

ANİZOTROP SÜXURLARDA MAİL QUYULARIN QAZILMASI ZAMANI QUYU LÜLƏSİNİN ƏYİLMƏSİNİN QARŞISININ ALINMASI

A.G.İlyashı

«Dənizneftqazlayihə» DETLİ
AZ1012, Bakı, H.B.Zərdabi küç., 88

Anizotropluq faktoru vektoru və baltada boyuna yükün təsir müstəviləri arasındakı bucaq və onların azimutları fərqi, həmçinin layın yatım bucağı və quyu lüləsinin zenit bucağından asılı olaraq lülənin ala biləcəyi dayanıqlı vəziyyətin (azimutin dəyişmə həddüdü) təyin edən ifadələr alınmışdır.

Quyu lüləsinin azimutunun sabit saxlanması üçün tələb olunan zenit bucağının minimum qiymətinin təyini «Günəşli» yatağı təmsalında qiymətləndirilmişdir.

Quyuların, əsasən də maili quyuların, qazılmasında qazıma kəmərinin aşağı yığınının (QKAY) qazıma rejiminə müvafiq seçilməsinə baxmayaraq, quyu lüləsinin həm zenit, həm də azimutal əyilməsi hallarına rast gəlinir. Bu, geoloji kəsilişi təşkil edən süxurların struktur və teksturasından, onların fiziki-mexaniki, əsasən də, anizotropluq xassələrindən asılıdır.

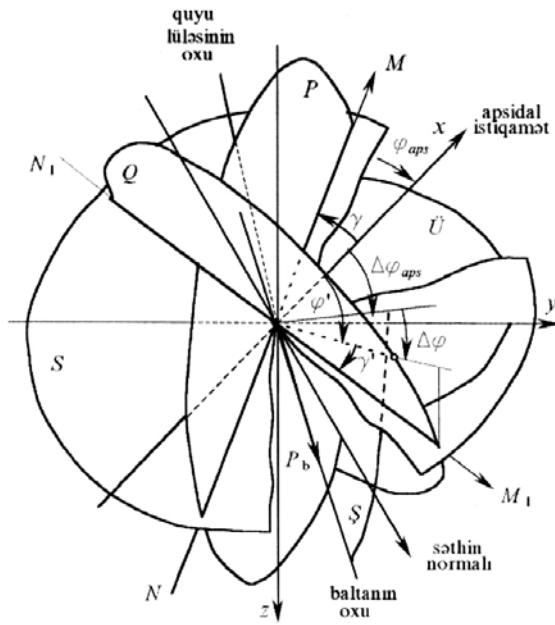
Quyunun sabit azimutla qazılması üçün müxtəlif tövsiyələr mövcuddur. Bunlardan ən əsası QKAY-nın quyu lüləsində sərtləşdirilməsidir. Zenit bucağının müəyyən qiymətdən böyük qiymətlərində quyu lüləsinin azimutunun sabit saxlanması mövcud tədqiqat işlərindən məlumdur. Bu qiymət turbin qazılmasında 30° (Гулизаде и Мамедбеков, 1989), rotor qazılmasında 20° (Буслаев и др., 1986) təşkil edir. Lakin yatım bucaqları böyük olan laylarda zenit bucağının böyük qiymətlərində quyu lüləsinin azimutunun dəyişməsi hallarına tez-tez rast gəlinir.

Maili quyuların qazılmasında quyu lüləsinin geoloji səbəblərdən fəza əyilməsinə qarşı mübarizə məqsədilə süxurun anizotropluq xüsusiyyətinin təsir istiqamətinin təyini böyük əhəmiyyət kəsb edir. Süxurun anizotropluğunun quyunun əyilməsinə təsirinin riyazi ifadəsi ilk dəfə (Вудс и Лубинский, 1960) tərəfindən verilmişdir. Qeyd olunan mənbədə baltaya verilən boyuna yük və ona perpendikulyar əyici qüvvə istiqamətlərindən fərqli istiqamətlərdə baltanın ani yerdəyişmələri ifadələrinin təyində anizotrop süxurların mexanikası prinsipi

(öncə qüvvələr istiqamətində ani yerdəyişmələr, sonradan tələb olunan istiqamətlərdə onların əvəzləyicilərinin təyini) pozulmuşdur (İlyashı, 2004). Sonrakı tədqiqat işlərində, o cümlədən (Григулецкий, 1988; Кривошеев, 1999; Воевидко, 2002; 2002a) prinsipə qəbul edilmiş (Вудс и Лубинский, 1960) sxemindən istifadə edilmişdir.

Qazıma istiqamətindən asılı olaraq anizotropluq faktorunun düzgün təsviri (İlyashı, 2004), (Воевидко, 2002a), (Воевидко, 2002b) daha dolğun ifadə edilir. Lakin riyazi ifadələrdə (sonuncu mənbələrdə) anizotropluq faktorunun təsir istiqaməti nəzərə alınmır.

Quyu lüləsinin parametrlərindən asılı olaraq onun azimutal əyilməsi həm qiymətcə, həm də istiqamətcə müxtəlif ola bilər. Bu, anizotropluq faktoru vektorunun təsir istiqamətini ifadə edən baltanın oxu və lay səthinin normalından keçən Q müstəvisinin baltanın oxundan keçən şaquli müstəviyə (S) görə tutduğu vəziyyətdən, yəni onlar arasındakı bucaqdan asılı olacaqdır. Qazıma zamanı quyu lüləsi anizotropluq faktoru vektorunun təsir istiqamətinə doğru meyillənəcəkdir. Koordinat başlanğıcı (O nöqtəsi) quyu dibində olmaqla müstəvilərin qarşılıqlı vəziyyətləri 1-ci şəkildə göstərilmişdir. Qəbul edilmiş koordinat sisteminə görə, baltanın oxu və lay səthinin normalının (\vec{n}_s) vahid vektorlarının parametrləri uyğun olaraq $(\sin \alpha_{or} \cdot \cos \Delta \varphi_{aps}; \sin \alpha_{or} \cdot \sin \Delta \varphi_{aps}; \cos \alpha_{or})$ və $(\sin \gamma; 0; \cos \gamma)$ olacaqdır.



1-ci şəkil. Müstəvilərin qarşılıqlı vəziyyətləri.

P - layın apsidal (xoz) müstəvisi; S - layın səth müstəvisi;
 $Ü$ - üfiqi (xoy) müstəvi; $Ş$ - baltanın oxundan keçən şaquli müstəvi;
 Q - baltanın oxu və səthin normalından keçən müstəvi;
 MN - P və S müstəvilərinin kəsişmə xətti;
 M_1N_1 - Q və S müstəvilərinin kəsişmə xətti

Baltanın oxundan və lay səthinin normalından (\vec{n}_s) keçən Q müstəvisinin tənliyi

$$A_1x + B_1y + C_1z = 0,$$

istiqamətləndirici kosinusları

$$a_1 = \frac{A_1}{\sqrt{A_1^2 + B_1^2 + C_1^2}}, \quad b_1 = \frac{B_1}{\sqrt{A_1^2 + B_1^2 + C_1^2}},$$

$$c_1 = \frac{C_1}{\sqrt{A_1^2 + B_1^2 + C_1^2}}.$$

Burada

$$\begin{cases} A_1 = \sin \alpha_{or} \cdot \sin \Delta \varphi_{aps} \cdot \cos \gamma \\ B_1 = \cos \alpha_{or} \cdot \sin \gamma - \sin \alpha_{or} \cdot \cos \Delta \varphi_{aps} \cdot \cos \gamma \\ C_1 = -\sin \alpha_{or} \cdot \sin \Delta \varphi_{aps} \cdot \sin \gamma \end{cases};$$

α_{or} , $\Delta \varphi_{aps}$ – intervalda quyu lüləsinin uyğun olaraq orta zenit bucağı və layın apsidal istiqamətinə görə azimutu; γ - layın yatım bucağıdır.

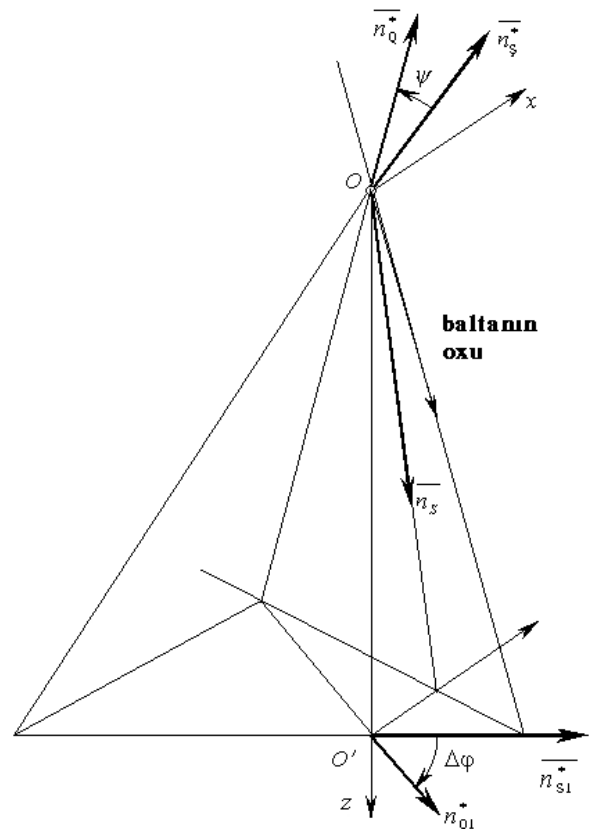
Quyu lüləsinin oxundan keçən **şaquli müstəvinin ($Ş$) tənliyi**

$$x \sin \varphi_{aps} - y \cos \Delta \varphi_{aps} = 0.$$

Baltanın oxu Q və $Ş$ müstəvilərinin kəsişmə xətti olacaqdır.

Anizotropluq faktoru vektoru (\vec{n}_Q^*) quyu lüləsinə perpendikulyar olub, Q və $Ş$ müstəviləri arasındakı ikiüzlü bucağın Q müstəvisi üzərində olan tərəfidir (2-ci şəkil). Bu müstəvilər arasındakı bucaq aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir

$$\psi = \arccos \frac{A_1 \sin \Delta \varphi_{aps} - B_1 \cos \Delta \varphi_{aps}}{\sqrt{A_1^2 + B_1^2 + C_1^2}} \quad (1)$$



2-ci şəkil. Anizotropluq faktoru istiqamətinin hesablaması sxemi.

n_{Q1}^* , n_{S1}^* - n_Q^* , n_S^* vektorlarının üfüqi proyeksiyaları

Bucağın tərəflərinin azimutları fərqi ($\Delta\varphi$) quyulüləsinin azimutunun dəyişməsinə gətirib çıxarır. $\Delta\varphi$ -nin qiyməti $\overline{n_Q^*}$ vektorundan keçən şaquli müstəvi ilə S müstəvisi arasındakı bucağa bərabərdir. $\overline{n_Q^*}$ vektoru baltanın oxu və Q müstəvisinin normalından - $\overline{n_Q}(a_1, b_1, c_1)$ keçən müstəvinin

$$xp + yq + zk = 0$$

normalıdır - $\overline{n_Q^*}(p, q, k)$. Burada

$$\begin{cases} p = c_1 \sin \alpha_{or} \cdot \sin \Delta\varphi_{aps} - b_1 \cos \alpha_{or} \\ q = a_1 \cos \alpha_{or} - c_1 \sin \alpha_{or} \cdot \cos \Delta\varphi_{aps} \\ k = b_1 \sin \alpha_{or} \cdot \cos \Delta\varphi_{aps} - a_1 \sin \alpha_{or} \cdot \sin \Delta\varphi \end{cases}$$

Baltanın oxu $\overline{n_Q}$ və $\overline{n_Q^*}$, həmçinin $\overline{n_S}$ və $\overline{n_S^*}$ vektorları ilə qarşılıqlı perpendikulyarlardır.

$\overline{n_Q^*}$ normalından keçən şaquli müstəvinin tənliyi

$$xq - yp = 0,$$

onun apsidal müstəviyə görə azimutu

$$\varphi_Q = \text{arc tg } \frac{q}{p}.$$

Layın səthi (S) və Q müstəvilərinin N_1M_1 kəsişmə xəttinin üfüqi müstəvi ilə əmələ gətirdiyi bucaq anizotropluq faktoru vektorunun təsiri istiqamətində layın yatım bucağı olacaqdır. Bu müstəvilərin N_1M_1 kəsişmə xətti (bax: şəkil 1) aşağıdakı tənliklər sistemindən təyin edilir.

$$\begin{cases} a_2x + b_2y + c_2z = 0 \\ a_1x + b_1y + c_1z = 0 \end{cases}$$

Burada a_2, b_2, c_2 - layın S səth müstəvisinin normalının ($\overline{n_S}$) (bax: şəkil 1, aşağı yönəlir) istiqamətləndirici kosinuslarıdır, $a_2 = \sin \gamma, b_2 = 0, c_2 = \cos \gamma$.

N_1M_1 kəsişmə xəttinin kanonik tənliyi

$$\frac{x}{m} = \frac{y}{n} = \frac{z}{l},$$

istiqamətləndirici kosinusları

$$\begin{cases} m = -b_1 \cos \gamma \\ n = a_1 \cos \gamma - c_1 \sin \gamma \\ l = b_1 \sin \gamma \end{cases}$$

Baltanın oxunun zenit bucağı və onun apsidal müstəviyə görə azimutundan, həmçinin layın yatım bucağından asılı olaraq S və Q müstəvilərinin N_1M_1 kəsişmə xəttinin istiqamətləndirici kosinuslarının qiymətlərində işarə fərqləri mövcuddur:

1) $\alpha_{or} > \gamma$ şərtində $\Delta\varphi_{aps}$ -in müəyyən kritik qiymətləri vardır ki, bu qiymətlərdə $m=l=0$ qiymətini alır. Bu qiymətə yaxın və fərqli qiymətlərdə (az və ya çox) onlar müxtəlif işarəli qiymətlər alırlar. $\Delta\varphi_{aps}$ -in kritik qiymətləri

$$\cos \alpha_{or} \cdot \sin \gamma - \sin \alpha_{or} \cdot \cos \gamma \cdot \cos \Delta\varphi_{aps}^* = 0$$

ifadəsindən təyin edilir

$$\Delta\varphi_{aps}^* = \pm \text{arc cos} \left(\frac{\cos \alpha_{or} \cdot \sin \gamma}{\sin \alpha_{or} \cdot \cos \gamma} \right). \quad (2)$$

Hesablamalara görə,

$-\Delta\varphi_{aps}^* < \Delta\varphi_{aps} < \Delta\varphi_{aps}^*$ qiymətlərində N_1M_1 xətti layın yoxuşuna doğru, $\Delta\varphi_{aps}$ -in qalan qiymətlərində enişə doğru meyillənir. $\Delta\varphi_{aps} = \Delta\varphi_{aps}^*$ və $\Delta\varphi_{aps} = 360 - \Delta\varphi_{aps}^*$ qiymətlərində N_1M_1 xətti y oxu üzərinə düşür.

2) $\alpha_{or} < \gamma$ şərtində $\Delta\varphi_{aps}$ -in bütün qiymətlərində N_1M_1 xətti layın enişinə doğru meyillənir.

N_1M_1 düz xətti istiqamətində layın yatım bucağı (N_1M_1 xətti ilə üfüqi \vec{U} müstəvisi ($z=0$) arasındakı bucaq) (bax: şəkil 1)

$$\gamma' = \text{arc sin } l$$

və P apsidal müstəvisinə ($\gamma=0$) görə N_1M_1 düz xəttinin azimutu aşağıdakı ifadələrlə təyin edilir:

- $0 \leq \Delta\varphi_{aps} \leq \Delta\varphi_{aps}^*$ intervalda

$$\varphi' = \arcsin \frac{n}{\cos \gamma'} ;$$

- $\Delta\varphi_{aps}^* \leq \Delta\varphi_{aps} \leq 360^\circ - \Delta\varphi_{aps}^*$ intervalda

$$\varphi' = 180^\circ - \arcsin \frac{n}{\cos \gamma'} ;$$

- $360^\circ - \Delta\varphi_{aps}^* \leq \Delta\varphi_{aps} \leq 360^\circ$ intervalda

$$\varphi' = 360^\circ + \arcsin \frac{n}{\cos \gamma'} .$$

Qazıma zamanı quyu lüləsi istiqamətinin anizotrop luq faktoru vektorunun təsir istiqamətinə doğru meyillənmə tendensiyasını nəzərə alaraq, quyu lüləsinin azimutundan ($\Delta\varphi_{aps}$) asılı olaraq $\Delta\varphi$ -nin qiyməti $\alpha_{or} > \gamma$ şərti üçün aşağıdakı ifadələrlə təyin edilir:

- $0 \leq \Delta\varphi_{aps} < \varphi_{aps}^*$ intervalda

$$\Delta\varphi = \arcsin \left(\frac{q}{p} \right) - \Delta\varphi_{aps} ; \quad (3)$$

- $\Delta\varphi_{aps}^* \leq \Delta\varphi_{aps} \leq 360^\circ - \Delta\varphi_{aps}^*$ intervalda

$$\Delta\varphi = 180^\circ + \arcsin \left(\frac{q}{p} \right) - \Delta\varphi_{aps} ; \quad (4)$$

- $360^\circ - \Delta\varphi_{aps}^* < \Delta\varphi_{aps} \leq 360^\circ$ intervalda

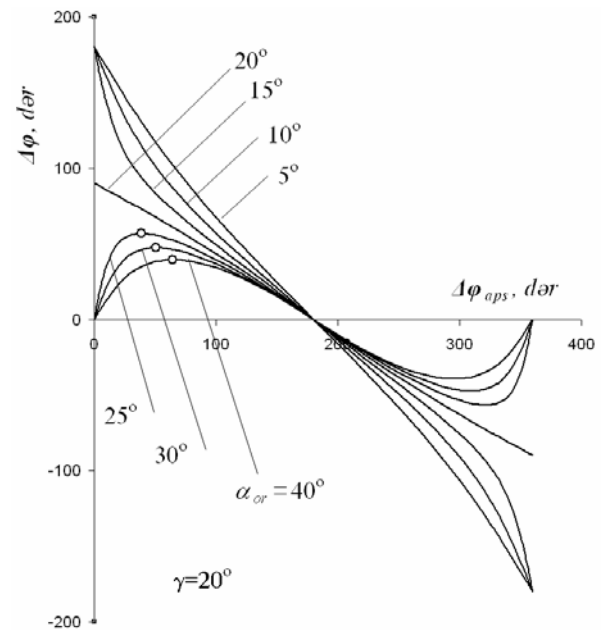
$$\Delta\varphi = 360^\circ + \arcsin \left(\frac{q}{p} \right) - \Delta\varphi_{aps} . \quad (5)$$

Quyu lüləsinin zenit bucağının $\alpha_{or} < \gamma$ qiymətlərində $\Delta\varphi_{aps}$ -in bütün qiymətlərində $\Delta\varphi$ (4) ifadəsi ilə təyin edilir.

Baltanın oxunun əyilmə bucağının α_{or} müxtəlif qiymətləri üçün anizotrop luq faktoru vektorunun təsir istiqamətinin ($\Delta\varphi$) quyu lüləsinin azimutundan ($\Delta\varphi_{aps}$) asılılığı 3-cü şəkildə göstərilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi,

$\alpha_{or} > \gamma$ və $\alpha_{or} < \gamma$ hüdudlarına aid olan qrafiklərin xarakteri bir-birindən fərqlənir. $\alpha_{or} > \gamma$ qiymətlərində $\Delta\varphi(\Delta\varphi_{aps})$ qrafiki dalğavari olub, maksimum və minimum qiymətlərinə malikdir, $\alpha_{or} < \gamma$ qiymətlərində isə monoton azalır. $\alpha_{or} > \gamma$ -ya aid qrafiklərdə $\Delta\varphi$ -nin ekstremum qiymətlərinə müvafiq $\Delta\varphi_{aps}$ -da Q və S müstəvilərin N_1M_1 kəsişmə xətti γ oxu üzərinə düşür. Zenit bucağı artdıqca ekstremum qiymətləri modulca azalır. Anizotrop luq faktoru vektorunun azimutal təsir istiqaməti boyuna yükün təsir istiqamətindən $0 < \Delta\varphi_{aps} < 180^\circ$ hüdudunda irəli, $180^\circ < \Delta\varphi_{aps} < 360^\circ$ hüdudunda, əksinə, geri qalır.

Quyunun zenit bucağı və cari nöqtədə layın yatım bucağından asılı olaraq quyu lüləsinin ala biləcəyi dayanıqlı vəziyyəti (azimutu) $-\Delta\varphi_{aps} \rightarrow \Delta\varphi_{aps}$ hüdudunda olacaqdır. Süxurun anizotrop luğu hesabına quyu lüləsinin azimutu $\Delta\varphi_{aps} = 0$ və ya $\Delta\varphi_{aps} = 180^\circ$ olan vəziyyətlərə doğru meyilli olacaqdır.



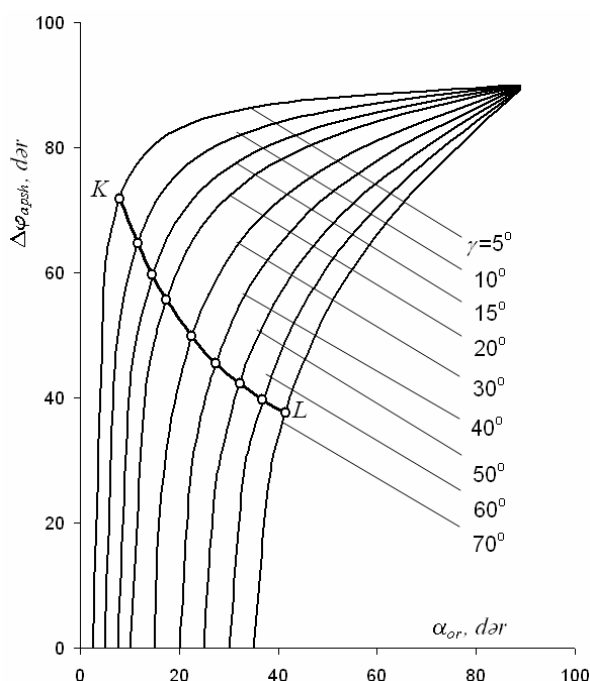
Şəkil 3. Anizotrop luq faktoru vektorunun təsir istiqamətinin ($\Delta\varphi$) quyu lüləsinin azimutundan asılılığı. γ - layın yatım bucağı; α_{or} - zenit bucağı

Azimetun sərhəd qiymətləri aşağıdakı ifadə ilə təyin edilirlər:

$$\Delta\varphi_{aps\ h} = \pm \arccos \frac{\operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}}{\operatorname{tg} \alpha_{or}} . \quad (6)$$

Baltanın oxunun azimutu sərhəd qiymətlərindən kənara düşdükdə quyunun azimutu yaxın sərhədə doğru dəyişəcəkdir.

Layın yatım bucağının sabit qiymətində azimetun sərhəd qiymətinin ($\Delta\varphi_{aps\ h}$) baltanın oxunun zenit bucağından asılılığı 4-cü şəkildə göstərilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, zenit bucağının qiyməti (α_{or}) artdıqca $\Delta\varphi_{aps\ h}$ -in qiyməti artır, dəyişmə intensivliyi isə azalır. Zenit bucağının kiçik qiymətində $\Delta\varphi_{aps\ h}$ -in qiymətinin dəyişmə intensivliyi $\Delta(\Delta\varphi_{aps})/\Delta\alpha$ böyük olduğundan quyu lüləsinin azimetunun dəyişmə ehtimalı da artır, yəni azimetun dəyişmə intensivliyi ($\Delta\varphi/\Delta\alpha$) böyük olur. Zenit bucağının artması ilə $\Delta(\Delta\varphi_{aps})/\Delta\alpha$ azalır, uyğun olaraq $\Delta\varphi/\Delta\alpha$ da azalacaqdır. α -nın müəyyən qiymətindən böyük qiymətlərdə quyu lüləsinin azimutu praktiki olaraq sabit qalır.



4-cü şəkil. Quyu lüləsinin azimetunun dayanıqlı dəyişmə hüdudunun zenit bucağından asılılığı γ - layın yatım bucağı

«Günəşli» yatağının cənubi-qərb qanadında qazılmış quyuların mədən məlumatlarının təhlili əsasında quyu lüləsinin azimetunun sabit saxlanması üçün zenit bucağının minimum qiyməti $\alpha=16^\circ$ müəyyən edilmişdir (İlyasov və Fətəliyev, 1997). Sahənin göstərilən qanadında layın yatım bucağının $18-22^\circ$ hüdudunda dəyişdiyini bilərək $\alpha=16^\circ$ və layın yatım bucağı $\gamma=20^\circ$ üçün $\Delta(\Delta\varphi_{aps})/\Delta\alpha$ -nin qiyməti hesablanır və bu qiymətə müvafiq layın yatım bucaqları fərqli digər qanadları üçün α_{min} qiymətləri təyin edilir. (6) ifadəsindən alırıq

$$\frac{\Delta(\Delta\varphi_{aps})}{\Delta\alpha} = (\Delta\varphi_{aps})' = \frac{1}{\sin^2 \alpha \sqrt{\frac{1}{\operatorname{tg}^2 \frac{\gamma}{2}} - \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha}}} =$$

$$= \frac{1}{\sin^2 16^\circ \sqrt{\frac{1}{\operatorname{tg}^2 20^\circ} - \frac{1}{\operatorname{tg}^2 16^\circ}}} = 2,943 \quad (7)$$

($\Delta\varphi_{aps}$)'=2,943 qəbul edərək (7) ifadəsini α -ya nəzərən həll etsək, azimetun sabit saxlanması üçün layın yatım bucağından asılı olaraq zenit bucağının minimum qiymətini (α_{min}) aşağıdakı ifadə ilə təyin edə bilirik:

$$\alpha_{min} = m \cdot \arcsin \sqrt{\frac{c}{2} + \sqrt{\left(\frac{c}{2}\right)^2 + \frac{c}{\left((\Delta\varphi_{aps})'\right)^2}}}. \quad (8)$$

Burada $c = \sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right)$;

m - ehtiyat əmsəlidir, $m=1,085$.

α_{min} -in layın yatım bucağından qrafiki asılılığı 4-cü şəkildə (KL xətti), qiymətləri cədvəldə verilmişdir. «Günəşli» yatağında quyu lüləsinin azimetunun sabit saxlanması üçün zenit bucağının tələb olunan minimum qiymətini aşağıdakı empirik ifadə ilə təyin etmək olar:

$$\alpha_{min} = -0,001 \gamma^2 + 0,585 \gamma + 5,7$$

Günəşli sahəsində quyuların qazılmasında azimetun sabit saxlanması üçün zenit bucağının minimum qiymətləri:

γ	α_{min}	γ	α_{min}
5	8,0	20	17,5
10	11,5	30	22,5
15	14,5	40	28,0

Başqa yataqlar üçün cədvəldəki qiymətlər geoloji şəraitdən asılı olaraq dəyişə bilər. Kifayətdir ki, yatağın müəyyən bir hissəsi üçün ($\gamma = \text{const}$) mədən məlumatlarının təhlili əsasında α_{\min} təyin edilsin. Sonradan layın qalan yatım bucaqları üçün təqdim olunan üsulla zenit bucağının minimum qiymətlərini təyin etmək mümkündür. Kəşfiyyatda olan yeni yataqlar üçün ilkin olaraq geoloji kəsilişi oxşar olan yataqların α_{\min} göstəricilərindən istifadə etmək olar.

Nəticələr

1. Anizotropluq faktoru vektorunun yerləşdiyi müstəvinin baltanın oxundan keçən şaquli müstəviyə görə tutduğu vəziyyəti və istiqaməti, həmçinin quyu lüləsinin azimutal dayanıqlı vəziyyətini (azimutun mümkün dəyişmə həddü) təyin edən ifadələr alınmışdır.

2. «Günəşli» yatağında layın yatım bucağından asılı olaraq quyu lüləsinin azimutunun sabit saxlanması üçün tələb olunan zenit bucağının minimum qiymətləri müəyyən edilmişdir. Eyni üsulla başqa yataqlar üçün müvafiq qiymətlər təyin edilə bilər.

3. Anizotrop süxurlarda maili quyuların qazılmasında quyu lüləsinin azimutunun sabit saxlanması üçün zenit bucağının $\alpha \leq \gamma/2$ qiymətlərində minimum iki dayaq mərkəzləşdirici elementdən (DME), $\gamma/2 \leq \alpha \leq \alpha_{\min}$ qiymətlərində ən azı bir DME-dən istifadə olunmalı-

dır. $\alpha \geq \alpha_{\min}$ qiymətlərində, sadə QKAY ilə quyunun qazılmasında, quyu lüləsinin azimutu praktiki olaraq sabit qalır.

ƏDƏBİYYAT

- İLYASLI A. G., 2004. Layın anizotropluq indeksinin mədən məlumatları əsasında təyini üsulunun işlənməsi. *ANT*, 5, 18-24.
- İLYASOV, A.G., FƏTƏLİYEV, F.B., 1997. Böyük inhi-raflı maili quyuların qazılmasının layihələndirilməsində bəzi problemlər. *ANT*, 6, 39-43.
- БУСЛАЕВ, В.Ф., ПЛЕТНИКОВ, И.А., ГУМЕНЮК, А.С. и др. 1986. Бурение наклонно направленных скважин роторным способом. *Обзорная информация, сер. Бурение*. ВНИИОЭНГ, Москва, 6(58), 76.
- ВОЕВИДКО, И.В., 2002. Влияние анизотропных свойств горных пород на тенденцию наклонно-направленной скважины к изменению азимута. *СНГС на суше и на море*, ВНИИОЭНГ, Москва, 11, 7-9.
- ВОЕВИДКО, И.В., 2002. Математическая модель пространственного искривления ствола скважины при бурении неориентированными КНБК с использованием гидравлических забойных двигателей в сложных геологических условиях. *СНГС на суше и на море*, ВНИИОЭНГ, Москва, 12, 10-12.
- ВУДС, Г., ЛУБИНСКИЙ, А., 1960. Искривление скважин при бурении. Гостоптехиздат. Москва. 160 с.
- ГРИГУЛЕЦКИЙ, В.Г. 1988. Оптимальное управление при бурении скважин. Недра. Москва. 219 с.
- ГУЛИЗАДЕ, М.П., МАМЕДБЕКОВ, О.К. 1989. Регулирование азимутального искривления при бурении наклонно направленных скважин с применением неориентированных КНБК. *Обзорная информация, сер. Строительство скважин*. ВНИИОЭНГ, Москва, 1, 55.
- КРИВОШЕЕВ, В.В., 1999. Искривление скважин в анизотропных породах. НТЛ. Томск. 239 с.

Мəqaləyə t.e.d. Q.M.Əfəndiyev rəy vermişdir