

## Distinguishing Features of Gas Condensate Fields with Underground Gas Storage

O.A. Aliyeva<sup>1</sup>, A.S. Aliyev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Azerbaijan State Oil and Industry University (Azadlig ave. 16/21, Baku, AZ 1010, Azerbaijan)

<sup>2</sup> Research Institute "Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry" (D. Aliyeva st. 227, Baku, AZ1010, Azerbaijan)

### **For correspondence:**

Aliyeva Ofeliya / e-mail: aliyea.afeliya@inbox.ru

### **Abstract**

The paper demonstrates that research methods of underground gas storages (UGS) gas wells in the decided regimes have more distinguishing features than analogous research methods of pure gas and gas condensate fields wells. Besides the parameters defined on the research results of gas fields wells it is necessary to determine  $a$  and  $b$  coefficients of the UGS wells accepting ability during gas injecting. It is shown the accuracy of determination of layer pressure average value in UGS is very significant, because this index is used as reliability (surface layers) value of UGS cap of gas injection. Otherwise, the UGS will put out of order and all gas reserve in the storage mixing with atmosphere will lose. Herein distinguishing features between the UGS and pure gas and gas condensate fields is shown and well № 450 of UGS are analyzed, indicator diagram is set up and values of  $a$  and  $b$  coefficients (during gas injection) are determined.

**Keywords:** *underground gas storage, pure gas fold, gas-condensate field, research features, gas injection, gas production, underground gas storage (UGS).*

DOI 10.52171/2076-0515\_2022\_14\_4\_63\_68

**Received** 08.02.2022

**Revised** 09.12.2022

**Accepted** 12.12.2022

### **For citation:**

Aliyeva O.A., Aliyev A.S.

[Distinguishing features of gas condensate fields with underground gas storage]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2022, vol. 14, no. 4, pp. 63-68 (in Azerbaijani)

## Yeraltı qaz anbarları ilə qaz-kondensat yataqlarının fərqli xüsusiyyətləri

O.Ə. Əliyeva<sup>1</sup>, Ə.S. Əliyev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti (Azadlıq pr. 16/21, Bakı, AZ1010, Azərbaycan)

<sup>2</sup>Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya ETİ (D. Əliyeva küç. 227, Bakı, AZ1010, Azərbaycan)

### Yazışma üçün:

Əliyeva Ofeliya / e-mail: aliyevalyeliya@inbox.ru

### **Xülasə**

Qaz yataqları quyularının tədqiqat nəticələri üzrə təyin edilən parametrlərindən başqa, yeraltı qaz anbarları (YQA) quyularının qəbul etmə qabiliyyətini və qaz vurma zamanı,  $a$  və  $b$  əmsallarını təyin etmək lazımdır. Bu əmsallar qazın hasil olunması prosesində tədqiqatın nəticələrinə əsasən alınmış  $a$  və  $b$  əmsallarından xeyli fərqlənirlər. Göstərilmişdir ki, yeraltı qaz anbarlarında (YQA) lay təzyiqinin orta qiymətinin təyin edilməsinin dəqiqliyi daha çox əhəmiyyət kəsb edir. Çünki bu göstərici qazın vurulmasının sonunda yeraltı qaz anbarlarının (YQA) örtüyünün yer səthindəki yerləşmiş layların etibarlılıq meyarı kimi istifadə edilir. Əks təqdirdə yeraltı qaz anbarları (YQA) sıradan çıxar və anbardakı qaz ehtiyatının hamısı atmosfərə qarışaraq itərlər.

**Açar sözlər:** yeraltı qaz anbar (YQA), təmiz qaz yatağı, qazkondensat yatağı, qazın vurulması, tədqiqat xüsusiyyətləri, qazın hasil edilməsi, yeraltı qaz anbarlarının örtüyü.

DOI 10.52171/2076-0515\_2022\_14\_04\_ 63\_68

УДК 622.27.621.52

## Отличительные особенности газоконденсатных месторождений с подземными хранилищами газа

О.А. Алиева<sup>1</sup>, А.С. Алиев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности (пр. Азадлыг, 16/21, Баку, AZ1010, Азербайджан)

<sup>2</sup>НИИ Геотехнологические проблемы нефти, газа и химии (ул. Д. Алиевой, 227, Баку, AZ1010, Азербайджан)

### Для переписки:

Алиева Афелия / e-mail: aliyevalyeliya@inbox.ru

### **Аннотация**

В статье отмечено наличие определенных отличительных особенностей способов исследования газовых скважин подземных хранилищ газа (ПХГ) на установившихся режимах по сравнению с аналогичными способами исследования скважин чисто газовых и газоконденсатных месторождений. Показано, что точность определения среднего значения пластового давления имеет большое значение, т.к. этот показатель в конце закачки газа в подземный амбар используется как критерий надежности покрытия ПХГ, покрытия пластов, залегаемых на поверхности земли. В противном случае ПХГ может выйти из строя и запасы газа в амбаре могут уйти в атмосферу. Изложены отличительные особенности ПХГ и чисто газовых и газоконденсатных месторождений, и в качестве примера исследована скважина 450. Построена индикаторная диаграмма и определены значения коэффициентов  $a$  и  $b$  при закачке газа в амбар.

**Ключевые слова:** подземное хранение газа, чисто газовое месторождение, газоконденсатное месторождение, исследовательские особенности, закачка газа, добыча газа, погрешка подземного хранилища газа.

## Giriş

Yeraltı qaz anbarlarında (YQA) quyuların tədqiqat üsulları mahiyyət etibarı ilə qaz yataqları quyularının tədqiqat üsullarından fərqlənmirlər. İşlənmiş yataqlarda və sulu strukturlarda yaradılmış yeraltı qaz anbarları (YQA) qaz quyularının tədqiqat məsələləri qazın alınması dövründə və neytral dövrdə qərarlaşmış alımlar üsulunun tətbiqi ilə qaz yataqları quyularının tədqiqat məsələlərinə identikdir [1-4].

## İşin məqsədi

Tədqiqatların mövcud olan xüsusiyyətləri yeraltı qaz anbarlarında (YQA) qaz yataqlarının müxtəlif funksional təyinatları ilə şərtləşmişlər. Yeraltı qaz anbarlarında (YQA) qaz quyularının tədqiqatı qazı atmosfərə buraxmadan aparılmalıdır. Bu şərt tələb edir ki, tədqiqat işlərinin ümumi həcmnin böyük hissəsini layın və quyudibi zonanın qazın vurulması dövründə, lakin texnoloji iş rejiminin müəyyən edilməsi üzrə isə qazın alınması-çıxarılması dövründə parametrlərinin təyini aparılsın [5, 6].

## İşin yerinə yetirilməsi

Yeraltı qaz anbarlarında qaz quyularının sınılanması zamanı qaz yataqları quyularının tədqiqat nəticələri üzrə qərarlaşmış alımları üsulu ilə təyin edilən parametrlərdən başqa YQA quyularının qəbul etmə qabiliyyətini müəyyən etmək və süzülmə müqavimətinin qaz vurma zamanı,  $a$  və  $b$  əmsallarını təyin etmək lazımdır. Bu əmsallar qazın alınması prosesində sınılanmanın nəticələrinə əsasən alınmış analoji  $a$  və  $b$  əmsallarından xeyli fərqlənə bilərlər [2, 3].

YQA-da yatağın lay təzyiqinin orta qiymətinin təyininin dəqiqliyi daha çox əhəmiyyət kəsb edir, çünki bu göstərici qaz vurulma-

sının sonuna YQA örtüyünün yer səthində yerləşmiş layların – laycıqların etibarlıq meyarı kimi istifadə edilir. Əgər bu örtük davam gətirməzsə, onda YQA sıradan çıxar və oradakı qaz ehtiyatının hamısı atmosfərə qarışar və itərlər.

YQA-nın lay təzyiqi nisbətən böyük olmayan (qaz yataqlarına nisbətən) zaman fasiləsində maksimumdan minimuma qədər dəyişir. Ona görə YQA quyularının təzyiqinin və debitinin nisbətən uzun müddətli stabilləşməsi zamanı, lay təzyiqinin mümkün olan dəyişmələrini nəzərə almaq lazımdır [5, 6].

Əgər YQA hidrodinamiki ekranlaşmış qeyri-bircins bloklara bölünmüşdürsə, onda praktika üçün kifayət qədər lay təzyiqinin dəqiq qiymətləri hər bir blok üçün, orta qiymətləri ayrı-ayrılıqda təyin edilməlidir.

YQA-nın yaradılması yerindən asılı olaraq, quyularda tədqiqat işlərinin aparılması lazım gəlir [1, 7].

Əgər YQA-nın işlənməsi sona çatmış qaz və qazkondensat yataqlarında yaradılmışdırsa, onda:

1. Quyularda lay təzyiqinin təyini üzrə tədqiqat işlərinin həcmi əksər hallarda  $1,5 \div 2$  dəfə sulu strukturlarda yaradılmış YQA nisbətən çox olur ki, bu da onların qeyri-bircinsliyi ilə əlaqədardır;
2. Yataqların işlənmə prosesində aparılan tədqiqatların nəticələrini nəzərə almaq;
3. Əgər YQA işlənilib qurtarmış qazkondensat yataqlarında yaradılmışdırsa, onda qaza və kondensata görə tədqiqat işləri aparılmalıdır;
4. YQA quyularında stasionar və qeyri-stasionar tədqiqatlar aparmaq lazımdır.

YQA ilə təmiz qaz və qaz kondensat yataqları arasındakı fərq aşağıdakılardan ibarətdir:

- YQA-na, əksər hallarda, onların quyularından quru karbohidrogen qazı vurulur, bu-

nu lay təzyiqinin saxlanması məqsədi ilə deyil, anbarda qaz ehtiyatı yığmaq üçün edirlər, bu zaman həmin quyular qaz vurucu quyular olurlar. Anbara qazın vurulması prosesi bir, yaxud bir neçə quyularda aparılır, qalan quyular hermetik bağlı saxlanılır;

- Bəzi hallarda, ehtiyac olduğundan anbarın bir, yaxud bir neçə quyusundan qaz hasil edilir və tələbkarlara göndərilir. Bu zaman anbardan qaz yatağı kimi istifadə edilir, yəni anbar istismar edilir. Belə quyular hasiledici quyular olurlar, qalan quyular isə hermetik bağlı saxlanılırlar;

- Yeraltı qaz anbarlarında heç vaxt, nə bəzi quyulardan anbara qaz vurulmur, nə də eyni zamanda digər quyuların anbarından qaz hasil edilmir. Yəni, eyni zamanda anbarda həm qaz vurucu, həm də qazhasiledici quyular işləmirlər, çünki işin anbarlarda belə aparılmasına ehtiyac yoxdur;

- Təmiz qaz yataqlarında həmişə işlənmənin sonunadək qaz hasiledici quyular istismar edirlər;

- Qazkondensat yataqlarında işlənmənin sonunadək qaz və kondensat hasiledici quyular istismar edirlər. Lakin lay təzyiqi düşdükdə kondensat düşür və onun qarşısını almaq məqsədilə bəzi quyulardan məhsuldar laya quru karbohidrogen qazı vurulur ki, bu prosese *Saykling prosesi* deyilir.

Qaz kondensat yataqlarında lay təzyiqinin düşməsilə əks kondensatlaşma hadisəsi baş verir ki, buna da *retrograd kondensatlaşma* deyilir.

Əgər yeraltı qaz anbarları sulu strukturlarda yaradılmışdırsa (bir qayda olaraq, nisbətən bircins və yüksək keçiricilikli laylarda), onda hidroqəşfiyyat nəticələrini və quyuların qeyri-stasionar tədqiqat üsullarının istifadəsinin məhdudlaşdırılmış imkanını nəzərə almaq lazımdır.

Nəzərə alaraq ki, YQA qaz quyularının sınılanması aparılması və nəticələrinin işlənilməsi qaydası qaz yataqları quyuları üçün onlara identikdir, aşağıda qaz vurma prosesində tədqiqat verilənlərinin işlənməsi misalına baxılmışdır. Tədqiqatın aparılması qaz quyularının tədqiqatına analojidir ki, onların da qazı mədəndə qazın hesablanması məntəqəsinə verilir. Quyuların müxtəlif iş rejimləri tənzimlənmənin ştuserlə yaradılırlar. Qazın sərfi ölçmə məntəqəsində differensial manometrin verilənlərinə əsasən təyin edilir. Qazın sərfinin dəyişdirilmə diapazonu, layın qəbuletmə qabiliyyəti kollektordakı təzyiqlə və s. ilə məhdudlaşdırılır.

Yeraltı qaz anbarlarında (YQA) qaz quyularının sınılanması nəticələri vurma prosesində aşağıdakı iki həddli düstura əsasən işləyirlər

$$P_q^2 - P_{lay}^2 = aQ + bQ^2 \quad (1)$$

burada  $P_q, P_{lay}$  – uyğun olaraq quyudibi və lay təzyiqləridir,  $kQ/sm^2$ ;  $Q$  – qazın sərfi,  $min\ m^3/gün$ ;  $a, b$  – süzülmə müqavimətinin əmsallarıdır.

Cədvəldə YQA-nın 450 №-li quyusunun tədqiqat nəticələri verilmişdir. Burada,  $P_q > P_{lay}$  olmalıdır ki, vurulan qaz yeraltı qaz anbarlarına (YQA) daxil ola bilsin. İlkin  $P_{st} = 54,7kQ/sm^2$ ;  $\bar{Q} = 0,745$  quyunun dərinliyi  $L=247m$ .

Sınılanması verilənlərinə əsasən, vurma rejimi  $Q=218\ min.m^3/gün$  debiti ilə müəyyən edilmişdir.

Süzülmə müqavimətinin əmsalları üçün cədvələ əsasən, qrafiki yolla  $\alpha=0,84$  və  $b=0,016$  qiymətləri tapılmışdır.

Bu əmsalların qiymətlərini (1) dusturunda yerinə yazsaq, konkret 450 №-li quyuyu üçün ikihəddli axın tənliyini alırıq:

$$P_q^2 - P_{lay}^2 = \Delta P^2 = 0,84Q + 0,0016Q^2 \quad (2)$$

**Cədvəl** – Yeraltı qaz anbarlarının (YQA) 450 №li quyusunun tədqiqat nəticələri

**Table** – Results of research of 450-th well of underground gas storages (UGS)

| Rejim | $P_{b.a.},$<br>kQ/sm <sup>2</sup> | $t_{q.a.},$<br>°C | $Q,$<br>min/ m <sup>3</sup> gün | $P_q,$<br>kQ/sm <sup>2</sup> | $P_q^2,$<br>kQ/sm <sup>2</sup> | $\Delta P^2 = P_q^2 - P_{lay}^2$<br>(Mpa) <sup>2</sup> | $\frac{P_q^2 - P_{lay}^2}{Q}$ |
|-------|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------|
| -     | 54,7                              | 24                | -                               | 57,6                         | 3323                           | -                                                      | -                             |
| 1     | 59,3                              | 27                | 80                              | 58,3                         | 3399                           | 76                                                     | 0,95                          |
| 2     | 59,5                              | 29                | 100                             | 58,5                         | 3422                           | 99                                                     | 0,99                          |
| 3     | 59,7                              | 30                | 128                             | 58,8                         | 3454                           | 131                                                    | 1,02                          |
| 4     | 56,1                              | 33                | 157                             | 59,1                         | 3499                           | 172                                                    | 1,09                          |
| 5     | 56,3                              | 34                | 178                             | 59,3                         | 3521                           | 198                                                    | 1,11                          |
| 6     | 56,4                              | 36                | 196                             | 59,5                         | 3949                           | 222                                                    | 1,13                          |
| 7     | 56,8                              | 39                | 218                             | 59,8                         | 3582                           | 299                                                    | 1,18                          |
| 8     | 68,4                              | 41                | 226                             | 61,6                         | 3889                           | 465                                                    | 2,08                          |

Əgər  $P_q$ -nin yerinə buraxıla bilən təzyiq  $P_{q_1}$  – yazsaq, onda quyunun anbara vurulan qazın sərfi normasını tapmaq üçün:

$$P_{q_1}^2 - P_{lay}^2 = \Delta P_1^2 = 0,84 \cdot Q_{nor} + 0,0016Q_{nor}^2 \quad (3)$$

tənliyini  $Q_{nor}$  -a görə həll edirik (şək.).

Fərz edək ki,

$$P_{q_1} = 100 \text{ at} = 10 \text{ MPa}; P_{lay} = 70 \text{ at} = 7 \text{ MPa} \quad (4)$$

$$100 - \lambda q = 0,84Q_{nor} + 0,0016Q_{nor}^2$$

$$0,0016Q_{nor}^2 + 0,84Q_{nor} - 51 = 0$$

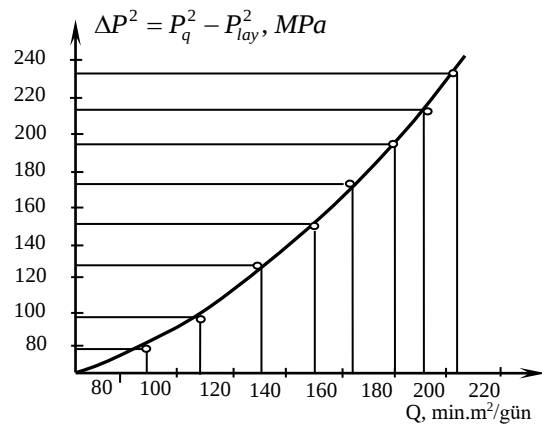
$$Q_{nor2} = \frac{-0,84 \pm \sqrt{0,84^2 + 4 \cdot 0,0016 \cdot 51}}{2 \cdot 0,0016} =$$

$$= 5,5 \text{ min.m}^3 / \text{gün}$$

$$Q_{nor} = 5,5 \text{ min.m}^3 / \text{gün} \quad (5)$$

Əgər tədqiqat nəticələri ikihədli tənlikdən istifadə edilərək işlənirsə, onda ən kiçik kvadratlar üsulu ilə tənliyin  $a$  və  $b$  əmsalları aşağıdakı düsturlarla təyin edirlər:

$$a = \frac{\sum \frac{\Delta P^2}{q} \sum q^2 - \sum q \sum \Delta P^2}{N \sum q^2 - (\sum q)^2} \quad (6)$$



**Şəkil** – Yeraltı qaz anbarı 450 №-li qaz quyusunun indikator diaqramı

**Figure** – Underground gas storage indicator diagram of gas well № 450

$$b = \frac{n \sum \Delta P^2 - \sum q \sum \frac{\Delta P^2}{q}}{N \sum q^2 - (\sum q)^2} \quad (7)$$

burada  $N$  – müxtəlif iş rejimlərinin sayıdır.

## Nəticə

(6) və (7) düsturları ilə hesablanmış  $a$  və  $b$  əmsallarının qiymətləri (2) tənliyindəki 0,84 və 0,0016-ya bərabər alınacaqdır.

Əgər yeraltı qaz anbarları (YQA) tükənmiş qazkondensat yatağında yaradılmışdırsa, onda onun məsələlərində müəyyən miqdarda qalıq kondensat olur və belə halda

qaz anbarının kondensatlılığı, yəni kondensatla doyma əmsalı təyin edilir.

## Maraqlar münaqişəsi

Müəlliflər bu məqalədə araşdırılması tələb olunan maraqlar münaqişəsinin olmadığını qeyd edirlər.

## REFERENCES

1. **Korotaev Yu.P.** Kompleksnaya razvedka i razrabotka gazovyh mestorozhdenij. 1968, 428 s. (in Russian)
2. **Chernov B.S., Bazlov M.N., Zhukov A.I.** Gidrodinamicheskie metody issledovaniya skvazhin i plastov. Moskva: Gostoptekhizdat, 1960, 319 s. (in Russian)
3. Instrukciya po kompleksnomu issledovaniyu gazovyh i gazokondensatnyh plastov i skvazhin. Pod redakciej G.A. Zotova, Z.S. Alieva. Moskva: Nedra, 1980, 301 s. (in Russian)
4. **Briskman A.A. və başq.** Qazın çıxarılması və nəql edilməsi. Bakı: Azərbaycan Dövlət Neft və elmi texniki ədəbiyyat nəşriyyatı, 1956. - 594 s. (in Azerbaijani)
5. **Əliyeva O.A.** Qazsaxlama anbarlarının təsnifatı. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, cild 8, №3, 2016, s. 94-97 (in Azerbaijani)
6. **Рубин Г.Н.** Геолого-технологический контроль подземных хранилищ газа: учебник для вузов. - М. Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2018, с. 207 (in Russian)
7. **Əliyeva O.A.** Yeraltı qaz anbarında təbii qazın quyuya yarım sferik-radial axınla stasionar rejimdə süzülməsi. Eko Energetika-Texniki Jurnal № 3, 2019, s.110-113 (in Azerbaijani)