

## İşlənmənin son mərhələsində quyuların hasilat imkanlarının sistemli təhlili

I.Z. Əhmədov, t.e.n.,  
S.E. Tağıyeva, t.e.n.,  
H.Q. Hüseyinov, t.ü.f.d.  
"Neftqazlimitədqiqatlayihə" İnstitutu

**Açar sözlər:** neft, su, maye debiti, hasilat, istismar prosesi, quyu fondu, sistemli təhlil.

DOI.10.37474/0365-8554/2022-03-24-28

e-mail: İlqar.ahmadov@socar.az

### Системный анализ добычных возможностей скважин на поздней стадии разработки

I.Z. Ахмедов, к.т.н., С.Э. Тагиева, к.т.н., Г.Г. Гусейнов, д.ф.т.н. НИПИнефтегаз

**Ключевые слова:** дебит нефти, воды, жидкости, добыча, процесс эксплуатации, фонд скважин, системный анализ.

Поиск добычных возможностей действующим фондом скважин имеет важное значение для увеличения эффективности эксплуатации для месторождений, находящихся на поздней стадии разработки.

Для этой цели в представленной статье был проведен системный анализ статистических распределений дебитов нефти и воды, а также накопленной добычи по диапазонам дебита жидкости для месторождения Балаханы-Сабунчу-Рамана. В результате проведенных исследований и вычислений по рассматриваемым скважинам показана возможность расчета определенного количества накопленной нефти и скважин для различных значений дебита жидкости.

### System analysis of production capacity of wells in advanced stage of development

I.Z. Ahmadov, Cand. in Tech. Sc.,  
S.E. Taghiyeva, Cand. in Tech. Sc.,  
G.G. Guseynov, PhD in Tech. Sc.  
"Oil-Gas Scientific Research Project" Institute

**Keywords:** recovery rate of oil, water and fluid, production, operation process, well stock, system analysis.

The search of production capacity with current well stock is of great significance for increasing efficiency of operation of fields in advanced stage of development.

With this purpose, the paper presents the system analysis of statistic distributions of recovery rate of oil and water, as well as those of accumulated production by diapasons of fluid rate for Balakhany-Sabunchu-Ramana field. As a result of studies and calculations carried out by reviewed wells, the possibility of calculation of specific amount of accumulated oil and wells for different values of fluid recovery rate is shown.

İşlənmənin son mərhələlərində olan yataqların istismarı quyu sayının çox olması, hasilatın kəskin azalması, sulaşmanın davamlı artması, istismar zamanı yaranan əngəllərin artması və bütövlükdə işlənmənin əsas texniki-iqtisadi göstəricilərinin pisləşməsilə səciyyəvədir.

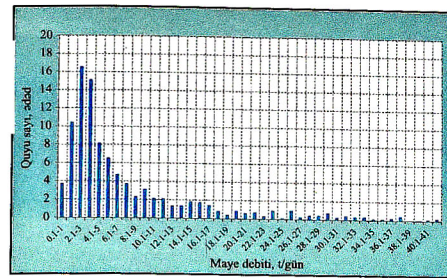
Bu cür yataqlarda ehtiyatların çıxarılması üçün hasilatın artırılması imkanlarının axtarış tapılması ilə mövcud quyu fondundan daha səmərəli istifadə olunması böyük nəzəri və praktiki əhəmiyyət kəsb edir [1–4].

Bununla əlaqədar olaraq, köhnə yataqlardan olan Balaxanı–Sabunçu–Ramana yatağı cari istismar vəziyyətinin faktiki mədən verilənləri əsasında mövcud quyular üzrə hasilat göstəricilərinin sistemli təhlili aparılmışdır. Yatağın əsas hasilat göstəricilərinin dəyişmə diapazonları və onların orta qiymətləri cədvəldə verilmişdir [5].

Göstəricilər	Maksimal	Minimal	Orta
Maye debiti, m <sup>3</sup> /gün	55	0.1	8.76
Neft debiti, t/gün	4	0.05	0.82
Su debiti, m <sup>3</sup> /gün	54	0.1	7.94
Sulaşma, %	99.9	13	81

Göründüyü kimi, bu göstəricilərin qiymətləri böyük diapazondakı dəyişir ki, bu da quyu fondu üzrə cari istismar prosesinin qeyri-bərabər aparılmasına işarə edir. Bunun əyani təsviri məqsədlə ümumi hasilatı ifadə edən maye debiti qiymətlərinin bütün quyular üzrə faktiki statistik paylanması qurulmuş və təhlil edilmişdir. Bu zaman dəqiqliyin artırılması üçün paylanmanın təhlili maye debiti qiymətlərinin kiçik – 1 m<sup>3</sup>/gün addımı ilə aparılmışdır.

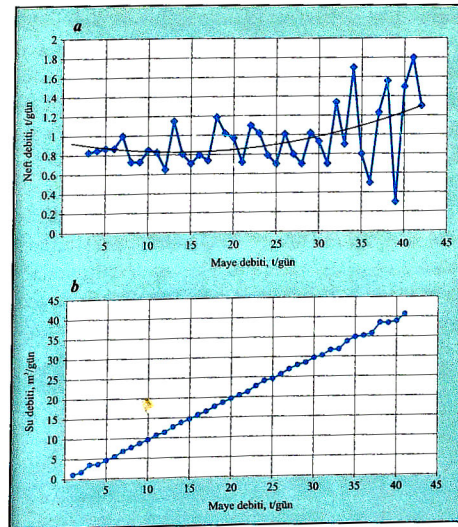
Şəkil 1-də verilmiş asılılıqdan göründüyü kimi, ümumiyyətlə debitin qiymətləri artdıqca bu de-



Şəkil 1. Quyuların paylanması

bitlə işləyən quyuların sayı azalır. Belə ki, bütün quyu fondunun təxminən 1/3-i, maye debitinin çox kiçik 0.1–3.0 m<sup>3</sup>/gün intervalında, 45 %-i – debitinin 3–10 m<sup>3</sup>/gün intervalında, quyuların qalan 25 %-i isə debitinin ən yüksək 11–42 m<sup>3</sup>/gün qiymətlərilə istismar edilir.

Paylanma funksiyasının araşdırılması onun  $q_m = (0.1 - 7) \text{ m}^3/\text{gün}$  intervalında normal,  $q_m = (2.1 - 42) \text{ m}^3/\text{gün}$  qiymətlər diapazonunda isə hiperbolik qanununa müvafiq olmasını göstərir. Paylanma əyrisindən göründüyü kimi, asılılıq kifayət qədər asimmetrikdir və bir daha cari istismar prosesinin qeyri-bərabərliyini müəyyən edir.



Şəkil 2. Neft (a) və su (b) debitlərinin maye debitindən asılılığı

Buna görə baxılan paylanma tərzinin  $q_m > 2.1 \text{ m}^3/\text{gün}$  olan qiymətlərində onun riyazi modeli yüksək dəqiqliklə aşağıda yazılan üstlü tənliklə ifadə olunmuşdur:

$$N = 38.655 q_m^{-1.368}$$

Baxılan diapazonda paylanmanı təsvir edən

tənlik paylanma funksiyasının hiperbolik olmasını təsdiq edir.

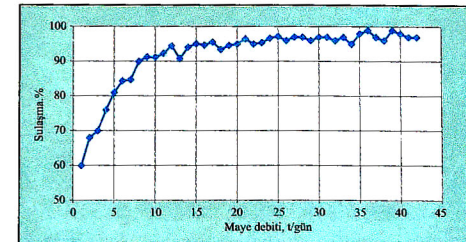
Əsas hasilat göstəriciləri olan neft və su debitlərinin maye debitlə müəyyənlaşmasını nəzərə alaraq, maye debitinin yuxarıda baxılan qiymətlər diapazonu üzrə neft və su debitlərinin faktiki paylanmaları qurulmuş və təhlil edilmişdir. Şəkil 2-də bütün quyular üzrə neft və su debitlərinin müvafiq olaraq maye debitləri üzrə faktiki paylanma qrafikləri verilmişdir.

Su debitinin maye debitindən asılılığından görür ki, bu asılılıq xətti artan funksiya olaraq, maye debitinin artması ilə su debitinin tam uyğun tərzdə artmasını göstərir. Bu asılılığın riyazi modeli demək olar ki, 100 % dəqiqliklə aşağıda yazılan xətti tənliklə təsvir edilmişdir:

$$q_{su} = 0.9908 q_m - 0.0836$$

Asılılığın araşdırılması göstərir ki, maye debitinin mövcud diapazon boyunca artması su debitinin də təxminən eyni qədər artmasına gətirib çıxarır. Bu da baxılan yatağın işlənməsinin cari vəziyyətilə əlaqədar hasilatın yüksək sulaşması ilə izah olunur.

Bununla bağlı, maye debitinin həmin qiymətlər diapazonunda bütün quyular üzrə sulaşma qiymətləri araşdırılmış və onun da maye debiti üzrə



Şəkil 3. Sulaşma dərəcəsinin maye debitindən asılılığı

paylanması qurulmuşdur. Şəkil 3-dən sulaşma dərəcəsinin maye debitindən asılı olaraq artması çox aydın müşahidə olunur. Araşdırma göstərir ki, maye debitinin hətta 10 m<sup>3</sup>/gün olan quyularda belə sulaşmanın qiyməti artıq 90 %-ə çatmışdır. Bu istismar prosesinin mənfii cəhəti hesab olunur və sulaşmaya qarşı müvafiq tədbirlərin görülməsi zərurətinə işarə edir.

Sulaşmanın maye debitindən asılılığı yüksək dəqiqliklə aşağıdakı tənliklə ifadə edilmişdir

$$S = 9.457 \ln(q_m) + 65.541$$

Hesablamlar göstərir ki, sulaşmanın artmasının orta tempi təxminən 1 %/m<sup>3</sup>-ə bərabərdir. Lakin bu zaman debitin 1–5 m<sup>3</sup>/gün intervalında sulaşma tempinin 3 %/m<sup>3</sup> olduğu halda, debitin böyük intervalında sulaşma tempi təxminən

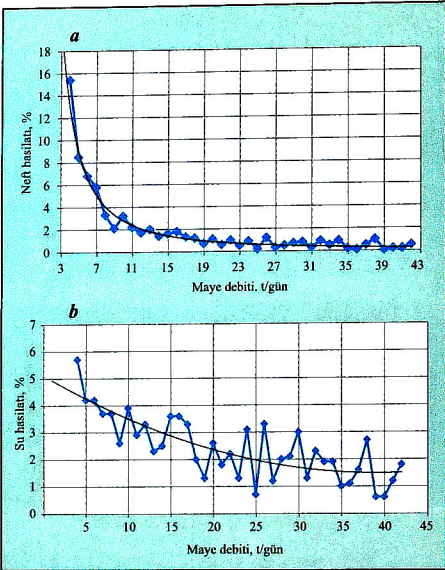
10 dəfə kiçikdir.

Neft debitinin maye debitindən asılılığı (bax: şəkil 2, a) onun su debitindən fərqli olaraq, 0.3 t/gün qiymətindən başlayaraq, maye debitinin təxminən 31 m<sup>3</sup>/günədək diapazonunda (0.6–1.2) t/gün qiymətlər arasında qeyri-bərabər dəyişir. Asılılığın təhlili maye debitinin təxminən 7 m<sup>3</sup>/gün qədərki diapazonunda neft debitinin 0.3 t/gündən 1 t/günədək əhəmiyyətli artmasını göstərmişdir. Burada artımın orta tempi 0.1 t/m<sup>3</sup>-ə bərabərdir, yəni maye hasilatının 1 m<sup>3</sup> artması ilə neftin 0.1 t artması mümkündür. Maye debitinin daha yüksək qiymətlərində isə neft debiti də müvafiq olaraq, daha böyük (0.3–1.8) m<sup>3</sup>/gün intervalında dəyişir.

Baxılan diapazonlarda neft debitinin maye debitindən asılılığının riyazi modeli aşağıda yazılan tənliklə ifadə edilmişdir:

$$q_n = 0.0006 q_m^2 - 0.0164 q_m + 0.9413.$$

Aparılmış hesablamalarla müəyyən edilmişdir ki, baxılan qiymətlər diapazonunda neft debitinin orta artım tempi təxminən 0.04 t/m<sup>3</sup> təşkil edir. Göründüyü kimi, maye hasilatının daha yüksək



Şəkil 4. Neft (a) və su (b) hasilatlarının maye debitindən asılılığı

diapazonda artması su debitindən fərqli olaraq, neft debitinin artmasına çox az təsir edir.

Yatağın cari istismar vəziyyətinə uyğun olaraq müxtəlif maye hasilatlı quyular qruplarının neft hasilatında payları da tədqiq edilmişdir. Bunun üçün maye debitinin baxılan diapazonlarında işləyən bütün quyuların neft hasilatı hesablanmış və

onun maye debitindən asılılıqları qurulmuşdur.

Şəkil 4, a-da quyular üzrə neft hasilatının  $Q_n$  %-lə maye debitindən asılılıq qrafiki göstərilmişdir. Göründüyü kimi, neft hasilatı maye debitinin çox kiçik – 3 m<sup>3</sup>/gün qiymətlərində kəskin artaraq, sonra isə maye debitinin bütün diapazonu boyunca onun nəzərəcarpacaq azalması baş verir.

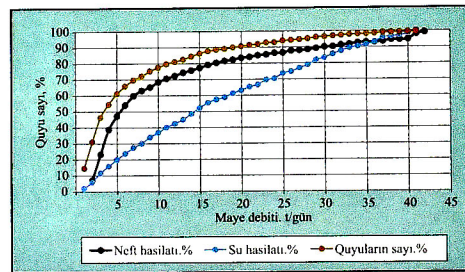
Aparılan təhlil göstərir ki, kiçik maye debitilə işləyən quyuların çox olması neft hasilatında onların payının da böyük olmasına gətirib çıxarır. Böyük maye debiti intervallarında işləyən quyuların neft debitlərinin nisbətən böyüklüyünə baxmayaraq sayının çox az olduğuna görə onların neft hasilatı da ümumi hasilatda çox kiçik olur. Beləliklə, neft hasilatının maye debiti üzrə paylanması qanunauyğunluqlarının araşdırılması əsas neft hasilatı imkanlarının kiçik, yəni 6 m<sup>3</sup>/günədək maye debiti ilə istismar edilən quyularda cəmləşdiyini göstərmişdir. Bu quyularda eyni zamanda su debitləri və müvafiq sulaşma qiymətləri də nisbətən kiçikdir. Maye debitinin 4 m<sup>3</sup>/gündən yüksək diapazonunda bu asılılığın riyazi modeli aşağıda yazılan tənliklə ifadə olunmuşdur:

$$Q_n = 128.97 q_m^{-1.665}.$$

Analoji tədqiqatlar müxtəlif maye debitli quyuların su hasilatı  $Q_{su}$  üçün aparılmış və onun maye debitindən asılılıqları qurulmuşdur (şəkil 4, b). Asılılığın təhlili onun yuxarıda təsvir edilən neft hasilatının maye debitindən olan asılılığın qanunauyğunluqlarına oxşar olmasını göstərmişdir. Bu asılılığın maye debitinin  $q_m > 4$  m<sup>3</sup>/gün üçün riyazi modeli aşağıdakı tənliklə ifadə edilmişdir:

$$Q_{su} = 0.0023 q_m^2 - 0.1845 q_m + 5.1163.$$

Beləliklə, qurulan paylanma funksiyaları və onların riyazi modelləri baxılan istismar şəraitində istənilən hasilat rejimində neft, su debitləri, eləcə də müvafiq quyular üzrə neft və su hasilatlarının qiymətləndirilməsinə imkan verir.



Şəkil 5. Cəm neft, su hasilatlarının və quyular sayının maye debiti üzrə dəyişməsi

Baxılan yatağın işlənməsi və istismarı şəraitində bütün quyuların və onun vasitəsilə laydan ha-

sil olunan neft və su hasilatlarına vahid bir sistem kimi baxaraq, onun neft hasilatı imkanları araşdırılmışdır [6–8]. Bunun üçün maye diapazonu boyunca neft, su hasilatları və bütün quyular sayının toplam qiymətləri hesablanmış, onların maye debitindən asılılıqları qurulmuşdur.

Şəkil 5-də neft, su hasilatları və quyular sayının maye debiti üzrə paylanma qrafikləri təsvir edilmişdir. Bu qrafiklər maye debitinin istənilən diapazonunda istismar olunan ümumi quyular sayının və onların ümumi neft və su hasilatının əyani sürətdə təyin olunmasına imkan verir. Belə ki, əyriyə təhlili göstərir ki, bütün quyular fondunun 80 %-i 13 m<sup>3</sup>/gün maye debitində olan intervalda işləyir və bütün neft hasilatının 74 %-ni təşkil edir. Digər tərəfdən neft hasilatının çoxunu – 80 %-ni 17 m<sup>3</sup>/gün maye debitinə qədər işləyən quyular 87 % hasil edir. Təhlildən belə qənaətə gəlmək olar ki, neft hasilatının əsas böyük hissəsi nisbətən kiçik maye debitli, lakin böyük quyular sayı ilə təmin edilir.

Toplam su hasilatı əyrisinin təhlili göstərir ki, neft hasilatından fərqli olaraq, bütün su hasilatının – 80 %-ni mayenin 30 m<sup>3</sup>/gün debitinədək işləyən 96 % quyular təşkil edir. Bu da su debitinin yuxarıda göstəriləndiyi kimi, maye debiti üzrə paylanmasının xətti artım funksiyaya malik olması ilə izah olunur.

Toplam göstəricilər asılılıqlarının riyazi modelləri yüksək dəqiqliklə aşağıda yazılan tənliklərlə ifadə olunmuşdur:

$$\begin{aligned} \Sigma Q_n &= 25.582 \ln q_m + 4.5118, \\ \Sigma Q_{su} &= -0.0349 q_m^2 + 3.8153 q_m + 0.9788, \\ \Sigma N &= 21.629 \ln q_m + 23.844. \end{aligned}$$

Bu tənliklərin köməyi ilə baxılan istismar şəraiti üçün hasilatın dəyişmə qanunauyğunluqlarına müvafiq olaraq, neft və su debitlərinin proqnoz qiymətləndirilməsi mümkündür.

Beləliklə, baxılan yatağın cari istismarı zamanı hasilat göstəricilərinin təhlili aşağıda qeyd olunan qənaətlərə imkan verir.

– Hasilat göstəricilərinin quyular üzrə faktiki statistik paylanma funksiyaları yatağın işlənməsi mərhələsinə uyğun olaraq, istismar prosesinin qeyri-bərabər tərzdə aparılmasını göstərmişdir.

– Maye debitinin 7 m<sup>3</sup>/günədək işləyən quyularda neft debitinin daha böyük tempə artması müşahidə olunur ki, bu da hasilatın artırılmasına

imkan verə bilər.

– Məhsulun sulaşması bütün debitlər diapazonu üzrə mütəmadi olaraq artır, lakin bu zaman maye debitinin 10 m<sup>3</sup>/gün qiymətində artım tempi əhəmiyyətli dərəcədə böyükdür.

– Baxılan quyulardan alınan bütün neft hasilatının 80 %-ni 17 m<sup>3</sup>/günədək maye debitilə işləyən quyular təmin edir.

– Bütün quyuların çoxu – 75 %-i maye debitinin kiçik 10 m<sup>3</sup>/günədək və qalan hissəsi 10–42 m<sup>3</sup>/gün qiymətləri civarında istismar olunur.

– Maye debitinin təxminən 7 m<sup>3</sup>/gün qiymətindən artması neft debitinin artmasına əhəmiyyətli təsir göstərmişdir.

– Maye debitinin bütün qiymətləri diapazonu üzrə artması su debitinin birmənalı xətti artmasına gətirib çıxarır.

– Hasilat rejimindən asılı olmayaraq, sulaşmanın təcridi üzrə mümkün ola bilən bütün tədbirlərin həyata keçirilməsi zəruridir.

– Maye debitinin 37 m<sup>3</sup>/gün qiymətinə qədər bütün quyular üzrə toplam (cəmi) neft hasilatının tempi su hasilatına nisbətən daha böyükdür, debitin yüksək 37–42 m<sup>3</sup>/gün qiymətlərində isə əksinə olaraq, toplam su hasilatının tempi neft hasilatı tempini üstələyir. Bu zaman maye debitinin 11 m<sup>3</sup>/gün qiymətində toplam neft və su hasilatı templərinin nisbəti artır, sonra isə tədricən azalır.

– Cəm neft və su hasilatlarının nisbəti baxımından quyuların 10–11 m<sup>3</sup>/gün maye debiti qiymətində istismar olunması daha məqsədəuyğun hesab olunur.

Beləliklə, Balaxanı-Sabunçu-Ramana yatağının cari işlənməsi və istismarına uyğun hasilat göstəricilərinin sistemli təhlili əsasında neft, su debitləri və eləcə də hasilatın quyuların maye debiti diapazonu üzrə paylanma qanunauyğunluqları aşkar edilmiş və faktiki hasilat imkanları qiymətləndirilmişdir. Bu da öz növbəsində quyular fondundan istifadənin və istismar prosesinin səmərəliliyinin artırılması imkanlarını yaradır.

Tədqim olunan yatağın sadəliyi və əlavə mədəni tədqiqatların aparılması zəruriyyətini tələb etməməsi onun son işlənmə mərhələsində olan yataqların istismarının səmərəliliyinin artırılması məsələlərinin həllində uğurlu istifadəsinə imkan verir.

## Ədəbiyyat siyahısı

1. *Лысенко В.Д., Грайфер В.И.* Рациональная разработка нефтяных месторождений. – М.: Недра, 2005, 602 с.
2. *Мищенко И.Т.* Скважинная добыча нефти. – М.: Изд. “Нефть и газ”, 2003, 816 с.
3. *Бойко В.С.* Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений: учебник для вузов. – М.: Недра, 1990, 427 с.
4. *Галямов М.И., Рахимкулов Р.Ш.* Повышение эффективности эксплуатации нефтяных скважин на поздней стадии разработки месторождений. – М.: Недра, 1978, 207 с.
5. [www.socar.az](http://www.socar.az) “Azneft” İB-nin texniki-iqtisadi göstəriciləri.
6. *Гусейнов Г.Г., Ахмедов И.З., Тагиева С.Э.* Учет обводненности при увеличении коэффициента продуктивности пласта // Азербайджанское нефтяное хозяйство, 2017, № 3, с. 30-34.
7. *Ахмедов И.З., Тагиева С.Э.* Рациональное регулирование отбора жидкости при эксплуатации высокообводненных скважин // Азербайджанское нефтяное хозяйство, 2016, № 2, с. 25-30.
8. *Mustafayev T.V., Əhmədov İ.Z., Seyfuyev F.Q.* Mədən məlumatı əsasında quyu ştanqlı nasoslارın istismarının səmərəliliyinin artırılması imkanlarının tədqiqi // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2014, № 12, s. 30-31.

## References

1. *Lysenko V.D., Graifer V.I.* Ratsional'naya razrabotka neftyanykh mestorozhdeniy. – M.: Nedra, 2005, 602 s.
2. *Mishchenko I.T.* Skvazhinnaya dobycha nefi. – M.: Izd. “Nef' i gaz”, 2003, 816 s.
3. *Boyko V.S.* Razrabotka i expluatatsiya neftyanykh mestorozhdeniy: uchebnik dlya vuzov. – M.: Nedra, 1990, 427 s.
4. *Galyamov M.I., Rakhimkulov R.Sh.* Povyshenie effektivnosti expluatatsii neftyanykh skvazhin na pozdney stadii razrabotki mestorozhdeniy. – M.: Nedra, 1978, 207 s.
5. [www.socar.az](http://www.socar.az) “Azneft” İB-nin iqtisadi gosterijlari.
6. *Guseinov G.G., Akhmedov I.Z., Tagiyeva S.E.* Uchyot obvodnyonosti pri uvelichenii koeffitsienta produktivnosti plasta // Azerbaidzhanskoe neftyanoe khozaistvo, 2017, No 3, s. 30-34.
7. *Akhmedov I.Z., Tagiyeva S.E.* Ratsional'noe regulirovanie otbora zhidkosti pri expluatatsii vysokoobvodnyonnykh skvazhin // Azerbaidzhanskoe neftyanoe khozaistvo, 2016, No 2, s. 25-30.
8. *Mustafayev T.V., Ahmadv İ.Z., Seyfuyev F.G.* Meden melymaty esasynda guyu shtangly nasoslaryn istismarinin semereliyinin artirlmasi imkanlarinin tedgigi // Azerbaijan neft teserrufaty, 2014, No 12, s. 30-31.