

İdarə olunan rotor sistemlə qazma zamanı əyrilik intensivliyinin hesablanması

M.M. Şirinov, V.N. Səmədov,
V.O. Boqopolskiy, t.e.n., A.Ə. Bağırov
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Açar sözlər: əyrilik radiusu, intensivlik, quyu profili, hibrid IRS, idarəetmə bloku.

DOI.10.37474/0365-8554/2022-10-15-18

e-mail: shirinov46@mail.ru

Расчет интенсивности искривления при бурении с использованием управляемых роторных систем

M.M. Ширинов, В.Н. Самедов, В.О. Богопольский, к.т.н.,
А.А. Багиров
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

Ключевые слова: радиус кривизны, интенсивность, профиль скважины, управляемые роторные системы, блок управления.

Одним из последних достижений в области систем управляемого несущего винта, обеспечивающих быстрое увеличение угла искривления, является гибридная система, сочетающая в себе характеристики систем ведения оси и системы отклонения оси.

Известно несколько теоретических методов расчета интенсивности кривизны i_c . Первый метод заключается в использовании глубины по вертикали h и по горизонтали s . В этом методе радиус кривизны R считается постоянным (т. е. изменяется вдоль дуги окружности).

Второй метод расчета интенсивности кривизны – трехточечный геометрический метод, который можно применять для бурения с изогнутым кондуктором и системами "наведи долото", поскольку они работают по схожим механизмам.

The calculation of curving intensity while drilling with operated rotor systems

M.M. Shirinov, V.N. Samadov, V.O. Bogopol'skiy, Cand. in Tech. Sc.,
A.A. Bagirov
Azerbaijan State University of Oil and Industry

Keywords: curving radius, intensity, well profile, operated rotor systems, control panel.

One of the recent achievements in the field of the systems of operated rotary wing providing fast increase of curving angle is a hybrid system combining the characteristics of the systems of control and deflection of axe.

There are several theoretic methods of calculation of curving intensity i_c . The first of them is a method of using the depth by the vertical h and by horizontal s . In this method curving radius R is considered permanent (i.e. it changes along the circle arch).

The second method of calculation of curving intensity is a three-pointed technique, which can be applied for the drilling with a curved casing and with the systems of "Point the bit" as they are operated with similar mechanisms.

Məli və üfqi quyuların mürəkkəbləşməsiz qazılmasında idarə olunan rotor sistemi (IRS) çox böyük imkanlar yaradır. Bu halda qazma kəmərinin fasiləsiz olaraq fırlanması onun tutulma ehtimalını azaldır, qazmanın mexaniki sürətini artırır, doğranmış süxur hissəciklərinin quyu lüləsindən tam təmizlənməsini təmin edir və quyunun istismara verilmə zamanını sürətləndirir.

IRS quyu lüləsinin əyrilik bucağının intensiv artmasını təmin edir. Son nailiyyətlərdən biri hibridli sistemin yaranmasıdır. Burada baltanı şaquldan inhiraf etdirən sistemlərin əsas xarakteristikaları birləşdirilir. Hibridli İRS siyirtməli başmaq və şaquldan uzaqlaşmanı idarə edən val ilə təmin olunmuşdur. Quyudakı idarə və ölçü cihazlarını daxili və xarici təsirlərdən qorumaq üçün onlar maqnitləşməyən ağırlaşdırılmış qazma borularının içərisində yerləşdirilir.

Quyu lüləsinin maksimum intensivliyə malik əyriləşdirilməsini əldə edən inhirafetdirici alətin bütün imkanlarından istifadə etməklə yanaşı aşağıdakı şərtlərə də əməl etmək lazımdır:

- quyu divarının kifayət qədər effektiv frezerlənməsi üçün inhirafetdirici qüvvə lazımı qiymət-də olmalıdır;

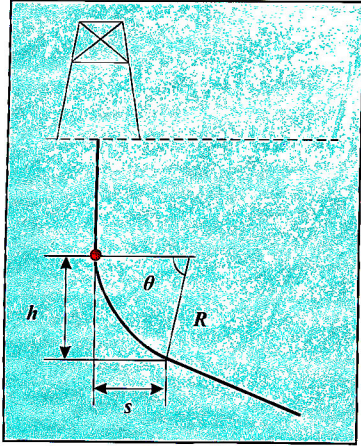
- quyunun süni əyilmə prosesini məhdudlaşdırmaq üçün baltanın yan frezerləmə qabiliyyəti yüksək olmalıdır ki, süni əyilmə prosesi məhdud olmasın.

Əyrilik bucağının intensiv artmasını təmin edən IRS son nailiyyətlərdən biridir. Sistem baltanın istiqamətləndirməsi və inhiraf etdirməsi sistemlərinin xarakteristikalarını özündə birləşdirən hibridli bir sistemdir.

Əyrilik intensivliyini hesablamaq üçün bir neçə nəzəri üsul məlumdur. Birinci üsul şaquli dərinlik-

dən və üfqi uzaqlaşmadan istifadə etməkdir. Bu üsuldə əyrilik radiusunun sabit olduğu qəbul edilir.

Əyrilik intensivliyini hesablamaq üçün ikinci üsul üçdayaqlı həndəsi üsuldür. Bu üsul əyri keçiricili və "Point the bit" sistemləri ilə qazmaya tətbiq edilə bilər, çünki bu sistemlərin iş prinsipləri oxşardır (şəkil 1) [1, 2]



Şəkil 1. Əyrilik intensivliyini hesablamaq üçün sadə diaqram

$$i_a = \frac{360 \cdot 30}{2\pi R}, \quad (1)$$

$$h = R \sin \theta, \quad (2)$$

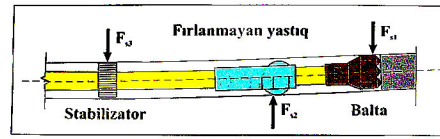
$$s = R(1 - \cos \theta), \quad (3)$$

burada θ – quyu trayektoriyasının əyrilik bucağıdır. Bu üsul ümumiyyətlə qazma trayektoriyasının tənzimlənməsi və quyunun əyrilik intensivliyinin (i_a -ni) yalnız quyu qazılıb qurtarıqdan sonra hesablanması üçün istifadə oluna bilər.

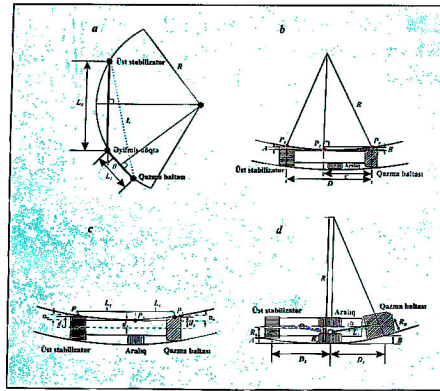
Üç toxunma nöqtəsi olan əyrini nəzərdən keçirək. Bunlar, qazma baltası, geri çəkilmə bilən siyirtmələr və əyilməyə köməkçi sistem kimi yuxarı stabilizatorlardır. Sistemin əyrilik intensivliyinin hesablanması aşağıdakı parametrlərdən asılıdır: əyilmə bucağı, stabilizatorunun xarici diametri, QKAH-da üst stabilizatorunun baltadan olan məsafəsi və quyu lüləsinin altın toxunma nöqtəsinə baltanın arasındakı məsafə.

İkinöqtəli sistemdə baltanın yaxınlığında yer-

ləşən siyirtmə hissəsinin toxunma nöqtəsi olduğu qəbul edilə bilər (şəkil 2).



Şəkil 2. İkinöqtəli sistem



Şəkil 3. Əyri keçiricili olan sistem üçün (a), "Push the bit" sistemi üçün (b), "Push the bit" sistemində aralıq mövqelərdə daxil edilən (c) və hibridli İRS (d) üçün üçnöqtəli həndəsi diaqramlar

Şəkil 3, a-da əyri keçiricidən ibarət bir sistem üçün üç toxunma nöqtəli həndəsi üsulun sxemi verilməmişdir [3].

Bu üç nöqtədən ibarət olan sistem üçbucaq əmələ gətirir. Sinuslar teoremindən istifadə edərək, əyrilik radiusunu R və intensivliyi i_a aşağıdakı kimi hesablaya bilərik (şəkil 3, a, b, c, d):

$$R = \frac{L}{2 \sin(\pi - \theta)} \approx \frac{L_1 + L_2}{2 \sin \theta}, \quad (4)$$

$$i_a = \frac{180 \cdot 100}{\pi R} \approx \frac{36000\theta}{\pi(L_1 + L_2)}. \quad (5)$$

"Push the bit" (baltanın quyu divarına itələnməsi) sistemində əyrilik intensivliyini i_a hesablamaq üçün üç toxunma nöqtəli təmasın həndəsəsini tətbiq edirik. Şəkil b-də göstərilirdiyi kimi, quyu lüləsinin üç əlaqə nöqtəsi var ki, bunlar üst stabilizatoru P_1 , qazma alətinin gövdəsi P_2 və qazma baltasıdır P_3 . D_b , D_h və D_s uyğun olaraq qazma baltasının, qazma alətinin gövdəsi və stabilizatorunun diametrləridir. Qazma baltası ilə stabilizatoru arasındakı məsafə D ilə işarə olunur.

Bu üç toxunma nöqtəsi üçbucağın təpə nöqtələrinə kimi qəbul olunur, Pifaqor teoremini tətbiq etməklə alınan ifadələr quyunun əyrilik radiusu R və əyrilik intensivliyidir i_a :

$$R = \frac{B^2 + \left(\frac{BD}{A+B}\right)^2}{2B}, \quad (6)$$

$$i_a = \frac{360}{\lambda} \frac{30B}{B^2 + \left(\frac{BD}{A+B}\right)^2}, \quad (7)$$

burada $A = \frac{D_s - D_h}{2}$, $B = \frac{D_b - D_h}{2}$ və

$$C = \frac{BD}{A+D}.$$

Beləliklə nəzərə almaq lazımdır ki, bu üsul ilə hesabın aparılması lazımi effekti vermir. Bununla əlaqədar olaraq aşağıda göstərilən hesablama üsulu daha effektivdir.

Zhana və Şamuelin tədqiqatlarına əsasən, "Push the bit" (baltanın quyu divarına itələnməsi) sistemi üçün analitik model alınmışdır (şəkil 3, c) [4].

Bu model də əvvəlki kimi üç toxunma nöqtəsinə malikdir: bunlar – stabilizatoru P_1 , aralıq siyirtmə P_2 və qazma baltası P_3 , α_1 və α_2 – uyğun olaraq P_2 və P_3 toxunma nöqtələrini birləşdirən xətlər arasındakı, digəri isə P_1 və P_2 toxunma nöqtələrindən keçən xətlər arasındakı bucaqdır. Qazma alətinin oxu ilə toxunma nöqtələri arasındakı məsafələr uyğun olaraq d_1 , d_2 və d_3 ilə işarə olunur. L_1 və L_2 qazma baltası və stabilizatoru ilə aralıq arasındakı məsafədir. Daha sonra "Push the bit" sistemi üçün əyrilik intensivliyi i_a , L məsafəsində bucağın dəyişməsi ilə hesablanabilir. Bundan sonra hər bir 30 m üçün bucaq qiymətinin dəyişməsi, yəni intensivlik aşağıdakı kimi çevrilir:

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 \approx \frac{d_2 - d_3}{L_1} + \frac{d_1 - d_3}{L_2}, \quad (8)$$

$$i_a \approx \frac{\alpha \cdot 30\pi}{L \cdot 180} = \frac{d_2 - d_3}{L_1 + L_2} + \frac{d_1 - d_3}{L_1 + L_2} \cdot \frac{30\pi}{180}. \quad (9)$$

Son zamanlar yaradılmış hibridli İRS üçün əyrilik bucağının qiymətinə "Push the bit" sistemi kimi baxmaq olar. Burada da quyu lüləsi ilə İRS arasında üç toxunma nöqtəsi var: stabilizatoru,

aralıq nöqtə və qazma baltası. Hibridli İRS-in sxemi şəkil 3, d-də verilmişdir. Hibridli İRS üçün əyrilik intensivliyini tapmaqdan ötrü əyrilik radiusunu hesablamaq lazımdır.

A , B , D_1 – qiymətlərini R_p – aralıq radiusu, R_D – gediş nöqtəsinin maksimum qiymətində qazma baltasının diametri, stabilizatorunun diametri R_s , qazma baltası ilə aralıq arasında olan məsafə L_1 , stabilizatoru ilə aralıq arasında olan məsafədən D_2 asılı olaraq aşağıdakı kimi təyin etmək olar:

$$A = R_p - R_s, \quad (10)$$

$$B = R_p + L_1 \sin \alpha - R_D \cos \alpha, \quad (11)$$

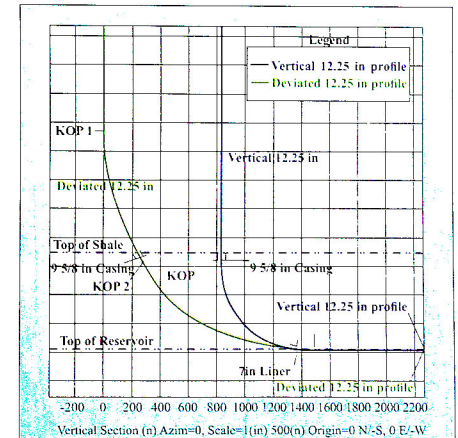
$$D_1 = L_1 \cos \alpha - R_s \sin \alpha. \quad (12)$$

Alınmış bu qiymətləri (7) ifadəsində yerinə yazsaq hibridli İRS üçün əyrilik intensivliyini i_a aşağıdakı kimi tapmaq olar:

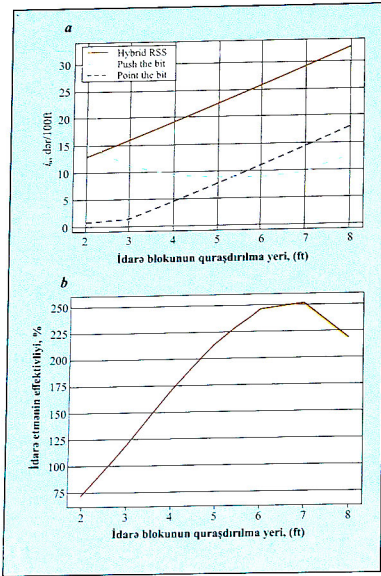
$$i_a \approx \frac{360}{\pi} \frac{30B}{B_2 + \left[\frac{B(D_1 + D_2)}{A+B}\right]^2}. \quad (13)$$

Alınmış (13) ifadəsi (R_p -nin qazma baltasının radiusuna bərabər olduğu şərti qəbul etməklə) "Point the bit" sistemli İRS-ə tətbiq oluna bilər və $\alpha = 0$ olduğu halda "Push the bit" sistemli İRS üçün də istifadə etmək olar.

Quyuların qazılması prosesində İRS sistemlərinin müqayisəsi göstərir ki, quyu lüləsi trayektoriyasının əyrilik radiusu təxminən 50 %-ə qədər azalır (şəkil 4).



Şəkil 4. Adı İRS alınmış quyu trayektoriyasının (yaşıl) hibridli İRS (mavi) ilə müqayisəsi



Şəkil 5. İdarə bloğunun (L_1) quraşdırılma məsafələrindən asılı olaraq əyrilik intensivliklərinin müqayisəsi (a), hibrid İRS-in digər İRS-lərə nisbətən idarəetmə bloğunun quraşdırılma məsafəsindən asılı olaraq effektivliyin səmərəliyi (b)

Əyrilik intensivliyinin müqayisəsi. Hibrid tipli İRS-in üstünlüklərini sübuta yetirmək üçün “Push the bit”, “Point the bit” və hibrid tipli İRS-in əyrilik intensivliklərinin i_a dəyişməsinə müqayisə etmək lazım gəlir. Şəkil (a), sistem 3 m uzunluqda olduqda, 3 növ İRS-dəki əyrilik intensivliyinin i_a idarə mexanizminin vəziyyətindən asılı olaraq də-

yişdiyini göstərir. İdarəetmə bloğunun quraşdırılma yeri L_1 , qazma baltasının və stabilizatorunun ölçülərindən asılı olaraq 2–8 fut arasında dəyişir. Dönmə bucağı, silindrin gedişi, gövdə, stabilizatoru və balta radiusları uyğun olaraq 1.7° , 10.4, 85.7, 102.5 və 111 mm-dir. Bu halda “Push the bit” sistemi üçün dönmə bucağı 0° olmalı və “Point the bit” sistemi üçün silindrin gedişi 0 mm qəbul edilməklə baxılmalıdır.

İki toxunma nöqtəli sistem və hibrid İRS üçün əyrilik intensivliyinin i_a qiyməti balta ilə idarə mexanizminin arasındakı məsafəyə mütənəssibdir; deməli daha böyük əyrilik intensivliyini i_a əldə etmək üçün daha uzun gövdəli qələbləyici balta tələb olunur. Gözlənilirdi ki, hibridli İRS-lə quyuların qazılması zamanı əyrilik intensivliyinin artma tempi digər sistemlərdən fərqli olaraq daha yüksək olur (şəkil 5, a).

İdarəetmə bloğunun quraşdırılma məsafəsindən asılı olaraq hibrid İRS-in digər İRS-lərə nisbətən effektivliyin səmərəliyi şəkil 5, b-də göstərilmişdir.

Nəticə

1. Analizin nəticələri göstərdi ki, İRS-in qazma sürəti quyudibi mühərriklərindən təxminən iki dəfə çoxdur.

2. Quyudibi mühərrikləri və İRS-lə qazma zamanı əyrilik intensivliyinin və quyu lüləsinin keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi verilmişdir.

3. Dənizdə küt qazma meydançalarından maili və üfüqi quyuların müvəffəqiyyətlə qazılması və quyu lülələrinin görüşmə riskinin azalması üçün İRS-in böyük üstünlüyə malik olduğu müəyyən edilmişdir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Salavatov T.Ş., Şirinov M.M., Səmədov V.N. Məli və üfüqi quyuların qazılması texnika və texnologiyası: dərslik. – Bakı: ADNSU-nun mətbəəsi, 2017, 357 s.
2. Keim S.A. Современные технические средства управления траекторией наклонно направленных скважин: учеб. пособие. – Ухта, 2014, 119 с.
3. J. Choi. Offshore Drilling Engineering. Seoul, South Korea: CIR, 2012.
4. Y. Zhang and R. Samuel. “Analytical model to estimate the directional tendency of point and push-the-bit BHAs,” in Proc. SPE Annu. Tech. Conf. Exhib., Houston, TX, USA, Sep. 2015, pp. 1–12.

References

1. Salavatov T.Sh., Shirinov M.M., Samedov V.N. Məli və üfüqi quyuların qazılması texnika və texnologiyası: dərslik. – Bakı: ADNSU-nun mətbəəsi, 2017, 357 s.
2. Keim S.A. Sovremennye tekhnicheskie sredstva upravleniya trayektoriyey naklonno napravlennykh skvazhin: ucheb. posobie. – Ukhta, 2014, 119 s.
3. J. Choi. Offshore Drilling Engineering. Seoul, South Korea: CIR, 2012.
4. Y. Zhang and R. Samuel. “Analytical model to estimate the directional tendency of point and push-the-bit BHAs,” in Proc. SPE Annu. Tech. Conf. Exhib., Houston, TX, USA, Sep. 2015, pp. 1–12.