

Qazma zamanı elastik dalğaların yayılma sürətinin təyin edilməsi

F.A. Axundov, t.e.n.,
M.G. Gülməmmədov
Neft və Qaz İnstitutu

e-mail: fataliaxundov@gmail.com

Açar sözlər: neft-qaz quyularının qazılması, quyuda udulma, qazma məhlulunun qismən itkisi, qazma məhlulunun katastrofik udulması, elastik dalğa, təzyiqlik impulsunun yayılma sürəti, qazma boruları, həlqəvi fəza, qazma nasosu, sərfölçən.

DOI.10.37474/0365-8554/2021-9-20-23

Определение скорости распространения упругих волн в процессе бурения

Ф.А. Ахундов, к.т.н., М.Г. Гюльмамедов
Институт нефти и газа

Ключевые слова: бурение нефтяных и газовых скважин, поглощение в скважине, катастрофическое поглощение бурового раствора, упругая волна, скорость распространения импульса давления, колонна бурильных труб, затрубное пространство, буровой насос, расходомер.

В процессе бурения скважины, а также при выполнении технологических операций возникают различные осложнения (затяжки, посадки бурильного инструмента, поглощения бурового раствора и т.д.), точное определение местоположения которых вызывает определенные трудности в работе буровиков.

Анализ научно-технической литературы по этому важному вопросу показал, что они не позволяют выявить влияние изменения импульса давления бурового раствора для условий скважины.

Учитывая это, для точного определения глубины (местоположения) возникшего осложнения необходимо в условиях скважины определять значения скорости распространения упругой волны отдельно в бурильных трубах и кольцевом пространстве бурящейся скважины.

В статье приведены соответствующие зависимости для определения скорости распространения упругой волны в трубах и кольцевом пространстве бурящейся скважины.

Specification of transmission speed for elastic waves in drilling process

F.A. Akhundov, Cand. in Tech. Sc., M.G. Gulmammadov
Institute for Oil and Gas

Keywords: the drilling of oil and gas wells, adsorption in the well, disastrous loss circulation, elastic wave, propagation rate of pressure pulse, drilling string, annular space, drill pump, flowmeter.

In the drilling process, as well as while conducting technological operations several complications (tensions, setting the drilling tool, drilling mud loss etc.), the accurate locations of which are hard to be specified by the drillers, occur.

The analysis of scientific-technical references on this significant issue justified that these complications do not enable to reveal the effect of pressure pulse change of the drilling mud for well conditions.

In this view, for the accurate definition of the depth (location) of occurred complication, it is necessary to specify the value of propagation rate of elastic wave in the drilling pipes, as well as in the annulus of drilling well.

The paper presents corresponding dependencies for the specification of propagation speed of elastic wave in the pipes and in the annular space of the drilling well.

Məsələnin qoyuluşu

Quyuların qazılması zamanı texnoloji əməliyyatları aparılarkən təyin olunması vacib olan parametrlərdən biri qazma məhlulunun yaratdığı (qazma, qazma kəmərinin endirmə-qaldırma əməliyyatları və s. aparılan zaman) elastik dalğaların yayılma sürətidir.

Təzyiqlik yaradan dalğanın tədricən yayılmasının

təyin edilməsi üçün kəmərin bir ucundan o biri ucu kimi təzyiqlik yayılma vaxtı ölçülür [1].

Pyezometrik əmsal & çətin təyin olunduğuna görə təqdim olunan düsturlar qazma zamanı nə boruda, nə də həlqəvi fəzada elastik dalğaların yayılmasının təyin edilməsinə imkan vermir.

Təhlil olunan işdə donmuş neft olan kəmərdə ya-

ranan təzyiqlik qiymətlərinin təyin olunması məsələsi araşdırılıb [2]. Bərkiyən neftdə təzyiqlik yayılması müəyyən vaxt ərzində təyin edilir. Bu işin əsas nöqsanı ondan ibarətdir ki, təcrübələr əsasında alınan düsturlar böyük olduğuna görə bilavasitə quyuda dalğaların yayılma sürətini tez təyin etməyə imkan vermir.

Başqa təhlil olunan işdə göstərilir ki, quyuda elastik dalğanın yayılma sürətinin təyini yaranan impulsun iki dəfə yolun keçməsinə sərf olunan vaxtın təyin edilməsi ilə mümkün olur [3]. Lakin göstərmək lazımdır ki, alınan exoqramda çoxsaylı rəqslər qeyd olunur ona görə ki, alınan səs dalğası həm boruların çatlarından, həm də məhlulun səviyyəsi və reperdən təkrar qaytarılır.

Göstərilən rəqslər exoqramların oxunmasını xeyli çətinləşdirir. Bunların aradan qaldırılması üçün exolot ilə səviyyənin çoxsaylı ölçülməsini aparmaq lazım olur və bir neçə exoqramın bir-birilə müqayisəsi ona görə lazımdır ki, təsadüfi maneələr aradan qaldırılsın. Bu isə kifayət etməyən dəqiqliyi və bundan əlavə üsulun çox çətin olduğunu göstərir, ona görə ki, reperin yerləşdirilməsi çox mürəkkəb əməliyyat olaraq qazma (nasos-kompresor boruları) kəmərinin qaldırılma və endirilməsilə əlaqədardır.

Təqdim olunmuş işdə filtrasiya metodlarına baxılıb və ölçülən kəmiyyətlərin xarakterindən asılı olaraq iki hidrodinamik üsula ayrılır: debit ölçmə və sərfölçmə [4]. Sərfölçmə üsulunun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, quyuya vurulan Q_1 və quyudan quyuağzına çıxan Q_2 yuyucu qazma məhlulunun arasında olan fərqi qiymətləri araskəsilməz olaraq qeyd olunur.

Sərfölçmə üsulunun mahiyyəti ehtiyat tutumlarında qazma məhlulunun həcmi fasiləsiz olaraq təyin etməkdən ibarətdir. Bu üsulların nöqsanları ölçülən parametrlərin kifayət qədər effektivliyə malik olmalarıdır.

Həmin işdə təzyiqlik görə karotaj metoduna baxılıb. O, quyunun dayığında yerləşən manometr cihazında təzyiqlik fasiləsiz olaraq qeyd olunmasından ibarətdir [4]. Lakin bu üsulun nöqsanı onun effektiv olmamasını göstərir, ona görə ki, ölçülən təzyiqlik qiymətləri böyük xəta verir. Bu isə qazma borularında və həlqəvi fəzada elastik dalğaların yayılma sürətinin təsiri nəzərə alınmadığına mükündür.

Bundan əlavə digər üsul quyuağzında təzyiqlik impulsunun yaradılmasından və quyuyünləsilə quyudibinə kimi yayılmasının davam etdirilməsinin ölçülməsindən ibarətdir [5]. Biz hesab edirik ki, bu üsulun əsas çatışmazlıqları quyuağzında zərbə dalğasının impuls yaradılması üçün xüsusi qurğuların olması və bundan sonra quyuyünləsində əlavə əməliyyatların

aparılməsi zəruriyyətinin ortaya çıxmasıdır.

Geofiziki tədqiqatlarla aid olan işlərə baxılıb və akustik metodun istifadə edilməsi təklif olunub [6]. Bu üsulun əsasında qazılan quyuda elastik dalğaların yayılma və sönmə sürətlərinin dəyişməsinin asılılığı göstərilir.

Bu işin əsas nöqsanı ondan ibarətdir ki, qazılan quyuda qazma boruları və həlqəvi fəzada elastik dalğaların yayılmasının dəyişməsinə və onların təyin edilməsinə baxılmayıb.

Qazma zamanı aparılan işlərə nəzarət sistemi mövcuddur. Belə ki, qazma zamanı alətin tutulması, quyuda təzahürün baş verməsi və s. problemlər nəzarət cihazlarının köməyiylə asanlıqla aşkar edilə bilər [7, 8]. Lakin baş verən hər hansı mürəkkəbləşmənin yerinin dəqiq təyin edilməsi üçün həm qazma borularında, həm də boruarxası fəzada elastik dalğaların yayılması qeydə alınır. Bu isə mürəkkəbləşmələrin yerinin təyin edilməsində böyük xətalara səbəb olur.

Məqalədə maneələrin əsas qruplarına baxılıb və onlar da qazma zamanı siqnalın verilməsinə quyudibi parametrlərin kontrolu üçün telemetrik sistemlərin işləməsinə öz təsirini göstərir [9]. Ayrıca olaraq müntəzəm maneələr qazma nasosları və qazma alətinin bir qaydada işləməməsi, təsadüfi səslərin yaranması ilə əlaqədar bir səbəb kimi göstərilir.

Bundan əlavə, quyuda və eləcə də quyuyaxınlığı fəzada elastik dalğaların yayılması məsələsinə baxılıb [10]. Təyin olunub ki, dalğanın intensiv olaraq quyuyünləsində yayılması Stounlı dalğasının intensivliyindən çox kiçikdir və vaxt intervalı ərzində mövcudluğu o qədər də çox deyil (bir perioddan az olaraq) və onu əsas dalğa paketində təyin etmək mümkün olmur.

Digər işdə silindrik olmayan izotrop süxurlarda kross-dipol keçirməyən modelləşdirməsinə görə spektral elementlərin istifadə edilməsinin imkanları təqdim olunur [11]. Lakin bu işdə də qazma zamanı elastik dalğaların yayılma sürəti qazma borularında və həlqəvi fəzada təyin edilmir.

Mürəkkəbləşmələrin yaranma faktının təyin edilməsi üçün xüsusi elektron avadanlıqla təchiz olunmuş stansiyalar məlumdur [7, 8]. Bu zaman təzyiqlik qiymətləri həm quyuyünləsində, həm də onun çıxışında qeyd olunur və buna görə xətalann yaranması mümkündür. Bundan əlavə, adı çəkilən stansiyalar qiymətinə və onlara qulluq etməsinə görə çox baha olduğu üçün hər qazılan quyuda, həmçinin Azərbaycanın quru sahələrində onların qurulması maliyyə cəhətdən sərfəli deyil. Buna görə elastik dalğalar həm qazma borularında və həm də həlqəvi fəzada təyin olunmalıdır. Lakin bundan sonra məlum düsturlardan istifadə etməklə baş vermiş mürəkkəb-

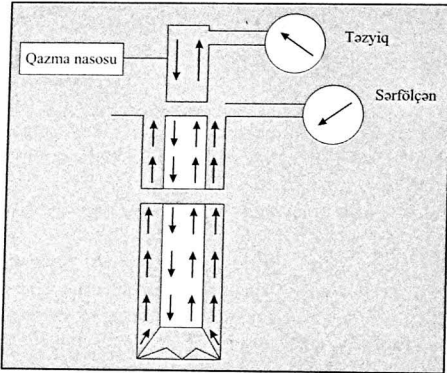
ləşmələrin yeri (məhlulun udulması və s.) müəyyən edilə bilər.

Tədqiqatların məqsədi

Qeyd olunanları nəzərə alaraq qazılan quyuda qazma borularında və həlqəvi fəzada ayrı-ayrı olmaqla elastik dalğanın yayılma sürətinin təyin edilməsi təklif edilir.

Tədqiqatların nəticələri

Qazma nasosunu işə salan zaman təzyiğin sıçrayışı baş verir və təzyiq ölçən cihazla (quyu dayaqında qoyulan manometrlə) ölçülür, qazma boruları ilə bu impuls quyudibinə kimi yayılır və oradan əks olunaraq təzyiq quyuağzına kimi iki istiqamətdə qayıdır (şəkil).



Qazma nasosunun işləməsi zamanı elastik dalğaların sürətinin borularda və həlqəvi fəzada yayılması sxemi

– qazma boruları ilə qazma nasosuna qədər və orada təzyiq cihazı ilə qeyd olunur;

– həlqəvi fəzadan quyu çıxışına kimi və oradan sərfölçən cihazla qazma məhlulunun axınının başlanğıcına kimi qeyd olunur.

Təzyiğin iki dəfə dəyişməsi ilə və qazma məhlulunun axınının başlanğıcına qədər ölçülən vaxtlar arasında olan fərqi nəzərə almaqla həm qazma borularında, həm də həlqəvi fəzada elastik dalğaların yayılma sürətlərini aşağıda göstərilən düsturlarla təyin etmək mümkündür:

$$C_{boru} = \frac{2H}{T_2 - T_1}, \quad (1)$$

$$C_{h.f} = \frac{2H}{2(T_3 - T_1) - (T_2 - T_1)}, \quad (2)$$

burada H – quyunun dərinliyi; $T_2 - T_1$ – impuls tərəfindən yaradılan təzyiğin iki dəfə dəyişməsi arasında olan müddət; $T_3 - T_1$ – impuls tərəfindən yaradılan təzyiğin quyu dayaqında qeyd olunması və qazma məhlulunun quyu çıxışında axınının başlanğıcına qədər aralarında olan vaxt fərqi.

Bundan sonra qazma məhlulunun udulma dərinliyi məlum olan düsturlarla təyin edilir

$$h = \frac{H \left(1 + \frac{C_b}{C_{br}} \right) - (T_2 - T_1) C_b}{2}. \quad (3)$$

Qazma məhlulunun udulmasının ləğvi üçün onun yeri təyin olunmalıdır. Bu yerin təyin olunmasından ötrü məlum olan üsullar, əsasən quyudan qazma kəmərinin qaldırılması, elastik dalğaların yayılma sürətinin təyin edilməsi üçün təkrar qazma kəmərinə quyuya buraxılması əməliyyatının aparılmasını nəzərdə tutur. Əməliyyatlar çox vaxt tələb edir və dərinliyin 4000 m olan bir quyu üçün təxminən 30–40 saat təşkil edir. Qazma məhlulunun udulması baş verdiyi halda onun ləğvi üçün daha da çox vaxt sərf oluna bilər.

Beləliklə, mədən məlumatlarına uyğun olaraq Balaxanı sahəsində qazılmış 4025 №-li quyunun dərinliyi $H=2300$ m olanda qazma kəmərinin endirilməsi vaxtı qazma məhlulunun udulması baş verib. Udulma baş verdiyi yerinin təyin olunması üçün qazma nasosunun işləmə vaxtı ölçülür: $T_2 = 8.3$ s, $T_1 = 5.2$ s, $T_3 = 10.8$ s. Sonra (1) və (2) düsturlarından $C_b = 1484$ m/s, $C_{h.f} = 567$ m/s tapılır və baş verməmiş qazma məhlulunun udulması dərinliyi (3) düsturu ilə hesablanır və $h = 1845$ m müəyyən edilir.

Bu dərinlikdə qazma kəmərinin endirilməsi vaxtı qazma məhlulunun udulması baş verib.

Qeyd etmək lazımdır ki, elastik dalğaların borularda və həlqəvi fəzada yayılma sürətinin təyin edilməsi üçün tərəfimizdən avtomatik qurğu ixtira edilib və hazırlanıb [9].

Nəticə

Qazma zamanı qazma boruları və həlqəvi fəzada elastik dalğanın yayılma sürətinin təyin olunması nəticəsində quyuda baş verən qazma məhlulunun udulmasının yerinin qeyd edilməsi mümkündür.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Абузова Ф.Ф., Абрамзон Л.С. Распространение давления в трубопроводе с застывшей нефтью или нефтепродуктом // Нефтяное хозяйство, 1988, № 3, с. 64-67.
2. Абузова Ф.Ф., Абрамзон Л.С. Приближенный метод расчета распространения давления в трубопроводе с застывшей нефтью // Нефтяное хозяйство, 1988, № 5, с. 55-57.
3. Исакович Р.Я. Технологические измерения и приборы. – М.: Недра, 1989, 320 с.
4. А.с.648720 (СССР) Устройство для контроля количества газа в промывочной жидкости / С.А.Альперович, В.П.Варламов, А.М. Ясашин и др., 1991.
5. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Закачивание скважин. – М.: Недра, 2000, 669 с.
6. Azar С.С. Qazma mühəndisliyi. – Bakı: Elm, 2007, 490 s.
7. Косков В.Н. Геофизические исследования скважин. – М.: Недра, 122 с.
8. Геолого-технологические исследования в процессе бурения. – М.: Нефть и газ, 1997, 688 с.
9. Вольгемит Э.А., Греков С.В. Разработка основ телеметрической системы контроля забойных параметров в процессе бурения с гидравлическим каналом связи // Нефтепромысловое дело, 2005, т. 3, с. 55-69.
10. Козьяр В.Ф., Белоконов Д.В., Козьяр Н.В. и др. Акустические исследования в нефтегазовых скважинах – состояние и направления развития. – Москва, 2014, 52 с.
11. Щелик Г.С. Исследование распространения волн в нецилиндрических скважинах в анизотропной породе методом спектральных элементов. – М.: Труды МФТИ, 2014, т. 6, № 3, с. 142-153.
12. А.с.1194072 (СССР) Устройство для приема информации по гидравлическому каналу связи / М.К. Сеид-Рза, Х.Я. Рашидов, Ф.А. Ахундов и др. - ДСП.

References

1. Abuzova F.F., Abramzon L.S. Rasprostranenie davleniya v truboprovode s zastyvshey neftyu ili nefteproduktom // Neftyanoe khozaistvo, 1988, No 3, s. 64-67.
2. Abuzova F.F., Abramzon L.S. Priblizhyonnyy metod raschyota rasprostraneniya davleniya v truboprovode s zastyvshey neftyu // Neftyanoe khozaistvo, 1988, No 5, s. 55-57.
3. Isakovich R.Ya. Tekhnologicheskie izmereniya i pribory. – M.: Nedra, 1989, 320 s.
4. A.s.648720 (SSSR). Ustroistvo dlya kontrolya kolichestva gaza v promyvochnoy zhidkosti / S.A. Al'perovich, V.P. Varlamov, A.M. Yasashin i dr., 1991.
5. Basarygin Yu.M., Bulatov A.I., Proselkov Yu.M. Zakanchivanie skvazhin. – M.: Nedra, 2000, 669 s.
6. Azar J.J. Gazma muhendisliyi. – Bakı: Elm, 2007, 490 s.
7. Koskov V.N. Geofizicheskie issledovaniya skvazhin. – M.: Nedra, 122 s.
8. Geologo-tehnologicheskie issledovaniya v protsesse bureniya. – M.: Neft' i gaz, 1997, 688 s.
9. Vol'gemit E.A., Grekov S.V. Razrabotka osnov telemetricheskoy sistemy kontrolya zaboynykh parametrov v protsesse bureniya s gidravlicheskim kanalom svyazi // Neftpromyslovoe delo, 2005, t. 3, s. 55-69.
10. Kozyar V.F., Belokon' D.V., Kozyar N.V. i dr. Akusticheskie issledovaniya v neftegazovykh skvazhinakh – sostoyanie i napravleniya razvitiya. – Moskva, 2014, 52 s.
11. Shchelik G.S. Issledovanie rasprostraneniya voln v netsilindricheskikh skvazhinakh v anizotropnoy porode metodom spektral'nykh elementov. – M.: Trudy MFTI, 2014, t. 6, No 3, s. 142-153.
12. A.s.1194072 (SSSR). Ustroistvo dlya priyoma informatsii po gidravlicheskomu kanalu svyazi / Seid-Rza M.K., Rashidov Kh.Ya., Akhundov F.A. i dr. – DSP.