

Qaz-kondensat yataqlarının kondensatvermə əmsalına qeyri-karbohidrogen mənşəli qazların təsirinin hidrodinamik model vasitəsilə tədqiqi

N.N. Həmidov, t.e.n.¹,V.M. Fətəliyev, t.e.d.², Ü.B. Əsgərova²¹"Neftqazelməhdətqazlayihə" İnstitutu,²Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

e-mail: natiq.hamidov@socar.az

Açar sözlər: qaz, kondensat, yataq, kondensatvermə əmsalı, azot, karbon qazı, hidrodinamik model, hal tənliyi, retroqrad kondensləşmə təzyiqi.

DOI.10.37474/0365-8554/2023-5-30-37

Исследование влияния неуглеродных газов на коэффициент конденсатоотдачи газоконденсатных месторождений с помощью гидродинамической модели

N.N. Gamidov, k.t.n.¹, V.M. Fataliev, d.t.n.², U.B. Askerova²
¹НИПИнефтегаз,
²Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

Ключевые слова: газ, конденсат, месторождение, коэффициент конденсатоотдачи, азот, углекислый газ, гидродинамическая модель, уравнение состояния, давление ретроградной конденсации.

Существует достаточно научно-исследовательских работ по эффективному применению неуглеводородных газов с целью увеличения компонентоотдачи углеводородных месторождений. В длительный период нами также проводились ряд научно-исследовательских работ, посвященных влиянию азота и углекислого газа на конечный коэффициент конденсатоотдачи месторождений, а также на продуктивность газоконденсатных скважин.

Однако известно, что в составе пластовых систем газоконденсатных месторождений, наряду с другими неуглеводородными газами присутствуют азот и углекислый газ. Иногда их количество имеет довольно большую долю в общем объеме. Но, влияние количества естественно присутствующих в пластовых системах азота и углекислого газа на конечный коэффициент конденсатоотдачи газоконденсатных месторождений изучено недостаточно.

Исследовано влияние количества азота и углекислого газа в составе пластовых систем на коэффициент конденсатоотдачи газоконденсатных месторождений. С этой целью, в качестве базового варианта использовалась многокомпонентная гидродинамическая модель месторождения Булла-дениз, исследовались факторы, влияющие на процесс путем сравнения конечного коэффициента конденсатоотдачи месторождения с другими системами, содержащими азот и углекислый газ.

Study of the influence of non-carbon gases on the condensate recovery coefficient of gas condensate fields using a hydrodynamic model

N.N. Gamidov, Ph.D in technical science¹, V.M. Fataliev, Doctor of Technical Sciences², U.B. Askerova²
¹"Oil-Gas Scientific Research Project" Institute,
²Azerbaijan State University of Oil and Industry

Keywords: gas, condensate, field, condensate recovery coefficient, nitrogen, carbon dioxide, hydrodynamic model, equation of state, retrograde condensation pressure.

There is enough research work on the effective use of non-hydrocarbon gases in order to increase the component recovery of hydrocarbon deposits. Over a long period, we have also carried out a number of research works on the effect of nitrogen and carbon dioxide on the final condensate recovery factor of fields, as well as on the productivity of gas condensate wells.

However, it is known that the formation systems of gas condensate fields, along with other non-hydrocarbon gases, contain nitrogen and carbon dioxide. Sometimes their number has a rather large share in the total volume. But, the effect of the amount of nitrogen and carbon dioxide naturally present in reservoir systems on the final condensate recovery coefficient of gas condensate fields has not been studied enough.

The influence of the amount of nitrogen and carbon dioxide in the composition of reservoir systems on the condensate recovery coefficient of gas condensate fields has been studied. To this end, a multicomponent hydrodynamic model of the Bulla-Sea field was used as a base case, the factors influencing the process were studied by comparing the final condensate recovery coefficient of the field with other systems containing nitrogen and carbon dioxide.

Qaz-kondensat yataqlarının son kondensatvermə əmsalının artırılmasında işçi agent kimi azot və karbon qazlarından istifadə edilməsi, onların prosesə təsirinin mənfi və müsbət tərəfləri ətrafı şəkildə araşdırılmış, bu qazların laya çökmüş retroqrad kondensatın buxarlandırılmasında və ya müxtəlif termobarik şəraitdə qaz fazasında həll olunmasında rolu geniş tədqiq edilmişdir [1–5].

Lakin məlumdur ki, qaz-kondensat yataqlarında təbii sistemlərin tərkibində də müxtəlif miqdarda karbon və azot qazları mövcud olur. Bu qazların miqdarı da qaz-kondensat yataqlarının işlənməsinə müəyyən mənada təsir göstərir. Məsələn, bir çox qaz-kondensat yataqlarından götürülmüş qaz nümunələrinin xromatoqrafik analizlərinə əsasən, karbon qazının miqdarı yataqların formalaşma şəraiti və digər amillərin təsirdən asılı olaraq 80 %-ə (Rusiyanın Semivodskoye yatağında karbon qazının miqdarı 79.79 %) qədər ola bilər. Lakin demək olar ki, bütün qaz-kondensat yataqlarında az da olsa CO₂ qazına rast gəlinir. Məsələn, Rusiyanın Urenqoy, Zapolyarnoye və Yurxarovskoye yataqlarında CO₂-nin miqdarı uyğun olaraq 0.01 %, 0.03 % və 0.07 %, lakin Astraxan, Berezansk və Kandıy yataqlarında uyğun olaraq 21.55 %, 3.39 % və 2.89 % təşkil edir [4, 6, 7].

Karbon qazı fiziki-kimyəvi-termodinamik xassələrinə görə neft-qaz hasilatı sahəsində geniş istifadə edilir. Qaz-kondensat yataqlarının işlənməsində, həmçinin fundamental və tətbiqi tədqiqatların aparılmasında da bu qazdan geniş istifadə edilməkdədir [1, 2, 6]. Tədqiqatlara əsasən, karbon qazının digər qazlara nisbətən kondensatda daha yaxşı həll olmasına görə kondensatı buxarlandırmaq qabiliyyəti də yüksək olur [8, 9].

Azot qazı da təbii sistemlərin tərkibində adətən 0–2 % arasında dəyişir, lakin bəzi hallarda yüksək konsentrasiyaya da rast gəlmək olur. Məsələn, Rusiyanın Orenburq, Romaşkino, Tuymazı yataqlarında

rında azotun miqdarı uyğun olaraq 4.89 %, 10.4 % və 15.2 % təşkil edir. Çinin bəzi qaz-kondensat yataqlarında isə bu rəqəm 70 %-ə çatır [3, 6, 7]. Bu baxımdan azotun lay sisteminin faza çevrilməsinə təsirinin tədqiqi həmişə diqqətdə saxlanılır [8, 9].

Tədqiqatın mahiyyəti və obyektı

Bütün bunları nəzərə alaraq, təqdim edilən tədqiqat işi əvvəlki təcrübələr nəzərə alınmaqla, təbii qaz-kondensat sistemlərinin tərkibində olan azot və karbon qazlarının faza çevrilmələrinə və işlənmə zamanı kondensatın retroqrad çökmə prosesinə təsirinin tədqiq edilməsinə və lay sistemlərinin tərkibində bu qazların miqdarının son maye kondensat verimində təsirinin hidrodinamik model vasitəsilə araşdırılmasına həsr edilmişdir.

Tədqiqatlar Bulla-dəniz yatağının Tempest/Enable proqram paketində qurulmuş hidrodinamik modeli üzərində aparılmış, baza variantı kimi bu yatağın real işlənmə prosesinin faktiki lay (qaz-kondensat) sistemləri əsasında qurulmuş hidrodinamik modeli götürülmüşdür.

Ümumiyyətlə, Bulla-dəniz yatağı Abşeron arxipelaqının şimal hissəsində, Bakı şəhərindən 55 km cənubda yerləşir. Bulla-dəniz yatağının qeoloji-qeofiziki öyrənilməsinə 1951-ci ildən başlanmışdır. 1951–1956-cı illərdə aparılmış kəşfiyyat işləri qırışığın sərhədlərini aydınlaşdırmağa kömək etmişdir. Bu işlər daha sonra davam etdirilmiş və burada əsas məqsəd qırışığın şimal-şərq qanadı və cənub-şərq peroklinalının öyrənilməsi olmuşdur. Bulla-dəniz strukturunun 1950–1957-ci illərdə aparılmış seysmik kəşfiyyat işləri nəticəsində aşkar edilməsinə baxmayaraq, burada struktur-axtarış qazma və eyni zamanda Bulla-dəniz sahəsində dərin kəşfiyyat qazmasına 1965-ci ildə başlanılmışdır [10]. Bunun üçün əsas, qonşu Xara-Zirə sahəsində Məhsuldar Qat (MQ) çöküntülərindən neft alınması və struktur-axtarış quyularının

Cədvəl 1

Parametrlər	V horizon			VII horizon		VIII horizon	
	9	14	23	20	22	56	72
İstismara daxilolma tarixi	05.1975	01.1975	12.1977	04.1976	04.1976	06.1982	05.1987
Nümunələrin götürülmə tarixi	03.1976	04.1976	02.1978	07.1976	04.1976	09.1982	-
Lay temperaturu, °C	96			103		110	
Lay təzyiqi, MPa	69			71.3		80	
Kondensatın potensial miqdarı, q/m ³	292	322	214	323.8	361.6	478	509
$p_{kondens}$ (təcrübi), MPa	43.5-44.5			62.5-65.7		66-70	
Kondensatın sıxlığı, kq/m ³	782	780	782.8	811	815	823	822
Kondensatın molekul kütləsi, kq/kmol	134	124	137	171	177	193	193
Qazın molekul kütləsi, q/mol	21.9			22.9		25.9	

da qazma prosesində qaz təzahürləri olmuşdur. 1973-cü ildə qırışığın şimal-şərq qanadında VII horizontdan (18 №-li quyudan – qaz, kondensat) və 1974-cü ildə V horizontdan (14 №-li quyudan – qaz, kondensat) sənaye əhəmiyyətli məhsul alınmışdır. Yatağın tam sənaye işlənməsi 1975-ci ildən həyata keçirilir. Bulla-dəniz yatağının əsas işlənmə obyektləri MQ-nin V, VII, QÜGLD və VIII horizontlarıdır [11].

Qaz-kondensat nümunələrinin termodinamik və fiziki-kimyəvi tədqiqatları ilk axtarış-kəşfiyyat quyularının məhsulları əsasında aparılmışdır. İşlənmənin sonrakı mərhələlərində lay təzyiqinin intensiv aşağı düşməsinə uyğun olaraq sərbəst qaz və kondensatın gündəlik hasilatlarının azalması termodinamik tədqiqatların çox az həcmdə aparılmasına səbəb olmuşdur. Qeyd edək ki, V horizontun ölçülmüş başlanğıc lay təzyiqi 5350 m dərinlikdə 69 MPa, VII horizontda 5750 m dərinlikdə 71.3 MPa, VIII horizontda 6000 m dərinlikdə isə 80 MPa-ya bərabər olmuşdur.

Bulla-dəniz yatağının V (9, 14, 23), VII (20, 22) və VIII (56, 72) horizontları üzrə termodinamik tədqiqatlar işlənmənin ilk illərində istismara daxil olmuş quyularda aparılmışdır (cədvəl 1).

Cədvəldən göründüyü kimi, kondensatın sıxlığı V horizontda 782 kq/m³, VII horizontda 812 kq/m³ və VIII horizontda 823 kq/m³ təşkil etmişdir.

Lay suyunun özlülüyü V horizontda 88 °C-də 0.33 mPa·s, VII və VIII horizontlarda isə 103 və 105 °C-də 0.25 mPa·s-ə bərabər olduğu müəyyən edilmişdir.

Bulla-dəniz yatağının istismara başlamış ilk quyularından olan 9 №-li quyuda lay təzyiqi 54 MPa, lay qazında kondensatın miqdarı 292 q/m³, temperatur 96 °C, kondensatın sıxlığı 782 kq/m³, molekül kütləsi 134 kq/kmol, 23 №-li quyuda isə lay təzyiqi 47 MPa, kondensatın miqdarı 214 q/m³, sıxlığı 782.8 kq/m³, molekül kütləsi 137 kq/kmol olmuşdur.

Hidrodinamik modelin yaradılması və adaptasiyası

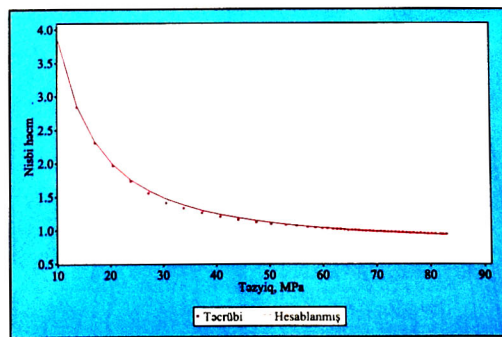
Hidrodinamik modelin qurulması üçün ilk növbədə yatağın geoloji modeli qurulmuş, ehtiyatlar hesablanmışdır. Sonra geoloji model hidrodinamik simulyatora yüklənərək işlənmə prosesi tam şəkildə modelləşdirilmişdir. Geoloji modelin hidrodinamik simulyatora yüklənməsi zamanı struktur modellə birlikdə quyuların koordinatları, altitudaları, inklometriyaları, kontaktların dərinlikləri, layların süzülmə-tutum parametrlərinin (petrofiziki) kubları da daxil olmaqla geoloji model

tam olaraq hidrodinamik modelə köçürülmüşdür. Sonra dinamik mədən məlumatları: qaz, kondensat və su hasilatları, perforasiya tarixləri və onların dərinlik intervalları, ölçülmüş və ya hesablanmış təzyiq məlumatları və digər tədqiqat nəticələri modelə yüklənmişdir.

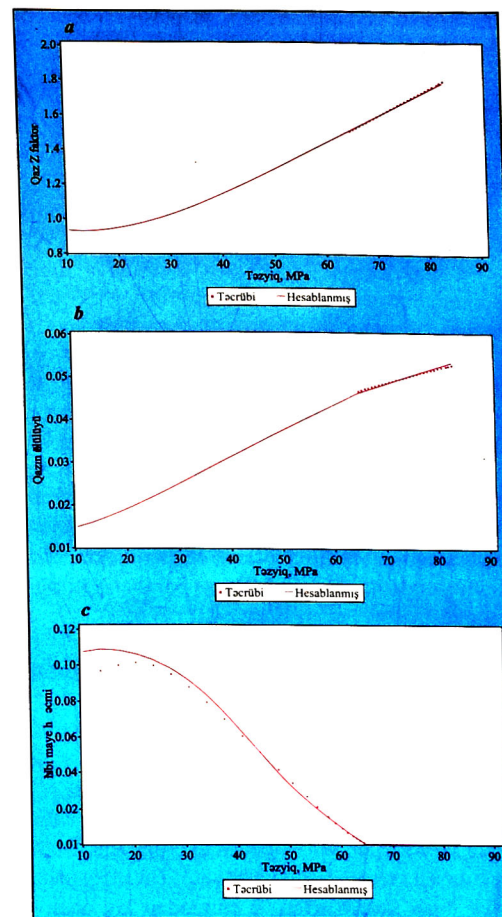
Bu məlumatlara əlavə olaraq, flüidün fiziki-kimyəvi və termodinamik xassələrinin laboratoriya təcrübələrindən alınmış qiymətləri və asılılıqları da hidrodinamik modelə yüklənmişdir.

Lay sisteminin fiziki-kimyəvi və termodinamik (pVT) xassələri təzyiqdən asılı olduğu üçün işlənmə prosesində təzyiqin dəyişməsi lay sisteminin pVT xassələrinin dəyişməsinə səbəb olur. Buna görə də lay sisteminin pVT xassələrinin təzyiqdən asılı olaraq dəyişmə qanunauyğunluqlarını əvvəlcədən bilmək hidrodinamik modelin dəqiqliyi üçün vacib şərtir. Bu məlumatlar yalnız işlənmənin ilk vaxtlarında yataqdan götürülmüş nümunələr əsasında laboratoriya şəraitində aparılmış pVT testləri (termodinamik təcrübələr) əsasında müəyyən olunur. Qeyd edək ki, Bulla-dəniz yatağı məhsulu üzərində belə laboratoriya təcrübələri kifayət qədər aparılmış və qurulmuş hidrodinamik modeldə məhz bu təcrübələrin nəticələrindən istifadə olunmuşdur [12, 13].

Bunun üçün, qaz-kondensat sistemlərinin pVT xassələrini xarakterizə edən parametrlərinin laboratoriya təcrübələrindən alınmış təzyiq və temperaturdan asılılıq nöqtələri xüsusi proqrama yüklənmiş, aparılan hesablamalardan alınan qiymətlər təcrübi qiymətlərə və təzyiq-temperatur dəyişməsinə görə real təcrübi qiymətlərə adaptasiya olunmuş hesablanmış nəticələr funksiya şəklində modelə yüklənmişdir. Bulla-dəniz yatağının hidrodinamik modelin qurulmasında, uyğun termodinamik şərait üçün ən yaxşı nəticə verən Penq-Robinson hal tənliyinin 1979-cu il modifikasiyasından ("Penq-Robinson-79") istifadə olunmuşdur.



Şəkil 1. Qaz-maye nisbi həcmələrinin hesablanmış qiymətlərinin təcrübi qiymətlərə uyğunlaşdırılması



Şəkil 2. Qazın inhiraf əmsalının (Z faktor) (a), özlülüyünün (b) və kontakt kondensasiya əyrisinin (kondensatın çökmə təzyiqi) (c) adaptasiyası

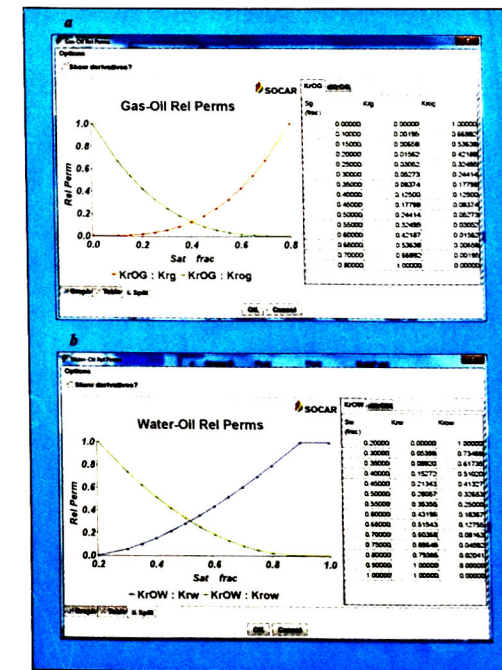
Lay məhsulunun fiziki-kimyəvi və termodinamik xassələrinin modeldə adaptasiya olunmasına nümunə kimi, lay məhsulunun pVT bombasında aparılan termodinamik tədqiqatlar zamanı təzyiqdən asılı olaraq bombada qaz-maye nisbi həcmələrinin, qazın sıxılma əmsalı Z və özlülüyünün, kondensləşmənin başlanma təzyiqinin hesablanmış qiymətlərinin təcrübi qiymətlərə uyğunlaşdırılmasını (adaptasiyasını) göstərən əyrilər şəkil 1 və 2-də göstərilmişdir.

Şəkillərdən göründüyü kimi, lay məhsulunun fiziki-kimyəvi və termodinamik parametrlərinin təzyiqdən asılı olaraq dəyişmə qanunauyğunluğu Bulla-dəniz yatağından götürülmüş məhsul nümunələrinin uyğun testləri nəticəsində alınan qiymətlərə çox yaxşı uyğunlaşdırılmışdır. Bu isə gələcəkdə hidrodinamik modelin düzgün işləmə-

sinə və dəqiq nəticələr verməsinə böyük zəmin yaradır.

Hidrodinamik modelin dəqiq nəticələr verməsi üçün doymanın müxtəlif qiymətlərində nisbi faza keçiriciliklərinin (NFK) qiymətlərinin düzgün olması vacib şərtlərdən biridir. Bu parametrlərin düzgün qiymətləri süzülmə tənliklərinin layda gedən prosesləri daha dəqiq təsvir etməyə və işlənmə göstəricilərinin proqnozlaşdırılması prosesinin dəqiq olmasına şərait yaradır. Qeyd edək ki, bu parametrlərin qiymətləri qazma zamanı quyulardan götürülmüş kern nümunələrinin laboratoriya analizləri nəticəsində təyin olunur. Bulla-dəniz yatağı üçün belə tədqiqatlar aparılmadığı üçün modeldə, Şahdəniz yatağının uyğun horizontları üçün aparılmış tədqiqatların nəticələrindən istifadə edilmiş, işlənmə tarixinin bərpası prosesində isə NFK əyriləri korrektə olunmuşdur. Modeldə istifadə olunan qaz-kondensat və su-kondensat nisbi faza keçiricilikləri asılılıqları şəkil 3-də göstərilmişdir.

Bulla-dəniz qaz-kondensat yatağı olduğu üçün hesablamaların aparılması üçün "Compositional" model seçilmişdir. Bu model, çoxkomponentli-çoxfazlı sistemlərin layda süzülmə prosesinin modelləşdirilməsi üçün nəzərdə tutulmuş və həmçinin mürəkkəb faza çevrilmələrini hesablamağa – yataqların işlənməsi zamanı termodinamik şəraitin



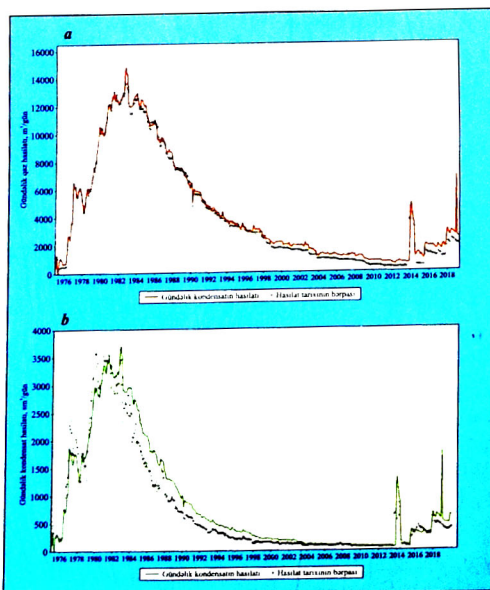
Şəkil 3. Modeldə istifadə olunan qaz-kondensat (a) və su-kondensat (b) nisbi faza keçiricilikləri

(təzyiq və temperaturun) dəyişməsi ilə maye və qaz fazalarının bir-birində qarşılıqlı həllolma və buxarlanma proseslərini təsvir etməyə imkan verir.

Modeldə N_2 , CO_2 , C_1 , C_2 , C_3 , IC_4 , C_4 , IC_5 , C_5 , C_6 komponentləri və su götürülmüş, C_7 ağır komponenti isə aşağıda göstərdiyi kimi üç yerə bölünmüşdür $C_{7+}(1)$, $C_{7+}(2)$, $C_{7+}(3)$:

Komponentlər	Miqdarı, mol %
N_2	0.35
CO_2	0.148
C_1	88.542
C_2	3.54
C_3	1.614
IC_4	0.343
C_4	0.632
IC_5	0.262
C_5	0.325
C_6	0.590
$C_{7+}(1)$	1.892
$C_{7+}(2)$	1.507
$C_{7+}(3)$	0.255

Yatağın ilkin vəziyyətinə uyğun hidrodinamik model hazır olduqdan sonra işlənmə tarixinin bərpası, yəni modelə daxil olan parametrlərin həqiqətə uyğunlaşdırılması (adaptasiyası) prosesi aparılmışdır. Sərbəst qazın və maye kondensatın hasilatı daha dəqiq və informativ hesab olunduğu



Şəkil 4. Bulla-dəniz yatağının sərbəst qaz (a) və kondensat (b) hasilatı üzrə tarixin bərpası

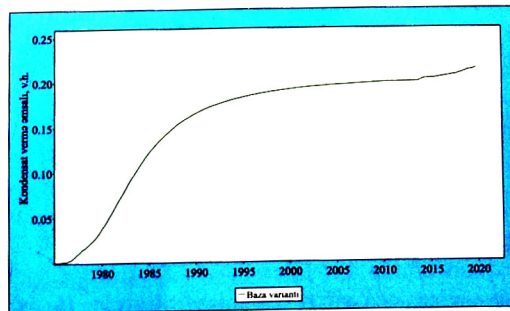
üçün məhz bu parametrlərin adaptasiyası əsas götürülmüşdür. Yəni hesablanan hasilat qiymətləri faktiki qiymətlərə maksimum uyğunlaşdırılmaqla, işlənmənin əvvəlində (1973-cü ildən) 2022-ci ilə kimi yatağın istismarı prosesi model vasitəsilə simulyasiya edilmişdir. Yatağın son komponentvermə əmsalları kimi də şərti olaraq 2022-ci ilə olan qiymətlər götürülmüşdür. Hasilatın (tarixin) bərpə ayriləri şəkil 4-də göstərilmişdir.

“Compositional” modeldən göründüyü kimi, Bulla-dəniz yatağının lay sisteminin faktiki qiymətləri əsasında qurulmuş ilk (baza) variantda, lay qazında azotun miqdarı 0.35 %, karbon qazının miqdarı isə 0.148 %-dir. Bu variantda son kondensatvermə əmsalları şəkil 5-də verilmişdir. Göründüyü kimi, azotun və karbon qazının təbii qiymətlərində şərti olaraq qəbul etdiyimiz tarixə olan son kondensatvermə əmsalı 0.213-ə bərabərdir. Qeyd edək ki, baza variantında kondensləşmənin başlanma təzyiqi laboratoriya təcrübələrindən alınmış qiymətə – 64.56 MPa-ya bərabər götürülmüşdür.

Azot qazının miqdarının yatağın kondensat veriminə təsiri

Hidrodinamik model vasitəsilə eksperimentləri davam etdirərək, lay sisteminin tərkibində azot qazının miqdarının 10, 20 və 30 % həcmində olduğu hallar üçün yatağın şərti olaraq qəbul etdiyimiz tarixə olan son kondensatvermə əmsalının necə dəyişməsi tədqiq olunmuşdur. Bu məqsədlə, bütün digər parametrləri, o cümlədən lay qazında olan kondensatın miqdarı da baza variantında olduğu kimi saxlanılmaqla, yalnız lay sisteminin tərkibində azotun miqdarı 10, 20, 30 % olan üç yeni model yaradılmışdır. Bu modellərdə istifadə olunan lay sistemlərinin komponent tərkibi cədvəl 2-də verilmişdir.

Hər üç lay sistemi model vasitəsilə 2022-ci ilə kimi “istismar” edilmiş və işlənmə göstəricilərinin son qiymətləri təyin olunmuşdur. Hər üç tərkibi

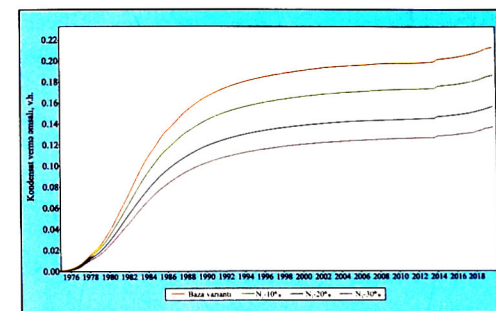


Şəkil 5. Baza variantı üçün kondensatvermə əmsalı

Cədvəl 2

Komponentlər	Qazın miqdarı, mol %		
	10	20	30
N_2	10	20	30
CO_2	0.148	0.148	0.148
C_1	78.892	68.892	58.892
C_2	3.540	3.540	3.540
C_3	1.614	1.614	1.614
IC_4	0.343	0.343	0.343
C_4	0.632	0.632	0.632
IC_5	0.262	0.262	0.262
C_5	0.325	0.325	0.325
C_6	0.590	0.590	0.590
$C_{7+}(1)$	1.892	1.892	1.892
$C_{7+}(2)$	1.507	1.507	1.507
$C_{7+}(3)$	0.255	0.255	0.255

görə qurulmuş model üzrə son kondensatvermə əmsallarının qiymətləri, baza variantı ilə müqayisəli olaraq şəkil 6-da verilmişdir.



Şəkil 6. Lay sisteminin tərkibində azotun miqdarının yatağın son kondensat veriminə təsiri

Şəkildən göründüyü kimi, lay sisteminin tərkibində azotun miqdarının 10 %-dən 30 %-ə qədər artması ilə, baza variantı ilə eyni işlənmə müddətində yatağın son kondensatvermə əmsalının qiyməti 0.213-dən 0.137-yə qədər azalmışdır.

Karbon qazının miqdarının yatağın kondensat veriminə təsiri

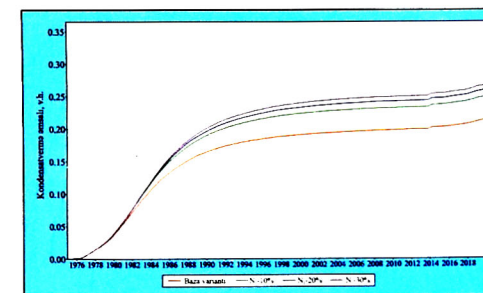
Karbon qazının miqdarının yatağın son komponent veriminə təsirini öyrənmək məqsədilə, yenə də ilkin lay sisteminin tərkibində karbon qazının miqdarı 10, 20 və 30 % olan üç model qurulmuşdur. Bu ay modellərdə istifadə olunan lay qazlarının tərkibi cədvəl 3-də verilmişdir. Bu modellərdə də, lay qazının ilkin tərkibindən başqa digər bütün ilkin parametrlər baza variantı ilə eyni saxlanılmışdır.

Qurulmuş hər üç lay modeli 2022-ci ilə kimi “istismar” olunmuş, işlənmə göstəriciləri hesab-

Cədvəl 3

Komponentlər	Miqdarı, mol %		
	0,350	0,350	0,350
N_2	0.350	0.350	0.350
CO_2	10	20	30
C_1	78.690	68.690	58.690
C_2	3.540	3.540	3.540
C_3	1.614	1.614	1.614
IC_4	0.343	0.343	0.343
C_4	0.632	0.632	0.632
IC_5	0.262	0.262	0.262
C_5	0.325	0.325	0.325
C_6	0.590	0.590	0.590
$C_{7+}(1)$	1.892	1.892	1.892
$C_{7+}(2)$	1.507	1.507	1.507
$C_{7+}(3)$	0.255	0.255	0.255

lanmışdır. Lay qazının tərkibində karbon qazının miqdarı 10, 20 və 30 % olan üç müxtəlif yatağın işlənmə prosesinin hidrodinamik modelləşdirilməsi nəticəsində alınan son kondensatvermə əmsallarının qiymətləri, baza variantı ilə müqayisəli olaraq şəkil 7-də göstərilmişdir.



Şəkil 7. Lay sisteminin tərkibində karbon qazının miqdarının yatağın son kondensat veriminə təsiri

Şəkildən göründüyü kimi, azot tərkibli sistemlərdən fərqli olaraq, tərkibində karbon qazı olan sistemlərdə yatağın son kondensatvermə əmsalı baza variantına nisbətən artmış, karbonun miqdarının 10 %-dən 30 %-ə qədər artması ilə 0.213-dən 0.267-yə yüksəlmişdir.

Alınan nəticələrin təhlili

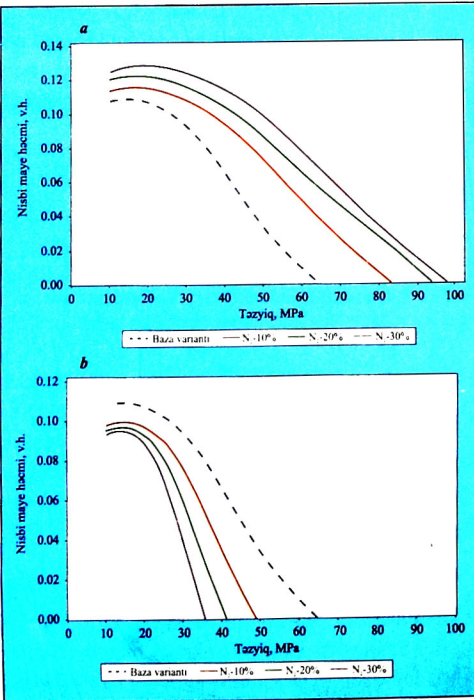
Bulla-dəniz yatağı timsalında hidrodinamik model vasitəsilə aparılmış eksperimentlər nəticəsində lay qazının tərkibində azot qazının miqdarının artması ilə yatağın son kondensatvermə əmsalının 0.213-dən 0.137-yə düşməsi, karbon qazının miqdarının artması ilə 0.213-dən 0.267-yə qədər artması müəyyən edilmiş, qazvermə əmsalı isə,

demək olar ki, sabit qalmışdır. Həm baza variantı, həm də tərkibində müxtəlif miqdarda azot və karbon qazı olan sistemlər üçün yatağın istismarı zamanı son kondensatvermə əmsallarının qiymətləri cədvəl 4-də verilmişdir.

Cədvəl 4

Baza variantı	Yatağın son kondensatvermə əmsalı, v.h.					
	Lay sisteminə azotun miqdarı			Lay sisteminə karbon qazının miqdarı		
	10 %	20 %	30 %	10 %	20 %	30 %
0.213	0.187	0.156	0.137	0.249	0.259	0.267

Yatağın son kondensatvermə əmsalına karbon qazının müsbət, azotun isə mənfi təsiri cədvəldən aydın görünür. Bu təsirlərin səbəblərini aydınlaşdırmaq məqsədilə ilk növbədə, Bulla-dəniz yatağının hidrodinamik modeli vasitəsilə aparılan eksperimentlərdən alınan nəticələr əsasında, azotun və karbon qazının qaz-kondensat sistemlərinin faza çevrilmələrinə təsiri araşdırılmışdır. Qaz-kondensat yataqlarının istismarı nöqtəyi-nəzərdən hər hansı bir komponentin, verilmiş sistemin faza çevrilmələrinə təsiri dedikdə, əsasən onun faza keçid parametrlərinə-retroqrad kondensasiya təzyiqinə təsiri araşdırılmışdır.



Şəkil 8. Azot tərkibli (a) və tərkibində karbon qazı olan (b) qaz-kondensat sistemlərində retroqrad kondensasiya təzyiqlərinin hesablanmış qiymətlərinin baza variantı ilə müqayisəsi

sasiya, buxarlanma və böhran parametrlərinə təsiri nəzərdə tutulur. Bu baxımdan, azotun və karbon qazının qaz-kondensat sisteminin kondensasiyasının başlanma təzyiqinə təsiri araşdırılmışdır.

Qeyd edək ki, hidrodinamik modeldə tərkibi

Cədvəl 5

Baza variantı	Retroqrad kondensasiya təzyiqi, MPa					
	Lay sisteminə azotun miqdarı			Lay sisteminə karbon qazının miqdarı		
	10 %	20 %	30 %	10 %	20 %	30 %
64.45	83.42	94	98	48.97	41.26	35.77

bində qeyri-karbohidrogen qazların miqdarının müxtəlif qiymətləri ilə (azot və karbon qazlarının 10, 20, 30 %-li qarışıqları) yaradılmış qaz-kondensat sistemlərinin pVT xassələrinin təzyiqdən asılı olaraq dəyişmə qanunauyğunluqları aparılmış laboratoriya təcrübələri əsasında Penq-Robinson hal tənliyindən istifadə etməklə yaradılmış və bütün sistemlərin faza keçid parametrləri də bu hal tənliyindən istifadə etməklə xüsusi proqram vasitəsilə hesablanmışdır [3, 4]. Azot və karbon qazlarının müxtəlif qiymətləri üçün qurulmuş modellərdən istifadə zamanı, hesablanmış faza keçid parametrləri sərbəst buraxılaraq, heç bir təcrübə qiymətlərə adaptasiya edilməmişdir.

Şəkil 8 və cədvəl 5-də azot və karbon qazlarının qaz-kondensat sisteminin retroqrad kondensasiya təzyiqinə təsiri baza variantı ilə müqayisəli şəkildə göstərilmişdir.

Göründüyü kimi, qaz-kondensat sisteminin tərkibində karbon qazının miqdarının 10 %-dən 30 %-ə qədər artması sistemin kondensləşmə (retroqrad) təzyiqini 64.56 MPa-dan 35.77 MPa-ya qədər azaltmış, azotun miqdarının 10 %-dən 30 %-ə qədər artması isə 64.56 MPa-dan 98 MPa-ya qədər artırmışdır.

Nəticə

Beləliklə azot və karbon qazlarının miqdarının qaz-kondensat yataqlarının son kondensatvermə əmsalına təsiri, bu qazların hər birinin həmin sistemlərin kondensləşmə (retroqrad) təzyiqinə özünəməxsus təsiri nəticəsində baş verir.

Qaz-kondensat yataqlarının işlənməsinin layihələndirilməsi zamanı lay sistemlərində qeyri-karbohidrogen qazlarının miqdarı və bu qazların sistemin pVT xassələrinə – faza keçid proseslərinə, xüsusən də retroqrad kondensasiya təzyiqinə təsirinə laboratoriya şəraitində dəqiq tədqiq olunması yataqların səmərəli işlənməsi baxımından böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Ədəbiyyat siyahısı

- Gamidov N.N., Fataliev V.M. Влияние критических свойств газов на процесс испарения пластовых углеводородных конденсатов. Материалы XI Международной научно-практической нефтегазовой конференции. Кисловодск, 27-31 октября, 2014, с. 45-46.
- Gamidov N.N., Fataliev V.M. Влияние растворимости газов различного состава в углеводородном конденсате на параметры разработки газоконденсатных месторождений // SOCARProceedings, 2015, № 4, с. 36-40.
- Hamidov N.N. Azot qazının qazkondensat sistemlərinin faza münasibətlərinə və retroqrad kondensatın dispersləşdirilməsinə təsirinə tədqiqi // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2020, № 6-7, s. 36-41.
- Hamidov N.N. Karbon qazının qazkondensat sistemlərinin faza çevrilmələrinə və retroqrad kondensatın dispersləşdirilməsinə təsirinə tədqiqi // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2021, № 4, s. 17-22.
- Gamidov N.H. Влияние составов газов на фазовые превращения газоконденсатных систем, с целью выбора состава рабочего агента для воздействия на пласт. Материалы Международной конференции “Инновационные подходы к развитию образовательного-производственного кластера в нефтегазовой отрасли”. Ташкент, 30 апреля, 2022 г, с. 302-303.
- Островская Т.Д., Гриценко И.А. Исследование газоконденсатных смесей, содержащих CO₂ и N₂ // Газовая промышленность, Москва, 1983, № 8, с. 31-32.
- Гриценко А.И., Островская Т.Д., Юшкин В.В. Углеводородные конденсаты месторождений природного газа. – М.: Недра, 1983, 263 с.
- Fataliyev V.M., Hamidov N.N. Effective “Vaporizer” for Recovering Retrograde Hydrocarbon Condensate from a Gas-Condensate Reservoir // International Journal of Petrochemical Science & Engineering, 2017, v. 2, iss. 6, p.1-7.
- Abbasov Z.Y., Fataliyev V.M., Hamidov N.N. The solubility of gas components and its importance in gascondensate reservoir development // Journal of Petroleum Science and Technology, 2017, v. 35, iss. 3, p. 249-256.
- Ali-zade A.A., Salayev S.G., Aliyev A.I. Научная оценка перспектив нефтегазоносности Азербайджана и Южного Каспия и направление поисково-разведочных работ. – Баку: “Элм”, 1985, 252 с.
- Suleymanov Sh.A. və b. Bulla-dəniz qazkondensatneft yatağının geologiyası, kəşfiyyatı və işlənməsi məsələləri. – Bakı, 2000, 153 s.
- Отчет по теме “Исследование физико-химических и термодинамических свойств продукции скважин месторождения “Булла-море”. Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт по подготовке к транспортировке и переработке природного газа. – М.: ВНИПИгаз, 1976, 33 с.
- Отчет по теме “Исследование физико-химических и термодинамических свойств продукции скв. 20 месторождения “Булла-море”. Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт по подготовке к транспортировке и переработке природного газа. – М.: ВНИПИгаз, 1977, 28 с.

References

- Gamidov N.N., Fataliev V.M. Vliyanie kriticheskikh svoystv gazov na protsess ispareniya plastovyykh uglevodородnykh kondensatov. Materialy XI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy neftegazovoy konferentsii. G.Kislovodsk, 27-31 oktyabrya, 2014, s. 45-46.
- Gamidov N.N., Fataliev V.M. Vliyanie rastvorimosti gazov razlichnogo sostava v uglevodородnom kondensate na parametry razrabotki mestorozhdeniy // SOCARProceedings, 2015, № 4, s. 36-40.
- Hamidov N.N. Azot gazinin qazkondensat sistemlerinin faza munasibetlerine ve retrograd kondensatin dispersleshdirilmesine tesirinin tedgigi // Azerbaijan neft teserrufaty, 2020, № 6-7, s. 36-41.
- Hamidov N.N. Karbon gazinin qazkondensat sistemlerinin faza chevrilmelerine ve retrograd kondensatyn dispersleshdirilmesine tesirinin tedgigi // Azerbaijan neft teserrufaty, 2021, № 4, s. 17-22.
- Gamidov N.N. Vliyanie sostavov gazov na fazovie prevrashcheniya gazokondensatnykh system, s tselyu vybora sostava rabochego agenta dlya vozdeystviya nplast. Materialy mezhdunarodnoy konferentsii “Innovatsionnye podkhody k razvitiyu obrazovatelno-proizvodstvennogo klastera v neftegazovoy otrasli”. Tashkent, 30 aprelya, 2022 g, s. 302-303.
- Ostrovskaya T.D., Gritsenko I.A. Issledovanie gazokondensatnykh smesey, soderzhashchikh CO₂ i N₂ // Gazovaya promyshlennost', Moskva, 1983, № 8, s. 31-32.
- Gritsenko I.A., Ostrovskaya T.D., Yushkin V.V. Uglevodородnye kondensaty mestorozhdeniy prirodno go gaza. – М.: Nedra, 1983, 263 s.
- Fataliyev V.M., Hamidov N.N. Effective “Vaporizer” for Recovering Retrograde Hydrocarbon Condensate from a Gas-Condensate Reservoir // International Journal of Petrochemical Science & Engineering, 2017, v. 2, iss. 6, p.1-7.
- Abbasov Z.Y., Fataliyev V.M., Hamidov N.N. The solubility of gas components and its importance in gascondensate reservoir development // Journal of Petroleum Science and Technology, 2017, v. 35, iss. 3, p. 249-256.
- Ali-zade A.A., Salayev S.G., Aliyev A.I. Nauchnaya otsenka perspektiv neftegazonostnosti Azerbaydzhana i Yuzhnogo Kaspiya i napravlenie poiskovo-razvedochnykh rabot. – Bakı: “Elm”, 1985, 252 s.
- Suleymanov Sh.A. və b. Bulla-dəniz qazkondensatneft yatağının geologiyası, kəşfiyyatı və işlənməsi məsələləri. – Bakı, 2000, 153 s.
- Отчет по теме “Исследование физико-химических и термодинамических свойств продукции скважин месторождения “Булла-море”. Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт по подготовке к транспортировке и переработке природного газа. – М.: ВНИПИгаз, 1976, 33 с.
- Отчет по теме “Исследование физико-химических и термодинамических свойств продукции скв. 20 месторождения “Булла-море”. Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт по подготовке к транспортировке и переработке природного газа. – М.: ВНИПИгаз, 1977, 28 с.