

# Yan lülələrin qazılması üçün polimer kaliumlu qazma məhlulunun işlənməsi və tədqiqinin bəzi nəticələri

R.M. Zeynalov, t.ü.f.d., E.A. Kazimov, t.e.d.,  
N.M. Əliyev, t.e.n., A.M. Aşurova  
"Nefqazlmitədqiqatlayihə" İnstitutu

**Açar sözlər:** kolloidlik əmsali, plastiklik əmsali, polimer kaliumlu qazma məhlulu, yan lülə, reologiya.

e-mail: Elchin.Kazimov@socar.az

DOI.10.37474/0365-8554/2021-1-13-16

**Некоторые результаты разработки и исследования полимерно-калиевого бурового раствора для бурения боковых стволов**

R.M. Zeynalov, d.f.t.n., E.A. Kazimov, d.t.n., N.M. Aliyev, k.t.n., A.M. Ashurova  
НИПИнефтегаз

**Ключевые слова:** коэффициент коллоидальности, коэффициент пластичности, полимер-калиевый буровой раствор, боковой ствол, реология.

В связи с тем, что большинство месторождений республики находятся на поздней стадии разработки, бурение боковых стволов становится актуальным направлением. На основе проведенных анализов выявлено, что бурение боковых стволов является экономически выгодным, благодаря чему существенно улучшаются эксплуатационные показатели месторождений. В практике бурения боковых стволов применяются прогрессивные технологии с применением новых буровых растворов, однако усовершенствование их рецептур для осложненных условий приобретает важное значение.

Изложены некоторые результаты разработки и исследования полимер-калиевого бурового раствора для бурения боковых стволов. При этом уделено особое внимание структурообразующим свойствам применяемых глин, в частности коэффициенту коллоидальности глин и пластичности растворов.

На основе проведенных исследований была получена зависимость. Установлено, что при высоких значениях коэффициента коллоидальности коэффициент пластичности растет, а проницаемость глинистой корки уменьшается.

Полимер-калиевый буровой раствор характеризуется высокими ингибирующими свойствами, а глинистая корка имеет минимальную толщину с малой проницаемостью.

Разработанный буровой раствор способен интенсивно транспортировать выбуренные частицы горных пород на устье боковых стволов.

**Some aspects of development and study of polymer-potassium drilling mud for sidetracking**

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

**Keywords:** colloidity rate, plasticity rate, polymer-potassium drilling mud, lateral hole, rheology.

As the great majority of the fields in Republic are being at the late stage of exploration, the sidetracking is a hot topic. Based on carried out studies it was revealed that the sidetracking is cost-effective, due to which the field performance dramatically improves. Advanced technologies using up-to-date drilling mud types are applied in sidetracking experience, but the improvement of their recipes for complication conditions is of great importance.

The paper presents some aspects of development and investigation of polymer-potassium drilling mud for sidetracking. For this purpose, special attention is paid to the structure-forming properties of applied clay types, particularly the colloidity rate for clay and mud plasticity.

The dependence has been obtained based on conducted studies. It was defined that in high colloidity rates the plasticity increases, and the permeability of mud cake reduces as well.

Polymer-potassium drilling mud is characterized with high inhibiting properties and the mud cake has minimum thickness and less permeability.

Developed drilling mud may intensively transport drilled particles of subsurface rocks to the wellhead of lateral holes.

Respublikamızın quru və dəniz yataqlarının böyük əksəriyyətinin işlənmənin son mərhələsinə daxil olması yan lülələrin qazılmasını zəruri etmişdir. Təhlillər əsasında müəyyən olunmuşdur ki, yan lülələrin qazılması iqtisadi cəhətdən əlverişli olmaqla yanaşı yatağın istismar göstəriciləri-

nin yaxşılaşdırılması baxımından da mühüm əhəmiyyətə malikdir. Müasir qazma təcrübəsində yan lülələrin qəza və mürəkkəbləşmələrsiz qazılması üçün mütorəqqi qazma məhlulları tərkiblərinin işlənməsinə böyük önəm verilir. Xarici təcrübədən gilli-tabaşirli, gilli-polimerli, polimerli, duzlu-po-

limerli və biopolimerli qazma məhlullarının geniş istifadəsi qonaatbaxş nəticələrin əldə olunmasına imkan versə də onların vasitəsilə quyru lüfəsi dayanıqlığının qorunub-saxlanılması, süxur hissəciklərinin intensiv naəli aktual tədqiqat istiqaməti kimi diqqəti cəlb edir. Göstərilən qazma məhlulları xassələrinin kritik tələblərdən yüksək hidrofil xassələrə malik polimer kaliumlu qazma məhlullarının işlənməsinə və kompleks tədqiqatına əsas vermişdir.

Polimer kaliumlu qazma məhlullarının hazırlanması prosesində polimerlərdən, kaliumlu inhibitor, səthi-aktiv maddələr, eləcə də yağlayıcılardan istifadə olunmuş və struktur əmələgətirici qismində gillərin keyfiyyətinin əhəmiyyətli rola malik olması ön plana çıxmışdır. Qazma məhlullarının struktur – mexaniki, kolloid – kimyəvi, həmçinin onların temperatur dayanıqlığı, kimyəvi işlənməyə qarşı "həssaslığı" məhz gillərin mənşəyindən, mineraloji tərkibindən asılıdır və qazma məhlullarının əsas bərk fazası xüsusilə gil kolloid hissəcikləri hesabına formalaşır. Ona görə də gillərin keyfiyyətinin dəqiq təyin olunması mühüm praktik əhəmiyyət kəsb edir. Gillərin keyfiyyət göstəricilərinin təyini ilə bağlı bir neçə metodologiya işlənmiş və tətbiq olunmuşdur. Bunlardan ən sadəsi gilin çıxımına görə qiymətləndirmələrin aparılmasına əsaslanır. Belə ki, 25 s şərti özlülüklü gilli məhlulun hazırlanmasına nail olunaraq, 1m<sup>3</sup> həcmində hazırlanacaq məhlula sərf olunan gilin miqdarı təyin edilir. Son illər ərzində istifadə olunan bentonit gil nümunələrinin (№ 1–5) keyfiyyət göstəriciləri cədvəl 1-də verilmişdir.

miyyətə göy metilenin gillərdə ilk dəfə istifadəsi ingilis alimləri Robertson və Uord tərəfindən əzərlən sahəsində həyata keçirilmişdir. 1960-cı illərdə isə ABŞ alimi Cons titrəmə üsulu ilə qazma məhlulunda gillərin miqdarının öyrənilməsinə nail olmuşdur. Beləliklə də 10 dəq. ərzində titrəmə həyata keçirməklə qazma məhlulunda olan bentonitin göy metileni özünə adsorbsiya qabiliyyəti qiymətləndirilmişdir [1].

Bundan başqa qazma məhlullarının hazırlanmasında istifadə olunan gillərin kolloidlik əmsalının K ölçülməsi daha müasir və etibarlı haldərdən sayıla bilər. Belə ki, qazma məhlullarının hazırlanması zamanı gil suspenziyasının keyfiyyət göstəricisinə əsaslı təsir edən amillərdən ən önəmli gillərin kolloidlik əmsalıdır. Məhz bu göstərici gilin şişməsinə, suspenziyanın plastik özlülüyünə əsaslı təsir göstərir. İ.N. Reznichenko tərəfindən təklif olunan aşağıdakı düstur kolloid mühitin təbiətini və özünü-tənzimləmə mexanizmini ifadə edir:

$$\eta_{sp} = \eta_0 \exp \left( C \frac{\rho_{sw}}{\rho_w} + mN \right), \quad (1)$$

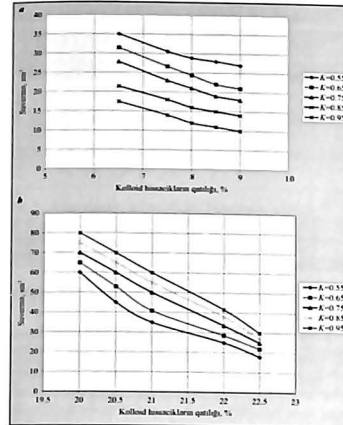
burada  $\eta_{sp}$  – suspenziyanın polimer əlavəsindən sonrakı özlülüyü, mPa·s;  $\eta_0$  – suspenziyanın polimer əlavəsində qədar olan özlülüyü, mPa·s;  $b$  – eksperimental əmsal olub, 0.480–0.806 həddində dəyişir;  $C$  – bərk fazanın qatılığı, %;  $\rho_w, \rho_{sw}$  – müvafiq olaraq su və suspenziyanın sıxlıqları, qk/m<sup>3</sup>;  $N$  – polimerin qatılığı, %;  $m$  – polimerin fəallik əmsalıdır.

Cədvəl 1

Göstəricilər	Nümunələr					Norma		
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	BGT V	BGT Q	BGT D
Şərti özlülüyü 25 s olan gil məhlulunun çıxımı, m <sup>3</sup> /%	7	9.26	12.11	18.53	21	12	8	5
Nəmlik, % çıx olmayaraq	6.5	8.4	7.1	9.5	14.17	10	10	10
Ələkdə qalıq, % çıx olmayaraq:								
ələk № 05	0	0	0	0	0	0	0	0
ələk № 0071	9	8.3	3.9	3.55	1.73	5	6	7

P.A.Rebinder tərəfindən təklif olunan adsorbsiya üsulunda gillərin dispersiyi, xüsusilə səth göstəriciləri təyin olunursa, F.O.Ovçarenko, V.T.Bikov bu üsulu təkmilləşdirərək gillərin dispersiyinin təyini zamanı "gil – su" mühitində göy metilendən istifadə etməklə üzvi boyya vasitəsilə daha dolğun noticənin əldə olunmasına nail olmuşlar. Ümu-

Bentonit gilin kolloidlik əmsalını təyin etmək üçün 0.5 q bentonit gili şkalalı sınaq şüşəsinə yerləşdirildikdən sonra üzərini 15 sm<sup>3</sup> su əlavə edib intensiv çalxalamaqla bircins suspenziya halına gətirilir. Daha sonra isə suspenziyaya 0.1 q maqnezium oksidi əlavə edib 1 dəq. ərzində çalxalamaq lazımdır. Sınaq şüşəsinə 24 saat ərzində sükunətə



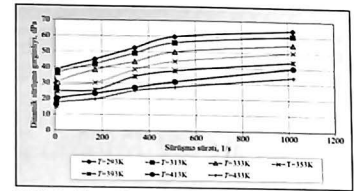
Şəkil 1. Texniki suda (a) və dəniz suyunda (b) suvermə göstəricisinin kolloid hissəciklərin qatılığından asılılığı

saxladıqdan sonra əmələ gələn çöküntünün həcmi V hesablanır ki, bu da kolloidlik əmsalının K hesablanmasına imkan verir.

Tədqiqatlarda da kolloidlik əmsalı 0.55–0.95 təşkil edən bentonit gil nümunələrindən istifadə olunmuş, onların texniki suda və Xəzər dənizi suyunda suspenziyaları hazırlanmış və suvermə göstəriciləri təyin edilmişdir (şəkil 1, a, b). Göründüyü kimi, dəniz suyunda suspenziyaların hazırlanmasına sərf olunan bentonit gilin miqdarı xeyli böyükdür. Dəniz suyunda mövcud olan müxtəlif mənşəli kation və anionlar bentonit gilin şişməsi üçün qeyri-olverişli mühit yaratmaq yanaşı suspenziyaların suvermə göstəriciləri də böyük hədd qiymətlərində dəyişir.

Kolloidlik əmsalı nəzərə alınmaqla dinamik sürüşmə gərginliyinin sürüşmə sürətindən asılı olaraq dəyişməsinə əks etdirən reoloji ayrılar isə temperatur amili T çərçivəsində şəkil 2-də göstərilmişdir.

Reoloji göstəricilərin daha dolğun ifadə olunması üçün plastiklik əmsalından  $\tau_{sp}/\eta_{sp}$  istifadə olunmuşdur. Bu əmsal artıqca suspenziya və qazma məhlullarının naətləmə imkanları yaxşılaşır və balta dəlilklərindən çıxan maye şımağının süxura gətirədiyi hidromonitor effekt hesabına qazmanın mexaniki sürətinin artması təmin olunur. Hidro-



Şəkil 2. Dinamik sürüşmə gərginliyinin sürüşmə sürətindən asılı dəyişməsi

dinamik təzyiğin səmərəliliyinin artması üçün mayenin plastik özlülüyü minimal, dinamik sürüşmə gərginliyi isə idarə oluna bilən hədd qiymətində çətilməlidir. Belə ki, qazma prosesində aşağıdakı sürüşmə sürəti diapazonları müəyyən edilir:

0.001 s<sup>-1</sup> və aşağı hədd qiymətlərində süxur hissəciklərinin çökməsi intensivləşir; 0.01–0.1 s<sup>-1</sup> kiçik sürüşmə sürəti süxur hissəciklərinin quyunun böyük inhihafı və qazma kəmərinin quyru divarına söykənmə zonalarında müşahidə olunur; 10–100 s<sup>-1</sup> orta sürüşmə sürəti diapazonudur ki, bu intervalda süxur hissəciklərinin laminar rejimə nəqli müşahidə olunur; 1000–10000 s<sup>-1</sup> sürüşmə sürəti diapazonu süxur hissəciklərinin struktur və turbulent rejimlərdə nəqli baş verir; 100000 s<sup>-1</sup> ən yüksək sürət qradienti həddidir ki, qazma məhlulunda bərk fazanın dispersiyləşməsi baş verir.

V.P.Ovçinnikov tərəfindən müəyyən olunmuşdur ki, qazma kəmərinin 100–500 s<sup>-1</sup>, ağır qazma borularında 700–3000 s<sup>-1</sup>, həlqəvi fəzada 10–500 s<sup>-1</sup>, balta dəlilklərində isə 10000–100000 s<sup>-1</sup> sürüşmə sürətləri xarakterikdir [2].

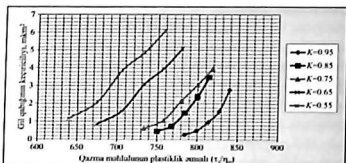
Beləliklə, gillərin kolloidlik əmsalı, suspenziyaların reologiyası nəzərə alınmaqla formalaşan gil qabığının keçiriciliyinin qiymətləndirilməsinə nail olunmuş və müvafiq hesablamalarda akademik A.X.Mirzəcanzadə düsturundan istifadə olunmuşdur [3]:

$$q_0 = \frac{\alpha \sqrt{K_0} \tau_0 S}{\eta}, \quad (2)$$

burada  $q_0$  – özlü-plastik məhlulun suverməsi, m<sup>3</sup>/s;  $\alpha$  – eksperimental əmsal (1.7·10<sup>-2</sup>);  $K_0$  – gil qabığının keçiriciliyi, m<sup>2</sup>;  $\tau_0$  – başlanğıc dinamik sürüşmə gərginliyi, Pa;  $S$  – filtrasiya sahəsi, m<sup>2</sup>;  $\eta$  – mayenin özlülüyüdür, Pa·s.

Şəkil 3-də gillərin kolloidlik əmsalı nəzərə alınmaqla konkret zaman kəsiyində olunan gil qabığı keçiriciliyi ilə qazma məhlulunun plastiklik əmsalı  $\tau_0/\eta$  arasında qrafik asılılıqlar qurulmuşdur.

Məhlulun adı	Ölçü	Sızış, kq/m <sup>3</sup>	Şərti əzələlik, s	Statik sürüşmə gərginliyi, dPa	Plastik əzələlik, mPa·s	Effektiv əzələlik, mPa·s	Dinamik sürüşmə gərginliyi, dPa	Səvərmə, sm/30 dəq.	Gil qalınlığı, mm	pH	K <sub>sp</sub>
Bəzənmiş gil suspensiyası	Qələvi tənzimləyicisi										
	Polimer 1	1100	49	3051	19	30.5	69	5.8	1	8	0.2867
	Polimer 2										
	Inhibitor 1										
	Inhibitor 2										
№ 1 +	Ağrısızlaşdırıcı										
	SAM 1										
	SAM 2										
	Yağlayıcı										
	Durulaşdırıcı	1420	50	9/21	34	42	48	4	1	8	0.1405



Şəkil 3. Gil qabığı keçiriciliyinin qazma məhlulunun plastiklik əmsalından asılı dəyişməsi

Qrafikdən görüldüyü kimi, məhlulun kolloidlik əmsalının böyük qiymətlərində (0.75–0.95) plastiklik əmsalı maksimal, gil qabığının keçiriciliyi isə minimaldır.

Polimer kaliumlu qazma məhlulunun hazırlanma ardıcılığı üzrə göstəricilərinin tənzimlənməsi cədvəl 2-də verilmişdir.

### Nəticə

Müvafiq reseptura üzrə 1450–1550 kq/m<sup>3</sup> sıxlıqlı, kiçik səvərmə və tənzimlənən reologiyası ilə xarakterizə olunan polimer kaliumlu qazma məhlulunun laboratoriya və buruq şəraitində hazırlanması tam mümkün olub, yan lülələrin qazılması üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Polimer kaliumlu qazma məhlulu yüksək plastiklik xassələrinə malik olmaqla inhibirləşdirici keyfiyyətləri hesabına yan lülələrin qazılmasında kiçik məsələli gil qabığının əmələ gəlməsinə imkan verir.

Məhlulun kolloidlik əmsalının böyük qiymətlərində plastiklik əmsalı maksimal, gil qabığının keçiriciliyi isə minimaldır.

Bu qazma məhlulu tiksotrop xassələri hesabına dağıdılmış süxur hissəciklərinin yan lülə boyunca intensiv nəqlini təmin edəcəkdir.

### Ədəbiyyat siyahısı

1. *Rezinchenko I.I.* Управление свойствами буровых растворов при бурении глубоких скважин. – М.: ВНИИОЭНГ, сер. Бурение, 1978, 52 с.
2. *Овчинников В.П., Аксенова Н.А.* Буровые промышленные жидкости: учеб. пособие для вузов. – Томск: Изд-во "Нефтегазовый университет", 2008, 309 с.
3. *Мирзашанзаде А.Х., Яентов В.М.* Гидродинамика в бурении. – М.: Недра, 1985, 196 с.

### References

1. *Rezinchenko I.N.* Upravlenie svoystvami burovykh rastvorov pri bureni glubokikh skvazhin. – M.: VNIIOENG, ser. Burenie, 1978, 52 s.
2. *Ovchinnikov V.P., Aksenova N.A.* Burovye promyshlennye zhidkosti: ucheb. posobie dlya vuzov. – Tyumen': Izd-vo "Neftegazoviy universitet", 2008, 309 s.
3. *Mirzashanzade A.Kh., Yentov V.M.* Gidrodinamika v bureni. – M.: Nedra, 1985, 196 s.