

Qazmada istifadə olunan ağırlaşdırıcıların tədqiq olunması və alternativ variantların işlənilməsi

R.M. Zeynalov, t.ü.f.d.,
E.A. Kazimov, t.e.d.,
N.M. Əliyev, t.e.n., Y.X. Rəhimova
"Neftqazelmətdəqiqatlayihə" İnstitutu

Açar sözlər: qazma məhlulu, ağırlaşdırıcı, durulaşdırıcı, reologiya, sürtünmə, fəlakətlər nəzəriyyəsi.

DOI.10.37474/0365-8554/2022-04-17-22

e-mail: Elchin.Kazimov@socar.az

Исследование утяжелителей, применяемых в бурении, и разработка альтернативных решений

R.M. Зейналов, д.ф.т.н., Э.А. Кязымов, д.т.н., Н.М. Алиев, к.т.н., Ю.Х. Рагимова
НИПИнефтегаз

Ключевые слова: буровой раствор, утяжелитель, понизитель вязкости, реология, трение, теория катастроф.

Утяжелители выполняют важные функции при обработке буровых растворов. В статье изложена подробная информация о применяемых утяжелителях, их влиянии на структурно-механические и коллоидно-химические свойства буровых растворов. Проведены исследования по выбору альтернативного утяжелителя взамен барита с целью предотвращения загрязнений пор продуктивных горизонтов. Показано, что после утяжеления буровых растворов карбонатным утяжелителем происходит резкое увеличение вязкости буровых растворов, вследствие чего необходимо введение в состав раствора соответствующего понизителя вязкости. С использованием теории катастрофы, предложенной Рене Томом, изучены и оценены происходящие в буровых растворах процессы. Также изучены процессы трения, после введения в состав буровых растворов карбонатного утяжелителя.

Study of heavier applied in the drilling and the development of alternative solutions

R.M. Zeynalov, PhD in Tech. Sc., E.A. Kazimov, Dr. in Tech. Sc., N.M. Aliyev, Cand. in Tech. Sc., Yu.Kh. Rahimova
"Oil-Gas Scientific Research Project" Institute

Keywords: drilling mud, heavier, viscosity reducer, rheology, friction, catastrophe theory.

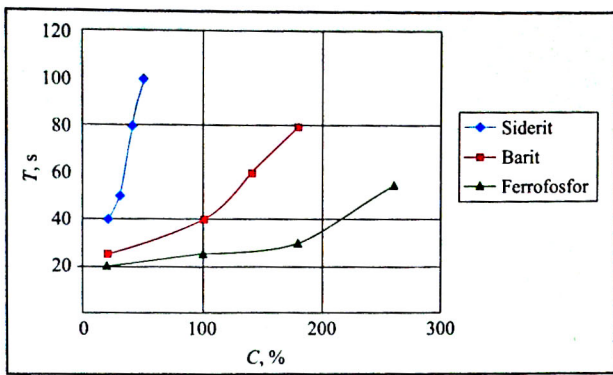
The heavier performs significant functions during the treatment of the drilling mud. The paper presents detailed information on the heavier applied, and their effect on the structural-mechanical and colloidal-chemical properties of the drilling mud types. The studies on the selection of the alternative heavier types instead of barite to prevent pore pollution of productive horizons have been conducted. It is shown that after the weighting of the drilling mud via the carbonate heavier, a sharp increase in the viscosity of the drilling mud appears, as a result of which adding a corresponding viscosity reducer into the mud composition becomes necessary. Using the catastrophe theory suggested by Rene Tom, the processes occurring in the drilling mud have been estimated. The shearing processes after adding the carbonate heavier into the drilling mud composition have been studied as well.

Dərin neft və qaz quyularının qazılması zamanı mürəkkəbləşmələrin baş vermə riskinin azaldılması üçün istifadə olunan qazma məhlulları göstəricilərinin elmi əsaslandırılmalarından xeyli dərəcədə asılıdır. Xüsusilə qazma məhlulu sıxlığının mütəmadi nəzarətdə saxlanması nəticəsində neft-qaz-su təzahürlərinin qarşısının alınması təmin olunur. Qazma məhlulunun sıxlığı həmçinin hidrostatik, hidrodinamik təzyiqlərin idarə olunmasında böyük rola malik olmaqla, gərginlik – deformatsiya vəziyyətindəki dağ süxurlarının dayanıqlığının saxlanması və məhlulun udulmasının qarşısının alınmasında mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Qazma praktikasında bentonit gil tərkibli qazma məhlulları əsasən 1050–1180 kq/m³ sıxlığa malikdir. Gilli süxurların qazılması zamanı kaolinit və hidromika mənşəli gillərin qazma məhlullarına daxil olması nəticəsində sıxlıq 1200–1350 kq/m³, kimyəvi işləmələr hesabına isə 1400–1450 kq/m³ həddinə qədər yüksələ bilər. Daha böyük sıxlıqlı qazma məhlullarının hazırlanmasında isə ağırlaşdırıcılardan istifadə edilir [1, 2].

Ağırlaşdırıcı qismində ağır mineralların üyüdülməsindən yaranan inert toz nəzərdə tutulur. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, qazma məhlulunu səmərəli ağırlaşdırmaq üçün yüksək sıxlıqlı ağırlaşdırıcı materialdan az miqdarda istifadə etmək, xırdadənəli, sərfi yüksək olan kiçik sıxlıqlı inert əlavəyə nisbətən daha məqsəduyğundur (şəkil 1). Bunun başlıca səbəbi onunla izah olunur ki, aşağı sıxlıqlı və keyfiyyətcə zəif çeşidli ağırlaşdırıcının əlavəsi nəticəsində qazma məhlulunda bərk fazanın miqdarı kəskin artır ki, bu da arzuolunmazdır.

Ağırlaşdırıcı seçimi elə aparılmalıdır ki, qazma məhlulu tələb olunan sıxlığa nail olunan za-

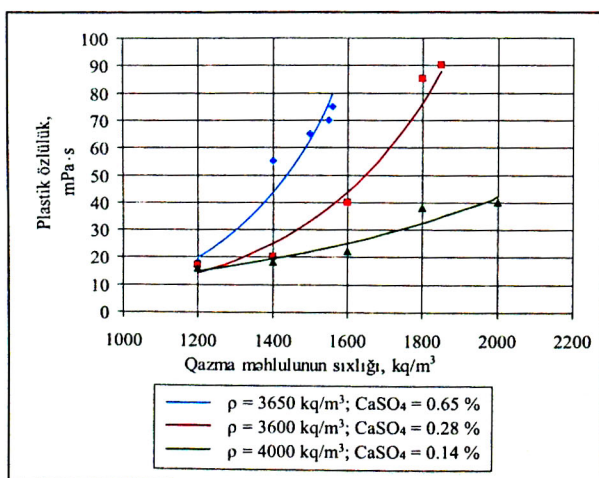


Şəkil 1. Müxtəlif ağırlaşdırıcıların qazma məhlulunun şerti özlülüyünə təsirinə tədqiqi (A.İ.Bulatova görə): siderit - $\rho=3110$ kq/m³; barit - $\rho=4300$ kq/m³; ferrofosfor - $\rho=6780$ kq/m³

man struktur-mexaniki və kolloid-kimyəvi göstəriciləri tənzimlənən hədd qiymətlərilə təcəssüm olunsun. Beləliklə, ağırlaşdırıcının sıxlığı ən mühüm göstərici olub, qazma məhlullarının hazırlanma texnologiyasına əsaslı surətdə təsir göstərir. Müəyyən olunmuşdur ki, ağırlaşdırıcının sıxlığı nə qədər böyükdürsə, onun daha az sərfə qazma məhluluna əlavəsi nəticəsində tələb olunan sıxlığa nail olmaq olar.

Ağırlaşdırıcının disperslik dərəcəsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Böyük xırdalanma dərəcəsilə xarakterizə olunan ağırlaşdırıcılar qazma məhlullarının sedimentasiya dayanıqlığına mənfi təsir göstərməklə yanaşı qazma avadanlığının abraziv yeyilməsini sürətləndirir. Disperslik dərəcəsi artıqca isə qazma məhlulunda struktur əmələgəlmə prosesləri xeyli yaxşılaşır.

Suda həll olan duzların miqdarı da ağırlaşdırıcının xassələrinə təsir göstərir. Xüsusilə, ağırlaşdırıcının tərkibində suda həll olan duzların miqdarı 0.30–0.35 %-dən çox olduqda qazma məhlullarının suvermə göstəricisi kəskin artır. Qələvi torpaq



Şəkil 2. Qazma məhlulunun plastik özlülüyünün ağırlaşdırıcının sıxlığından və suda həll olan duzların miqdarından asılı olaraq dəyişməsi (A.İ.Bulatova görə)

metallarının duzları (CaCl₂, CaSO₄, MgSO₄, MgCl₂) öz mənfi təsirlərini daha çox göstərir (şəkil 2).

Təbii filiz əsasında istehsal olunan aşağıdakı ağırlaşdırıcıları göstərmək olar: karbonatlı (mergel, əhəngdaşı, dolomit, siderit); barit; dəmir tərkibli (hematit, maqnetit, ilmenit); qalaylı (qalenit).

Karbonatlı ağırlaşdırıcılar. Mergel – dağ süxuru olub, 40–60 % kalsium və gildən ibarətdir. Sıxlığı 2650 kq/m³-dir. **Əhəngdaşı** – dağ süxuru olub, kalsium və silisiumdan ibarətdir. Sıxlığı 2700 kq/m³-dir. **Dolomit** – mineraldır Ca, Mg(-CO₃)₂. Sıxlığı 2800–2900 kq/m³-dir. **Siderit** – mineraldır FeCO₃. Sıxlığı 3800–3900 kq/m³-dir.

Yuxarıda göstərilən karbonatlı ağırlaşdırıcıların ən böyük üstünlüyü ondan ibarətdir ki, onlar asanlıqla turş mühitdə həll ola bilirlər.

Barit ağırlaşdırıcıları. Barit – BaSO₄ ağ rəngli mineral olub 4480 kq/m³ sıxlığa malikdir. Onun tərkibi Sr, Pb, Ra, Fe₂O₃ kimi qarışıqlarla zəngin olduğundan həm rəngi, həm də sıxlığı dəyişir və 4300-4700 kq/m³-dir.

Hal-hazırda altı çeşiddə flotasiyalı barit konsentrasi istehsal olunur. Barit ağırlaşdırıcısının göstəricilərinə xüsusi diqqət yetirilməlidir. Belə ki, flotasiyalı barit konsentrasiının qravitasiya üsulu ilə zənginləşdirilmiş baritdən fərqli cəhətləri mövcuddur. Yəni, flotasiyalı barit konsentrasi daha aşağı keyfiyyət göstəriciləri ilə səciyyələnir. Bunun başlıca səbəbi ondan ibarətdir ki, flotasiyalı barit konsentrasiında xeyli miqdarda flotasiya reagentləri mövcuddur ki, onlar da qazma məhlulu tərkibində əks göstəricilər yaradır (köpüklənmə, zəif islanma və s.). Bu və digər fəsadları aradan qaldırmaq üçün flotasiyalı barit konsentrasi uyütmə mərhələsində və ya qurudulma zamanı pirofosfat və ya tripolifosfat kimi duzların sulu məhlulları ilə emal edilməlidir. Nəticədə barit hissəciklərinin səthinin hidrofoblaşdırılmasına nail olunur, narın fraksiyanın qatılma imkanları neytrallaşdırılır. Cədvəl 1-də baritin keyfiyyət göstəriciləri təqdim olunur.

Dəmir tərkibli ağırlaşdırıcılar. Hematit – Fe₂O₃ dəmir filizinin tərkibinə daxil olan əsas mineraldır. Sıxlığı 5300 kq/m³ təşkil edir. Yüksək abrazivliyə malikdir.

Maqnetit – FeO·Fe₂O₃. Dəniz filizinin mineralıdır. Sıxlığı 4900–5200 kq/m³-dir. Yüksək abrazivliyi və maqnit xassələrilə səciyyələnir. Maqnit xassələrinin mövcudluğu qazma borularının səthinə maqnetitin hopmasına və alətin tutulma ehtimalının artmasına səbəb olduğundan məhdud istifadə olunur.

İlmenit – FeO·TiO₂. 4790 kq/m³ sıxlığa malik-

Göstəricilər	Barit çeşidlərinin normaları					
	KB - 1	KB - 2	KB - 3	KB - 4	KB - 5	KB - 6
BaSO ₄ , % az olmayaraq	95	92	90	87	85	80
SiO ₂ , % çox olmayaraq						
A	1.5	1.5	2.5	3.5	4.5	4.5
B	-	-	-	-	-	-
Fe ₂ O ₃ , % çox olmayaraq						
A	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	2.5
B	-	-	-	-	-	-
CaO, % çox olmayaraq						
A	0.5	1.0	1.5	6.0	7.0	7.0
B	-	-	-	-	-	-
Suda həllolan duzların miqdarı (SHD), % çox olmayaraq, o cümlədən Ca ⁺⁺ , %						
A	0.25	0.3	0.35	0.40	0.45	0.45
B	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Nəmlilik, % çox olmayaraq	2	2	2	2	2	2
№ 009 ələyində qalıq, % çox olmayaraq						
A	-	-	-	-	-	-
B	4	4	4	4	4	4
5 mkm ölçülü fraksiya, % çox olmayaraq						
A	-	-	-	-	-	-
B	5	5	10	15	20	20
pH						
A	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-9
B	-	-	-	-	-	-

dir. ABŞ-da onun sement məhlullarının ağırlaşdırıcısı olması öz təsdiqini tapmışdır.

Qalaylı ağırlaşdırıcılar. Qalenit – PbS mineral olub, qalay filizinin tərkibində olan mineraldır, sıxlığı 7400–7600 kq/m³ təşkil edir. Qalenitin əlavəsi hesabına 3000 kq/m³ sıxlıqlı qazma məhlullarının hazırlanması mümkündür.

Qeyd etdiyimiz ağırlaşdırıcıların hər biri öz müxtəlifliyi ilə seçilir. Onların rəngləri, sıxlıqları fərqli olmaqla yanaşı Moos şkalasına görə möhkəmlik hədləri də əsaslı surətdə bir-birindən seçilir.

Moos şkalası alman mineraloqu Fridrix Moos tərəfindən 1811-ci ildə təklif olunmuşdur. Belə ki, dolomit üçün bu göstərici 3.5–4; siderit 3.5–4; barit 3–3.5; hematit 5-6; maqnetit 5.5–6.5; ilmenit 5–6; qalenit isə 2–3 həddindədir.

Standarta uyğun baritin və daha narın üyüdülmüş ultra narın barit nümunələrinin qazma məhlulunun ağırlaşdırılmasına təsiri tədqiq edilmişdir. Analiz aparmaq məqsədi ilə analitik tədqiqatlar yerinə yetirilmiş, BaSO₄-ün miqdarı, sıxlığı, nəmliyi, suda həll olan duzların miqdarı və s. təyin olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, adi barit nümunəsi KB-3-ə, ultra narın barit nümunəsi isə KB-2-yə uyğun gəlir.

Növbəti tədqiqatlarda dəniz suyunda bentonit gili əsaslı suspenziya hazırlanmış, KMS-350 polimeri ilə stabilləşmiş və barit nümunələrlə ağırlaşdırılmışdır.

Bu yanaşma həm adi barit, həm də ultra narın fraksiyalı barit nümunəsi vasitəsilə aparılmışdır. Hər iki barit nümunələri tədqiq olunan məhlulun struktur-mexaniki xassələrini kəskin artırdığından və parametrlərini “ölçülməz” hala saldığından FXLS durulaşdırıcı reagentinin sulu-qələvili məhlulu ilə işlənmişdir. Nəticədə həm adi barit, həm də ultra narın fraksiyalı barit nümunəsilə ağırlaşdırılmış məhlulların reoloji xassələrinin tam tənzimlənməsi müşahidə olunmuşdur.

Baritlərin tədqiq olunan məhlulu ağırlaşdırma imkanlarına malik olmalarına baxmayaraq ultra narın fraksiyalı barit ilə ağırlaşdırılmış məhlulun reoloji göstəriciləri qənaətbəxşdir. Belə ki, gil qabığının sürtünmə əmsalı adi barit hesabına 0.1944 təşkil etdiyi halda ultra narın fraksiyalı barit üçün bu göstərici 0.1228 həddindədir ki, bu da narın baritin əsas üstünlüklərindəndir. Effektiv özlülüyün, dinamik sürüşmə gərginliyi və filtratın səthi gərilməsinin tənzimlənməsində də bunu müşahidə etmək olar.

Tədqiqatların növbəti mərhələsində isə karbohidrogen mənşəli “Versaclean” qazma məhlulu nümunələrinin ağırlaşdırılması ilə bağlı tədqiqatlar aparılmışdır. Ultra narın fraksiyalı barit nümunəsinin əlavəsi hesabına qazma məhlulunun reoloji göstəriciləri adi baritlə müqayisədə tənzimlənən hədd qiymətlərindədir.

Ümumiyyətlə, barit qazma məhlullarının ağırlaşdırılması üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edən

material olsa da yaratdığı fəsadlar kifayət qədərdir. Xüsusilə, məhsuldar layların qazılması zamanı barit hissəciklərinin lay kollektorlarına böyük radiusda daxil olmaları həll olmayan duzların yaranmasına gətirib çıxarır. Bu prosesin mexanizmi $BaSO_4$ duzunun lay suları ilə təmasından əmələ gələn duz çöküntüləri ilə əlaqədardır. Layların təbii məsamə və keçiriciliklərinin həndəsi ölçülərinin azalması isə lay məhsulunun quyudibi zonaya süzülməsinə maneələr yaradır. Məhz buna görə də baritin istifadəsilə qazılan quyularda mənimsəmə işlərində HCl və HF kimi turşuların istifadəsinə zərurət yaranır. Bu da öz növbəsində mənimsəmə işləri vaxtının artmasına, xərclərin çoxalmasına gətirib çıxarır.

Su verməsi minimum, yaratdığı gil qabığı nazik və sərt karkaslı, reoloji xassələri isə tənzimlənən hədd qiymətlərində olan qazma məhlulları müasir qazmanın tələblərinə cavab verən mütərəqqi texnologiyalardır. Məhsuldar layın təbii məsamə və keçiriciliklərinin qorunmasında yuxarıda qeyd olunan amillərin, həmçinin məhlul filtratının kimyəvi tərkibinin lay sularının mineraloji tərkibinə uyğun gəlməsi də olduqca vacibdir [3].

Respublikanın quru və dəniz yataqlarında qazılan quyuların bir qisminə qazma məhlulunun sıxlığının 1700 kq/m^3 həddinə qədər artırmaq kifayət etdiyindən məhlulun ölkəmizdə ehtiyatı kifayət qədər olan karbonatlı ağırlaşdırıcı ilə ağırlaşdırılmasının mümkünlüyü tədqiq edilmişdir. İkisi Güzdek sahəsindən (№ 1, 2), biri isə Qobustanda fəaliyyət göstərən "Müasir Tikinti Materialları Zavodu"ndan (№ 3) götürülmüş daş tozu nümunələri tədqiq olunmuşdur.

№ 1, 2 və 3 daş tozu nümunələrinin hər biri ayrı-ayrılıqda tədqiq edilərək, onların nəmlikləri, tərkibində $CaCO_3$ və qumun miqdarı təyin olunmuşdur (cədvəl 2).

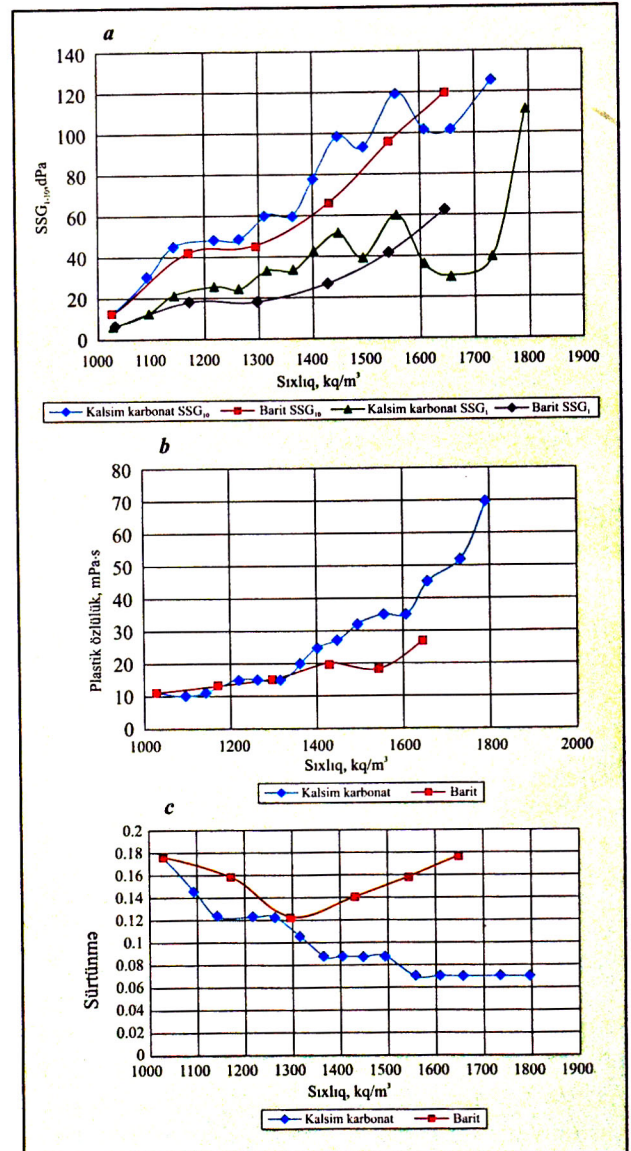
№ 1 və 2 nümunələrinin sıxlıqları 2700 kq/m^3 təşkil etsə də, bu materialları qazma məhlulunun emalında (ağırlaşdırılmasında) istifadəsi qumun miqdarı 21 %-dən çox olduğundan qeyri-mümkündür.

№ 3 nümunəsinin sıxlığı 2678 kq/m^3 , tərkibində $CaCO_3$ miqdarı 97.95 %, qum 2.05 % təşkil edir. Şəkil 5-dən görüldüyü kimi, nümunə konqlomerat formasındadır.

Qazma məhlulunda istifadə olunacaq karbonat-

lı ağırlaşdırıcı üçün əsas xammal ГОСТ 23671-2020 tələblərinə cavab verməlidir. Belə ki, onun tərkibi: nəmlik – 0.65 %; turşuda həll olması – 97.95 %; suda həllolan duzları – 0.02 %; gilin miqdarı – 0.81 %; digər qarışıqlar isə - 0.57 % təşkil etməlidir.

№ 3 nümunəsi öz texniki göstəriciləri ilə qənaətbəxş olduğundan onun qazma məhluluna təsiri maraqlıdır. Lakin bu nümunənin ən böyük çatışmayan cəhəti onun iri daş-kəsək şəklində olması və laboratoriyada bu səbəbdən üyüdülməsinin həyata keçirilməsi idi. Nəticədə $95 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$ mikronluq toz nümunəsi əldə olunmuşdur. Bu nü-



Şəkil 3. Qazma məhlulunun SSG₁₋₁₀ göstəricilərinin (a), plastik özlülüyü (b) və gil qabığının sürütmə əmsalının (c) sıxlıqdan asılılığı

Cədvəl 2

Nümunə	Sıxlıq, kq/m^3	$CaCO_3$, %	Qum, %	Nəmlik, %
№ 1	2720	78.1	21.9	10.0
№ 2	2700	78.79	21.21	6.7
№ 3	2678	97.95	2.05	0.65

munədə qumun faiz miqdarının az, kalsium ionlarının 0.008 % və CaCO₃-ün yüksək (≥95 %) olması onun qazma məhlulunun ağırlaşdırılmasında ağırlaşdırıcı qismində istifadəsinin mümkünlüyünü göstərmiş və tədqiqləndirilməsinə əsas vermişdir. Alınmış nəticələr şəkil 3-də verilmişdir.

Tədqiqatlar həmçinin “Əmirxanlı” sahəsində qazılan 1129 №-li quyudan götürülmüş qazma məhlulunu nümunəsində də aparılmışdır.

Qazma məhluluna 90 % daş tozu (№ 3) əlavəsindən məhlulun sıxlığı 1568 kq/m³ həddinə qədər artmış, şərti özlülüyü 52 s təşkil etmiş, suvermə göstəricisi artmamış, gil qabığının sürtünmə əmsalı isə 2.5 dəfəyə qədər azalmışdır. Tədqiqatların aparılması zamanı durulaşdırıcı reagentin istifadəsinə heç bir zərurət yaranmamışdır.

Karbonatlı ağırlaşdırıcının qazma məhluluna əlavəsi nəticəsində sıxlığın artması ilə yanaşı plastik özlülüyün hədd qiyməti də yüksəlir. Durulaşdırıcı əlavəsindən sonra isə qazma məhlulunun reoloji göstəriciləri tənzimlənir.

“Durulaşdırıcı – karbonatlı ağırlaşdırıcı” nisbətinin düzgün seçimi qazma məhlulunun dayanıqlığına (bərk fazanın statik halda çökməməsinə, tədqiqatlarda isə məhlulun normal reologiyasına) əsaslı təsir göstərir. Bu nisbətə eksperimental qiymətləri nəzərə alınmaqla qazma məhlulunun dayanıqlığını qiymətləndirmək üçün Rene Tom tərəfindən təklif olunan “Fəlakətlər nəzəriyyəsi” istifadə olunmuşdur [4].

Qazma məhlulunun sıxlığı ρ ilə plastik özlülüyü η arasında asılılığı aşağıdakı diferensial tənliklə ifadə etmək olar:

$$\rho = a\eta^2 + b\eta + c. \quad (1)$$

(1) ifadəsinin potensial funksiyasını aşağıdakı kimi təqdim etmək olar:

$$\rho = \frac{1}{3}a\eta^3 + \frac{1}{2}b\eta^2 + c\eta. \quad (2)$$

Böhran intervalını aşağıdakı şərtədən tapmaq olar:

$$\frac{d\rho}{d\eta} = 0; \quad \frac{d^2\rho}{d\eta^2} = 0; \quad (3)$$

və ya

$$a\eta^2 + b\eta + c = 0; \quad 2a\eta + b = 0. \quad (4)$$

$4ac \ll b^2$ – sistem dayanıqlıdır;
 $4ac > b^2$ – sistem dayanıqsızdır.

a , b və c parametrlərinin hesablanmış qiymətləri cədvəl 3-də təqdim olunmuşdur.

Dayanıqsızlığın baş verməsi qazma məhlulu sıxlığının 1403, 1608 və 1795 kq/m³ qiymətlərində müşahidə olunmuşdur ki, bu da öz növbəsində durulaşdırıcı əlavəsini doğurmuş, sonradan isə qazma məhlulu göstəricilərinin tənzimlənməsi ilə nəticələnmiş, praktik və nəzəri nəticələr bir-birini tamamlamışdır.

Nəticə

1. Barit ağırlaşdırıcısına alternativ kalsium karbonatlı ağırlaşdırıcı vasitəsilə qazma məhlulu sıxlığının ~1700 kq/m³ həddinədək artırılması mümkündür.

2. Bu və ya digər istehsalçıdan daş tozu idxal edilərkən nümunədə qumun miqdarı 2 %-i aşmamalı, CaCO₃-ün təmizlik dərəcəsi 95-97 % təşkil etməli, nəmlik isə minimum həddə olmalıdır.

3. CaCO₃-ün dispersliyi 65-95 mikron həddə olmalıdır. Məhz bu göstərici qazma məhlulunun ağırlaşdırılmasında və reoloji göstəricilərinin (şər-

Cədvəl 3

ρ , kq/m ³	η , mPa·s	a	b	c	$4ac$	b^2	$b^2 - 4ac$
1265	15	-0.000002	0.0078	-9.0032	0.0002161	0.00024336	2.73E-05
1317	16	-0.000001	0.0051	-6.015	7.218E-05	0.00010404	3.19E-05
1365	20	-0.00000008	0.0004	-0.5191	4.983E-07	0.00000064	1.42E-07
1403	25	0.0000004	-0.0013	1.4151	6.792E-06	0.00000676	-3.25E-08
1449	27	0.0000001	-0.0003	0.2834	3.401E-07	0.00000036	1.99E-08
1495	32	0.00000008	-0.0002	0.0999	9.59E-08	0.00000016	6.41E-08
1557	35	-0.0000001	0.0006	-0.7948	9.538E-07	0.00000144	4.86E-07
1608	37	-0.0000003	0.0011	-1.4909	5.367E-06	0.00000484	-5.27E-07
1658	45	-0.0000001	0.0005	-0.6991	8.389E-07	0.000001	1.61E-07
1734	52	-0.00000005	0.0003	-0.4162	2.497E-07	0.00000036	1.1E-07
1795	70	0.0000001	-0.0003	0.3745	4.494E-07	0.00000036	-8.94E-08

ti özlülük, statik və dinamik sürüşmə gərginliyi, plastik və effektiv özlülük) idarə olunmasında çox önəmlidir.

4. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində CaCO_3 -ün qazma məhlullarının ağırlaşdırılması ilə yanaşı sürtünmə göstəricilərini də (gil qabığının sürtünmə əmsalı) tənzimləmə imkanları aşkar olunmuş-

dur ki, bu da yağlayıcı əlavələrin sərfinin azalmasına imkan verir.

5. Baritdən fərqli olaraq CaCO_3 lay kollektorlarında həll olunmayan duz çöküntüləri yaratdığından quyudibi zonanın turşu ilə işləməsinə zərurət yaranmır.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Булатов А.И., Пеньков А.И., Проселков Ю.М. Справочник по промывке скважин. – М.: Недра, 1984, 317 с.
2. Zeynalov R.M., Kazimov E.A. Bulla-dəniz yatağında VIII horizonta layihələndirilmiş quyuların qazılması zamanı baş vermiş mürəkkəbləşmələr və onlara qarşı mübarizə tədbirləri // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2020, № 3, s. 15-19.
3. Zeynalov R.M., Kazimov E.A., Əliyev N.M., Aşurova A.M. Yan lülələrin qazılması üçün polimer kaliumlu qazma məhlulunun işlənməsi və tədqiqinin bəzi nəticələri // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2021, № 1, s. 13-16.
4. Мирзаджанзаде А.Х., Ширинзаде С.А. Повышение эффективности и качества бурения глубоких скважин. – М.: Недра, 1986, 278 с.

References

1. Bulatov A.I., Pen'kov A.I., Proselkov Yu.M. Spravochnik po promyvke skvazhin. – M.: Nedra, 1984, 317 s.
2. Zeynalov R.M., Kazimov E.A. Bulla-deniz yataghinda VIII horizonta layihelendirilmish quyularin gazilmasi zamani bash vermish murekkebles-hmeler ve onlara qarshi mibarize tedbirleri // Azerbaijan neft teserrufaty, 2020, No 3, s. 15-19.
3. Zeynalov R.M., Kazimov E.A., Aliyev N.M., Ashurova A.M. Yan lulelerin gazilmasi uchun polimer kaliumlu gazma mehlulunun ishlenmesi ve tedgiginin bezi netijeleri // Azerbaijan neft teserrufaty, 2021, No 1, s. 13-16.
4. Mirzadzhanzade A.Kh., Shirinzade S.A. Povyshenie effektivnosti i kachestva bureniya glubokikh skvazhin. – M.: Nedra, 1986, 278 s.