

## Bulla-dəniz yatağı quyularının timsalında karbohidrogenli qazma məhlullarının tədqiqinin nəticələri

R.M. Zeynalov, t.ü.f.d.<sup>1</sup>,

E.A. Kazimov, t.e.d.<sup>1</sup>, N.M. Əliyev, t.e.n.<sup>1</sup>,

A.M. Aşurova<sup>1</sup>, F.E. İsmayilzadə<sup>2</sup>

<sup>1</sup>"Neftqazəlimətdəqiqatlayihə" İnstitutu,

<sup>2</sup>Halliburton

**Açar sözlər:** quyu, qazma məhlulu, mürəkkəbləşmə, emulqator, gil qabığı.

DOI.10.37474/0365-8554/2020-10-23-27

e-mail: Elchin.Kazimov@socar.az

**Результаты исследований углеводородных буровых растворов на примере скважины осложненной Булла-дениз**

R.M. Zeynalov, d.f.t.n.<sup>1</sup>, E.A. Kazimov, d.t.n.<sup>1</sup>, N.M. Aliyev, k.t.n.<sup>1</sup>, A.M. Ashurova<sup>1</sup>, F.E. Ismayilzade<sup>2</sup>

<sup>1</sup>НИПИнефтегаз,

<sup>2</sup>Halliburton

**Ключевые слова:** скважина, буровой раствор, осложнение, эмульгатор, глинистая корка.

Изложены основные преимущества буровых растворов на углеводородной основе. Показано, что указанные типы буровых растворов производится как на минеральной основе, так и на основе дизельного топлива и благоприятно влияют на коммерческую скорость бурения скважин. Наряду с указанными была обобщена информация, связанная с имеющимися осложнениями при бурении V и VII горизонтов месторождения Булла-дениз, исходя из чего было предложено усовершенствование рецептуры бурового раствора. С использованием метода экспертных оценок были сравнены структурно-механические и коллоидно-химические свойства буровых растворов.

Была предложена новая конструкция скважины для месторождения Булла-дениз.

**Study results of hydrocarbon drilling mud in the context of Bulla-dəniz field wells**

R.M. Zeynalov, Ph.D. in Tech.Sc.<sup>1</sup>, E.A. Kazimov, Dr. in Tech.Sc.<sup>1</sup>, N.M. Aliyev, Cand. in Tech.Sc.<sup>1</sup>, A.M. Ashurova<sup>1</sup>, F.E. Ismayilzade<sup>2</sup>

<sup>1</sup>"Oil-Gas Scientific Research Project" Institute,

<sup>2</sup>Halliburton

**Keywords:** well, drilling mud, complication, emulsifier, mud cake.

The paper presents the main advantages of hydrocarbon-based drilling mud. It is shown that mentioned types of drilling mud are produced both on the mineral and diesel fuel basis and positively impact the overall drilling rate of the wells. Alongside with this, the information on existing complications in the drilling of V and VII horizons of Bulla-dəniz field has been generalized, in the context of which improved recipes of drilling mud proposed. Using expert evaluation method, the structural-mechanical and colloid-chemical properties of the drilling mud types have been compared.

A new structure for wells of Bulla-dəniz field has been offered.

Xarici neft kompaniyaları ilə "Əsrin müqaviləsi" imzalandıqdan sonra Azərbaycanın dəniz yataqlarında, daha sonra isə quru yataqlarında ən müasir texnologiyaların istifadəsinə geniş imkanlar yarandı. Qazma məhlulları sahəsində də yeni kolloid sistemlərin tətbiq olunması hesabına qazmanın kommersiya sürətinin artmasına, qaza və mürəkkəbləşmələrin baş vermə ehtimalının xeyli azalmasına nail olundu. Bununla yanaşı Bakı və Abşeron arxipelaqlarında mövcud olan anomal termobarik şərait bu günə qədər bir sıra problemlərin mövcudluğu ilə diqqəti cəlb edir və ən müasir qazma məhlulu tipləri belə bu mürəkkəbləşmələrin qarşısını tam alınmasını təmin edə bilmir. Qeyd olunanları Bulla-dəniz yatağının 123, 124, 125, 126, 113, 91 №-li və s. quyularının timsalında da əyani olaraq göstərmək olar. Bu quyularda karbohidrogenli (KH) qazma məhlulunun istifadəsi həyata keçirilmiş, V və VII horizontların qeyri-uyğun şəraitdə qazılması zamanı müxtəlif mürəkkəbləşmələr, xüsusilə də udulmalar müşahidə olunmuşdur. Halbuki, 1980-ci illərdə əhəngli polimeriqnosulfonatlı qazma məhlulları vasitəsilə, onların gil qabığı yaratma funksiyasına görə, məhz bu horizontlar birgə qazılmış və möhkəmləndirilmişdir. Buna misal olaraq 53, 77, 110 №-li və s. quyuların uğurlu təcrübəsini nümunə göstərmək olar.

Vurgulanan problem məsələlər yeni tədqiqat işlərinin aparılmasının vacibliyini bir də ona görə ön plana çəkmişdir ki, V və VII horizontların birgə qazılması və möhkəmləndirilməsinin uğurlu həyata keçirilməsi hesabına VIII horizontun və yeni perspektivli Qırməkiəli lay dəstəsinin (QALD) qazılaraq açılmasına və möhkəmləndirilməsinə münbit şərait yaranmaqla ölkəmizin yanacaq-

Əlavə	KH əsaslı qazma məhlulunun göstəriciləri							Nəmlik
	ρ, kq/m <sup>3</sup>	T <sub>r</sub> , %	SSG, dPa		η <sub>sp</sub> , mPa·s	η <sub>sp</sub> , mPa·s	τ <sub>0</sub> , dPa	
			1 dəq.	10 dəq.				
Geltone II 5.7 %	963	20	10	10	12	16	27	10.3
Suspentone 5.7 %	977	44	15	24	22	30	54	10.2
Vis Plus 5 %	977	40	12	20	23	30	36	-

energetika kompleksinə layiqli töhfə olar.

Tədqiqatlarımızda KH-li qazma məhlulunun əsas komponentləri olan orqanofil gil, mineral yağ, dizel yanacağı, emulqator, stabilizədiricilər, elektrolitlərdən istifadə olunmuşdur. Təcrübələrdə istifadə olunan orqanofil gil montmorillonitin aminlərlə işlənmiş modifikasiyasıdır. Bu gillər güclü dispersləşmə və şişmə imkanlarına malikdir. Aminlərin bentonit gili ilə işlənməsi fiziki adsorbsiya prinsipinə əsaslanaraq keyfiyyətcə yeni komplekslərin yaranmasına ilə nəticələnir. Bu gillər vasitəsilə struktur və zəif gil qabığı yaratma imkanları əldə olunur ki, bu da öz növbəsində yüksək temperatur və təzyiq şəraitində quyuların qəza və mürəkkəbləşmələrsiz qazılması üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. KH-li qazma məhlulunda orqanofil gillərin qatılığı 6–40 kq/m<sup>3</sup> həddindədir. 1980–1990-cı illərdə A.İ. Bulatov, O.K. Angelopolov, Q.Y. Dedusenkov kimi mütəxəssislər tərəfindən orqanofil gillərin əsasında tərkibinə su (60%), dizel yanacağı (40%), Emulqatoru (3.5%), yüksək oksidləşmiş bitum (4%), orqanofil gil (2%), bentonit gili (3%) və kalsium oksidi (2%) daxil olan invert-emulsiyalı qazma məhlulu işlənmişdir ki, onun vasitəsilə 150 °C temperaturda məhsuldar layların çirklənmədən açılmasına nail olunmuşdur [1, 2].

Hazırda isə orqanofil gillərlə həm dizel yanacağı, həm də mineral yağ əsasında KH-li qazma məhlullarının işlənməsi mümkündür [3–5].

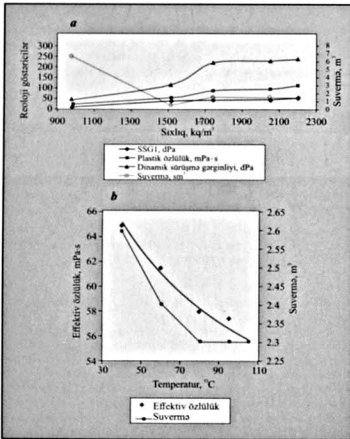
Orqanofil gillərin əsasında hazırlanmış qazma məhlullarının reotexnologiyası və suvermə göstəricilərinin tədqiq olunması məqsədilə tədqiqat işləri aparılmışdır.

Cədvəl 1-də Geltone və Suspentone orqanofil gillərin 5.7 % miqdarında istifadəsi hesabına sıxlıqları 963–977 kq/m<sup>3</sup> təşkil edən dayanıqlı suspenziyaların göstəriciləri təqdim olunmuşdur. Cədvəldən göründüyü kimi, tələb olunan struktura malik kolloid məhlulunun reoloji göstəriciləri qazma hidravlikasının tələblərinə tam cavab verir. Suspenziyaya Vis Plus polimerinin əlavəsi nəticəsində struktur – mexaniki göstəricilər tənzimlənmişdir. Tədqiqatlar nəticəsində qeyd olunan orqanofil gillərin KH-li qazma məhlullarının ha-

zırlanması üçün yararlı olması aşkarlanmışdır ki, bunu nəzərə alaraq həm dizel yanacağı, həm də mineral yağ əsasında KH-li qazma məhlulları hazırlanmış və tədqiq olunmuşdur.

Cədvəl-2-də dizel yanacağı və mineral yağ əsaslı KH-li qazma məhlullarının tədqiqat nəticələri verilmişdir. Tədqiqatlarda istifadə olunan Ez Mul reagenti emulqator, Duratone reagenti gil qabığı yaratma, Driltreat preparatı yağlayıcı funksiyasını yerinə yetirmişdir. Bu komponentlər hesabına qazma məhlullarının suverməsi minimal, gil qabığının qalınlığı nazik, reoloji və triboxoloji göstəriciləri isə tənzimlənən hədd qiymətlərində olmuşdur.

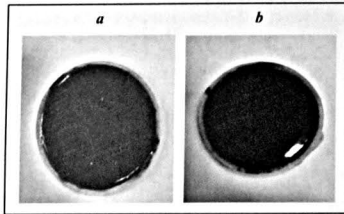
Tədqiqatların növbəti mərhələsində isə müxtəlif sıxlıqlar 975–2200 kq/m<sup>3</sup> və temperaturlarda KH-li qazma məhlullarının texnologiyası göstəricilərinin dəyişmə tendensiyası öyrənilmiş və nəticələr şəkil 1-də verilmişdir.



Şəkil 1. Müxtəlif sıxlıq (a) və temperaturlarda (b) KH-li qazma məhlullarının göstəricilərinin tənzimlənməsi

Qazma məhlulu	Əlavə, %	ρ, kq/m <sup>3</sup>	T <sub>r</sub> , %	SSG, dPa 1 dəq.	Qazma məhlulunun göstəriciləri			F <sub>r</sub> em/10 dəq.	δ, mm	K <sub>em</sub>
					η <sub>sp</sub> mPa·s	η <sub>sp</sub> mPa·s	τ <sub>0</sub> dPa			
Dizel yanacağı əsaslı karbohidrogenli qazma məhlulu	№ 1+	958	80	>200	35	60	150	15	1	0.0875
	Ez Mul NT	971	120	64	32	48	96	11	1	0.0875
	№ 1+	971	100	55	30	43.5	81	6.5	1	0.0875
	№ 1+	971	96	52	31	45	84	3.8	1	0.0599
	№ 4+ qıboq yaranadan	975	164	70	37	58.5	129	2.5	1	0.0523
№ 5+ yağlayıcı	Driltreat	973	144	58	38	59	126	2.4	1	0.0599
	Üç gillədən sonra	977	168	24	50	67.2	105	2.4	1	0.0599
Mineral yağ əsaslı karbohidrogenli qazma məhlulu	№ 8+	946	28	14	18	20	12	16	1	-
	Ez Mul NT	947	28	7.5	14	17	18	14	1	0.0919
	№ 8+	923	32	6	16	19	18	9.4	1	0.0875
	№ 8+	943	32	13	18	23	30	4.5	1	0.0523
	№ 8+	950	40	13	18	23.5	39	4.0	1	0.0875
	№ 8+	953	44	20	21	28.5	45	3.6	1	0.0599
	№ 8+	954	44	17	22	30	48	3.6	1	0.0599
	№ 14+	960	56	22	25	34	54	2.8	1.5	0.0599
	№ 15+	963	60	21	21.5	35.5	63	2.5	1.5	0.0599
	№ 16+	964	63	22	22	36	65	2.5	1.5	0.0599

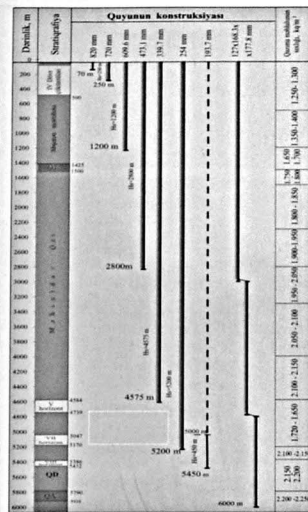
Meyarlar	Xüsusi çəkisi	Ekspert analizi			
		A	B	A	B
Kommerşiya sürəti	0.35	7	10	2.45	3.5
Məhlulların dəyəri	0.25	9	6	2.25	1.5
Reoloji göstəricilər	0.15	5	8	0.75	1.2
Gil qabığı və suvermə	0.20	9	3	1.8	0.6
Tribotexnologiy göstəricilər	0.05	5	7	0.25	0.35
Nəticə				7.5	7.15



Şəkil 2. Gil qabığı formalaşdırıcı Duratone reagentindən əvvəl (a) və sonra (b)

Bununla yanaşı KH-li qazma məhlullarının gil qabığı yaratma imkanları tədqiq olunmuşdur. Bu məqsədlə Duratone reagentinin əlavəsi hesabına struktur mexaniki və kolloid-kimyəvi göstəricilərin tənzimlənməsinə baxılmışdır. Cədvəl 2-dən görüldüyü kimi, qazma məhlulunda orqanofil gilin faiz miqdarının artırılması və gil qabığı əmələ gətirən Duratone reagentinin əlavəsi nəticəsində məhlulun reoloji göstəriciləri artmaqla, suvermə azalmaqla tənzimlənməsinə səbəb olmuşdur.

Ekspert qiymətləndirilmə üsulundan [6] istifadə edərək əhəngli polimerliqnosulfonatlı qazma məhlulu ilə (A) KH-li qazma məhlulunun (B) müqayisəsi aparılmışdır. Müqayisə olunacaq amillər qismində qazma məhlullarının kommersiya sürətinə təsiri, məhlulların dəyəri, reoloji göstəricilərinin tənzimlənməsi, gil qabığı və suvermə göstəricilərinin tənzimlənməsi, tribotexnologiy göstəricilərin idarə olunması əsas meyarlar kimi qəbul olunmuş, onların xüsusi çəkisi nəzərə alınmışdır. Cədvəl 3-də ekspert qiymətləndirmənin nəticələri öz əksini tapmışdır. Nəticə baxımından əhəngli polimerliqnosulfonatlı qazma məhlulunun müasir KH-li qazma məhluluna nisbətən effektiv olması (7.5 > 7.15) öz təsdiqini tapmışdır (konkordasiya əmsali 0.92 olmaqla). Məhz buna görə də Bulla-dəniz yatağının V və VII horizontları birgə



Şəkil 3. Bulla-dəniz sahəsində Qırməkiəli lay dəstəsini açmaq üçün təklif olunan quyu quruluşu

qazılarkən keyfiyyətli gil qabığının yaranması imkanlarına malik olan qazma məhlullarından istifadə təklif olunmuşdur.

Şəkil 2-də KH-li qazma məhlulunda Duratone reagentindən əvvəl və sonra gil qabıqlarının fotosəkillərindən fərq aydın görünür. Şəkil 3-də Bulla-dəniz sahəsində Qırməkiəli lay dəstəsini açmaq üçün təklif olunan quyu quruluşu verilmişdir.

Dizel yanacağı və mineral yağ əsaslı KH-li qazma məhlullarının bir-birinə uyğunluğunun olub-olmamasını qiymətləndirmək üçün Student meyarından istifadə olunmuşdur [7]. Bunun üçün məhlulların suvermə göstəricilərinin təsadüfi dəyişməsinin sığırma ölçüsü, yəni onun riyazi gözləmədən meyillənməsi (dispersiyası) qiymətləndirilməlidir. Dizel yanacağı əsaslı qazma məhlulunun suvermə göstəricisinin orta hədd qiyməti  $\bar{X}_D$ , mineral yağ əsaslı qazma məhlulunu müvafiq göstəricisinin orta hədd qiymətini  $\bar{X}_V$  ilə işarə edərək onların  $\sigma_D$  və  $\sigma_V$  dispersiyalarını aşağıdakı düsturlarla hesabmaq olar:

$$\bar{X}_D = \frac{\sum_{i=1}^n X_{iD}}{n}$$

$$\bar{X}_V = \frac{\sum_{i=1}^n X_{iV}}{n}$$

$$\sigma_D^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{iD} - \bar{X}_D)^2}{n-1}$$

$$\sigma_V^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{iV} - \bar{X}_V)^2}{n-1}$$

İki məhlulun bir-birinə oxşar olması üçün aşağıdakı şərt ödənməlidir

$$|\bar{X}_D - \bar{X}_V| > t_{1-\frac{\alpha}{2}} S_p \left( \frac{n_D + n_V}{n_D n_V} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_D - 1)\sigma_D^2 + (n_V - 1)\sigma_V^2}{n_D + n_V - 2}}$$

Hesablamaları həyata keçirərək və  $\sigma_D = 24.81$ ;  $\sigma_V = 25.24$ ;  $X_D = 6.23$ ;  $X_V = 6.29$  sərbəstlik dərəcəsi:  $(f) = n_D + n_V - 2 = 15$  üçün  $t_{1-\frac{\alpha}{2}} = 2.13$

qiymətləri nəzərə alınmaqla  $0.25 < 5.29$  qeyri-bərabərliyi alınır ki, bu da məhlulların fərqlənmədiyini təsdiq edir.

### Nəticə

1. Qeyri-uyğun geoloji kəşillərdə, o cümlədən qazılması 1750 kq/m<sup>3</sup> sıxlıqlı qazma məhlulu tələb edən Bulla-dəniz yatağının V horizontunun və qazılması 1650 kq/m<sup>3</sup> sıxlıqlı qazma məhlulu tələb edən VII horizontunun birgə qazılmasında KH-li qazma məhlulu yalnız keyfiyyətli gil qabığı yaratma imkanlarına malik olan reagentlərin istifadəsi hesabına öz həllini tapa bilər.

2. V və VII horizontların birgə qazılmasının və möhkəmləndirilməsinin uğurla həyata keçirilməsi hesabına VIII horizontu yeni perspektivli QALD-in qazılaraq açılmasına və möhkəmləndirilməsinə müsbət şərait yaranmışdır.

3. Bulla-dəniz sahəsində QALD-ı açmaq üçün yeni quyu quruluşu təklif olunmuşdur.

### Ədəbiyyat siyahısı

1. *Vadetskii Yu. B.* Буриение нефтяных и газовых скважин. – М.: Академия, 2003, 352 с.
2. *Булатов А.И.* Спутник буровика / А. И. Булатов, С. В. Долгов. – М.: Недра, 2014, с. 378.
3. *Omuh C., Dosunmu A., Anawe P., Okoro E.* The rheological behavior of a pseudo-oil-based mud formulated with Hura crepitans plant oil as base fluid. Journal of Petroleum Exploration and Production Technology, 01 July 2019, pp. 1-19.
4. *Li J., Yang P., Guan J., Sun Y., Kuang X.* A new type of whole oil-based drilling fluid. Petroleum exploration and development v. 41, Issue 4, August 2014, Online English edition of the Chinese language journal, pp. 538-544.
5. *Benjamin W., Velaug M., Bjornar L.* Effects of Oil-Based Drilling-Fluid Rheological Properties on Hole-Cleaning Performance Proceedings Paper. October 18, 2016, 10 p.
6. <http://books.ifmo.ru/file/pdf/817.pdf> Экспертные оценки при разработке решений.
7. [http://medstatistic.ru/theory/t\\_criteria.html](http://medstatistic.ru/theory/t_criteria.html) t-критерий Стьюдента – метод оценки значимости различий средних величин.

### References

1. *Vadetskii Yu. B.* Burienie nefnyanykh i gazovykh skvazhin. – M.: Akademiya, 2003, 352 s.
2. *Butatov A.I.* Sputnik burovika / A.I. Butatov, S.V. Dolgov. – M.: Nedra, 2014, 378 s.
3. *Omuh C., Dosunmu A., Anawe P., Okoro E.* The rheological behavior of a pseudo-oil-based mud formulated with Hura crepitans plant oil as base fluid. Journal of Petroleum Exploration and Production Technology, 01 July 2019, pp. 1-19.
4. *Li J., Yang P., Guan J., Sun Y., Kuang X.* A new type of whole oil-based drilling fluid. Petroleum exploration and development v. 41, Issue 4, August 2014, Online English edition of the Chinese language journal, pp. 538-544.
5. *Benjamin W., Velaug M., Bjornar L.* Effects of Oil-Based Drilling-Fluid Rheological Properties on Hole-Cleaning Performance Proceedings Paper. October 18, 2016, 10 p.
6. <http://books.ifmo.ru/file/pdf/817.pdf> Expertnye otsenki pri razrabotke resheniy
7. [http://medstatistic.ru/theory/t\\_criteria.html](http://medstatistic.ru/theory/t_criteria.html) t-kriteriy St'yudenta - metod otsenki znachimosti razlichiy srednix velichin.