

## Osmos təzyiqini quyu divarına yönəltməklə süxur hissəciklərinin tökülməsinin qarşısının alınması

C.S. Axundov, t.e.n., T.E. Quluzadə

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

e-mail: tural.quluzadeh@gmail.com

**Açar sözlər:** süzülmə, "gil-şlam yastığı", diffuziya, osmos təzyiqi, kinetik enerji, qatlıq.

DOI.10.37474/0365-8554/2020-5-26-29

Предотвращение осыпания частиц пород путем направленного осмотического давления на стенку скважины

Дж.С. Ахундов, к.т.н., Т.Э. Гулузadə  
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

**Ключевые слова:** фильтрация, "глино-шланная подушка", диффузия, осмотическое давление, кинетическая энергия, концентрация.

Стволы скважин, пробуренные для увеличения добычи нефти и газа, иногда происходят аварии, где происходит тектонические нарушения или через хрупкие породы. В это время уменьшение силы молекулярного притяжения между трещиноватости, с пониженной прочностью, отделившимися друг от друга мелкими частицами пород, составляющими стенки скважины и в то же время фильтрация бурового раствора в промежуток фрагментированных частиц пород является причиной непрерывного осыпания частиц пород со стенок скважины в ствол. Непрерывное накопление в стволе скважины частиц пород, которое отрывалось от стенок скважины падает в ствол, является причиной очень трудно разрешаемых осложнений, а иногда возникновения аварий. В результате проведенных исследований было установлено, что осыпание частиц породы со стенок скважины можно предотвратить, направляя осмотическое давление к стенке скважины.

Prevention of rock sloughing via directing osmotic pressure to the well wall

J.S. Akhundov, Cand. in Tech. Sc., T.E. Guluzadeh  
Azerbaijan State University of Oil and Industry

**Keywords:** filtration, "clay-cutting pillow", diffusion, osmotic pressure, kinetic energy, concentration.

The boreholes of the wells drilled for increasing oil and gas production sometimes come across near the zones of tectonic faults or small rocks. The reduction of molecular adhesion between the fractured, poor solidity and moved away small rock particles comprising well wall and drilling mud filtration in the intervals of fragmented particles at the same time is the reason for constant sloughing of rock particles from the well wall into the borehole. The rock particles separated from well wall and falling into the wellbore are continuously accumulated in the wellbore, which is the reason for intractable complications and sometimes failure occurrence. As a result of conducted studies, it has been defined that sloughing of rock particles from well walls may be prevented directing osmotic pressure to the well wall.

Neft-qaz quyularının qazılması təcrübəsində quyu divarından fasiləsiz olaraq süxur hissəciklərinin tökülməsi, ucması və süxurların şişməsi nəticəsində quyu lüləsinin daralmasına tez-tez rast gəlinir. Qazılan quyu lüləsi tektonik pozğunluq baş vermiş sahə və kövrək süxurlara rast gəldikdə qazma məhlulunun süxurlara süzülməsi onların möhkəmliyini azaldaraq tökülməsinə səbəb olur. Bu da qazma prosesində quyu lüləsində təhlükəli mürəkkəbləşmələrin yaranması, sonrakı mərhələdə isə quyu lüləsinin ucması və qazma kamərinin quyu lüləsində tutulmasına gətirib çıxarır.

Quyu divarındakı süxurların tökülməsini müxtəssislər müxtəlif səbəblərlə əlaqələndirirlər. Bir qrup müxtəssis tökülmənin səbəbini qazma zamanı geotexnoloji şəraitdə görürək, nazik qatları olan gil təbəqələrinin arasında əz miqdarda qum qatının olması ilə izah edirlər.

V.S. Fedorov və V.S. Baranov göstərmişlər ki, quyu lüləsinə qazan zaman gil laylarına yan təzyiqi azalması nəticəsində (qazma məhlulunun yaratdığı hidrostatik təzyiqdən) quyu divarındakı gil hissəcikləri elastik deformasiyaya uğradığından qazma məhlulundan su gil hissəciklərinin məsələrinə keçərək kapillyar təzyiq yaradır ki, bu səbəbdən quyu divarından gil hissəcikləri quyu lüləsinə tökülür. Onlar uçulmanın baş verməsinin qarşısını almaq üçün krekinq qalıqları ilə qarşılıqlı gilli məhlul emulsiyalarından istifadə etməyi tövsiyə etmişdir. Bu zaman emulsiyanı stabiləşdirmək üçün ona asid ol əlavə olunur. Bir çox yerli və xarici müxtəssislərin quyu divarından gilli süxur hissəciklərinin tökülməsinin öyrənilməsi istiqamətində aparılan tədqiqat işləri, onların gəldikləri nəticələr və quyu divarından süxur hissəciklərinin tökülməsinin aradan qaldırılması tədbirləri dərin neft-qaz quyularının qazılmasında kifayət qədər effekt vermir [1].

Quyu divarından süxurların tökülməsi sürətli olduqda və qazmanın mexaniki sürəti artıqda quyudibində toplanmış "gil-şlam yastığı" gətdikcə qatulaşır və qazma kamərinin aşağı hissəsində (QKAH) "porşen" şəklində olub quyudakı məhlul cərəyanı ilə quyunun həlqəvi fəzasına yuxarı qalxmağa başlayır. Bu zaman "gil-şlam yastığı" lülə divarındakı gil hissəcikləri və divardan yaranmış gil qabığı özündə birləşdirərək daha da möhkəmlənir ki, bu da manifold xəttində işçi təzyiqi qalxması və alətin qaldırılması zamanı dartılmaları müşahidə olunur. Baş verən dartılmanı ləğv etmək üçün quyudan qazma kamərinin qaldırılması dayandırılır. Quyu lüləsində qazma məhlulunun reoloji parametrləri tənzimlənərək yuma aparılır və qazma kamərinə aşağı-yuxarı hərəkət etdirilməklə, qazma kamərinin rotorla böyük dövrəli sayı ilə fırlatmaqla QKAH-da toplanmış "gil-şlam yastığı" dağılır, işçi təzyiqini qiymətə azalaraq nominal qiymətə altdıqdan sonra quyudan qazma kaməri qaldırılır. Belə halda qazma kamərinin quyu lüləsindən böyük dartılmaları yuxarı qaldırmaq mümkündür. Əksər hallarda quyuda yuma aparılan zaman QKAH-da toplanmış və uzunluğu 50–60 m, diametri isə quyu diametridə olan gil-palçıq qarışıqlı kirkəc qazma məhlulunun cərəyanı ilə yer üzünə qaldırılır. Bu kirkəcin nov sistemindən təmizlənməsi çox fiziki zohmat tələb etməklə yanaşı, xeyli qazma məhlulu itiksinə səbəb olur. Bəzi hallarda qazma məhlulu cərəyanı ilə yuxarı hərəkət edən gil-şlam birləşməsindən ibarət olan "porşen" həcm və qatılığı artıraraq kritik həddə çatdıqda quyunun həlqəvi fəzasında parçimləyir. Bu zaman quyuda məhlul cərəyanı kəsilir və manifold xəttində işçi təzyiq maksimal qiymətə çatdığından lülədə hidravlik yarılma baş verir. Quyu lüləsində hidravlik yarılma baş vermədiyi halda, manifold xəttindəki təzyiq maksimal təzyiqə çatdığından qazma nasosu xəttində olan qoruyucu membran dağılır və nəticədə qazma kaməri quyu lüləsində tutularaq qəza halı yaranır [2].

Quyu divarından süxurların tökülməsi quyu lüləsinin diametrinin artmasına səbəb olduğundan kəha yaranmış intervalda həlqəvi fəzada qazma məhlulunun qalxma sürəti azalır, quyudibində nisbətən böyük həcmdə olan şamlar kəhadə toplanaraq təhlükə yaradır, qazma kamərinin quyu lüləsində əyləclər qırılmasına şərait yaranır və quyuda aparılan sementləmə işləri mürəkkəbləşir.

Bəzi hallarda isə qazma kamərinə qaldırılacaq quyuya endirdikdə quyu lüləsinin süxur qırıntıları toplanmış dərinliklərində qazma kaməri oturur. Belə halda quyu lüləsində təkrar işləmə

aparılır. Təkrar işləmə intervalı böyük olduqda əlavə mürəkkəbləşmələr və qazalar yaranır [3].

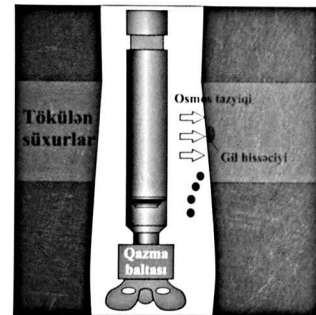
Quyuların qazılması praktikasında quyu lüləsinə fasiləsiz olaraq süxur hissəciklərinin tökülməsi və quyu divarı ucmasının qarşısının alınması üçün aşağıdakı tədbirlər həyata keçirilir:

- inhibirləşdirilmiş qazma məhlulundan istifadə olunur;
- qazma məhlulunun reoloji parametrləri tənzimləyir, su vermə və SSG-i azaldılır;
- quyu divarına düşən təzyiqi artırmaq məqsədilə qazma məhlulunun sıxlığı artırılır və s.

Qazma məhlulunun sıxlığını artırmaq üçün istifadə olunan ağırlaşdırıcılar onun reoloji parametrlərini pisləşdirir. Reoloji parametrlərin bərpa edilməsi üçün qazma məhluluna kimyəvi reagentlər qarşılıqlıdır. Nəticədə qazmanın mexaniki sürəti, baltanın gedişi azalır və qazma məhluluna əlavə olaraq qarşılıqlı ağırlaşdırıcı materialın, kimyəvi reagentlərin miqdarı artdığından qazmanın maya dəyəri artmış olur. Qazma məhlulunun sıxlığını artırmaqda quyu divarından tökülən süxurlara əks təzyiq yaradılmasından əvəz keçdikdən sonra süxur hissəciklərinin tökülməsinin sürəti əvvəlkinə nisbətən xeyli çoxalır [3].

Göründüyü kimi, quyu divarından süxurların tökülməsi quyuda ciddi problemlər yaradır. Buna görə də, müasir dövrdə quyu divarının tökülməsinin qarşısının alınması problemi dərin quyuların qazılmasında həllini gözləyən aktual problemlərdəndir.

Tektonik pozğunluğa uğrayaraq parçalanmış və kövrək süxurların hissəcikləri arasında molekulyar cazibə qüvvəsi az olduqdan, onların



Qazma zamanı süxurların tökülməsinin qarşısını almaq üçün osmos təzyiqinin quyu divarına yönəldilməsi

qazılması zamanı qazma məhlulunun quyu lüləsi divarındakı süxurlar hissəciklərinin məsələlərinə süzülməsi nəticəsində onların arasında məsafə (cazibə radiusu) artır. Bundan sonra süxur hissəcikləri arasındakı molekulyar cazibə qüvvəsi daha da azalır və onların quyu lüləsinə tökülməsi baş verir.

Quyu divarından süxur hissəciklərinin tökülməsi və çuması müşahidə olunan zaman quyu divarına osmos təzyiqini yönəltməklə süxur hissəciklərinin lüləyə tökülməsinin qarşısını tamamilə almaq mümkün olur (şəkil).

Osmos təzyiqinin quyu divarında yaratdığı kinetik enerji hissəciklər arasında azalmış potensial enerjiddən çox olduqda quyu divarından süxur hissəciklərinin tökülməsi dayanır.

İonların irəliləmə hərəkətinin tam orta kinetik enerjisi aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\bar{E}_k = NE_k = \frac{3m}{2M} kN_A T = \frac{3m}{2M} RT = \frac{3}{2} vRT,$$

burada  $R$  – universal ion sabitidir;  $R = kN_A = 8.31 \text{ C/mol} \cdot \text{K}$ ;  $N$  – ionların sayı;  $N_A$  – Avogadro sabiti;  $N_A = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ;  $v$  – maddə miqdarı;  $v = N/N_A$ ;  $T$  – temperatur,  $K$ ;  $M$  – molyar kütlədir,  $g/mol$ .  $M = nN_A$ .

Quyu divarında toplanaraq lay istiqamətində təsir edən və qiyməti ion qatılığının asılı olan yüksək osmos təzyiqinin təsiri nəticəsində (yaranan kinetik enerjinin təsirinə) aralarındakı potensial enerjisi azalmış süxur hissəcikləri başlanğıc formasını dəyişmiş, daha doğrusu quyu lüləsinə tökülmür. Quyu lüləsinə yaradılan və quyu divarı istiqamətində təsir edən osmos təzyiqi kationların toplanmış konsentrasiyası və mütləq temperaturla düz mütənاسب olub aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$P = nkT = \frac{\rho RT}{M} = \frac{2}{3} E_k n,$$

burada  $\rho = N/V$  – quyu divarındakı süxur hissəcici arxasında toplanaraq osmos təzyiqin yaranan kationların sıxlığı;  $n$  – ionların konsentrasiyası;  $v$  – ion toplanmış məhlulun vahid həcmidir [4, 5].

Dərin neft və qaz quyuları qazılan yataqlarda aparılan təcrübə zamanı quyu divarından süxur hissəcikləri tökülərək yaratdığı mürəkkəbləşmənin qarşısını almaq məqsədilə qazma məhluluna ion verici maddələr qarışdırmaqla quyu lüləsinə yaradılan osmos təzyiqini quyu divarına yönəltmək mümkündür. Təcrübə aparılan quyularda qazmanın mexaniki sürəti azalmamış və quyunun qazılmasında əlavə ağırlaşdırıcı maddə, kimyə-

vi reagentdən istifadə olunmadığından qazmanın maye dayarında bahalaşma müşahidə olunmamışdır. Bulla-dəniz yatağında 26, 29, Tərsdollar yatağında 102, Cəfərli yatağında 34 və s. qazılan quyularda aparılan tədqiqat zamanı sönmüş əhəng, gips, kaustik sodadan ion verici maddə kimi istifadə olunmuşdur. Süxur hissəcikləri tökülən layların dərinlikləri artıqca ion konsentrasiyasını artırmaqla osmos təzyiqinin artırılması tələbatı müşahidə olunmuşdur. Bulla-dəniz yatağında 26 və 29 №-li quyularda tökülmə baş verən intervalları qazılması zamanı qazma məhluluna gips əlavə etməklə, məhlulda  $Ca^{2+}$  ionlarının konsentrasiyasını 1200 mq/l-ə qaldırıqdan sonra süxurların tökülməsi dayanmışdır. Tərsdollar 102 №-li quyuda 1980–2020 m dərinlikdə təkrar işləmə yolu ilə qazma alotinin aşağı buraxılması qazma məhlulunun içərisindəki kalsium ionlarının miqdarını 300–350 mq/l-ə qaldırıldıqdan sonra mümkün olmuşdur. Quyu layı dərinliyinə qazılaraq 168 mm diametrlə istismar kəməri endirilmişdir. Cəfərli yatağında dərinliyi 3435 m olan 34 №-li quyuda quyu divarının tökülməsinin qarşısı gillə məhlulün tərkibində kalsium ionlarının miqdarını 450 mq/l-dən çox saxlamaqla alınmışdır və s. Quyu divarına osmos təzyiqi yönəldildikdən sonra quyu divarından süxur hissəciklərinin tökülməsi baş verməmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, ayrı-ayrı yataqlarda qazma məhlulunda ion konsentrasiyası müxtəlif olur. Bu səbəbdən quyu lüləsinə süxur hissəcikləri tökülməyə başladığıda məhlulda ion konsentrasiyası yavaş-yavaş artıraraq tökülmənin qarşısı alındıqda onun optimal həddi müəyyən edilir.

(2) düsturuna əsasən aparılan hesablamaya nəticəsində qazma məhlulundakı ion konsentrasiyası və süxur hissəcikləri tökülən laydakı temperaturda hissəcikləri tökülən laya yönəldilən osmos təzyiqinin qiyməti cədvəldə verilmişdir.

Cəfərli, Qalmaz və Məmmədli yataqlarında kalsium ionları ilə zənginləşdirilməmiş qazma məhlulu ilə qazılan quyu lülələrində, kəha ölçən elektrik cihazı ilə müəyyən edilmişdir ki, qoruyucu kəmərlə bağlanılmamış quyu lüləsinin 14–49 %-də kəhalar əmələ gəlmişdir. Qazılması 215.9 mm diametrlə üçşarəşəklə balta ilə aparılan quyu lüləsinə əmələ gəlmiş kəhaların orta dərinliyi 336 mm-dir. Hesablamaya göstərir ki, tökülmə nəticəsində quyudan çıxan süxurun həcmi, qazma zamanı çıxarılan süxurun həcmi 40–50 % çoxalır. Qazma məhlulunu kalsium ionları ilə zənginləşdirməklə quyu divarından süxur hissəciklərinin tökülməsinin qarşısını almaqla silindrik quyu lülə-

Qazma məhlulunda olan ion konsentrasiyası, mq/l	Quyu lüləsinə süxur hissəcikləri tökülən layın temperaturu, °C və bənzir temperaturda osmos təzyiqinin qiyməti, MPa			
	60	90	100	120
300	2.1	2.2	2.3	2.5
500	3.5	3.7	3.8	4.2
800	5.6	5.9	6.1	6.7
1200	8.4	8.9	9.2	10.1

si əldə olunur.

Qazma zamanı qazma məhlulunun tərkibinə əlavə olunan ionlar qazılması quyu lüləsindəki keçirici və məsələli laylara nüfuz edir. Nəticədə onun tərkibindəki ionların konsentrasiyası azalır və bu da laya istiqamətləndirilmiş osmos təzyiqini azaldır. Buna görə də, qazma zamanı ionların sayı azaldığından daimi olaraq məhluldakı ionların miqdarını ölçmək və lazım gəldikdə ion verici kimyəvi reagentlər əlavə olunmaqla onların qazma məhlulundakı konsentrasiyasını müəyyən edilmiş optimal konsentrasiyada sabit saxlamaq lazımdır.

#### Nəticə

1. Kövrək və tektonik pozğunluğa uğramış

#### Ədəbiyyat siyahısı

1. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра, 2000, с. 325, 326.
2. Axundov C.S., Həsənov İ.Z. Neft və qaz quyularının qazılması. – Bakı: Günəş-B, 2015, s. 525-527.
3. Aftab Hussain Arain. Theoretical study of osmotic and swelling pressures with experimental investigation of threshold capillary pressure in shales, Norway, 2015, pp. 22-23.
4. Ахундов Дж.С., Гулузاده Т.Е. Устранение осложнений, происходящих от осмотического давления, возникающего в глинистых пластах в стволе скважины // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море, 2019, № 8, с. 14-16.
5. Матвеев А.И. Молекулярная физика. – М.: Высшая школа, 1981, 89 с.

#### References

1. Basarygin Yu.M., Bulatov A.I., Proselkov Yu.M. Oslozhneniya i avarii pri bureni neftyaykh i gazovykh skvazhin. – M.: Nedra, 2000, s. 325, 326.
2. Akhundov J.S., Hesenov I.Z. Neft ve gaz quyularının qazılması. – Bakı: Gunesh-B, 2015, s. 525-527.
3. Aftab Hussain Arain. Theoretical study of osmotic and swelling pressures with experimental investigation of threshold capillary pressure in shales, Norway, 2015, pp. 22-23.
4. Akhundov Dzh.S., Guluzade T.E. Ustraneniye oslozhneniy proishodyashchikh ot osmoticheskogo davleniya, voznikayushchego v glinistykh plastakh v stvole skvazhiny // Stroitel'tvo neftyaykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more, 2019, No 8, s. 14-16.
5. Matveyev A.N. Molekulyarnaya fizika. – M.: Vysshaya shkola, 1981, 89 s.