

UDC 622.27.621.52

DOI 10.52171/2076-0515_2024_16_01_70_78

Conducting Field Surveys by Studying the Geological and Physical Conditions in Underground Gas Storage Facilities

O.A. Aliyeva¹, A.S. Aliyev²

¹*Azerbaijan State Oil and Industry University (Azadlig ave, 16/21, Baku, AZ 1010, Azerbaijan)*

²*Research institute "Geotechnological Problems of oil, gas and Chemistry" (D. Aliyeva str., 227, Baku, AZ1010, Azerbaijan)*

For correspondence:

Aliyeva Ofeliya /e-mail aliyeva.afeliya@inbox.ru

Abstract

The ways to study the geological and physical conditions of the created underground gas storage have been considered in the article; Information has been provided on conducting laboratory experiments to study the reservoir properties of the formation and the physical properties of the gas, and carried out mining research for determining the parameters of the layer. In operating wells, gas-dynamic research methods in fixed and unstable modes, and in non-working wells, the temperature regime of the reservoir have been studied. A method for determining the minimum depth of gas storage has been proposed, taking into account the formation pressure, rock pressure and hydraulic fracturing pressure of the formation.

Keywords: underground gas storage, geological and physical conditions, fault line, mining research, formation parameters, laboratory-experimental, tectonic block, indicator diagram, pressure recovery curve, gas-dynamic.

Received 31.02.2023

Revised 09.02.2024

Accepted 12.02.2024

For citation:

O.A. Aliyeva, A.S. Aliyev

[Conducting Field Surveys by Studying the Geological and Physical Conditions in Underground Gas Storage Facilities]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2024, vol. 16, no. 1, pp. 70-78 (in Azerbaijani)

Qaz anbarlarında geoloji-fiziki şəraitlərin öyrənilməsilə mədən tədqiqatlarının aparılması

O.Ə. Əliyeva¹, Ə.S. Əliyev²

¹*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti (Azadlıq pr. 16/21, Bakı ş., AZ1010, Azərbaycan)*

²*Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya ETİ (D. Əliyeva küç. 227, Bakı, AZ1010, Azərbaycan)*

Yazışma üçün:

Əliyeva Ofeliya / e-mail: aliyeva.afeliya@inbox.ru

Xülasə

Məqalədə yaradılmış yeraltı qaz anbarının geoloji-fiziki şəraitlərinin öyrənilməsi yolları şərh edilmişdir. Layın kollektor xassələrinin və qazın fiziki xassələrinin öyrənilməsi üçün laboratoriya-eksperimentləri aparılmışdır. Lay parametrlərinin təyin edilməsi üçün isə mədən tədqiqatlarının aparılması barədə məlumatlar verilmişdir. İşləyən quyularda qərarlaşmış və qərarlaşmamış rejimlərdə qazodinamik tədqiqat üsulları, işləməyən quyularda isə anbarın temperatur rejimi tədqiq edilir. Lay təzyiqi, dağ təzyiqi və layın hidravlik yarılmə təzyiqi nəzərə alınaraq qaz anbarının yaradılmasının minimal dərinliyinin təyin edilməsi üsulu təklif edilmişdir.

Açar sözlər: yeraltı qaz anbarı, geoloji-fiziki şərait, mədən tədqiqatı, lay parametrləri, laboratoriya-eksperimental, pozğunluq xətti, tektonik blok, indikator diaqramı, təzyiqin bərpası əyrisi, qazodinamik dinləmə.

Проведение промысловых изысканий путем изучения геолого-физических условий в подземных хранилищах газа

О.А. Алиева¹, А.С. Алиев²

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

²*НИИ Геотехнологические проблемы нефти, газа и химии (ул. Д. Алиевой, 227, Баку, AZ1010, Азербайджан)*

Для переписки:

Алиева Офелия / e-mail: aliyeva.afeliya@inbox.ru

Аннотация

В статье изложены пути изучения геолого-физических условий созданного подземного хранилища газа; и даны сведения о проведении лабораторно-экспериментальных исследований для изучения коллекторских свойств пласта и физических свойств газа, а также промысловых исследований для определения параметров пласта. В работающих скважинах проводятся газодинамические методы исследования на стационарных и нестационарных режимах работы и снимаются индикаторные диаграммы и кривые восстановления забойного давления газовых скважин, а в неработающих скважинах проводятся термодинамические методы исследования для изучения температурного режима газохранилища. В статье также предлагается метод определения минимальной глубина для подземного газохранилища с учетом значений пластового, горного и гидравлического разрыва давлений.

Ключевые слова: подземная газохранилища, геолого-физическое условие, промысловые исследования, параметры пласта, лабораторные эксперименты, линия нарушения, тектоническим блок, индикаторная диаграмма, кривая восстановления давления, газодинамическое прослушивание.

Giriş

Yeraltı qaz anbarının geoloji-fiziki şəraitləri aşağıdakılarla xarakterizə olunurlar: lay təzyiqi, lay temperaturu, layın qaza görə keçiriciliyi, layın məsaməlik əmsalı, layın qeyribircinslik əmsalı, layı təşkil edən süxurların fraksiya tərkibi və s. Anbarda iştirak edən quyuların aşağıdakı kateqoriyaları olur: qaz çıxarıcı quyular, qaz vurucu quyular və işləməyən statik vəziyyətdə olan quyular. Bu sonuncu quyularda laya qaz vurulmur və laydan qaz çıxarılmır, yəni onlar işləmirlər, ləğv edilmiş quyulardır.

İşin məqsədi

Layın süxurlarının fraksiya tərkibi, qeyri-bircinslilik əmsalı, məsaməlik əmsalı quyuların qazılması zamanı sütuncuqlu balta ilə məhsuldar laydan süxur nümunələri (kernlər) götürülür və onlar petroqtafiya laboratoriyasında tədqiq edilir. Yuxarıda sadalanmış digər parametrlər isə anbarın quyularını stasionar və qeyri-stasionar qazodinamik üsullarla tədqiq edilərək təyin edilir.

Digər tərəfdən anbar qazının sıxlığını (xüsusi çəkisini) və lay şəraitində özlülüyünü təyin etmək üçün götürülmüş qaz nümunələri laboratoriyada məlum üsullarla təyin edilir [1].

İşin yerinə yetirilməsi

Yeraltı qaz anbarının qaz çıxarıcı və qazvurucu, işləyən quyuları qazodinamiki üsullarla tədqiq edilir. Əsasən bu üsullar iki cür tədqiq edilir: stasionar üsullarla və qeyri stasionar üsullarla.

Stasionar qazodinamiki üsulla indikator diaqramı çıxarılır, bunun üçün quyunun 7-8 dəfə iş rejimi dəyişdirilir, debitlər və dib təziqləri ölçülür; bu diaqram parabola əyrisi şəklində alınır və koordinat başlanğıcından

keçir. Interpretasiya zamanı iki həddli aşağıdakı axın tənliyindən istifadə edilir:

$$\Delta P^2 = aQ^2 + bQ \quad (1)$$

və əvəzləmə aparılaraq düz xəttin tənliyinə çevrilir:

$$\frac{\Delta P^2}{Q} = aQ + b \quad (2)$$

Tənlik (2)-nin maili düz xətti qurulur və qrafiki yolla a və b parametrlərinin ədədi qiymətləri təyin edilir; burada a – düz xəttin bucaq əmsalıdır, b – düz xəttin $\frac{\Delta P^2}{Q}$ ordinat

oxundan ayırdığı düz xətt parçasının uzunluğudur.

a və b parametrlərinin tapılmış qiymətlərinə əsasən qaz anbarı layının qazodinamik parametrləri təyin edilir. Bu üsula əsasən qaz çıxarıcı quyular tədqiq edilir, çünki alınan nəticələr qazvurucu quyulara nisbətən daha dəqiq qiymətlər verir, yəni xətlər az olur [2].

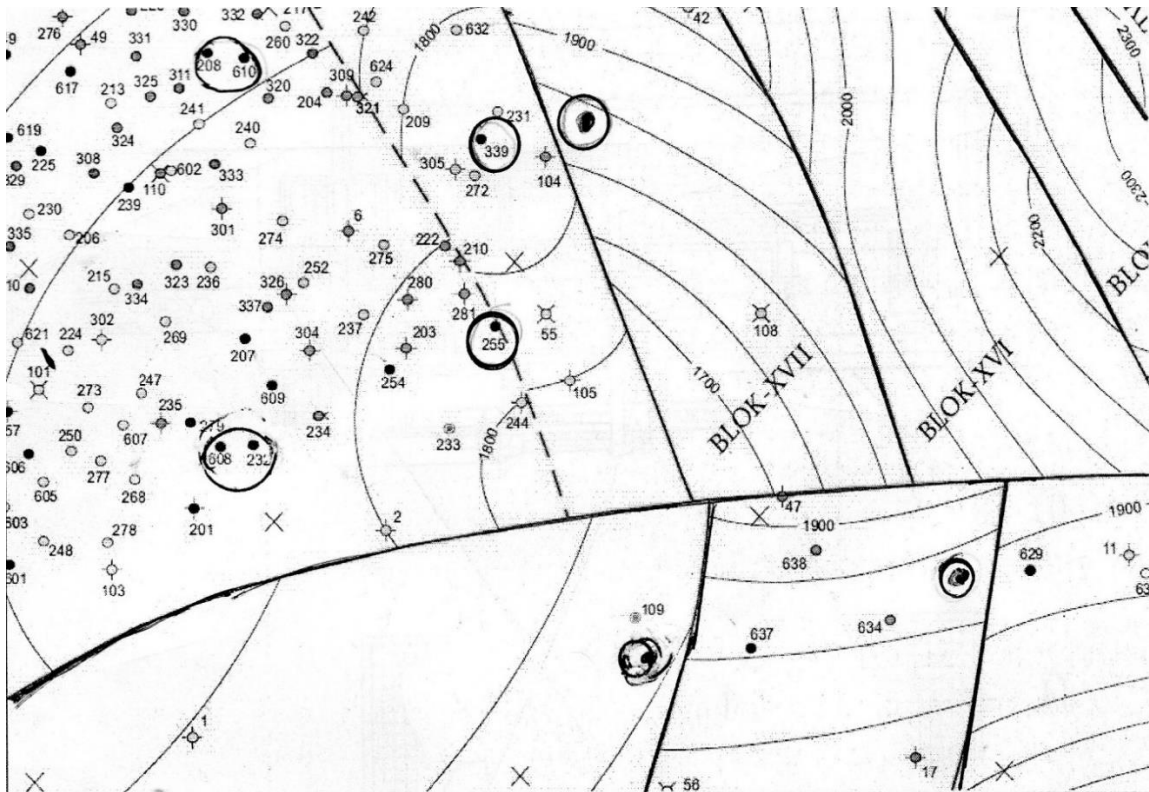
Qeyri stasionar qazodinamik üsulla qaz anbarının işləyən quyusu tədqiq ediləndə quyudibi təzyiqinin bərpası əyrisi çıxarılır, bu məqsədlə quyu dubinə lubrikatorun köməyiylə dərinlik manometri endirilir və quyunun işi dayandırılır, dib təzyiqinin bərpa əyrisi manometrin kartoqramında cızılmış əyriyə əsasən qurulur. Bu əyridə maili düz xətt parçası alınır; onun üzərində götürülmüş iki nöqtənin koordinatlarına əsasən onun bucaq əmsalının və ΔP^2 ordinat oxundan ayırdığı parçanın ədədi qiymətləri qrafiki yolla təyin edilir və bunlara əsasən yuxarıda adları çəkilmiş lay parametrləri təyin edilir.

Aşağıda Qalmaz qaz anbarının 255 sayılı quyusunda 10.12.2015-ci il tarixində aparılmış ilkin tədqiqat ölçü işlərinin nəticələri haqqında məlumatlar verilmişdir.

Şəkil 1-də Qalmaz qaz anbarının struktur xəritəsi təqdim edilmişdir. Bu struktur

xəritədən görünür ki, qaz anbarı antiklinal tektonik quruluşa malikdir, şərqdən qərbə doğru bir uzununa pozğunluq xəttinə malikdir və anbarı iki şimali və cənubi hissələrə ayırmışdır. Anbarın yuxarı şimal hissəsi şimal-cənub istiqamətdə yerləşmiş dörd tektonik pozğunluq xətlərinə malikdir və onu beş blokla bölmüşdür (XVIII, XVII, XVI, XV və XIV

bloklara). Anbarın aşağı cənub hissəsi isə iki şimal-cənub istiqamətdə yerləşmiş tektonik pozğunluq xəttinə onu üç blokla ayırmışdır. Anbarın çoxlu sayda quyuları onun XVIII blokunda yerləşmişdir. Bunlar həm qaz çıxarıcı və qaz vurucudurlar, həm işləmə-yənlər və həm də ləğv edilmiş quyulardır.



Şəkil 1 – Qalmaz qaz anbarının struktur xəritəsi
Figure 1 – Structural map of Kalmaz gas storage

Qalmaz yeraltı qaz anbarında cəmi yeddi tektonik pozğunluq xətləri vardır; bunların keçirən və ya keçirməyən olması təyin edilməlidir, çünki bu məsələnin həllinin böyük praktiki əhəmiyyəti vardır [9]. Bu anbarın şimal hissəsindəki XVII, XVI, XV və XIV bloklarda quyular yoxdur; bu o deməkdir ki, yuxarıdakı (şimal hissədə) pozğunluq xətləri keçirməyəndirlər. Cənub hissədəki qərbdəki birinci blokda da quyular yoxdur; ikinci və

üçüncü bloklarda isə işləyən qaz quyuları vardır. Belə hesab etmək olar ki, birinci pozğunluq xətti keçirməyəndir, ikinci isə keçirəndir. Bu fikirlər əsasən sadəcə fərziyyələrdir, əslində onların necə olduqları məlum deyildir, çünki onu müəyyən etmək üçün heç bir tədqiqat aparılmamışdır. Bu problemin düzgün həll edilməsi üçün qazodinamik dinləmə üsulunu tətbiq etmək tələb olunur. Bunun üçün isə pozğunluq

xəttinin sağında və solunda, bir-birinə yaxın məsafədə yerləşmiş iki işləyən qaz quyusunun olması çox vacibdir. Göründüyü kimi, Qalmaz qaz anbarının struktur xəritəsində belə cüt işləyən quyular yoxdur. Ona görə pozğunluq xəttinin bir tərəfində olan işləyən quyuya yaxın digər tərəfində bir yeni quyu qazılmışdır. Məsələn, XVIII blokda 339 sayılı quyu üçün sağ tərəfdə bir quyu, 637 sayılı quyu üçün solda bir quyu və 629 sayılı quyu üçün solda bir quyu qazmaq lazımdır. Yalnız bundan sonra pozğunluq xəttinin keçirən və keçirməyən olması barədə düzgün fikir söyləmək mümkündür. Bütün bunlardan sonra yeraltı qaz anbarının (YQA) qaz tutumunun

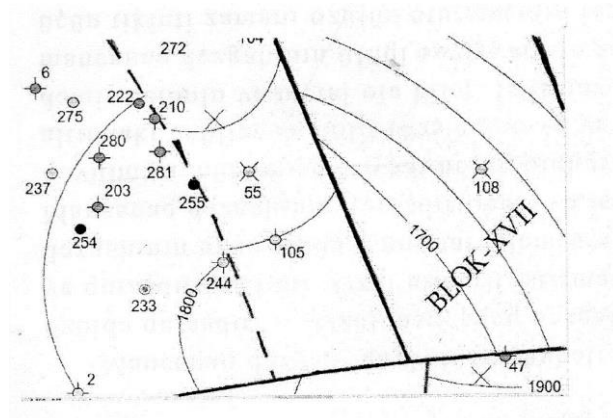
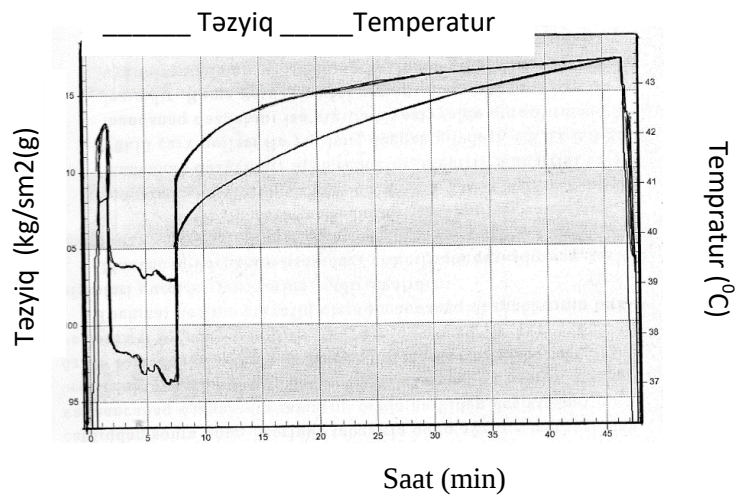
artırılması tədbirlərinin işlənməsi və tətbiqi mümkün olar [5].

Verilmiş struktur xəritədən görünür ki, Qalmaz anbarının yatma dərinliyi onun tavanı üzrə 1700 m-dən 2300 m-ə qədərdir. Quyuların əksəriyyəti 1500-1800m dərinlikdən işləyirlər. Cənub bloklardan görünür ki, 1900 m dərinlikdə də qaz yığılmışdır [6].

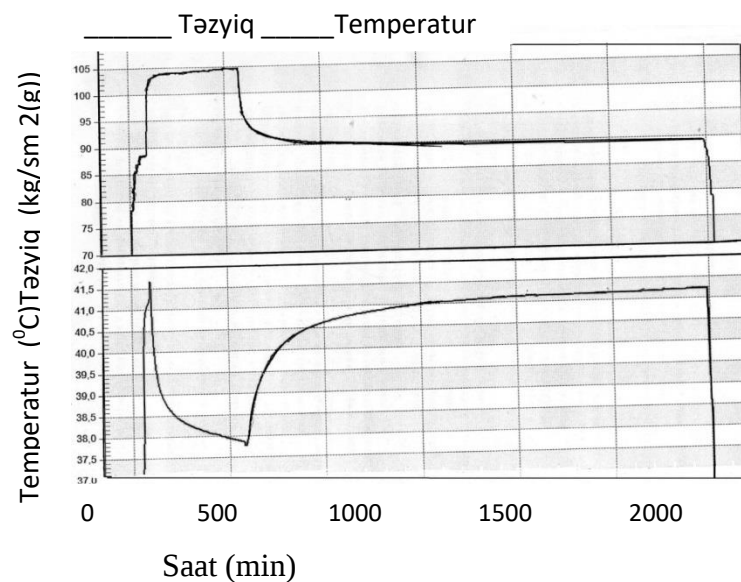
Aşağıda Qalmaz anbarının 255 sayılı quyusunda aparılan tədqiqat-ölçü işlərinin ilkin nəticələrinin məlumatları cədvəldə verilmişdir. Şəkil 2-də Qalmaz anbarı 255 sayılı quyusunda dib təzyiqinin bərpası ayrıləri təqdim edilmişdir.

Cədvəl – Qalmaz anbarı 255 sayılı quyusunda aparılan tədqiqat ölçü işlərinin ilkin nəticələri
Table – Preliminary results of survey measurements carried out in well 255 of Kalmaz reservoir

Qalmaz 255 sayılı quyuda tədqiqat-ölçü işlərinin ilkin nəticələri haqqında məlumat				Nəşr tarixi: 10.12.2015
<u>Quyu məlumatları:</u> Quyu dibi 1684 m. Süzgəc 1557m-1547m MQ 1hor. Effektiv qalınlıq - ...m NKB Ø 73mm – 1497m. İst.kəm. Ø146mm-1780m. Ölçü nəticələri Ø43mm yüklə NKB yoxlandı- 1465m-dək				
Quyununcari vəziyyəti	Dərinlik, m	Təzyiq, atm	Temperatur, °C	Qeyd
Quyu bağlı 07.12.2015 saat 15 ⁰⁰	0	95,7	20,3	ətraf quyular haqqında məlumatlar
	1050	104,5	36,9	
	1250	106,3	39,6	
	1450	108,1	41,9	
Quyu 6 saat ərzində (saat 15 ³⁰ – 21 ³⁰) qaz götürmə rejimində işləyib	$Q_{sərf} = 7000 - 7700 \text{ m}^3/\text{saat}$ ştuser Ø 8 mm ilə cəmi ...min m^3 qaz götürülüb			Qaz götürmə zamanı dərinlik cihazı 1450m-də saxlanmaqla təzyiqin düşmə əyrisinin qeydiyyatı aparılıb
Quyuda təzyiq qərarlaşandan sonra ölçülüb 09.12.2015 saat 15 ⁰⁰	0	104,1	22,4	Dərinlikcihazı 1450m-də saxlamaqla 39 saat ərzində təzyiqin bərpa əyrisinin qeydiyyatı aparılıb
	1050	113,6	38,2	
	1250	115,3	41,2	
	1450	117,1	43,5	



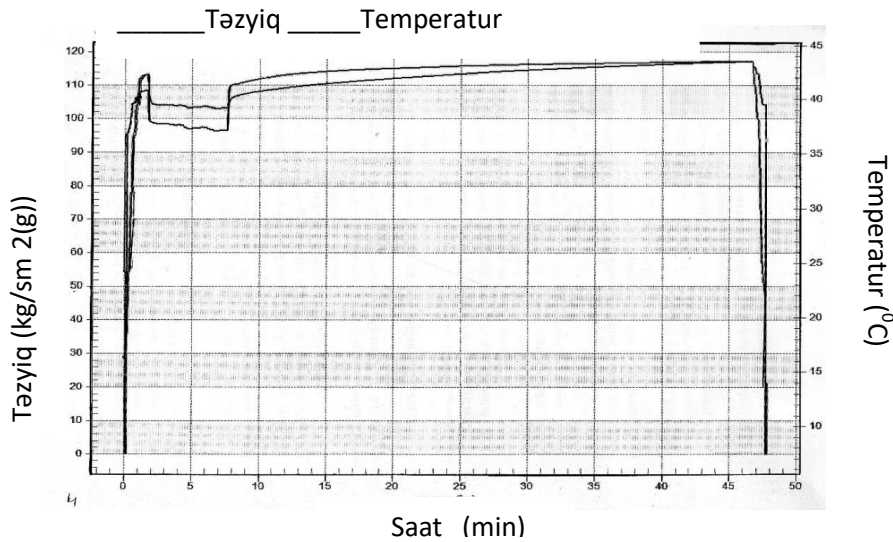
Şəkil 2 – Qalmaz anbarı 255 sayılı quyusunda dib təzyiqinin bərpası ayrıləri
Figure 2 – Bottom pressure recovery curves in well 255, Kalmaz reservoir



Şəkil 3 – Quyularda anbara qaz vurmada və qaz çıxarmada sonra çıxarılmış dib təzyiqinin bərpası ayrıləri
Figure 3 – Bottom pressure removed after injection of gas into the reservoir and removal of gas in the wells recovery curves

Şəkil 3 və 4-də quyularda anbara qaz vurmadan sonra və qaz çıxarmadan sonra çıxarılmış dib təzyiqinin bərpası ayrıləri təqdim edilmişdir. Bu ayrılərdə ordinat oxunda dib təzyiqləri, absis oxunda isə dəqiqələrlə bərpa zamanları göstərilmişdir. Bunlarda yuxarıdakı bərpa ayrıləri qaz vurmadan sonra, ikinci ayrilər qaz çıxarmadan sonra çıxarılmışdır. Bu təziqlər müddətində dərinlik manometri quyunun dibində yerləşdirilmişdir və sonra quyunun işi dayandırılmışdır [3].

Ümumiyyətlə, qaz anbarının temperatur rejiminin tədqiqi yalnız işləməyən, yəni statik vəziyyətdə olan qaz quyularında aparılır. Bu məqsədlə maksimal termometrlə müxtəlif dərinliklərdə temperatur ölçmələri aparılır. Özü də ölçmələr aşağıdan başlayaraq yuxarıya doğru deyil, yuxarıdan başlayaraq aşağıya doğru aparılmalıdır (düzgün nəticələr almaq üçün). Ölçmələr qaz anbarının müxtəlif sahələrində yerləşmiş işləməyən quyularda aparılır ki, layın orta səpələnmiş temperaturu düzgün təyin edilsin.



Şəkil 4 – Quyularda anbara qaz vurmadan və qaz çıxarmadan sonra çıxarılmış dib təzyiqinin bərpası ayrıləri

Figure 4 – In the wells without injecting gas into the reservoir and without extracting gas then removed bottom pressure recovery curves

Çox saylı ölçülmüş temperaturlara əsasən onun dərinlikdən asılılığının qrafiki qurulur (şək. 4). Bu qrafik temperaturlar oxunun kəsişmə nöqtəsi orta illik səth temperaturunun qiymətini verir [8]. Bu qrafikdən həm temperatur qradienti, yəni 1 m temperatur artımına düşən dərinliklər fərqi, həm də geotermik pillə yəni temperaturun 1°C artması üçün uyğun gələn dərinliklər fərqi təyin edilir. Bundan başqa qaz anbarının izotermik xəritəsi qurulur, qonşu izoterm

ayrıləri arasındakı sahələr hektarlarla pantoqraf adlanan cihazla ölçülür və aşağıdakı orta səpələnmiş lay temperaturunun qiyməti hesablanır:

$$t_{\text{lay}} = \frac{\frac{t_1 + t_2}{2} \cdot h_1 + \frac{t_2 + t_3}{2} \cdot h_2 + \dots + \frac{t_{n1} + t_n}{2} \cdot h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} \quad (3)$$

Qaz anbarının müxtəlif sahələrində yerləşmiş qaz quyularında təyin edilmiş lay təzyiqinin qiymətlərinə əsasən izobar xəritəsi

(Δ üsulu ilə) qurulur və qonşu izobar ayrılırları arasındakı sahələr hektarlarla pantoqrafla ölçülür və aşağıdakı düsturla orta səpələnmiş lay təzyiqi hesablanır:

$$P_{lay} = \frac{\frac{P_1 + P_2}{2} h_1 + \frac{P_2 + P_3}{2} h_2 + \dots + \frac{P_{n-1} + P_n}{2} h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} \quad (4)$$

Qaz anbarının qaz quyularında dib təzyiqlərinin bərpası ayrılardan bərpa olma müddətləri təyin edilməlidir, çünki bir qisim praktiki məsələlərin həllində bunlar lazım olurlar.

İşləyən bir-birinə yaxın qonşu quyularda qazodinamik dinləmə üsulu tətbiq edilməlidir (məsələn 208, 610 və 608, 232 işləyən quyular cütlərində). Burada, hər cütün quyuları dibinə dərinlik manometri endirilir və sonra cüt quyuların birinin işi dayandırılır, digərinin reaksiyasının olub olmadığı qrafiki yolla müəyyən edilir.

Əgər ikinci quyuda reaksiya yoxdursa, onda ya bu iki quyular arasında keçirməyən pozğunluq xətti keçir, yaxud da bu cütün bir quyusu başqa horizontdan işləyir. Əgər reaksiya vardırsa, onda deməli cütün quyularının ikisi də bir horizontdan işləyir və onların arasından pozğunluq xətti keçmir, ya heç bir pozğunluq xətti keçmir yaxud da pozğunluq xətti keçir. Qazodinamik dinləmə üsulu ilə tədqiqat nəticəsində pyezokeçiricilik əmsalının qiyməti təyin edilir, həm də təzyiq impulsunun reaksiya edici quyuya çatma müddəti təyin edilir.

Yeraltı qaz anbarında qaz quyularının dibində su və kondensat sütunlarının ləğv edilməsinin üsulu tətbiq edilməlidir.

Məlumdur ki, dağ təzyiqinin qiyməti aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$P_{dağ} = \frac{H \gamma_{or.x.ç}}{10} \quad (5)$$

burada H – qaz anbarının yatma dərinliyi, m -lə, $\gamma_{or.x.ç} = 2,6 \text{ Q/sm}^3$ -qaz anbarından yuxarıda yer səthinədək yatmış bütün süxurların orta xüsusi çəkisidir.

Dağ təzyiqi iki hissəyə ayrılır, yəni:

$$P_{dağ} = P_{lay} + P_{sk} \quad (6)$$

burada P_{lay} – lay təzyiqi, P_{sk} – süxurun skeletinə düşən təzyiqdir.

Dağ təzyiqinin qiymətini anbarın qaz quyularında ölçülmüş lay təzyiqilə müqayisə edərək, layın hidravlik yarılmamasının (LHY-nın) baş verib-vermədiyini yoxlamaq lazımdır [7]. Yeraltı qaz anbarı (YQA) aşağıdakı laylarda yaradıla bilər: tükənmiş təmiz qaz yatağında və quru süxurdan ibarət olan laylarda, özü də onların gücü (qalınlığı), məsaməlik əmsalı və keçiriciliyi mümkün qədər yüksək olmalıdırlar. Bu anbarlar arasında fərqli istismar xüsusiyyətləri mövcuddur ki, bunlar da əsasən aşağıdakılardan ibarətdir.

- Tükənmiş təmiz qaz yatağından seçilmiş yeraltı qaz anbarında yalnız qaz çıxardıcı quyuların dibində su sütunu və mexaniki qarışıqlar yığıla bilərlər, tükənmiş qaz-kondensat yataqlarında yaradılmış yeraltı qaz anbarı qaz quyularının dibində həm də qaz-kondensat sütunu yarana bilər; quru layda yaradılmış qaz anbarı qaz quyularının dibində də su sütunu və mexaniki qarışıqlar yığılır.

Bunların ləğv edilməsi üçün məlum üsullardan istifadə edilir [4].

Yeraltı qaz anbarlarına quyulardan quru qazın vurulması üçün 60-70 atm quyuya ağzında təzyiq yaradan kompressor stansiyasının kompressor maşınları ilə vurulur. Dağ təzyiqini və layın hidravlik yarma təzyiqini nəzərə alaraq yaradılan qaz anbarının

yaradılmasının minimal dərinliyini təyin etmək lazımdır.

Əgər qaz vurma təzyiqi bu minimal dərinlikli anbarın lay təzyiqindən çox yüksək olarsa, onda yer səthinədək süxurlarda çatlar əmələ gələr və anbarın bütün qazı atmosfərə püskürə bilər.

Əgər 100 at yaradan kompressor maşınları tətbiq edilərsə, onda anbar dərinliyinin minimal qiyməti daha çox olar. Buradan aydın olur ki, yeraltı qaz anbarının dərinliyi nə qədər çox olarsa, bir o qədər yaxşı olar.

Nəticə

Beləliklə, qaz quyularında təyin edilmiş lay təzyiqlərinə əsasən üçbucaq üsulu ilə izobar xəritəsi qurulur və orta səpələnmiş lay təzyiqi təyin edilir. Dağ təzyiqini və layın hidravliki yarıqla təzyiqinin qiymətlərinə əsasən qaz anbarının yaradılması üçün buraxıla bilən minimal yarma dərinliyi təyin edilmişdir.

Maraqlar münaqişəsi

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

REFERENCES

1. **Ismayilov F.S., Abbasov E.M., Gadirov Z.S.** //Determination of well operation mode at the initial stage of gas injection process to Garadagh underground gas storage // *Azerbaijan Oil Economy*, №12, 2018, p.14-17 (in Azerbaijani)
2. **Aslanov V.D.** //Geological bases of creation of underground gas storages and relations with the solution of gas supply problems // Baku, 2001, p.43-49 (in Azerbaijani)
3. **Aliyeva O.A., Aliyev A.S.** //Modeling of cyclic geomechanical impact on the carbonate reservoir // Collection of materials of the V International scientific and practical conferences, Achievements, problems and development prospects oil and gas industry, Volume 1, State Budget Educational Institution Of Higher Education "Almetyevskiy State Oil institute" № 12, 2020, p.9-13 (in Kazakhstan)
4. **Mustafayev S.D., Aliyeva O.A., Aliyev A.S.** //Influence of the movement of heel water collected in the water trap on the working mode of underground gas storages// *Azerbaijan Oil Economy*, №8, 2019, p. 19-21(in Azerbaijani)
5. **Grishin D.V.** Comprehensive Performance Technology wells of underground gas storages in the conditions of reservoir failure collector.dis.cand. technical sciences 25.00.17- Cheers. 2019, p.153 (in Russian)
6. **Aliyeva O.A., Aliyev A.S.** //Calculation of the Flow Rate of a Gas Dynamically Imperfect Production Well According to the Degree of Formation Penetration in Underground Gas Storages (UGS)/ *Herald of the Azerbaijan Engineering Academy*, Vol. 15, №2, 2023, p. 59-63 <http://ama.com.az> (in Azerbaijani)
7. **Akhundova N.R. Rzazade S.A., Aliyeva O.A., Bahshaliyeva S.O.** //Compression of liquids from the operating wells to the surface applying the sequential approximation//, Today we finally received the third review for your article. The review is positive, so the article will be published NAFTA-GAZ 10.18668/NG.2023.03.04,2023,no.3,p. 184-189 (in Polish) <https://www.inig.pl/en/nafta-gaz-en/abstracts>
8. **Salavatov T.S., Ismayilov F.S., Bayramov B.A.** //Technology of oil extraction by wells // Baku, 2012, pp.60-67 (in Azerbaijani)
9. **Aliyeva O.A.** //About the need to create underground gas storage facilities// HODJA AKHMET YASSAWI 7. International Congress on Scientific Research Mingachevir State University, Azerbaijan February 24-25, Congress Program №2, 2023, p.262-266 <https://www.yesevikongresi.org/library> (in Azerbaijani)