MAILİ VƏ ŞAQLI QAZLIFT QUYULARININ İSTİSMAR XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN MÜQAYİSƏLİ ARAŞDIRILMASI VƏ TƏZYİQ QRADİENTİNİN TƏSİRİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ

V.C. Abdullayev

"Neftqazelmütədqiqatlayihə" İnstitutu, SOCAR, Bakı, Azərbaycan

Comparative study of the operational properties of deviated and straight gas-lift wells and sensitivity analysis of pressure gradient

V.J. Abdullayev

"OilGasScientificResearchProjekt" İnstitute, Socar, Baku, Azerbaijan

ABSTRACT

The article presents a benchmarking analysis of the complex well body structure effect on the hydraulic parameters of the liquid-gas flow pattern in deviated wells. The difference between the consumption of the working agent (gas) required to lift the same amount of liquid from the same depth in vertical and inclined gas-lift wells is shown. Considering the complexity of the hydrodynamic flow properties in deviated wells, the impossibility of analytical flow simulation, the article provides the problem study using statistical methods and gives its practical solution. The article presents a mathematical expression to determine the dynamic pressure gradient using this method, that is, by group calculation of indicators of gas-lift wells with an deviated body, and its numerical value was found.

KEYWORDS

vertical and deviated gas-lift wells; pressure drop; special gas flow rate; gas-liquid mixture.

e-mail: vugar.abdullayev@socar.az

<https://doi.org/10.53404/Sci.Petro.20210100007>

Quyuların qazlift (kompresor) üsulu ilə istismarı ilk dəfə olaraq 1897-ci ildə Bakı neft mədənlərində mühəndis B.O. Suxov tərəfindən tətbiq edilmişdir.

Qazlift üsulu ilə quyuların istismarına aid olan ilk nəzəriyyə Lorens tərəfindən irəli sürülmüşdür. Lorens nəzəriyyəsinin əsasını şaquli borularda bircinsli mayenin axınının hərəkəti differensial hərəkət tənliyindən istifadə edərək yerinə yetirilməsi təşkil edir. Bu tənlik fazaların nisbi sürətlərinin sıfıra bərabər olduğu hal üçün həll edilmişdir. Lorensin tənliyinə əsasən qaldırıcı liftlər qazın istənilən sürətində işləyir və bunun təcrübədə təsdiqi öz əksini tapmışdır.

Bundan sonra quyularda qazlift üsulunun tətbiqinə aid L.S. Leybenzon, B.C. Melikov, B.D. Baklanov, R.İ. Şişenko, A.S. Birinovski, A.P. Kırlov, A.A. Armand, S.Q. Teletov, B.D. Arxanqelskiy, A.X. Mirzəsanəzadə, Ə.B. Süleymanov, A.S. Ələskərov, N.N. Repin, R.A. Maksutov, Lokarti-Martinelli, Endryus-Noulza, İton-Silberberq-Braun, Poetman-Karpenter, Dans-Rosa, Gilbert və başqalarının işləri məlumdur.

Başqa mənbələrdə məsələn, Ümumittifaq elmi-tədqiqat neft institutu və «Tümenneftqaz» Elmi-Tədqiqat institutu tərəfindən şaquli borularda maye-qaz qarışığının hərəkətinin yeni hesablamə üsulları təklif edilmişdir [1, 2, 3, 4].

«Tümenneftqaz» Elmi-Tədqiqat institutunun hesablama üsulunda A.A. Armand tərəfindən alınmış məlum asılılıqdan istifadə edilmişdir. Nəticəyə gəlinmişdir ki, təqdim edilən hesablama üsulu hasilatı 400 m³/gün-dən çox və diametri 73 və 89 mm olan quyularda qənaətbəxş nəticələr verir.

Yuxarıda göstərilən tədqiqatlar, həmçinin hesablama üsulları ancaq şaquli qazlift quyularına aiddir.

Şaquli quyularda maye-qaz qarışığının hərəkət tənliyini almaq üçün aşağıdakı parametrlər labüddür.

$q_n = b_n q_{n0}$, $q_{qar} = q_n + q_{\Gamma} - p$ təzyiqində uyğun olaraq neftin, qazın və qarışığın həcm sərfidir, burada:

b_n – neftin həcm əmsəlidir,

q_n , $q_{\Gamma 0} - p_0$ atmosfer təzyiqində uyğun olaraq neftin və qazın həcm sərfidir;

$v_{sn} = \frac{q_n}{f}$, $v_{sQ} = \frac{q_Q}{f}$, $v_{qar} = q_{sn} + q_{s\Gamma}$ – uyğun olaraq neftin, qazın və qarışığın gətirilmiş sürətidir;

$\vartheta_{qar,0} = \vartheta_{sn,0} + \vartheta_{s\Gamma 0}$ – atmosfer təzyiqində qarışığın gətirilmiş sürətidir;

Γ – qaz faktorudur;

a – həllolma əmsəlidir.

Atmosfer təzyiqində neftin vahid həcmindən normal şəraitdə ayrılan qazın miqdarı $\Gamma - ap_0$ olar.

Bu parametri p təzyiqinə və T temperaturuna gətirsək, ayrılan qazın həcmi $(\Gamma - a) - b_r$ olar. Burada:

$$b_r = z \frac{p_0}{p} \cdot \frac{T}{T_0} \quad (1)$$

Nəzərə alsaq aşağıdakıları yazıya bilərik:

$$\frac{q_{r0}}{q_{n0}} = \Gamma - a ; \quad \frac{q_r}{q_{n0}} = (\Gamma - a) b_r \quad (2)$$

$$q_{qar} = q_n + q_r = q_{n0} [b_n + (\Gamma - a) b_r] = q_{n0} \delta$$

$$q_{qar} = g_{sn0} \delta \quad (3)$$

burada: $\delta = b_n + (\Gamma - a) b_r$ – qarışığın həcm əmsalı,
 b_n – neftin həcm əmsalıdır.

Qarışığın sərf sıxlığı aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$\rho_\beta = \frac{\rho_n q_n + \rho_r q_r}{q_r} = \frac{\rho_n g_{sn} + \rho_r g_{sr}}{g_{qr}} \quad (4)$$

Kütlə sərfinin saxlanması tənliyindən alınır:

$$\rho_\beta g_{qr} = \rho_0 g_{qr0}$$

yəni

$$\rho_\beta g_{qr} = \rho_n g_{sn} + \rho_r g_{sr} = g_{sn0} [\rho_{n0} + Q \rho_{r0}] \quad (5)$$

Əgər $M = \rho_{n0} + Q \rho_{r0}$ qəbul etsək və nəzərə alsaq ki, $g_{qr} = g_{sn0} \delta$, onda yazıya bilərik:

$$\rho_\beta = \frac{M}{\delta} \quad (6)$$

$\rho = \rho_0$ olduqda, (6)-dan alırıq:

$$\delta = 1 + \Gamma, \quad \rho_0 = \frac{M}{1 + \Gamma} \quad (7)$$

Müəlliflər maye-qaz qarışığının sıxlığını təyin etmək üçün aşağıdakı kimi mülahizə yürüdürlər. Məlumdur ki, sərf sıxlığı

$$\rho_0 = (1 - \beta_r) \rho_n + \beta_r \rho_r \quad (8)$$

olduqda qarışığın həcm sıxlığını aşağıdakı ifadədən tapmaq olar:

$$\rho_\phi = (1 - \phi_r) \rho_n + \phi_r \rho_r \quad (9)$$

$\phi_r = \alpha \beta_r$ olduğundan (9) tənliyini yazıya bilərik:

$$\rho_\phi = (1 - \alpha \beta_r) \rho_n + \alpha \beta_r \rho_r \quad (10)$$

Buradan

$$\frac{\rho_\phi}{\rho_\beta} = a + (1 - a) \frac{\rho_n}{\rho_\beta} = a + (1 - a) \frac{\rho_{n0} \delta}{b_n M} \quad (11)$$

və ya ümumi halda

$$\frac{\rho_\phi}{\rho_\beta} = a + b \delta \quad (12)$$

a və b əmsalları eksperiment nəticələrini statistik üsullarla tədqiq etməklə alınır. Yüksək hasilatlı quyular üçün $a = 0.83$ və $b = 0.17 \rho_{n0}/b_n M$ qəbul edirlər. Hidravlik müqavimətlərə sərf edilən təzyiq itkisinin aşağıdakı tənliklə ifadə etmək olar:

$$\left(\frac{dp}{dx} \right)_v = \frac{\lambda}{2gd} \rho_\beta g_{qr}^2 = \lambda_{qar} Fr_0 \delta^2 M \quad (13)$$

burada

$$Fr_0 = \frac{g_{qr,0}}{2gd}$$

Hidravlik müqavimət əmsalını bircinsli mayelər üçün hidravlikanın məlum düsturları ilə Reynolds ədədini və boruların kəmə-kötürlüyünü nəzərə alaraq hesablamaq olar.

Reynolds ədədi aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$Re = \frac{\rho_\beta g_{sn} d}{\mu_n} = \frac{M g_{sn,0} d}{\mu_n} \quad (14)$$

λ_{qar}^{-1} təyin etmək üçün Altşulun düsturundan istifadə edilir:

$$\lambda_{qar} = 0.11 \left(1.46 \frac{\Delta}{d} + \frac{100}{Re} \right)^{0.25} \quad (15)$$

Hidravlik sürtünmə əmsalının bircinsli mayelər üçün olan düstur ilə hesabı müəyyən xəyata səbəb olur. Mədən məlumatları ilə alınan fərq a və b əmsalları vasitəsi ilə korreksiya edilir.

Maye-qaz qarışığının sıxlığı və hidravlik müqavimət əmsadı üçün asılılıq məlum olduqda qarışığın hərəkət tənliyini aşağıdakı ifadə ilə yazmaq olar:

$$dp = g \rho_\beta dx + dp_{sürt} \quad (16)$$

(12) və (13)-ü (16)-də yerinə yazsaq, alırıq:

$$\delta dp = g M dx (a + b \delta + \lambda Fr_0 \delta^2) \quad (17)$$

$$f(p) = \frac{\delta}{a + b \delta + \lambda Fr_0 \delta^2} \quad (18)$$

olsa, (17) tənliyini belə yazırıq:

$$g M dx = f(p) dp \quad (19)$$

Buradan:

$$\int_{p_2}^{p_1} f(p) = g M L \quad (20)$$

Beləliklə, maye-qaz qarışığının vertikal müstəvidə müəyyən bucaq altında meyli edən qaldırıcı borularda hərəkətinin hesablama üsulu mövcud hesabat üsulünü daha da təkmilləşdirdi.

$$-\frac{dp}{dx} = \rho_{qar} g \cos \theta + F_{sürt} \quad (21)$$

burada θ – quyunun gövdəsinin vertikal müstəviyə

meyl bucağıdır.

Yuxarıda verilmiş tənlik neftin, suyun və qazın hərəkət qanununa əsaslanan və ətalət qüvvəsini nəzərə almadan qərarlaşmış rejimdə hərəkət tənliyidir.

(12) tənliyinin sağ tərəfindəki 2-ci toplanan axının boruların səthinə düşən sürtünmə qüvvəsini təsvir edir. Tənliyin sağ tərəfindəki 1-ci toplanandakı qarışıqın sıxlığını təsvir edir və qarışıqın hesablanması üçün aşağıdakı asılılıqdan istifadə edilir:

$$\rho_{qar} = \rho_r \varphi_r + \rho_{su} \varphi_{su} + \rho_n \varphi_n \quad (22)$$

$$\varphi_n + \varphi_{su} + \varphi_r = 1 \quad (23)$$

Axındakı neftin, suyun və qazın sıxlığı aşağıdakı ifadələrdən tapılır:

$$\rho_n = \rho_n + b_n(p - p_0) \quad (24)$$

$$\rho_{su} = \rho_{su0} + b_v(p - p_0) \quad (25)$$

$$\rho_r = \rho_{ro} \frac{p T_0}{p_0 T_z} \quad (26)$$

burada b_n, b_{su} – uyğun olaraq neftin və suyun həcm sıxılma əmsalıdır (eksperiment yolu ilə təyin edilir).

Neftin, suyun və qazın həcm sərfi aşağıdakı düsturlarla təyin edilir:

$$q_n = Q_m \frac{100 - R_{su}}{100} \cdot \frac{\rho_{no}}{\rho_n} \quad (27)$$

$$q_{su} = Q_m \frac{R_{su}}{100} \cdot \frac{\rho_{su0}}{\rho_{su}} \quad (28)$$

$$q_r = \left[Q_m \frac{100 - R_{su}}{100} a(p_n - p) + Q_{ia} \right] \frac{\rho_{r0}}{\rho_r} \quad (29)$$

burada Q_{ia} – işçi agentin həcmidir.

Axında həcm sərfi ilə fazaların arasındakı sərf arasındakı asılılıq aşağıdakı ifadələrlə verilir:

$$\beta_n = \frac{q_n}{q_n + q_{su} + q_r} \quad (30)$$

$$\beta_{su} = \frac{q_{su}}{q_n + q_{su} + q_r} \quad (31)$$

$$\beta_r = \frac{q_r}{q_n + q_{su} + q_r} \quad (32)$$

Quyunun daxilində axında temperaturanın paylanması xəttidir:

$$T = T_{dib} + \frac{T_{qa} - T_{dib}}{H} x \quad (33)$$

burada: T_{dib}, T_{qa} – quyudibində və quyuağzında temperaturaldır.

Mayenin sıxlığı aşağıdakı düsturla tapılır:

$$\mu_m = \frac{\mu_n \varphi_n + \mu_{su} \varphi_{su}}{\varphi_n + \varphi_{su}} \quad (34)$$

Qarışıqın Reynolds və Frud parametrləri

$$Re_{qar} = \frac{4(q_n \rho_n + q_{su} \rho_{su} + q_r \rho_r)}{\pi d \mu_m} \quad (35)$$

$$Fr_{qar} = \left[\frac{4(q_n + q_{su} + q_r)}{\pi d^2 \sqrt{gd}} \right]^2 \quad (36)$$

(21) və (22) ifadələrində həqiqi qaz tutumu – φ_Q və hidravlik müqavimət əmsalı – λ_{qar} , Reynolds – Re_{qar} , Frud – Fr_{qar} parametrlərinin funksiyaları və qaztutumunun sərfi – β_r məlum deyil.

$\varphi_r = f(\beta_r, FR_{qar}, Re_{qar})$ və $\lambda_{qar} = f(\beta_r, FR_{qar}, Re_{qar})$ asılılıqları böyük miqdarda eksperiment nəticələrinin riyazi statistika üsulları ilə işlənməsi nəticəsində alınmışdır.

Hidravlik müqavimət əmsalları üçün aşağıdakı asılılıqlar alınmışdır:

$\tau_0 = 0$ olduqda

$$\varphi_r \leq 0.422 \text{ üçün } \varphi_{qar} = \frac{0.6}{Re_{qar}^{0.315}}$$

$$\varphi_r > 0.422 \text{ üçün } \varphi_{qar} = \frac{0.6}{Re_{qar}^{0.315}} \quad (37)$$

$\tau_0 > 0$ olduqda

$$\varphi_r \leq 0.845 \text{ üçün } \varphi_{qar} = \frac{1.1 - 1.3 \varphi_r}{Re^{*0.8}}$$

$$\varphi_r > 0.845 \text{ üçün } \varphi_{qar} = \frac{0.015}{Re^{*0.8}} \quad (38)$$

(21)-ə daxil olan $F_{sür}$ kəmiyyətini aşağıdakı ifadədən tapırlar:

$$F_{sür} = 8 \lambda_{qar} \rho_{qar} \frac{(q_n + q_{su} + q_r)^2}{\pi^2 d^5} \quad (39)$$

(21)-(39) tənliklərinin həlli quyunun göstəricilərindən istifadə edərək (dib və lay təzyiqi, məhsuldarlıq əmsalı, sulaşma və qaz faktoru, neftin, suyun və qazın fiziki parametrləri, quyunun dərinliyi, qazın neftdə həllolma əyrisi, quyuağzı təzyiq və işçi təzyiq) işçi agentin liftə nəql edilmə dərinliyini, sərfini və təzyiqin qaldırıcının lüləsində paylanması təyin etməyə imkan verir.

Qaldırıcının iş rejiminin hesabını 3 mərhələdə aparırlar:

- quyunun fontan vurmasının mümkünliyünü yoxlamaq;

- işçi agentin liftə nəql edilmə dərinliyinin təyin etmək;

- işçi agentin sərfinin təyin etmək.

Yuxarıda göstərilən hesablama üsulları əsasən şaquli gövdəsi qazlift quyularına aiddir. Maili, daha doğrusu, mürəkkəb fəza ayrılıqları ilə xarakterizə edilən qazlift quyularında qaldırıcıda maye-qaz qarışıqının

hesabat modelləri daha mürəkkəb olmalıdır.

Mütəxəssislər uzun zaman güman edirdilər ki, maili qazlift quyuları da şaquli qazlift quyuları kimi layihələndirilir. Maili quyularda qaldırıcı borularda və boruarxası fəzada maye-az axınının hərəkəti prosesində təzyiq itkisinin hesabı şaquli gövdəli quyularda olduğu kimi aparılmalıdır. Maili qazlift quyularını layihələndirmək üçün bir neçə əmsallar qəbul edirdilər və bu quyuların qazliftlə uğurlu istismarını təmin edirdi.

Quyunun gövdəsinin şaquli müstəvi ilə əmələ gətirdiyi bucaqdan asılı olaraq nasos-kompresor boruları üzrə hesabat təzyiqinə əlavə əmsal daxil etmək labüddür.

Əgər quyunun gövdəsinin şaquli müstəvi ilə əmələ gətirdiyi bucaq

$$\alpha=10\div30^\circ \text{ olanda, } P_{dib}=P_{dib \text{ şaq}} + 0.1 \cdot P_{dib}$$

$$\alpha=20\div70^\circ \text{ olanda, } P_{dib}=P_{dib \text{ şaq}} + 0.2 \cdot P_{dib}$$

Beləliklə, maili quyularda qazlift qurğusunu layihələndirərkən onun gövdəsində maye-qaz qarışığının təzyiq qradiyenti ekvivalent dərinlikli şaquli gövdəli quyunun təzyiq qradiyentinə gətirilir, sonra qazlift qurğusu şaquli quyularda olduğu kimi layihələndirilir.

Ümumi halda, qazlift quyuları üçün təzyiq radiyentinin korrelyasiya asılılığı aşağıdakı tənlik ilə yazıla bilər:

$$\left(\frac{dp}{dz}\right)_{\text{ümumi}} = \left(\frac{dp}{dz}\right)_{\text{stat}} + \left(\frac{dp}{dz}\right)_{\text{sürt}} + \left(\frac{dp}{dz}\right)_{\text{ətalət}} \quad (40)$$

Ətalət qüvvəsini nəzərə almasaq, bu asılılıq aşağıdakı kimi olar:

$$\left(\frac{dp}{dz}\right) = \rho_{\text{qar}} \cdot g \cdot \cos \theta + \left(\frac{dp}{dz}\right)_{\text{sürt}} \quad (41)$$

burada θ – quyunun gövdəsinin şaquli müstəvi ilə əmələ gətirdiyi bucaqdır.

Eyni dərinlikdə maili quyularda mayenin miqdarı şaquli quyulara nisbətən çox olur. Quyunun gövdəsinin şaquli müstəvi ilə meyl bucağı artdıqca borularda mayenin miqdarı artır. Bu bucaq $45\div75^\circ$ olduqda qazlift qaldırıcısının işi tam effektiv olur.

Məlumdur ki, quyuların mövcud istismar məlumatları əsasında onların iş rejiminin operativ yoxlanması və təhlili vacibdir, aktualdır. Quyuların mövcud iş rejimini müəyyən etmək üçün kovariasiya (avtokovariasiya) varioqramma, spektral təhlil, avtokorelyasiya, R/S – təhlil və s. statistik metodlara əsaslanan hesabat düsturları məlumdur. Bu məqsədlə neft sənayesi və başqa sənaye sahəsində mütəxəssislərin son zamanlar tez-tez müraciət etdikləri Herstin «müvəqqəti sıralar» funksiyasını

və onların fraktal xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq quyuların mövcud rejimini təyin edək.

Fraktallar nəzəriyyəsində spektral sıxlıqla rəqs tezliyi arasında asılılıq aşağıdakı şəkildə verilir [8].

$$S(f) = A^2(f) = C_H \cdot \frac{1}{f^\beta} \quad (42)$$

burada C_H – avtokovariasiyadır.

Yuxarıdakı asılılığı loqarifmalasaq alarıq:

$$2 \ln A = C_H - \beta \lg f \quad (43)$$

Sonuncu bərabərlik bucaq əmsalı β olan düz xəttin tənliyidir. β əmsalı R/S təhlili əsasında təyin edilən Herst parametri ilə sıx əlaqədardır. R/S – metodunu və yaxud orta gətirilmiş amplituda üsulunu yeni statistik üsul kimi Herst təklif etmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, çox müvəqqəti sıralarda orta gətirilmiş amplituda aşağıdakı asılılıqla kifayət qədər dəqiq yazıla bilər:

$$\left(\frac{R}{S}\right) = \left(\frac{\tau}{2}\right)^H; (a\tau)^H = R/S \quad (44)$$

burada: τ – müşahidə vaxtı;

H – Herst parametri;

a – sərbəst təsadüfi ədəddir, $a=1.3\pm0.1$.

Yuxarıdakı 2 fraktal ölçünün əlaqəsinin vacibliyi ondadır ki, onların qiyməti əsasında prosesin fraktal xüsusiyyətini müəyyən etmək olur.

Fraktal proseslər « H » parametrlərinin qiymətindən asılıdır. « H » parametri $0 < H < 0.5$, $H=0.5$ və $0.5 < H < 1$ intervallarında dəyişir.

R – parametrin maksimum və minimum dəyişmə həddinin fərqi (orta gətirilmiş amplituda):

$$R = E_{\max} - E_{\min}$$

burada: $E_{\max}$, $E_{\min}$ – parametrin maksimum və minimum qiymətidir.

R/S – parametrlərində S – kəmiyyəti müşahidələrin nəticəsində təyin edilir və ölçmələrin dispersiyasından kvadrat kökdür.

$$S = \sqrt{\frac{1}{m} \sum (x_m - M_k)^2}$$

burada: M_k – m qədər müşahidənin orta hesabı qiymətidir;

x_m – müşahidənin cari qiymətidir.

Mədən məlumatlarından R və S -i təyin etdikdən sonra təhlil edilən prosesin fraktallıq dərəcəsini

$$\frac{R}{S} = \left(\frac{\tau}{2}\right)^H$$

ifadəsindən bucaq əmsalını təyin etməklə mümkün olur, yaxud sonuncu asılılığı aşağıdakı kimi də

yazmaq olar:

$$\frac{R}{S} = (at)^H$$

Bu ifadəni loqarifmalasaq alarıq:

$$\ln \frac{R}{S} = H \ln t + \ln a \quad (45)$$

Sonuncu ifadədən Herst parametrinin (H) qiymətini tapmaq olar.

Bu məqsədlə «Günəşli» yatağının mərkəzi blokunun bir qrup FLD-dən işləyən qazlift quyularının mədən məlumatlarına əsasən Herst parametrini təyin edək və quyunun iş rejimini müəyyən edək.

Quyuların istismar göstəriciləri 1 saylı cədvəldə verilir.

Cədvəldə göstərilən quyuların hasilatı bir il müddətində 60-80 dəfə ölçülmüşdür.

Şəkil 1-də bu quyuların hasilat dinamikasının qrafiki verilir.

Quyuları seçərkən onların haqqında məlumatların bircinsli olmasına xüsusi fikir verilməlidir ki, məlumatlar statistik informatik olsun, yəni onların istismar kəmərinin, liftlərinin konstruksiyasının və süzgəclərinin ölçüsü eynidir, hasilatları və işçi agentin sərfi bir-birinə yaxındır.

Şəkil 1-dən göründüyü kimi seçilmiş quyular üçün fərdi olaraq təhlil edilən ildə orda gündəlik hasilat və qazın xüsusi sərfinə əsasən ümumi $Q-V$ əyrisi qurulmuşdur.

Quyuların hasilat dinamikasını təhlil etmək üçün Herst parametrindən istifadə edək [5, 6].

Cədvəl 2-də «Günəşli» yatağının mərkəzi blokunun bir qrup qazlift quyularının hasilat dinamikasına əsasən hesablanmış Herst göstəricisinin qiymətləri verilir.

Şəkil 2-də 106 saylı quyu üçün H ədədinin təyini

Cədvəl 1 Herst parametrini təyin etmək üçün seçilmiş quyuların istismar göstəriciləri									
Sıra №-si	Quyu №-si	Horizont	Təzyiq, MPa		Hasilat, m³/gün			Qaz sərfi, m³/gün	Xüsusi qaz sərfi, m³/m³
			işçi təzyiq	bufer təzyiqi	Neft	Su	Qaz		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	17	FLD	44/60	18/21	41	-	32650	23750	1375.6
2	67	FLD	70/105	25/30	36	80	16956	1785	520.5
3	89	FLD	46/105	18/20	90	-	15447	7257	274.5
4	106	FLD	63/77	22/28	46	-	28932	11656	882.4
5	107	FLD	72/118	26/30	152	-	18650	16300	230.0
6	108	FLD	-/82	28/29	95	-	20225	13500	355
7	153	FLD	49/50	24/28	54	-	23221	17690	370
8	168	FLD	-/52	25/29	159	-	24185	3221	172
9	185	FLD	-/58	26/27	121	-	24650	16845	343
10	192	FLD	-/56	15/19	56	-	18468	11618	537
11	194	FLD	48/92	30/38	120	-	46073	21953	566.8
12	198	FLD	-/60	15/25	87	-	13485	7200	238
13	274	FLD	9/96	32/33	99	-	25382	18032	438.5
14	276	FLD	80/82	12/14	47	-	10231	4031	303
15	216	FLD	-/76	20/22	123	-	9400	15000	198

Seçilmiş quyuların hidrodinamik parametrləri																				Cədvəl 3	
Sıra sayı	Quyu №-si			Hasilat, m ³ /gün	Qaz faktorı, m ³ /m ³	Qaz sərti, m ³ /gün	Ümumi qaz faktorı, m ³ /m ³	Borunun girişində 1 m ³ neftdə həll olmuş qazın miqdarı, Q _h , m ³ /m ³	Havaya görə qazın nisbi sıxlığı, Δ	Stendinin diaqramasına əsasən neftin həcmi genişlənmə əmsali, B _n	Qazın iş şəraitində sıxlığı p _{qiz} , kq/m ³	Neftin iş şəraitində sıxlığı, p _{niz} , kq/m ³	Neftin həcm sərti, Q _n , m ³ /s	Qazın həcm sərti, Q _q , m ³ /s	Qarışığın həcm sərti, Q _{qaz} , m ³ /s	Qaz tutumunun həcm sərti, β	Qarışığın Frud ədədi, Fr _{qaz}	Fr _n -in avtomodel qiyməti	Həqiqi qaz tutumu, φ	Həqiqi qaz tutumunun qazın həcm tutumuna nisbəti, φ/β	
	Q _n	Q _{su}	Q _{qaz}																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	17	41	-	32650	796	23750	1375.6	37.13	0.852	1.045	64.7	960.64	0.00064	64.7	0.0073	0.89	0.084	5.8	0.328	0.368	
2	67	36	80	16956	471	1785	520	62.5	0.852	1.054	135.5	890.7	0.00044	0.16886	0.1693	0.9974	56.11	5.75	0.6981	0.70	
3	89	90	-	15447	171.6	7257	252	56	0.852	1.056	135.85	882.2	0.0011	0.001	0.002855	0.876	1.124	5.8	0.602	0.308	
4	106	46	-	28932	629	11656	882	43.38	0.850	1.040	51.6	882.4	0.00183	0.0015	0.002855	0.450	0.82	5.85	0.30	0.666	
5	107	152	-	18650	122.7	16300	230	67.83	0.852	1.043	93.1	896.1	0.00183	0.0012	0.002855	0.800	1.64	5.6	0.255	0.64	
6	108	95	-	20225	213	13500	359	58.55	0.852	0.042	88.1	901.5	0.0012	0.0021	0.002855	0.836	1.96	5.7	0.445	0.70	
7	153	54	-	23221	430	17690	757.6	35.75	0.852	1.04	59.1	874.35	0.00065	0.0055	0.002855	0.1895	19.13	5.82	0.7	0.78	
8	168	159	-	24185	152	3221	172.36	37.13	0.851	1.043	61.1	873	0.002	0.0038	0.002855	0.87	31.55	5.8	0.686	0.70	
9	192	56	-	18468	330	11618	537	40.0	0.852	1.044	37.5	922	0.0068	0.031	0.002855	0.98	31.25	5.8	0.40	0.70	
10	194	120	-	46073	384	21953	566.9	50	0.852	1.043	80.12	888	0.0045	0.0064	0.002855	0.8205	11	5.78	0.686	0.70	
11	198	87	-	13485	155	7200	237.8	42.84	0.852	1.042	70.06	900	0.001	0.0018	0.002855	0.84	54.15	5.75	0.686	0.70	
12	276	47	-	10231	218	4031	305.4	57.8	0.852	0.041	92.46	896.8	0.00057	0.0014	0.002855	0.82	56.11	5.72	0.686	0.70	

89, 276, 185, 108, 153, 274 sayılı quyularda Herst göstəricisi 0.8-dən böyükdür. 274, 67, 192, 194, 106, 17 sayılı quyularda bu göstərici 0.4-0.6 arasında dəyişir. Deməli, $Q=f(V)$ əyrisinin effektiv qanadında (sağ qanad) işləyən quyulardan fərqli olaraq, effektiv qanadda (sol qanad) işləyən quyularda hasilatın zamandan asılılığı periodik rəqslər xarakteri dayışır.

Odur ki, quyuların istismarının effektivliyini yüksəltmək üçün $Q=f(V)$ əyrisinin sağ tərəfində işləyən quyularda qərarlaşmış rejimdə tədqiqat apararaq bu quyuları əyrinin sol qanadına uyğun rejimdə istismar etmək lazımdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, qazlift quyularının hasilat dinamikasının təhlili üçün Herst göstəricisi kifayət deyil. Ona görə ki, məlumatlarda kiçik tezlikli trend olduqda Herst göstəricisi 0.8-0.9 intervalda dəyişə bilər.

Oxşarlıq və ölçülər nəzəriyyəsinə əsasən müəyyən edilmişdir ki, həqiqi qaz tutumu (yerli) φ və hidravlik müqavimət əmsalı λ_{qar} qazlifti xarakterizə edən əsas parametrlərdir və aşağıdakı parametrik şəkildə yazıla bilər:

$$\varphi = \varphi(\beta, Fr_{qar}, Re_{qar}, We, \mu, \rho) \quad (46)$$

$$\lambda_{qar} = \lambda(\beta, Fr_{qar}, Re_{qar}, We, \mu, \rho) \quad (47)$$

burada: β - fazalardan birinin həcm sərf tutumu;

Fr_{qar}, Re_{qar}, W – uyğun olaraq Frud, Reynolds və Veyberq kriteriyaları;

μ, ρ - qarışığın dinamik özlülüyü və sıxlığıdır.

Qazlift quyusunun istismarının effektivliyini yoxlamaq üçün φ parametrindən istifadə etməklə H parametrinin hesablanmış qiymətinin düzgünlüyünü

Cədvəl 4 İşçi agentin sərfinin səmərəlik dərəcəsi				
Sıra sayı	Quyuların №-si	Sahələr, sm ²		Cini əmsalı, $C = \frac{S_i}{S}$
		S_i	S	
1	276	27	225	0.12
2	106	36	225	0.16
3	67	105	225	0.466
4	89	120	225	0.533
5	153	130	225	0.578
6	17	140	225	0.622

təyin etmək olar.

Sonuncu cədvəldən görünür ki, 276, 106, 67, 89, 153 sayılı quyularda Cini əmsalı kiçikdir. Bu isə o deməkdir ki, həqiqi (yerli) qaz tutumu kiçikdir, yəni qaz faydalı iş görməyərək quyunun ağzına qalxıb. Deməli, maili quyuda liftin ixtiyari kəsiyində maye fazanın həcmi qaz fazasından çoxdur. Odur ki, təzyiq qradiyenti böyükdür, yəni maili qazlift quyularında dinamik təzyiq qradiyentinin şaquli qazlift quyusunun uyğun dərinliyindəki təzyiq qradiyentinə bərabər olması üçün maili qazlift quyusuna qazın sərfini artırmaq lazımdır.

Beləliklə, aparılmış tədqiqatlardan belə nəticəyə gəlmək olur ki, maili gövdəli qazlift quyularının şaquli gövdəli qazlift quyularına nisbətən istismar texnika və texnologiyası kəskin fərqlənir.

Nəticə

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, maili quyularda maye-qaz axınının xarakterinə və hidravlik parametrlərinə quyunun gövdəsinin mürəkkəb fəza quruluşu çox təsir edir. Maili quyularda axının cari en kəsiyində qaz tutumu şaquli qazlift quyularının uyğun dərinliyindəki qaz tutumuna nisbətən kiçik olur, buna görə də maili qazlift quyularının ixtiyari en kəsiyində təzyiq qradiyenti həmişə şaquli qazlift quyularının həmin həndəsi dərinliyindəki təzyiq qradiyentindən çox olur.

Bu səbəbdən eyni dərinlikdən eyni qədər maye qaldırmaq üçün maili quyularda şaquli qazlift quyularına nisbətən təxminən iki dəfə artıq işçi agent sərf etmək lazımdır.

Maili quyularda axının hidrodinamik xüsusiyyətlərinin mürəkkəb olması axının analitik modelini yaratmağı qeyri-mümkün etmişdir. Bu da məsələnin statistik üsullarla araşdırılmasını və onun praktiki həllini tələb edir. Təqdim edilən məqalədə məhz bu yol seçilmiş və maye-qaz axınının maili gövdəli qazlift quyularının göstəricilərinin qrupla hesablanması (МГВА – метод группового учета аргумента) üsulu ilə dinamik təzyiq qradiyentini təyin etmək üçün riyazi ifadə verilmiş və onun ədədi qiyməti tapılmışdır.

Aparılmış araşdırmalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, quyunun gövdəsinin həndəsi forması mürəkkəb olduqca (Frud ədədinin kiçik qiymətlərində) boruların cari en kəsiyində həqiqi maye tutumu daha çox olur. Bu isə o deməkdir ki, borularda ümumi təzyiq balansında cəm ağırlıq qüvvəsi artır. Odur ki, maili qazlift quyularında dinamik təzyiq qradiyenti şaquli qazlift quyularının dinamik təzyiq qradiyentindən 20÷25 % çox olur.

Ədəbiyyat

1. Гигиберия, Г. Я. (1956). Вопросы гидравлики воздушных включений. *Труды Института Энергетики АН Груз. ССР*, 10.
2. Гужов, А. Л. (1974). Совместный сбор и транспорт нефти и газа. *Москва: Недра*.
3. Зайцев, Ю. В., Максutow, Р. А., Чубанов, О. В. и др. (1987). Теория и практика газлифта. *Москва: Недра*.
4. под ред. Ш.К. Гиматудинова. (1983). Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. Добыча нефти. *Москва: Недра*.
5. Федер, Е. (1991). Фракталы. *Москва: Мир*.
6. Хасанов, М. М. (1994). О методах анализа и управления самоорганизующимися процессами в нефтегазодобыче. *Нефтяное хозяйство*, 2, 74-77.
7. Мирзаджанзаде, А. Х., Сулейманов, Б. А., Шахвердиев, А. Х. и др. (1998). Способ газлифтной эксплуатации нефтяной скважины. *Патент РФ № 2122106*.

References

1. Gigiberiya, G. YA. (1956). Voprosy gidravliki vozdushnyh vklyuchenij. *Trudy Instituta Energetiki AN Gruz. SSR*, 10.
2. Guzhov, A. L. (1974). Sovmestnyj sbor i transport nefti i gaza. *Moskva: Nedra*.
3. Zajcev, YU. V., Maksutov, R. A., CHubanov, O. V. i dr. (1987). Teoriya i praktika gazlifta. *Moskva: Nedra*.
4. pod red. SH.K. Gimatudinova. (1983). Spravochnoe rukovodstvo po proektirovaniyu razrabotki i ekspluatatsii neftyanyh mestorozhdenij. *Dobycha nefti. Moskva: Nedra*.
5. Feder, J. (1988). *Fractals. New York : Plenum Press*.
6. Khasanov, M. M. (1994). On methods of analysis and control of self-organizing processes of oil and gas production. *Oil Industry*, 2, 74-77
7. Mirzadzhanzade, A. Kh., Suleimanov, B. A., Shakhverdiev, A. Kh., et al. (1998). Method of gas-lift well operation. *RU Patent 2122106*.

**Maili və şaquli qazlift quyularının
istismar xüsusiyyətlərinin müqayisəli araşdırılması və
təzyiq qradientinin təsirinin öyrənilməsi**

V.C. Abdullayev

"Neftqazelnitədqiqatlayihə İnstitutu", SOCAR, Bakı, Azərbaycan

Xülasə

Məqalədə maili quyularda quyu gövdəsinin mürəkkəb quruluşunun maye-qaz axınının xarakterinə və hidravlik parametrlərinə təsiri müqayisəli təhlil edilmişdir. Şaquli və maili qazlift quyularında eyni dərinlikdən eyni miqdarda mayenin qaldırılması üçün lazım olan işçi agentin (qazın) sərfi arasındakı fərq göstərilmişdir. Maili quyularda axının hidrodinamik xüsusiyyətlərinin mürəkkəb olması, axının analitik modelinin yaradılmasının qeyrimümkünlüyü qeyd edilmiş, bu məsələnin statistik üsullarla araşdırılması və onun praktiki həlli göstərilmişdir. Təqdim edilən məqalədə dinamik təzyiq qradientinin məhz bu üsulla, yəni maili gövdəli qazlift quyularının göstəricilərinin qrup şəklində hesablanması üsulu ilə təyin edilməsi üçün riyazi ifadə verilmiş və onun ədədi qiyməti tapılmışdır.

Açar sözlər: şaquli və maili qazlift quyuları; təzyiq qradienti; xüsusi qaz sərfi; mayeqaz qarışığı.

**Сравнительное исследование эксплуатационных
характеристик наклонных и вертикальных газлифтных скважин и
изучение влияния градиента давления**

В.Дж. Абдуллаев

НИПИ "Нефтегаз", SOCAR, Баку, Азербайджан

Реферат

В статье проведен сравнительный анализ влияния сложной структуры тела скважины на характер и гидравлические параметры потока жидкость-газ в наклонных скважинах. Показана разница между расходом рабочего агента (газа), необходимого для подъема одинакового количества жидкости с одинаковой глубины в вертикальных и наклонных газлифтных скважинах. Принимая во внимание сложность гидродинамических свойств течения в наклонных скважинах, невозможность создания аналитической модели течения, в статье приведены исследования этой проблемы статистическими методами и дано ее практическое решение. В представленной статье было дано математическое выражение для определения динамического градиента давления этим методом, т. е. путем группового расчета показателей газлифтных скважин с наклонным корпусом, и найдено его численное значение.

Ключевые слова: вертикальные и наклонные газлифтные скважины; перепад давления; расход специального газа; газожидкостная смесь.