

Код МРНТИ 38.59.15

\*Б.К. Маулетбекова<sup>1</sup>, Б.З. Калиев<sup>1</sup>, Т.Д. Карманов<sup>1</sup>, В.В. Зотов<sup>2</sup><sup>1</sup>Satbayev University (г. Алматы, Казахстан),<sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования НИТУ «МИСиС» (г. Москва, Россия)

## ПРИМЕНЕНИЕ РЕАГЕНТОВ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ ПРИ БУРЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Аннотация.** Глинистые буровые растворы являются необходимым компонентом в процессе бурения технологических скважин, однако после использования они могут содержать различные загрязнения, которые 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. При этом, исследование состава отработанных буровых растворов на урановых месторождениях может помочь определить эффективные технологии их обработки, переработки и утилизации, а также разработать рекомендации и стандарты для их повторного использования в отрасли. В работе приведен метод разделения отработанного бурового раствора на жидкую и твердую фазы с рекомендациями к их повторному использованию в производстве.

**Ключевые слова:** бурение, утилизация, флокуляция, ультрафлокулярная обработка, суспензия, водная и твердая фазы, отработанный буровой раствор, радиоактивность, экология, урановые месторождения.

### Уран кен орындарының технологиялық ұңғымаларын бұрғылау кезінде пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін қалға жарату үшін реагенттер мен құрылғыларды қолдану

**Андатпа.** Сазды бұрғылау ерітінділері технологиялық ұңғымаларды бұрғылау процесінде қажетті құрамдас бөлік болып табылады, бірақ қолданылғаннан кейін олардың құрамында аймақтың экологиясы мен адам денсаулығына теріс әсер ететін әртүрлі ластаушы заттар болуы мүмкін. Сондықтан пайдаланылған сазды бұрғылау ерітінділерін жоюдың тиімді әдістерін әзірлеу және қолдану қажет, бұл олардың қоршаған ортаға әсерін азайтуға және бұрғылау процесін экономикалық тұрғыдан негіздеуге көмектеседі. Бұл ретте уран кен орындарында пайдаланылған бұрғылау ерітінділерінің құрамын зерттеу оларды өңдеудің, қайта өңдеудің және қалға жаратудың тиімді технологияларын анықтауға, сондай-ақ оларды өнеркәсіпте қайта пайдалану үшін ұсынымдар мен стандарттарды әзірлеуге көмектеседі. Жұмыста пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін сұйық және қатты фазаларға бөлу әдісі келтірілген, оларды өндірісте қайта пайдалану ұсыныстары бар.

**Түйінді сөздер:** бұрғылау, қалға жарату, флокуляция, ультрафлокулярлық өңдеу, суспензия, су және қатты фазалар, пайдаланылған бұрғылау ерітіндісі, радиоактивтілік, экология, уран кен орындары.

### The use of reagents and devices for the disposal of spent drilling fluids during the drilling of technological wells of uranium deposits

**Abstract.** Clay drilling fluids are a necessary component in the process of drilling technological wells, but after use they may contain various contaminants that can negatively affect the ecology of the region and human health. Therefore, there is a need to develop and apply effective methods of disposal of spent clay drilling fluids that can help reduce their impact on the environment and economically justify the drilling process. At the same time, the study of the composition of spent drilling fluids at uranium deposits can help determine effective technologies for their processing, processing and disposal, as well as develop recommendations and standards for their reuse in the industry. The paper presents a method for separating spent drilling mud into liquid and solid phases with recommendations for their reuse in production.

**Key words:** drilling, utilization, flocculation, ultraflokular treatment, suspension, water and solid phases, spent drilling mud, radioactivity, ecology, uranium deposits.

### Введение

Анализ способов утилизации отработанных глинистых буровых растворов может проводиться в различных контекстах, таких как промышленная добыча урана, геологические исследования или строительство скважин.

Процесс утилизации отработанных глинистых буровых растворов при бурении урановых месторождений может быть довольно сложным и зависит от многих факторов, таких как состав раствора, его объем, химические свойства и т.д.

Отработанные буровые растворы безрудной зоны, урановых месторождений представляют собой смесь воды, глины и специальных химических реагентов, учувствовавших в процессе снижения свойств проницаемости буровой промысловой жидкости в горную породу [1].

В зависимости от способа бурения и назначения технологических скважин, отработанные буровые растворы могут иметь различные составы и концентрации жидкой и густой составляющих. Для минимизации воздействия на окружающую среду и здоровье человека, эти растворы должны быть собраны и обработаны согласно соответствующим нормам и стандартам безопасности.

В настоящее время в уранодобывающих предприятиях отработанные буровые растворы и шламы из буровых зумпфов откачиваются вакуумными насосами, установленными на технических водовозах, и транспортируются в шламособорники и пескоотстойники, которые располагаются от мест проведения буровых работ в радиусе от 7 до 20 км. Применяемая в производстве урана методика утилизации отработанных буровых растворов посредством вывоза на шламособорник автотранспортом является затратной в экономическом и в экологическом плане. Далее шлам и ОБР (отработанный буровой раствор) аккумулируется в шламособорниках в значительных объемах до полного испарения жидкости в окружающую среду, после чего подлежит захоронению в местах сбора. При испарении и попадании в окружающую среду, ОБР и шламы могут оказать значительное негативное воздействие на геоэкологическую систему региона, так как они относятся к III-IV классу токсичности и способны взаимодействовать при контакте с природными комплексами: влагой, атмосферными осадками, подземными и наземными водами. В этой связи создание экологически эффективной технологии утилизации отработанного бурового раствора позволит

уменьшить объемы сооружаемых шламоборников и пескоотстойников, снизит затраты на сбор и транспортировку отработанного бурового раствора в шламоборники, обеспечит технологию утилизации ОБР непосредственно на месте проведения буровых работ, обеспечит дальнейшее использование продуктов утилизации.

Значительное наличие глинистой массы в составе буровых шламов существенно замедляет ее высыхание и делает практически невозможным повторное использование шламов в течении допустимого срока накопления. Значительные ежегодные объемы буровых шламов, а также отсутствие на рынке готовых решений по переработке отработанных буровых шламов, формируют для предприятия значительный риск возникновения дополнительных затрат на утилизацию буровых шламов, либо наложением штрафов от уполномоченных государственных органов в области экологии. Действующее законодательство РК в области экологии ограничивает захоронение в шламонакопителях, соответственно разрешение на эмиссию возможно получить со сроком не более 12 месяцев [2, 3].

Для осуществления результатов исследования необходимо провести: анализ буровых шламов и исследования по подбору реагентов для флокуляции (осаждения) твердых взвесей от всей массы и технологической установки для ее осуществления, соответствующей заявленным условиям; определение технологических параметров работы установки при ее использовании; разработка и испытание аппаратно-технологической схемы проведения опытно-промышленных испытаний; приведение расчета при выборе материала емкости, расчеты параметров работы используемого оборудования, подготовка технологического регламента проведения исследования с описанием режимов работы; подготовка необходимых разрешительных документов.

Известны способы утилизации ОБР с введением флокулянта и отделением жидкой фазы от твердой с введением в твердую фазу жидкого стекла и гидролизного лигнина. Также известен способ с введением коагулянта и флокулянта и разделением в центрифуге на жидкую и твердую фазы. Недостатками этих способов является двухступенчатая последовательность технологии, соответственно усложнение, удорожание процесса и сложный состав реагентов.

Предлагаемый комплексный способ утилизации ОБР, включающий реагентное воздействие и разделение отходов бурения на жидкую и твердые фазы, позволяет добиться снижения объемов транспортируемых шламов и ОБР, снизить затраты на строительство шламоборников, вновь использовать в производственных целях продукты разделения, уменьшить затраты на эксплуатацию скважин, снизить затраты на ремонт и техническое обслуживание автотранспортных средств, что актуально для всех предприятий урановой отрасли РК.

Конкретный вклад в новую технологию основан на рациональном выборе химических реагентов и концентрации флокулянтов, электролитов ультрафлокуляционной обработки для повышения активности и интенсификации процессов седиментации твердых частиц, и разработке специальной установки, позволяющей повысить актив-

ность и интенсификацию процессов седиментации твердых частиц. Научные результаты, достигнутые в процессе реализации проекта, будут способствовать развитию научных составляющих в области химических исследований, а также найдут широкое применение среди потенциальных потребителей, ведущих исследования в области экологических, физико-механических, биологических и других наук. Ожидаемые результаты от внедрения данной технологии в производство отразятся в непосредственном развитии данного научного направления и смежных областей науки и технологий, таких как: биотехнология, химия, экология, охрана труда и медицина; возникнет реальная возможность коммерциализации научных результатов для заинтересованных смежных производственных предприятиях страны и зарубежья [4].

### **Материалы и методы исследований**

Метод переработки отработанных буровых растворов с использованием флокулянтов – технологический процесс очистки отработанных буровых растворов с целью удаления твердых частиц и других примесей. Флокулянты – химические вещества, которые используются для сгущения и отделения твердых частиц от жидкости.

Процесс переработки отработанных буровых растворов с флокулянтами обычно включает в себя несколько этапов. Сначала раствор собирается в емкость, затем в раствор добавляются коагулянты и флокулянты, которые приводят к образованию флокул (агломератов) твердых частиц. Твердые частицы осаждаются на дне емкости, а жидкость остается на поверхности. Очищенные продукты бурового раствора могут быть использованы повторно в процессе бурения, что позволяет снизить затраты на закупку новых растворов и сократить негативное воздействие на окружающую среду.

Процесс переработки может включать следующие этапы:

1. *Концентрация раствора.* Раствор извлекается из скважины и отправляется в специальную емкость для концентрации. В процессе концентрации часть воды остается на поверхности, что позволяет снизить концентрацию твердых частиц в растворе.

2. *Добавление коагулянта и флокулянта.* Флокулянт добавляется в раствор, чтобы создать флок. Флокулянт может быть добавлен в виде порошка или жидкости.

3. *Закачка в специальное устройство смеси отработанного бурового раствора с коагулянтами и флокулянтами, где она подвергается интенсивному турбулентному движению регулируемой оптимальной гидродинамической скоростью.*

4. *Отделение твердых частиц.* Флокулы и твердые частицы образуют массу, которая затем отделяется от жидкости. Это достигается путем быстрого осаждения твердых и густых взвесей под действием флокулянтов и коагулянтов.

5. *Очистка жидкости.* Жидкость, которая остается после отделения твердых частиц, может быть очищена от других загрязнений и применена для повторного использования в процессе бурения.

6. *Сбор твердых частиц и гущи посредством вываливания из емкости через шиберную задвижку.*

Техническим результатом является разделение воды и отдельно гущи (глина, шлам) от смеси отработанного бурового раствора (ОБР), непосредственно на месте проведения буровых работ, и повторное использование продуктов отделения для технических нужд, улучшение экологического климата региона и сокращение транспортных расходов, уменьшение численности людских ресурсов для обслуживания перевозок [5, 6].

Технический результат достигается оптимальной концентрацией коагулянта и флокулянта, подаваемым дозатором в виде раствора и отработанный буровой раствор закачиваемого в специальное устройство, где подвергается интенсивному турбулентному движению регулируемой оптимальной гидродинамической скоростью. Далее обработанная реагентами масса сливается в емкость для отстоя твердых фракций смеси и на выходе из устройства в течение 10-12 секунд суспензия бурового раствора осаждается, содержание твердого в сливе составляет менее 25 мг/л., образовавшаяся на поверхности вода откачивается для дальнейшего использования, а осажденная отделившаяся от жидкости густая масса через донную шиберную задвижку вываливается в емкость сбора густой смеси.

Для определения оптимальных условий использования коагулянтов и флокулянтов в отработанном буровом растворе на урановых месторождениях можно 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 флокулянтами и отработанным буровым раствором.*

4. *Определение оптимального времени контакта между флокулянтами 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.*

Проведение указанных выше исследований поможет определить оптимальные условия использования флокулянтов и коагулянтов в отработанном буровом растворе на урановых месторождениях и повысить эффективность процесса утилизации нерадиоактивных шламов.

Оптимальная концентрация реагентов в отработанном буровом растворе на урановых месторождениях зависит от нескольких факторов, таких как свойства раствора, химический состав, концентрация твердых частиц и другие.

Флокулянты используются для улучшения отстаивания и обезвоживания твердых частиц в отработанных буровых растворах. Оптимальная концентрация флокулянта должна обеспечивать максимальное удаление твердых частиц из раствора при минимальных затратах на флокулянт. В качестве коагулянта и флокулянта используют реагент неионогенного типа, представляющий собой неионогенный флокулянт, который является результатом полимеризации молекул акриламида и не имеет заряда, т.е. полиакриламид с высокой молекулярной массой в пределах 10-12 млн. Эффективность действия этого флокулянта на буровые растворы заключается в образовании объемных и плотных флокул в виде мостиков с частицами бурового раствора в любой среде из-за отсутствия заряда [7, 8].

### Результаты

Реализация данного исследования в рамках опытно-промышленных испытаний позволит определить перспективность и эффективность применения данной технологии в промышленном масштабе всех уранодобывающих предприятий. Утилизация ОБР приведет к сокращению объемов, транспортируемых ОБР. Комплексное использование и переработка жидкой и твердой фазы ОБР предполагает уменьшение объемов шламособорников, снижение затрат на их сооружение. Внедрение в практику бурения скважин экологически эффективной технологии утилизации ОБР позволит пересмотреть регламенты на процесс утилизации, что даст возможность экономии капитальных затрат на комплекс работ при бурении, улучшения экологического климата региона, сокращения транспортных расходов, уменьшение численности людских ресурсов для обслуживания перевозок.

Кроме этого, разрабатываемая технология позволит после разделения ОБР на жидкую (техническая вода) и твердую (буровой шлам) фазы повторно использовать продукты разделения: техническую воду для приготовления свежего бурового раствора; буровой шлам – в качестве заполнителя при цементировании скважин и для создания цементных отмоствок вокруг скважин [9].

### Выводы

1. *Рассмотрен процесс утилизации отработанных буровых растворов на месторождениях по добыче урана.*

2. *Приведены мероприятия по утилизации отработанных буровых растворов.*

3. *Проведен анализ переработки буровых растворов с использованием флокулянтов и коагулянтов.*

Утилизация отработанных буровых растворов на месторождениях урана – важный аспект экологической устойчивости и безопасности добычи урана. Отработанные нерадиоактивные буровые растворы содержат химические реагенты, остатки разрушений горных пород и даже тяжелые металлы, и другие загрязнители, которые могут вызывать серьезные проблемы для окружающей среды и здоровья людей.

Для утилизации отработанных буровых растворов используются различные методы, включая захоронение, термическое обезвоживание, отверждение, механическое отделение, а также утилизацию с целью получения на ос-

нове бурового шлама продукции. Несмотря на внедрение современных технологических решений, унифицированного способа утилизации и обезвреживания, подходящего для всех задач, не существует. Каждый из способов имеет свои преимущества и недостатки, в соответствии с назначением предприятия, климатическими и геологическими условиями местности, составом бурового раствора и другими условиями. Недостатками действующих в РК способов утилизации ОБР методами физико-механического разделения ОБР и шламов при помощи установки регенерации растворов, мобильного блока очистки, гидроциклонов, вибросит и т.п., являются многократные дороговизна материала и энергоёмкость и сложность технологии [10].

При выборе метода утилизации необходимо учитывать характеристики отработанных буровых растворов, особенности месторождения урана, технические и экономические аспекты. Некоторые методы могут быть более эффективны-

ми и экономически выгодными, но менее безопасными для окружающей среды, в то время как другие методы могут быть более безопасными, но менее эффективными.

Для использования флокулянтов и коагулянтов в утилизации отработанных буровых растворов на месторождениях урана необходимо провести серию испытаний на определение оптимальных условий обработки. Эти испытания могут включать определение оптимальной дозы реагентов, скорости перемешивания и времени контакта, чтобы достичь максимальной эффективности очистки.

Однако, следует отметить, что процесс утилизации отработанных буровых растворов является сложным и требует соблюдения строгих норм и правил для минимизации негативного влияния на окружающую среду. Поэтому, важно применять только технологии и методы утилизации, которые соответствуют международным стандартам и требованиям [11, 12].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Патент №8018. Т.К. Карманов, Н.К. Тусупбаев, Н.С. Асанов, Б.З. Калиев, М.Т. Оралбеков. Способ утилизации отработанного бурового раствора и установка для его реализации. 28.04.2023 г. (на русском языке)
2. Бабаян Э.В., Мойса Н.Ю. Буровые растворы. // Инфра-Инженерия. – Москва, 2019. – С. 332 (на русском языке)
3. Ягафарова Г.Г., Рахматуллин Д.В., Инсапов А.Н., Кузнецова Г.М., Мирсаитов Н.Р. Современные методы утилизации буровых отходов. // *Petroleum engineering*. – 2018. – Т. 16. – №2. – С. 123-129 (на русском языке)
4. Тусупбаев Н.К., Медяник Н.Л., Есенгазиев А.М., Билялова С.М., Ертаев М.А. Интенсификация процессов сгущения и обезвоживания хвостовой пульпы ультрафлокуляционной обработкой. // *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. – 2020. – №4. – С. 149-156 (на русском языке)
5. Тусупбаев Н.К., Ержанова Ж.А., Билялова С.М., Тойланбай Г.А. Флокуляция суспензии кварца в присутствии суперфлокулянтов различного заряда. // *Комплексное использование минерального сырья*. – 2018. – №4. – С. 17-27 (на русском языке)
6. Аверкина Е.В., Шакирова Э.В., Бутакова Л.А. Влияние реагентов-флокулянтов на параметры глинистых суспензий. // *Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия, Науки о Земле и недропользование*. – 2020. – №43(2). – С. 230-241 (на русском языке)
7. Маулетбекова Б., Калиев Б., Карманов Т. Утилизация отработанных буровых растворов при бурении технологических скважин в АО «НАК «КАЗАТОМПРОМ». // *Промышленность Казахстана*. – 2021. – №1(113). – С. 89-92 (на русском языке)
8. Карманов Т., Калиев Б. Перспективная технология бурения технологических скважин подземного скважинного выщелачивания урана. // *Промышленность Казахстана*. – 2021. – №1(113). – С. 35-38 (на русском языке)
9. Абиболла Ш., Калиев Б., Карманов Т. Состав бурового раствора при бурении технологических скважин в неустойчивых глинистых породах. // *Промышленность Казахстана*. – 2021. – №1(113). – С. 73-75 (на русском языке)
10. Dianjie Sui, Mingwang Zhan, Dianxue Sui, Fulei Zhao. Правила и методы утилизации отработанного бурового раствора. // Опубликовано по лицензии IOP Publishing Ltd. Серия конференций IOP: Науки о Земле и окружающей среде, Том 631, 3-я Международная конференция по загрязнению воздуха и экологической инженерии, 28-29 сентября 2020 г., г. Сиань, Китай (на английском языке)
11. He S.M., Li J.H., Wang J. Исследование технологии утилизации отработанного бурового раствора. // *Прикладная химическая промышленность*. – 2016. – №45. – С. 1792-1794 (на английском языке)
12. Olufemi Adebayo Johnson, Augustine Chioma Affam. Обработка и утилизация нефтешламов. // *Инженерно-экологические исследования*. – 2019. – №24(2). – С. 191-201 (на английском языке)

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Патент №8018. Т.К. Карманов, Н.К. Тусупбаев, Н.С. Асанов, Б.З. Калиев, М.Т. Оралбеков. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін кәдеге жарату тәсілі және оны іске асыру үшін орнату, 28.04.2023 ж. (орыс тілінде)
2. Бабаян Э.В., Мойса Н.Ю. Бұрғылау ерітінділері. // Инфра-Инженерия. – Мәскеу, 2019. – Б. 332 (орыс тілінде)
3. Ягафарова Г.Г., Рахматуллин Д.В., Инсапов А.Н., Кузнецова Г.М., Мирсаитов Н.Р. Бұрғылау қалдықтарын кәдеге жаратудың заманауи әдістері. // Petroleum engineering. – 2018. – Т. 16. – №2. – Б. 123-129 (орыс тілінде)
4. Тусупбаев Н.К., Медяник Н.Л., Есенгазиев А.М., Билялова С.М., Ертаев М.А. Ультрофлокуляциялық өңдеу арқылы қалдық целлюлозасын қоюландыру және сусыздандыру процестерін күшейту. // Пайдалы қазбаларды игерудің физика-техникалық мәселелері. – 2020. – №4. – Б. 149-156 (орыс тілінде)
5. Тусупбаев Н.К., Ержанова Ж.А., Билялова С.М., Тойланбай Г.А. Әр түрлі зарядты супер флокулянттардың қатысуымен кварц суспензиясының флокуляциясы. // Минералды шикізатты кешенді пайдалану. – 2018. – №4. – Б. 17-27 (орыс тілінде)
6. Аверкина Е.В., Шакирова Э.В., Бутакова Л.А. Флокулянт реагенттерінің сазды суспензия параметрлеріне әсері. // Иркутск ұлттық техникалық зерттеу университеті, Иркутск қ., Ресей, Жер туралы ғылымдар және жер қойнауын пайдалану. – 2020. – №43(2). – Б. 230-241 (орыс тілінде)
7. Маулетбекова Б., Калиев Б., Карманов Т. «Қазатомөнеркәсіп» ҰАК» АҚ-да технологиялық ұңғымаларды бұрғылау кезінде пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін кәдеге жарату». // Қазақстан Өнеркәсібі. – 2021. – №1(113). – Б. 89-92 (орыс тілінде)
8. Карманов Т., Калиев Б. Уранды жерасты ұңғымалық шаймалау технологиялық ұңғымаларын бұрғылаудың перспективалық технологиясы. // Қазақстан Өнеркәсібі. – 2021. – №1(113). – Б. 35-38 (орыс тілінде)
9. Абиболла Ш., Калиев Б., Карманов Т. Тұрақсыз сазды жыныстарда технологиялық ұңғымаларды бұрғылау кезіндегі бұрғылау ерітіндісінің құрамы. // Қазақстан Өнеркәсібі. – 2021. – №1(113). – Б. 73-75 (орыс тілінде)
10. Dianjie Sui, Mingwang Zhan, Dianxue Sui, Fulei Zhao. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін кәдеге жарату ережелері мен әдістері. // IOP Publishing Ltd лицензиясы бойынша жарияланған IOP конференциялар сериясы: Жер және қоршаған орта туралы ғылым, 631 том, 3-ші халықаралық ауаның ластануы және инженерлік экология конференциясы 28-29 қыркүйек 2020 ж., Сиань қ., Қытай (ағылшын тілінде)
11. He С.М., Li J.Н., Wang J. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін кәдеге жарату технологиясын зерттеу. // Қолданбалы химия өнеркәсібі. – 2016. – №45. – Б. 1792-1794 (ағылшын тілінде)
12. Olufemi Adebayo Johnson, Augustine Chioma Affam. Мұнай қалдығын өңдеу және кәдеге жарату. // Инженерлік-экологиялық зерттеулер. – 2019. – №24(2). – Б. 191-201 (ағылшын тілінде)

## REFERENCES

1. Patent №8018. T.K. Karmanov, N.K. Tusupbaev, N.S. Asanov, B.Z. Kaliev, M.T. Oralbekov. Sposob utilizatsii otrabotannogo burovogo rastvora i ustanovka dlya ego realizatsii [Method of disposal of spent drilling mud and installation for its implementation], 28.04.2023 (in Russian)
2. Babayan E.V., Moisa N.Yu. Burovyte rastvory [Drilling fluids]. // Infra-Inzheneriya = Infra-Engineering. – Moscow, 2019. – P. 332 (in Russian)
3. Yagafarova G.G., Rakhmatullin D.V., Insapov A.N., Kuznetsova G.M., Mirsaitov N.R. Sovremennyye metody utilizatsii burovyykh otkhodov [Modern methods of disposal of drilling waste]. // Neftjanoe mashinostroenie = Petroleum engineering. – 2018. – Vol. 16. – №2. – P. 123-129 (in Russian)
4. Tusupbaev N.K., Medyanik N.L., Esengaziev A.M., Bilyalova S.M., Ertayev M.A. Intensifikatsiya protsessov sgushcheniya i obezvozhivaniya khvostovoi pul'py ul'traflokulyatsionnoi obrabotkoi [Intensification of the processes of thickening and dehydration of tail pulp by ultraflocculation treatment]. // Fiziko-tehnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh = Physical and technical problems of mineral development. – 2020. – №4. – P. 149-156 (in Russian)
5. Tusupbaev N.K., Erzhanova Zh.A., Bilyalova S.M., Toilanbai G.A. Flokulyatsiya suspensii kvartsa v prisutstvii superflokulyantov razlichnogo zaryada [Flocculation of quartz suspension in the presence of superflocculants of various charges]. // Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ya = Complex use of mineral raw materials. – 2018. – №4. – P.17-27 (in Russian)
6. Averkina E.V., Shakirova E.V., Butakova L.A. Vliyanie reagentov-flokulyantov na parametry glinistykh suspensii [The effect of flocculant reagents on the parameters of clay suspensions]. //

*Irkutskij nacional'nyj issledovatel'skij tehnikeskij universitet, g. Irkutsk, Rossiya, Nauki o Zemle i nedropol'zovanie = Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia, Earth Sciences and Subsoil Use. – 2020. – №43(2). – P. 230-241 (in Russian)*

7. *Mauletbekova B., Kaliev B., Karmanov T. Utilizatsiya otrabotannykh burovykh rastvorov pri burenii tekhnologicheskikh skvazhin v AO «NAK «KAZATOMPROM» [Utilization of spent drilling fluids during drilling of technological wells in JSC «NAC «KAZATOMPROM»]. // Promyshlennost' Kazahstana = Industry of Kazakhstan. – 2021. – №1(113). – P. 89-92 (in Russian)*
8. *Karmanov T., Kaliev B. Perspektivnaya tekhnologiya bureniya tekhnologicheskikh skvazhin podzemnogo skvazhinnoyo vyshchelachivaniya urana» [Promising technology of drilling technological wells of underground borehole leaching of uranium]. // Promyshlennost' Kazahstana = Industry of Kazakhstan. – 2021. – №1(113). – P. 35-38 (in Russian)*
9. *Abibolla Sh., Kaliev B., Karmanov T. Sostav burovogo rastvora pri burenii tekhnologicheskikh skvazhin v neustoichivykh glinistykh porodakh [The composition of drilling mud when drilling technological wells in unstable clay rocks]. // Promyshlennost' Kazahstana = Industry of Kazakhstan. – 2021. – №1(113). – P. 73-75 (in Russian)*
10. *Dianjie Sui, Mingwang Zhan, Dianxue Sui, Fulei Zhao. Pravila i metody utilizacii otrabotannogo burovogo rastvora [Regulations and methods for disposal of waste drilling fluid]. // Opublikovano po licenzii IOP Publishing Ltd. Serija konferencij IOP: Nauki o Zemle i okruzhajushhej srede, Tom 631, 3-ja Mezhdunarodnaja konferencija po zagrijazneniju vozduha i jekologicheskoy inzhenerii, 28-29 sentjabrja 2020 g., g. Sian', Kitaj = Published under licence by IOP Publishing Ltd IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 631, 3rd International Conference on Air Pollution and Environmental Engineering 28-29 September 2020, Xi'an, China (in English)*
11. *He C.M., Li J.H., Wang J. Issledovanie tekhnologii utilizacii otrabotannogo burovogo rastvora [Research of Waste Drilling Fluid Disposal Technology]. // Prikladnaja himicheskaja promyshlennost' = Applied Chemical Industry. – 2016. – №45. – P. 1792-1794 (in English)*
12. *Olufemi Adebayo Johnson, Augustine Chioma Affam. Obrabotka i utilizacija nefteshlamov [Petroleum sludge treatment and disposal]. // Inzhenerno-jekologicheskie issledovanija = Environmental Engineering Research. – 2019. – №24(2) – P. 191-201 (in English)*

#### Сведения об авторах:

**Маулетбекова Б.К.**, докторант, преподаватель кафедры «Технологические машины и транспорт», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [b.mauletbekova@satbayev.university](mailto:b.mauletbekova@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0003-4229-429X>

**Калиев Б.З.**, к.т.н., ассоциированный профессор кафедры «Технологические машины и транспорт», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [b.kaliyev@satbayev.university](mailto:b.kaliyev@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0002-7040-6319>

**Карманов Т.Д.**, к.т.н., ассоциированный профессор кафедры «Технологические машины и транспорт», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [t.karmanov@satbayev.university](mailto:t.karmanov@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0003-1463-5392>

**Зотов В.В.**, к.т.н., доцент кафедры «Горное оборудование, транспорт и машиностроение» Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования НИТУ «МИСиС» (г. Москва, Россия), [zotov@misis.ru](mailto:zotov@misis.ru); <https://orcid.org/0000-0001-8575-2970>

#### Авторлар туралы мәліметтер:

**Маулетбекова Б.К.**, докторант, «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының оқытушысы, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

**Калиев Б.З.**, т.ғ.к., «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

**Карманов Т.Д.**, т.ғ.к., «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

**Зотов В.В.**, т.ғ.к., доцент «Тау-кен жабдықтары, көлік және машина жасау» кафедрасы, Федералды мемлекеттік автономды жоғары білім беру мекемесі «МБЖКИ» ҰТЗУ (Мәскеу қ., Ресей)

#### Information about the authors:

**Mauletbekova B.K.**, doctoral student, teacher of department of «Technological machines and transport», Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Kaliyev B.Z.**, candidate of technical sciences, associate professor of department of «Technological machines and transport» (Almaty, Kazakhstan)

**Karmanov T.D.**, candidate of technical sciences, associate professor of department of «Technological machines and transport», Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Zotov V.V.**, candidate of technical sciences, associate professor of the department of «Mining equipment, transport and mechanical engineering», Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education NRTU «MIofSaA», RF (Moscow, Russia)