

## SÜXURLARI RELAKSASIYALI DEFORMASIYAYA UĞRAYAN QAZ YATAĞININ QUYULAR SİSTEMİ İLƏ İŞLƏNİLMƏ GÖSTƏRİCİLƏRİNİN ƏDƏDİ TƏYİNİ ÜSULU

B.Z.Kazimov

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Geologiya İnstitutu  
AZ1143, Bakı, H.Cavid prospekti, 29A*

Məqalədə süxurları relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan qaz yatağının ixtiyari yerləşən quyular sistemi ilə tükənmə rejimində işlənilməsi məsələsinin ədədi həlli araşdırılır. Həll alqoritmı əsasında riyazi hesablamalar aparılmış və süxurların relaksasiyalı deformasiyasının yatağın işlənilmə göstəricilərinə təsiri öyrənilmişdir.

**Giriş.** Məlumdur ki, neft və qaz yataqlarını yerləşdirən süxurlar yataqların işlənilməsi prosesində müəyyən dərəcədə deformasiyaya uğrayırlar (Абасов и др., 1997; Добрынин, 1970; Желтов, 1975; Руппенейт, 1975 və b.). Yataqların işlənilmə təcrübəsi, bir çox eksperimental-laboratoriya və quyuların hidrodinamiki tədqiqat məlumatları əsasında müəyyən olunmuşdur ki, bu deformasiyalar qeyri-xətti elastiki və ya qeyri-elastiki olmaqla relaksasiyalı və sürüşgəclə təbiətə malikdirlər (Аметов, Басниев, 1981; Ержанов, 1964; Кулиев, Казымов, 2009; Молокович, 2006 və b.).

Yatağın geoloji quruluşunun mürəkkəbliyi, çatların və boşluqların mövcudluğu, layın kəsilişində gilli süxurların və duzların olması belə deformasiya şəraitinə malik yataqlarda qeyri-elastiki süxurların relaksasiyalı və sürüşgəclə deformasiyasının daha da güclənməsinə səbəb olur.

Belə yataqların işlənilməsi prosesində təzyiqin böyük intervallarda kəskin dəyişməsi baş verir ki, bu da, öz növbəsində, məsaməliyin və keçiriciliyin zamandan asılı olaraq xətti dəyişmə qanunauyğunluğu ilə üst-üstə düşməyən daha mürəkkəb qeyri-xətti qanunauyğunluqlar üzrə dəyişməsinə gətirib çıxarır.

Məlumdur ki, neft və qaz yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin proqnozlaşdırılması müxtəlif hidrodinamik hesablama üsulları vasitəsilə həyata keçirilir. Bununla əlaqədar olaraq, aydındır ki, neft və qaz yataqlarının müxtəlif rejimlərdə işlənilmə göstəricilərinin yeni təyin üsullarının yaradılması və ya mövcud üsulların təkmilləşdirilməsi həmin yataqların işlənilmə layihələrinin tərtib edilməsi və analizinin həyata keçirilməsi baxımından mühüm əhəmiyyət

kəsb edir. Yataqların işlənmə prosesində məruz qaldıqları relaksasiyalı və sürüşgəclə xarakterə malik mürəkkəb deformasiyanın işlənilmə göstəricilərinə kompleks təsirinə müəyyən edilməsi, eləcə də müvafiq hesablama üsullarının yaradılması bu cəhətdən böyük aktuallığa malikdir.

Süxurları relaksasiyalı və sürüşgəclə deformasiyaya uğrayan yataqlarda işlənilmə göstəricilərinin, eləcə də məsaməli mühitin süzülmə və reoloji parametrlərinin təyini məsələləri üzrə indiyədək aparılan tədqiqatlara misal olaraq Y.M.Molokoviç, N.N.Nepremirov, J.S.Yerjanov., N.M.Ametov, K.S.Basniyev, A.M.Quliyev, M.T.Abasov, Q.N.Cəlilov, Q.I.Calalov, M.A.Dünyamaliyev, Z.A.Kərimov və digərlərinin işlərini qeyd etmək olar (Аметов, Басниев, 1981; Ержанов, 1964; Керимов, Мирзоева, 1999; Кулиев и др., 1999; Кулиев и др., 2000; Кулиев, Казымов, 2009; Кулиев и др., 2007; Молокович, 2006; Джалалов və b., 2012 və b.). Bu tədqiqat işlərində müxtəlif hallar üçün işlənmə və süzülmə proseslərini ifadə edən dəqiq və təqribi həllər alınmış, lay parametrlərinin qiymətləndirilməsi üçün müxtəlif analitik üsullar təklif edilmişdir.

Bu istiqamətdə elmi araşdırmaların aparılması öz aktuallığını hələ də itirməmişdir.

**Məsələnin qoyuluşu və həlli.** Fərz edək ki, süxurları relaksasiyalı deformasiyaya uğrayan qaz yatağı ixtiyari yerləşən quyular sistemi ilə tükənmə rejimində istismar edilir. Süzülmə qanununun Darsi qanununa tabe olduğunu qəbul edək. Bu zaman layın istənilən nöqtəsində təzyiq funksiyasının və məsaməliyin təyini aşağıdakı qeyri-xətti xüsusi törəməli diferensial tənliklər sisteminin (Закиров, 1998; Кулиев и др., 1999)

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{k_l(p)p}{\mu_q(p)z(p)} \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{k_l(p)p}{\mu_q(p)z(p)} \frac{\partial p}{\partial y} \right) = \\ = \frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{mp}{z(p)} \right) + \frac{p_{at}}{h \cdot \beta} \sum_{v=1}^{N_l} q_v(t) \delta(x-x_v)(y-y_v) \\ m + \tau_m \frac{\partial m}{\partial t} = m_0 e^{\beta_s(p-p_0)} \end{cases}$$

verilmiş başlanğıc və sərhəd

$$\begin{aligned} p(x, y, 0) &= p_0, \quad m(x, y, 0) = m_0 \\ \frac{\partial p}{\partial x} \Big|_{x=0;L} &= 0, \quad \frac{\partial p}{\partial y} \Big|_{y=0;H} = 0 \end{aligned}$$

şərtləri daxilində həllinə gətirilir. Burada  $p=p(x,y,t)$ ,  $m=m(x,y,t)$ ,  $0 \leq x \leq L$ ,  $0 \leq y \leq H$ ,  $t \geq 0$ ;  $p$ ,  $m$  və  $k_l$  – müvafiq olaraq cari lay təzyiqi, məsaməlik və keçiricilik;  $p_0$  və  $m_0$  – müvafiq olaraq başlanğıc lay təzyiqi və başlanğıc məsaməlik;  $N_l$  – quyuların sayı;  $H$ ,  $L$  və  $h$  – müvafiq olaraq zolaqvari formaya malik yatağın eni, uzunluğu və qalınlığı (1-ci şəkl.);  $q_v$  –  $v$ -ci quyunun debiti;  $z(p)$  – qazın ifrat sıxılma əmsalı;  $\mu_q(p)$  – qazın özlülüyü;  $\delta$  – Dirak funksiyası;  $\beta_s$  – süxurun elastiki sıxılma əmsalı;  $\beta$  – qaz üçün temperatur düzəlişi;  $p_{at}$  – atmosfer təzyiqi;  $\tau_m$  – məsaməliyə nəzərən relaksasiya vaxtıdır.

Keçiriciliyin təzyiqdən asılı olaraq dəyişməsinə

$$k_l(p) = k_0 e^{\alpha_k(p-p_0)}$$

kimi qəbul edək (burada  $k_0$  – başlanğıc keçiricilik;  $\alpha_k$  – keçiriciliyin dəyişməsinə səciyyənləndirən sabit əmsaldır) (Горбунов, 1981).

Qəbul olunur ki, yataq qeyri-müntəzəm quyular sistemi ilə istismar olunur və hər bir quyunun debiti məlumdur ( $q_v$ ). Təzyiqin və məsaməliyin təyininə imkan verən müvafiq ədədi hesablama sxemlərinin yaradılması tələb olunur.

Məsələn sonlu fərqlər üsulunun köməyiylə həll etmək üçün düzbucaqlı formalı səthə malik lay oblastı aşağıdakı müvafiq şəbəkə oblastı ilə əvəz olunur (Закиров, 1998):

$$\omega = \{(x_i, y_j, t_k) : x_i = i \cdot \Delta x \ (i = 0, 1, \dots, N);$$

$$\begin{aligned} N &= L / \Delta x; \ y_j = j \cdot \Delta y \ (j = 0, 1, \dots, M); \\ M &= H / \Delta y; \ t_k = k \cdot \tau, \ k = 0, 1, 2, \dots \} \end{aligned}$$

Bu diskret şəbəkədə təzyiqə və məsaməliyə görə olan diferensial tənliklər, eləcə də başlanğıc və sərhəd şərtləri müvafiq fərq analogları ilə əvəz olunmaqla aşağıdakı şəkildə ifadə edilmişdir (Азиз, Сеттари, 1982; Кричлоу, 1979):

$$\begin{aligned} p_{i,j}^{k,r} &= \frac{1}{a_{i,j}^{k,r}} (d_{i,j}^k + g_{i,j}^{k,r} \cdot p_{i,j-1}^{k-1} + c_{i,j}^{k,r} \cdot p_{i-1,j}^{k-1} + \\ &+ b_{i,j}^{k,r} \cdot p_{i+1,j}^{k-1} + e_{i,j}^{k,r} \cdot p_{i,j+1}^{k-1}) \\ i &= \overline{1, N-1}, \ j = \overline{1, M-1}, \ k = \overline{1, 2, \dots}; \ r = \overline{1, 2, \dots} \end{aligned}$$

$$m_{i,j}^k = m_{i,j}^{k-1} \left( 1 - \frac{\tau}{\tau_m} \right) + \frac{\tau}{\tau_m} m_0 e^{\beta_s(p_{i,j}^{k-1} - p_0)}$$

Burada

$$\begin{aligned} d_{i,j}^{k,r} &= \frac{m_{i,j}^{k-1}}{z(p_{i,j}^{k-1})} - \frac{p_{i,j}^{k-1} \cdot m_{i,j}^{k-1}}{p_0} \cdot \frac{z'(p_{i,j}^{k-1})}{z^2(p_{i,j}^{k-1})} + \\ &+ \frac{1}{(\Delta x)^2} [F_{i+1/2,j}^{k,r-1} + F_{i-1/2,j}^{k,r-1}] + \frac{1}{(\Delta y)^2} [F_{i,j+1/2}^{k,r-1} + F_{i,j-1/2}^{k,r-1}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{i,j}^k &= -\frac{p_{at}}{h\beta} \sum_{v=1}^{N_l} q_v(t_{k-1}) \delta(x_i - x_v)(y_j - y_v) - \\ &- \frac{p_{i,j}^{k-1}(m_{i,j}^k - m_{i,j}^{k-1})}{\tau \cdot z(p_{i,j}^{k-1})} + \\ &+ \frac{p_{i,j}^{k-1}}{\tau} \left( \frac{m_{i,j}^{k-1}}{z(p_{i,j}^{k-1})} - \frac{p_{i,j}^{k-1} \cdot m_{i,j}^{k-1}}{p_0} \cdot \frac{z'(p_{i,j}^{k-1})}{z^2(p_{i,j}^{k-1})} \right), \end{aligned}$$

$$g_{i,j}^{k,r} = \frac{1}{(\Delta y)^2} F_{i,j-1/2}^{k,r-1}, \quad c_{i,j}^{k,r} = \frac{1}{(\Delta x)^2} F_{i-1/2,j}^{k,r-1},$$

$$b_{i,j}^{k,r} = \frac{1}{(\Delta x)^2} F_{i+1/2,j}^{k,r-1}, \quad e_{i,j}^{k,r} = \frac{1}{(\Delta y)^2} F_{i,j+1/2}^{k,r-1}$$

$$p_{i,j}^0 = p_0, \quad m_{i,j}^0 = m_0, \quad p_{0,j}^{k,r} = p_{1,j}^{k,r},$$

$$p_{N,j}^{k,r} = p_{N-1,j}^{k,r}, \quad p_{i,0}^{k,r} = p_{i,1}^{k,r}, \quad p_{i,M}^{k,r} = p_{i,M-1}^{k,r},$$

$$\delta(x_i - x_v)(y_j - y_v) = \begin{cases} 0, & x_i \neq x_v, y_j \neq y_v \\ \frac{1}{\Delta x \Delta y}, & x_i = x_v, y_j = y_v \end{cases}$$

$$F_{i,j-1/2}^{k,r-1} = \frac{k(p_{i,j-1/2}^{k,r-1}) p_{i,j-1/2}^{k,r-1}}{\mu_q(p_{i,j-1/2}^{k,r-1}) \cdot z(p_{i,j-1/2}^{k,r-1})},$$

$$F_{i,j+1/2}^{k,r-1} = \frac{k(p_{i,j+1/2}^{k,r-1})p_{i,j+1/2}^{k,r-1}}{\mu_q(p_{i,j+1/2}^{k,r-1}) \cdot z(p_{i,j+1/2}^{k,r-1})},$$

$$F_{i-1/2,j}^{k,r-1} = \frac{k(p_{i-1/2,j}^{k,r-1})p_{i-1/2,j}^{k,r-1}}{\mu_q(p_{i-1/2,j}^{k,r-1}) \cdot z(p_{i-1/2,j}^{k,r-1})},$$

$$F_{i+1/2,j}^{k,r-1} = \frac{k(p_{i+1/2,j}^{k,r-1})p_{i+1/2,j}^{k,r-1}}{\mu_q(p_{i+1/2,j}^{k,r-1}) \cdot z(p_{i+1/2,j}^{k,r-1})},$$

$$p_{i-1/2,j}^{k,r-1} = \frac{2p_{i,j}^{k,r-1}p_{i-1,j}^{k,r-1}}{p_{i,j}^{k,r-1} + p_{i-1,j}^{k,r-1}}, \quad p_{i+1/2,j}^{k,r-1} = \frac{2p_{i,j}^{k,r-1}p_{i+1,j}^{k,r-1}}{p_{i,j}^{k,r-1} + p_{i+1,j}^{k,r-1}},$$

$$p_{i,j-1/2}^{k,r-1} = \frac{2p_{i,j}^{k,r-1}p_{i,j-1}^{k,r-1}}{p_{i,j}^{k,r-1} + p_{i,j-1}^{k,r-1}}, \quad p_{i,j+1/2}^{k,r-1} = \frac{2p_{i,j}^{k,r-1}p_{i,j+1}^{k,r-1}}{p_{i,j}^{k,r-1} + p_{i,j+1}^{k,r-1}},$$

$$p_{i\pm 1,j}^{k,r-1} = p_{i\pm 1,j}^{k-1}, \quad p_{i,j\pm 1}^{k,r-1} = p_{i,j\pm 1}^{k-1}$$

$r - t_k$  ( $k=1,2,\dots$ ) -ya uyğun iterasiyanın nömrəsi;  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  və  $\tau$  – müvafiq olaraq  $x$ ,  $y$  və  $t$  dəyişənləri üzrə integrallama addımlarıdır.

Hər bir  $p_{i,j}^{k,r}$ ,  $r=1,2,\dots$  iterasiyası zamanı qəbul olunur ki,  $p_{i\pm 1,j}^{k,0} = p_{i\pm 1,j}^{k-1}$ ,  $p_{i,j}^{k,0} = p_{i,j}^{k-1}$ ,  $p_{i,j\pm 1}^{k,0} = p_{i,j\pm 1}^{k-1}$  ( $k=1$  olduqda:  $p_{i,j}^0 = p_0$ ,  $m_{i,j}^0 = m_0$ ).

Alınmış iterasiya ifadələrinə uyğun olaraq, hər bir zaman üçün ( $k$ -cı indeksə müvafiq) məsaməlik təzyiq və məsaməliyin əvvəlki zamana uyğun ( $k-1$ -ci indeksə müvafiq) qiymətlərinə əsasən təyin olunurlar.

Hər bir halda təzyiqin düyün qiymətlərinin hesablanması bütün  $i, j, k$  indeksləri üçün

$$|p_{i,j}^{k,r} - p_{i,j}^{k,r-1}| \leq \varepsilon, \quad r=1,2,\dots$$

dəqiqliyi əldə olunanadək aparılır ( $\varepsilon$  tələb olunan hesabi dəqiqlikdir).

Hər bir zaman üçün  $r=1,2,\dots$  qiymətlərinə uyğun bu şərtin ödənilməsi, öz növbəsində, tənliklərə daxil olan təzyiqdən asılı əmsal ifadələrin fərq sxeminə müvafiq olaraq hər zaman anında qiymətlərinin dəqiqləşdirilməsini təmin edir (Закиров, 1998).

Təzyiqin  $x_v, y_v, t_k$  düyün nöqtələrində tapılmış qiymətləri həmin nöqtələrdə quyudibi təzyiqlərin qiymətlərini ümumi nəzəriyyəyə görə ifadə etmədiyindən (Закиров, 1998), zamanın hər bir qiyməti üçün quyudibi təzyiqin qiymətləri bu göstəricilərdən istifadə etməklə radiusu  $r_k = 0,2077\Delta x$  ( $\Delta x = \Delta y$  olduqda) olan elementar

silindrik oblastda qazın quyuya qərarlaşmış hərəkətdə olması qəbul olunmaqla, debitlə kontur və quyudibi təzyiqlər arasındakı müvafiq əlaqə düsturundan istifadə etməklə hesablanır. Bu zaman təzyiqin  $x_v, y_v, t_k$  düyün nöqtələrində hesablanmış qiymətləri təzyiqin həmin elementar həcmdə ortalasmış qiyməti kimi götürülür (Закиров, 1998) və həmin oblastda kontur təzyiqinə bərabər qəbul edilir.

Beləliklə, alınmış iterasiya ifadələri və müəyyən olunmuş alqoritmik hesablama qaydası təzyiqin və məsaməliyin yataq üzrə dəyişmə dinamikasını təyin etməyə imkan verir.

**Ədədi hesablamaların nəticələri.** Nümunə olaraq, aşağıdakı ilkin məlumatlar əsasında müntəzəm quyular şəbəkəsi variantında istismar variantı üçün hesablamalar aparılmışdır:

$$p_0 = 40 \text{ MPa}; \quad N_1 = 15;$$

$$q_1 = q_2 = \dots = q_{15} = 0,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{gün} = 0,146 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{il};$$

$$m_0 = 0,2; \quad L = 2000 \text{ m}; \quad H = 1200 \text{ m};$$

$$h = 50 \text{ m}; \quad \beta = 0,735;$$

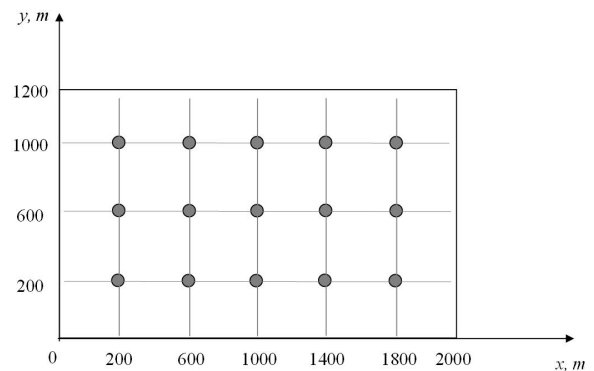
$$z(p_0) = 1,0385; \quad p_{at} = 0,1 \text{ MPa};$$

$$\beta_s = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ MPa}^{-1}, \quad \beta_{\text{с}} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ MPa}^{-1},$$

$$k_l(p) \equiv k_0 = 0,1 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2; \quad \tau_m = 0; \quad \tau_{\text{с}} = 5 \text{ il};$$

$$\mu_q(p) = 0,0054(p/p_0)^2 + 0,0114(p/p_0) + 0,0105, \quad 10^{-9} \text{ MPa} \cdot \text{сан};$$

$$z(p) = -0,1845(p/p_0)^3 + 0,9458(p/p_0) - 0,72(p/p_0) + 0,9972.$$



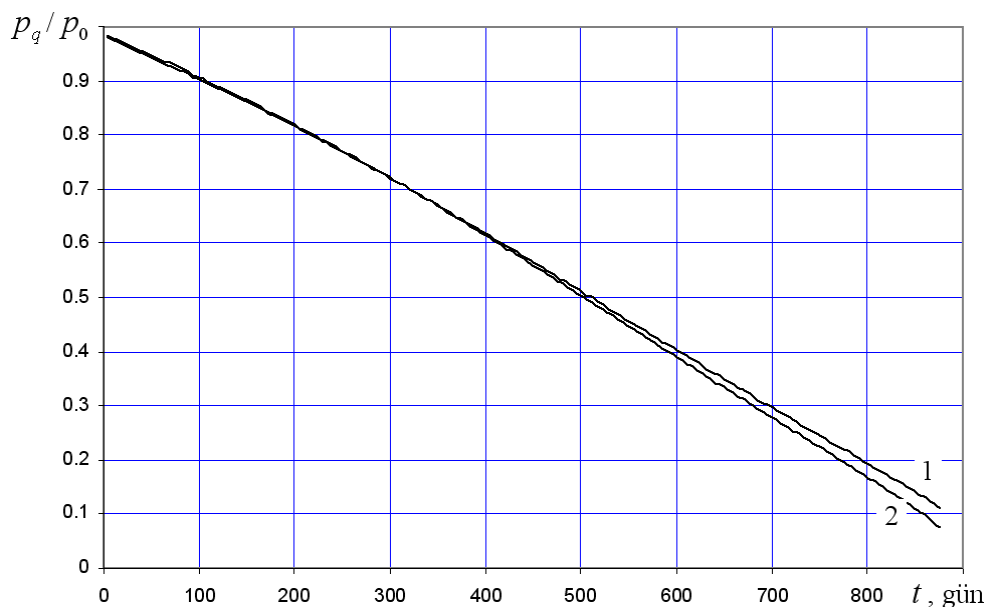
1-ci şəkil. Quyuların yerləşmə sxemi

Aparılan hesablamalar nəticəsində təzyiqin və məsaməliyin yataq üzrə qiymətləri təyin olunmuşdur. Süxurların relaksasiyalı deformasiyasının bu göstəricilərin zaman üzrə dəyişmə dinamikasına təsir etdiyini göstərmək üçün hesablamaların nəticələri yalnız mərkəzi quyuya görə verilmişdir (2-3-cü şəkl.). Müqayisə süxurların qeyri-xətti elastiki deformasiyası halına nəzərən aparılmışdır. Eyni zamanda, quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin süxurların hər iki deformasiya halında qazvermə əmsalına təsiri öyrənilmişdir. Hesablamalar süxurların hər iki deformasiya halında yataq üzrə qazvermə əmsalının 0,773-ə bərabər qiymətində aparılmışdır.

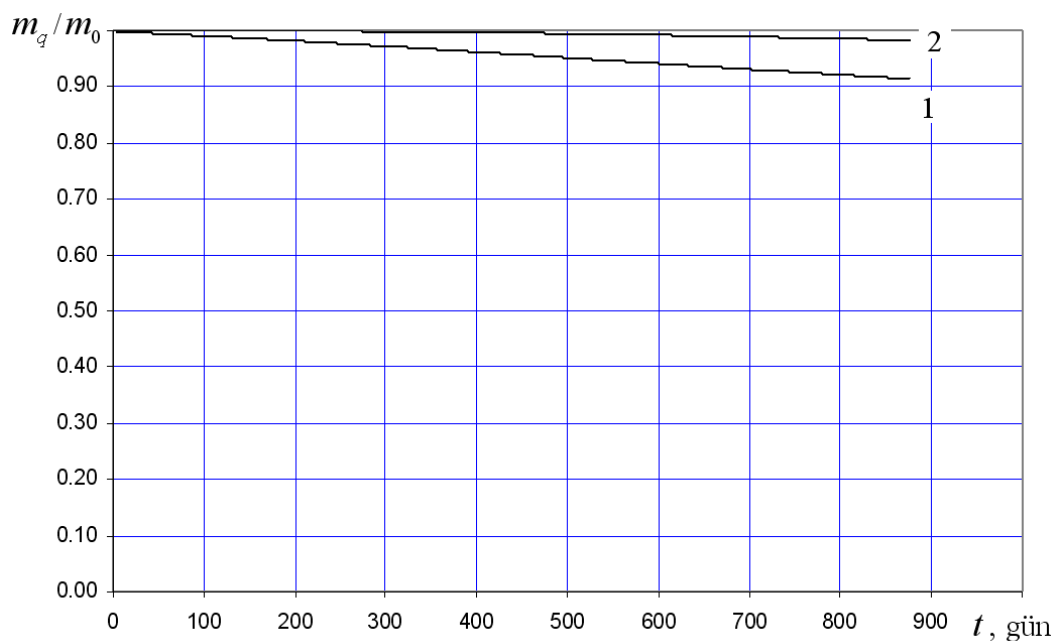
2-ci şəkildə təsvir olunan əyrilərin təhlili göstərir ki, aparılan hesablama halında, müəyyən başlanğıc mərhələni (təqribən 1,64 ilədək) nəzərə almamaqla, yatağın bütün tükənmə prosesi ərzində mərkəzi quyuda təzyiqin azalması relaksasiyalı deformasiya halında süxurların qeyri-xətti elastiki deformasiyası halına nəzərən ( $\tau_m = 0$ ) daha böyük tempə baş verir (şəkildə 2 əyrisi). Belə ki, yataq üzrə qazın cəm hasilatı ehtiyatın 77,4%-ni təşkil etdikdə (bu, işlənilmə müddətinin 876 gününə bərabər qiymətində özünü göstərir) süxurların relaksasiyalı deformasiyasının təzyiqin mərkəzi quyusu dibindəki qiymətləri ilə qeyri-xətti elastiki deformasiya halına uyğun qiymətləri arasındakı nisbi fərq artaraq maksimum 52,5%-ə çatır.

3-cü şəkildə təsvir olunan əyrilərin təhlili isə göstərir ki, aparılan hesablama halında bütün tükənmə prosesi ərzində mərkəzi quyusu üzrə məsaməliyin quyudibi qiymətlərinin azalması relaksasiyalı deformasiya halında süxurların qeyri-elastiki deformasiyası halına nəzərən ( $\tau_m = 0$ ) daha kiçik tempə baş verir (şəkildə 2 əyrisi). Yataq üzrə qazın cəm hasilatı ehtiyatın 77,4 %-ni təşkil etdikdə (qazvermə əmsalı 0,774 olduqda) süxurların relaksasiyalı deformasiyasının təzyiqin mərkəzi quyusu dibindəki qeyri-xətti elastiki deformasiya halına uyğun qiymətləri arasındakı nisbi fərq 7%-ə çatır.

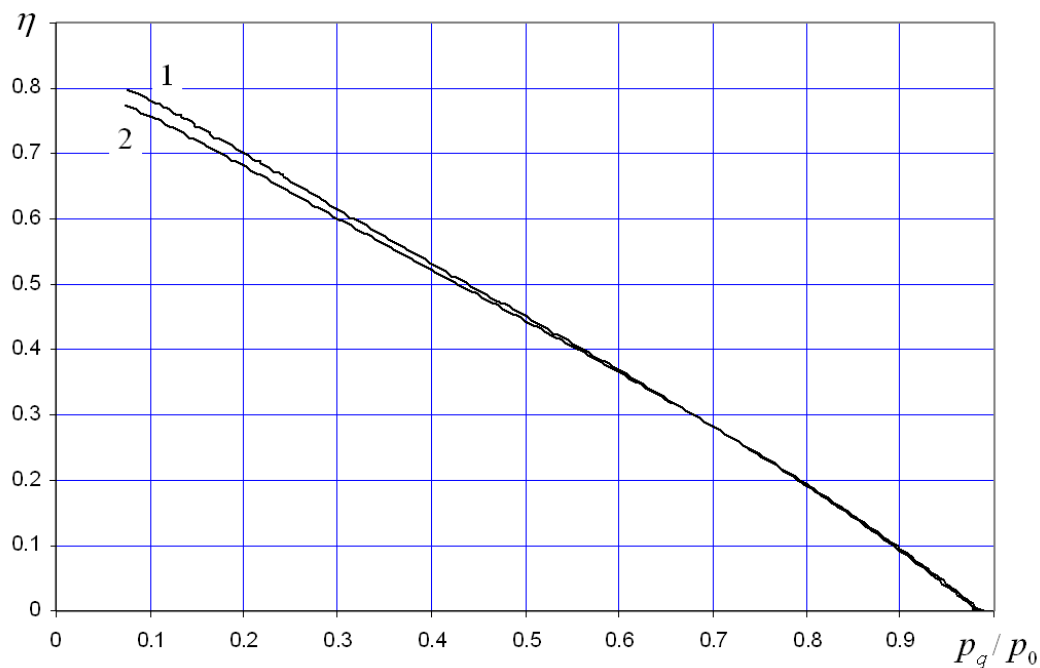
4-cü şəkildə süxurların qeyri-xətti elastiki və relaksasiyalı deformasiyası hallarında yatağın qazvermə əmsalının quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin dəyişməsindən asılılığı verilmişdir. Bu asılılıqların qurulması zamanı hesablamalar quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin 3 MPa-ya bərabər olduğu hala qədər aparılmışdır. Bu asılılıq göstərir ki, quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin eyni qiymətində qeyri-xətti deformasiya halı ilə müqayisədə süxurların relaksasiyalı deformasiyası halında yatağın cari qazvermə əmsalı az olur (onun müəyyən qiymətindən sonra bu hal özünü daha qabarıq sürətdə göstərir). Belə ki, eyni qazvermə əmsalını əldə etmək üçün relaksasiyalı deformasiya halında quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin getdikcə daha çox azalması lazım gəlir.



**2-ci şəkil.** Süxurların qeyri-xətti elastiki (1) və relaksasiyalı deformasiyaya (2) uğrayan qaz yatağında mərkəzi quyuda quyudibi təzyiqin dəyişmə dinamikası



**3-cü şəkil.** Süxurların qeyri-xətti elastiki (1) və relaksasiyalı deformasiyaya (2) uğrayan qaz yatağında mərkəzi quyu üzrə məsaməliyin quyudibi qiymətlərinin dəyişmə dinamikası



**4-cü şəkil.** Süxurların qeyri-xətti elastiki (1) və relaksasiyalı deformasiyaya (2) uğrayan qaz yatağının qazvermə əmsalının quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin dəyişməsindən asılılığı

Hesablamaların nəticələrinin təsvir edildiyi əy-  
rilərdən aydın görmək olar ki, son qazvermə əmsalı  
(quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin son hesablama  
qiymətinə uyğun) süxurların qeyri-xətti elastiki  
deformasiya halında daha böyük olur (3%-ə qədər).

Beləliklə, aparılmış ədədi hesablamalar əsa-  
sında alınmış nəticələrin təhlili göstərir ki:

– yatağın tükənmə prosesi ərzində müəy-  
yən ilkin mərhələdən sonra təzyiqin azalması re-  
laksasiyalı deformasiya halında süxurların qeyri-

xətti elastiki deformasiyası halına nəzərən daha böyük templə baş verir;

– yatağın tükənmə prosesi ərzində məsələliyin azalması relaksasiyalı deformasiya halında süxurların qeyri-xətti elastiki deformasiyası halına nəzərən daha kiçik templə baş verir;

– quyular üzrə orta quyudibi təzyiqin eyni qiymətində qeyri-xətti elastiki deformasiya halı ilə müqayisədə süxurların relaksasiyalı deformasiyası zamanı yatağın cari qazvermə əmsalı az olur və bu, özünü quyudibi təzyiq daha çox azaldıqda qabarıq surətdə göstərir (3%-dək);

– nəzərlən keçirilən halda süxurların relaksasiyalı deformasiyasının qaz yatağının işlənilmə göstəricilərinə təsiri təcrübə hesablamalar baxımından əhəmiyyətsiz dərəcədə az olur.

*Müəllif məqalənin hazırlanmasında verdiyi dəyərli məsləhətlərinə görə AMEA-nın müxbir üzvü, texnika elmləri doktoru A.M.Quliyevə öz minnətdarlığını bildirir.*

#### ƏDƏBİYYAT

- АБАСОВ, М.Т., ДЖЕВАНШИР, Р.Д., ИМАНОВ, А.А., ДЖАЛАЛОВ, Г.И. 1997. О влиянии пластового давления на изменение фильтрационно-емкостных свойств терригенных пород-коллекторов в процессе разработки месторождений нефти и газа. *Геология нефти и газа*, 5, 34-39.
- АЗИЗ, Х., СЕТТАРИ, Э. 1982. Математическое моделирование пластовых систем. Недра. Москва. 407с.
- АМЕТОВ, Н.М., БАСННОВ, К.С. 1981. Фильтрации жидкости и газа в ползучих средах. *Изв. АН СССР, сер. МЖТ*, 4, 150-153.
- ГОРБУНОВ, А.Т. 1981. Разработка аномальных нефтяных месторождений. Недра. Москва. 239с.
- ДЖАЛАЛОВ, Г.И., ДУНЬМАЛЫЕВ, М.А., ХАНБАБАЕВА, М.Г. 2012. Моделирование процессов фильтрации флюидов в напряженно-деформируемых пористых средах. Чашиоглу. Баку. 206с.
- ДОБРЫНИН, В.М. 1970. Деформации и изменения физических свойств коллекторов нефти и газа. Недра. Москва. 239с.
- ЕРЖАНОВ, Ж.С. 1964. Теория ползучести горных пород и ее приложения. Наука. Алма-ата. 175с.
- ЖЕЛТОВ, Ю.П. 1975. Механика нефтегазоносного пласта. Недра. Москва. 216с.
- ЗАКИРОВ, С.Н. 1998. Разработка газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений. Струна. Москва. 628с.
- КЕРИМОВ, З.А., МИРЗОЕВА, Д.Р. 1999. Исследование некоторых задач фильтрации однородной упругой жидкости к галерее и скважине в релаксационно-сжимаемом и ползучем пластах. *Изв. АН Азерб. Науки о Земле*, 2, 36-45.
- КРИЧЛОУ, Г. 1979. Современная разработка нефтяных месторождений – проблемы моделирования. Недра. Москва. 303с.
- КУЛИЕВ, А.М., ГАДЖИЕВ, М.А., ЗЕЙНАЛОВ, Н.Г., КАЗЫМОВ, Б.З., ТАГИЕВА, С.Э. 1999. Моделирование разработки газового месторождения с учетом релаксации горных пород. *Научно-педагогические вести Университета "Одлар Юрду"*, 2, 20-27.
- КУЛИЕВ, А.М., ДУНЬМАЛЫЕВ, М.А., ЭФЕНДИЕВ, Р.М., КАЗЫМОВ, Б.З. 2000. Моделирование разработки глубокозалегающих месторождений с учетом ползучести горных пород. *Изв. АН Азерб. Науки о Земле*, 2, 18-24.
- КУЛИЕВ, А.М., КАЗЫМОВ, Б.З. 2009. Деформация горных пород и ее влияние на их фильтрационно-емкостные свойства и на процессы фильтрации и разработки месторождений нефти и газа. *Элм. Баку*. 88с.
- КУЛИЕВ, А.М., ЭФЕНДИЕВ, Р.М., ГАДЖИЕВ, М.А., КАЗЫМОВ, Б.З., ТАГИЕВА, С.Э. 2007. Оценка влияния релаксации горных пород на потребное количество скважин в нефтяных залежах. *Доклады НАН Азерб.*, 5, 81-89.
- МОЛОКОВИЧ, Ю.М. 2006. Неравновесная фильтрация и ее применение в нефтепромысловой практике. ЦентрЛитНефтеГаз. Москва. 214с.
- РУППЕНЕЙТ, К.В. 1975. Деформируемость массивов трещиноватых горных пород. Недра. Москва. 223с.

*Мəqaləyə Azərbaycan MEA-nın müxbir üzvü Q.İ.Calalov və t.e.d. T.S.Salavatov rəy vermişlər*