

Calculation of the Flow Rate of a Gas Dynamically Imperfect Production Well According to the Degree of Formation Penetration in Underground Gas Storages (UGS)

O.A. Aliyeva¹, A.S. Aliyev²

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

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

For correspondence:

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

Abstract

The exact debit formula for the gas-dynamic unfinished flatbed production well drilled in the underground gas storage has been derived. The reservoir layer is horizontal and homogeneous; gas wells were not completed according to the degree of opening of the storage layer, and were completed due to the nature of the opening. The infiltration flow from the open upper part of the formation to the production well is simple flat-radial. The flow from the unopened part to the production well is complex, if the curve is radial. A new method was proposed to solve the problem, where a flat-bottomed production gas well was replaced by a production gas well with a hollow hemispherical surface, all other parameters were accepted as equal in price. Using the theory of gas filtration, a formula was derived for the gas flow rate of the second production well with a hollow hemispherical surface, which will be the exact flow rate formula for a flat-bottomed well.

Keywords: underground gas storage, flat-bottomed well, reservoir penetration degree, gas dynamic imperfect well, debit formula, cone bit, capital the attachment, hemispherical-radial flow, curvilinear radial flow, flat radial flow.

DOI 10.52171/2076-0515_2023_15_02_59_63

Received: 25.02.2022

Revised: 19.06.2023

Accepted: 21.06.2023

For citation:

Əliyeva O.Ə., Əliyev Ə.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, 2023, vol. 15, no. 2, pp. 59-63 (in Azerbaijani)

Yeraltı qaz anbarında (YQA) layın açılma dərəcəsinə görə qazodinamik tamamlanmamış yastıdibli hasiledici quyunun debitinin hesablanması

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 Afeliya / e-mail: aliyeva.afeliya@inbox.ru

Xülasə

Məqalədə yeraltı qaz anbarında qazılmış, layın açılma dərəcəsinə görə qazodinamik tamamlanmamış yastıdibli hasiledici quyunun dəqiq debit düsturu çıxarılmışdır. Qaz anbarının layı horizontaldır və bircinslidir; qaz quyuları anbar layının açılma dərəcəsinə görə tamamlanmamışdır, açılma xarakterinə görə isə tamamlanmışdır. Layın açılmış yuxarı hissəsindən hasiledici quyuya süzülmə axını sadə yastı-radialdır; aşağı açılmamış hissəsindən hasiledici quyuya axın isə mürəkkəbdır, yəni əyri xətlili radialdır. Qoyulmuş məsələni həll etmək üçün yeni metod təklif edilmişdir, burada yastı dibli hasiledici qaz quyusu dibi çökək yarımşfera səthi şəklində olan hasiledici qaz quyusu ilə əvəz edilmişdir, bütün digər parametrlər uyğun olaraq, qiymətcə bir-birinə bərabər qəbul edilmişdir. Qazın süzülməsi nəzəriyyəsiindən istifadə edərək, dibi çökək yarımşfera səthi olan hasiledici ikinci quyunun qaz debiti üçün düstur çıxarılmışdır ki, bu da yastı dibli verilmiş quyunun dəqiq debit düsturu olacaqdır.

Açar sözlər: yeraltı qaz anbarı (YQA), qazın aktiv və bufer həcmələri, kəşfiyyat, qaz kəməri, sənaye istismarı, geoloji strukturlar, qaz boşluğu, maksimal və minimal təzyiqlər, keçiricilik, məsaməlik.

DOI 10.52171/2076-0515_2023_15_02_59_63

УДК 622.27.621.52

Расчет дебита газодинамической несовершенной эксплуатационной плоскодонной скважины по степени вскрытия пласта в подземных хранилищах газа (ПХГ)

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 Афелия / e-mail: aliyeva.afeliya@inbox.ru

Аннотация

В статье впервые выведена точная формула дебита газа плоскодонной скважины, газодинамически несовершенной по степени вскрытия пласта подземного хранилища газа. Пласт газового амбара горизонтально однороден, газовые скважины газодинамически несовершенны по степени вскрытия пласта амбара и совершенны по характеру вскрытия пласта. Во вскрытой верхней части пласта фильтрационный поток газа из амбара к скважине плоско-радиальный, а в нижней, не вскрытой части пласта к скважине проходит сложный, криволинейно-радиальный поток. Для решения поставленной задачи предложен новый метод: здесь плоскодонная добывающая газовая скважина заменена скважиной, забой которой имеет вогнутую полусферическую поверхность, все другие соответствующие параметры приняты равными друг другу. Используя теорию фильтраций газа, выведена формула дебита газа второй скважины, которая является формулой точного дебита газа заданной плоскодонной скважины.

Ключевые слова: подземное хранилище газа (ПХГ), плоскодонная скважина, степень вскрытия пласта, газодинамическая несовершенная скважина, формула дебита, шарошечное долото, капитал, вложение, полусферический радиальный поток, криволинейно-радиальный поток, плоско-радиальный поток.

Giriş

Təbii qaz yataqlarında olduğu kimi, yeraltı qaz anbarlarında (YQA) da karbohidrogen qazının özlülüyü lay şəraitlərində olan digər flüidlərin, yəni lay neftinin və lay suyunun özlülüklərindən dəfələrlə aşağı olur. Ona görə də təbii qazın süzülmə qabiliyyəti (süzülmə sürəti) onlara nisbətən çox yüksək olur. Bu səbəbdən, qaz quyuları arasındakı məsafəni neft yatağından çox götürürlər.

Həm də onların layın açılma dərəcəsinə görə qazodinamik tamamlanmış deyil, tamamlanmamış olmaları məsləhətdir.

İşin məqsədi

Məlumdur ki, quyular şaroşkalı baltalarla qazılırlar və onlar yastıdıbli olurlar.

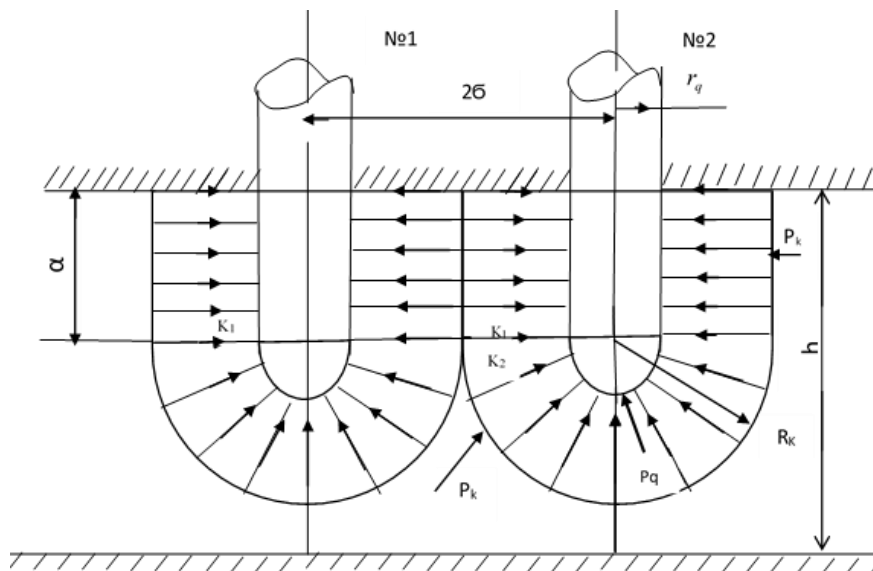
Yastıdıbli quyunu işə salanda, orda iki müxtəlif süzülmə axınları baş verir (şəkil):

1. Layın açılmış yuxarı hissəsində - yastıradial sadə;
2. Layın açılmamış aşağı hissəsində - mürəkkəb (yəni əyri xətlə radial axın).

Qeyd etmək lazımdır ki, neft yataqlarında layın açılma dərəcəsinə görə natamam yastıdıbli quyunun dəqiq debit düsturu hələ indiyədək çıxarılmamışdır. Lakin hesablamalarda bundan fərqli olaraq, təxmini düsturlar çıxarılmışdır [1, 2].

Lakin təbii qaz yataqlarında yaxud yeraltı qaz anbarlarında (YQA) indiyədək bunun üçün heç cəhd də edilməmişdir və ədəbiyyatda bu məsələ ilə bağlı heç bir məlumat yoxdur.

Bu məqalədə, qeyd edilmiş məsələnin həlli üçün çox maraqlı bir üsul təklif edilmişdir.



Şəkil – Qaz anbarında hasiləddici qaz quyusunun sxemləri: 1 - yastıdıbli; 2 - çökək yarımşfəra dibli
Figure – Schemes of production gas well in gas storage: 1 - flat bottom; 2 - concave hemisphere bottom

Şəkildə aşağıdakı şərti işarələr qəbul edilmişdir: R_k - qidalanma konturunun radiusu; r_q - quyunun radiusu; h - layın qalınlığı; α - layın açılmış hissəsinin qalınlığı; 2σ - iki qonşu quyular arasındakı məsafə; P_k - lay təzyiqi; P_q - quyudibi dinamik təzyiq; K_1 - layın yuxarı hissəsində qaza görə keçiricilik əmsalı; K_2 - quyuyüzə layın aşağı hissəsinin qaza görə keçiricilik əmsalı.

İşin yerinə yetirilməsi

Təklif edilmiş üsulda yastıdıblı hasiledici qaz quyusu, dibi çökək yarımşfera şəklində olan hasiledici qaz quyusu ilə əvəz edilmişdir, özü də bu quyuların bütün digər geoloji-fiziki xassələri (parametrləri) qiymətcə bərabər qəbul edilmişdir [3].

Yeraltı qaz anbarının (YQA) açılmış yuxarı hissəsində hər iki quyular (№1 və №2) üzrə cari süzülmə sürəti aşağıdakı düsturla ifadə olunur, çünki burada yastı radial sadə axın baş verir:

$$v_1 = \frac{K_{q1}}{\mu_q} \frac{dp}{dr} = \frac{K_{q1}(P_k^2 - P_q^2)}{2\mu_q P(r) \ln \frac{R_k}{r_q}} \cdot \frac{1}{r} \quad (1)$$

Hasiledici qaz №2 quyusu üzrə layın açılmamış aşağı hissəsində yarım-sferik sadə axın baş verir və cari süzülmə sürəti aşağıdakı düsturla təyin olunur [4-6]:

$$v_2 = \frac{K_{q2}}{\mu_q} \frac{dp}{dr} = \frac{K_{q2}(P_k^2 - P_q^2)}{2p(r)\mu_q \left(\frac{1}{r_q} - \frac{1}{R_k} \right)} \cdot \frac{1}{r^2} \quad (2)$$

Qaz anbarının yuxarı açılmış hissəsində cari süzülmə səthinin sahəsi

$$F_1 = 2\pi rh \quad (3)$$

olacaq.

Hasiledici qaz quyusu №2 üzrə layın aşağı açılmamış hissəsində cari süzülmə səthinin sahəsi isə:

$$F_2 = 2\pi r^2 \quad (4)$$

olacaqdır.

Yeraltı qaz anbarının yuxarı açılmış hissəsindən hasiledici quyu №2-nin qaz debiti aşağıdakı şəkildə olacaq:

$$Q_1 = F_1 v_1 = \frac{2\pi K_1 h (P_k^2 - P_q^2)}{P_0 \mu_q \ln \frac{R_k}{r_q}} \quad (5)$$

Anbarın aşağı açılmamış hissəsindən hasiledici qaz quyusu №2-nin qaz debiti isə

$$Q_2 = F_2 v_2 = \frac{K_2 (P_k^2 - P_q^2)}{2p(r)\mu_q \left(\frac{1}{r_q} - \frac{1}{R_k} \right)} \quad (6)$$

olacaq.

Qaz anbarının hasiledici qaz quyusu №2-nin tam qazın debiti isə aşağıdakı kimi olacaq:

$$\begin{aligned} Q &= Q_1 + Q_2 = \frac{2\pi K_1 h (P_k^2 - P_q^2)}{P_0 \mu_q \ln \frac{R_k}{r_q}} + \\ &+ \frac{K_2 (P_k^2 - P_q^2)}{2p(r)\mu_q \left(\frac{1}{r_q} - \frac{1}{R_k} \right)} = \\ &= \left[\frac{2\pi K_1 h}{p_0 \ln \frac{R_k}{r_q}} \right] + \\ &+ \frac{K_2}{2p(r) \left(\frac{1}{r_q} - \frac{1}{R_k} \right)} \cdot \frac{P_k^2 - P_q^2}{\mu_q} \end{aligned} \quad (7)$$

Düstur (7) ilə hasiledici yastıdıblı quyu №1-in dəqiq tam qaz debiti təyin edilir. Beləliklə, məqalədə qoyulmuş məsələ tamamilə həll edilmiş olur [5, 7].

Nəticə

Məqalədə, yeraltı qaz anbarında (YQA) qazılmış layın açılma dərəcəsinə görə qazodinamik tamamlanmamış yastıdıblı hasiledici qaz quyusunun dəqiq debit düsturu çıxarılmışdır.

Qaz anbarının layı horizontal vəziyyətdə yatmışdır və bircinslidir; qaz quyuları anbar layının açılma dərəcəsinə görə tamamlanmamışdır, açılma xarakterinə görə isə tamamlanmışdır.

Layın açılmış yuxarı hissəsindən hasiledici quyuya süzülmə axını sadə yastı-radialdır;

aşağı açılmamış hissəsindən hasiledici quyuya axın isə mürəkkəbdir, yəni əyri xətlə radialdır.

Qoyulmuş məsələni həll etmək üçün yeni metod təklif edilmişdir, burada yastıdibli hasiledici qaz quyusu dibi çökək yarımsfera səthi şəklində olan hasiledici qaz quyusu ilə əvəz edilmişdir, bütün digər parametrlər uyğun olaraq, qiymətcə bərabər götürülmüşdür.

Qazın süzülməsi nəzəriyyəsi istifadə edilərək, dibi çökək yarımsfera səthi olan

hasiledici ikinci quyunun qaz debiti üçün düstur çıxarılmışdır ki, bu da yastı dibli verilmiş quyunun debit düsturu olacaq.

Məsələni bu cür həll etdikdə xeyli uzunluqda quyuların qazılması ixtisar olunur və kapital qoyuluşuna qənaət edilir.

Maraqlar münaqişəsi

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

REFERENCES

1. **Shchelkachev V.N., Lapuk B.B.** Podzemnaya gidravlika. Moskva-Leningrad: *Gostoptekhizdat*, 1949, s.126-128; s.523 (*in Russian*)
2. **Charnyj I.A.** Podzemnaya gidrogazodinamika. Moskva: *Gostoptekhizdat*, 1963, s.145-149; s. 396 (*in Russian*)
3. **Mustafaev S.D., Alieva M.G.** Vliyanie profilya buryashchijsya skvazhiny na reshenie teoreticheskix zadach razrabotki neftyanyh mestorozhdenij, *ANH*, №9, 2015, s.14-17 (*in Russian*)
4. **Mirzəcanzadə A.X., Əhmədov Z.M.** Yeraltı hidroqazodinamika. Bakı, 1986, s.33-35; s.100 (*in Azerbaijani*)
5. **Mirzəcanzadə A.X.** və başq. Neft-qaz yataqlarının işlənməsi və istismarının nəzəri əsasları. // *Azərbaycan Dövlət Neft və Elmi-texniki ədəbiyyat nəşriyyatı*. Bakı, 1960, 412 s. (*in Azerbaijani*)
6. **Aliyeva O.A., Aliyev A.S.** Stationary filtration of natural gas in the underground gas storage by spherical-radial flow// *DEUTSCHE international Zeitschrift, für zeitgenössische Wissenschaft*, №17, s. 5-7, 2021 (*in Germany*)
7. **Əliyeva O.Ə., Əliyev Ə.S.** Yeraltı qaz anbarlarının yaradılması və kəşfiyyat-sənaye istismarı zamanı qazın vurulması və çıxarılması. *Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri*, 2021, cild 13, № 3, s. 61-66 (*in Azerbaijani*)