

## Quyuların qazılmasının hidrodinamik əsasları haqqında

T.Ş. Salavatov, t.e.d., Y.İ. Səfərov, t.e.n., E.T. İsmayılov, G.Ş. Əsədova  
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Elektron ünvan: petrotech@asoiu.az

*Hal-hazırda layların hidravlik yarılmaları ilə əlaqədar bir çox mürəkkəbləşmələr mövcuddur. Onların ləğv edilməsinə xeyli vaxt və vəsait sərf olunur. Ona görə də məqalədə akademik A.X. Mirzəcanzadə tərəfindən mürəkkəb şəraitdə quyuların qazılmasının hidrodinamik əsasları nəzəriyyəsinə istinad olunaraq, hidravlik yarıma təzyiqini nisbətən dəqiq təyin etmək üsullarının tədqiqi verilmişdir. Bu üsullar hal-hazırda elmdə və istehsalatda geniş tətbiq olunur.*

**Açar sözlər:** hidravlik yarıma, mürəkkəbləşmələr, təzyiq qradienti.

Mürəkkəb şəraitdə quyuların qazılmasının hidrodinamik əsasları akademik A.X. Mirzəcanzadə tərəfindən qoyulmuş və onun məktəbi tərəfindən hazırda elmdə, istehsalatda geniş tətbiq olunur. Qazma zamanı layların hidravlik yarılmaları (LHY) ilə əlaqədar müəyyən mürəkkəbləşmələr baş verir, onların ləğv edilməsinə isə xeyli vaxt və vəsait sərf olunur. Bu səbəbdən bəzi məsələlərin tədqiqi zəruridir [1].

Quyuların qazılmasının seçilməsində əsasən konduktorun uzunluğunun müəyyən edilməsində və texnologiyası yerinə yetirilərkən onların sürətinin reqlamentləşdirilməsində hidravlik yarıma təzyiqinin (HYT) təyin olunması əhəmiyyət kəsb edir. Bunun üçün bir neçə üsul mövcuddur. Lakin geoloji-texnoloji amillərdən asılı olaraq dəqiq üsul yoxdur [1, 2].

Əgər sahədə müəyyən sayda quyular qazılmışsa, o zaman statik üsullardan istifadə edilməsi təklif olunur. Burada LHY təzyiqinin qradientinin qiyməti, mədənlərin mülumatlarının təhlililə hidrostatik və hidrodinamik təzyiqlər nəzərə alınmaqla ( $R/H$ ) öyrənilmişdir [2, 3].

Mədənlərin mülumatlarına əsasən  $X_i, p_i$  amillərinə nəzərən statik əlaqə yaradılaraq ( $X_i, p_i$  – həlqəvi fəzədə  $H$  dərinliyində hidrodinamik təzyiq və  $X_i = p_i$ ) və reqressiya tənlikləri korrelyasiya-reqressiya təhlil üsulu ilə təyin edilir.

Qeyd edilən üsulla Kürsəngi, Bahar, Qarabağlı,

Muradxanlı və digər sahələr üçün stratigrafik bölmələr və dərinliklər üzrə layların HYT-sinin qiyməti təyin edilmişdir [3].

Yeni qazılan kəşfiyyat quyularında son illərdə HYT-nin məsələli süxurlarda proqnozlaşdırılmasında Amerika alimi İtonun üsulundan geniş istifadə olunur

$$P_{by} = P_L + \frac{\mu}{1-\mu} (P_d - P_L) \quad (1)$$

Gilli və çatlı süxurlar üçün isə AzNQSDETLİ-də işlənmiş düstur verilmişdir:

$$P_{by} = P_1 + \frac{2\mu}{1-\mu} (P_1 - P_m); \quad (2)$$

$$P_{by} = P_{geost} + \frac{\mu}{1-\mu} (P_{geost} - P_L) \cos \alpha, \quad (3)$$

burada  $P_{by}$  – hidravlik yarıma təzyiqi, MPa;  $\mu$  – dağ süxurları üçün Puasson əmsalı;  $P_L, P_d, P_m, P_{geost}$  – uyğun olaraq lay, dağ, məsələ və geostatik təzyiqlər qradientidir, MPa/m.

Adətən  $\mu$  kəmiyyətinin qiymətləri laboratoriya tədqiqatları nəticəsində verilir. Bu isə həqiqi qiymətdən fərqlənir. Ona görə qazılan quyularda  $\mu$  kəmiyyətinin həqiqi qiymətini təyin etmək üçün aşağıdakı düstur təqdim olunur

$$\frac{\mu}{1-\mu} = \frac{(P_a + \rho_m g z) / \rho_s g z - k_a}{K_i - k_a} \quad (4)$$

burada  $P_a$  – süxurun hidravlik yarıma zamanı quyuağzı təzyiqi, MPa;  $\rho_m, \rho_s$  – hidravlik yarıma vaxtı maye və suyun sıxlığı,  $kg/m^3$ ;  $z$  – hidravlik yarıma əmələ gələn dərinlik, m;  $k_a$  və  $K_i$  – anomallıq əmsalı və süxurda həmin dərinlikdə təzyiq indeksidir.

Təklif olunmuş üsuldə əsas amillərdən biri dağ təzyiqinin dəqiq qiymətinin bilinməsidir. İndiyə kimi dağ süxurlarının sıxlığının orta qiyməti, nəzərdə tutulan yataqlar üçün kəsilmiş yaşından asılı olmayaraq, bəzi hallarda təcrübə olaraq götürülür. Dağ süxurlarının orta sıxlığı aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\rho_s = \sum_{i=1}^n \rho_i h_i / H, \quad (5)$$

burada  $\rho_s$  – dağ süxurlarının orta sıxlığı,  $kg/m^3$ ;  $\rho_i$  – laylar əmələ gətirən süxurların sıxlığı,  $kg/m^3$ ;  $h_i$  – layların qalınlığı, m;  $H$  – dərinlik, m (dağ süxurlarının ümumi qalınlığı).

Dağ süxurunun orta qiyməti müxtəlif litoloji xüsusiyyətli layların qalınlıqlar cəmi ilə müəyyən olunur. Dağ süxurunun sıxlığı barəsində dəqiq məlumatı akustik karotaj diaqramından almaq olar. Bu zaman məsələlik hesablanır, sonra isə mineraloji sızlıq və nəhayət dağ süxurunun sıxlığı təyin edilir.

Məsələlik əmsalı akustik karotajla aşağıdakı düsturla hesablanır

$$k_{mos} = \Delta T_L / \Delta T_m - \Delta T, \quad (6)$$

burada  $\Delta T, \Delta T_L, \Delta T_m$  – uyğun olaraq, dağ süxurlarında, layda və qazma məhlulunda aralıq üzrə dalğanın uzununa yayılmasıdır. Aşağıda bir neçə süxur və qazma məhlulları üçün qiymətlər hesablanmışdır:

Süxur, qazma məhlulu	$\Delta T (\Delta T_m)$
Qazma məhlulu.....	600–650
Anhidrid.....	165
Gil.....	200
Daş duz.....	235
Qumlu.....	250
Dolomit.....	180

Məsələlik əmsalı məlum olduqda litoloji sızılığın fərqi aşağıdakı düsturla hesablanır

$$\rho_1 = \rho_m (1 - k_{mos}), \quad (7)$$

burada  $\rho_m$  – dağ süxurunun mineraloji sızılığında,  $kg/m^3$ .

Hesablamaların nəticəsi aşağıdakı kimidir

Süxur	sızılıq, $kg/m^3$
Əhəngdaşı.....	2700
Dolomit.....	2820
Anhidrid.....	2940
Qumdaşı.....	2650
Alevrolit.....	2690
Arqillit.....	2600
Daş duz.....	2170

Quyuların qazılmasında təkrar işlənən və yaxud genişləndirilən zaman HYT-nin qiymətinin təyin edilməsi məqsədilə üsul təklif olunur [4]. Belə ki, quyuların qazılmasında genişləndirilməsi yaxud təkrar işlənməsi zamanı qazma alətinin hərəkəti ilə quyuda hidrodinamik təzyiq maksimum qiymətə çatır, hidravlik yarıma vaxtı quyuağzında eyni zamanda təzyiqin düşməsi (manometrə) və qazma alətinin çəkisinin artması baş verir (QİV-2 cihazında)

$$\Delta G = R_1, \quad (8)$$

burada  $\Delta G$  – qazma alətinin çəkisini göstərən indikatora çəkinin dəyişməsi,  $kg$ ;  $R_1$  – quyuların genişləndirilməsi və yaxud təkrar işlənmə vaxtı qazma məhlulunun göstərdiyi müqavimət qüvvəsidir,  $kg$ .

Quyuların qazılmasında təkrar işlədikdə və yaxud genişləndirildikdə qazma alətinin hərəkət vaxtı  $R_1$  aşağıdakı kimi hesablanır

$$R_1 = R^1 + R^{11}, \quad (9)$$

burada  $R^1$  – quyuların genişləndirilməsi və yaxud təkrar işlənməsi zamanı qazma bucurqadının öyləndə yaranan müqavimət qüvvəsidir,  $kg$ .

Yuxarıda qeyd edilmiş məsələnin qoyuluşu və çoxpəlləli qazma kəmərinin quyuda hərəkəti zamanı balans tənliyindən istifadə etməklə HYT-nin qazma vaxtının bilavasitə aşağıdakı düsturla təyin edilməsi təklif olunur:

$$P_{by} = \frac{GX_{dkv}^2 - (\Delta G - R_1)}{G(X^2 - 1)} P_0 + \frac{\lambda l \gamma}{2g(D - d_{dkv})} \left[ \frac{4Q + \pi d_{dkv}^2 V}{\pi(D^2 - d_{dkv}^2)} \right] + R_a, \quad (10)$$

burada  $G$  – qazma alətinin qazma məhlulundakı çəkisi,  $kg$ ;  $\Delta G$  – quyuların genişləndirildikdə hidravlik yarıma vaxtı

qazma alətinin kütləsinin azalması, kq;  $R$  – quyu lüləsinin təkrar işlənməsi və genişlənməsi zamanı qazma alətinin hərəkətindən yaranan mexaniki qüvvə, kq;  $p_0$  – hidrostatik təzyiq, MPa;  $Q$  – qazma nasosunun məhsuldarlığı, m<sup>3</sup>/s;  $\lambda$  – qazma məhlulunun hidravlik müqavimət əmsali;  $l$  – qazma alətinin uzunluğu, m;  $d_{ekv}$  – qazma alətinin ekvivalent diametri, m;  $V$  – quyu lüləsinin təkrar işlənməsi və yaxud genişləndirmə sürəti, m/s;  $p$  – qazma məhlulunun dövrəninin maksimal təzyiqinin qiyməti, MPa;  $g$  – sərbəstdüşmə təcili, m/s<sup>2</sup>;  $D$  – quyunun diametridir, m.

Bəzən hidravlik yarılma zamanı quyuda mayenin dövrəni kəsilir, həlqəvi fəzada isə qazma məhlulunun səviyyəsi aşağı düşür. Belə şəraitdə HYT-nin təyini üçün təklif olunan üsula əsasən, qazma zamanı alətin endirilmə və dəyişmə sürətlərinin hidravlik yarılma vaxtını, həlqəvi fəzada səviyyənin və qazma alətinin çəkisinin dəyişməsinə hidravlik yarılma baş verərkən qeyd etmək lazımdır.

Layın hidravlik yarılma təzyiqini isə aşağıdakı düsturla hesablamaq olar [3, 4]:

$$p_{by} = \frac{\left[ \left( X_{ekv}^2 \frac{\Delta G}{G} + \frac{H\gamma}{10} \cdot F_{ekv} \right) \times \left( X_{ekv}^2 - 1 \right)^2 - 1 \right]}{\left( X_{ekv}^2 - 1 \right) - 1} \cdot \frac{\gamma L}{10} - \frac{V_{max}}{g \Delta T} \cdot \frac{1}{X_{ekv}^2 - 1}, \quad (11)$$

#### Ədəbiyyat siyahısı

1. Мирзаджанзаде А.Х., Ентов В.М. Гидродинамика в бурении. – М.: Недра, 1995, 195 с.
2. Сеид-Рза М.К., Сафаров Я.И., Сулейманов Е.М. и др. Руководство по технологии бурения крепления, предупреждения аварий и осложнений при проводке скважин. – Баку: САДА, 1991, 374 с.
3. Сафаров Я.И. Повышение эффективности бурения нефтяных и газовых скважин в осложненных условиях. – Баку: САДА, 2000, 240 с.
4. Сафаров Я.И., Исмаилов Ш.И. Мүрəккəб şəraitdə neft və qaz quyularının qazma texnologiyasının təkmilləşdirilməsi. – Bakı: SƏDA, 2001, 182 s.

#### К вопросу гидродинамических основ проводки скважин

Т.Ш. Салаватов, Я.И. Сафаров, Э.Т. Исмаилов, Г.Ш. Асадова

В процессе бурения наблюдаются различные виды осложнений, связанные с гидроразрывом пласта. На ликвидацию этих осложнений тратится много времени и средств. Поэтому в статье рассматривается теория о гидродинамической основе проводки скважин в осложненных условиях, созданная академиком А.Х. Мирзаджанзаде. Предлагается исследование метода определения давления гидроразрыва пласта. Данный метод в настоящее время широко используется в науке и производстве.

**Ключевые слова:** гидроразрыв пласта, осложнения, градиент давления.

#### To the issue of the hydrodynamic fundamentals of well drilling

T.Sh. Salavatov, Y.I. Safarov, E.T. Ismayilov, G.Sh. Asadova

During the drilling process various complications associated with hydraulic fracturing occur. A lot of time and money are spent on the elimination of these complications. Therefore, the article reviews the theory of hydrodynamic basis of well drilling in complicated conditions, created by Academician A.Kh. Mirzajanzade. A study of the method for the specification of hydraulic fracturing pressure is proposed. This method is currently widely used in science and industry.

**Keywords:** hydraulic fracturing, complications, pressure gradient.