

məsələsi həll edilir.

$\bar{x}, \bar{t}$  optimal həlli təşkil edir və meyar funksiyasının qiyməti  $Z^* = C_1\bar{x} + C_2\bar{t}$  olur.

### Ədəbiyyat

1. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Статические методы планирования и обработка экспериментов. МХТИ им. Менделеева, М., 1972.
2. Mirzəyev G.A. Böyük ölçülü optimallaşdırma məsələsinin hissələrə bölmə üsulu ilə həlli. SDU, Elmi xəbərlər, 2011, №3, cild 11.

## NEFT QUYULARINDA ANOMAL YÜKSƏK LAY TƏZYİQİ ZONALARININ PROQNOZLAŞDIRILMASININ BİR METODU HAQQINDA

*Ağayev B.S., Əliyev T.S., Əliyeva K.T., Ağayev S.B.*  
*AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı şəh.*  
[epart6@iit.ab.az](mailto:epart6@iit.ab.az)

**Giriş.** Respublikamızın xalq təsərrüfatında neft-qaz sənayesi aparıcı sahədir. Ölkə iqtisadiyyatının və əhalinin rifahı bu sahənin vəziyyətindən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Digər sahələrdə olduğu kimi neft-qaz sahəsində də iş effektivliyinin yüksəldilməsi ən mühüm və aktual məsələlərdən biridir. Neft-qaz işinin effektivliyi çoxkriteriyalı bir göstərici kimi ilk növbədə quyuların qazılması, inşası və istismarı proseslərinin effektivliyindən asılıdır. Məlumdur ki, quyuların qazılması və istismarı prosesi bir çox hallarda qoruyucu və qazma kəmərlərində, qazma alətində müxtəlif növ qəzaların, dağ süxurlarının uçması, qazma məhlulunun udulması, anomal yüksək lay təzyiqi (AYLT) nəticəsində yaranan neft-qaz-su təzahürlərinin, qapalı (idarə olunan) və açıq fontanların, qrifonların yaranması riski ilə müşayiət edilir. Baş vermiş bu halların aradan qaldırılması külli miqdarda maliyyə məsrəflərinin, vaxt və insan resurslarının itirilməsinə, hətta insan tələfatına səbəb olur. Xüsusilə ağır qəza və fontanlar quyuların layihə dərinliyində qazılmasına imkan vermir, onların ləğvi ilə nəticələnir, ekoloji fəlakətlərə səbəb olur. Ona görə də təzahür və mürəkkəbləşmələrin qarşısını almaq üçün quyuların qazılması və istismarı prosesində geoloji-geofiziki, geoloji-texnoloji və layihə parametrlərinə nəzarət edilməsi, xüsusən AYLT zonaların vaxtında aşkarlanması və proqnozlaşdırılması iş effektivliyinin yüksəldilməsinin əsas yollarından biri hesab edilir.

Zaman keçdikcə qazma dərinliyinin artırılması, daha mürəkkəb litoloji və stratigrafik neftli-qazlı horizontların mənimsənilməsi zərurətinin yaranması və s. ilə əlaqədar problemin həllinin aktuallığı daha da artır.

**Anomal yüksək lay təzyiqi zonalarının proqnozlaşdırılması mexanizmləri.** Ümumi halda AYLT dağ süxurlarının məsaməli fəzasındakı fluid təzyiqinin (lay təzyiqinin) şərti hidrostatik təzyiqi (qazma məhlulu sütununun təzyiqi) 30%-dən artıq üstələməsi halı kimi qiymətləndirilir [1].

AYLT-nin yaranması mexanizmləri haqqında çoxsaylı nəzəriyyələr, hipotezlər mövcud olsa da onların heç biri məsələnin tam izahını vermir [2]. Ona görə də praktikada anomal lay təzyiqinin (anomal aşağı və anomal yüksək) aşkarlanması və proqnozlaşdırılması quyunun layihə sənədlərinin göstəricilərinə düzgün əməl edilməsi, analitik metodlarla aparılan hesablamalara və qazma briqadasının bacarığına və iş təcrübəsinə əsaslanır. Layihələndirmə qazmadan əvvəl aparılmış geoloji-geofiziki tədqiqat nəticələrinə, yaxın ərazilərdə istismara verilmiş quyuların geoloji-texnoloji və mədən (quyu) parametrlərinə əsaslanarsa da bir çox hallarda layihə üzrə litoloji kəsilişlər, təzyiq göstəriciləri real qiymətlərdən fərqlənir. Texnoloji göstəricilər və müxtəlif növ karotaj nəticələri (giriş və çıxış qazma məhlulunun sıxlığı və həcmi/səviyyəsi, qazma alətinə düşən yük, mexaniki qazma sürəti, məhlulun qazlaşma dərəcəsi, elektrik/vibro/qamma şüalandırma və s. karotaj metodları) yüksək lay təzyiqi haqqında müəyyən proqnostik-informativ yükə malik olsa da, onların interpretasiyası qazma ustasının (briqadanın) bacarığına və təcrübəsinə əsaslanır. Lakin istənilən sahədə olduğu kimi burada da subyektivlik (insan faktoru) əhəmiyyətli rol oynayır. İnsan faktorunun həlledici rolu aşağıdakı nümunələrdən də görünür.

2013-cü ilin avqust ayının 13-də Bulla-Dəniz yatağının 90 sayılı qaz quyusunun (VIII horizont, layihə dərinliyi 5800 m, Qırməküstü Qumlu Dəstə) qazılması zamanı güclü açıq qaz fontanı baş verdi. Fontandan əvvəl, 5553 m. dərinlikdə qaz təzahürü qeydə alınıb, saat 02.40-da partlayış və yanğın baş verib. Partlayış və yanğın quyuağzı avadanlığı (preventor dəsti, siyirtmələr və s.) dağıdıb və qülləni aşırıb. Oktyabrın 25-də, xarici mütəxəssislərlə birgə yanğını söndürmək (68 gündən sonra) və quyuağzı avadanlıqları bərpa etməklə fontanın qarşısı alınıb. Sonradan texnoloji tədbirlər nəticəsində qazma prosesi layihə dərinliyinə çatdırılıb və quyu istismara verilib. Fontan külli miqdar məhsul itkisi ( $Q_{qaz} = 4,8$  mln.m<sup>3</sup>/gün,  $Q_{neft} = 704$  ton/gün), ətraf mühitin çirklənməsi ilə bərabər, fontanın aradan qaldırılması, bərpa və

s. işlərə böyük həcmdə maliyyə, vaxt, əmək resursları itkilərinə səbəb olub. Aparılmış təhlillər göstərmişdir ki, fontan qazma zamanı real təzyiq göstəricilərinin (lay, hidravlik yarıma və dinamik təzyiqlər) layihə göstəricilərindən daha yüksək olması nəticəsində baş vermişdir.

Bakı arxipelaqında “8 mart” adına yatağın 759 №li hasilat quyusunun qazılması zamanı AYLТ səbəbindən dəfələrlə mürəkkəbləşmə və qəzalar baş vermişdir [3].

2000-2010-cu illər ərzində Azərbaycanda təkcə dəniz sahəsində quyularda baş vermiş mürəkkəbləşmələr və qəzalar nəticəsində 54 quyu ləğv edilmiş, qəzaların aradan qaldırılmasına 88.300 saatdan çox vaxt sərf edilmişdir [4].

Qeyd olunan bütün hallarda mürəkkəbləşmələr ALT nəticəsində baş verib. Aydınır ki, etibarlı proqnozlaşdırma sistemlərindən istifadə edilsəydi bu qəzaların qarşısını almaq və milyonlarla manat ziyandan qaçmaq mümkün olardı. Ona görə də hər iki müəllif, o cümlədən digər tədqiqatçılar, təzahürlərin, mürəkkəbləşmələrin və bir sıra digər qəzaların qarşısını almaq məqsədilə AYLТ proqnozlaşdırma sistemlərinin tətbiqinin vacibliyini qeyd edirlər.

AYLT-ni proqnozlaşdırmaq üçün çox saylı metodlar işlənmişdir. Bütün bu metodlar geoloji-fiziki, geoloji-texnoloji tədqiqat nəticələrindən və eyni geoloji sahədə istismar olunan quyuların real göstəricilərindən istifadə edilməsinə əsaslanır. Bu metodların bir qrupu AYLТ-ni operativ (on-line rejimdə), digərləri isə müəyyən gecikmə ilə, məsələn, şlamın, qazma məhlulunun, müxtəlif növ karotaj göstəricilərinin hesablanmış nəticələrinə görə proqnozlaşdırılmasına əsaslanır. Lakin praktikada proqnozlaşdırma sistemlərinin layihələndirilməsi və yaradılması üçün real qazma parametrlərindən daha geniş istifadə edilir. Bu sistemlər insan faktorunu aradan qaldırmaqla bərabər, proqnozlaşdırma dəqiqliyini artırır, bir çox ölçmə və hesablama əməliyyatlarının aparılması zərurətini aradan qaldırır. Bu qurğuların işi real qazma parametrləri arasındakı asılılıqları əks etdirən riyazi formullardan istifadə etməklə anomal yüksək lay təzyiqinin hesablanmasına əsaslanır:

$$y = f(R, N, W, D, \rho \dots)$$

İlk dəfə qazma parametrləri əsasında AYLТ-nin proqnozlaşdırılması üçün  $R/N = a(W/D)^d$  şəklində ifadəni 1966-cı ildə Binqam (Bingham) təklif etmişdir ki, burada  $R$ -qazma sürəti (fut/dəqiqə),  $N$  - qazma alətinin (baltanın) fırlanma tezliyi (dövr/dəqiqə),  $W$  - baltanın oxuna düşən yük (funt),  $D$  - baltanın diametri (dyüm),  $a$ -litoloji sabit,  $d$ -lay sıxlığı eksponentidir [5].

1996-cı ildə Corden və Şirli (Jordan və Shirley) bu formulu  $d$ -eksponentinə görə həll edərək metrik vahidlər sistemində praktiki istifadə üçün əlverişli hala salırlar [6]:

$$d = \frac{1,26 - \log\left(\frac{R}{60N}\right)}{1,58 - \log\left(\frac{W}{D}\right)}$$

O vaxtdan  $d$ -eksponenta metodu adını almış bu ifadə AYLТ-nin proqnozlaşdırılması üçün ən geniş istifadə edilən metod hesab edilir. Sonradan bu metodun onlarca təkmilləşdirilmiş variantları işlənmiş və praktikada tətbiq edilmişdir.

**Təklif edilən proqnozlaşdırma metodu.** Bu tezis müəlliflər siyahısında birinci qeyd olunmuş müəllifin daxil olduğu müəlliflər kollektivi tərəfindən də  $\alpha$ -eksponenta adlandırılmış bir neçə təkmilləşdirilmiş variantlar işlənmiş və yenilikləri müəlliflik şəhadətnamələri ilə təsdiq edilmişdir (AC №1204709, AC №1254782, AC №1275940 və s.).

Bunlardan birinin qısa izahını verək. Burada AYLТ-nin proqnozlaşdırılması üçün müəlliflər aşağıdakı modifikasiya edilmiş düsturu təklif edirlər [7]:

$$\alpha_1 = \frac{\lg \frac{V}{60N}}{\lg \frac{P}{\rho D^2}}$$

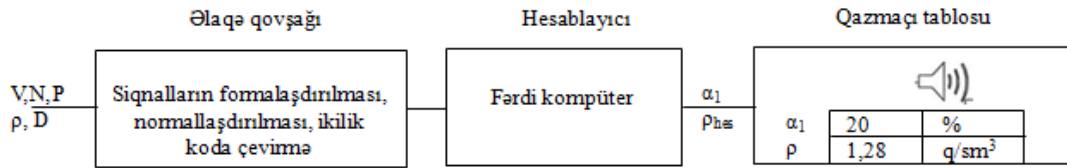
Burada  $V$  - orijinal ifadədəki  $W$  işarəsi ilə əvəzlənib,  $\rho$  - qazma məhlulunun sıxlığıdır. Digər parametrlər ilkin düsturdakı mənalarda saxlanılıb.

Formuladakı  $\alpha_1$  ( $\alpha$ -eksponenta) qazma parametrlərinə görə AYLТ-ni xarakterizə edən və qazma məhlulu sütununun təzyiqi ilə lay təzyiqi arasındakı fərqi qiymətinin, başqa sözlə, anomallıq əmsalının ( $K_a$ ) avtomatik hesablanmasına əsaslanır.

$V/60N < 1$  olduqda  $\alpha_1$  qazma sürətinin qiymətinə əks mütənasib şəkildə dəyişir və ( $K_a$ )-dan asılı olur.  $K_a$ -nın qiymətinin yol verilə bilən həddə çatması qazmanın anomal yüksək lay təzyiqi zonasına yaxınlaşması, bu həddi keçməsi isə baltanın yüksək təzyiq zonasına daxil olması kimi interpretasiya edilir. Bu halda AYLТ-ni proqnozlaşdırma sistemi qazmaçı üçün xəbərdarlıq signalı yaradır və  $K_a$ -nın hesablanmış qiymətinə uyğun qazma məhlulunun tələb olunan sıxlığını hesablayıb ekrana çıxarır. Qazma briqadası məhlulun sıxlığının hesablanmış qiymətə çatdırılması (artırılması) üçün lazımi texnoloji tədbirləri həyata keçirməklə baş verə biləcək qəzanın

qarşısını alır.

Kollektivimiz qeyd olunan alqoritmlə işləyən AYLТ-ni proqnozlaşdırma sistemi işləyib hazırlamış və Azneft İB-nin “Bahar” və N. Nərimanov adına NQÇİ-də tətbiq etmişdir. Sistemin ümumiləşdirilmiş arxitektur sxemi aşağıda göstərilmişdir.



Ölçü cihazlarının (sensorların) siqnalları əlaqə qovşağına daxil olub, küy və əngəllərdən təmizlənərək formalaşdırılır, amplitud qiymətlərinə görə unifikasiya edilir və ikilik koda çevrilərək hesablayıcı qovşağına ötürülür. Burada  $\alpha_1$  və  $\rho_{hes}$  qiymətləri hesablanaraq displeyin ekranına və quyu yaxınlığında quraşdırılmış qazmaçı tablosunda əks etdirilir.

İstismar nəticələri göstərdi ki, sistemin proqnoz dəqiqliyi 4-6%-dən çox deyil və bu da məhlulun hidrostatik təzyiq üzrə ehtiyat həddini (7-10%) aşmır.

Sistem istənilən növ quyuların (dayaq, parametrik, axtarış, kəşfiyyat, istismar və s.) qazılması prosesində tətbiq edilə bilər.

### Ədəbiyyat

1. Serebryakov V. A. Methods of Estimating and Predicting Abnormal Formation Pressures. Expanded Abstracts Volume: Rocky Mountain Section Meeting: AAPG July 28-31, 1996, pp.145-151.
2. Bo Shen, Chao-Mo Zhang, Zhi-Qiang Mao, Cheng-Wen Xiao. A formation pressure prediction method based on tectonic overpressure. Applied Geophysics. December 2016, Volume 7, Issue 4, pp. 376-383.
3. Бакиров Ш.Х.. Опыт бурения скважин в осложненных условиях месторождений Бакинского архипелага на примере скв. 759 имени «8 марта» // Азербайджанское нефтяное хозяйство, 2010, №4.
4. Dadaşov İ.H., C.H.Abişov. Azərbaycanda qazma işlərinin əsas göstəriciləri və onların yaxşılaşdırılması imkanları // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2012, №10.
5. Bingham M.G. A new approach to interpreting rock drillability. Oil and Gas J. 62, 46, 1964, pp. 173-179.
6. Jordan I.R. & Shirley O.I. Application of drilling performance data to overpressure detection. J. Petroleum Technol., 28, 11, 1966, pp. 1387-1394.
7. Махмудов Ю.А., Алиев Г.Х., Джалилов Ф.Д. и Агаев Б.С. «Устройство для определения зон аномально высоких пластовых давлений». Авт. свид. №1254782.

## BARABAN TİP DƏNƏVƏRLƏŞDİRİCİLƏRDƏ MİNERAL GÜBRƏ QRANULLARININ FORMALAŞMASINA TƏSİR EDƏN ƏSAS PARAMETRLƏR ARASINDA RİYAZİ ASILILIQ

<sup>1</sup>Kəlbəliyev Q.İ., <sup>2</sup>Sarıyev H.Ə., <sup>2</sup>Səmədov M.M., <sup>2</sup>Osmanova D.H.

<sup>1</sup>AMEA-nin M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutu, Bakı şəh., Azərbaycan

<sup>2</sup>Sumqayıt Dövlət Universiteti, Azərbaycan

Baraban tip dənəvərləşdiricilərdə qranuləmələgəlmə prosesi tozun ayrı-ayrı hissəciklərinin vahid sistemə (qranula) əlaqələndirici maddə vasitəsilə birləşməsindən ibarətdir və aşağıdakı mərhələlərlə müəyyən edilir: özəkəmələgəlmə və qranulun bütövlüklə tamamlanmasına qədər hissəciklərin laylanması; diyrilmə üsulu ilə qranulların sıxlaşdırılması; mexaniki sürtünmə nəticəsində qranulların bir-birilə və aparatın divarı ilə deformasiyası və s.

Vahid qranulun əmələ gəlməsi zamanı onun sıxlaşma qabiliyyəti bütövlüklə əlaqələndirici maddənin qatılığının radial istiqamətdə paylanması ilə təyin olunur. Əlaqələndirici fazanın radial istiqamətdə ötürülməsi molekulyar diffuziya tənliyi ilə ifadə olunur:

$$\frac{\partial C_a}{\partial t} = \left( D \frac{\partial^2 C_a}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial C_a}{\partial r} \right) \quad (1)$$

kənar hədləri xarakterizə edən şərtlər  $r = r_r$  olduqda  $-4\pi r_r^2 D \frac{\partial C_a}{\partial r} = j_0$  alarıq. (2)

$t = 0$  olduqda  $C_a = C_a^0$  olar, (3)

burada  $C_a$  və  $C_a^0$  - əlaqələndirici nəmləndirici və neytrallaşdırıcı məhlulun cari qatılığı və onun ilkin qiyməti;  $r$  - qranulun cari radiusu;  $r_r$  - retur hissəciklərin ölçüsü;  $j_0$  - diffuziya axını;  $t$  - zamandır.

(1) tənliyinə  $\theta = r C_a$  ifadəsini daxil etdikdə aşağıdakı tənliyi ala bilərik:

$$D \frac{\partial^2 \theta}{\partial r^2} = \frac{\partial \theta}{\partial t} \quad (4)$$

(4) tənliyinə  $\eta = \frac{r}{\sqrt{4Dt}}$  daxil etdikdə isə:  $\frac{d^2 \theta}{d\eta^2} + 2\eta \frac{d\theta}{d\eta} = 0$  olar, (5) tənliyini ikiqat inteqrallaşdırdıqda və (2) və (3) tənliyini nəzərə alaraq onu aşağıdakı şəkildə yazmaq olur:

$$\eta = \eta_r = \frac{r_r}{\sqrt{4Dt}}; \quad -2\pi r_r^2 \frac{D}{\sqrt{Dt}} \cdot \frac{\partial C_a}{\partial \eta} = j_0$$

nəticədə, (1) tənliyinin həlli aşağıdakı kimi alınır:

$$\frac{C_a}{C_a^0} = m^{-1} \{1 - A_1 [\operatorname{erf}(m) - \operatorname{erf}(1,0)]\} \quad (6)$$

$$\text{burada } m = \frac{\eta}{\eta_r} = \frac{r}{r_r}; \quad A_1 = \frac{j_0}{16 \sqrt{\pi Dt DC_a^0}}$$

$C_a=0$  və  $r = r_k$  olduqda qranuləmələgəlmə prosesi tamamlanırsa və qranulun səthi üzərində əlaqələndirici maddənin qatılığı sıfıra bərabər olursa, o zaman aşağıdakı ifadə əmələ gəlir:

$$r_k \approx r_r \left(1 + 16 \sqrt{\pi Dt} \frac{DC_a^0}{j_0}\right) \quad (7)$$

(6), (7) tənliklərindən görünür ki, qranulun tamamlanmasına əlaqələndirici maddənin ilkin qatılığı və retur hissəciklərin ölçüsü mühüm təsir göstərir. Qranulun son ölçüsü returun hissəciklərinin ölçüsünə və onun qranulda qalma müddətinə düz mütənəsbdir. Odur ki, mayenin sistemə rəqsi rejimdə verilməsi elmi və praktik cəhətcə maraqlıdır.

$$[C_a(r, t)]_{r=r_r} = A \cos \omega t \quad (8)$$

burada  $A$  və  $\omega$  – rəqslərin amplitudu və tezliyidir.

(1) tənliyini (8) tənliyinin şərti ilə həll edək, bunun üçün onu (4) tənliyi şəklində, (8) tənliyini isə - aşağıdakı şəkildə yazaq:

$$\theta(r, t) = r_r \cdot A \cos \omega t = r_r \cdot A e^{i\omega t}, \quad i = \sqrt{-1}$$

(4) tənliyinin həllini aşağıdakı şəkildə aparaq:

$$\theta(r, t) = r_r \cdot A e^{\alpha r + \beta t}$$

Son ifadəni (4) tənliyinə daxil etdikdə:  $\alpha^2 = \frac{1}{D} \beta$ ,  $\beta = i \omega$  alırıq.

$$\alpha = \pm \left[ \sqrt{\frac{\omega}{2D}} + i \sqrt{\frac{\omega}{2D}} \right] \text{ alırıq.}$$

Beləliklə, ədəbiyyat dəlillərinə əsasən

Belə olan halda kənar məhdudiyət şərtlərinə nəzərən aşağıdakı ifadəni alırıq:

$$\theta(r, t) = r_r \cdot A e^{-\sqrt{\frac{\omega}{2D}(r-r_r)}} \cos \left[ \sqrt{\frac{\omega}{2D}}(r-r_r) + \omega t \right]$$

İlkin işarələrə keçdikdə, alırıq:

$$C_a(r, t) = \frac{r_r}{r} A e^{-\sqrt{\frac{\omega}{2D}(r-r_r)}} \cdot \cos \left[ \sqrt{\frac{\omega}{2D}}(r-r_r) + \omega t \right]$$

$m = r/r_r$  dəyişənini daxil etdikdə aşağıdakı ifadəni alırıq:

$$C_a(m, t) = \frac{A}{m} e^{-\sqrt{\frac{\omega}{2D(m-1)}} r_r} \cdot \cos \left[ \sqrt{\frac{\omega}{2D}}(m-1)r_r + \omega t \right] \quad (9)$$

Rəqslərin amplitudası eksponensial qanuna əsasən azalır, yəni

$$A(m) = \frac{A}{m} \exp \left[ -\sqrt{\frac{\omega}{2D}}(m-1)r_r \right] \text{ olar.}$$

$T=0$  olduqda  $C_a = C_a^0$  və  $A = C_B^0$ -dur. Son ölçüyə catdıqda  $r = r_k$  və  $t = t_k$  qranulun səthi üzərində mayenin miqdarı (qatılığı) sıfıra bərabərdir, yəni  $C_a(r_k, t_k) = 0$  və (9) tənliyindən:

$$\cos \left[ \sqrt{\frac{\omega}{2D}}(m-1)r_r - \omega t_k \right] = 0$$

alırıq, ona uyğun gələn şərt aşağıdakı kimi olar: