

PRODUCTION OF DRILLING FLUIDS BASED ON COTTON SOAPSTOCKS

Bimbetova G.Zh.¹, Kembayev A.R.¹, Botashev E.T.¹, Otarbayev N.Sh.¹, Nadirova Zh.K.¹, Tusupkaliev E.A.^{2}, Maimekov Z.K.³, Sambaeva D.A.⁴*

¹*M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan*

²*JSC "A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences", Almaty, Kazakhstan*

³*Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan*

⁴*Kyrgyz State Technical University after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyzstan*

*E-mail: t_ersin@mail.ru

Abstract. *Introduction.* For effective oil production, this is necessary to ensure high-quality drilling, opening of reservoirs. Many tasks that arise during drilling are solved with the help of process fluids. *The purpose* of the work is to create new drilling fluids based on secondary resources, surfactants. The composition of a new drilling mud for drilling wells is proposed. *Methods.* One of the main indicators of hydrophobic emulsion solutions is filtrate output. The operational properties of the filtrate release of hydrophobic emulsion solutions differ slightly from other indicators. When filtering hydrophobic emulsion solutions in a porous medium, the kinetic factor associated with the rate of formation of the filtration crust becomes of great importance. *Results and discussion.* The instantaneous filtrate output of systems of hydrophobic emulsion solutions stabilized by surfactants is reduced due to the rapid formation of a bound filtration crust by means of fast interactions, therefore, it's strengthened by slow interaction bonds. This formation of charge-transfer complexes, electronic donor-acceptor, long-lived free stable radicals, hydrogen, covalent bonding carried out with an induction period at a close distance, determines a decrease in the filtration yield of the solution. *Conclusion.* Cotton soapstocks are valuable additives in the composition of drilling fluids to improve their operational properties. According to the limit values of the parameters, the reagents are arranged in the following series according to filtrate: fatty acid salts > emulsal > soapstock > tar distillation of fatty-acids. At the same time, the parameters of the hydrophobic emulsion solution are always, except for GJC and FFA, where after the limit value of their quantities, the filtrate output increases, improves with the concentrations of reagents.

Keywords: oil, oil production, well drilling, process fluids, filter recoil, hydrophobic emulsion solutions, kinetic factor, surfactants, critical kinetics

*Bimbetova Gulmira
Zhankabylova*

*Candidate of Technical Sciences, Professor, E-mail:
gulmaz@mail.ru;*

Kembayev Aidos Ryspekovich

PhD doctoral student, E-mail: aidos_kem@mail.ru

*Botashev Yersultan
Turgimbekovich*

PhD; E-mail: ertash_777_91_@mail.ru

Citation: Bimbetova G.Zh., Kembayev A.R., Botashev E.T., Otarbayev N.Sh., Nadirova Zh.K., Tusupkaliev E.A., Maimekov Z.K., Sambaeva D.A. Production of drilling fluids based on cotton soapstocks (Review). *Chem. J. Kaz.*, **2023**, 4(84), 85-93. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2023-4.2710-1185.42>

<i>Otarbayev Nurlybek Shrynbekovich</i>	PhD, e-mail: otarbaevn@mail.ru
<i>Nadirova Zhanna Kazimovna</i>	Candidate of technical sciences, associate professor of «Oil and Gas business» department, e-mail: zhanna.nadirova@inbox.ru
<i>Tusupkaliyev Ersin Adietovich</i>	Candidate of Chemical Sciences; e-mail: t_ersin@mail.ru
<i>Maymekov Zarlyk Kaparovich</i>	Doctor of technical sciences, professor, e-mail: zarlyk.maymekov@manas.edu.kg
<i>Sambaeva Damira Asanakunovna</i>	Doctor of technical sciences, professor, e-mail: dsambaeva@gmail.com

ПОЛУЧЕНИЕ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ ХЛОПКОВЫХ СОАПСТОКОВ

Бимбетова Г.Ж.¹, Кембаев А.Р.¹, Боташиев Е.Т.¹, Отарбаев Н.Ш.¹, Надирова Ж.К.¹, Тусупкалиев Е.А.^{2}, Маймеков З.К.³, Самбаева Д.А.⁴*

¹Южно-Казахстанский университет имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан

²АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан

³Кыргызско-Турецкий Университет Манас, Бишкек, Кыргызстан

⁴Кыргызский Государственный Технический Университет имени И. Разакова, Бишкек, Кыргызстан

*E-mail: t_ersin@mail.ru

Резюме. *Введение.* Для эффективной добычи нефти необходимо обеспечить качественное бурение и вскрытие пластов. Многие задачи, возникающие при бурении, решаются при помощи технологических жидкостей. *Цель работы* – создание новых буровых растворов на основе вторичных ресурсов и некоторых поверхностно-активных веществ. Предложен состав нового бурового раствора для бурения горных пород. *Методы.* Одним из основных показателей гидрофобно-эмульсионных растворов является фильтратотдача. Эксплуатационные свойства фильтратотдачей гидрофобно-эмульсионных растворов несколько отличаются от других показателей. Это обусловлено тем, что при фильтрации гидрофобно-эмульсионных растворов пористой среде большое значение приобретает кинетический фактор, связанный со скоростью формирования фильтрационной корки. *Результаты и обсуждение.* Мгновенная фильтратотдача систем гидрофобно-эмульсионных растворов, стабилизированных поверхностно-активными веществами будет снижена за счет быстрого образования связанной фильтрационной корки при посредстве быстрых взаимодействий, которая впоследствии будет упрочняться медленными связями взаимодействия. Это образование комплексов с переносом заряда (КПЗ), электронные донорно-акцепторные (ЭДА) и долгоживущие свободные стабильные радикалы, водородная и ковалентная связь осуществляемые с индукционным периодом на близкой дистанции, что предопределяет снижение фильтроотдачи раствора.

Вывод. Хлопковые мыла являются ценными добавками к составам буровых растворов для улучшения их эксплуатационных характеристик. По предельным достигаемым значениям параметров реагенты располагаются в следующий ряд по фильтратотдаче: соли жирных кислот > эмультал > мыла > гудрон дистилляции жирных кислот. При этом параметры гидрофобно-эмульсионного раствора во всех случаях, кроме гудрон дистилляции жирных кислот (ГДЖК) и соли жирных кислот (СЖК), где после предельного значения их количества фильтратотдача возрастает, улучшаются с концентраций реагентов.

Ключевые слова: нефть, нефтедобыча, бурение скважин, технологические жидкости, фильтротдача, гидрофобно-эмульсионные растворы, кинетический фактор, поверхностно-активные вещества, критическая кинетика

Бимбетова Гульмира Жанкабыловна

Кандидат технических наук, профессор

Кембаев Айдос Рысбекович

Докторант

<i>Боташев Ерсұлтан Турғимбекович</i>	<i>PhD, доцент</i>
<i>Отарбаев Нурлыбек Шырынбекович</i>	<i>PhD, доцент</i>
<i>Надирова Жанна Казимовна</i>	<i>Кандидат технических наук, доцент</i>
<i>Тусупкалиев Ерсин Адиетович</i>	<i>Кандидат технических наук</i>
<i>Маймеков Зарлык Капарович</i>	<i>Доктор технических наук, профессор</i>
<i>Самбаева Дамира Асанакуновна</i>	<i>Доктор технических наук, профессор</i>

1. Введение

Сегодня развитие нефтегазового комплекса играет важную роль в экономике Республики Казахстан. Доходы от нефтегазовой отрасли являются основой всего бюджета страны. От работы предприятий нефтегазового комплекса зависит реализация государственных программ развития в масштабах как регионов, так и государства в целом [1].

В настоящее время более 55% запасов нефти переведены в разряд трудоемких, требующих трудоемкой разработки новых технологий и оборудования, больших финансовых и трудовых ресурсов. Ухудшение качества запасов привело к снижению средних дебитов эксплуатационных скважин. Только за последние 10-15 лет средние дебиты по разным оценкам сократились в 2-4 раза. Теперь, чтобы создать равные мощности по добыче нефти, необходимо пробурить до 4 скважин вместо одной. А если учесть, что более половины буровых установок было сокращено во время снижения цен на нефть, то становится ясно, что наблюдается сокращение возможностей для создания новых мощностей [2].

Для эффективной добычи нефти необходимо обеспечить качественное бурение и вскрытие пластов. Многие задачи, возникающие при бурении, решаются при помощи технологических жидкостей [3].

2. Цели и задачи

Высокая минерализация жидкой фазы буровых растворов приводит к потере ее коллоидной стабильности, что в свою очередь приводит к ряду осложнений и неблагоприятных последствий. Гидрофобно-эмульсионные растворы (ГЭР) могут обеспечить необходимое качество бурения и вскрытия, что позволяет полностью поддерживать проницаемость поверхностной зоны (ПЗП) пласта, предотвращать затвердевание и удержание колонн, обеспечивать стабильность стенок скважины и удаление шлама [4-6]. Однако использование гидрофобно-эмульсионных растворов связано с необходимостью решения специфических проблем данного типа дисперсных систем, в частности, при воздействии агрессивных факторов в скважине и обеспечении стабильности их свойств, к которым относятся: 1) потеря части дисперсионной среды при подаче фильтрата в скважину-граница пласта; 2) загрязнение пластовой водой и гидрофильной твердой фазой; 3) высокий и низкий уровень - все эти факторы способны в разной степени привести к потере агрегативной стабильности ГЭС и ее

функциональных возможностей, что приводит к серьезным авариям в скважине. Поэтому актуально создавать новые комплексные реагенты, обладающие улучшенными свойствами и позволяющие заменять сразу несколько специальных реагентов.

Необходимые свойства буровых растворов могут быть достигнуты в результате обработки промывочных жидкостей реагентами-стабилизаторами, структурообразователями и понизителями вязкости.

Методы. Одним из основных показателей гидрофобно-эмульсионных растворов является фильтратотдача. Физико-химические предпосылки управления фильтратотдачей ГЭР несколько отличаются от других показателей. Это обусловлено тем, что при фильтрации ГЭР в пористой среде большое значение приобретает кинетический фактор, связанный со скоростью формирования фильтрационной корки [7].

3. Результаты и их обсуждение

Мгновенная фильтратотдача систем ГЭР стабилизированных поверхностно-активными веществами будет снижена за счет быстрого образования связанной фильтрационной корки при посредстве быстрых взаимодействий, которая впоследствии будет упрочняться медленными связями взаимодействия. Это образование комплексов с переносом заряда (КПЗ), электронные донорно-акцепторные (ЭДА) и долгоживущие свободные стабильные радикалы, водородная и ковалентная связь осуществляемые с индукционным периодом на близкой дистанции, что предопределяет снижение фильтроотдачи раствора [8].

Зависимости относительной концентрации должны быть получены, когда количество и температура воды одинаковы, поскольку эти два фактора одинаково влияют на оптимальный состав поверхностно-активных веществ [9]. Поэтому сравниваем зависимость показателя фильтрации ГЭР от концентрации реагентов (рис.2).

На рисунке 1 показано, что на диаграмме есть особые точки возвышения, в которых достигаются указанные критические (оптимальные) концентрации реагентов (ККР). Критические концентрации, наблюдаемые индикатором выхода фильтрата: 6%, 2%, 4%, 2%.

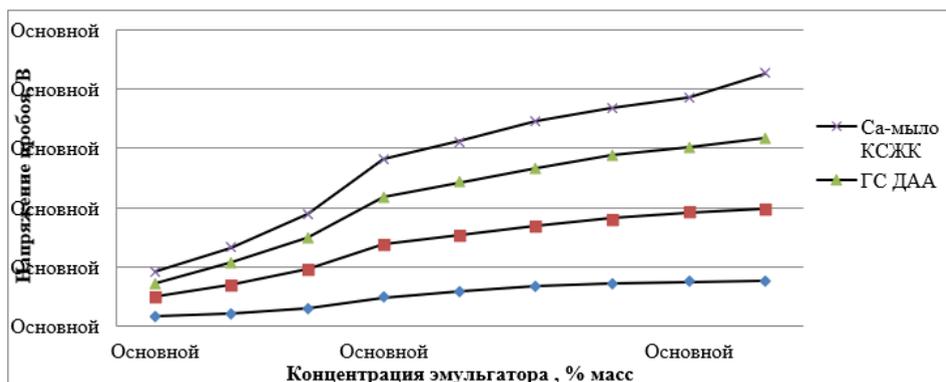


Рисунок 1 - Зависимость электрической стабильности ГЭР от их концентрации на основе различных ПАВ

По достигнутым предельным значениям параметров реагенты размещаются в следующем ряду по подаче фильтрата: соли жирных кислот (СЖК) >эмультал>соапсток> гудрон дистилляции жирных кислот (ГДЖК).

При этом параметры гидрофобно-эмульсионного раствора во всех случаях, кроме ГДЖК и СЖК, где после предельного значения 6% фильтратотдача возрастает, улучшаются с увеличением концентраций реагентов.

Полученные результаты хорошо согласуются с теоретическими предсказаниями, сделанными ранее. Низкие показатели свойств ГЭР на основе СЖК объясняются отсутствием ионных, поляризационных, индукционных и электронно-донорно-акцепторных (ЭДА) межмолекулярных взаимодействий в объеме среды, а значительные ККР-относительной малостью площадки адсорбции вследствие нормального к поверхности раздела фазположения молекул. Отсутствие электростатического отталкивания полярных групп и длинный алифатический радикал в этом случае определяют палочкообразный вид мицелл, который малоэффективен для структурообразования и снижения фильтратотдачи. С другой стороны карбоксильная полярная группа СЖК недостаточно сильна для длинного углеводородного радикала кислоты, что находит свое отражение в низкой электростабильности.

Крепкое омыление СЖК позволяет улучшить результаты, что объясняется ион-дипольными взаимодействиями полярных групп мыла, а также усилением водородных связей молекул гидратной воды, с одной стороны, с самим катионом (вплоть до ковалентного взаимодействия), с другой стороны, кислородом анионной части молекулы, поляризованной тем же катионом. Работа адсорбции при омылении ПАВ повышается за счет большей энтальпии перехода полярной группы в воду, что способствует выравниванию ГЛБ, увеличению работы адсорбции, т.е. электростабильности. На рисунке 2 видно, что за счет взаимодействия

полярных групп ПАВ уменьшается ККР и изменяется строение мицелл, которые приобретают форму пространственно переплетенного каркаса волокон мыла, что способствует снижению фильтратотдачи ГЭР.

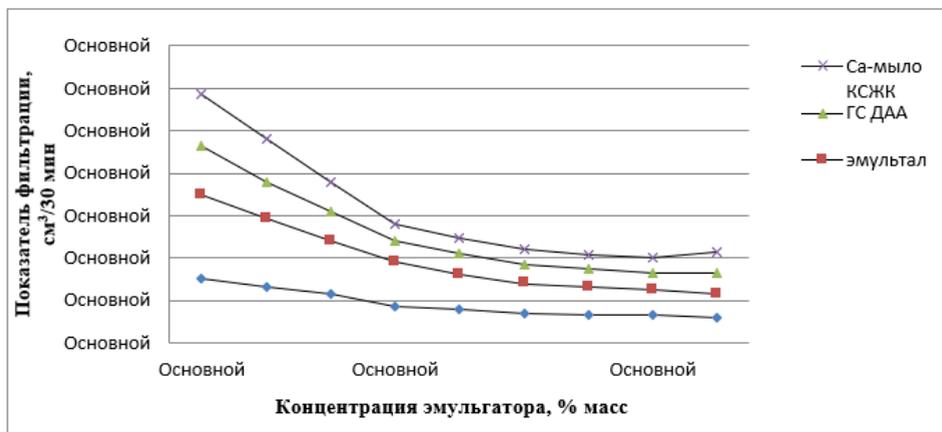


Рисунок 2 - Зависимость показателя фильтрации ГЭР на основе различных ПАВ от их концентрации.

В случаях ГДЖК и Са - мыла действуют исключительно быстрые межмолекулярные взаимодействия и для них справедливо утверждение - увеличение степени ионности ПАВ, способствует повышению низкотемпературных параметров ГЭР в статических и динамических условиях. Теперь оценим поведение ПАВ, образующего медленный тип связей - эмультала. Как и предполагалось, сочетание в молекуле эмультала сложноэфирной гидроксильной и имидной групп, способных к взаимной поляризации ЭДА взаимодействиям, определяет более высокую электростабильность ГЭР. Локализация полярных групп в молекуле эмультала обуславливает их объединение в качестве ее полярной части с соответственным увеличением работы и площадки адсорбции ПАВ. В то же время, если в условиях конденсированного адсорбционного слоя медленные взаимодействия эффективно реализуются, то в объеме среды молекулы эмультала, имеющие самый короткий алифатический радикал C_{17-22} и не взаимодействующие с полярными группами электростатически, не склонны к агрегации вплоть до концентрации 8%, что находит свое отражение в крайне высокой фильтратотдаче ГЭР на его основе.

Выше было сделано предположение о перспективности совмещения в составе реагентов комплексного действия, способных к образованию обоих типов связей, что реализовано в случае ГДЖК. Как видно из рисунков 1 и 2, параметры ГЭР на основе соапстока действительно сравнительно высокие. Единственным исключением является несколько более высокая электростабильность эмультала при концентрациях реагентов 6%, что вполне вписывается в общую картину, так как это следствие его более

сильных полярных групп. Таким образом, результаты экспериментальных исследований в целом подтверждают разработанную схему управления свойствами ГЭР.

ГЭР должен включать полярные группы с большим силовым полем, чем основной эмульгатор системы, либо иметь углеводородный радикал со значительным перевесом гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ) в сторону липофильности. При этом предпочтительны разветвленные углеводородные цепи и низкая их пространственная локализация. Особенно эффективна комбинация в молекуле структурообразователя высокомолекулярных углеводородных цепей, содержащих несколько эфирных групп оксиэтильных (оксипропильных) радикалов разбросанных по длине цепи, или сложноэфирную группу в их середине.

4. Заключение

Таким образом, хлопковые soapстоки являются ценными добавками к составам буровых растворов для улучшения их эксплуатационных характеристик. По предельным достигаемым значениям параметров реагенты располагаются в следующий ряд по фильтратотдаче: соли жирных кислот > эмультал > soapсток > гудрон дистилляции жирных кислот. При этом параметры гидрофобно-эмульсионного раствора во всех случаях, кроме ГДЖК и СЖК, где после предельного значения их количества фильтратотдача возрастает, улучшаются с концентрацией реагентов.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов между авторами, которые требуют раскрытия информации в этой статье.

МАҚТА СОАПСТОГЫ НЕГІЗІНДІ БҰРҒЫЛАУ ЕРІТІНДІЛЕРІН АЛУ

Бимбетова Г.Ж.¹, Кембаев А.Р.¹, Ботаишев Е.Т.¹, Отарбаев Н.Ш.¹, Надинова Ж.К.¹, Тусупкалиев Е.А.^{2}, Маймеков З.К.³, Самбаева Д.А.⁴*

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

²«А.Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

³Қырғыз-түрік «Манас» университеті, Бішкек, Қырғызстан

⁴И. Разакова атындағы Қырғыз мемлекеттік техникалық университеті, Бішкек, Қырғызстан

*E-mail: t_ersin@mail.ru

Түйіндеме. *Кіріспе.* Мұнайды тиімді өндіру үшін сапалы бұрғылау мен қабаттарды ашуды қамтамасыз ету керек. Бұрғылау кезінде туындайтын көптеген мәселелер технологиялық сұйықтықтардың көмегімен шешіледі. *Жұмыстың мақсаты* – екіншілік ресурстар мен бірқатар беттік –активті заттар негізінде жаңа бұрғылау ерітінділерін алу. Тау жыныстарын бұрғылауға арналған жаңа бұрғылау ерітіндісінің құрамы ұсынылды. *Әдістері.* Гидрофобты-эмульсиялық ерітінділердің негізгі көрсеткіштерінің бірі-фильтраттың берілуі. Гидрофобты-эмульсиялық ерітінділердің фильтраттарының эксплуатациялық қасиеттері басқа көрсеткіштердің шамаларынан біршама ерекшеленеді. Бұл кеуекті ортада гидрофобты-эмульсиялық ерітінділерді фильтрлеу кезінде фильтрлік қыртыстың қалыптасу жылдамдығына байланысты кинетикалық фактор үлкен мәнге ие болатындығына негізделген. *Нәтижелер және талқылау.* Беттік-активті заттармен тұрақтандырылған гидрофобты-эмульсиялық ерітінді жүйелерінің тез фильтрат бөлуі өзара

жылдам әрекеттесу арқылы байланысқан сүзгі қыртысының лезде түзілуі арқылы төмендейді, содан соң баяу өзара әрекеттесу байланыстарымен күшейтіледі. Бұл зарядты тасымалдау кешендерінің (ЗТК) түзілуі, электронды донорлы-акцепторлық (ЭДА) және ұзақ өмір сүретін бос тұрақты радикалдар, ерітіндінің фильтрат беруін төмендеуін алдын-ала анықтайтын, жақын қашықтықта индукциялық кезеңмен орындалатын сутектік және коваленттік байланыс. *Қорытынды.* Бұрғылау ерітінділерінің пайдалану сипаттамаларын жақсарту үшін ерітінді құрамына макта саапстогын қосу құнды қоспа болып табылды. Алынған параметрлердің шекті мәндері бойынша реагенттер фильтрат беру бойынша келесі қатарда орналасады: май қышқылдарының тұздары > эмультал > саапсток > май қышқылдарын айдау гудроны. Бұл ретте гидрофобты-эмульсиялық ерітіндінің параметрлері май қышқылдары дистилляттарының гудронынан және май қышқылдарының тұздарынан басқа барлық жағдайларда, қоспа мөлшерінің шекті мәнінен кейін фильтрат беру артып, реагенттердің концентрациясы жақсарды.

Түйінді сөздер: мұнай, мұнай өндіру, ұңғымаларды бұрғылау, технологиялық сұйықтықтар, фильтрат бергіштік, гидрофобты-эмульсиялық ерітінділер, кинетикалық фактор, беттік-активті заттар, критикалық кинетика

Бимбетова Гүлмира Жанкабыловна	<i>Техника ғылымдарының кандидаты, профессор</i>
Кембаев Айдос Рысбекұлы	<i>докторант</i>
Боташев Ерсұлтан Тургимбекович	<i>PhD, доцент</i>
Отарбаев Нурлыбек Шырынбекович	<i>PhD, доцент</i>
Надирова Жанна Казимовна	<i>Техника ғылымдарының кандидаты, доцент</i>
Тусупқалиев Ерсін Адиевич	<i>Химия ғылымдарының кандидаты</i>
Маймеков Зарлык Капарович	<i>Техника ғылымдарының докторы, профессор</i>
Самбаевой Дамиры Асанақуновны	<i>Техника ғылымдарының докторы, профессор</i>

Список литературы

- 1.Измагамбетова Д. З. Современное состояние нефтегазовой отрасли в Республике Казахстан. *Молодой ученый*, **2018**, 39, 72-75. <https://moluch.ru/archive/225/52924/> (дата обращения: 13.10.2023).
- 2.Лысенко В.Д., Грайфер В.И. Разработка малопродуктивных нефтяных месторождений. *Недра - Бизнесцентр*, **2001**, 284 с. <https://www.geokniga.org/books/4761> (дата обращения: 13.10.2023).
- 3.Исламов Х.М. Регулирование содержания и состава твердой фазы в буровом растворе. *Нефть и газ*, **2018**, №1. (дата обращения: 13.10.2023) https://www.nauka.kz/page.php?page_id=794&lang=1&page=2419
- 4.Уляшева Н. М., Михеев М. А., Дуркин В. В. Технология буровых растворов. *Учеб.-метод. пособие*. Ухта: УГТУ, **2019**, 112 с. (дата обращения: 13.10.2023). <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-tehnologiya-burovyh-rastvorov.pdf>
- 5.Чихоткин, В. Ф. Буровой раствор и управление его реологическими свойствами при бурении скважин в осложненных условиях. *Бурение и нефть*, **2007**, № 7-8, 58-60.
- 6.Шарафутдинова, Р. З. Бурение в глинах и гидратная стабилизация её состояния при строительстве скважин. *Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море*, **2007**, № 2, 26-31.
- 7.Методика контроля параметров буровых растворов РД 39-2-645-81. https://znaytovar.ru/gost/2/RD_39264581_Metodika_kontrolya.html (дата обращения: 13.10.2023).
- 8.Coleen T. Nemes, Croix J. Laconsaya, John Morrison Galbraith. *Hydrogen bonding from a valence bond theory perspective: the role of covalency*. *Physical Chemistry Chemical Physics*. **2018**, 20, 20963-20969. DOI: <https://doi.org/10.1039/C8CP03920H>

9. Надиров К.С., Бимбетова Г.Ж., Акберды С.Ж. Использование насыщенных карбоновых кислот и их производных в рецептуре буровых промывочных жидкостей. *Вестник науки Южного Казахстана*, **2018**, №4, 40-44. <https://elibrary.ru/item.asp?id=42330383> (дата обращения: 13.10.2023).

References

1. Izmagambetova D. Z. The current state of the oil and gas industry in the Republic of Kazakhstan. *Young Scientist*, **2018**, 39, 72-75. <https://moluch.ru/archive/225/52924/> / (accessed on 3 October 2023).
2. Lysenko V.D., Greifer V.I. Development of unproductive oil fields. *Nedra-Business Center*, **2001**, 284 p. <https://www.geokniga.org/books/4761> (accessed on 3 October 2023).
3. Islamov H.M. Regulation of the content and composition of the solid phase in the drilling fluid. *Oil and Gas*, **2018**, No.1. https://www.nauka.kz/page.php?page_id=794&lang=1&page=2419 (accessed on 03.10.2023).
4. Ulyasheva N. M., Mikheev M. A., Durkin V. V. Technology of drilling fluids. *Study-method. stipend. Ukhta: UGTU*, **2019**, 112 p. <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-tehnologiya-burovyh-rastvorov.pdf> (accessed on 3 October 2023).
5. Chikhotkin, V. F. Drilling mud and management of its rheological properties when drilling wells in complicated conditions. *Drilling and oil*, **2007**, No 7-8, 58-60.
6. Sharafutdinova, R. Z. Drilling in clays and hydrate stabilization of its condition during the construction of wells. *Construction of oil and gas wells on land and at sea*, **2007**, 2, 26-31.
7. Methodology for monitoring parameters of drilling fluids RD 39-2-645-81. https://znaytovar.ru/gost/2/RD_39264581_Metodika_kontrolya.html (accessed on 3 October 2023).
8. Coleen T. Nemes, Croix J. Laconsaya, John Morrison Galbraith. Hydrogen bonding from a valence bond theory perspective: the role of covalency. *Physical Chemistry Chemical Physics*. **2018**, 20, 20963-20969. DOI: <https://doi.org/10.1039/C8CP03920H>
9. Nadirov K.S., Bimbetova G.Zh., Akberdy S.Zh. The use of saturated carboxylic acids and their derivatives in the formulation of drilling washing fluids. *Bulletin of Science of Southern Kazakhstan*, **2018**, No. 4, 40-44. <https://elibrary.ru/item.asp?id=42330383> (accessed on 3 October 2023).