

Код МРНТИ 38.59.01

*Б.К. Маулетбекова, Б.З. Калиев, Т.Д. Карманов, Ж.К. Татаева
Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

РЕАГЕНТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

Аннотация. Разработка установки для утилизации отработанного бурового раствора на месторождениях урана с использованием флокулянтов является важной задачей, поскольку отработанный буровой раствор содержит различные загрязнители, включая тяжелые металлы и радиоактивные элементы, которые могут нанести вред окружающей среде. Использование флокулянтов в данном процессе позволяет улучшить эффективность утилизации, так как они способны удалять твердые частицы и другие загрязнители из бурового раствора, что позволяет снизить его токсичность и уменьшить объем отходов, выделяемых на поверхность. Разработка установки для утилизации отработанного бурового раствора должна включать несколько этапов, таких как выбор подходящих флокулянтов и определение их оптимальной дозировки, разработка процесса обезвоживания и выделения твердых отходов, а также выбор соответствующего оборудования и технологий для проведения процесса.

Ключевые слова: отработанный буровой раствор, буровой шлам, флокуляция, утилизация, шламонакопитель, подземное скважинное выщелачивание.

Реагенттік технология және пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін кәдеге жаратуға арналған құрылғы

Аннотация. Флокулянттарды пайдалана отырып, уран кен орындарында пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін кәдеге жарату қондырғысын әзірлеу маңызды міндет болып табылады, өйткені пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінің құрамы қоршаған ортаға зиян келтіруі мүмкін ауыр металдар мен радиоактивті элементтерді қоса алғанда, әртүрлі ластанушы заттарды қамтуы мүмкін. Бұл процесте флокулянттарды қолдану кәдеге жарату тиімділігін жақсартуға мүмкіндік береді, өйткені олар бұрғылау ерітіндісінен қатты заттар мен басқа ластанушы заттарды кетіруге қабілетті, бұл оның уыттылығын төмендетуге және жер бетіне шығарылатын қалдықтардың көлемін азайтуға мүмкіндік береді. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін кәдеге жарату қондырғысын әзірлеу қолайлы флокулянттарды таңдау және олардың оңтайлы мөлшерлемесін анықтау, сусыздандыру және қатты қалдықтарды шығару процесін әзірлеу және процесті жүргізу үшін тиісті жабдықтар мен технологияларды таңдау сияқты бірнеше қадамдарды қамтуы керек.

Түйінді сөздер: пайдаланылған бұрғылау ерітіндісі, бұрғылау шламы, флокуляция, кәдеге жарату, шлам жинағышы, жерасты ұңғымаларын шаймалау.

Reagent technology and device for disposal of spent drilling fluids

Abstract. The development of an installation for the disposal of spent drilling mud in uranium deposits using flocculants is an important task, since the spent drilling mud contains various pollutants, including heavy metals and radioactive elements that can harm the environment. The use of flocculants in this process makes it possible to improve the efficiency of disposal, since they are able to remove solid particles and other pollutants from the drilling mud, which reduces its toxicity and reduces the amount of waste released to the surface. The development of an installation for the disposal of spent drilling mud should include several stages, such as the selection of suitable flocculants and the determination of their optimal dosage, the development of a process for dewatering and solid waste separation, as well as the selection of appropriate equipment and technologies for the process.

Key words: spent drilling mud, drilling mud, flocculation, disposal, sludge accumulator, underground borehole leaching.

Введение

На сегодняшний день накопление и захоронение отработанных нерадиоактивных буровых растворов осуществляется в шламонакопителях, сооружаемых и эксплуатируемых действующими месторождениями. Согласно законодательству РК в области экологии, захоронение отработанных буровых растворов в шламонакопителях жестко ограничено, соответственно, срок до утилизации или переработки их составляет не более 12 месяцев. К тому же, в соответствии с принципом иерархии, разрабатываемые в компаниях программы управления отходами должны содержать сведения об объеме и составе образуемых отходов, способах их накопления, сбора, транспортировки, обезвреживания, восстановления и удаления, а также описание предлагаемых мер по сокращению образования отходов, увеличению доли их повторного использования, переработки и утилизации [1].

Значительное содержание глинистой массы в составе буровых шламов существенно замедляет ее высыхание и делает практически невозможным повторное использование шламов в течение допустимого срока накопления. Значительные ежегодные объемы буровых шламов (порядка 30 тыс. тонн), а также отсутствие на рынке готовых решений по переработке отработанных буровых шламов формируют для промышленности значительный риск возникновения дополнительных затрат на утилизацию буровых шламов, либо наложения штрафов

от уполномоченных государственных органов в области экологии.

Избежание дополнительных затрат возможно лишь с помощью разработки адаптированной техники и технологии экологичной переработки буровых шламов, с реализацией полного повторного использования продуктов переработки [2].

Материалы и методы

Существует ряд схожих методик по утилизации отработанных буровых растворов.

Известен способ ликвидации отработанного бурового раствора на водной основе (Авторское свидетельство SU 1677052 от 15.09.91 г.). Этот метод ликвидации отработанного бурового раствора на водной основе включает введение флокулянта в отработанный буровой раствор, что приводит к образованию твердой фазы и жидкой фазы. Целью является упрощение технологии утилизации твердой фазы за счет повышения степени обезвоживания в отделенную твердую фазу.

Последовательно вводят жидкое стекло и гидрозольный лигнин для дальнейшего повышения степени обезвоживания твердой фазы. Жидкое стекло является вязкой жидкостью, получаемой путем плавления кремнезема и щелочей при высоких температурах. Оно используется как связующее в различных промышленных процессах и имеет высокую адгезию и устойчивость к воде [3].

Гидролизный лигнин является природным полимером, получаемым при гидролизе древесины. Он широко используется в различных промышленных процессах в качестве связующего и стабилизирующего агента благодаря своим уникальным физическим и химическим свойствам.

Использование жидкого стекла и гидролизного лигнина помогает повысить эффективность обезвоживания твердой фазы и упростить технологию ее последующей утилизации.

Недостатком данного способа является двухступенчатая последовательность технологического процесса, что приводит к усложнению и удорожанию утилизации отработанного бурового раствора.

Аналогом предлагаемого метода является способ утилизации отработанного бурового раствора (Патент РФ №2229494 от 27.05.2004 г.), который является распространенным и используется для очистки буровых растворов от различных загрязнений, таких как глины, песок, нефть, металлические частицы и т.д. [4, 5].

В данном случае используется реагент ФЛОК-С, который является органоминеральной комбинацией состава, содержащей окись кальция, полигликоль, олигосахарид и моносахариды. Окись кальция является основным компонентом реагента, который обладает коагулирующим действием и способствует сжатию твердых частиц бурового раствора в более плотные осадки.

Полигликоль и сахараиды, в свою очередь, выполняют роль флокулянтов, способствуя образованию более крупных частиц и ускоряя отделение твердой фазы в центрифуге.

После обработки раствора реагентом ФЛОК-С, буровой раствор подвергается центрифугированию, где он разделяется на жидкую и твердую фазы. Жидкая фаза может быть использована повторно в буровом процессе, а твердая фаза обычно направляется на дальнейшую утилизацию или захоронение.

Недостатком данного способа является сложный состав реагента и усложнение технологического процесса, связанный с обработкой в центрифуге, где после обработки разделенную твердую фазу бурового раствора очень затруднительно извлекать.

Установка для обработки отходов бурения (Патент RU 2 047 728) также является одним из способов утилизации буровых растворов. Данное устройство представляет собой установку для обработки отходов бурения, которая включает узел обработки буровых сточных вод, емкости растворов коагулянта и флокулянта, насосы и нагнетательные трубопроводы. Она также снабжена узлом обработки осадка БСВ и отработанного бурового раствора с дополнительным нагнетательным трубопроводом и емкостью растворения реагентов [6].

Согласно описанию патента, емкости растворов коагулянта и флокулянта размещены на шасси автомобильного средства. Это означает, что установка может быть перемещена на место работы с помощью транспортного средства, что является ее преимуществом перед стационарными установками.

Однако, с точки зрения конструкции и принципа работы, данное устройство для обработки отходов бурения не

является наиболее близким аналогом, так как его узел обработки буровых сточных вод, емкости растворов и насосы работают в единой системе, в то время как устройство, описываемое в вопросе, имеет отдельный узел обработки осадка БСВ и отработанного бурового раствора, с дополнительным нагнетательным трубопроводом и емкостью растворения реагентов [7].

Таким образом, хотя устройство из патента имеет свои преимущества, включая возможность перемещения и мобильности, оно не является наиболее близким аналогом по конструкции для описываемого устройства для обработки отходов бурения.

Предлагаемая технология для утилизации отработанного бурового раствора, накапливаемого при строительстве технологических скважин для подземного выщелачивания урановой руды, основывается на процессе разделения воды и отдельно гущи (глина, шлам) от смеси отработанного бурового раствора (ОБР) непосредственно на месте проведения буровых работ, и повторном использовании продуктов отделения для технических нужд, а также улучшении экологического климата региона, сокращении транспортных расходов, уменьшении численности людских ресурсов для обслуживания перевозок.

Также для реализации предлагаемой технологии разработана конструкция установки для утилизации отработанного бурового раствора. Установка – это комплекс оборудования, предназначенный для обезвреживания и очистки отработанного бурового раствора, который образуется при бурении скважин на месторождениях урана. Особенностью разработанной установки является использование флокулянтов, которое позволит ускорить процесс флокуляции и осаждения взвешенных частиц в растворе.

Разработанная технология утилизации отработанного бурового раствора и установка для ее реализации осуществляют процесс обработки отработанного бурового раствора с помощью коагулянта и флокулянта для разделения твердых частиц от жидкой фазы. Опишем процесс флокуляции с помощью действия коагулянтов и флокулянтов в установке. Сначала отработанный буровой раствор подается через дозатор реагентов в диспергатор, где происходит размешивание и обработка раствора с помощью коагулянта и флокулянта. Коагулянт помогает сгруппировать мельчайшие частицы в более крупные, облегчая тем самым процесс их дальнейшей фильтрации, а флокулянт помогает свести вместе образовавшиеся крупные частицы в более крупные группы, что дает возможность легко отделить твердые фракции от жидкости. Затем смесь направляется в емкость для отстоя твердых фракций смеси, где они оседают на дно и могут быть удалены. Жидкая фаза может быть выведена из системы и использована повторно [8, 9].

Результаты

В статье приводятся сведения по разработке технологии и техники для ее реализации, таким образом: в данной технологии применяется разработанный реагент Суперфлок-М неионогенного типа и жидкое стекло в определенных пропорциях. Эти реагенты помогают ускорить

и улучшить процесс отделения твердых частиц от жидкой фазы и обеспечить более эффективное разделение отработанного бурового раствора на две фазы: твердую и жидкую.

Создана установка, которая будет осуществлять очистку и утилизацию отработанного бурового раствора. Технологическая схема установки для утилизации отработанного бурового раствора представлена на рисунке 1, где 1 – зумф; 2 – хренок; 3 – всасывающая линия, 3 – шламовый насос, 5 – нагнетательная линия; 6 – дозатор; 7 – диспергатор; 8 – емкость для отстоя твердых фракций смеси; 9 – шиберная задвижка; 10 – салазка; 11 – рабочая лестница; 12 – водометный насос [10].

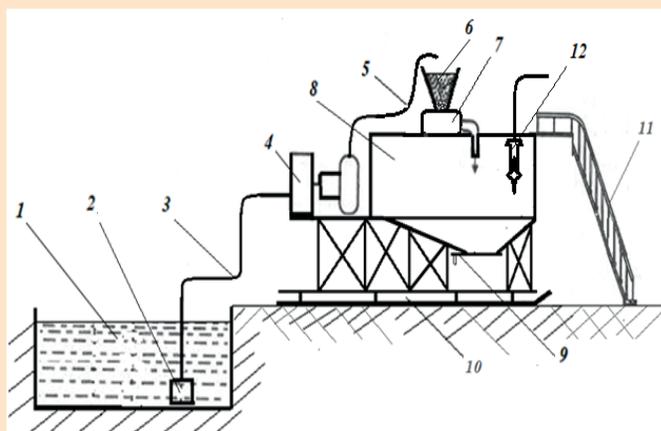


Рис. 1. Технологическая схема установки по разделению отработанного бурового раствора на жидкую и твердую фазу.

Сурет 1. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін сұйық және қатты фазаларға бөлуге арналған қондырғының технологиялық схемасы.

Figure 1. Technological scheme of the installation for separation of spent drilling mud into liquid and solid phases.

Способ осуществляется следующим образом: из зумфа 1 через хренок 2, через всасывающую линию 3 шламовым насосом 4, через нагнетательную линию 5 отработанный буровой раствор закачивается в дозатор 6, далее в диспергатор 7, где происходит его обработка коагулянтom и флокулянтom. Оптимальная концентрация коагулянта и флокулянта из дозатора 6 в виде раствора и отработанный буровой раствор потоком с помощью шламового насоса 3 закачивается в диспергатор 7, где подвергается интенсивному турбулентному движению регулируемой оптимальной гидродинамической скоростью. Диспергатор 7 выполняется в форме трубы, одна сторона которого больше другой, внутри которой установлено множество последовательно расположенных подвижных перемешивающих элементов, которые независимо вращаются на осях, проходящих перпендикулярно к большей стенке трубы, что позволяет обеспечить на каждом участке трубы одинаковые значения скорости сдвига и создает возможность оперативно изменять режим обработки суспензии вдоль трубы за счет взаимозависимого регулирования скорости вращения перемешивающих элементов. После диспергатора

обработанная реагентами масса сливается в емкость для отстоя твердых фракций смеси 8. В емкости 8 оптимальная концентрация коагулянта и флокулянта в виде раствора и отработанный буровой раствор интенсивно перемешивается с оптимальным градиентом скорости 1500 с^{-1} и на выходе из устройства в течение 10-12 сек. суспензия бурового раствора осаждается и содержание твердого в сливе составляет менее 25 мг/л. При оптимальной дозе флокулянта суспензия бурового раствора осаждается в течение 30 минут и при этом содержание твердого в сливе составляет 300-700 мг/л. В результате молекулы коагулянта и макромолекулы флокулянта равномерно адсорбируются на поверхности шламовых частиц бурового раствора, что приводит к эффективному разделению на жидкую и твердую фазы за короткий промежуток времени. В результате происходит мгновенное разделение на две фазы: твердую (глина, песок и горные породы) и жидкую (вода от бурового раствора).

Далее, образовавшаяся на поверхности вода откачивается водометным насосом 12 для дальнейшего использования, отстоявшаяся густая масса вываливается через шиберную задвижку 9 в кучу. Вся установка монтируется на салазках рамной конструкции 10. Обслуживание насосных установок, расположенных наверху, производится с помощью рабочей лестницы 11, а разделенная вода откачивается с помощью малогабаритного водяного насоса 12.

Предлагаемый способ позволяет выделять из исходного раствора до 70% жидкой фазы и получать осадок с влажностью 30-35%.

При разработке устройства для утилизации отработанного бурового раствора необходимо учитывать требования экологической безопасности и эффективности процесса. Также следует учесть особенности геологических условий и химического состава отработанного раствора в конкретной местности.

В итоге разработка технологии и техники для утилизации отработанного бурового раствора может значительно снизить негативное воздействие на окружающую среду и повысить эффективность процесса подземного выщелачивания урановых руд [11].

Выводы

Целью разработки являлась разработка эффективного способа разделения отработанных буровых растворов на жидкую и твердую фазы, а также специального устройства для его реализации, которые позволят уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и снизить затраты на его транспортировку. При этом продукты разделения можно использовать повторно в качестве ценных компонентов при производстве буровых работ.

Разработанный комплекс технологии и техники для утилизации отработанного бурового раствора является важным инновационным решением для бурения скважин при подземном скважинном выщелачивании урановых руд.

Уникальность предлагаемой полезной модели заключается в использовании в качестве коагулянта и флокулянта специальных реагентов неионогенного типа, которые позволяют выделять из исходного раствора до 70% жидкой фазы и получать осадок с влажностью 30-35 % [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 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 C.M., Li J.H., 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. Burovye 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. Sovremennye 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., Ertaev 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 suspenzii kvartsa v prisutstvii superflokulyantov razlichnogo zaryada [Flocculation of quartz suspension in the presence of superfloculants of various charges]. // Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ja = 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 suspenzii [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 burovyykh 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 skvazhinogo vishchelachivaniya 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 utilizatsii otrabotannogo burovogo rastvora [Regulations and methods for disposal of waste drilling fluid]. // Opublikovano po licenzii IOP Publishing Ltd. Seriya 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 tehnologii 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; <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; <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; <https://orcid.org/0000-0003-1463-5392>

Татаева Ж.К., главный менеджер отдела докторантуры, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), z.tatayeva@satbayev.university; <https://orcid.org/0009-0009-2874-1090>

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)

Татаева Ж.К., докторантура бөлімінің бас менеджері, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

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», Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

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

Tatayeva Zh.K., chief manager of the doctoral studies department, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)