

УДК 622.24

<https://orcid.org/0000-0003-4229-429X>

<https://orcid.org/0000-0002-7040-6319>

<https://orcid.org/0000-0003-1463-5392>

<https://orcid.org/0000-0002-0908-4533>

СОСТАВ БУРОВОГО РАСТВОРА ПРИ БУРЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН В НЕУСТОЙЧИВЫХ ГЛИНИСТЫХ ПОРОДАХ И ВЛИЯНИЕ ЕГО НА ДАЛЬНЕЙШЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ



Б.К. МАУЛЕТБЕКОВА,
докторант, преподаватель
кафедры «Технологические
машины и транспорт»,
*b.mauletbekova@satbayev.
university,*
mauletbekova.b@gmail.com



Б.З. КАЛИЕВ,
к.т.н., ассоциированный
профессор кафедры
«Технологические машины
и транспорт»,
b.kaliyev@satbayev.university



Т.Д. КАРМАНОВ,
к.т.н., ассоциированный
профессор кафедры
«Технологические машины
и транспорт»,
t.karmanov@satbayev.university



Б.А. ЖАУТИКОВ,
д.т.н., профессор, Проректор
по академическим вопросам,
b.zhautikov@satbayev.university

«SATBAYEV UNIVERSITY»,
Республика Казахстан, 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22а

Бурение скважины в значительной степени зависит от состава и свойств буровых растворов, которые должны обеспечивать безопасность и безаварийность ведения работ при высокой скорости бурения и качественном вскрытии продуктивного пласта. Применение буровых растворов с регулируемыми свойствами требует значительных средств с целью экономии затрат времени на работы, связанные с авариями, осложнениями, проработками и промывками, длительностью и результатами освоения. В статье приведены некоторые особенности влияния горных пород на состав бурового раствора и различные сочетания, применяемые при бурении технологических скважин. Также приведены рекомендации для исследования состава бурового раствора, влияющих на успешную переработку и повторное его использование.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: продуктивный пласт, бурение технологических скважин, буровые растворы, коагулянт, флокулянт

ТҰРАҚСЫЗ САЗДЫ ЖЫНЫСТАРДА ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҰҢҒЫМАЛАРДЫ БҰРҒЫЛАУ КЕЗІНДЕГІ БҰРҒЫЛАУ ЕРІТІНДІСІНІҢ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ ОНЫ ОДАН ӘРІ ПАЙДАЛАНУҒА ӘСЕРІ

Б.К. МАУЛЕТБЕКОВА, докторант, «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының оқытушысы, b.mauletbekova@satbayev.university, mauletbekova.b@gmail.com

Б.З. КАЛИЕВ, т.ғ.к, «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, b.kaliyev@satbayev.university

Т.Д. КАРМАНОВ, т.ғ.к, «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, t.karmanov@satbayev.university

Б.А. ЖАУТИКОВ, т.ғ.д., профессор, Академиялық мәселелер жөніндегі проректор, b.zhautikov@satbayev.university

«SATBAYEV UNIVERSITY»,
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ, 050013, АЛМАТЫ Қ., СӨТБАЕВ КӨШЕСІ, 22А

Ұңғыманы бұрғылау көбінесе бұрғылау сұйықтықтарының құрамы мен қасиеттеріне байланысты, олар қауіпсіздігі мен жұмыс қабілетін жоғары бұрғылау жылдамдығымен және өнімді қабаттың сапалы ашылуымен қамтамасыз етуі керек. Қасиеттері реттелетін бұрғылау сұйықтықтарын пайдалану апаттарға, асқынуларға, қайта өңдеуге және шаюға байланысты жұмыстарға, уақыттың ұзақтығы мен нәтижелеріне жұмсалатын уақытты үнемдеу үшін қомақты қаражатты қажет етеді. Мақалада тау жыныстарының бұрғылау сұйықтығының құрамына әсер етуінің кейбір ерекшеліктері және технологиялық ұңғымаларды бұрғылауда қолданылатын әртүрлі комбинациялар келтірілген. Сондай-ақ табысты өңдеуге және қайта пайдалануға әсер ететін бұрғылау ерітіндісінің құрамын зерттеу бойынша ұсыныстар берілген.

ТҮЙІНДІ СӨЗДЕР: өнімді қабат, технологиялық ұңғымаларды бұрғылау, бұрғылау ерітінділері, коагулянт, флокулянт

THE COMPOSITION OF DRILLING MUD WHEN DRILLING TECHNOLOGICAL WELLS IN UNSTABLE CLAY ROCKS AND ITS EFFECT ON FURTHER USE

B.K. MAULETBEKOVA, PhD student, teacher of Technological machines and transport department, *b.mauletbekova@satbayev.university, mauletbekova.b@gmail.com*

B.Z. KALIYEV, candidate of technical sciences, associate professor of Technological machines and transport department, *b.kaliyev@satbayev.university*

T.D. KARMANOV, candidate of technical sciences, associate professor of Technological machines and transport department, *t.karmanov@satbayev.university*

B.A. ZHAUTIKOV, doctor of technical sciences, professor, Vice-Rector for Academic Affairs, *b.zhautikov@satbayev.university*

«SATBAYEV UNIVERSITY»,
050013, 22a Satpaev str., Almaty, Republic of Kazakhstan

Well drilling largely depends on the composition and properties of drilling fluids, which must ensure safety and trouble-free operation at a high drilling speed and high-quality penetration of the productive formation. The use of drilling fluids with adjustable properties requires significant funds in order to save time spent on work related to accidents, complications, rework and flushing, duration and results of development. The article presents some features of the influence of rocks on the composition of the drilling fluid and various combinations used in drilling technological wells. Recommendations are also given for the study of the composition of the drilling fluid, affecting the successful processing and reuse.

KEY WORDS: *productive formation, drilling of technological wells, drilling fluids, coagulant, flocculant*

Введение. Скорость бурения в процессе строительства технологических скважин играет не маловажную роль. Бурение скважины в значительной степени зависит от состава и свойств буровых растворов, которые должны обеспечивать безопасность и безаварийность ведения работ при высокой скорости бурения и качественном вскрытии продуктивного пласта. Применение буровых растворов с регулируемыми свойствами требует значительных средств с целью экономии затрат времени на работы, связанные с авариями, осложнениями, проработками и промывками, длительностью и результатами освоения. Современный уровень развития буровой техники и технологии бурения позволяет совмещать технологические операции по вскрытию и освоению продуктивных пластов, при этом часто достигается положительный эффект. Решающим фактором при выборе способов вскрытия и освоения продуктивного пласта является характеристика устойчивости пород, слагающих вскрываемые пласты и качество применяемых промывочных жидкостей.

Технологический процесс промывки ствола при бурении технологических скважин, являясь по сути обеспечивающим другие технологические процессы бурения скважины, в значительной степени определяет их эффективность, а в итоге – качество и стоимость скважины. Так, если неэффективный процесс разрушения породы на забое может лишь затруднить процесс бурения скважины, сделать его менее результативным, то использование неэффективной технологии промывки при неблагоприятном стечении обстоятельств может привести к невозможности

продолжения ее бурения. В связи с этим, многие отечественные и зарубежные компании по предоставлению сервиса в области буровых растворов стали уделять большое внимание предупреждению и ликвидации осложнения при бурении технологических скважин.

Материалы и методы исследований. В процессе вскрытия проницаемого пласта бурением, чаще всего используется глинистый раствор для повышения устойчивости стенок скважины и предотвращения поглощения промывочной жидкости пластом, это приводит к закупорке пор и трещин коллектора пласта, снижающей его проницаемость. Основным фактором, снижающим проницаемость пласта, является кольматация, которая проявляется в проникновении в поры и трещины пласта шлама, выбуренной породы, дисперсной фазы (глинистых частиц) и фильтрата промывочной жидкости и образовании слабопроницаемой глинистой корки на стенках скважины, кольматация – процесс искусственного проникновения частиц в поры и трещины горных пород. Еще одним недостатком промывочной жидкости на водной основе является – ее повышенная проникающая способность, что приводит к набуханию глин и впоследствии к сужению скважины и прихвату бурового инструмента. Установлено, что влияющими параметрами буровой промывочной жидкости на предупреждение прихвата бурильной колонны являются: фильтрационные и смазывающие свойства.

В связи с этим, разработка новых составов эффективных буровых растворов с применением реагентов, которые могут обеспечить сохранение ствола скважины в устойчивом состоянии, представляется весьма актуальной задачей и существует практическая потребность в новых научно обоснованных технологических и технических решениях и разработках по созданию многофункциональных реагентов для буровых растворов на водной и углеводородной основе и, следовательно, имеющих существенное значение для развития урановой отрасли Казахстана.

При выборе основной дисперсионной среды бурового раствора, призванной свести к минимуму осложнения в стволе скважины, первым шагом является сбор максимально возможного объема информации о геологии, истории развития напряжений в породах и о распространении сбросов в конкретном регионе. По данным каротажа определить градиент температур и поровых давлений, содержание воды в глинистых минералах в пластовых условиях. Провести исследования образцов горных пород, которые могут вызвать осложнения.

К основным свойствам бурового раствора относятся плотность, вязкость, ингибирующая способность, стабильность бурового раствора, величина водородного показателя рН, фильтрационные параметры, пенообразующая способность, триботехнические свойства, которые также влияют на процесс утилизации отработанных буровых растворов и шламов после их технологического использования. Перечисленные свойства буровых растворов модифицируются путем обработки их различными реагентами, которые одновременно оказывают влияние на несколько параметров бурового раствора.

Основные свойства буровых растворов зависят от размера, формы и химического состава взвешенных в нем частиц. По размерам эти частицы удобно разделить на три группы:

- коллоиды размером от 0,1 до 2 мкм, определяющие вязкостные и фильтрационные свойства раствора;

- или, утяжелители с размером частиц от 1 до 70 мкм, обеспечивающие необходимую плотность раствора;

- песок с размером частиц от 50 до 400 мкм, которые хотя и закупоривают крупные отверстия в некоторых очень пористых пластах, в остальном оказывают отрицательное воздействие в силу высокой абразивности.

Коллоидная фракция раствора обладает высокой активностью благодаря очень малому размеру частиц по отношению к их массе. Такая дисперсная система отличается большой удельной поверхностью, а поведение частиц и раствора в целом определяется главным образом электростатическими зарядами на их поверхностях, которые способствуют развитию сил притяжения/отталкивания между частицами. Особо активными коллоидами являются глинистые минералы, которые отличаются как по форме (мельчайшие кристаллические пластинки и пакеты из таких пластинок), так и молекулярным строением этих частиц. Благодаря особому строению кристаллической решетки активных глинистых минералов, на базальных поверхностях частиц образуются сильные отрицательные заряды, а также положительные заряды, но ребрах и гранях. Взаимодействие между этими противоположными зарядами при низких скоростях течения сильно влияет на вязкость глинистых растворов и является причиной обратимого структурообразования, когда раствор находится в состоянии покоя.

При проектировании состава и технологических свойств бурового раствора необходимо учитывать следующие общие требования:

- буровые растворы должны обеспечивать безаварийную проводку скважин в сложных геологических условиях и создавать удовлетворительные условия для работы бурового оборудования и бурильного инструмента;

- буровой раствор должен способствовать максимальному сохранению проницаемости призабойной зоны при вскрытии продуктивных отложений;

- буровой раствор должен повышать или, по крайней мере, не снижать показатели работы долот;

- состав бурового раствора не должен оказывать техногенного воздействия на окружающую среду и быть пожаро-взрывобезопасным;

- технология приготовления и регулирования свойств бурового раствора должна быть по возможности простой при минимальных затратах времени и необходимого оборудования.

Основным директивным документом, используемым при проектировании, являются «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (ПБ 08-624-03, 05.06.03, №56). Для разработки технологических решений необходимо привлечь техническую литературу, использовать опыт бурения на данном месторождении или месторождениях со сходными геологическими условиями, а также результаты собственных исследований.

В природе глины состоят из различных минералов, таких как монтмориллонит, иллит и коалинит, из которой наибольшей активностью обладает монтмориллонит.

При взаимодействии с водой глина набухает вследствие гидратации базальных плоскостей и ориентированных около них противоионов (Ca, Na, Mg). В результате

такой гидратации образуется суммарная гидратная оболочка, обладающая упругими свойствами и, вследствие этого, давление набухания достигает больших величин. При механическом воздействии на смесь глины с водой, происходит расслоение пакетов по базальным плоскостям и их разлом по ребрам и граням с образованием глинистого раствора. Такая первичная дезинтеграция глины в воде называется диспергированием.

Упругие гидратные оболочки на поверхности частиц глины предотвращают их слипание, таким образом происходит так называемая естественная стабилизация системы. Толщина гидратной оболочки зависит от величины отрицательного заряда базальной поверхности, которая определяется минералогической природой глины. Наиболее активным минералом является монтмориллонит, чем больше его содержание в глинистой породе (60-70% и более), тем выше выход раствора из единицы веса глины (15 м³ и более из 1 тонны глинопорошка).

Во многих случаях, для регулирования свойств бурового раствора глинистые коллоиды дополняются, а иногда и полностью заменяются органическими коллоидами. Так, при попадании в систему растворимых солей происходят следующие явления. С увеличением концентрации соли в растворе, вследствие динамического характера адсорбционных процессов, возрастает концентрация положительно заряженных катионов у отрицательно заряженной поверхности глинистых частиц. При определенной концентрации соли (1-1,5% NaCl, 0,25% CaCl₂) происходит полная нейтрализация заряда поверхности глины, а защитная гидратная оболочка исчезает. В результате такого воздействия солей происходит коагуляция системы: частички глины слипаются в крупные блоки, раствор загустевает и резко возрастает водоотдача. Для восстановления свойств раствора в этом случае возможно использовать солестойкие полимерные реагенты, такие как крахмал, КМЦ и др. Макромолекулы этих полимеров вместе со своими гидратными оболочками будут адсорбироваться на поверхности глинистых частиц и создадут, так называемые, искусственные защитные гидратные оболочки.

При таком воздействии коллоидов скоагулированные частички вновь разъединяются, и этот процесс повторного диспергирования глинистых блоков называется пептизацией. При определенной концентрации полимера свойства раствора полностью восстанавливаются. Кроме адсорбционной стабилизации глинистых частиц многие полимеры образуют в растворе полимерные блоки коллоидного размера. Как в пресных, так и в соленых растворах такие частички из полимеров существенно влияют на свойства растворов. В зависимости от величины молекулярного веса полимеры могут влиять или не влиять на структурно-механические свойства растворов, но всегда эффективно снижают водоотдачу.

Коллоидной фракцией одного из растворов на углеводородной основе (РУО) является олеофильный бентонит. В другом типе такого раствора (инверсной эмульсии) вязкостные и фильтрационные свойства обеспечиваются активным эмульгированием значительной части водной фазы. Для структурообразования в РУО используют специально изготовленные олеофильные глины, а для улучшения фильтрационных свойств применяют олеофильные гуматы.

Глинистые породы представляют собой полиминеральные образования, которые состоят преимущественно из минералов класса силикатов, образовавшиеся из

горных пород в результате длительных геохимических процессов: физико-химического выветривания, гидротермальных превращений и переосаждения. Однако основные свойства, характеризующие данные породы, определяются присутствием глинистых минералов. Глинистые минералы относятся к слоистым и слоисто-ленточным силикатам алюминия, железа и магния. Частицы глинистых минералов имеют главным образом пластинчатую форму, но также встречаются минералы в виде удлинённых пластинок, а также трубчатые и волокнистые частицы. Обычные глинистые минералы являются слоистыми филлосиликатами, которые имеют слоистую структуру, в какой-то степени похожую на структуру слюды. Микроструктуры глинистых образований исключительно чувствительны к изменению физических и геохимических полей и поэтому трансформируются в процессе литогенеза. Сразу же после отложения осадка начинается его диагенетическое преобразование под влиянием процессов физико-химического уплотнения и дегидратации. При физико-химическом уплотнении изменяются состав и концентрация иловых вод. Одно из наиболее характерных направлений диагенетического преобразования иловых вод – концентрирование в них солей и увеличение содержания Mg_2+Ca_2 и K, в результате которого обменный комплекс осадков также претерпевает значительные изменения. Это приводит к уменьшению гидрофильности глинистых частиц и степени диффузности их двойного электрического слоя. Исходя из вышеизложенного, в случае наличия пластичных глинистых пород в практике промывки скважин наиболее широко используются хлоркальциевые, гипсовые, силикатные, бариевые и кальциевые буровые растворы. Применение таких растворов позволило значительно сократить обвалы, осыпи, сужения ствола и кавернообразования, уменьшить время на промывку и проработку скважин.

Выводы. В качестве дисперсионной фазы бурового раствора чаще всего применяется вода, что обусловлено её низкой стоимостью и безопасностью. В таких случаях для стабилизации глины в стволе скважины необходимо снижать активность воды. Эффект достигается путем химического связывания молекул воды, предотвращения их проникновения вглубь глины. Следует отметить, что скорость гидратации и реакция на различные типы ингибиторов набухания у пластичных и непластичных глин неодинаковы. Непластичные глины связывают малое количество воды и сразу разрушаются, поэтому необходимо снижать скорость гидратации, путем уменьшения активности молекул воды.

Устойчивость ствола скважины обеспечивается за счет использования в составе бурового раствора полиакрилатов натрия или калия при их сочетании с глицерином и с формиатом натрия способствует повышению ингибирующей способности к глинистым породам. Поливинилпирролидон (PVP) проявляет склонность к комплексообразованию и связывает низкомолекулярные соединения. Введение в состав бурового раствора на водной основе поливинилпирролидона (PVP) способствует снижению активности дисперсионной среды раствора, сдерживанию роста порового давления в породах, слагающих стенки скважины, и тем самым повышает устойчивость ствола, при бурении в глинистых породах.

Взаимодействие промывочной жидкости и глинистой породы оказывает существенное влияние на устойчивость ствола и приводит к изменению порового

давления и напряженно-деформированного состояния породы вокруг скважины, в результате перераспределения полярных соединений из-за разности их концентрации в буровом растворе и породе.

Однако, качество бурового раствора влияет на дальнейшую его переработку и повторное использование. Глинистые буровые растворы являются необходимым компонентом в процессе бурения скважин, однако после использования они могут содержать различные загрязнения, такие как горные породы, соли, специальные реагенты и другие вредные вещества. При отсутствии правильной технологии повторного использования данные растворы могут негативно повлиять на экологию региона и здоровье человека. Поэтому существует необходимость в разработке и применении эффективных методов утилизации отработанных глинистых буровых растворов, которые могут помочь уменьшить их влияние на окружающую среду и экономически оправдать процесс бурения.

Исследование состава отработанных глинистых буровых растворов на урановых месторождениях может помочь определить эффективные методы и технологии их обработки, переработки и утилизации, а также разработать рекомендации и стандарты для их повторного использования в отрасли. Для определения оптимальных условий использования коагулянтов и флокулянтов в отработанном буровом растворе необходимо провести следующие исследования:

1. Изучение химических и физических свойств отработанного бурового раствора, таких как pH, содержание твердых частиц, вязкость и т.д. Эти параметры могут влиять на эффективность флокуляции.

2. Определение оптимальной концентрации флокулянта. Это может быть достигнуто путем проведения экспериментов с различными концентрациями флокулянта и измерения эффективности флокуляции.

3. Изучение влияния температуры на эффективность флокуляции и коагуляции. Температура может влиять на реакцию между флокулянтном и отработанным буровым раствором.

4. Определение оптимального времени контакта между флокулянтном и отработанным буровым раствором. Это может быть достигнуто путем проведения экспериментов с различными временами контакта и измерения эффективности флокуляции.

5. Изучение влияния других параметров, таких как скорость смешивания и концентрация ионов в растворе, на эффективность флокуляции.

6. Оценка экономической эффективности использования коагулянта и флокулянта.

Оптимальная концентрация реагентов в отработанном буровом растворе зависит от нескольких факторов, таких как свойства раствора, химический состав, концентрация твердых частиц и другие. Проведение указанных выше исследований поможет определить оптимальные условия использования флокулянтов и коагулянтов в отработанном буровом растворе и повысить эффективность процесса утилизации нерадиоактивных шламов. 

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Патент №8018, РК. Способ утилизации отработанного бурового раствора и установка для его реализации. Т.Д.Карманов, Н.К. Тусупбаев, Н. С. Асанов, Б.З. Калиев, М.Т. Оралбеков, 28.04.2023 г. [Patent №8018, RK. Sposob utilizatsii otrabotannogo burovogo rastvora i ustanovka dlya ego realizatsii. T.D. Karmanov, N.K. Tusupbaev, N. S. Asanov, B.Z. Kaliev, M.T. Oralbekov, 28.04.2023 g.]
- 2 И.В. Мурадханов., Ю.А. Пуля. Буровые промывочные и тампонажные растворы. Северо-Кавказский федеральный Университет, г. Ставрополь, 2014., 106., УДК: 622.244.4 (075.8). [I.V. Muradkhanov., Yu.A. Pulya. Burovye promyvochnye i tamponazhnye rastvory. Severo-Kavkazskii federal'nyi Universitet, g. Stavropol', 2014., 106., UDK: 622.244.4 (075.8)]
- 3 Э. В. Бабаян, Н.Ю. Мойса. Буровые растворы. Инфра-Инженерия, Москва, 2019., 332., УДК: 622.244, ISBN: 978-5-9729-0287-3. [E. V. Babayan, N.Yu. Moisa. Burovye rastvory. Infra-Inzheneriya, Moskva, 2019., 332., UDK: 622.244, ISBN: 978-5-9729-0287-3]
- 4 Г. Г. Ягафарова, Д. В. Рахматуллин, А. Н. Инсапов, Г. М. Кузнецова, Н. Р. Мирсaitов. Современные методы утилизации буровых отходов. Petroleum engineering, 2018, т. 16, №2, 123-129. [G. G. Yagafarova, D. V. Rakhmatullin, A. N. Insapov, G. M. Kuznetsova, N. R. Mirsaitov. Sovremennye metody utilizatsii burovyykh otkhodov. Petroleum engineering, 2018, t. 16, №2, 123-129]
- 5 Л. К. Бруй, Н. В. Шемлей, Т. В. Атвиновская. Буровые и тампонажные растворы. учебное пособие, Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2019., ISBN 978-985-535-429-2. [L. K. Brui, N. V. Shemlei, T. V. Atvinovskaya. Burovye i tamponazhnye rastvory. uchebnoe posobie, Uchrezhdenie obrazovaniya «Gomel'skii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet imeni P. O. Sukhogo», 2019., ISBN 978-985-535-429-2]
- 6 Н.К. Тусупбаев, Н.Л. Медяник, А.М. Есенгазиев, С.М. Билялова, М.А. Ертаев. Интенсификация процессов сгущения и обезвоживания хвостовой пульпы ультрафлукляционной обработкой. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 2020., №4, 149-156, DOI: 10.15372/FTP RPI20200414. [N.K. Tusupbaev, N.L. Medyanik, A.M. Esengaziev, S.M. Bilyalova, M.A. Ertaev. Intensifikatsiya protsessov sgushcheniya i obevozhivaniya khvostovoi pul'py ul'traflokulyatsionnoi obrabotkoi. Fiziko-tekhnicheskii problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh, 2020., №4, 149-156, DOI: 10.15372/FTP RPI20200414]
- 7 Н. К. Тусупбаев., Ж. А. Ержанова., С. М. Билялова., Г. А. Тойланбай. Флукляция суспензии кварца в присутствии суперфлуклянтов различного заряда. Комплексное использование минерального сырья. №4., 2018., ISSN 2224-5243 (Print), <https://doi.org/10.31643/2018/6445.26> [N. K. Tusupbaev., Zh. A. Erzhanova., S. M. Bilyalova., G. A. Toilanbai. Flokulyatsiya suspenszii kvartsa v prisutstvii superflokulyantov razlichnogo zaryada. Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ya. №4., 2018., ISSN 2224-5243 (Print), <https://doi.org/10.31643/2018/6445.26>]
- 8 Е. В. Аверкина., Э. В. Шакирова., Л. А. Бутакова. Влияние реагентов-флокулянтов на параметры глинистых суспензий. Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия, Науки о Земле и недрапользование, 2020;43(2):230-241, DOI: <http://dx.doi.org/10.21285/2686-9993-2020-43-2-230-241> [E. V. Averkina., E. V. Shakirova., L. A. Butakova. Vliyanie reagentov-flokulyantov na parametry glinistykh suspenszii. Irkutskii natsional'nyi issledovatel'skii tekhnicheskii universitet, g. Irkutsk, Rossiya, Nauki o Zemle i nedropol'zovanie, 2020;43(2):230-241, DOI: <http://dx.doi.org/10.21285/2686-9993-2020-43-2-230-241>]

- 9 Б. Маулетбекова., Б. Калиев., Т. Карманов. Утилизация отработанных буровых растворов при бурении технологических скважин в АО «НАК «КАЗАТОМ-ПРОМ»». Промышленность Казахстана, №1 (113) 2021, 89-92, ISSN 1608-8425. [B. Mauletbekova., B. Kaliev., T. Karmanov. Utilizatsiya otrabotannykh burovyykh rastvorov pri burenii tekhnologicheskikh skvazhin v AO «NAK «KAZATOMPROM»». Promyshlennost' Kazakhstana, №1 (113) 2021, 89-92, ISSN 1608-8425]
- 10 Т. Карманов., Б. Калиев. Перспективная технология бурения технологических скважин подземного скважинного выщелачивания урана. Промышленность Казахстана, №1 (113) 2021, 35-38, ISSN 1608-8425 [T. Karmanov., B. Kaliev. Perspektivnaya tekhnologiya bureniya tekhnologicheskikh skvazhin podzemnogo skvazhinnogo vyshchelachivaniya urana. Promyshlennost' Kazakhstana, №1 (113) 2021, 35-38, ISSN 1608-8425]
- 11 Ш. Абиболла., Б. Калиев., Т. Карманов. Состав бурового раствора при бурении технологических скважин в неустойчивых глинистых породах. Промышленность Казахстана, №1 (113) 2021, 73-75, ISSN 1608-8425. [Sh. Abibolla., B. Kaliev., T. Karmanov. Sostav burovogo rastvora pri burenii tekhnologicheskikh skvazhin v neustoichivyykh glinistykh porodakh. Promyshlennost' Kazakhstana, №1 (113) 2021, 73-75, ISSN 1608-8425]
- 12 Kuandykov T.A., Karmanov T.D., Kuldeyev E.I., Yelemessov K.K., Kaliev B.Z. New technology of uncover the ore horizon by the method of in-situ leaching for uranium mining. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2022, 2022(3), pp. 142-154. <http://www.geological-technical.kz/assets/20223/11.142-154.pdf>