

DAİRƏVİ BOŞLUQƏTRAFI QRUNTLARIN
GƏRGİNLİK VƏZİYYƏTİ

C.A.PİRİYEV

AMEA-nın Riyaziyyat və Mexanika İnstitutu

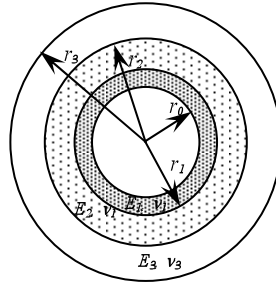
İşdə üç konsentrik oblastdan ibarət quyunun möhkəmliyi tədqiq olunmuşdur. Məsələ iki mərhələdə həll edilmişdir. Birinci mərhələdə hər üç mühit sırf elastiki qəbul olunmuş və bu halda kontakt gərginliklər üçün analitik ifadələr tapılmışdır. İkinci mərhələdə isə bu ifadələr üçüncü mühitin zədələnən olduğu hal üçün alınmışdır.

Quyueətrafı qrunnun möhkəmliyinin dəqiq və mükəmməl qiymətləndirilməsi neft və qaz quyularının istismar müddətinin düzgün müəyyən edilməsi üçün vacib məsələlərdəndir.

Qeyd etmək lazımdır ki, qrunnlar da müxtəlif inşaat materialları kimi müəyyən möhkəmliyə və yükötürmə qabiliyyətinə malikdir. Lakin qrunnların spesifik xarakteri onun möhkəmliyini bütöv cisimlər üçün mövcud olan möhkəmlik nəzəriyyələri ilə izah etməyi xeyli çətinləşdirir. Quyueətrafı qrunnlar quyudaxili təzyiqlin və digər xarici qüvvələrin qiymətindən asılı olaraq müxtəlif deformasiyalar ala bilər. Bu deformasiyanın növünü və quyueətrafı zonanın dağılma məsələsinə qədərki işini araşdırmaq məqsədi ilə onun gərginlik vəziyyətinin dəqiq araşdırılması tələb olunur.

Çoxlu sayda tədqiqat işlərindən aydın olur ki, quyueətrafı zonanın dağılmasına səbəb onda yaranan sürüşmə deformasiyasıdır. Doğrudan da qrunnun sıxılması hesabına yaranan kipləşmə, quyunun ətrafının müəyyən qədər möhkəmlənməsinə və onda baş verən zədələnmənin azalmasına səbəb olduğundan, qurğuların dayanıqlığı üçün heç də həmişə təhlükəli bir deformasiya kimi qiymətləndirilə bilməz. Toxunan gərginlik təhlükəli hesab edilən sürüşmə deformasiyası yaratdığından, bu gərginliyin qiyməti ətrafın xarakterik nöqtələrində qrunnun sürüşməyə göstərə biləcəyi müqavimətdən çox olmamalıdır. Digər tərəfdən, quyuların layihələndirilməsi zamanı quyueətrafı qrunnun sıxılmasının öyrənilməsi məsələsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Məlumdur ki, qrunnların deformasiyası əsasən bərk hissəciklərin bir-birinə nisbətən yerdəyişməsi hesabına baş verir. Bu zaman qrunnun kipləşmə deformasiyası məsaməliyin dəyişməsi hesabına yaranır. Deməli, qrunnun skletinə sıxıcı gərginliyin təsiri nəticəsində onun məsaməlik əmsalı dəyişir və qrunn kipləşmə deformasiyasına uğrayır. Qrunnu sıxan gərginliyin qiyməti onun strukturunun möhkəmlik həddindən kiçik olduqda qrunnun kipləşməsi, yəni məsaməlik əmsalının dəyişməsi də az nəzərə çarpacaqdır. Qumlu və gilli qrunnların sıxılma qabiliyyətləri tamamilə müxtəlif olduğu kimi, gilli qrunnun nəmlik dərəcəsini dəyişmək yolu ilə də onu müxtəlif dərəcədə kip-

ləşdirmək olar. Quyuətrafı qruntların kipləşməsi nəticəsində qruntlu mühitlə quyunun sement təbəqəsi arasında bir-birini sıxan gərginlik yaranır ki, həmin gərginlik də kontakt gərginlik adlanır. Həmin mühitlər arasındakı kontakt gərginliklər elastiklik nəzəriyyəsinin məlum üsulları vasitəsi ilə təyin edilir. Quyuətrafı mühitdə kontakt gərginliyin təyin edilməsi qurğunun möhkəmliyə hesablanması üçün əsas şərtlərdən biri hesab olunur. Çünki ancaq kontakt gərginlikləri təyin etdikdən sonra qrunta təsir edən bütün qüvvələr məlum olur və məsələ statik həll olunan sistemə çevrilir. Digər tərəfdən, quyuətrafı qata yaxın hissədə yaranan gərginlikli vəziyyət kontakt gərginliyin təsirindən baş verdiyindən, möhkəmliyin hesablanmasında bu gərginliyin təyin edilməsinə ehtiyac duyulur. Bütün bunları nəzərə alaraq bu işdə şəkil 1-də göstərilən konsentrik mühitlər arasındakı kontak gərginliklərin tapılması üçün tənliklər sistemi qurulmuş və mühitlər arasındakı kontakt gərginliklər üçün analitik ifadələr alınmışdır.



Şəkil 1.

Yuxarıda qeyd olunanları nəzərə alaraq onu demək olar ki, vertikal quyuların istismarı zamanı quyuətrafı qrunnun dağılmasına əsas səbəb quyudaxili təzyiq və xarici yüklərin təsirindən onda yaranan sürüşmə deformasiyasıdır. Sürüşmə deformasiyasına məruz qalan qrunnt hissəcikləri birləşərək sürüşmə səthini təşkil edir.

Məsələnin həlli iki mərhələdə aparılmışdır. **Birinci mərhələdə** fərz olunur ki, hər üç mühit elastiki mühitdir və buna görə də tənliklər elastiki mühit üçün yazılmışdır.

Birinci mühit üçün ($r_0 \leq r \leq r_1$):

$$\begin{aligned} \varepsilon_{rr}^{(1)} &= \frac{\partial u_1}{\partial r}; & \varepsilon_{\theta\theta}^{(1)} &= \frac{u_1}{r} \\ \sigma_{rr}^{(1)} &= \frac{E_1}{1-\nu_1^2} \left(\frac{\partial u_1}{\partial r} + \nu_1 \frac{u_1}{r} \right); \\ \sigma_{\theta\theta}^{(1)} &= \frac{E_1}{1-\nu_1^2} \left(\frac{u_1}{r} + \nu_1 \frac{\partial u_1}{\partial r} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

İkinci mühit üçün ($r_1 \leq r \leq r_2$):

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{rr}^{(2)} &= \frac{\partial u_2}{\partial r}; & \varepsilon_{\theta\theta}^{(2)} &= \frac{u_2}{r}; \\
\sigma_{rr}^{(2)} &= \frac{E_2}{1-\nu_2^2} \left(\frac{\partial u_2}{\partial r} + \nu_2 \frac{u_2}{r} \right); \\
\sigma_{\theta\theta}^{(2)} &= \frac{E_2}{1-\nu_2^2} \left(\frac{u_2}{r} + \nu_2 \frac{\partial u_2}{\partial r} \right).
\end{aligned} \tag{2}$$

Üçüncü mühit üçün ($r_1 \leq r \leq r_2$):

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{rr}^{(3)} &= \frac{\partial u_3}{\partial r}; & \varepsilon_{\theta\theta}^{(3)} &= \frac{u_3}{r}; \\
\sigma_{rr}^{(3)} &= \frac{E_3}{1-\nu_3^2} \left(\frac{\partial u_3}{\partial r} + \nu_3 \frac{u_3}{r} \right); \\
\sigma_{\theta\theta}^{(3)} &= \frac{E_3}{1-\nu_3^2} \left(\frac{u_3}{r} + \nu_3 \frac{\partial u_3}{\partial r} \right)
\end{aligned} \tag{3}$$

Uyğun olaraq hər bir mühit üçün sərhəd şərtləri aşağıdakı kimi qəbul olunmuşdur:

$$\begin{aligned}
\sigma_{rr}^{(1)} \Big|_{r=r_0} &= \gamma_m h, & \sigma_{rr}^{(2)} \Big|_{r=r_2} &= -P_k^{(2)}; \\
\sigma_{rr}^{(1)} \Big|_{r=r_1} &= -P_k^{(1)}, & \sigma_{rr}^{(3)} \Big|_{r=r_1} &= P_k^{(2)}; \\
\sigma_{rr}^{(2)} \Big|_{r=r_1} &= P_k^{(1)}, & \sigma_{rr}^{(3)} \Big|_{r=r_1} &= -\xi \gamma_q h.
\end{aligned} \tag{4}$$

Burada γ_m və γ_q uyğun olaraq mayenin və qrunzun xüsusi çəkili-ri, h quyunun dərinliyi, $P_k^{(1)}$ və $P_k^{(2)}$ kontakt gərginlikləridir.

Hər bir mühit üçün gərkinlik komponentləri olan σ_{rr} və $\sigma_{\theta\theta}$ üçün tarazlıq tənliyi aşağıdakı şəkildədir:

$$r \frac{\partial \sigma_{rr}}{\partial r} = \sigma_{\theta\theta} - \sigma_{rr}, \tag{5}$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} - \frac{u}{r^2} = 0. \tag{6}$$

(6) diferensial tənliyinin həlli birinci, ikinci və üçüncü mühitlər üçün aşağıda göstərildiyi kimi axtarılır:

$$\begin{aligned}
u_1 &= C_1 r + \frac{C_2}{r}; \\
u_2 &= C_3 r + \frac{C_4}{r}; \\
u_3 &= C_5 r + \frac{C_6}{r}
\end{aligned} \tag{7}$$

(7)-nin birincisini (1) münasibətlərində nəzərə aldıqda aşağıdakılar alınır.

$$\varepsilon_{rr}^{(1)} = \frac{\partial u_1}{\partial r} = C_1 - \frac{C_2}{r^2}; \quad \varepsilon_{\theta\theta}^{(1)} = C_1 + \frac{C_2}{r^2}, \tag{8}$$

$$\begin{aligned}
\sigma_{rr}^{(1)} &= \frac{E_1 C_1}{1 - \nu_1} - \frac{E_1 C_2}{r^2 (1 + \nu_1)}, \\
\sigma_{\theta\theta}^{(1)} &= \frac{E_1 C_1}{1 - \nu_1} + \frac{E_1 C_2}{r^2 (1 + \nu_1)}.
\end{aligned} \tag{9}$$

$\sigma_{rr}^{(1)} \Big|_{r=r_0} = \gamma_m h$ və $\sigma_{rr}^{(1)} \Big|_{r=r_1} = -P_k^{(1)}$ sərhəd şərtlərini (9)-da nəzərə aldıqda C_1 və C_2 dəyişənlərindən ibarət xətti cəbri tənliklər sistemi alınır.

$$\begin{cases} \frac{E_1 C_1}{1 - \nu_1} - \frac{E_1 C_2}{r_0^2 (1 + \nu_1)} = \gamma_m h, \\ \frac{E_1 C_1}{1 - \nu_1} - \frac{E_1 C_2}{r_1^2 (1 + \nu_1)} = -P_k^{(1)}. \end{cases} \tag{10}$$

(10) tənliyini C_1 və C_2 dəyişənlərinə görə həll etsək, aşağıdakıları alarıq:

$$\begin{aligned}
C_2 &= \frac{r_1^2 r_0^2 (\gamma_m h + P_k^{(1)}) (1 + \nu_1)}{(r_0^2 - r_1^2) E_1}, \\
C_1 &= \frac{(\gamma_m h r_0^2 + P_k^{(1)} r_1^2) (1 - \nu_1)}{(r_0^2 - r_1^2) r E_1}.
\end{aligned} \tag{11}$$

(11)-i (7)-nin birinci bərabərliyində nəzərə alsaq, birinci mühit üçün yerdəyişmələr tapılır:

$$u_1 = \frac{r^2 (\gamma_m h r_0^2 + P_k^{(1)} r_1^2) (1 - \nu_1) + r_1^2 r_0^2 (\gamma_m h + P_k^{(1)}) (1 + \nu_1)}{E_1 r (r_0^2 - r_1^2)}. \tag{12}$$

Analoji qayda ilə ikinci və üçüncü mühitlər üçün yerdəyişmələr aşağıdakı kimi olar:

$$u_2 = \frac{r^2 (P_k^{(1)} h r_1^2 + P_k^{(2)} r_2^2)(1 - \nu_2) + r_1^2 r_2^2 (P_k^{(1)} + P_k^{(2)})(1 + \nu_2)}{E_2 r (r_1^2 - r_2^2)}, \quad (13)$$

$$u_3 = \frac{r^2 (P_k^{(2)} r_2^2 - \xi \gamma_q r_3^2)(1 - \nu_3) + r_2^2 r_3^2 (P_k^{(2)} - \xi \gamma_q h)(1 + \nu_3)}{E_1 r (r_0^2 - r_1^2)}. \quad (14)$$

Mühitlərarası kontakt gərginliklərin tapılması üçün burada yerdəyişmələr kəsilməz qəbul olunmuşdur. Birinci və ikinci mühitlər üçün yerdəyişmələr kəsilməz olduğu üçün ($u_1 = u_2$, $r=r_1$) (12) və (13)-dən alınır.

$$\begin{aligned} & \{E_3(r_1^2 - r_2^2)[r_1^4(1 - \nu_1) + r_1^2 r_0^2(1 + \nu_1)] - E_1(r_0^2 - r_1^2)[r_1^4(1 - \nu_2) + r_1^2 r_2^2(1 + \nu_2)]\} P_k^{(1)} = \\ & = 2r_1^2 r_2^2 E_1(r_0^2 - r_1^2) P_k^{(2)} - 2r_1^2 r_0^2 \gamma_m h E_2(r_1^2 - r_2^2). \end{aligned} \quad (15)$$

Analoji qayda ilə ikinci və üçüncü mühitlər ($u_2 = u_3$, $r=r_2$) üçün (13) və (14)-dən növbəti bərabərlik alınır.

$$\begin{aligned} & 2r_1^2 r_2^2 (r_2^2 - r_3^2) E_3 P_k^{(1)} = \{E_2(r_1^2 - r_2^2)[r_2^4(1 - \nu_3) + r_2^2 r_3^2(1 + \nu_3)] - E_3(r_2^2 - r_3^2)\} - \\ & - E_3(r_2^2 - r_3^2)[r_2^4(1 - \nu_2) + r_1^2 r_2^2(1 + \nu_2)] P_k^{(2)} - 2\xi \gamma_q h r_2^2 r_3^2 E_2(r_1^2 - r_2^2). \end{aligned} \quad (16)$$

(15) və (16) ifadələrində aşağıdakı işarələmələr qəbul olunmuşdur:

$$\begin{aligned} & (r_0^2 - r_1^2)[r_1^4(1 - \nu_2) + r_1^2 r_2^2(1 + \nu_2)] = a_1, \\ & (r_1^2 - r_2^2)[r_1^4(1 - \nu_1) + r_1^2 r_0^2(1 + \nu_1)] = a_2, \\ & (r_1^2 - r_2^2)[r_2^4(1 - \nu_3) + r_2^2 r_3^2(1 + \nu_3)] = a_3, \\ & (r_2^2 - r_3^2)[r_2^4(1 - \nu_2) + r_1^2 r_2^2(1 + \nu_2)] = a_4, \\ & 2r_1^2 r_2^2 (r_0^2 - r_1^2) = b_1; \quad 2r_1^2 r_2^2 (r_2^2 - r_3^2) = b_2, \\ & 2r_1^2 r_0^2 \gamma_m h (r_1^2 - r_2^2) = d_1; \quad 2r_2^2 r_3^2 \xi \gamma_q h (r_1^2 - r_2^2) = d_2. \end{aligned} \quad (17)$$

(15) və (16)-da (17)-ni nəzərə aldıqda aşağıdakı tənliklər sistemi alınır.

$$\begin{cases} (a_2 E_2 - a_1 E_1) P_k^{(1)} = b_1 E_1 P_k^{(2)} - d_1 E_2, \\ b_2 E_3 P_k^{(1)} = (a_3 E_2 - a_4 E_3) P_k^{(2)} - d_2 E_2; \end{cases} \quad (17')$$

$$P_k^{(1)} = \frac{E_1 E_2 b_1 d_2 - E_2^2 d_1 a_3 + E_2 E_3 d_1 a_4}{E_2^2 a_2 a_3 - E_2 E_3 a_2 a_4 - E_1 E_2 a_1 a_3 + E_1 E_3 (a_1 a_4 - b_1 b_2)}, \quad (18)$$

$$P_k^{(2)} = \frac{(a_2 E_2 - a_1 E_1) P_k^{(1)} + d_1 E_2}{b_1 E_1} = \frac{(a_2 E_2 - a_1 E_1)}{b_1 E_1} + \frac{d_1 E_2}{b_1 E_1}. \quad (19)$$

Məsələnin həllinin ikinci mərhələsində üçüncü mühit zədələnən mühit kimi qəbul olunduğu üçün Rabotnov metodundan istifadə edərək kontakt gərginliklər üçün növbəti münasibətləri alarıq [3].

$$\tilde{E}_3 = \frac{E_3}{1 + \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta)}, \quad (20)$$

$$\begin{aligned} P_k^{(1)} &= \frac{E_1 E_2 b_1 d_2 - E_2^2 d_1 a_3 + \frac{E_2 E_3 d_1 a_4}{1 + \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta)}}{E_2^2 a_2 a_3 - E_1 E_2 a_1 a_3 + \frac{E_3 [E_1 (a_1 a_4 - b_1 b_2) - E_2 a_2 a_4]}{1 + \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta)}} = \\ &= \frac{E_1 E_2 b_1 d_2 - E_2^2 d_1 a_3 + E_2 E_3 d_1 a_4 (1 + \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta - 1))}{E_2^2 a_2 a_3 - E_1 E_2 a_1 a_3 + E_3 [E_1 (a_1 a_4 - b_1 b_2) - E_2 a_2 a_4] (1 + \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta - 1))}. \end{aligned} \quad (21)$$

Burada $\mathfrak{D}_\alpha^*(\beta)$ zədələnməni xarakterizə edən inteqral operatorudur və bu operator üzərində növbəti əməliyyatlar mövcuddur [3]:

$$\begin{aligned} \frac{1}{1 - \mu \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta)} &= 1 + \mu \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta + \mu), \\ \mathfrak{D}_\alpha^*(x) \cdot \mathfrak{D}_\alpha^*(y) &= \frac{1}{1 - y} [\mathfrak{D}_\alpha^*(x) - \mathfrak{D}_\alpha^*(y)] \end{aligned} \quad (21')$$

(21)-də kəsirin sürət və məxrəcini sadələşdirmək üçün aşağıdakı işarələmələr qəbul olunmuşdur.

$$\begin{aligned} E_2^2 a_2 a_3 - E_1 E_2 a_1 a_3 + E_3 [E_1 (a_1 a_4 - b_1 b_2) - E_2 a_2 a_4] &= k_1, \\ E_3 [E_1 (a_1 a_4 - b_1 b_2) - E_2 a_2 a_4] &= k_2, \\ E_1 E_2 b_1 d_2 - E_2^2 d_1 a_3 + E_2 E_3 d_1 a_4 &= \lambda_1, \\ E_2 E_3 d_1 a_4 &= \lambda_2. \end{aligned} \quad (22)$$

(22) və (21)-dən alarıq:

$$\begin{aligned}
P_k^{(1)} &= \frac{\lambda_1 + \lambda_2 \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta-1)}{k_1 + k_2 \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta-1)} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta-1)}{k_1 \left(1 + \frac{k_2}{k_1} \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta-1)\right)} = \frac{[\lambda_1 + \lambda_2 \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta-1)]_*}{k_1} \\
& * \left[1 + \mathfrak{D}_\alpha^* \left(\beta - 1 - \frac{k_2}{k_1}\right)\right] = \frac{1}{k_1} \left[\lambda_1 + \lambda_1 \frac{k_2}{k_1} \mathfrak{D}_\alpha^* \left(\beta - 1 - \frac{k_2}{k_1}\right) + \lambda_2 \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta-1) + \right. \\
& \left. + \lambda_2 \frac{k_2}{k_1} \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta-1) \cdot \mathfrak{D}_\alpha^* \left(\beta - 1 - \frac{k_2}{k_1}\right) \right] = \\
& = \frac{1}{k_1} \left\{ \lambda_1 + \lambda_1 \frac{k_2}{k_1} \mathfrak{D}_\alpha^* \left(\beta - 1 - \frac{k_2}{k_1}\right) + \lambda_2 \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta-1) + \frac{k_2}{k_1} \frac{\lambda_2 k_1}{k_2} \left[\mathfrak{D}_\alpha^*(\beta-1) - \mathfrak{D}_\alpha^* \left(\beta - 1 - \frac{k_2}{k_1}\right) \right] \right\} = \\
& = \frac{1}{k_1} \left\{ \lambda_1 + \frac{\lambda_1 k_2}{k_1} \mathfrak{D}_\alpha^* \left(\beta - 1 - \frac{k_2}{k_1}\right) + \lambda_2 \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta-1) + \lambda_2 \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta-1) - \lambda_2 \mathfrak{D}_\alpha^* \left(\beta - 1 - \frac{k_2}{k_1}\right) \right\} = \\
& = \frac{1}{k_1} \left\{ \lambda_1 + \left[\lambda_1 \frac{k_2}{k_1} - \lambda_2 \right] \mathfrak{D}_\alpha^* \left(\beta - 1 - \frac{k_2}{k_1}\right) + 2\lambda_2 \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta-1) \right\}.
\end{aligned}$$

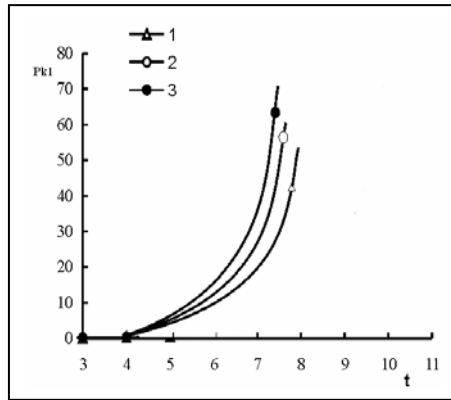
Beləliklə, $P_k^{(1)}$ -kontakt gərginliyi üçün aşağıdakı bərabərlik alınır.

$$P_k^{(1)} = \frac{1}{k_1} \left\{ \lambda_1 + \left[\lambda_1 \frac{k_2}{k_1} - \lambda_2 \right] \mathfrak{D}_\alpha^* \left(\beta - 1 - \frac{k_2}{k_1}\right) + 2\lambda_2 \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta-1) \right\}. \quad (23)$$

(23) və (19)-dan alarıq:

$$P_k^{(2)} = \frac{a_2 E_2 - a_1 E_1}{b_1 E_1 k_1} \left\{ \lambda_1 + \left[\lambda_1 \frac{k_2}{k_1} - \lambda_2 \right] \mathfrak{D}_\alpha^* \left(\beta - 1 - \frac{k_2}{k_1}\right) + 2\lambda_2 \mathfrak{D}_\alpha^*(\beta-1) \right\} + \frac{d_1 E_2}{b_1 E_1} \quad (24)$$

Aşağıdakı qrafikdə $P_k^{(1)}$ kontakt gərginliyinin zamandan asılılıq qrafiki qurulmuşdur.



Şək. 2. 1. $\alpha = 0$, 2. $\alpha = 0,4$, 3. $\alpha = 0,8$ -qiymətlərinə uyğun olaraq kontakt gərginliyinin zamandan asılılıq qrafiki.

Şəkil 2-dən görünür ki, kontakt gərginlik α -nın müxtəlif qiymətləri üçün zamandan asılı olaraq artır.

ƏDƏBİYYAT

1. Ягубов Н.И. Расчет обсадных колонн на прочность. М.: Недра, 1982. 184 с.
2. Eyyubov Ya.A., Akhundov M.B., Sadayev A.Sh. 15th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Avg27-31, 2001, Istanbul, Turkey, Vol.2, p.1339-1340.
3. Работнов Ю.Н. Элементы наследственной механики твердых тел. М.: 1977.
4. Mustafayev A. Qruntlar mexanikası. Bakı: 1982, 301 s.
5. Akhundov M.B., Piriyeu S.A. Şaquli quyuların davamlılığının hesablanması // Механика машиностроение, №2, Баку: 2007, с. 17-19.

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГРУНТОВОГО МАССИВА ВОКРУГ КРУГОВОГО ОТВЕРСТИЯ

Дж.А.ПИРИЕВ

РЕЗЮМЕ

В работе исследована прочность скважины из трех концентрических областей. Задача решена в двух этапах. В первом этапе все три среды приняты полностью эластичными и получены аналитические выражения для контактных напряжений. Во втором этапе эти же выражения получены для случая повреждаемости третьей среды.

INTENSE CONDITION OF THE EARTH FILE AROUND OF THE CIRCULAR APERTURE

Dj.A.PIRIYEV

SUMMARY

In work durability of a chink from three concentric environments is investigated. The problem is solved in two stages. In the first stage all three environments are accepted completely elastic and analytical expressions for contact pressure are received. In the second stage the same expressions are received for a case of damageability of the third environment.