

# Az gil tutumlu polimer-emulsiyalı qazma məhlulunun işlənməsi və tətbiqinin 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>

Ş.M. Xudiyeva<sup>1</sup>, F.Ə. Əsədov<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>"Azneft" İB

**Açar sözlər:** quyu, qazma məhlulu, bərk faza, hidravlik yarıma, emulqator.

e-mail: Elchin.Kazimov@socar.az

## Результаты разработки и внедрения полимер – эмульсионного малоглинистого бурового раствора

R.M. Зейналов, д.ф.т.н.<sup>1</sup>, Э.А. Кязимов, д.т.н.<sup>1</sup>,  
Н.М. Алиев, к.т.н.<sup>1</sup>, Ш.М. Худиева<sup>1</sup>, Ф.А. Асадов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>НИПИнефтегаз,

<sup>2</sup>ПО "Азнефть"

**Ключевые слова:** скважина, буровой раствор, твердая фаза, гидравлический разрыв, эмульгатор.

Изложены результаты разработки, исследования и внедрения полимер – эмульсионного бурового раствора, предназначенного для качественного вскрытия продуктивных пластов и бурения горизонтов с аномальными пластовыми давлениями. Отмечена роль разработанного состава бурового раствора для условий бурения скважин на месторождениях республики. Показано, что данная рецептура характеризуется нетрудоемким способом приготовления в скважинных условиях, а также является экономически выгодной и позволяет, сохранить коллекторские свойства пластов. Наряду с указанными преимуществами предложенный буровой раствор уменьшает вероятность рисков гидравлического разрыва пласта при спуске инструмента.

## Results of development and introduction of polymer-emulsion thin clay drilling mud

R.M. Zeinalov, Ph. Dr. in Tech. Sc.<sup>1</sup>, E.A. Kazimov, Dr. in Tech. Sc.<sup>1</sup>, N.M. Aliev, Cand. in Tech. Sc.<sup>1</sup>, F.A. Asadov<sup>2</sup>

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

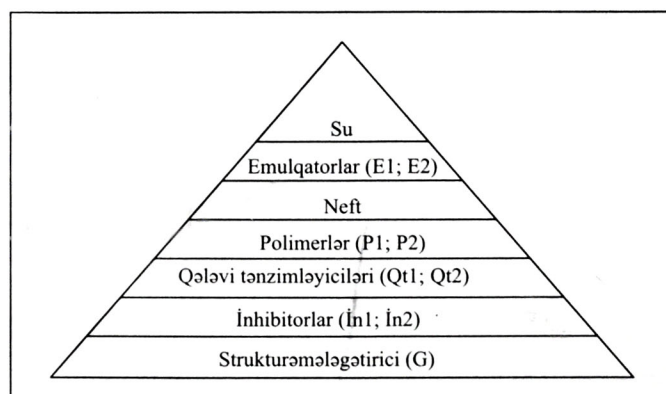
<sup>2</sup>"Azneft" PU

**Keywords:** well, drilling mud, solid phase, hydraulic fracturing treatment, emulsifier.

The paper presents the results of development, research and introduction of polymer-emulsion thin clay drilling mud meant for high quality completing and drilling of horizons with abnormal formation pressures as well. The role of developed drilling mud composition for the drilling conditions in the fields of the Republic is marked. It is shown that this recipe is characterized with labor-saving production method in well conditions, as well as is cost effective and allows maintaining reservoir properties of formations. Alongside with mentioned advantages, offered drilling mud decreases the risk probability of hydraulic fracturing treatment during trip in hole.

Uzun müddət istismarda olan yataqlarda aşağı sıxlıqlı qazma məhlullarının istifadəsinə üstünlük verilir. Yeni quyuların qəza və mürəkkəbləşmələrsiz qazılması üçün az gil tutumlu və ya gilsiz qazma məhlulları mühüm texnologiyalardan sayıla bilər. Ekspert təhlilləri əsasında müəyyən edilmişdir ki, bu qazma məhlulları müxtəlif polimerlər, emulqatorlar, həmçinin inhibitor xassəli reagentlərlə emal olunur [1–3].

Bu problemin həlli istiqamətində tədqiqatlar aparılmış və xarici analoqlardan fərqli texnologiya işlənmişdir. Texnologiyanın mahiyyəti onunla səciyyələnir ki, az gil tutumlu polimer-emulsiyalı qazma məhlulunun emalı ənənəvi hazırlanma texnologiyasından fərqlənərək şəkil 1-də əks olunan iyerarxiya əsasında həyata keçirilir. Hazırlanma mərhələsinin birinci pilləsində 1–3 % miqdarında bentonit gilinin texniki suda suspenziyası hazırlandıqdan sonra, ikinci mərhələdə onun inhibirləşməsi təmin olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, klassik mənbələrdə məhlulun inhibirləşdirilməsi əsasən qazma məhlulunun tələb olunan polimerlərlə, durulaşdırıcı və stabilləşdirici komponentlərlə emalından sonra həyata keçirilir. Tədqiqatlar əsasında müəyyən edilmişdir ki, istehsal olunan



Şəkil 1. Qazma məhlulunun hazırlanmasının iyerarxiyası

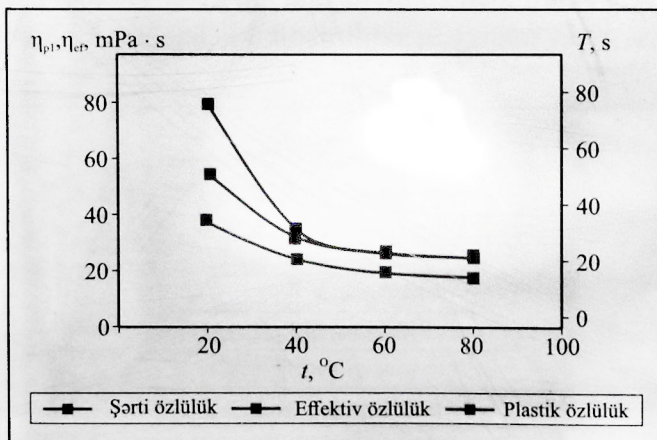
Məhlul	Əlavə	Məhlulun göstəriciləri									
		$\rho$ , kq/m <sup>3</sup>	T, s	$\theta_{1/10^2}$ dPa	$\eta_{pp}$ mPa·s	$\eta_{ep}$ mPa·s	$\tau_{ep}$ dPa	F, sm <sup>3</sup> /30 dəq.	$\delta$ , mm	$K_{sürüşmə}$	pH
3 % bentonit gili suspensiyası	İn 1 Qt 1 P 1	1040	26	3/6	12	15	24	7.5	0.5	-	-
№ 1 +	P 2	1042	43	3/6	22	30	48	6.0	0.5	-	-
№ 2 +	Neft E 1 E 2	1029	50	3/6	26	35	54	4.0	0.5	0.1050	9
№ 3 +	Doldurucu	1048	77	3/6	36	48	72	3.6	1	0.2126	9
3 % bentonit gili suspensiyası	İn 2 Qt 2 P 1	1023	28	3/6	16	18	9	7.4	0.5	-	-
№ 5 +	P 2	1024	60	3/6	29	40	69	6.8	0.5	-	-
№ 6 +	Neft E 1 E 2	1000	61	3/6	30	37	45	4.1	0.5	0.0875	8.5
№ 7 +	Doldurucu	1008	115	9/15	30	48	105	3.9	1	0.2309	8.5

bentonit gilinin çıxımının artırılması üçün o, istehsalçılar tərəfindən müxtəlif üsullarla zənginləşdirilir. Buna görə də suspenziyanın əvvəlcədən inhibirləşdirilməsi tövsiyə olunmuş və ilkin emal mərhələsinə daxil edilmişdir.

Az gil tutumlu qazma məhlulunun hazırlanmasının üç və dördüncü mərhələləri müxtəlif polimerləşmə dərəcəsinə malik reagentlərlə işlənməni özündə əks etdirir ki, nəticədə polimerli qazma məhlulunun hazırlanmasına nail olunur.

Beş və altıncı mərhələlərdə isə emulqator və neftin istifadəsilə məhlul emulsiya halına gətirilir.

Az gil tutumlu polimer-emulsiyalı qazma məhlulunun tərkibi bu komponentlərdən ibarətdir: strukturəmələgətirici G, inhibirləşdiricilər (İn 1, İn 2), qələvi tənzimləyicilər (Qt 1, Qt 2), müxtəlif polimerləşmə dərəcəli reagentlər (P 1, P 2), neft, bir və ikinci tərtib səthi-aktiv xassəli emulqatorlar (E 1, E 2).



Şəkil 2. Məhlulun özlülüyünün temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi

Təklif olunmuş az gil tutumlu polimer-emulsiyalı qazma məhlulu komponentlərinin əlavə edilməsi ardıcılığına uyğun olaraq göstəricilər cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəldən göründüyü kimi, hər bir komponentin əlavəsi hesabına həm struktur-mexaniki, həm də kolloid-kimyəvi göstəricilərin idarə edilməsinə nail olunmuş və aşağıdakı konstantlar əldə edilmişdir.

Sıxlıq, kq/m<sup>3</sup>.....1000–1050

Şərti özlülük, s.....40–50

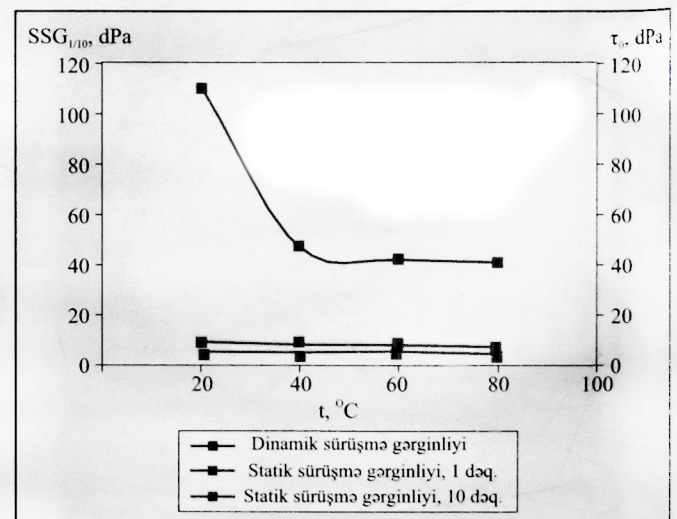
Plastik özlülük, mPa·s.....30–40

Suvmə, sm<sup>3</sup>/30 dəq.....3–4

SSG<sub>1/10<sup>2</sup></sub> dPa.....5–10/10–20

pH.....8–9

Hazırlanan tərkibin temperatur amilindən asılı olaraq dəyişməsinin öyrənilməsi məqsədi ilə



Şəkil 3. Məhlulun dinamik və statik sürüşmə gərginliklərinin temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi

Məhlul	Əlavə	Məhlulun göstəriciləri										
		Əlavənin miqdarı, %	$\rho$ , kq/m <sup>3</sup>	T, s	$\theta_{1/10}$ , dPa	F, sm <sup>3</sup>	$\delta$ , mm	pH	$\eta_{pt}$ , mPa·s	$\eta_{ef}$ , mPa·s	$\tau_0$ , dPa	$K_{sürtünmə}$
Azgilli polimer-emulsiyalı	-	-	1038	35	3/6	3.0	0.5	9	27	35	42	0.0875
№ 2 +	Bentonit gil tozu	3	1055	52	12/18	2.8	0.5	9	28	39	63	0.0699
№ 2 +	Əhəng	0.3	1040	43	6/10	3.5	0.5	9.5	25	33	72	0.1051
№ 1 -140 °C-də 4 saat saxladıqdan sonra			1039	32	3/5	3.2	0.5	9	24	30	36	0.0875
№ 1 +	Daş tozu	130	1580	180	164/>200	2.0	0.5	9.0	105	131	213	0.0699
№ 5 +	30 %-li FXLS	10	1550	48	57/93	2.3	1.0	9.5	36	48	72	0.0875
№ 1 +	Barit	250	2190	100	135/150	2.5	0.5	9.0	58	94	216	0.1051
№ 7 +	10 %-li FXLS	10	2120	56	48/69	2.8	1.0	9.5	53	76	141	0.1227

20–80 °C temperaturlarda tədqiqatlar aparılmış və nəticələri şəkil 2 və 3-də təqdim olunmuşdur. Respublikada qazılan quyularda maksimal gözlənilən quyudibi temperatur 110 °C-ni keçmədiyi üçün hazırlanmış məhlulə temperaturun (>100 °C) təsiri tədqiq edilmişdir. Temperaturun təsirindən qazma məhlulu öz stabilliyini saxlamış, struktur-mexaniki göstəriciləri daha aşağı qiymətlərdə sabitləşmişdir (cədvəl 2).

Polimer-emulsiyalı qazma məhlulunun müxtəlif materiallarla ağırlaşdırılması tədqiq edilmişdir. Aparılan tədqiqatlarla müəyyənləşdirilib ki, karbonatlı ağırlaşdırıcı ilə məhlulun sıxlığını 1600 kq/m<sup>3</sup>, barit ağırlaşdırıcısı ilə bu məhlulun sıxlığını 2200 kq/m<sup>3</sup> həddinə qədər artırmaq mümkündür.

Az gil tutumlu qazma məhlullarının üstünlüklərindən biri də onların uducu lay qarşısında hidravlik yarılma təhlükəsi yaratmamasıdır. Uzun müddət istismar olunan yataqlar üçün bu məsələ olduqca xarakterikdir. Əksər laylarda qazma məhlulun udulma təhlükəsi nəinki baltanın quyudibində dağ süxurlarını dağıtması prosesində, həmçinin yuma, endirmə-qaldırma əməliyyatlarında da müşahidə olunur. Qeyd edilənlərin kəmiyyət baxımından qiymətləndirilməsi məqsədilə təhlillər aparılmışdır.

Alətin endirilməsi əməliyyatı zamanı udulma təhlükəsi yaratmayan sürətin maksimal hədd qiyməti üçün düstur təklif olunmuşdur [4]:

$$U_{\max} = \frac{\Delta p (D_q^2 - D_b^2)}{3300 H \eta_{qm}} \quad (1)$$

$$\Delta p = \rho g H - p_{lt.} - (p_{l.d.} - p_{l.t.}) \frac{H - h_0}{h_1 - h_0}, \quad (2)$$

burada  $\rho$  – qazma məhlulunun sıxlığı, kq/m<sup>3</sup>;  $p_{lt.}$ ,  $p_{l.d.}$  – layın tavan və daban təzyiqləri, MPa;  $D_q$ ,  $D_b$  – quyunun və qazma borularının diametrləri, m;  $H$  – quyunun dərinliyi, m;  $h_0$ ,  $h_1$  – uducu layın tavan və dabanına qədər olan dərinlikləri, m;  $\eta_{qm}$  – qazma məhlulunun dinamik özlülüyüdür, mPa·s.

Qeyd edək ki, uducu lay qarşısında istifadə olunan az gil tutumlu qazma məhlulunun özlülüyü həm gil fazasının, həm də doldurucunun hesabına formalaşır. Onda A. Eynşteyn düsturuna əsasən aşağıdakı ifadəni yazmaq olar:

$$\eta = \eta_{qm} (1 + 2.5c), \quad (3)$$

burada  $\eta$ ,  $\eta_{qm}$  – doldurucu ilə işlənmiş və doldurucusuz qazma məhlulunun dinamik özlülükleri, mPa·s;  $c$  – doldurucunun miqdarıdır, %.

Uducu layın keçiriciliyi  $k$ , süzülmə sahəsi  $F$ , təzyiqlər fərqi  $\Delta p$ , həmçinin qazma məhlulunun sərfi  $Q$ , onun laya yürüş radiusunu  $l$  nəzərə alaraq (1) və (3) ifadələrində Darsi düsturundan istifadə etməklə aşağıdakı asılılığı təklif etmişik:

$$U_{\max} = \frac{Ql(1 + 2.5c)(D_q^2 - D_b^2)}{3300 H F k} \quad (4)$$

(4) düsturundan aşağıdakı nəticəyə gəlmək olar ki, az gil tutumlu qazma məhlulunda gil fazasının qatılığı minimal olduğundan və doldurucunun qatılığı  $c$  borunun buraxılma sürəti  $U_{\max}$  ilə düz mütənasib olduğundan hidravlik yarılmaya və ya məhlulun udulmasına səbəb olmayacaq.

Təklif etdiyimiz polimer-emulsiyalı qazma məhlulunun doldurucularla emalından sonra reotexnoloji göstəricilərin tənzimlənməsi isə cədvəl 2-də təqdim olunur.

Sahə, quyu №-si	Əlavənin miqdarı, %	Məhlulun göstəriciləri									
		$\rho$ , kq/m <sup>3</sup>	$T$ , s	$\theta_{1/10^3}$ , dPa	$F$ , sm <sup>3</sup>	$\delta$ , mm	pH	$\eta_{pl}$ , mPa·s	$\eta_{er}$ , mPa·s	$\tau_0$ , dPa	$K_{sürtünmə}$
Sədan, № 1842	-	1226	51	72/102	4.6	1.0	9.5	14	25	69	0.0875
Neft Daşları, №1541	-	1804	92	90/156	2	0.5	9.5	55	80	153	0.0699

Aparılmış tədqiqatların nəticələri Neft Daşları və Sədan sahələrində qazılan quyularda tətbiq edilmiş, qazma məhlulunun struktur-mexaniki və suvermə göstəriciləri tənzimlənmiş, quyular layihə dərinliyinə qəza və mürəkkəbləşmələrsiz çatdırılmışdır. Qazma məhlullarının göstəriciləri cədvəl 3-də verilmişdir.

### Nəticə

1. Yeni işlənmiş polimer-emulsiyalı qazma

məhlulunun tərkibində bərk fazanın az, gilli süxurlara təsirinin minimum və filtratın səthi gərilməsinin kiçik həddə olması səbəbindən bu məhlulla məhsuldar layların qazma ilə keyfiyyətli açılması təklif olunur.

2. Az gil tutumlu polimer-emulsiyalı qazma məhlulunun 1010–1060 kq/m<sup>3</sup> sıxlıqda olması onun anomal aşağı və 1600–2200 kq/m<sup>3</sup> sıxlıqlarında isə anomal yüksək lay təzyiqli quyularda istifadəsinə imkan verir.

### Ədəbiyyat siyahısı

1. Гасумов Р.А., Керимов И.А., Харченко В.М. Влияние геологических факторов на коллекторские свойства продуктивных пластов с трещиноватыми глинистыми коллекторами при их вскрытии бурением // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море, 2018, № 7, с. 28-31.
2. Пименов Ю.Г. Совершенствование технологии управления свойствами малоглинистых полимерных буровых растворов в неустойчивых глинистых породах: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – Ухта, 2012, 25 с.
3. Пат. РФ 2327726. Малоглинистый буровой раствор / Е.А. Румянцева, Н.И. Акимов, А.К. Назарова, И.А. Дягилева, 27.06.2008.
4. Элияшевский И.В. Типовые задачи и расчеты в бурении. – М.: Недра, 1982, 296 с.

### References

1. Gasumov R.A., Kerimov I.A., Kharchenko V.M. Vliyanie geologicheskikh faktorov na kollektorskie svoistva produktivnykh plastov s treshchinovatyimi glinistymi kollektorami pri ikh vskrytii bureniem // Stroitel'stvo neftyanykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more, 2018, No 7, s. 28-31.
2. Pimenov Yu.G. Sovershenstvovanie tekhnologii upravleniya svoistvami maloglinistykh polimernykh burovyykh rastvorov v neustoichivykh glinistykh porodakh: avtoref. dis. na soisk. uch. step. kand. tekhn. nauk. – Ukhta: 2012, 25 s.
3. Pat. RF 2327726. Maloglinistiy burovoy rastvor / E.A. Rumyantseva, N.I. Akimov, A.K. Nazarova, I.A. Dyagileva, 27.06.2008.
4. Eliyashevskiy I.V. Tipovye zadachi i raschety v bureanii. – M.: Nedra, 1982, 296 s.