

УДК 504.064.4

ЛЮШИНА В.В., студент гр. ЭКОМ-2в (ВолгГТУ)
Научный руководитель ГРАЧЕВА Н.В., к.т.н., доцент (ВолгГТУ)
г. Волгоград

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННОГО
БУРОВОГО РАСТВОРА**

Направления, в которых на данный момент развивается нефтяная отрасль, определены парадигмой устойчивого развития. Такое развитие направлено на удовлетворение потребностей современности при сохранении целостности окружающей среды и общества; от соблюдения этих условий зависит благополучие нынешнего и будущих поколений. На этом фоне нефтяная отрасль продолжает играть решающую роль в обеспечении потребностей человечества, поскольку углеводороды по-прежнему пользуются крайне высоким спросом. В информационно-техническом справочнике наилучших доступных технологий «Добыча нефти» от 2021 года указано, что за 2019 год было добыто 561,2 млн тонн нефти [1].

В процессе развития нефтяной промышленности люди не учитывали экологический ущерб, вызванный выбросом буровых отходов в окружающую среду без какой-либо первичной обработки, которая была бы направлена на нейтрализацию вредных компонентов. Позже выяснилось, что воздействию вредных химических веществ в буровых растворах подвержены как экосистемы, так и люди. Негативные эффекты могут приводить к смерти организмов, а также провоцировать ряд негативных состояний и симптомов: так, у человека могут развиваться дерматит, тошнота, кашель, раздражение кожи и слизистых оболочек. Как следствие, можно заключить, что безопасное обращение с буровым отходом требует как можно большего внимания со стороны общественности.

В процессе бурения используется буровой раствор, который закачивается в скважину для некоторых производственных целей: вымывания выбуренной породы, создания гидростатического давления в скважине, охлаждения долота на забое скважины и так далее. В буровом растворе содержатся жидкость, смесь химических реагентов, а также глины и утяжелители. Жидкости, входящие в его состав, конденсируются; это могут быть вещества на синтетической, масляной или водной основе, которые содержат различные тяжелые минералы и химические добавки и циркулируют по бурильной трубе для выполнения ряда функций. Последние могут включать смазку долота и уравнивание пластового давления, очистку и кондиционирование скважины, поддержание гидростатического давления в скважине, удаление бурового шлама и стабилизацию стенки скважины. Буровые растворы расходуются после того, как их полезность в процессах бурения исчерпана, таким образом превращаясь в отходы. Несмотря на заявления о том, что эти отходы должны быть обработаны перед утилизацией, фактически они могут не обрабатываться — а следовательно, представлять собой

угрозу, имеющую потенциально катастрофическое значение для окружающей среды и здоровья населения [2].

Согласно анализу S. Rana [3], одна скважина производит от 1000 до 5000 м³ буровых отходов. Данные, приведенные в изученном источнике [4], показывают, что системы управления отходами предприятия оказывают значительное влияние на экологические и финансовые аспекты компании, а также на её имидж. Вместе с тем следует четко понимать, что эффективная система удаления отходов представляет собой непрерывный процесс, включающий как обзор существующих систем, так и внедрение новых подходов к более рациональному и экологически обоснованному регулированию процессов утилизации и ликвидации отходов.

Рассмотрим основные методы обращения с буровым отходом [5].

— Термический метод. Одной из распространенных технологий термического обезвреживания шламов является их сжигание. Сжигание проводят в открытых амбарах или печах различных типов и конструкций. Применяют также вращающиеся барабанные печи, печи с кипящим слоем теплоносителя, печи с форсунками или с барботажными горелками. На практике жидкая фаза бурового раствора возвращается обратно для повторного его приготовления, а буровой шлам смешивается с суглинком (в соотношении 30-60 % масс. к 40-70% масс.) в вращающейся барабанной печи и гранулируется. Преимущество такого метода заключается в использовании уловленной пыли в количестве не более 5% от массы сырьевой смеси, а недостаток — в высокой себестоимости за счет дорогостоящего оборудования.

Кроме того, в качестве технологии термического метода применяется также пиролиз. Это процесс разложения органических соединений под действием высоких температур при отсутствии или недостатке кислорода, а также с образованием побочных продуктов обезвреживания. При термическом нагревании отхода происходит конденсация и улавливание углеводородной фазы. Метод пиролиза имеет малую экономическую эффективность и высокие энергетические затраты; кроме того, его недостаток также заключается в высокой себестоимости за счет дорогостоящего оборудования. [6]

— Химический метод. Этот способ основан на процессах переработки и очистки бурового отхода с использованием химических реагентов. После предварительного удаления из бурового отхода таких крупных загрязнителей, как глина, песок и твердые частицы, он подвергается химической обработке. В процессе последней добавляются специальные реагенты, необходимые для обеззараживания и образования осадка, который затем можно удалить.

Основным преимуществом химического метода является способность эффективно очищать раствор от различных загрязнителей, включая токсичные вещества и тяжелые металлы. Этот процесс позволяет восстановить и переработать раствор, чтобы повторно использовать его в новых буровых операциях. Однако следует понимать, что данный метод требует строгого контроля и соблюдения специальных стандартов безопасности. Неправильное использование химических реагентов или некорректная обработка может привести к возникновению опасных отходов или загрязнению окружающей среды [7].

— Биологический метод. Метод биологической очистки нефтесодержащих отходов является наиболее практичным и экономически эффективным. Он основывается на способности микроорганизмов превращать сложные вещества в простые, что приводит к своего рода биологическому круговороту. В результате процесса биоремедиации углеводороды подвергаются трансформации: происходит их минерализация и гумификация. При этом следует отметить, что в ходе разложения клеточных структур микроорганизмов образуется вторичное загрязнение в виде газовых выбросов (сероводород, аммиак).

В качестве питания микроорганизмы используют органическое вещество углерод, который они могут получать из бурового шлама; именно поэтому для очистки и возможно использовать такой метод. После подобного рода детоксикации в нейтрализованных отходах отсутствуют вредные примеси и тяжелые металлы, благодаря чему продукт возможно использовать с целью восстановления почвы.

Недостатком биологического метода является ряд ограничений в области применения, связанных с активностью биопрепаратов, окружающей температурой, кислотностью и аэробными условиями. Кроме того, низкая производительность метода требует больших капиталовложений при строительстве промышленных объектов. Не меньшей проблемой является и необходимость выделения большого количества земельных участков, а также ограничение содержания нефтепродуктов (до 15%) в используемом нефтешламе. [8]

— Физический метод. На практике применяется весьма широкий спектр физических методов очистки, включающих в себя многочисленные вибрационные и гравитационные методы, а также использование гибких земляных сооружений. Такие способы позволяют эффективно разделять жидкую и твердую фракции отходов, выделяя при этом углеводородные компоненты. Однако утилизация твердых остатков бурового раствора с содержанием тяжелых металлов требует отдельного решения, обычно заключающегося в захоронении. В данной ситуации физический метод можно рассматривать только в качестве вспомогательного; основными его процессами являются перемешивание и физическое разделение жидкой и твердой фракций шлама с целью снижения влажности твердой части. Для этого используются диспергаторы, сепараторы, центрифуги, фильтры, гидроциклоны и фильтр-прессы. [9]

— Физико-химический метод. Цель этого способа переработки состоит в извлечении полезных компонентов из отходов и обезвреживании их остатков, что необходимо для минимизации воздействия потенциальных загрязнителей на природную среду. Для этого применяются такие методы как литификация, флотация, обезвоживание, экстракция, коагуляция, дистилляция и другие [9]. Так, флотация основана на разделении компонентов на основе их плотности; с помощью неё из раствора удаляются механические примеси. Седиментация позволяет осажать крупные частицы, которые оседают на дне специальных емкостей. Наконец, фильтрация применяется для удаления мелких частиц путем их прохождения через специальные фильтры.

При физико-химическом методе также используют специально подобранные поверхностно-активные вещества (диспергаторы, диэмульгаторы), вспомогательные вещества, влияющие на изменение состояния и коллоидную структуру взвешенных веществ в водной и нефтяной фазах. Важным этапом такой утилизации является и обработка реагентами, в ходе которой в раствор добавляются специальные химические вещества. Они взаимодействуют с загрязнителями, образуя более плотные осадки или особые соединения, которые можно легко удалить из раствора. Так, для удаления металлов применяются осадительные реагенты, связывающие металлические ионы и образующие твердые частицы, которые впоследствии также могут быть отфильтрованы.

После процесса обработки реагентами раствор проходит сквозь систему фильтрации и сепарации, где удаляются осадки и примеси, которые не были ликвидированы на предыдущих этапах. Результатом всех этих операций становится очищенный буровой раствор, который может быть выведен из системы и утилизирован без вреда для окружающей среды.

Физико-химический метод утилизации бурового раствора имеет ряд преимуществ. Во-первых, он позволяет значительно уменьшить количество выброшенных вредных веществ, что способствует соблюдению экологических норм и требований. Во-вторых, этот метод помогает извлечь из бурового раствора такие ценные компоненты, как редкоземельные элементы; это может быть экономически выгодно для предприятия. Наконец, физико-химическое обезвреживание бурового раствора является относительно быстрым и эффективным процессом, то есть позволяет снизить время и затраты на утилизацию.

Аналитический обзор проведенных исследований показал, что отработанный буровой раствор может быть утилизирован разными методами. Комбинация этих методов позволит получить из отработанного бурового раствора качественное вторичное сырье [10]. Выбор же конкретных методов переработки бурового раствора зависит от его состава, концентрации в нём загрязняющих веществ и некоторых требований к защите окружающей среды.

Список литературы:

1. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. ИТС 28-2021 «Добыча нефти». – Москва. – 2021.
2. Бабаян Э. В. Буровые растворы. Учебное пособие / Э. В. Бабаян, Н. Ю. Мойса. - М.: Инфра-Инженерия. – 2019. – С. 332.
3. Rana, S. Facts and Data on Environmental Risks—Oil and Gas Drilling Operations. In Proceedings of the All Days, Calgary, AB, Canada, 20–23 October 2008; SPE: London, UK.
4. Garland, E.; Kerr, J.M.; Mundy, K.J.; Mason, M.J.; Young, S.; Pegors, S.R.; Sedlock, E.; Barrett, J.; Campbell, J.; Eygun, C. OGP Exploration and Production Waste Management Guidelines. In Proceedings of the All Days, Nice, France, 15 April 2008; SPE: London, UK, 2008.

5. Идентификация отходов бурения и их использование / А.А. Третьяк, Е.А. Яценко, С.А. Онофриенко, Е.В. Карельская // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2021. – Т. 332. – № 2. – С. 36–43.
6. Пискунова С.В. Применение термической обработки бурового шлама в целях получения вторичных материальных ресурсов / С.В. Пискунова // Актуальные исследования. – 2021. – №21. – С. 19 - 24.
7. Жаров, О.А. Современные методы переработки нефтешламов / О.А. Жаров, В.Л. Лавров // Экология производства. – 2004. – №5. – С. 43-51.
8. Шпинькова М.С. Разработка метода обезвреживания нефтесодержащих отходов различного состава: автореф. дис. ... канд. хим. наук. М. – 2014. – С. 106.
9. Третьяк А.А. Технология очистки и рециклинга бурового раствора / Третьяк А.А., Яценко Е.А., Борисов К.А., Карельская Е.В. // Известия томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – №2. – С. 62-70.
10. М.О. Третьякова, А.И. Агошков / Проблема обращения с буровыми шламами при использовании углеводородных буровых растворов // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. – 2019. – С. 24.