiya məsələsi həll edilmiş, faktiki mədən məlumatları əsasında axtarılan parametrlərin təyinin optimallaşdırma nəzəriyyəsinin üsullarından istifadə etməklə mümkünüyü göstərilmiş və müvafiq təyin proseduru işlənmişdir.

Qazkondensat sisteminin quyuya süzülməsi zamanı keçiriciliyin dəyişməsinin nəzərə alınmadığı və nəzərə alındığı hallarda relaksasiyalı və qeyri-xətti elastiki deformasiya hallarına uyğun məsaməliyin dəyişmə dinamikaları öyrənilmiş, süxurların relaksasiyalı deformasiyaya uğraması zamanı qazkondensat sisteminin quyuya süzülməsi prosesinin nəticələrinin süxurların elastiki deformasiyaya uğraması nəticələri ilə müqayisədə müəyyən xətalara gətirməsi (baxılan hallarda maksimum 3,2%-dək) müəyyən edilmişdir. İşlənilmə prosesinə uyğun hesablamalarda belə xətalardan alınma sərhədləri bilavasitə lay şəraitinə uyğun məsaməliyin relaksasiya vaxtının nə dərəcədə düzgün seçilməsindən asılıdır. İşlənilmə prosesi zamanı lay şəraitinə uyğun məsaməliyin relaksasiya vaxtının düzgün seçilməsi layın işlənməsinin tarixi məlumatlarının işlənmə variantının hesablamalarını yerinə yetirən hidroqazdinamik modelin lay şəraitinə uyğunlaşdırılması (adaptasiyası) ilə yerinə yetirilmişdir.

Beləliklə, süxurları relaksasiyalı deformasiyaya məruz qalan qazkondensat layının işlənmə göstəricilərinin dəyişmə xüsusiyyətləri öyrənilmiş və keçiriciliyin təzyiqdən asılı olaraq dəyişməsinin layın məsaməliyinə təsirinin xarakteri müəyyənləşdirilmişdir. Eyni zamanda qazkondensat qarışığının süzülməsi şəraitində müasir optimal idarəetmənin variasiya üsulu əsasında prosesin hidrodinamiki modelinin süzülmə-tutum parametrlərə nəzərən identifikasiyası məsələsi qoyulmuş və həll edilmişdir.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

Dərində yerləşən qazkondensat yataqlarının işlənməsinin müxtəlif mərhələlərində laya karbohidrogen qazlarla və su-qaz qarışığı ilə təsir etmədə lay proseslərinin hidroqazdinamik modelləşdirilməsi, layda baş verən mürəkkəb süzülmə proseslərinin əsas qanunauygunluqlarının öyrənilməsi, işlənmənin səmərəliliyinin artırılması üçün yeni texnoloji üsulların yaradılması istiqamətində tədqiqatlar aparılmışdır. Bu zaman:

1. Karbohidrogen ehtiyatlarının mənimsənilməsində qazkondensat layına başlanğıc kondensasiya təzyiqindən aşağı və maksimal kondensasiya təzyiqindən yuxarı təzyiq intervalında karbohidrogen qazlarla və su ilə birgə təsir üsullarının səmərəliliyinin düzgün qiymətləndirilməsi üçün üç-fazlı çoxkomponentli süzülmə modelinin nəzəri bazası işlənilmişdir.

2. Tükənmə rejimində işlənən qazkondensat layının kondensatveriminə karbohidrogen qarışığın tərkibinin təsiri məsələlərinin həll üsulları işlənilmiş və laydan hasil olunan C_{s+} stabil kondensat miqdarının lay qazının tərkibində olan yüngül çəkili maye fraksiyaların miqdarı ilə mütənasibliyi müəyyənləşdirilmişdir.

3. Tükənməkdə olan qazkondensat laylarına yüngül çəkili maye karbohidrogenlər və qazla təsir prosesi modelləşdirilmiş və retroqrad kondensatın çıxarılmasının intensivləşdirilməsi imkanları əsaslandırılmışdır.

4. Qazkondensat layının tükənmə rejimində işlənməsinin müxtəlif mərhələlərində quyudibi zonanın müxtəlif tərkibli qazlarla işlənmə səmərəliliyi qiymətləndirilmiş və quyulara yüngül çəkili maye karbohidrogenlər və qazla təsirin maksimal kondensasiya təzyiqindən aşağı lay təzyiqlərində səmərəli olması müəyyənləşdirilmişdir.

5. Layın istismar göstəricilərinin faktiki məlumatlarının dəyişməsinə görə qazkondensat sisteminin süzülmə-tutum parametrlərinin identifikasiyası üsulları təklif edilmişdir.

Dissertasiyanın əsas müddələri aşağıdakı işlərdə çap olunmuşdur:

1. Jalalov G.I., Kuliyeв G.F., Feyzullayev Kh.A., Damirov A.A. Parametrical identification of the filtration models of gas with condensed mixture // An international Journal Applied and computational mathematics, 2008, v.7, № 2, pp.214- 222
2. Dəmirov A.A.. Qazkondensat yataqlarına su və qazın birgə vurulması yolu ilə təsir prosesinin ədədi modelləşdirilməsi. “Elmin müasir nailiyyətləri” mövzusunda V beynəlxalq iştiraklı distansion elmi konfransın materialları (Bakı ş. 30-31 yanvar 2013-cü il), s. 66-90
3. Dəmirov A.A. Qazkondensat yatağının tükənmə rejiminin müxtəlif mərhələlərində quyuların quyudibi zonasına müxtəlif tərkibli qazlarla təsiretmənin effektivliyinin qiymətləndirilməsi. “Elmin müasir nailiyyətləri” mövzusunda V beynəlxalq iştiraklı distansion elmi konfransın materialları (Bakı ş. 30-31 yanvar 2013-cü il), s.90-108
4. Məhərrəmov S.D., Dəmirov A.A., Səmədzadə A.T.. Qazkondensat yatağının tükənmə rejiminin müxtəlif mərhələlərində quyuların quyudibi zonasına qazla təsiretmənin effektivliyinin qiymətləndirilməsi. “Fundamental və tətbiqi geologiya elmi nailiyyətlər, perspektivlər, problemlər və onların həlli yolları” mövzusunda gənc alim və tələbələrin 5-ci Beynəlxalq konfransının tezisləri (Bakı ş., 14-15 noyabr 2013-cü il), s.216-218
5. Аббасов З.Я., Джалалов Г.И., Фейзуллаев Х.А., Дамиров А.А. Моделирование процесса обработки призабойной зоны газоконденсатной скважины сухим газом в различных стадиях разработки залежи // Изв. НАН Азерб., серия Наук о Земле, 2013, №3, с.49-55
6. Аббасов З.Я., Джалалов Г.И., Фейзуллаев Х.А., Дамиров А.А. Численный алгоритм решения процесса воздействия на газоконденсатную залежь комбинированной закачкой газа и воды// Изв. НАН Азерб., серия Наук о Земле, 2013, №1, с.56-66
7. Dəmirov A.A. Suxurları relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan qazkondensat yatağında qazkondensat qarışığının quyuya axını zamanı layın keçiriciliyinin dəyişməsinin məsələliyin qiymətlərinə təsirinin tədqiqi // Qərb Universitetinin Elmi xəbərləri, 2015, №3, s.62-68
8. Feyzullayev X.A., Dəmirov A.A. Suxurları relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan qazkondensat yatağında qazkondensat qarışığının quyuya radial axını məsələsinin ədədi həlli // Odlar Yurdu Universitetinin Elmi və Pedaqoji xəbərləri, 2016, №43, s.55-62

9. Feyzullayev X.A., Dəmirov A.A., Kazımov B.Z. Tükənmə rejimli qaz layının süzülmə-tutum parametrlərinin parametrik identifikasiyalı təyini // Odlar Yurdu Universitetinin Elmi və Pedaqoji xəbərləri, 2016, №45, s.71-77
10. Feyzullayev X.A., Dəmirov A.A., Kazımov B.Z.. Qazkondensat qarışığının süzülməsi zamanı deformasiya olunan layın parametrlərinin təyini // Odlar Yurdu Universitetinin Elmi və Pedaqoji Xəbərləri, 2017, № 47, s.46-52

Həmmüəlliflərlə birlikdə yerinə yetirilmiş işlərdə iddiaçının şəxsi əməyi:

İş [1, 4-6, 8-10] – həll alqoritminin qurulması, riyazi eksperimentlərin aparılması və nəticələrin təhlili.



Дамиров Асаф Агаджафар оглы

**ПОВЫШЕНИЕ КОНДЕНСАТООТДАЧИ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ
НА ГАЗОКОНДЕНСАТНЫЕ ПЛАСТЫ УГЛЕВОДОРОДНЫМИ
ГАЗАМИ И ВОДОГАЗОВОЙ СМЕСЬЮ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ
СТАДИЯХ РАЗРАБОТКИ**

РЕЗЮМЕ

Были проведены исследования в направлениях по гидродинамическому моделированию пластовых процессов при воздействии на пласт углеводородными газами и водогазовой смесью при различных стадиях разработки глубокозалегающих газоконденсатных месторождений, по изучению основных закономерностей сложных фильтрационных процессов, происходящих в пласте, по разработке новых технологических методов с целью повышения эффективности разработки. При этом:

1. Разработана теоретическая база трехфазной многокомпонентной фильтрационной модели для правильного оценивания эффективности методов совместного воздействия на газоконденсатный пласт углеводородными газами и водой в интервалах давления ниже давления начальной конденсации и выше давления максимальной конденсации при освоении углеводородных запасов.

2. Разработаны методы решения задач влияния состава углеводородной смеси на конденсатотдачу, разрабатываемого в режиме истощения, газоконденсатного пласта, и установлена пропорциональность между количествами, эксплуатируемого из пласта, стабильного конденсата C_{5+} и легких жидких фракций в составе пластового газа.

3. Был смоделирован процесс воздействия на истощающий газоконденсатный пласт легкими жидкими углеводородами и газом, и обоснованы возможности интенсификации извлечения ретроградного конденсата.

4. Оценена эффективность влияния обработки призабойной зоны газами различного состава при различных стадиях разработки газоконденсатного пласта в режиме истощения, и установлена достаточная эффективность воздействия в скважины легкими жидкими углеводородами и газом при пластовом давлении, ниже давления максимальной конденсации.

5. Предложены методы идентификации фильтрационно-емкостных параметров газоконденсатной системы по изменению фактических эксплуатационных показателей пласта.

Damirov Asaf Agajafar oglu

**IMPROVEMENT OF CONDENSATE RECOVERY WITH THE
IMPACT ON GASCONDENSATE LAYERS BY HYDROCARBON
GASES AND WATER-GAS MIXTURE AT VARIOUS STAGES
OF DEVELOPMENT**

SUMMARY

Researches in the directions on a hydrodynamic modelirovaniye of bedded processes at impact on layer have been conducted by hydrocarbonic gases and water gas mix at various stages of development of deep-laying gas-condensate fields, on studying of the main regularities of the difficult filtrational processes happening in layer on development of new technological methods for the purpose of increase in efficiency of development. At the same time:

1. The theoretical base of three-phase multicomponent filtrational model is developed for the correct estimation of efficiency of methods of joint impact on gas-condensate layer by uglevokdorodny gases and water in intervals of pressure pressure of initial condensation are lower and pressure of the maximum condensation at development of hydrocarbonic reserves are higher.

2. Methods of the solution of problems of influence of the composition of hydrocarbonic mix on a kondensatodacha developed in the mode of exhaustion, gas-condensate layer are developed and the proportionality between quantities, the operated from layer, stable condensate and easy liquid fractions as a part of reservoir gas is established.

3. Process of impact on the exhausting gas-condensate layer has been simulated by light liquid hydrocarbons and gas, and possibilities of an intensification of extraction of retrograde condensate are proved.

4. The efficiency of influence of processing of a bottomhole zone is estimated by gases of various structure at various stages of development of gas-condensate layer in the exhaustion mode, and the sufficient efficiency of influence to wells is established by light liquid hydrocarbons and gas at reservoir pressure, pressure of the maximum condensation are lower.

5. Methods of identification of filtrational and capacitor parameters of gas-condensate system on change of the actual operational indicators of layer are offered.

Sifariş № 16. Tirajı 100 nüsxə

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası
Geologiya və Geofizika İnstitutunun mətbəəsi.
Bakı, H.Cavid pr. 119, Tel.: 539-39-72

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ**

На правах рукописи

ДАМИРОВ АСАФ АГАДЖАФАР ОГЛЫ

**ПОВЫШЕНИЕ КОНДЕНСАТООТДАЧИ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ
НА ГАЗОКОНДЕНСАТНЫЕ ПЛАСТЫ УГЛЕВОДОРОДНЫМИ
ГАЗАМИ И ВОДОГАЗОВОЙ СМЕСЬЮ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ
СТАДИЯХ РАЗРАБОТКИ**

2525.01 – Разработка и эксплуатация нефтяных и
газовых месторождений

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание учёной степени
доктора философии по техническим наукам

БАКУ – 2018