

Dərin quyuların qazılmasında temperatur amilinin qazma alətinin tutulmasına təsiri

T.Ş. Salavatov, t.e.d.,

Y.I. Səfərov, t.e.n.,

O.I. Qasımov,

V.N. Səmədov, t.e.n.,

M.M. Şirinov

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

e-mail: petrotech@asoil.az

Açar sözlər: quyu, qazma məhlulu, məhlulun temperaturu, alətin tutulması, Coul-Tomson effekti.

Влияние температурного фактора на прихват бурильного инструмента при бурении глубоких скважин

T.Ş. Salavatov, d.t.n., Y.I. Səfərov, k.t.n., O.I. Qasımov, V.N. Səmədov, k.t.n., M.M. Şirinov
Azerbaydžanskiy gosudarstvennyy universitet nefti i promyshlennosti

Ключевые слова: скважина, буровой раствор, температура раствора, прихват инструмента, эффект Джоуля-Томсона.

Для ликвидации прихватов бурильного инструмента одним из перспективных направлений является метод, основанный на применении эффекта Джоуля-Томсона. Суть этого эффекта заключается в том, что разность температур между призабойной зоной пласта и скважиной создает перепад давления, направленного от призабойной зоны в скважину.

Проведенные исследования показывают, что для предотвращения прихватов бурильного инструмента необходимо учитывать влияние многих факторов.

Прихват бурильного инструмента происходит не только под влиянием перепада давления, которое несколько компенсируется противодавлением, связанным с эффектом Джоуля-Томсона. В случае, когда эффект Джоуля-Томсона отсутствует, т.е. при условии $T_{\text{пл}} = T_{\text{св}}$ доминирующую роль играет падение давления. В некоторых случаях результирующее противодавление, связанное с эффектом Джоуля-Томсона, является более значительным, чем перепад давлений, что также приводит к прихвату бурового инструмента.

Таким образом, на основе производственных данных, используя теорию Джоуля-Томсона, можно определить влияние разности температур на прихват бурового инструмента.

Temperature influence on drilling tool sticking while drilling deep wells

T.Sh. Salavatov, Dr. in Tech.Sc., Y.I. Safarov, Cand. in Tech. Sc., O.I. Gasymov, V.N. Samadov, Cand. in Tech. Sc., M.M. Shirinov
Azerbaijan State Oil and Industry University

Keywords: well, drilling mud, mud temperature, tool sticking, Joule-Thomson effect.

One of the prospective directions towards drilling tool sticking elimination is based on Joule-Thomson effect. The essence of it lies in the fact that various temperature parameters among bottomhole zone, formation and well create differential pressure from bottomhole zone to the well.

Carried out investigation show that for the elimination of drilling tool sticking it is necessary to consider the impact of many aspects.

Sticking of drilling tool takes place not only under the influence of pressure difference, which is partially compensated by backpressure, associated with Joule-Thomson effect. In case when there is no Joule-Thomson effect, i.e. $T_{\text{form}} = T_{\text{sw}}$ dominating role belongs to pressure drop. In some cases, resulted backpressure associated with Joule-Thomson effect is more significant than differential pressure, which leads to drilling tool sticking.

Consequently, based on production data using Joule-Thomson theory, it is possible to define the influence of various temperature parameters on drilling tool sticking.

Qazma prosesində qazma alətinin tutulması ən çox yayılmış qəzalardan biridir. Onun aradan qaldırılmasına böyük vəsait və xeyli vaxt sərf olunur.

Hal-hazırda açıq quyu lüləsində hərəkətsiz olan qazma alətinin tutulma səbəbləri haqqında müxtəlif araşdırmalar məlumdur. Boruların quyuda tutulma səbəblərinin dəqiq sistemləşdirilməsi, həmçinin görülən bütün işlərin tədqiqi aparılmış dərin quyuların qazılması şəraitində qazma və tamponaj məhlullarının istilikkeçirmə əmsalı təyin edilmişdir [1].

Çoxsaylı elmi-tədqiqat və təcrübi işlər nəticəsində məlum olmuşdur ki, qazma aləti və qoruyucu kəmərlərin tutulması aşağıdakı səbəblərdən baş verir [1, 2]:

- quyu-lay sistemində məsaməli layla quyudakı hidromexaniki izafi təzyiqin və quyu gövdəsində qazma alətinin müəyyən vaxt ərzində təmasda olması;

- qazma məhlulunun udulması və neft-qazsu təzahürü nəticəsində quyuda hidromexaniki təzyiqin dəyişməsi;

- quyu divarının dayanıqlığının pozulması (tökülmə, uçulma, deformasiya və s.)

- qazma və yaxud endirmə-qaldırma əməliyyatı zamanı gil kippəclərinin yaranması;

- qazma boruları və qoruyucu kəmərlərin quyu gövdəsində olan novlarda pərçimlənməsi;

- quyuya kənar dəmir əşyaların düşməsi;

- işlənmiş baltanı yeniləş əvəz edən zaman endirmə sürətinin yüksək olması;

- quyuda qazma məhlulunun dövrəni dayan-dırılarkən süxur hissəciklərinin çökməsi;

– qazma nasoslarının məhsuldarlığının az olması nəticəsində quyudibi zonada süxur hissəciklərinin qaldırılmasının təmin edilməsi;

– qoruyucu kəmərlərin sementlənməsi və yaxud sement körpüsünün qoyulması zamanı sement məhlulunun vaxtından əvvəl tutuşması;

– qazma vaxtı boruaxçası aralıqda qazma məhlulunun sürətinin aşağı olması və davamlı qazma şəraitinə uyğun yuyulmaması;

– endirmə-qaldırma əməliyyatı zamanı məsaməli layın qarşısında qalın gil qabığının olması;

– qoruyucu kəmərlərin endirilməsi zamanı deformasiyaya uğraması;

– müəyyən texniki səbəblərin yaranması (elektrik cərəyanının kəsilməsi, qaldırıcı mühərrikin sıradan çıxması və yaxud gec işə düşməsi).

Araşdırmalar göstərir ki, qazma alətinin tutulmasının qarşısının alınması üçün qazma zamanı texniki-texnoloji tədbirlərin vaxtında işlənməsi çox önəmlidir.

Beləliklə, demək olmaz ki, alətin tutulması yalnız bir səbəbdən baş verir (misal üçün təzyiqlə düşküsndən). Qazma alətinin tutulma faktorları eyni vaxtda təsir edir, hamısı eyni ehtimallıdır və bunların heç birinə üstünlük vermək olmaz. Bu səbəblərdən bəzisinin bir halda, digərinin isə başqa halda təsiri böyük olur. Neft hövzəsinin effektivliyinin təqribən 50 % olması da bununla izah edilir. Bu səbəbdən qazma alətinin tutulması və aradan qaldırılması üçün işlənən texniki-texnoloji tədbirlər zamanı bütün amillər nəzərə alınmalıdır [3, 4].

Qazma alətinin yalnız quyuyu divarına yapışması istisna olunmaqla digər tutulma səbəbləri idarə oluna bilər. Qazma məhlulunun əsas göstəriciləri tənzimlənməklə onun keyfiyyətinin alətin tutulmasına təsirini aradan qaldırmaq mümkündür.

Quyuyu-lay sistemində izafi təzyiqlər və ya təzyiqlər fərqi Δp , quyuda p_q və layda p_l , idarə olunmaqla tənzimlənir

$$\Delta p = p_q - p_l \quad (1)$$

Coul-Tomson effektinin təbiiqinə əsaslanan mübarizə üsulu ən perspektivli istiqamətlərdən biridir. Belə ki, quyudibi ətrafda lay T_l və quyunun T_q temperaturları fərqi quyudibi ətrafda və quyuda istiqamətlənmiş izafi təzyiqlər yaradır

$$\Delta T = T_l - T_q \quad (2)$$

$$\Delta p = \frac{1}{\alpha} (T_l - T_q), \quad (3)$$

burada α – Coul-Tomson əmsəlidir.

Yuxarıda göstəriləni kimi, idarə olunmayan parametrlər qazma alətinin quyuyu divarına möhkəm yapışması aid edilir.

Qazma borusu ilə quyuyu divarı arasında toxunma sahəsi olduqda qazma alətinin tutulması baş verir. Alətin tutulmasının gücü bir çox amillərlə yanaşı quyuda temperaturdan da asılıdır. Yalnız bu asılılıq haqda heç bir məlumat verilmir [1].

Quyuyu lüləsinin açıq hissəsində hərəkətsiz qalmış qazma borusunun tutulmasının yaranmasına qazma məhlulunun temperaturunun təsirini öyrənmək məqsədilə aparılan tədqiqat işləri göstərir ki, qazma borularının tutulmasına təsir edən çoxlu sayda faktorları nəzərə almaq lazımdır. Belə ki, alət hərəkətsiz olan zaman tutulma yalnız təzyiqlər fərqi ilə yaranır, çünki təzyiqlər fərqi təsiri Coul-Tomson effekti ilə əlaqədar əks təzyiqlə tarazlaşdırılır. Coul-Tomson effekti olmayan halda, yəni $\Delta T = 0$ olduqda əsas rol təzyiqlər fərqi oynayır.

Bir çox hallarda Coul-Tomson effektinin təsiri əlaqədar yaranan əks təzyiqlər, təzyiqlə düşkünlüyə nisbətən $\Delta p = p_l - p_q$ təsirli olur ki, bu da qazma alətinin tutulmasına gətirib çıxarır.

Bəzən qazılmış quyuların məlumatlarının təhlili göstərir ki, bir çox hallarda qazma alətinin tutulması baş verir.

Misal üçün, $\Delta T = T_l - T_q > 0$ halında alınmış, əks təzyiqlər müəyyən qədər çox olmuş və nəticədə quyuda qaz təzahürü yaranmışdır.

Araşdırmalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, Coul-Tomson effektinin təsiri ilə yaranan əks təzyiqlər fərqi nisbətən xeyli yüksəkdir.

$$(p_q - p_l) > \frac{1}{\alpha} (p_l - p_q) \quad (4)$$

Bu halda lay ilə quyuyu arasında yaranan izafi təzyiqlər düşkünlüyü alətin tutulmasına gətirib çıxara bilər.

$$(p_q - p_l) < \frac{1}{\alpha} (p_l - p_q) \quad (5)$$

olarsa, onda lay təzahürü yaranar, quyuyu göv-

dəsinin dayanıqlığı pozular və nəticədə qazma alətinin tutulması baş verə bilər

$$(p_q - p_l) = \frac{1}{\alpha} (p_l - p_q) \quad (6)$$

(6) ifadəsindən görünür ki, təzyiqlə düşkünlük əks təzyiqlə kompensasiya olunur və tutulma Coul-Tomson effekti nəticəsində baş verir.

Təzyiqlə düşkünlük Coul-Tomson effektinin təsiri ilə yaranan əks təzyiqlə tənzimlənir. Bu halda təzyiqlə düşkünlük qazma alətinin tutulma səbəbi deyil.

Aparılmış araşdırmalara əsasən qeyd etmək olar ki, təzyiqlə düşkünlük qazma alətinin tutulmasına səbəb olduqda, onun idarə olunması mümkündür. Bu halda (6) ifadəsinin yerinə yetirilməsi üçün quyuda qazma məhlulunun temperatur rejimi seçilməlidir.

$\Delta T = T_l - T_q$ effektinə müvafiq olaraq, temperatur düşkünlüyü təzyiqlə düşkünlüyün yaranmasına gətirib çıxarır. Misal üçün, ΔT hesabına boruaxçası ətrafda laydan quyuya daxil olan mayenin miqdarı 3.9 %-dən 7.1 %-ə qədər dəyişir. Təcrübə göstərir ki, ΔT -nin artması ilə 15–30 dəq. ərzində quyuda qazma məhlulunun həcmini artır və sonra stabilləşir.

Coul-Tomson effekti nəzərə alınmaqla təzyiqlə düşkünlüyü aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\Delta p = p_q - (p_l - \Delta p_0), \quad (7)$$

$$\Delta p_0 = \frac{1}{\alpha} (T_l - T_q) \quad (8)$$

və ya

$$\Delta p = p_q - \left[p_l + \frac{1}{\alpha} (T_l - T_q) \right] \quad (9)$$

Deməli, quyuda və ya quyuyağzında qazma məhlulunun temperaturu idarə edilməklə $\Delta p = 0$ halını almaq olar, yəni təzyiqlə düşkünlüyün tutulmaya təsirini aradan qaldırmaq mümkündür.

Məlumdur ki, qazma məhlulunun temperaturu quyuda aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$T_q = T_l - \alpha(p_q - p_l) \quad (10)$$

Dərinliyi 3000 m olan quyuyu üçün quyuyağzı və quyudibi temperaturları arasında əlaqə kifayət qədər dəqiqliklə aşağıdakı düsturla ifadə oluna bilər

$$T_q = AT_{q.a.} + BT_l + C, \quad (11)$$

burada A, B, C – quyuyu konstruksiyasından və qazma məhlulunun parametrlər göstəricilərinin dəyişməsindən asılı olan əmsəllərdir.

Quyuyağzı temperaturu (10) və (11) ifadələrinin birgə həllindən təyin olunur, bu da temperaturları fərqi ilə yaranan tutulma ehtimalının olmasını sübut etməyə imkan verir.

Beləliklə, məqalədə qazma alətinin tutulmasına temperatur amilinin təsiri mədən məlumatları və Coul-Tomson nəzəriyyəsi ilə istifadə edilməklə müəyyən edilmişdir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Козловский Е.А. Справочник инженера по бурению разведочных скважин. – М.: Недра, 1984, 559 с.
2. Соловьев Н.В. Бурение разведочных скважин. – М.: Высшая школа, 2007, 904 с.
3. Мамедтагизаде А.М., Сафаров Я.И., Даас Моаоа Махмуд, Асадова Г.Ш. К вопросу определения теплопроводности буровых и цементных растворов при бурении геотермальных скважин // Известия высших учебных заведений Азербайджана, 2012, № 58, с. 33-37.
4. Мамедтагизаде А.М., Сафаров Я.И., Кузнецов В.А., Даас Моаоа Махмуд. Повышение производительности геотермальных скважин с использованием технологии многостороннего бурения // Известия высших учебных заведений Азербайджана, 2014, № 4 (86), с. 39-48.

References

1. Kozlovskiy E.A. Spravochnik inzhenera po bureniu razvedochnykh skvazhin. – M.: Nedra, 1984, 559 p.
2. Solov'yov N.B. Burenie razvedochnykh skvazhin. – M.: Vysshaya shkola, 2007, 904 p.
3. Mamedtagizade A.M., Safarov Ya.I., Daas Moaaoa Mahmud, Asadova G.Sh. K voprosu opredelenia teploprovodnosti burovyykh i tsementnykh rastvorov pri burenii geotermalnykh skvazhin // Izvestia vysshykh uchebnykh zavedeniy Azerbaidzhana, 2012, No. 58, pp. 33-37.
4. Mamedtagizade A.M., Safarov Ya.I., Kuznetsov V.A., Daas Moaaoa Mahmud. Povyshenie proizvoditelnosti geotermalnykh skvazhin s ispol'zovaniem tekhnologii mnogostoronnego burenia // Izvestia vysshykh uchebnykh zavedeniy Azerbaidzhana, 2014, No. 4 (86), pp. 39-48.