

## Quyunun əyilmə bucağının məhsuldarlığa təsirinin müəyyənləşdirilməsi

T.Ş. Salavatov<sup>1</sup>, t.e.d.<sup>1</sup>,H.X. Məlikov, t.e.n.<sup>1</sup>, C.M. Eyvazov<sup>2</sup><sup>1</sup>Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti,<sup>2</sup>"Neftqazelmətdiqatlayiha" İnstitutu**Açar sözlər:** quyu, qazma, əyilmə bucağı, sulaşma faizi, lay təzyiqi.

DOI.10.37474/0365-8554/2021-9-24-28

e-mail: jabrayil.eyvazov88@gmail.com

Выявление воздействия угла наклона скважины на ее продуктивность

T.Ş. Salavatov<sup>1</sup>, д.т.н.<sup>1</sup>, Г.Х. Меликов, к.т.н.<sup>1</sup>, Дж.М. Эйвазов<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,  
<sup>2</sup>НИПИнефтегаз**Ключевые слова:** скважина, бурение, угол наклона, процент обводнения, пластовое давление.

Скважины, пробуренные с углом наклона, в сравнении с пробуренными вертикально, охватывают большую часть нефтеносной площади. Увеличив зону дренажа можно получить высокую итоговую добычу нефти и тем самым увеличить коэффициент нефтеотдачи. С целью уменьшения затрат, вкладываемых в бурение, при разработке увеличенные зоны дренажа добывающих скважин дают положительный результат. С экономической точки зрения эффективнее эксплуатировать месторождение, увеличив количество скважин (т.е. плотность скважин) или использовать горизонтальные скважины, пробуренные с углом наклона.

Revealing of the effect of borehole deviation on its productivity

T.Ş. Salavatov<sup>1</sup>, Dr. in Tech. Sc.<sup>1</sup>, G.Kh. Melikov, Cand. in Tech. Sc.<sup>1</sup>, J.M. Eivazov<sup>2</sup><sup>1</sup>Azerbaijan State University of Oil and Industry,<sup>2</sup>"Oil-Gas Scientific Research Project" Institute**Keywords:** well, drilling, deviation, angle, flooding percentage, formation pressure.

The wells drilled with the deviation angle compared to the vertically drilled ones cover more of oil-bearing area. By increasing drainage zone it is possible to obtain high final oil production and therefore, to enhance oil recovery rate. With the purpose of reducing the drilling costs, the increase of drainage zone gives positive outcomes. From economic point of view, it is more efficient to operate the field increasing the well quantity (i.e. well density) or to use horizontal wells drilled with deviation angle.

Hazırda mədəni məlumatları göstərir ki, əyilmə bucağı ilə qazılmış quyularda neftvermə əmsalı şaquli quyulara nisbətən ümumilikdə 2–5 % yüksəkdir və verilmiş zaman çərçivəsində daha çox neftli sahəni əhatə edir. Ona görə əyilmə bucağı ilə qazılmış quyular üçün quyulararası məsafə şaquli quyulara nisbətən daha böyük olmalıdır. Əgər şaquli quyu müəyyən zaman intervalında lay həcmi əhatə edərsə, bu məlumat sonradan əyilmə bucağı ilə qazılmış quyunun drenaj zonasının hesablanması istifadə edilə bilər [1]. Bir neçə şaquli quyunu əhatə etdiyi lay sahəsinə yalnız bir əyilmə bucağı ilə qazılmış quyu qazılarsa həmin quyu bütün neftlə əhatə olunmuş sahədən keçəcəkdir. İki axın periodunda, yarımdayanıqlı vəziyyətdə və sonsuz hərəkət vəziyyətində dairəvi və kvadratşəkilli drenaj sahələri üçün effektiv axın zamanını təsvir edir. Dördbucaq şəkilli drenaj sahələrində, təzliklə pozulma yaranacaq, quyu ən yaxınındakı sərhədi birinci görəcek, ikinci sərhədə çatanda isə tükənmə rejimi başlayacaqdır. Quyunun birinci sərhədinə çatmaq üçün tələb olunan zamana sonsuz hərəkət periodunun sonu deyildir. Bu yerə qədər, quyu heç bir sərhəd görmür. Quyunun yalnız bir sərhədi gördüyü o biri sərhədi görmədiyi zaman intervalına keçid regionu və ya vaxtı deyildir. Axırncı mərhələyə hər iki sərhəd görünəndə yarımdayanıqlı vəziyyət deyildir ki, bu da sərhəd şərtlərindən asılı olur [1, 2].

1980-ci ildən etibarən, əyilmə bucağı ilə qazılmış quyular karbohidrogen hasilatında daima artan yer tutmağa başladı [3]. Əyilmə bucağı ilə qazılmış quyular şaquli quyulara nisbətən aşağıdakı üstünlüklərə malikdir.

Hər bir əyilmə bucağı ilə qazılmış daha böyük

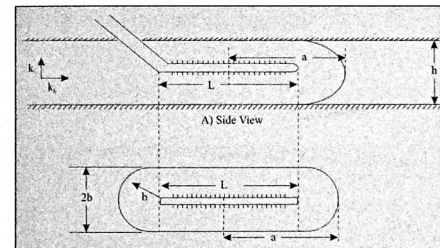
həcmdə laylar drenaj sahəsinə düşür. Nazik karbohidrogenli zonalardan daha çox neft-qaz əldə etmək olur.

Əyilmə bucağı ilə qazılmış quyular su və qaz dilləri kimi problemlərin yaranmasını minimuma endirir. Yüksək keçiricilikli laylarda, şaquli quyularda quyudibinə yaxın ərazidə qazın özlülüyü yüksək olur, əyilmə bucağı ilə qazılmış quyular quyudibinə yaxın ərazidə özlülükləri və turbulentliyi azaldır.

İkinci və üçüncü təsir üsullarında, uzun əyilmə bucağı ilə qazılmış vurucu quyular daha yüksək vuruculuğa malik olur.

Əyilmə bucağı ilə qazılmış quyu daha çox neftli-qazlı ərazilə kontaktda olur və bu da məhsuldarlığı yüksəldir [3].

Təqdim olunan işdə Prosper proqramından istifadə edilməklə, Günəşli yatağının 278 №-li quyusunun modeli yaradılmışdır. Bu modeli yaratmaqda məqsəd lay potensialının daha dəqiq tədqiqi və quyu performansına daha çox təsir edən lay və texniki parametrlərin təyin olunmasıdır. Bu layihədə lay təzyiqi və sulaşma faizinin dəyişməsinə neft-qaz hasilatına təsiri araşdırılmış və müxtəlif əyilmə bucaqlarında hasilatın dəyişməsi müəyyən edilmişdir. Daha çox neft-qaz hasilatına nail olmaq üçün optimal lay təzyiqinin təyini üzrə geniş işlər aparılmışdır.



Şəkil 1. Əyilmə bucağı ilə qazılmış quyunun drenaj zonası

Şəkil 1-də  $h$  effektiv qalınlıqlı layda əyilmə bucağı ilə qazılmış quyunun  $L$  horizontal hissəsinin uzunluğu göstərilmişdir. Əyilmə bucağı ilə qazılmış quyunun hər bir sonu radiusu  $b$  olan yarımdairəvi olmalı və drenaj zonası düzbucaqlı şəkildə verilir.

Joshi müəyyən etmişdir ki, şaquli və müəyyən əyilmə bucağı ilə qazılmış quyuların drenaj zonaslarını hesablamaq üçün iki üsul var [4].

Joshi belə bir fikir irəli sürmüşdür ki, əyilmə bucağı ilə qazılmış quyunun drenaj zonası hər iki tərəfdən radiusu  $b$  olan yarımdairələrə əhatə

olunub, mərkəzdə isə uzunluğu  $L$  olan ( $2b$ ) düzbucaqlıdır. Bu halda drenaj zonası üçün aşağıdakı düstur əldə edilir:

$$A = \frac{L(2b) + \pi b^2}{43.560} \quad (1)$$

Joshi belə bir fərziyyə də irəli sürmüşdür ki, əyilmə bucağı ilə qazılmış quyunun drenaj zonası ellips formasındadır və aşağıdakı şəkildədir:

$$A = \frac{\pi ab}{43.560} \quad (2)$$

burada

$$a = \frac{L}{2} + b. \quad (3)$$

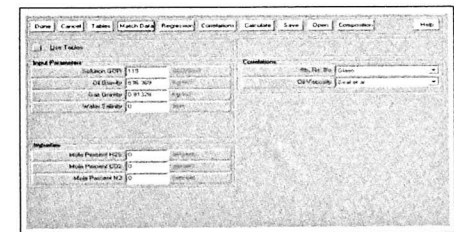
O, həmçinin bildirmişdir ki, bu iki üsuldən istifadə etdikdə drenaj zonası üçün müxtəlif qiymətlər alınır. Joshi həmçinin drenaj radiusu üçün düstur təklif etmişdir:

$$r_{ch} = \sqrt{\frac{43.560A}{\pi}} \quad (4)$$

burada  $r_{ch}$ ,  $A$  – uyğun olaraq əyilmə bucağı ilə qazılmış quyunun drenaj radiusu və drenaj zonasıdır.

Əyilmə bucağı ilə qazılmış quyuların məhsuldarlığı əmsalını təyin etmək üçün bir neçə üsul mövcuddur [3]: Borisov; Giger-Reiss-Jourdan; Joshi; Renard-Dupuy.

Hesablamaları aparmaq üçün hidrodinamik modelin qurulmasına Prosper proqramında quyu modelinin yaradılması ilə başlanılmışdır. Modelə pVT (lay məhsulunun fiziki-kimyəvi-termodinamik) və test məlumatları daxil edilmişdir (şəkil 2).



Şəkil 2. Quyu modeli üçün pVT məlumatları

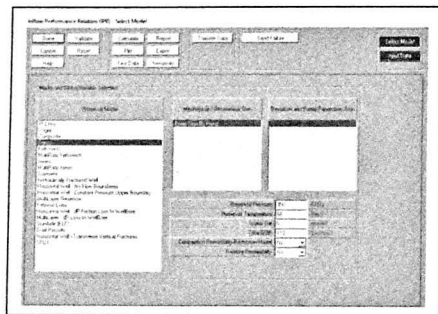
pVT test məlumatlarında olan qaz amili, neftin həcm əmsalı və neftin özlülüyü kimi parametrlərin adaptasiyası aparılmışdır. Məqsəd ölçülmüş parametrlərlə proqramın hesabladığı parametrlər arasında olan xətamı minimuma endirməkdir. Buna nail olmaq üçün müxtəlif parametrlərə və

təsiredici faktorlara düzəlişlər edilmişdir (şəkil 3).

PVT Model	TWT
1	1.0000
2	1.0000
3	1.0000
4	1.0000
5	1.0000
6	1.0000
7	1.0000
8	1.0000
9	1.0000
10	1.0000
11	1.0000
12	1.0000
13	1.0000
14	1.0000
15	1.0000
16	1.0000
17	1.0000
18	1.0000
19	1.0000
20	1.0000

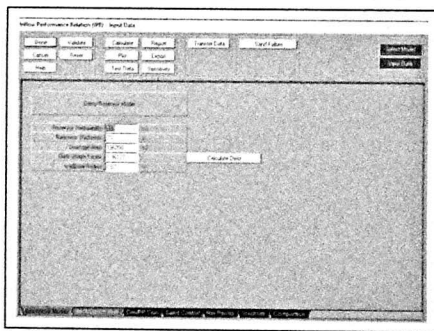
Şəkil 3. Quyu modeli üçün pVT test nəticələri

pVT test məlumatlarının adaptasiyasından sonra uyğun gələn Darcy lay modeli seçilmişdir. Bu modeli seçməkdə məqsəd quyuatrafı zonada cirk-lənmələri və keçiricilikdə olan azalmaları daha yaxşı təsvir etməkdir.



Şəkil 4. Lay modelinin seçilməsi

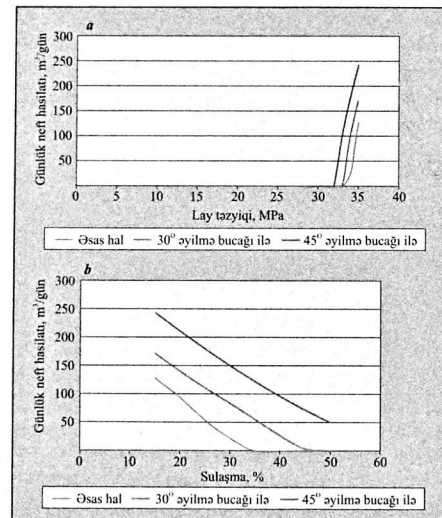
Lay modeli üçün tələb olunan layın keçiriciliyi, qalınlığı, ehtimal olunan drenaj sahəsi, dietz faktoru və quyu radiusu kimi parametrlər modelə daxil edilmişdir (şəkil 4). Dietz faktoru yatağın ölçüləri əsasında təyin olunur. Bu faktor yatağın ölçüləri və yerləşməsinin hasilat dinamikasına mümkün təsirinə təyin edir.



Şəkil 5. Lay modeli üçün parametrlər

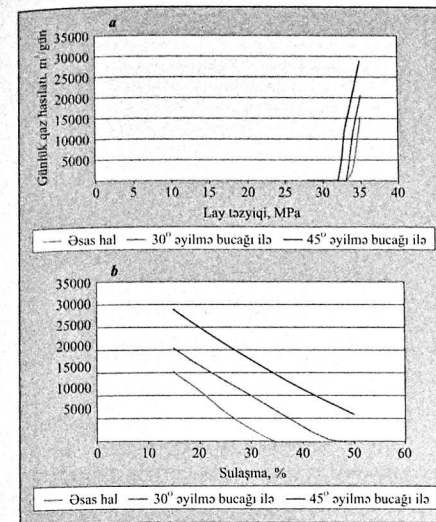
Tədqiqatların aparılması üçün üç fərqli quyu modeli yaradılmışdır. Modellərin fərqi sadəcə olaraq quyunun trayektoriyasında olmuşdur. Digər bütün lay və texniki parametrlər eyni olaraq saxlanılmışdır. Əsas hal, 30° və 45° əyilmə bucağı ilə laya daxil olma halları nəzərdən keçirilmişdir. Hər üç modeldə lay təzyiği və sulaşma faizinin neft və qaz hasilatına olan təsirinə baxılmışdır.

Şəkil 6, a-da lay təzyiqinin müxtəlif qiymətlərində quyunun neft hasilatı göstərilmişdir. Reallıqda lay təzyiği 33 MPa-dan aşağı düşdükdə quyu əlavə enerjiyə təsir etmək mümkündür. Eyni hal quyu 30° əyilmə bucağı ilə qazıldıqda da baş verir. Həm reallıqda, həm də 30° əyilmə bucağı ilə qazıldıqda 33 MPa-dan sonra quyu enerjiyə kömək etmək lazımdır. Quyunu 45° əyilmə bucağı ilə qazıldıqda isə, 32 MPa-dan sonra enerjiyə kömək etmək lazımdır. Yalnız gündəlik hasilatda kəskin fərq var, lay təzyiqinin 35 MPa olan qiymətində reallıqda quyunun neft potensialı 128.2, 30° əyilmə bucağı ilə 171.3, 45° əyilmə bucağı ilə 243.3 m<sup>3</sup>/gün olacaqdır.



Şəkil 6. Müxtəlif əyilmə bucaqlarında lay təzyiqinin (a) və sulaşma faizinin (b) neft hasilatına təsiri

Şəkil 6, b-də, sulaşma faizinin müxtəlif qiymətlərində quyunun neft hasilatı göstərilir. Reallıqda 15% sulaşma olduqda quyunun neft hasilatı 128.2, 30° əyilmə bucağı ilə 171.3, 45° əyilmə bucağı ilə 243.3 m<sup>3</sup>/gün olacaqdır. Reallıqda sulaşma 30%-dən çox olduqda, 30° əyilmə bucağı ilə sulaşma 45%-dən çox olduqda hasilat 0-a düşür, quyu müdaxilə etmək lazım gəlir. Lakin quyu 45° əyilmə bucağı ilə qazıldıqda sulaşma 50%-dən



Şəkil 7. Müxtəlif əyilmə bucaqlarında lay təzyiqinin (a) və sulaşma faizinin (b) qaz hasilatına təsiri

çox olduqda kifayət qədər gündəlik neft hasilatı olacaqdır.

Şəkil 7, a-da, lay təzyiqinin müxtəlif qiymətlərində quyunun qaz hasilatı göstərilir. Reallıqda lay təzyiği 33 MPa-dan aşağı düşdükdə quyu əlavə enerji ilə təsir etmək olur. Eyni hal quyu 30° əyilmə bucağı ilə qazıldıqda da baş verir. Həm reallıqda, həm də 30° əyilmə bucağı ilə qazıldıqda 33 MPa-dan sonra quyu enerjiyə kömək etmək lazımdır.

Lakin quyunu 45° əyilmə bucağı ilə qazıldıqda isə 32 MPa-dan sonra quyu enerjiyə kömək etmək lazımdır və gündəlik hasilatlarda kəskin fərq var, lay təzyiqinin 35 MPa olan qiymətində reallıqda quyunun qaz potensialı 15260, 30° əyilmə bucağı ilə 20384.7, 45° əyilmə bucağı ilə 28956 m<sup>3</sup>/gün olacaqdır.

Şəkil 7, b-də isə sulaşma faizinin müxtəlif qiymətlərində quyunun qaz hasilatı göstərilmişdir. Reallıqda 15% sulaşma olduqda quyunun qaz hasilatı 15260, 30° əyilmə bucağı ilə 20384.7, 45° əyilmə bucağı ilə 28956 m<sup>3</sup>/gün olacaqdır. Reallıqda sulaşma 30%-dən çox olduqda, 30° əyilmə bucağı ilə sulaşma 45%-dən çox olduqda hasilat 0-a düşür, quyu müdaxilə etmək lazım gəlir. Lakin, quyu 45° əyilmə bucağı ilə qazıldıqda, sulaşma 50%-dən çox olduqda belə quyunun kifayət qədər gündəlik qaz hasilatı olacaqdır.

### Nəticə

Eyni quyunun lay modelində müxtəlif əyilmə bucaqlı quyu texnologiyasından istifadə edilmişdir. Əsas hal, 30° və 45° əyilmə bucağı ilə qazılmış variantlara baxılmışdır. Həmçinin müxtəlif sulaşma faiz və lay təzyiqlərində quyunun neft-qaz hasilatına mümkün təsiri araşdırılmış və optimal lay təzyiqinin müəyyənləşdirilməsi üzrə iş aparılmışdır. 30° və 45° əyilmə bucağı ilə quyunu qazıldıqda hətta yüksək sulaşma faizlərində belə kifayət qədər neft-qaz çıxarmaq mümkündür. Həmin əyilmə bucaqları ilə quyunu qazıldıqda lay təzyiqinin düşməsi daha gec baş verir.

### Ədəbiyyat siyahısı

1. SPE-644436. A Method to estimate the drainage area of a horizontal well -P. Permadi; E. Putra; M.E. Butarbutar.
2. SPE-35713. A simple productivity equation for horizontal wells based on drainage area concept- shedid. A. El-gaghah; Samuel O. Osisanya; Djebbar Tiab.
3. Tarek Ahmed. Reservoir Engineering Handbook, Second Edition-2001.
4. Borisov, Ju.P. Oil Production Using Horizontal and Multiple Deviation Wells, Moscow, Nedra, 1964. Translated by J. Strauss, S.D. Joshi (ed.). Bartlesville, OK: Phillips Petroleum Co., the R & D Library Translation 1984.

## References

1. *SPE-644436*. A Method to estimate the drainage area of a horizontal well -P. Permadi; E. Putra; M.E. Butarbutar.
2. *SPE-35713*. A simple productivity equation for horizontal wells based on drainage area concept-shedid. A. El-gaghah; Samuel O. Osisanya; Djebbar Tiab.
3. *Tarek Ahmed*. Reservoir Engineering Handbook, Second Edition-2001.
4. *Borisov, Ju.P.* Oil Production Using Horizontal and Multiple Deviation Wells, Moscow, Nedra, 1964. Translated by J. Strauss. S.D. Joshi (ed.). Bartlesville, OK: Phillips Petroleum Co., the R&D Library Translation 1984.

**"Azərbaycan neft təsərrüfatı" jurnalının redaksiya  
heyəti və kollektivi Azərbaycan xalqını,  
neft-qaz sənayesi işçilərini  
20 sentyabr – Neftçilər Günü  
münasibətilə təbrik edir, möhkəm cansağlığı  
və yeni-yeni müvəffəqiyyətlər arzulayırlar.**