

Udulma gedən laylarda quyudibi sahənin bərkidilməsi üçün yüngülləşdirilmiş tamponaj tərkiblərin işlənməsi

K.K. Mehdiyev¹, X.M. İbrahimov, t.e.n.²

¹SOCAR

²"Neftqazelmətdəqiqatlayihə" İnstitutu

e-mail: Khidir.Ibrahimov@socar.az

Açar sözlər: quyudibi sahə, bərkidilmə, yüngülləşdirilmiş tamponaj məhlulu, adgeziya, kristall-hidrat, su-sement nisbəti, uducu quyular.

DOI.10.37474/0365-8554/2021-5-29-33

Разработка облегченных тампонажных составов для крепления призабойной зоны скважин в поглощающих пластах

Development of lightweight cement slurries for stabilizing producing formation in absorbing wells

K.K. Mexdiyev¹, X.M. İbragimov, t.t.n.²

¹SOCAR

²НИПИнефтегаз

Ключевые слова: призабойная зона, крепление, облегченный тампонажный раствор, адгезия, кристаллогидрат, водо-цементное отношение, поглощающие скважины.

Актуальной задачей последних трех десятилетий является повышение качества крепления скважин, герметизация крепи скважин на месторождениях с низкими градиентами гидроразрыва, требующих применения облегченных тампонажных растворов.

Облегченные тампонажные цементы, являющиеся одним из основных материалов при креплении скважин, всегда имеют худший контакт с обсадной колонной и горной породой, чем более тяжелые цементы. Поэтому необходима компенсация указанных недостатков, которые часто пытаются решить вводом в цемент расширяющих добавок, эффективность использования которых резко снижается из-за неизбежного увеличения водоцементного отношения в облегченных цементных растворах и увеличения расстояния между кристаллогидратами продуктов твердения.

Для получения облегченных тампонажных растворов добавляются реагенты в различных пропорциях до получения оптимального состава. Таким путем было определено несколько оптимальных вариантов состава.

K.K. Mehdiyev¹, Kh.M. Ibrahimov, Cand. in Tech. Sc.²

¹SOCAR

²"Oil-Gas Scientific Research Project" Institute

Keywords: bottomhole zone, hermetization, cement slurry, adhesion, crystalline hydrate, water-cement ratio, absorbing wells.

The paper presents the results of laboratory investigations on the development of lightweight cement compositions for improvement of stabilizing of producing formation, as well as the hermetization of the areas with low frac gradients.

To obtain lightweighted cement, few optimum compositions have been specified through experiments adding the agents in various thickness and concentrations into the mixture. The distribution of optimum compositions, the beginning and end of the hermetization, the solidness and density have been defined. The density of cement slurry developed on cement+seawater is 1900 kg/m³, the density of that on the cement+seawater+chamotte+bark+polymer+CaCl₂ is 1610 kg/m³, the density of one developed on the cement+seawater+bark+CaCl₂+carbonate+Al powder is 1700 kg/m³ and the density of cement slurry on cement+seawater+bark+CaCl₂+keramzit comprised 1590 kg/m³.

Neftqazıxarmanın aktual məsələlərindən biri də udulma gedən quyularda quyudibi sahənin (QDS) bərkidilməsidir. Belə şəraitdə kiçik hidravlik yarılma qradientləri olan sahələrdə neftli süxurların möhkəmliyini artırmaq üçün yüngülləşdirilmiş tamponaj məhlullarının işlənməsinə tələbat yaranmışdır.

Quyudibi sahənin bərkidilməsi üçün yüngülləşdirilmiş materialların təhlili zamanı məlum olur ki, bərkidilmənin səmərəliyinin artırılmasının əsas meyarları təbəqələrin etibarlı şəkildə ayrılması və uzunmüddətli istismar üçün möhkəmliyinin təmin edilməsidir.

Tamponaj məhlulunun sıxlığını aşağı salmaq üçün məhlulə reagentlərin qatılması zərurəti yara-

nır. Ölkəmizdə və xaricdə bu məqsədlə müxtəlif reagent, bentonit, perlit, diatamitli torpaq, gilsonit, püssolandan və s. qatqı materialı kimi istifadə edilir.

Tamponaj materialının tərkibində su-sement amilinin dəyişdirilməsi, yəni suyun miqdarının artırılması tərkibin yüngülləşməsinə səbəb olsa da onun parametrlərini pisləşdirir.

Neft və qaz quyularının sementlənməsi zamanı üç üsulla hazırlanmış yüngülləşdirilmiş tamponaj məhlullarından istifadə edilir: sement tozuna aşağı sıxlıqlı su tələb olunmayan qatqının əlavə edilməsi; su tələb edən qatqının istifadə olunması (bu halda suyun miqdarı artırılır); sement tozunun tərkibində hava (qaz) olan qatqılarla qarışdırılması.

Tamponaj məhlulunun yüngülləşdirilməsi hansı üsulla aparılmasından asılı olmayaraq (su-sement nisbətini dəyişdirmək, yüngülləşdirici əlavələrdən istifadə etmək, bağlayıcının sıxlığını azaltmaq), onun maya dəyərini artmasına və ya xassələrinin pisləşməsinə-hidratlaşmanın artmasına, sement daşının möhkəmliyinin azalmasına və s. halların baş verməsinə gətirib çıxarır. Zavodlarda istehsal olunan yüngül sementlər, çökməli saxılmalı və məqbul güc xüsusiyyətlərinə malik olsa da, sıxlığı 1450 kq/m³-dən aşağı olan qarışıq kompozisiyaları əldə etməyə imkan vermir [1].

Yeni həcmi genişləndirilmiş və yüngülləşdirilmiş tərkiblərin işlənilib hazırlanması, onların quyularda müəyyən temperatur və təzyiqli şəraitdə tətbiq edilməsi aktuallığı kəsb edir.

Yüngül şamandıra materialı normal sıxlıqlı kompozisiyaların parametrlərindən aşağı olmayan xüsusiyyətlərə malik olduğundan, eyni zamanda qarışdırıcı maye komponentlərindən də istifadə olunduğu üçün yaxşı texniki və iqtisadi xüsusiyyətlərə malikdir.

Tamponaj məhlulunun kinetikasi və genişlənmə dövrü, daş polimer və dispersantların əlavə edilməsi tənzimləmə biləcəyi bir sıra tədqiqat işlərində göstərilmişdir [2].

Dünya təcrübəsində yüngülləşdirilmiş tamponaj məhlullarının hazırlanması əsasən daha az sıxlıqlı aşqarlar və ya sement məhlullarının hərəkətliyini təmin etmək üçün həyata keçirilir. Bu materialların çeşidi geniş və müxtəlifdir [3-5].

Quyudibi sahənin bərkidilməsi üçün yüngülləşdirilmiş tamponaj materialları haqqında texniki ədəbiyyat və internet məlumatlarının arasıdırılması zamanı məlum olur ki, bir çox mineral maddələr və kimyəvi reagentlərdən istifadə etməklo yeni yüngülləşdirilmiş tamponaj materialları hazırlamaq mümkündür. Lakin bir çox xüsusiyyətlərə yanaşı tədqiqat işləri aparılan zaman istifadə olunan reagentlərin həm tullantılardan, həm yerli məhsullardan olması, eyni zamanda ucuz başa gəlməsi vacib şərtlərdir.

Azərbaycan yataqlarının işlənməsi təcrübəsində müxtəlif tərkibli tamponaj məhlulları hazırlan-

mış, quyularda tətbiq olunmuş və qənaətbəxş nəticələr əldə edilmişdir [6-11].

Optimal tərkibli yüngülləşdirilmiş tamponaj məhlulu almaq üçün müxtəlif reagentlərdən istifadə etməklo təcrübələr aparılmışdır.

Laboratoriya şəraitində müxtəlif reagentlərlə 50 °C temperaturda sement-su qarışığına şamot, ağac kəpəyi, polimer, CaCl₂, karbonat, alüminium tozu, keramzit kimi komponentlərdən əlavə edilməklə təcrübələr qoyulmuşdur. Hər bir reagentin təsiri nəticəsində tamponaj məhlulunun fiziki-mexaniki göstəriciləri müxtəlif olmuşdur. Tamponaj məhlulunun hazırlanması üçün su-sement nisbəti bütün təcrübələrdə 0.5-ə bərabər götürülmüşdür. Komponentlərin miqdarından asılı olaraq alınan tamponun fiziki-mexaniki göstəriciləri cədvəldə göstərilmişdir.

Cədvəldən görüldüyü kimi, yüngülləşdirilmiş tamponaj məhlulu almaq üçün qarışığa əlavə edilən ağac kəpəyinin miqdarı artdıqca (1.6÷5.0 %), tamponaj məhlulunun sıxlığı azalsa da, tutuşmanın əvvəli və sonunu təyin etmək mümkün olmamışdır.

Optimal variantın təyini üçün tərkibə şamot, karbonat, alüminium tozu və onların qarışığı əlavə etməklo tədqiqat işləri aparılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, bu daşların möhkəmliyi qənaətbəxş deyil və bəzilərində tamponaj məhlulunun bərkiməsi ümumiyyətlə baş vermir. Ona görə də CaCl₂ istisna olmaqla tərkibdə olan komponentlər çıxarılaraq, sement-su qarışığına keramzit əlavə edilmişdir. Laboratoriya tədqiqatları aparılan zaman, keramzitin miqdarının artırılıb-azaldılmasının tamponaj məhlulunun yayılmasına mənfi təsir göstərdiyi məlum olmuşdur. Təcrübə nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, tamponaj məhlulunun yayılması 13 sm-dir. Məlumdur ki, mədəm şəraitində tamponaj məhlulundan təhlükəsiz istifadə etmək üçün onun yayılması 18-22 sm arasında olmalıdır.

50 °C temperaturda qoyulmuş təcrübələrdə fiziki göstəriciləri təyin edildikdən sonra sement daşının yüngül xassəli olduğunu sübut etmək üçün daşlar qurudulduqdan sonra çəkili müəyyənölşürülmüşdür.

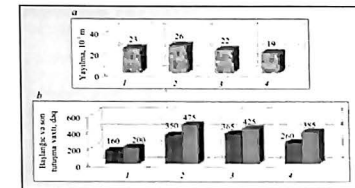
Sement daşının öz çəkisi qurudulduqdan sonra 242 q. olduğu halda, tərkibə əlavə olunmuş komponentlərin hesabına daşların çəkiliəri 200, 175 və 158 q-ma qədər azalmışdır.

Şamot, ağac kəpəyi, karbonat, keramzit və s. tamponaj məhlulunun yüngülləşdirilməsi, Al tozu daşın məsəməli, yəni yaxşı keçiriciliyə malik olması, Cl₂ isə tamponaj məhlulunun bərkiməsinə

təmin etmək üçün tərkiblərə əlavə edilmişdir.

Seçilmiş tərkibin yayılmasını, tutuşma vaxtının əvvəli və sonunu qənaətbəxş hesab etməklo. Sement daşının sıxlığı 1900-dən 1590 kq/m³-ə qədər azalmışdır. Möhkəmliyi isə tərkibində yüngülləşdirici komponentlərdən olduğundan uyğun olaraq 3.1; 2.9 və 2.35 MPa-ya qədər çəmmişdir.

Yüngülləşdirilmiş tamponaj məhlulunun hazırlanması zamanı optimal tərkiblərdən asılı olaraq qurulan diaqramlar şəkil 1, a-də təsvir edilmişdir.



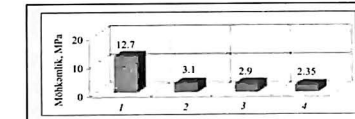
Şəkil 1. Tamponaj məhlullarının yayılma (a) və tutuşma (b) hədləri:

1 – sement+daniz suyu; 2 – sement+daniz suyu+şamot+ ağac kəpəyi+polimer+CaCl₂; 3 – sement+daniz suyu+ ağac kəpəyi+CaCl₂+karbonat+Altozu; 4 – sement+daniz suyu+ ağac kəpəyi+CaCl₂+keramzit

Şəkiləndən görüldüyü kimi, sement+daniz suyu əsasında hazırlanmış tamponaj məhlulunun yayılması 23 sm, məhlula qarışıqlar əlavə olundandan sonra isə hazırlanmış tamponaj məhlullarının yayılması uyğun olaraq 26, 22 və 19 sm təşkil etmişdir.

Şəkil 1, b-də tamponaj məhlullarının tutuşma hədlərini təyin etmək məqsədilə aparılan tədqiqatların nəticələri əks olunmuşdur.

Şəkiləndən görüldüyü kimi, sement+daniz suyu əsasında hazırlanmış tamponaj məhlulunun başlanğıc və son tutuşma vaxtları 160-200 dəq., məhlula qarışıqlar əlavə olundandan sonra isə hazırlanmış tamponaj məhlullarının başlanğıc və son



Şəkil 2. Sement daşının möhkəmlik həddi: 1 – sement+daniz suyu; 2 – sement+daniz suyu+şamot+ ağac kəpəyi+polimer+CaCl₂; 3 – sement+daniz suyu+ ağac kəpəyi+CaCl₂+karbonat+Al tozu; 4 – sement+daniz suyu+ ağac kəpəyi+CaCl₂+keramzit

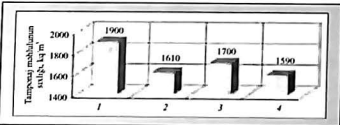
Sement	Komponentlərin miqdarı, %						Yığılma, 10 ⁻³ m	Sıxlıq, kq/m ³	Tutuşma vaxtı, sani-dəq.			Möhkəmlik, MPa	
	Daniz suyu	Şamot	Ağac kəpəyi	Polimer	CaCl ₂	Karbonat			Al tozu	Keramzit	Başlanğıc		Son
64.5	35.5	-	-	-	-	-	23.0	1900	2-40	3-20	12.7		
34.7	30.6	+34.7	-	-	-	-	24.0	1860	2-20	3-10	13.25		
47.5	34.8	15.8	1.6	0.3	-	-	22.0	1670	yoxdu	yoxdu	9.75		
48.8	32.5	16.3	1.6	0.3	0.5	-	26.0	1610	5-50	7-55	3.1		
50.3	25.1	21.5	1.8	0.4	0.9	-	22.0	1760	5-15	7-30	9.25		
47.1	30.2	20.2	1.7	-	0.8	-	19.0	1870	3-30	4-20	10.25		
51.4	25.7	17.1	5.1	0.2	0.5	-	21.0	1630	yoxdu	yoxdu	2.25		
49.5	28.1	16.5	5.0	0.1	0.8	-	16.5	1680	yoxdu	yoxdu	1.29		
52.6	26.3	17.5	2.6	0.1	0.9	-	22.0	1740	yoxdu	yoxdu	9.75		
52.3	26.1	17.4	3.1	0.2	0.9	-	20.0	1730	yoxdu	yoxdu	9.5		
51.6	32.3	12.9	2.4	-	0.8	-	18.5	1870	6-20	7-40	9.6		
50.6	33.2	12.6	2.8	-	0.8	-	20.5	1820	4-25	5-15	15.0		
49.0	35.2	-	2.7	-	0.8	12.3	-	19.5	1780	4-30	5-45	11.87	
48.0	36.0	-	3.3	-	0.7	12.0	-	18.0	1700	yoxdu	yoxdu	4.75	
44.5	37.0	-	2.8	-	0.9	14.8	0.001	-	19.0	1720	6-15	9-00	9.4
43.7	37.8	-	2.9	-	1.02	14.6	0.002	-	20.0	1710	5-45	7-45	9.0
43.5	37.7	-	3.1	-	1.2	14.5	0.003	-	18.0	1670	yoxdu	yoxdu	7.0
43.5	37.7	-	3.2	-	1.2	14.5	0.003	-	19.0	1680	yoxdu	yoxdu	7.1
43.7	37.9	-	2.6	-	1.2	14.6	0.003	-	22.5	1730	5-50	7-30	8.6
43.7	37.8	-	2.8	-	1.00	0.02	-	22.0	1700	6-05	7-05	2.9	
43.7	37.8	-	2.8	-	1.1	14.6	-	22.0	1730	6-55	7-55	6.0	
44.6	35.7	-	2.8	-	1.2	15.0	-	20.0	1736	yoxdu	yoxdu	6.0	
45.2	36.1	-	2.9	-	-	15.1	-	20.0	1750	yoxdu	yoxdu	7.3	
45.0	36.0	-	2.8	-	-	1.2	-	15.0	19.0	1620	7-10	8-20	9.9
41.1	32.9	-	2.8	-	1.3	-	-	24.7	21.0	1690	3-00	3-40	10.37
45.4	36.3	-	2.3	-	0.8	-	-	15.2	17.8	1630	3-05	4-15	7.1
27.8	41.6	-	2.5	-	0.3	-	-	27.8	13.0	1460	5-15	7-10	4.0
35.8	40.1	-	2.2	-	0.4	-	-	21.5	19.0	1610	3-10	5-10	1.3
35.7	39.9	-	2.6	-	0.4	-	-	21.4	15.0	1610	4-25	5-45	3.0
35.8	40.0	-	2.3	-	0.4	-	-	21.5	19.0	1590	4-20	6-25	2.35

tutuşma vaxtları uyğun olaraq 350–475, 365–425 və 260–385 daq. təşkil etmişdir.

Şəkil 2-də sement daşının möhkəmlik həddinin öyrənilməsi məqsədilə aparılan təcrübələrin nəticələri əks olunmuşdur.

Şəkiləndən görüldüyü kimi, sement+dəniz suyu əsasında hazırlanmış sement daşının möhkəmlik həddi 12.7 MPa, məhlula qarışıqlar əlavə olunan sonra isə sement daşlarının möhkəmlik hədləri uyğun olaraq 3.1, 2.9 və 2.35 MPa təşkil etmişdir.

Şəkil 3-də tamponaj məhlulunun sıxlığının tərkiblərdən asılı olaraq dəyişməsinin araşdırılması üçün aparılan təcrübələrin nəticələri verilmişdir.



Şəkil 3. Tamponaj məhlullarının sıxlığı:

1 – sement+dəniz suyu; 2 – sement+dəniz suyu+şamot+ ağac kəpəyi+polimer+CaCl₂; 3 – sement+dəniz suyu+ ağac kəpəyi+CaCl₂+karbonat+Al tozu; 4 – sement+dəniz suyu+ağac kəpəyi+CaCl₂+keramzit

Göründüyü kimi, sement+dəniz suyu əsasında hazırlanmış tamponaj məhlulunun sıxlığı 1900 kq/m³, məhlula qarışıqlar əlavə olunan sonra isə sıxlığı uyğun olaraq 1610, 1700 və 1590 kq/m³ təşkil etmişdir.

Aparılan tədqiqat işlərinin nəticələri göstərir ki, müxtəlif əlavələr etməklə yüngülləşdirilmiş tamponaj materialı almaq mümkündür. Bu da udulma həddən laylarda QDS-in bərkidilməsi əməliyyatlarına rəsmi sərəməliyini yüksəltməyə imkan verir.

Nəticə

1. Tamponaj məhlulunun yüngülləşdirilməsi məqsədilə az sıxlığı olan aşqarlar və ya reagentlərin istifadəsi məqsəduyğun hesab olunur.

2. Tərkibə əlavə olunan reagentlər əla seçilməlidir ki, tamponaj məhlulunun tələb olunan optimal fiziki-mexaniki göstəriciləri (yayılması, sıxlıq, tutuşma vaxtının əvvəli və sonu, möhkəmlik və s. amilləri) təmin olunsun.

3. Müxtəlif əlavələr etməklə sement+dəniz suyu əsasında hazırlanmış tamponaj məhlulunun sıxlığını 1900-dən 1590 kq/m³-ə qədər azaltmaq mümkündür.

References

1. Kuznetsov O.A., Nurgalov V.D., Kochevnikov P.O. i dr. Oblegchenniy tamponazhnyy sostav dlya nizkikh umernykh temperatur // Burenie i nefi. 2019, № 3, s. 22-26.
2. Beley I.I. Osobennosti razrabotki i primeneniya tamponazhnykh rastvorov s rasshiryaushchimiya dobakami dlya tsementirovaniya kolonn // Stroitel'stvo neftyan'kh i gazovykh skvazhin na suxe i na more, 2012, № 10, s. 40-46.
3. Buruyev i tamponazhnye rastvory [elektronnyy resurs]: Metodicheskie ukazaniya k prakticheskim zaniyatiyam / Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossiyskoy Federatsii, Volgogradskiy gosudarstvennyy arkhitekturno-stroitel'nyy universitet; sost. V.A. Perfilov. <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/>
4. Elektronnyy resurs RGU nefi i gaza im. I.M. Gubkina – bazovogo VUZa neftegazovogo kompleksa Rossii – Elektronnyaya neftegazovaya biblioteka <http://www.elib.gubkin.ru>.
5. Tsementy tamponazhnye. Metody ispitaniy [Elektronnyy resurs] URL: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/8996/>.
6. Memmedov T.M., Atayev M.K. və b. Lay şəraitində nanotərkibin su-sement məhlulu və daşının xassələrinə təsirinə tədqiqi // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2011, № 12, s. 34-39.
7. Memmedov T.M., Atayev M.K. və b. Nanotərkibli xlorid turşusu sement məhlulu və daşının xüsusiyyətlərinə təsirinə tədqiqi // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2012, № 2, s. 30-34.
8. Memmedov K.Q., Babayev R.C., Zeynalova R.A. Guyudibi zonanın bərkidilməsi üçün yeni polimer tərkibli tamponaj materialının işlənməsi // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2005, № 8, s. 29-32, s. 26-30.
9. Salavatov T.Sh., Tairov T.R. Krepление призабойной зоны скважин relaxирующими композициями системami // Azerbaydzhanskoe neflyanoe khozaystvo, 1997, № 8, s. 28-31.
10. Kazimov Sh.P., Mehdiyev K.K. və b. Lay süxurlarının möhkəmləyini artırılması üçün tərkib // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2019, № 2, s. 25-28.
11. Kazimov Sh.P., Mehdiyev K.K. Acid-based cement slurry with controllable properties // SOCAR Proceedings, 2020, No 3, pp. 47-51.

Ədəbiyyat əsərləri

1. Kuznetsov O.A., Nurgalov V.D., Kochevnikov P.O. i dr. Oblegchenniy tamponazhnyy sostav dlya nizkikh i umernykh temperatur // Burenie i nefi. 2019, № 3, s. 22-26.
2. Beley I.I. Osobennosti razrabotki i primeneniya tamponazhnykh rastvorov s rasshiryaushchimiya dobakami dlya tsementirovaniya kolonn // Stroitel'stvo neftyan'kh i gazovykh skvazhin na suxe i na more, 2012, № 10, s. 40-46.
3. Buruyev i tamponazhnye rastvory [elektronnyy resurs]: Metodicheskie ukazaniya k prakticheskim zaniyatiyam / Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossiyskoy Federatsii, Volgogradskiy gosudarstvennyy arkhitekturno-stroitel'nyy universitet; sost. V.A. Perfilov. <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/>
4. Elektronnyy resurs RGU nefi i gaza im. I.M. Gubkina – bazovogo VUZa neftegazovogo kompleksa Rossii – Elektronnyaya neftegazovaya biblioteka <http://www.elib.gubkin.ru>.
5. Tsementy tamponazhnye. Metody ispitaniy [Elektronnyy resurs] URL: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/8996/>.
6. Memmedov T.M., Atayev M.K. və b. Lay şəraitində nanotərkibin su-sement məhlulu və daşının xassələrinə təsirinə tədqiqi // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2011, № 12, s. 34-39.
7. Memmedov T.M., Atayev M.K. və b. Nanotərkibli xlorid turşusu sement məhlulu və daşının xüsusiyyətlərinə təsirinə tədqiqi // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2012, № 2, s. 30-34.
8. Memmedov K.Q., Babayev R.C., Zeynalova R.A. Guyudibi zonanın bərkidilməsi üçün yeni polimer tərkibli tamponaj materialının işlənməsi // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2005, № 8, s. 29-32.
9. Salavatov T.Sh., Tairov T.R. Krepление призабойной зоны скважин relaxирующими композициями системami // Azerbaydzhanskoe neflyanoe khozaystvo, 1997, № 8, s. 28-31.
10. Kazimov Sh.P., Mehdiyev K.K. və b. Lay süxurlarının möhkəmləyini artırılması üçün tərkib // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2019, № 2, s. 25-28.
11. Kazimov Sh.P., Mehdiyev K.K. Acid-based cement slurry with controllable properties // SOCAR Proceedings, 2020, No 3, pp. 47-51.