

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы **Маулетбековой Бұлбұл Кусманқызы** на тему «Повышение эффективности процесса фракционирования отработанных буровых растворов технологических скважин для утилизации с применением диспергирующих устройств» представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07110 – «Цифровая инженерия машин и оборудования»

Актуальность исследования. Актуальность темы диссертационных исследований заключается в недостаточной эффективности техники, применяемых для разделения отработанных буровых растворов на жидкую и твердую фазы, что связано с недостаточной изученностью процессов фракционирования многокомпонентных растворов в зависимости их физико-химических и физических свойств и от гидродинамических условий.

Теоретическая и практическая значимость обусловили выбор, целевую направленность, структуру настоящих исследований и выбор методов решения поставленных задач.

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 зависит от компонентного состава раствора, его объема, концентрации специальных химических реагентов, химических свойств и др.

Основными компонентами отработанных буровых растворов на глинистой основе, широко применяемого в бурении скважин, являются жидкая, вязкая (глинистая) и твердые составляющие. Для минимизации воздействия на окружающую среду и здоровье человека, эти растворы необходимо определенным образом утилизировать согласно существующим нормам и стандартам безопасности.

На практике нашли широкое применение следующие два способа утилизации: первый – транспортировкой отработанных буровых растворов в шламоборники (пескоотстойники), в которых происходит естественная седиментация твердой фазы, а поверхностная часть жидкой фазы испаряется естественным образом в атмосферу. Осевшая густая жижа с включениями твердой разбуренной породы подлежит захоронению в специально отведенных могильниках.

Однако, процессы естественной седиментации твердых частиц раствора длительны и требуют применения разработки высокоэффективных комплексных физико-химических и технических методов и средств фракционирования раствора.

Второй способ утилизации наиболее предпочтительный – это принудительное фракционирование раствора с применением технических устройств для отделения твердых частиц от жидкой фазы с целью последующего их вторичного применения, в частности, в качестве строительного материала. При таком способе также не исключается применение специальных химических реагентов для повышения эффективности процесса фракционирования раствора.

Однако их эффективность при фракционировании может кратно возрасти при условии качественного их смешения с обрабатываемым раствором, что может быть достигнуто применением специальных диспергирующих устройств.

Таким образом, представленные в диссертации результаты теоретических и экспериментальных исследований направлены на изучение процесса совместного с химическими реагентами – флокулянтами диспергирования отработанного бурового раствора на эффективность последующего процесса его фракционирования.

Целью работы является разработка оригинальной конструкции диспергирующего устройства и проведение экспериментальных исследований по подбору и установлению рациональной концентрации реагентов для активации и ускорения фракционирования раствора, что позволит рекомендовать для практического применения эффективный способ утилизации отработанных глинистых буровых растворов.

Идея работы заключается в применении оригинальной конструкции диспергатора бурового раствора, которая позволяет повысить эффективность процесса смешения и активации химических реагентов с буровым раствором за счет гидродинамических и механических сил и повысить эффективность процесса фракционирования на твердую и жидкую фазы.

Задачи исследования:

1. Мониторинг и анализ состава отработанного глинистого бурового раствора (ОБР), на участках буровых работ с подсчетом и анализом задействованных площадей шламоборников и пескоотстойников уранодобывающих предприятий и подсчетом их общего объема;

2. Исследование устойчивости высокодисперсных частиц ОБР с определением дисперсного состава ОБР и времени седиментации фракций в жидкостях с различными физико-химическими свойствами;

3. Разработка и изготовление конструкции диспергирующего устройства для активации реагентов и ускорения фракционирования раствора;

Исходя из поставленных задач будут:

- определены условия взаимодействия различных реагентов на процесс фракционирования ОБР;

- исследовано влияние pH жидкой фазы раствора и различных электролитов на устойчивость дисперсных частиц ОБР;

- исследованы и определены оптимальные концентрации и составы реагентов для фракционирования частиц ОБР.

4. Разработка и создание экспериментальной установки для оценки эффективности фракционирования отработанного бурового раствора на жидкую и твердую фазы с применением оригинального диспергирующего устройства;

5. Разработка методики экспериментальных исследований по выбору оптимальной концентрации реагентов и режима работы диспергирующего устройства;

6. Проведение экспериментальных исследований для отработки технологии и оценки эффективности разработанного способа утилизации (фракционирования) ОБР.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Способ и методика активации процесса диспергирования применением кавитационно-гидродинамического и ударно-контактного механического воздействия на отработанный буровой раствор, позволяющий снизить до 30% расход реагентов-флокулянтов и на 25-40% ускорить процесс последующего его фракционирования на твердую и жидкую фазы.

2. Оригинальное устройство для гидродинамического и ударно-контактного механического воздействия на отработанный буровой раствор.

3. Математическая модель процесса диспергирования раствора, отличающаяся от существующих учетом кавитационных, акустических и вихревых волн в объеме диспергатора.

4. Аналитические зависимости по установлению устойчивости высокодисперсных частиц ОБР и определению периодов седиментации фракций в жидкостях с различными физико-химическими свойствами для определения оптимальной дозировки флокулянта и коагулянта при кавитационно-гидродинамической и гидромеханической активации отработанного бурового раствора.

Научная новизна результатов исследований заключается в следующем:

1. Установлены аналитические зависимости устойчивости высокодисперсных частиц ОБР и определены периоды седиментации фракций в жидкостях с различными физико-химическими свойствами;

2. Установлена принципиальная возможность повышения эффективности процесса диспергирования применением предварительной кавитационно-гидродинамической и гидромеханической активации отработанного бурового раствора;

3. Установлены рациональные параметры конструкции диспергирующего устройства и обоснованы оптимальные режимы совместной работы с подающим раствор насосом для ускорения активации реагентов и ускорения фракционирования раствора;

4. Установлено, что кавитационно-гидродинамическая и гидромеханическая активация отработанного бурового раствора с применением диспергатора такой конструкции позволяет на 15-30% снизить расход реагентов-флокулянтов и на 25-40% сократить время фракционирования на жидкую и твердую фазы.

Практическая значимость работы.

1. Разработана и научно обоснована эффективная технология фракционирования многофазной жидкости на жидкую и твердую фазы, позволяющая ускорить процесс и снизить расход реагентов-флокулянтов посредством кавитационно-гидродинамической и гидромеханической активации в диспергаторе оригинальной конструкции, что позволяет использовать, в последующем, твердые отходы в качестве строительного материала, а техническую воду – для нужд буровых работ.

2. Установлены аналитические зависимости подбора и концентрации реагентов для дозирования в жидкости с различными физико-химическими свойствами перед подачей в диспергирующее устройство;

3. Разработана методика математического моделирования процесса фракционирования многофазного раствора при кавитационно-гидродинамическом и гидромеханическом воздействии;

4. Разработана оригинальная конструкция диспергатора, позволяющая повысить эффективность процесса диспергирования раствора при вводе реагентов для его фракционирования на жидкую и твердую фазы.

Предлагаемое техническое устройство и технология его применения отличается высокой эффективностью процесса фракционирования, которое позволяет отделить до 76% влаги от твердых фракций при высокой экологичности процесса переработки и утилизации отработанных буровых растворов и минимизации выбросов в атмосферу экологически вредных радиоактивных продуктов.

5. Экономический эффект от применения данной техники и технологии позволит снизить капитальные затраты на комплекс работ при бурении на 15%, сократить количество транспорта и транспортных расходов на 50%, уменьшить численность людских ресурсов для обслуживания и перевозки ОБР до 25%.

Методология и методы исследований. Использованы методология теоретического, математического анализа и методы теории надежности и обработки статистических и экспериментальных данных исследований в лабораторных условиях. Для достижения поставленных целей и выполнения задач был выбран комплексный метод исследований. Этот метод включает в себя анализ текущего состояния вопроса, технико-экономический анализ, математическую статистику, теорию выбора и принятия решений. Дополнительно проводились натурные эксперименты с целью изучения процессов седиментации продуктов, полученных при бурении горных пород. Также проводились опытно-производственные исследования реагентного состава флокулянтов и коагулянтов различных горно-геологических условий с различным содержанием элементов в отходах бурения.

Эти методы обеспечивают высокие стандарты научных исследований. Основой для научного исследования проекта служат фундаментальные принципы механики, физики жидкостей и газов, а также химического взаимодействия природных элементов и реагентов. Описанные формы исследования и проектирования оригинального диспергирующего устройства, направленного на улучшение седиментационных характеристик твердых и жидких компонентов отходов бурения, являются необходимыми для реализации инновационного технического решения. Это решение направлено на предотвращение выброса экологически вредных радиоактивных элементов в атмосферу при бурении технологических скважин, а также на повышение производительности и эффективности отстойников. Процесс исследования включает в себя теоретические и экспериментальные этапы, начиная от проведения анализа до создания промышленного образца.

Гидравлические расчеты проводились с использованием программы Flow Simulation Solidworks.

Личный вклад соискателя состоит:

- в анализе и обобщении результатов выполненных исследований;
- формулировании цели и задач исследований;
- разработке конструкции диспергатора и по определению его рациональных геометрических и режимных параметров работы и создании экспериментальной установки;
- проведении, обработке и анализе результатов полного цикла натурных экспериментальных исследований.

Обработка результатов исследований.

Экспериментальные исследования проводились:

1) С использованием лабораторных стендов кафедры «Технологические машины и оборудование» Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И.Сатпаева и Института Металлургии и обогащения в диссертационной работе были проведены экспериментальные работы;

2) Обработка экспериментальных данных проводилась в соответствии с алгоритмом, разработанной АО «Волковгеология» технологии утилизации отработанных буровых растворов с учетом разработанной ученым из Института Металлургии и обогащения – д.т.н.

Тусупбаевым Н.К. методики концентрации флокулянтов, коагулянтов и электролитов, а также последующее разделение его на фракции жидкой и твердой составляющих;

3) На основании обработки и анализа экспериментальных данных получены следующие результаты:

- Установлены аналитические зависимости устойчивости высокодисперсных частиц ОБР и определены периоды седиментации фракций в жидкостях с различными физико-химическими свойствами;

- Установлены рациональные значения геометрических параметров и режимов работы разработанной и изготовленной конструкции диспергирующего устройства для активации реагентов и ускорения фракционирования раствора;

- Обоснованы и установлены параметры экспериментальной установки для оценки эффективности фракционирования отработанного бурового раствора на жидкую и твердую фазы.

Апробация работы.

Основные положения и научные результаты были обсуждены на семинарах и международных научно-технических конференциях.

1) На технических семинарах кафедры «Технологические машины и оборудование», НАО «КазННТУ им.К.И. Сатпаева»

2) Форум молодых ученых государств – участников СНГ «Наука без границ», г. Нижний Новгород, Университет Лобачевского, 1-4 ноября 2022 г., РФ

Публикации. По результатам диссертационного исследования опубликованы 2 статьи, имеющих проценты Q2, Q3 по CiteScore в базе данных Scopus, 3 статьи в журналах, включенных в перечень изданий, рекомендованным Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, 1 доклад на международной конференции.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 разделов и заключения, изложенных на 104 страницах, содержит 18 рисунков, 13 таблиц, список литературы из 53 наименований и 1 приложений.