

UOT 622.276

ÇOXLÜLƏLİ ÜFÜQİ QUYULARA MAYE AXINI MƏSƏLƏSİ

Əsgərov R.X., Əliyeva K.A.

Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası, Baker Hughes Şirkəti
E-mail: kema85@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются работы по внедрению горизонтальных скважин в целях эксплуатации нефтяных залежей.

Xülasə. Məqalədə neft yataqlarının ehtiyatlarının mənimsənilməsi üçün üfüqi quyuların tətbiqi ilə bağlı mövcud işlərin icmalı və analizi verilmişdir.

Abstract. In the article it is given the review and analysis of the existing works related to the application of horizontal wells for producing of oil field reserves.

Açar sözlər: üfüqi quyular, yataqların mənimsənilməsi, məhsuldarlıq, keçiricilik

Key words: horizontal wells, reservoir production, productivity, permeability

Ключевые слова: горизонтальные скважины, производство коллектора, производительность, проходимость

Giriş. Son illərdə qazma və tamamlama avadanlıq və texnologiyalarının inkişafı üfüqi quyulara marağı artırmışdır. Buna baxmayaraq üfüqi quyunun qazılmasının rentabelli olub olmayacağını təyin etmək üçün mühəndislərə çıxarılabıləcək quyu hasilatını hesablamaq üçün etibarlı metod lazımdır. Bu məqsədlə müxtəlif modellər işlənmiş və bir çox tədqiqatçılar hesablama üsulları təqdim etmişlər. Bu sahədə aparılmış bir çox analitik hesablamalarda qəbul olunmuşdur ki, lay sonsuz keçiricidir və ya quyu dibinə axın sabitdir [1]. Bu o deməkdir ki, bu hesablama metodlarında təzyiq düşküsi nəzərə alınmamışdır. Başqa qrup tədqiqatçılar isə əksinə təzyiqlər fərqi böyük olduğu hal üçün hesablamalar aparmışlar. Ümumiyyətlə cari hasilat hesablama modellərini üç qrupa bölmək olar:

1. Quyu dibinin keçiriciliyi sonsuz qəbul olunan sadə analitik həllər (Borisov, Jiger, Coşi, Babu və başqaları). Bu həllər daha çox qəbul olunmuş və tətbiq olunan həllərdir. Lakin bu üsullar dəqiq həllər vermir. Belə ki, onlar quyu dibində təzyiq düşküsünü nəzərə almır. Bu modellər ilkin hesablamlar və parametrlərin bir- birinə təsirini öyrənmək üçün yaxşıdır.

2. Quyu dibinin keçiriciliyi sonlu qəbul olunan sadə yarı-analitik həllər. (Dikken, Aziz, Çen və başqaları). Bu üsullar çox mürəkkəbdir, amma onlar sahə hesablamaları üçün daha dəqiq nəticələr verir [2,3].

3. Quyu hidravlikasını nəzərə alan rəqəmsal modellər (Stone, İslam, Çakma və başqaları). Bunlar dəqiq sahə tətbiqləri- kompyuter proqramıdır. Lakin hər bir sahə mühəndisində gündəlik hesablama üçün bu proqram təminatı yoxdur.

Məsələnin qoyuluşu. Qərarlaşmış rejimdə bircins dairəvi anizotrop layda, layın daban müstəvisindən z_0 məsafə yerləşən müstəvi üzərində, lülələrinin uzunluqları, ümumi halda l_1, l_2, \dots, l_n olan çoxlüləli üfüqi quyuya maye axını kəsilməzlik tənliyi, laydan quyu lülələrinə daxil olan mayenin balans tənlikləri, quyu lülələrində mayenin hərəkət tənlikləri tənliklər sistemi ilə modelləşdirilir. Qəbul olunur ki, mayenin layda süzülməsi xətti Darsi qanununa tabedir və quyu lüləsində axın laminardır. Bu tənliklər sistemi aşağıdakı sərhəd şərtləri (1.1) daxilində həll edilməklə

$$2\pi \frac{k_z}{\mu} \frac{\partial p}{\partial z} \Big|_{z=0,h} = 0, \quad p(r_k, z) = p_k, \quad Q^w(z) \Big|_{z=z_0} = Q, \quad (1.1)$$

sərhəd şərtləri daxilində həlli aşağıdakı şəkildə alınmışdır :

$$p_k - p_q = \frac{\mu Q}{2\pi k h} \frac{1}{L_n} \left(\sum_{i=1}^n l_i \ln \frac{a_n r_k}{l_i} + h F_0 \right), \quad (1.2)$$

$$F_0 = \frac{1}{\sqrt{v}} \ln \left(\frac{h}{2\pi r_w \sqrt{v}} \frac{1}{\sin(\pi z_0/h)} \right), \quad v = \frac{k_z}{k}, \quad L_n = l_1 + l_2 + \dots + l_n, \quad n \leq 24$$

Burada: Q - quyunun hasilatı ($m^3 / gün$), $\Delta p = p_k - p_q$ - təzyiqlər fərqi (MPa), p_k - qida konturunda təzyiğin qiyməti (MPa), p_q - üfüqi quyu lülələri üzərində dib təzyiqinin orta qiyməti (MPa), n - üfüqi quyunun lülələrinin sayı, $v = k_z / k$, - süxurun anizotropluğu, r_w - üfüqi quyu lüləsinin radiusu (m), l_1, l_2, \dots, l_n - üfüqi quyunun lülələrinin uzunluqları (m), z_0 - daban müstəvisindən quyu lüləsinə qədər olan məsafə (m), a_n - sabit əmsallar

Əgər (1.2) düsturunda üfüqi quyu lülələrinin uzunluqları bir-birinə bərabər olarsa, yəni $l_1 = l_2 = \dots = l_n = l$, onda $L_n = nl$ olar və onda həmin düstur sadələşərək aşağıdakı şəkllə düşər:

$$p_k - p_q = \frac{\mu Q}{2\pi k h} \left(\ln \frac{a_n r_k}{l} + \frac{h}{nl} F_0 \right) \quad (1.3)$$

Xüsusi hallara baxaq:

1. Üfüqi quyunun lüləsinin uzunluğu l -ə bərabər olan bir lüləsi var. Bu halda (1.3) ifadəsində və $n=1$ qəbul etsək, $a_1 = 3.1422$ olar və birlüləli quyunun hasilatının təyini üçün aşağıdakı ifadəni alarıq:

$$Q(1, \alpha_1) = \frac{2\pi k h}{\mu B} \frac{p_k - p_q}{\left(\ln \frac{a_1 r_k}{l} + \frac{h}{l} F_0 \right)}. \quad (1.4)$$

2. Üfüqi quyunun lülələrinin hər birinin uzunluğu l -ə bərabər və aralarında qalan bucağı 180° dərəcəyə bərabər olan iki lüləsi və ya uzunluğu $2l$ -ə bərabər olan bir lüləsi var. Bu halda, (1.3) düsturunda və $n=2$ qəbul etsək, $a_2 = 2.0828$ olur və quyunun hasilatının təyini üçün aşağıdakı ifadəni alarıq:

$$Q(2, \alpha_2) = \frac{2\pi k h}{\mu B} \frac{p_k - p_q}{\left(\ln \frac{a_2 r_k}{l} + \frac{h}{2l} F_0 \right)}. \quad (1.5)$$

3. Üfüqi quyunun lülələrinin hər birinin uzunluğu l -ə bərabər və aralarında qalan bucağı 120° dərəcəyə bərabər olan üç lüləsi vardır. Bu hal üçün (1.3) ifadəsindən $n=3$ və $a_3 = 1.8621$ olduğunu təyin edirik və quyunun hasilatının təyini üçün aşağıdakı ifadəni alarıq:

$$Q(3, \alpha_3) = \frac{2\pi k h}{\mu B} \frac{p_k - p_q}{\left(\ln \frac{a_3 r_k}{l} + \frac{h}{3l} F_0 \right)}. \quad (1.6)$$

və s. aşağıdakı fərqlə baxaq:

$$\Delta Q^{(1)}_{n,n-1} = Q(n, \alpha_n) - Q(n-1, \alpha_{n-1}) \quad (1.7)$$

(1.7) düsturu, çoxlüləli üfüqi quyunun lülələrinin sayını uzunluğu l olan bir lülə artırıqda onun hasilatının nə qədər artdığını təyin etməyə imkan verir.

Quyu və lay paramterlərinin aşağıdakı qiymətlərində hidrodinamik hesablamalar aparaq: dairəvi

layın mərkəzindən qida konturuna qədər olan məsafə $r_k = 1000$ m; layın mərkəzindən qida konturu istiqamətində qazılmış bütün üfüqi lülələr üçün eyni olan quyuların radiusu $r_w = 0,1$ m; layın effektiv qalınlığı $h = 20$ m; layın keçiricilik əmsalı $k = 0,2 \cdot 10^{-12} \cdot \mathcal{M}^2$ ($\nu = 1$); mayenin özlülük əmsalı $\mu = 1,3$ MPa.s; mayenin həcmi genişlənmə əmsalı $B = 1,2$; layın daban müstəvisindən üfüqi quyunun yerləşdiyi müstəviyə qədər olan məsafə $z_0 = \frac{h}{4} = 5$ m; təzyiq düşgüsü $p_k - p_q = 3$ MPa; quyu lülələrinin üfüqi hissəsinin $l_1 = l_2 = \dots = l_n = l$.

Quyu və lay parametrlərinin verilən qiymətlərində (1.3) düsturuna görə hesablama aparılmış və çoxlüləli üfüqi quyunun lülələrinin sayından və uzunluqlarından asılı olaraq quyunun hasilatı hesablanmış və alınmış nəticələr cədvəl 1.1-də verilmişdir.

Cədvəl 1.1

Lülələrinin sayı n -dən və uzunluqları l –dən asılı olaraq üfüqi quyu hasilatının hesablanmış qiymətləri

n	a_n	l, \mathcal{M}				
		50	100	300	500	700
		$Q, \mathcal{M}^3 / \text{gün}$				
1	3,1422	743	997	1609	2103	2598
2	2,0828	934	1226	2026	2782	3653
3	1,8621	1016	1317	2189	3061	4120
4	1,7768	1060	1364	2269	3200	4359
5	1,7344	1087	1391	2315	3279	4498

Düstur (1.7) görə lay və quyu parametrlərinin yuxarıda verilmiş qiymətlərinə nəzərən hesablamalar aparılmış və üfüqi quyu lülələrinin sayının bir vahid artması ilə onun hasilatının artımı hesablanmış və alınmış nəticələr cədvəl 1.2-də verilmişdir.

Cədvəl 1.2

n – lüləli və $n - 1$ lüləli üfüqi quyuların hasilatlarının fərqlinin hesablanmış qiymətləri

n	a_n	l, \mathcal{M}							
		100		300		500		700	
		$Q,$	$Q^{(1)}_{n,n-1}$	$Q,$	$Q^{(1)}_{n,n-1}$	$Q,$	$Q^{(1)}_{n,n-1}$	$Q,$	$Q^{(1)}_{n,n-1}$
$\mathcal{M}^3 / \text{gün}$									
1	a_1	997	-	1609	-	2103	-	2598	-
2	a_2	1226	229	2026	417	2782	679	3653	1055
3	a_3	1317	91	2189	163	3061	279	4120	467
4	a_4	1364	47	2269	80	3200	139	4359	239
5	a_5	1391	27	2315	46	3279	79	4498	139

Cədvəl 1.3-də isə çoxlüləli üfüqi quyunun lülələrinin sayının artmasına uyğun onun hasilatı və lülələrinin vahid uzunluğuna düşən hasilat artımının hesablanmış qiymətləri verilmişdir. Üfüqi quyular qazılmazdan əvvəl bu quyunun iqtisadi səmərəsini təyin edilməsi üçün bu hesabatların aparılması məqsədə uyğundur.

Cədvəl 1.3

Çoxlüləli üfüqi quyunun hasilatı ($m^3 / gün$) və lülələrinin vahid uzunluğuna düşən hasilat artımının ($m^2 / gün$) qiymətləri

n	a_n	l, m									
		50		100		300		500		700	
		Q	$\frac{Q}{nl}$	Q	$\frac{Q}{nl}$	Q	$\frac{Q}{nl}$	Q	$\frac{Q}{nl}$	Q	$\frac{Q}{nl}$
1	a_1	743	14,9	997	10,0	1609	5,4	2103	4,2	2598	3,7
2	a_2	934	9,3	1226	6,1	2026	3,4	2782	2,8	3653	2,6
3	a_3	1016	6,8	1317	4,4	2189	3,4	3061	2,3	4120	2,0
4	a_4	1060	5,3	1364	3,4	2269	1,9	3200	1,6	4359	1,6
5	a_5	1087	4,3	1391	2,8	2315	1,5	3279	1,3	4498	1,3

Nəticələrin analizi. Belə ki, nəticələrdən aydındır ki, üfüqi quyunun lüləsinin uzunluğu artdıqca onun vahid uzunluğuna düşən hasilatın qiyməti azalır. Bununla belə məlumdur ki, quyu lüləsinin uzunluğu artdıqca vahid uzunluğa düşən qazma xərcləri isə artır.

Nəticə. 1. Cədvəl (1.1)-dən göründüyü kimi, quyu lülələrinin sayı artdıqca hasilat artır. Cədvəl (1.3)-dən göründüyü kimi quyu lülələrinin sayı artdıqca quyu hasilatının artımında azalma müşahidə olunur. 2. Cədvəl 1.3-dən görünür ki, çoxlüləli üfüqi maye quyusunun lülələrinin vahid uzunluğuna düşən hasilatının qiymətləri çoxlüləli üfüqi quyunun lülələrinin sayından və uzunluğundan kəskin şəkildə asılıdır. Beləliklə yataqların layihələndirilməsi zamanı qabaqcadan üfüqi quyunun qazılmasına çəkiləcək xərcləri bilməklə, cədvəl 1.4 çoxlüləli üfüqi quyunun lülələrinin sayını və uzunluqlarını təyin etmək olar.

Ədəbiyyat

1. Salavatov T.Ş., Axundov C.S. Yusifov M.H. Mehmanov R.Q. Çoxlüləli üqfi quyuların effektivliyi və məhsuldarlığının hesablanması // ANT, 2017, № 5, s. 14-17
2. Исмаилов Ф.С., Велиев М.Н. Определение производительности нефтяных и газовых многозабойно-горизонтальных скважин с учетом плотности перфорации и анизотропии пласта//Нефтепромысловое дело, ВНИИОЭНГ, №6, 2012 г., с. 9-13.
3. Салаватов Т.Ш. Элементы эксплуатации горизонтальных скважин. // Баку: Маариф, 2001, 84 с

Təvsiyə edib: f-r.e.n., dos. S.A.Əliyev