

Azot qazının qaz-kondensat sistemlərinin faza münasibətlərinə və retrograd kondensatın dispersləşməsinə təsirinə tədqiqi

N.N. Həmidov, t.e.n.

"Neftqazemeltədqiqatlayihə" İnstitutu

e-mail: natiq.hamidov@socar.az

Açar sözlər: retrograd kondensat, qaz-kondensat sistemi, kondensatın buxarlanması, bohran parametrləri, kondensasiya təzyiqi, azot, eksperiment.

DOI.10.37474/0365-8554/2020-6-7-36-41

Исследования влияния азота на фазовые соотношения газоконденсатных систем и дисперсирование ретроградного конденсата

N.N. Həmidov, t.e.n.
НИПИНефтегаз

Ключевые слова: ретроградный конденсат, газоконденсатная система, испарение конденсата, критические параметры, давление начала конденсации, азот, эксперимент.

Исследованы влияние азота на фазовые превращения газоконденсатных систем и его эффективность как «рабочего агента» при добыче ретроградного вышлого конденсата. Проведенные на основе специальной методики экспериментальные исследования в бомбе pVT, дали возможность различить некоторые противоречивые моменты в этом вопросе. Таким образом, раскрыта физико-термодинамическая сущность влияния азота на давление ретроградной конденсации газовой системы и на устойчивость ее дисперсного состояния в зависимости от температурного интервала, в той или иной степени.

Проведенные исследования изучено влияние азота при различных термобарических условиях на дисперсирование ретроградного конденсата в газовой фазе и на обменные процессы между фазами газ-жидкость. Выявлено, что использование азота как рабочего агента при обработке приобойной зоны газоконденсатной скважины, эффективность этой зоны ретроградным конденсатом, количества азота в составе рабочего агента, температуры пласта и количества циклов воздействия на приобойную зону.

Study the effect of nitrogen gas on phase behavior of gas condensate systems and dispersion of retrograde condensate

N.N. Hamidov, Cand. in Tech Sc.

"Oil-Gas Scientific Research Project" Institute

Keywords: retrograde condensate, gas condensate system, condensate evaporation, critical parameters, dew point pressure, nitrogen, experiment.

The effect of nitrogen gas on the phase transformation of gas condensate systems and its efficiency as a «working agent» for the production of precipitated retrograde condensate has been analyzed. Experimental studies on the pVT bomb based on a special methodology have clarified some contradictions that still exist in this area. Thus, the physical-thermodynamic nature of the different ways effect of nitrogen gas on the retrograde condensation pressure of the formation system or the stability of its dispersed state depending on the temperature range is explained.

The research surveys are also studied the effect of nitrogen gas on gas phase dispersion in the precipitated retrograde condensate and liquid-gas interfacial exchange processes under different thermo-baric conditions. It was defined that if nitrogen gas is used to develop the wellbore zone of a gas condensate well, its efficiency should be specified depending on the degree of wellbore saturation with retrograde condensate, the amount of nitrogen in the working agent, formation temperature and number of cycles affecting the wellbore.

Giriş

Karbohidrogen (KH) yataqlarının istismar təcrübəsinə əsasən, lay sistemi atmosfer şəraitində müxtəlif (hər üç) aqreqat halında olan çoxsaylı komponentlərdən ibarət olur. Lakin bu komponentlərin miqdarı yatağın növü və geoloji şəraitindən asılı olaraq geniş intervalda dəyişir. Məsələn, neft yataqlarından fərqli olaraq qaz-kondensat yataqlarında bərk halda olan komponentlər az olduğundan bəzi yataqlarda lay sistemi KH tərkibində görə qaz (metan, etan, propan, pentan və müəyyən miqdarda butan) və maye (C_5 komponentləri) halında olan iki faza şəklində qəbul edilir. Məsələyə bəzi yataqlarda lay sistemi KH tərkibində bəzi çətinliklərin aradan qaldırılmasına imkan verir. Lakin lay məhsulunun daha təbii modelinin yaradılması, mühitə bağlı amillərə nəzərə alınmasa, qaz-mayə nisbətindən, bu fazaaların mürtəkkəb tərkibi və termobarik şəraitdən əsaslı şəkildə asılı olur.

Müxtəlif qaz-kondensat yataqlarının məhsulunun xromatografik analiz məlumatlarına əsasən qazın vahid həcmə olan maye komponentlərin miqdarının çox geniş – 15–600 q/m³ (məsələn, Özbəkistanda Qazlı yatağında 15 q/m³, Rusiyanın Ruskiy Xutor yatağında 632 q/m³, təyin edilmişdir) intervalda dəyişməsi mümkündür. Qazın tərkibində isə metan 10-dan 96 %-ə, etan 0.1-dən 20 %-ə, propan 0.1-dən 15 %-ə qədər və butan 0.1-dən 12 %-ə qədər dəyişə bilər [1]. Qeyd etmək lazımdır ki, lay sisteminin tərkibində olan qaz komponentləri onun böyük hissəsini təşkil etdiyindən onun proseslərə təsiri daha nəzərə çarpandır. Digər tərəfdən, təbii lay sistemləri təzyiqli və temperaturdan asılı olaraq elə həssas faza münasibətlərinə malikdir ki, tərkibində olan komponentlərdən biri

nin miqdarının azacıq dəyişməsi bu münasibətləri də əhəmiyyətli dərəcədə dəyişə bilər. Bəzi yataqlarda KH komponentlə yanaşı azot, kükürd qazı, merkaptan və helium kimi qeyri-karbohidrogen komponentlər də rast gəlinir. Bu qazların cəm miqdarı kifayət qədər geniş intervalda dəyişərkən hətta bəzi yataqlarda 70 %-ə qədər təşkil edə bilər [1].

Azot qazı təbii sistemlərin tərkibində adətən 0–2 % arasında dəyişir, lakin bəzi hallarda yüksək konsentrasiyaya da rast gəlmək olur. Məsələn, Rusiyanın Orenburq, Romaşkiно, Tuymazi yataqlarında azotun miqdarı uyğun olaraq 4.89, 10.4 və 15.2 % təşkil edir. Çinin bəzi qaz-kondensat yataqlarında isə bu rəqəm 70 %-ə çatır [1, 2]. Bu baxımdan azotun lay sisteminin faza çevrilməsinə təsirinə tədqiqi həmişə diqqətdə saxlanılır. Digər tərəfdən, bu qazın, qaz-kondensat yataqlarının işlənməsində və ya istismarın son mərhələsində retrograd çökmüş kondensatın buxarlandırılması istidə istifadə edilən və ya tədqiqat obyektini kimi sınıqlanmış işi agentlərdən biri olması onun tədqiq olunmasının aktuallığını artırır. Qeyd etmək lazımdır ki, azotun lay sisteminin faza çevrilməsinə və onun disperslik xassələrinə təsiri ziddiyətli nəticələr səbəbindən birmonal qəbul edilmir [3, 4]. Buna görə də riyazi modellərin və rəasional layihələrin yaradılmasında bir sıra çatışmazlıqlar meydana çıxır ki, bu da eksperimental tədqiqatlarla ehtiyacı artırır.

Bütün bunları nəzərə alaraq, tədqim edilən eksperimental tədqiqat işi əvvəlki təcrübələrə nəzərə alınmaqla, azot qazının qaz-kondensat sistemlərinin faza çevrilməsinə təsirinə və retrograd çökmüş kondensatın hasil edilməsi üçün «işçi agent» kimi səmərəliliyinin araşdırılmasına həsr edilmişdir.

Tədqiq olunan məsələnin müasir vəziyyəti və elmi məhəyyəti

Qoyulmuş məsələnin elmi-praktiki əhəmiyyətini qiymətləndirmək üçün bu sahə üzrə aparılmış bir sıra tədqiqat və ədəbiyyatlar təhlil edilmişdir. Azot qazının lay sistemlərinə təsirinə və işçi agent kimi xüsusiyyətlərini öyrənilməsinin əhəmiyyəti aşağıdakı kimi müəyyən edilmişdir:

- neytral təbiətə malik olub KH sistemlər və təbii yataqlarda rast gəlinən qalqıq su, süxur materialı və s. ilə yataq parametrlərinə uyğun fiziki-termodinamik şəraitdə, ciddi kimyəvi reaksiyalara girmir və yalnız fiziki qarışıqlar yaradır;

- təbii qazlarla müqayisədə ucuz və asan əldə ediləndir. Emal edilməsi və texnoloji qurğularda

idarə olunması nisbətən asan və təhlükəsizdir;

- bu məqsədlə istifadə edilən digər işçi agentlərlə müqayisədə nisbətən səmərəsiz hesab ediləndə bəzi hallarda məsələn, lay təzyiqinin saxlanılmasında uğurla istifadə oluna bilər;

- texnoloji qurğularda metal borular və ya yüksək təzyiqli davamlı qablıq korroziya yaratmur və kippələrin keyfiyyətinə təsiri neytraldır;

- lay məhsulunun qarışmayan sıxıdırma prosesində aratmanın sıxıdırılması üçün uğurla istifadə oluna bilər.

Ədəbiyyatlarda verilən tədqiqat məlumatlarına əsasən azotun çökmüş kondensat buxarlandırmaq qabiliyyəti kifayət qədər öyrənilmişdir. Əksər hallarda konsentrasiyanın kiçik intervallarda və ya digər agentlərlə eyni konsentrasiyada müqayisəli şəkildə tədqiq edilmişdir [3–6]. Məsələn, kondensatın buxarlandırılması üçün azot qazı metanla müqayisə edilməsi və müəyyən edilmişdir ki, metan daha yaxşı buxarlandırmaq qabiliyyətinə malikdir [4]. Digər bir tədqiqat işində qaz-kondensat quyusunun quyudibi zonasının üç müxtəlif olma – təmiz metan, karbon və azot qazları ilə işlənməsi müqayisə edilmişdir [7]. Aparılan eksperimentlərdə azot qazı nisbətən səmərəsiz hesab edilmişdir.

Aparılmış əvvəlki işlərdə eksperimental, nəzəri və analitik üsullardan istifadə etməklə tərkibində qeyri-karbohidrogen qazlar olan müxtəlif KH qaz qarışıqlarının retrograd kondensatın buxarlanmasına təsir mexanizmi araşdırılmışdır [8, 10]. Bu işlərdən alınan ümumi nəticələri qruplaşdıraraq sonrakı tədqiqatların aparılması və daha da inkişaf etdirilməsi üçün istiqamətlər müəyyən edilmişdir:

- verilmiş termobarik şərait – təzyiqli və temperaturu dəyişmədən işçi agentin həllolma qabiliyyətini yaxşılaşdırmaqla buxarlanan kondensatın miqdarını artırmaq olar;

- qaz-kondensat yataqlarının işlənməsində ilkin lay sisteminin qaz komponentlərinin KH kondensatda həllolma qabiliyyətinin yaxşı olması son kondensat verimini artırır;

- tükənmə rejimində işləyən qaz-kondensat yataqlarında lay təzyiqinin düşməsi hesabına çökmüş kondensatda həll olan qazın miqdarının azalması nəticəsində kondensasiya prosesi sürətlənir və beləliklə, daha çox kondensat itiksinə şərait yaranır;

- müəyyən edilmişdir ki, istər azot, istərsə də karbon qazının təbii sistemlərinin kondensasiya təzyiqinə təsiri və ya kondensatın buxarlandırmaq qabiliyyətlərini birmonal qiymətləndirmək olmaz. Burada təzahür edən özünəməxsusluğun, çökmüş kondensatın bəzi qazlarla buxarlandırıl-

ması zamanı nəzərə alınması vacibdir.

Beləliklə, qoyulmuş məsələ elmi, texniki-iqtisadi əhəmiyyəti və bu sahədə aparılan işlərin çatışmazlıqları nəzərə alınmaqla araşdırmalar davam etdirilmişdir. Azot qazının qaz-kondensat sisteminin faza münasibətlərinə və onun disperslik xassələrinə təsiri, yuxarıda verilmiş dörd ümumiyyətlə istifadə edilmişdir. Burada temperatur və azotun miqdarının dəyişməsinin daha geniş intervalına baxılmış və onun işçi agent kimi istifadə edilməsinin nisbətən səmərəli variantları araşdırılmışdır.

Ekspərimental qurğu, nümunələr və ekspərimentlərin aparılması

Ekspərimentlər işçi təzyiqli 45 MPa və işçi temperaturda 100 °C olan UKF-3 tipli pVT bombasından həyata keçirilmişdir. Qurğu, rekombinə edilmiş qaz-kondensat sistemini azot qazı ilə qarışdırmaq üçün xüsusi, yüksək təzyiqli pistonlu kompressor və azot qazı ilə doldurulmuş yüksək-təzyiqli balonla birləşdirilmişdir. Tədqiqat prosedürünə əsasən nəzərdə tutulan ölçmə, nümunə götürmə və digər əməliyyatlar üçün nəzarət ölçü cihazlarından və qaz xromatografından istifadə edilmişdir.

Qaz-kondensat sisteminin yaradılması üçün Bulla-dəniz qaz-kondensat yatağının 46 №-li quyunun gətürülmüş nümunələrindən istifadə edilmişdir. Qazın tərkibi (mol %): C₁-91.15; C₂-6.78; C₃-1.1; C₄-0.58; C₅-0.21; CO₂-0.14 və ΣC_n-0.04, C_s = 7.7 q/m³ və sıxlığı 0.7347 q/m³ təyin edilmişdir (cədvəl 1). Stabil kondensatın molekulyar kütləsi 134 kq/kmol və sıxlığı 780.4 kq/m³ ölçülmüşdür.

Cədvəl 1

Komponentlər	Qazın tərkibində azotun miqdarı, %					
	10	20	40	60	80	100
C ₁	79.34	70.83	56.15	37.89	14.30	0
C ₂	5.54	4.71	1.07	0.31	3.63	0
C ₃	1.21	1.07	0.27	0.27	1.20	0
IC ₄	0.19	0.15	0.17	0	0	0
NC ₄	0.29	0.21	0.09	0	0	0
IC ₅	0.10	0.08	0.02	0	0	0
NC ₅	0.07	0.06	0.02	0	0	0
ΣC _n	3.41	3.41	3.41	3.40	3.40	3.40
N ₂	9.66	19.32	38.64	57.96	77.28	96.60
CO ₂	0.19	0.16	0.16	0.17	0.19	0

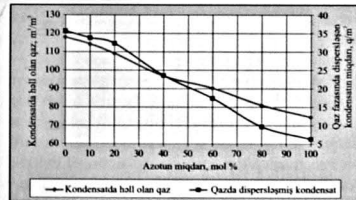
Yaradılmış qaz-kondensat sistemi 100 °C temperaturda kontakt kondensasiya prosedürü

üzrə tədqiq edilmişdir. Tabii sistem üçün retrograd kondensasiya təzyiqli 22.8 MPa, maksimal kondensasiya təzyiqli isə 12–14 MPa intervallında təyin edilmişdir. Bunu nəzərə alaraq, çökmüş kondensatın buxarlandırılması, təzyiqli 12 MPa qiymətində, təxminən maksimal kondensasiyanın aşağı sərhədində aparılmışdır. Alınmış nəticələr və qazların tərkibi daqiqləşdirildikdən sonra termodinamik fəzalı halında həmin təzyiqli və temperaturda qaz fazası tədricən xaric edilmişdir. Qaz fazası xaric edilməklə bərabər cədvəl 1-də göstərilən azot tərkibli qaz qarışığı ilə əvəz edilmiş, yaradılmış yeni sistemə uyğun kontakt kondensasiya prosesi təkrar edilərək kontakt izotermi və retrograd kondensasiya təzyiqli təyin edilmişdir. Bundan sonra kondensat fazasının vahid həcmdə həll olan qazın və qaz fazasının vahid həcmdə dispersləşən kondensatın miqdarı təyin edilmişdir. 100 °C temperaturda 12 MPa təzyiqdə sistemin qaz fazası xaric edildikdən sonra həmin qaz qarışığı (dispersləşmiş kondensatdan azad edilmiş) təkrar sistemo qaytarılmışdır. Bu qayda ilə verilmiş işçi agentin çökmüş kondensatla dörd kontakt sikli həyata keçirilmiş və bu məlumatlar [8, 9] işlərində daha geniş şəkildə təsvir olunmuşdur.

Alınmış ekspərimental məlumatlar və onların qarşılıqlı təhlili

1. Azot qazının kondensatın qaz mühitində dispersləşmə prosesinə təsiri

Alınan nəticələrdən belə məlum olur ki, qaz qarışığının tərkibində azotun miqdarı artıqca dispersləşən kondensatın və çökmüş kondensatda həll olan qazın miqdarı azalır (şəkil 1).

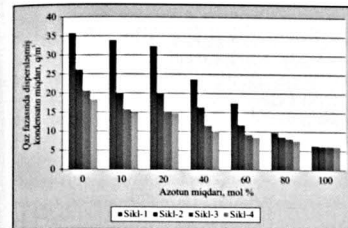


Şəkil 1. Qaz fazasında dispersləşən kondensatın və maye fazasında həll olan qazın azotun tərkibindəki miqdarından asılılığı

Şəkil 1-dən göründüyü kimi, azotun sistemin qaz fazasının tərkibindəki miqdarı 100 %-ə qədər artanda qazın kondensatda həll olması 118.3 m³/m³-dən 74.8 m³/m³-na qədər, qazda dispersləşən konden-

satın miqdarı isə 35.8 q/m³-dən 6.4 q/m³-ə qədər azalır. Alınan bu nəticə onə göstərir ki, işçi agentin hər hansı mayeni dispersləşdirmək və bu dispers fazanı dispers mühitdə daha dayanıqlı saxlamaq üçün onun həmin mayədə həll olması yüksək olmalıdır. Azot qazının qaz-kondensat sisteminin retrograd kondensasiya arafəsi yaranan duman halına təsirinə tədqiqi də bu mühazirənin doğruluğunu sübut etmişdir [10].

Şəkil 2-də isə, qaz fazasında dispersləşən kondensatın miqdarının azotun miqdarı və kondensata təsir sikllərinin sayından asılılıq histoqramları verilmişdir. Burada da azot üçün oxşar nəticə alınır.



Şəkil 2. Qaz fazasında dispersləşən kondensatın miqdarının azotun həcmi və çökmüş kondensata təsir sikllərinin sayından asılılıqları

Məsələn, çökmüş kondensata təbii qazla təsir etdikdə 4 sikl nəticəsində 23 % kondensat əldə olunursa 100 %-ə azotla bu cəmi 8 % təşkil edir. Lakin buna baxmayaraq azotun işçi agent kimi istifadə edilməsi üçün onun iki müsbət xüsusiyyəti meydana çıxır: onun qaz qarışığı tərkibində 20–30 % təşkil etməsi kondensatın dispersləşməsinə nisbətən az təsir edir; təkrar təsir zamanı sikllərdən asılı olaraq azotla buxarlandırılan kondensatın miqdarı, demək olar ki, eyni olur (şəkil 2).

2. Azot qazının qaz-kondensat sisteminin retrograd kondensasiya təzyiqinə təsiri

Hər hansı bir komponentin, verilmiş sistemin faza çevrilmələrinə təsiri əsasən onun faza keçid parametrlərinə retrograd kondensasiya, buxarlanma, kristallaşma və böhran parametrlərinə təsiri nəzərdə tutulur. Qaz-kondensat yataqlarının istismarı nöqteyi-nəzərindən isə konkret olaraq retrograd kondensasiya, buxarlanma və lay sisteminin böhran parametrlərinə təsiri nəzərə alınır. Bu baxımdan, azotun qaz-kondensat sisteminin faza çevrilmələrinə təsiri də bu istiqamətdə araşdırılmışdır.

Bir qrup mövcud tədqiqatlarda azot qazının KH qarışıqların retrograd kondensasiya təzyiqinə təsirinə baxılmış və məlum olmuşdur ki, KH qarışığının tərkibində azotun miqdarının artması bu təzyiqli artırır [11–13].

Digər bir işdə alınan nəticələr daha böyük maraqla doğurmuşdur. Göstərmişdir ki, temperaturun 15–115 °C intervallında azotun miqdarı 40–50 %-ə qədər artıqca qaz-kondensat sisteminin retrograd kondensasiya təzyiqli artır, lakin azotun miqdarı 40–50 %-dən artıq olduqca bu təzyiqli qiyməti azalır [8]. Bu ekspərimental tədqiqatlarda alınan nəticələr fiziki-termodinamik mahiyyətinə görə maraqlı olduğundan təəffüzdən də bu işlə davam etdirilmişdir. Əvvəlcə azotun qaz-kondensat sisteminin böhran parametrlərinə təsiri hesablanmışdır. Bunun üçün xüsusi metodologiyadan istifadə edilmişdir [14]. Burada sistemin böhran parametrlərini hesablamaya qədər mövcud üsullar təhlil olunmuş, həmin üsulların hesablamaya xətəli qiymətləndirilmiş və daha kiçik xətəllərə nail olan nəticələr verən regressiya tənlikləri təklif edilmişdir. Bu tənliklərin üstünlüyünü nəzərə alaraq təəffüzdən həmin tənliklərin əsasında xüsusi hesablamaya proqramı yaradılmışdır [10]. Bu proqramdan istifadə edərək verilmiş azot tərkibli qaz-kondensat sisteminin böhran parametrləri hesablanmışdır (bax: cədvəl 1).

Cədvəl 2

Qaz fazasında azotun miqdarı, %	T _b , K	p _b , MPa	V _b , m ³ /mol
0	189.281	9.324	115.576
10	181.558	9.746	114.222
20	174.758	10.496	112.510
40	160.452	14.072	107.731
60	146.868	17.420	105.084
80	133.222	19.743	103.855
100	118.902	26.534	101.009

Nəticələrdən göründüyü kimi, sistemin böhran temperaturu və böhran həcmi azotun miqdarı artıqca azalır (cədvəl 2). Bunu azotun böhran temperaturu və həcminin, sistemin uyğun parametrlərindən kiçik olması ilə əlaqələndirmək olar (azotun böhran parametrləri: p_b = 3.46 MPa; T_b = 126.1 K; V_b = 9.01 × 105 m³/mol). Beləliklə, sistemin böhran təzyiqlərinin qiymətləri, sistemin kondensasiya təzyiqlərinin qiymətlərinə uyğun şəkildə dəyişməlidir. Lakin cədvəl 2-dən göründüyü kimi, sistemin böhran təzyiqli azotun miqdarının artması ilə artır. Bu nəticələr [8] işində alınan

eksperimental nəticələrlə ziddiyyət təşkil edir. Sistemin böhran təzyiqli retroqrad kondensasiya təzyiqlərini özündə saxlayan ayri üzərində olduğundan oxşar xarakterə malik olması gözlənilirdi.

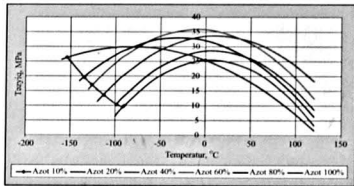
Bu məsələni aydınlaşdırmaq məqsədilə hesablanmış böhran parametrləri eksperimental məlumatlarla birlikdə həll edilmiş və bu sistemlərin temperaturun daha geniş intervalında faza diaqramlarını hesablamğa imkan verən empirik tənlik əldə edilmişdir

$p_k = aT^2 - bT + c$,
burada p_k – retroqrad kondensasiya təzyiqi, MPa;
 T – temperatur, °C; a, b, c – sərbəst hədlərdir və qiymətləri cədvəl 3-də verilmişdir.

Cədvəl 3

Qaz fazasında azotun miqdarı, %	Əmsallar		
	a	b	c
10	-0.0017	0.0198	25.603
20	-0.0016	0.0257	28.663
40	-0.0013	0.0285	33.686
60	-0.0014	-0.0268	35.905
80	-0.0012	-0.0707	32.187
100	-0.0007	-0.1139	25.497

Yuxarıdakı tənlikdən istifadə etməklə azot tərkibli qaz qarışığının faza diaqramını daha geniş temperatur intervalında qurmaq olar (şəkil 3).



Şəkil 3. Azot tərkibli təbii qaz qarışığının faza diaqramları

Şəkil 3-dən görüldüyü kimi, azot qarışıqlı təbii sistemin retroqrad kondensasiya təzyiqli tempera-

tur intervalından asılı olaraq müxtəlif parametrlərə malik olur. Bu effektin fiziki mahiyyəti ondan ibarətdir ki, verilmiş qarışığın tərkibində azotun miqdarının artması ilə həmin qarışığın P-T faza diaqramı sola – azotun fərdi P-T faza diaqramına doğru yığılır. Lakin götürülmüş sistemin tərkibində ağır komponentlərin miqdarı sabit qaldığından və azotun artması qaz komponentlərinin avaz edilməsi hesabına əldə edildiyindən, azotun artması ilə sistemin faza diaqramları müxtəlif parametrlərə malik olur. Başqa sözlə desək, azot qazı yalnız dispers mühitin xassələrinə təsir edərək sistemin dayanıqlığını temperatur intervalından asılı olaraq fərqli şəkildə dəyişir. Əvvəlki tədqiqat işlərində, azotun qaz-kondensat sisteminin faza çevrilməsinə təsiri haqqında alınan nəticələrdə müəyyən ziddiyyətlərin olması da elə bu qanunauyğunluqdan irəli gəlir. Bu onu göstərir ki, quyudibi zonaya azot qazı ilə təsir etdikdə lay temperaturu və quyudibinə çökmə kondensatın tərkibinin düzgün təyin edilməsi vacib şərtidir.

Nəticə

Müəyyən edilmişdir ki, azot qazının miqdarından asılı olaraq qaz-kondensat sisteminin faza diaqramı P-T koordinat sisteminə ayri-ayrı temperatur intervallarında müxtəlif qanunauyğunluqla dəyişir. Bu effektin fiziki mahiyyəti araşdırılmış və göstərilmişdir ki, qarışığın tərkibində azotun miqdarının artması dispers mühitin xassəsini dəyişir və dispers fazanın dayanıqlığı temperatur intervalından asılı olaraq müxtəlif xarakterə malik olur.

Alınan eksperimental nəticələr azotun qaz-kondensat sisteminin faza çevrilməsinə təsiri haqqında ziddiyyətli nəticələrin səbəblərinin izah edilməsinə imkan vermişdir. Müəyyən edilmişdir ki, azot qazı qaz-kondensat quyusunun quyudibi zonasının işlənilməsi üçün istifadə edilərsə onun səmərəliliyi, quyudibinin retroqrad kondensatla doyma dərəcəsi, işçi agentin tərkibində azotun miqdarından, lay temperaturu və quyudibinə təsir şikllərinin sayından asılı olaraq təyin edilə bilər.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Гриценко А.И., Островская Т.Д., Юшкан В.В. Углеводородные конденсаты месторождений природного газа. – М.: Недра, 1983, 263 с.
2. Sang Sh., Wang J., Ju W. Pore characteristics and its significance on shale gas reservoir: a case study of the Longmaxi shale in the Nanchuan region, Chongqing, South China // International Journal of Oil, Gas and Coal Technology, 2018, v. 18, No 3/4, pp. 512-536.
3. Meng X., Sheng J.J., Yu, Y. Experimental and Numerical Study of Enhanced Condensate Recovery by Gas Injection in Shale Gas-Condensate Reservoirs // Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/183645-PA, 2017, v. 20, is.02, pp. 471-477.
4. Sanger P.J., Hagoort J. Recovery of Gas Condensate by Nitrogen Injection Compared with Methane Injection // SPE Journal, 1998, 3(1), pp. 26-33.
5. Sadooni M., Zonnouri A. The Effect of Nitrogen Injection on Production Improvement in an Iranian Rich Gas Condensate Reservoir // Petroleum Science and Technology, 2015, v. 33 is. 4, pp. 422-429.
6. Wu X., Ling K., Liu D. Nitrogen Injection Experience to Development Gas and Gas Condensate Fields in Rocky Mountains. International Petroleum Technology Conference. doi:10.2523/IPTC-16830-MS, March 26 2013, 14 p.
7. Ahmed T., Evans J., Kwan R., Vivian T. Wellbore Liquid Blockage in Gas Condensate Reservoirs. Paper presented at the SPE Eastern Regional Meeting, Pittsburgh, 9-11 November 1998, 11 p.
8. Abbasov M.T., Abbasov Z.Y., Abbasov Sh.D., Gamidov N.N. Влияние неуглеводородных компонентов на давление начала конденсации природных систем // Газовая промышленность, 2000, № 1, с. 17-19.
9. Abbasov M.T., Abbasov Z.Y., Fataliyev Y.M., Gamidov N.N. и др. Прикладные вопросы термодинамики при добыче нефти и газа. – Баку: Нафта-Пресс, 2013, 212 с.
10. Gamidov N.N., Fataliyev Y.M. Влияние критических свойств газов на процесс испарения пластовых углеводородных конденсатов. Материалы XI Международной научно-практической нефтяной конференции, Кисловодск, 27-31 октября 2014, с. 45-46.
11. Бруслицкий А.И. Термодинамические исследования фазового состояния и PVT-свойств нефти и природных газов глубоководных залежей // ВНИИОЭНГ, сер. "Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений", 1997, № 8, с. 39-43.
12. Lashin V.I. Фазовые превращения газоконденсатных систем // Газовая промышленность, 2000, № 2, с. 11-13.
13. Островская Т.Д., Гриценко И.А. Исследование газоконденсатных смесей, содержащих CO₂ и N₂ // Газовая промышленность, 1983, № 8, с. 31-32.
14. Abbasov Z.Y. Газодинамические основы движения газа и газоконденсатных систем аэрозольной структуры в скважинах: дис. на соиск. уч. степ. д-ра техн. наук. – Баку: 1988, 342 с.

References

1. Gritsenko A.I., Ostrovskaya T.D., Yushkin V.V. Uglevodородnye kondensaty mestorozhdeniya prirodnogo gaza. – M.: Nedra, 1983, 263 s.
2. Sang Sh., Wang J., Ju W. Pore characteristics and its significance on shale gas reservoir: a case study of the Longmaxi shale in the Nanchuan region, Chongqing, South China // International Journal of Oil, Gas and Coal Technology, 2018, v. 18, No 3/4, pp. 512-536.
3. Meng X., Sheng J.J., Yu, Y. Experimental and Numerical Study of Enhanced Condensate Recovery by Gas Injection in Shale Gas-Condensate Reservoirs // Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/183645-PA, 2017, v. 20, is.02, pp. 471-477.
4. Sanger P.J., Hagoort J. Recovery of Gas Condensate by Nitrogen Injection Compared with Methane Injection // SPE Journal, 1998, 3(1), pp. 26-33.
5. Sadooni M., Zonnouri A. The Effect of Nitrogen Injection on Production Improvement in an Iranian Rich Gas Condensate Reservoir // Petroleum Science and Technology, 2015, v. 33 is. 4, pp. 422-429.
6. Wu X., Ling K., Liu D. Nitrogen Injection Experience to Development Gas and Gas Condensate Fields in Rocky Mountains. International Petroleum Technology Conference. doi:10.2523/IPTC-16830-MS, March 26 2013, 14 p.
7. Ahmed T., Evans J., Kwan R., Vivian T. Wellbore Liquid Blockage in Gas Condensate Reservoirs. Paper presented at the SPE Eastern Regional Meeting, Pittsburgh, 9-11 November 1998, 11 p.
8. Abbasov M.T., Abbasov Z.Y., Abbasov Sh.D., Gamidov N.N. Vliyeniye neugleводородnykh komponentov na davleniye nachala kondensatsii prirodnykh sistem // Gazovaya promyshlennost', 2000, No 1, s. 17-19.
9. Abbasov M.T., Abbasov Z.Y., Fataliyev Y.M., Gamidov N.N. i dr. Prikladnye voprosy termodinamiki pri dobyche nefi i gaza. – Baku: Nafta-Press, 2013, 212 s.
10. Gamidov N.N., Fataliyev Y.M. Vliyeniya kriticheskikh svoystv gazov na protsess ispareniya plavstovnykh ugleводородnykh kondensatov. Materialy XI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy neftegazovoy konferentsii, Kislovodsk, 27-31 oktyabrya 2014, s. 45-46.
11. Bruslitskiy A.I. Termodinamicheskie issledovaniya fazovogo sostoyaniya i PVT-svoystv nefey i prirodnykh gazov glubokopozhnykh zalezhey // VNIIOENG, ser. "Geologiya, geofizika i razrabotka nefyanykh mestorozhdeniy", 1997, No 8, s. 39-43.
12. Lashin V.I. Fazovye prevrashcheniya gazokondensatnykh sistem // Gazovaya promyshlennost', 2000, No 2, s. 11-13.
13. Ostrovskaya T.D., Gritsenko I.A. Issledovanie gazokondensatnykh smesey, soderzhachshikh CO₂ i N₂ // Gazovaya promyshlennost', 1983, No 8, s. 31-32.
14. Abbasov Z.Y. Gazodinamicheskie osnovy dvizheniya gaza i gazokondensatnykh sistem aerozol'noy struktury v skvazhinakh: dis. na soisk. uch. step. d-ra tekhn. nauk. – Baku: 1988, 342 s.