

Hydrodynamic Study of Compressor and Gas Lift Oil Wells

G.G. Mammadova, Sh.M. Ismayilov

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

For correspondence:

Mammadova Gulbahar / e-mail: gulbahar.mammadova@mail.ru

Abstract

The article comments on the results of the hydrogasodynamic study of compressor and gas lift oil wells. If no artificial impact method is applied in the oil field, then the process of fountain drilling of wells takes 4-5 years, and compressor and gas lift wells can operate for 8-10 years, and they are transferred to the rod depth pump operation. The structure of the $Q = Q(V)$ curve of compressor and gas lift wells and its character points are explained in detail. A method for constructing indicator diagrams for these wells using the $Q = Q(V)$ curves and methods for determining the hydrodynamic parameters of the formation have been proposed. The results of the survey of gas lift wells in the Sand Island and Gunashli offshore oil fields were analyzed and examined, and the minimum and maximum consumption rates of compressed working agents injected into the wells were determined. It has been shown that as a result of such work it is possible to determine the different features between these two wells.

Keywords: compressor well, gas lift well, hydrodynamic research, oil field, method of operation, compressed working agent, formation pressure, research curve, characteristic points.

DOI 10.52171/2076-0515_2023_15_01_65_70

Received 15.03.2021

Revised 16.03.2023

Accepted 27.03.2023

For citation:

Mammadova G.G., Ismayilov Sh.M.

[Hydrodynamic study of compressor and gas lift oil wells]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2023, vol. 15, no. 1, pp. 65-70 (in Azerbaijani)

Kompressor və qazlift neft quyularının hidrodinamik tədqiqatının nəticələri

G.G. Məmmədova, Ş.M. İsmayilov

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti (Azadlıq pros., 16/21, Bakı, AZ 1010, Azərbaycan)

Yazışma üçün:

Məmmədova Gülbahar / e-mail: gulbahar.mammadova@mail.ru

Xülasə

Məqalədə kompressor və qazlift neft quyularının hidroqazodinamik tədqiqatının nəticələri barədə material şərh edilmişdir. Əgər neft yatağında heç bir süni təsir üsulu tətbiq edilmirsə, onda quyuların fontanetməsi prosesi 4-5 il davam edir, kompressor və qazlift quyuları isə 8-10 il işləyə bilirlər və onlar ştanqlı dərinlik nasos istismar üsuluna keçirirlər. Kompressor və qazlift quyularının $Q=Q(V)$ əyrisinin quruluşu və onun xarakter nöqtələri ətraflı izah edilmişdir. $Q=Q(V)$ əyrilərindən istifadə etməklə həmin quyular üçün indikator diaqramlarının qurulması üsulu və layın hidrodinamik parametrlərinin təyin üsulları təklif edilmişdir. Qum adası və Günəşli dəniz neft yataqlarında qazlift quyularının tədqiqat nəticələri təhlil edilmiş və araşdırılmışdır və onlarda quyuya vurulan sıxılmış işçi agentlərin sərfinin minimal və maksimal qiymətləri müəyyən edilmişdir. Göstərilmişdir ki, belə işin nəticəsində bu iki quyular arasındakı fərqli xüsusiyyətləri müəyyən etmək mümkündür.

Açar sözlər: kompressor quyusu, qazlift quyusu, hidrodinamik tədqiqat, neft yatağı, istismar üsulu, sıxılmış işçi agenti, lay təzyiqi, tədqiqat əyrisi, xarakterik nöqtələr.

DOI 10.52171/2076-0515_2023_15_01_65_70

УДК 622.276.52

О результатах гидродинамических исследований компрессорных и газлифтных нефтяных скважин

Г.Г. Мамедова, Ш.М. Исмаилов

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

Для переписки:

Мамедова Гюльбахар / e-mail: gulbahar.mammadova@mail.ru

Аннотация

В статье изложен материал о результатах гидродинамических исследований компрессорных и газлифтных нефтяных скважин. Если в нефтяном месторождении не применяется какое-то искусственное воздействие на пласт, то фонтанирование скважин продолжается 4-5 лет, а компрессорные и газлифтные скважины могут работать в течение 8-10 лет, после чего их переводят в штанговый глубиннонасосный способ эксплуатации. Всесторонне объяснены кривые $Q=Q(V)$ компрессорных и газлифтных скважин и характерные точки этих кривых, построенных в результате исследования. Предложен способ построения индикаторных диаграмм и способ определения гидродинамических параметров пласта из кривых $Q=Q(V)$. Проанализированы и разобраны результаты исследований газлифтных скважин морских нефтяных месторождений Гум адасы и Гюнешли, выявлены минимальные и максимальные расходы сжатых рабочих агентов, подаваемых в газлифтные скважины, утверждается наличие возможности установить отличительные особенности кривых $Q=Q(V)$ этих двух групп скважин.

Ключевые слова: компрессорные скважины, газлифтные скважины, гидрогазодинамическое исследование, нефтяное месторождение, способ эксплуатации, сжатый рабочий агент, пластовое давление, исследовательская кривая, характерные точки.

Giriş

Məlumdur ki, yeni kəşf edilmiş neft yataqlarında qazılmış quyular fontan üsulu ilə istismar olunurlar. Bu quyularda fontanetmə prosesi 4-5 il davam edir, əgər təmiz suyun və karbohidrogen qazının laya vurulması ilə laya süni təsirlər həyata keçirilmirsə, onda kompressor və qazlift istismarı 8-10 il davam edir.

Lay təzyiqinin düşməsi nəticəsində fontanetmə qurtardıqdan sonra quyular aşağıdakı iki üsullardan biri ilə istismara buraxılırlar: 1) kompressor istismar üsulu; 2) qazlift istismar üsulu.

Bu üsullarda istismar olunan quyuların iş prinsipləri eynidirlər, lakin onlar arasında bir fərqli xüsusiyyət mövcuddur, hansı ki aşağıdakılardan ibarətdir.

İşin məqsədi

Kompressor üsulunda sıxılmış yüksək təzyiqli işçi agent (hava yaxud karbohidrogen qazı) Neftqazçıxarma idarəsinin (NQÇİ) kompressor stansiyasından alınır, lakin qazlift üsulunda qonşuluqda yaxın məsafədə işlənən qaz və ya qaz-kondensat yataqlarının quyularından götürülür, çünki belə quyuların ağzında yüksək təzyiq olur, məsələn, Bahar qaz-kondensat yatağında təzyiq 60 atm ətrafında, Güneşli neft yatağındakı qaz quyularında isə təzyiq 100 atm-dən çox olur. Hasil edilmiş bu qazın bir hissəsi neft quyularında neftin quyu dibindən yer səthinə qaldırılmasında istifadə olunur; digər qalan hissəsi isə utilizasiyaya göndərilir. Kompressor quyuları aşağıdakı qaldırıcı konstruksiyalara malikdirlər: 1) bir cərgəli, 2) iki cərgəli və 3) biryarım cərgəli; həm də onlar aşağıdakı quyuya işçi agentinin verilməsi sistemlərinə malikdirlər: 1) borudaxili (mərkəzi) və 2) həlqəvi.

Biryarım cərgəli qaldırıcı konstruksiyası aşağıdakı məqsədlərlə tətbiq edilir: birincisi

qaldırıcının (liftin) metal tutumunu ixtisar etməkdir, ikincisi qaldırıcının qorxulu en kəsiyinə düşən yükün azaldılmasıdır. Həm də qazlift quyuları, kompressor quyuları kimi üç növ qaldırıcı konstruksiyalarına malikdir; lakin bunlar işçi agentin quyuya verilməsi sistemlərinə malik deyildirlər, çünki buna ehtiyac yoxdur [1-5, 7].

İşin yerinə yetirilməsi

Kompressor quyularında işçi agentini kimi sıxılmış havadan və sıxılmış karbohidrogen qazından istifadə olunur. Hava atmosferdən götürülür. Bu havanı mexaniki qarışıqdan təmizləmək üçün kompressor maşınının qəbulunda xüsusi süzgəc qurulur. Karbohidrogen qazı mədənin separatorundan götürülür, onun təzyiqi 3-4 atm olur. Bu qazı kompressor stansiyasına göndərmək üçün 30 atm təzyiq yaranan kiçik kompressorlardan istifadə olunur, kompressor stansiyası bu qazın təzyiqini 50-60 atm-dək yüksəldir.

Kompressor quyularında işçi agentini kimi sıxılmış havadan və sıxılmış karbohidrogen qazından istifadə olunur. Hava atmosferdən götürülür. Bu havanı mexaniki qarışıqdan təmizləmək üçün kompressor maşınının qəbulunda xüsusi süzgəc qurulur. Karbohidrogen qazı mədənin separatorundan götürülür, onun təzyiqi 3-4 atm olur. Bu qazı kompressor stansiyasına göndərmək üçün 30 atm təzyiq yaranan kiçik kompressorlardan istifadə olunur, kompressor stansiyası bu qazın təzyiqini 50-60 atm-dək yüksəldir.

Kompressor və qazlift neft quyuları yalnız bir üsulla, yəni quyunun maye debiti Q ilə quyuya verilən sıxılmış işçi agentinin sərfi V arasındakı $Q=Q(V)$ asılılığı əyrisinin qurulması ilə tədqiq edilir. Bu əyri monoton funksional asılılığın qarafikidir və quyuya verilən işçi

agentin sərfələri oxuna (absis oxuna) nisbətən qabarıq vəziyyətdədir.

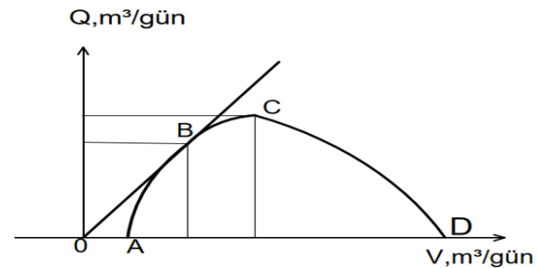
Əgər hasil edilən məhsul nyuton mayesi-dirsə, onda bu əyrinin dörd xarakterik A, B, C və D nöqtələri alınır. A və D nöqtələri əyrini işçi agentin sərfinin oxu ilə kəsişməsi nəticəsində alınır; bunlarda quyu məhsul vermir, lakin quyuya verilən agentin sərfələri vardır, özü də A nöqtəsində onun sərfi kiçik olur və quyunun neft debiti başlayıb artır. B nöqtəsində optimal rejimdə işləyir və qaldırıcının faydalı iş əmsalı (f.i.ə.) maksimum qiymət alır. Quyunu dəqiq B nöqtəsində işlətmək çətindir; ona görə onu bu nöqtə ətrafında yaxında işlədirlər. C nöqtəsi əyrini zirvəsində yerləşir və bu rejimdə quyu mümkün olan maksimal maye debitini verir; lakin bunda quyunu istismar etmək olmaz, çünki işçi agentinin sərfi çoxdur və f.i.ə. kiçikdir.

Əyrinin birinci başlanğıc ABC nəticəsində işçi agentin sərfinin artması ilə quyunun maye debiti yüksəlir və maksimal qiymətinə çatır; ikinci sonuncu hissəsində isə işçi agentin sərfi yüksəldikcə, quyunun maye debiti sıfıra qədər azalır, çünki burada agentin təzyiqi, bu isə öz növbəsində quyudibi dinamik təzyiqi artırır və quyuda tətbiq edilən depressiyanın qiyməti azalır (tədqiqat vaxtında lay təzyiqi dəyişməyib sabit qalır).

D nöqtəsində quyu işləyəndə onda yalnız işçi agentin dövrüyə edərək hərəkət edir, ona görə də ləngimədən quyunun işi dayandırılır. Əgər C nöqtəsi alındıqdan sonra növbəti rejimdə maye debiti azalarsa, onda tədqiqatı dayandırmaq olar.

Koordinat sisteminin başlanğıc O nöqtəsindən A nöqtəsinədək olan hissəsində quyu məhsul vermir, çünki bu intervalda quyuda maye səviyyəsi özünün statik vəziyyətindən qaldırıcının başmağınadək sıxışdırılır. D nöqtəsindən sonra əgər quyunun işi dayandırılmaz-

sa, onda işçi agentinin quyuda dövrüyəsi davam edər və buna yol vermək olmaz. $Q=Q(V)$ əyrisinin eni D və A nöqtələrinin absisləri fərqi bərabərdir, əyrinin hündürlüyü quyunun mümkün olan maksimal debitinə bərabərdir



Şəkil 1 – Nyuton nefti verən kompressor və ya qazlift quyusu debitinin sıxılmış işçi agentinin sərfindən asılılığının qrafiki

Figure 1 – Graph of the dependence of the Newtonian oil compressor or gas lift well flow rate on the consumption of the compressed working agent

Şəkil 1-də nyuton nefti verən kompressor və ya qazlift quyusunun $Q=Q(V)$ əyrisi göstərilmişdir.

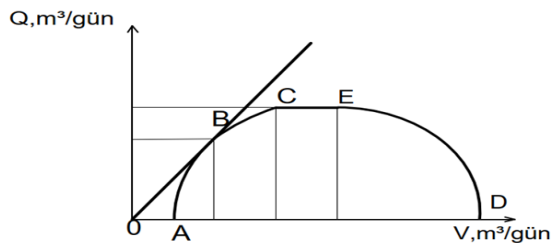
Burada həm də $Q=Q(V_x)$ əyrisini qururlar, burada V_x - quyuya verilən işçi agentinin xüsusi sərfidir.

$$V_x = \frac{V}{Q} \quad (1)$$

Əgər kompressor və ya qazlift quyusu özlü-plastik neft verirsə, onda qurulmuş $Q=Q(V)$ əyrisində A, B, C, E və D xarakterik nöqtələri alınır [1].

Burada alınmış CE düzxətt parçası absis oxuna paraleldir və onun bütün cari nöqtələri eyni qiymətli maksimal mümkün ola bilən maye debitinə bərabərdir. E nöqtəsində sabit maye debiti azalmağa başlayır; bu dəyişmələr ona görə baş verirlər ki, özlü-plastik neftin başlanğıc təztiq düşküsünün dəf olunması prosesi baş verir. E nöqtəsində maye debitinin azalması işçi agentin sərfinin artması ilə baş verir və bu dəyişmə D nöqtəsində sıfıra çevrilir.

Şəkil 2-də, özlü-plastik neft verən quyunun $Q=Q(V)$ əyrisi təqdim edilmişdir. “28 May” NQÇİ-nin Günəşli neft yatağı qazlift quyularında quyuda verilən işçi agentin ən yüksək sərfi 20000-dən 25000 m³/gün-ədək intervalda dəyişir; burada ən az agent sərfilə işləyənlərdə bu göstərici 1000-dən 5000 m³/gün-ədək intervalda dəyişir. Bu iki müxtəlif qrup qazlift quyularının tədqiqat nəticələrini təhlil edərək, onların fərqlərini müəyyən etmək mümkündür.



Şəkil 2 – Özlü-plastik neft verən kompressor və ya qazlift quyusu debitinin sıxılmış işçi sərfindən asılılığının qrafiki

Figure 2 – Graph of the dependence of the flow rate of a viscous plastic oil compressor or gas lift well on the consumption of a compressed working agent

Tədqiqat nəticəsində qurulmuş $Q=Q(V)$ əyrilərindən indikator diaqramlarını da qurmaq və layın aşağıdakı hidrodinamik parametrlərini təyin etmək olar: lay təzyiqini, keçiriciliyini, hidrokeçiriciliyini, pyezokeçiriciliyini və quyunun çevrilmiş radiusunu və s.

Kompressor və qazlift neft quyularında $Q=Q(V)$ əyrisindən istifadə etməkə indikator diaqramları aşağıda təklif edilmiş yeni üsulla qurulur:

1) $Q=Q(V)$ əyri üzərində 4-5 nöqtə götürülür; onların maye debitləri qeyd alınırlar;

2) Götürülmüş hər bir nöqtə üçün qaldırıcı borular kəməri başmağındakı təzyiq hesablanır; bunun üçün aşağıdakı düsturdan istifadə olunur [6, 7]:

$$P_{baş} = \sqrt{P_q^{2l^{2s}} + \left(\frac{0,004112q^2 T_z \gamma L}{D^{5,333}} \right) \frac{l^{2s} - 1}{l^{2s}}}$$

3) Qaldırıcı başmağından aşağıda quyu dibində olan maye sütununun hidrostatik təzyiqi hesablanır:

$$P_{m.s.} = (H - H_{as}) \gamma_m \quad (2)$$

4) Quyudibi dinamik təzyiq hesablanır:

$$P_{qd} = P_{baş} + P_{m.s.} \quad (3)$$

Belə hesablamalar bütün baxılmış iş rejimləri üçün aparılır və nəhayət hasilatla quyudibi arasında (Q və P_{qd}) indikator diaqramları qurulur [8-9].

Əgər tədqiq olunmuş quyular sulaşmışdırlarsa, onda neftlə su qarışığının xüsusi çəkisi belə təyin edilir:

$$\gamma_{qar} = \frac{Q_n \cdot \gamma_n + Q_s \gamma_s}{Q_n + Q_s} \quad (4)$$

Beləliklə, aparılmış təhlillər və araşdırmalar nəticəsində $Q=Q(V)$ əyrilərinin fərqli xüsusiyyətlərinin aşkar edilməsinin mümkün olması göstərilmişdir. Qum adası və Günəşli dəniz neft yataqlarında qazlift quyularının tədqiqat nəticələri təhlil edilmiş və araşdırılmışdır və onlarda quyuya vurulan sıxılmış işçi agentlərin sərfinin minimal və maksimal qiymətləri müəyyən edilmişdir. Göstərilmişdir ki, belə işin nəticəsində bu iki quyular arasındakı fərqli xüsusiyyətləri müəyyən etmək mümkündür.

Nəticə

Məqalədə kompressor və qazlift neft quyularının hidroqazodinamik tədqiqatının nəticələri barədə maraqlı material şərh edilmişdir. Əgər neft yatağına heç bir süni üsullarla təsir edilmirsə, onda quyuların fontanətməsi 4-5 il davam edir, kompressor və qazlift quyuları isə 8-10 il işləyə bilirlər və onlar dərinlik nasos istismar üsuluna keçirilirlər.

Kompressor və qazlift quyularının $Q=Q(V)$ ayrılmasının quruluşu və onların xarakterik nöqtələri ətraflı izah edilmişdir.

$Q=Q(V)$ ayrısından istifadə etməklə həmin quyular üçün indikator diaqramlarının qurulması üsulu və layın hidrodinamik parametrlərinin təyini üsulları təklif edilmişdir.

Qum adası və Günəşli dəniz neft yataqlarında qazlift quyularında quyuya vurulan sıxılmış işçi agentinin (karbohidrogen qazının)

minimal və maksimal sərtləri təhlil edilərək, təqdim edilmişdirlər.

Bu təhlillər və araşdırmalar nəticəsində $Q=Q(V)$ ayrılmasının fərqli xüsusiyyətlərinin aşkar edilməsinin mümkün olması göstərilmişdir.

Maraqlar münaqişəsi

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

REFERENCES

1. **Hasaev A.M., Bajramov A.A.** K issledovaniyu processa liftirovaniya nen'yutonovskih neftej. ANH, №2, 1970 (*in Russian*)
2. **Chernov V.S., Bazlov M.N., Zhukov A.I.** Hidrodinamicheskie metody issledovaniya skvazhin i plastov. Moskva: Gostoptekhizdat, 1960, s.319, s.53-60 (*in Russian*)
3. **Muravyev I.M., Bazlov M.N. i dr.** Tekhnologiya i tekhnika dobychi nefti i gaza. Izd. «Nedra», Moskva, 1971, s.495. s.262-265 (*in Russian*)
4. Spravochnik po dobyche nefti. Tom1, Gostoptekhizdat, Moskva, 1958, s.640, s.309-312 (*in Russian*)
5. **Shurov V.I.** Tekhnologiya i tekhnika dobychi nefti. Moskva: «Nedra», 1983, s.346-349 (*in Russian*)
6. **Briskman A.A., İvanov A.K. və başq.** Qazın çıxarılması və nəql edilməsi. *Azərbaycan Dövlət Neft və Elmi-texniki ədəbiyyat nəşriyyatı*. Bakı, 1956, s.185-205 (*in Azerbaijan*)
7. **Muravyev I.M., Krylov A.P.** Ekspluatsiya neftnykh skvazhin. Gostoptekhizdat, Moskva, 1949, s. 351-446 (*in Russian*)
8. **Məmmədova G.G.** Opredelenie prodolzhitel'nosti prodvizheniya gaza pri polusfericheski-radialnoy stationarnoy filtratsii prirodnoy gaza v krugovoy neodnorodnoy zalezhi. *Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri*, 2021. Cild 13, № 3, s.100-105 (*in Russian*)
9. **Məmmədova G.G.** Posledovatel'nye filtratsii razlichnykh neszhimaemykh nesmeshivayushchihsya zhidkostey v odnorodnom plaste v razlichnykh prostykh potokah po razlichnym zakonam filtratsii. *Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri*, 2022, cild 14, № 1, s. 52-59 (*in Russian*)