

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2023, Том 15, № 2 / 2023, Vol. 15, Iss. 2 <https://esj.today/issue-2-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/17ECVN223.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Румянцева, А. В. Обоснование метода утилизации буровых отходов при добыче нефти на основе современных технологий / А. В. Румянцева, М. В. Березюк, Ю. В. Пластинина // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 2. — URL: <https://esj.today/PDF/17ECVN223.pdf>

For citation:

Rumyantseva A.V., Berezyuk M.V., Platinina Iu.V. The method rationale of drilling waste disposal in oil production based on modern technologies. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(2): 17ECVN223. Available at: <https://esj.today/PDF/17ECVN223.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

Румянцева Алена Владимировна

ФГАОУ ВО «Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
Екатеринбург, Россия

Доцент кафедры «Экономика природопользования»

Кандидат экономических наук, доцент

E-mail: alenarum@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8415-1548>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=423795

Березюк Мария Викторовна

ФГАОУ ВО «Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
Екатеринбург, Россия

Доцент кафедры «Экономика природопользования»

Кандидат экономических наук, доцент

E-mail: m.v.berezyuk@urfu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9554-4649>

Пластинина Юлия Владимировна

ФГАОУ ВО «Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
Екатеринбург, Россия

Доцент кафедры «Экономика природопользования»

Кандидат биологических наук

E-mail: j.platinina@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1101-8148>

Обоснование метода утилизации буровых отходов при добыче нефти на основе современных технологий

Аннотация. На протяжении многих лет степень техногенного воздействия предприятий нефтегазодобывающей отрасли на окружающую среду остается высокой. В процессе деятельности нефтедобывающих компаний образуются различные виды отходов. Наиболее высокую долю отходов составляют буровые отходы. Проблема утилизации бурового шлама является одной из актуальных проблем в сфере обращения с отходами отрасли. В мировой практике известны разные направления утилизации бурового шлама. Традиционно буровые отходы временно размещают в амбарах–шламонакопителях и затем утилизируют на полигонах. Размещение отходов на специализированных полигонах требует изъятия из оборота значительных площадей земли, негативно влияет на окружающую среду. Данная статья посвящена одному из современных и безопасных методов утилизации буровых отходов — закачка их в пласт. Цель исследования — обосновать эколого-экономическую эффективность технологии закачки буровых отходов в пласт для нефтедобывающей компании. Объект

исследования — буровые отходы нефтедобывающей компании. Авторами проведен анализ динамики образования буровых отходов нефтедобывающих компаний и количества образованных и ликвидированных шламовых накопителей. В статье рассматривается технологический процесс закачки отходов в пласт и риски, связанные с данным процессом. основное преимущество данной технологии заключается в отсутствии выбросов в атмосферу и проблем, связанных с хранением и транспортировкой отходов. Для обоснования эффективности внедрения технологии закачки буровых отходов в пласт авторами был предложен инвестиционный проект и рассчитана его экономическая эффективность. Ожидаемый эффект от проекта определялся как экономия денежных средств от снижения издержек на утилизацию буровых отходов. Как показали расчеты, использование данной технологии является эффективным и целесообразным методом при наличии большого количества отходов. При снижении объемов отходов эффективность данной технологии снижается. Для решения этой проблемы и повышения эффективности проекта в целом авторы рекомендуют в дальнейшем вовлекать в процесс прочие нефтешламы, образующиеся при добыче нефти и нефтепродуктов на месторождениях. Применение данной технологии позволяет снизить техногенную нагрузку на окружающую среду, повысить рейтинг компании и улучшить экономические показатели деятельности компании.

Ключевые слова: буровые отходы; утилизация буровых отходов; добыча нефти; экономическая эффективность; закачка отходов в пласт; технологии утилизации буровых отходов; экономия затрат; негативное воздействие; окружающая среда

Введение

Степень техногенного воздействия нефтегазодобывающей отрасли на окружающую среду остается высокой на протяжении многих лет. Во многих регионах Российской Федерации предприятия нефтедобывающей промышленности являются градообразующими, определяя основные экономические показатели, как субъектов РФ, так и всей экономики в целом. Отрасль развивается по экстенсивному пути, соответственно разрабатываются и осваиваются новые территории и недра. Это определяет прирост масштабов негативного воздействия и увеличение степень преобразования природных ландшафтов при разработке новых месторождений.

Трансформацию, нарушение и изменение природных экосистем при эксплуатации нефтяных месторождений вызывают следующие техногенные факторы — загрязнение атмосферного воздуха, снежного покрова, почв, поверхностных и подземных вод, донных отложений, перераспределение стока воды, механическое нарушение растительного и почвенного покрова. Загрязнение отходами нефтедобычи всех компонентов природной среды включает широкий спектр загрязняющих веществ — нефть и нефтепродукты, буровые растворы и ряд химических реагентов, сточные и пластовые воды [1].

Серьезным техногенным фактором негативного воздействия отрасли являются аварии и разливы, происходящие при нефтедобыче и транспортировке. При этом естественное восстановление природной среды требует длительного периода времени, что определяет необходимость рекультивационных и восстановительных работ.

Лидирующим регионом по добыче нефти и конденсата в России традиционно является Уральский ФО, обеспечивающий 53,8 % национального показателя. Месторождения Ханты-Мансийского АО — Югра (ХМАО — Югра), несмотря на многолетнюю эксплуатацию, являются наиболее продуктивными в России. Несмотря на снижение их доли в последние годы, месторождения округа вносят наибольший вклад в производство. В 2020 г. здесь было добыто 14,3 % российской нефти.

ПАО «Газпром нефть» входит в пятерку крупнейших российских вертикально интегрированных компаний, которыми в 2020 г. было добыто 373,1 млн т жидких углеводородов (73,8 % российской), что на 34,7 млн т (или 8,5 %) меньше, чем в 2019 г. ПАО «Газпром нефть» добывает ежегодно порядка 8–9 % жидких углеводородов. Холдинг разрабатывает месторождения в крупнейших нефтегазоносных регионах страны — Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах, а также в Иркутской, Омской, Оренбургской, Томской областях и на шельфе Баренцева моря. Ключевым активом компании является южная часть Приобского месторождения (ООО «Газпромнефть-Хантос»), где добыча нефти в 2020 г. составила 10 млн т¹.

В 2021 году на территории Ханты-Мансийского АО было добыто 215 760,8 тыс. тонн нефти, что на 5 010,4 тыс. тонн или на 2,4 % больше, чем в 2020 году и составляет 41,2 % общероссийской добычи нефти. Лидирующие место по добыче нефти принадлежат ПАО «НК «Роснефть» (43,5 % от общего объема), на долю ПАО «Газпром нефть» приходится 6,3 %. Объём эксплуатационного бурения за 2021 год составил 17,5 млн м, что на 566,5 млн м (3,3 %) больше, чем было пробурено за 2020 год, в эксплуатацию введено 4366 скважин, что на 9,6 % больше ввода новых добывающих скважин в 2020 году (3984 скв.)².

По данным РКО в ХМАО — Югра в 2021 году предприятиями использовались 143 промышленных объекта для обработки, утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления. На территории автономного округа было ликвидировано 12 и образован 1 шламовый амбар (рис. 1). По состоянию на 01.01.2022 г. не ликвидированными числятся 119 объектов размещения отходов (шламовых амбаров) у 8 предприятий.

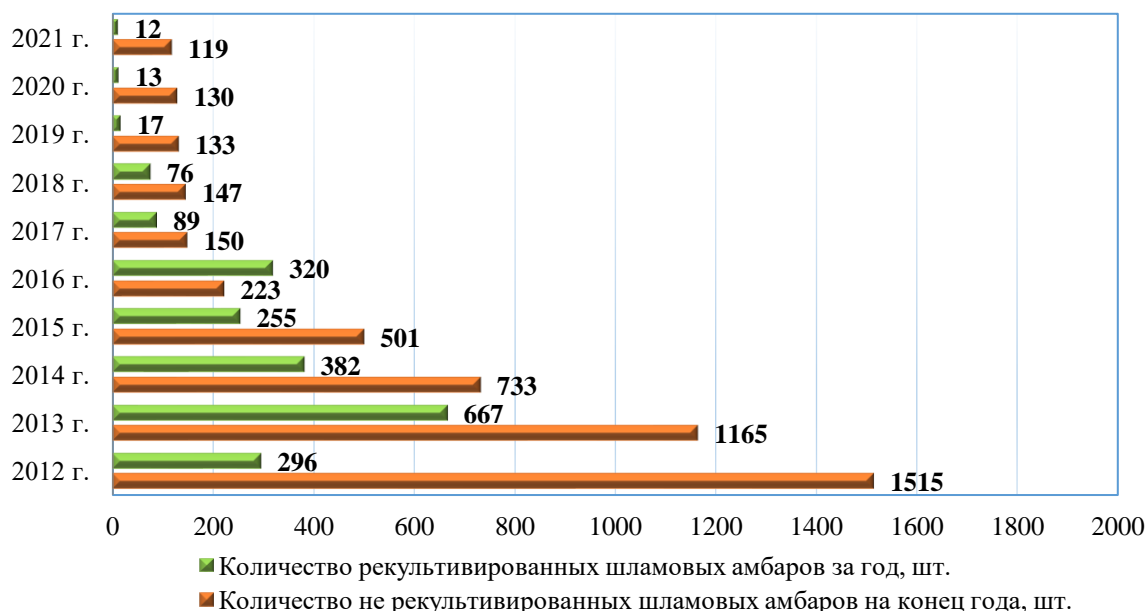


Рисунок 1. Динамика образования и ликвидации шламовых амбаров (рисунок авторов на основе Доклада «Об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе — Югре в 2021 году»)

¹ Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2020 году». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/.

² Доклад «Об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе — Югре в 2021 году». Сайт управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ханты-Мансийскому автономному округу — Югре. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://86.rospotrebnadzor.ru/dokumenty/gosudarstvennye-doklady/>.

В 2021 году нефтегазодобывающие предприятия эксплуатировали 44 шламонакопителя, 34 места временного накопления отходов (шламов буровых при бурении, связанном с добычей сырой нефти, малоопасных; растворов буровых при бурении нефтяных скважин отработанные малоопасных и др.), 35 полигонов.

Проблема утилизации бурового шлама для нефтедобывающих компаний является одной из актуальных проблем в сфере обращения с отходами отрасли. В мировой практике известны разные направления утилизации бурового шлама, такие как захоронение, термическое обезвоживание, отверждение, а также утилизацию с целью получения на основе бурового шлама продукции (повторное использование) [2; 3].

Хранение, переработка и утилизация буровых отходов в экологически чувствительных районах и экстремальных погодных условиях могут привести к появлению серьезных проблем в области экономики, материально-технического обеспечения, в процессе добычи, получения разрешительных документов. Последовательное внедрение лучших мировых практик в области экологической безопасности поможет компаниям стать более привлекательной для инвесторов.

Текущие тренды развития нефтегазовой отрасли говорят о том, что корпоративно-социальная ответственность компаний и переход к принципам ESG-стратегии сегодня являются определяющими факторами успеха на рынке.

Методы и материалы

Компания ООО «Газпромнефть-Хантос» осуществляет свою деятельность на территории Ханты-Мансийского автономного округа и занимается добычей и транспортировкой нефти и попутного газа. Компания осваивает новые нефтяные площади, внедряет на производственных объектах современные технологии по интенсификации нефтедобычи, модернизирует процессы обустройства кустовых площадок, бурения скважин. Компания придерживается комплексного подхода для повышения эффективности производства. В рамках экологической деятельности, связанной со снижением экологических рисков, компания ежегодно вкладывает значительные средства в природоохранные программы, внедряет передовые технологии, снижающие негативное воздействие на окружающую среду. В соответствии с требованиями стандарта ISO 14001:2015³ установлены целевые показатели результативности системы экологического менеджмента.

Одно из направлений компании в области экологической безопасности — управление программой утилизации отходов бурения. Буровые отходы относятся к отходам IV класса опасности.

По итогам 2020 г. в компании образовалось 282 305 м³ бурового шлама. Из них 69 841 м³ приходится на месторождение имени А. Жагина (рис. 2).

В период буровых работ компания размещает отходы в амбарах, после чего отходы вывозятся утилизирующей компанией. Стоимость утилизации 1 м³ отходов составляет 3 427,06 руб./м³. Утилизирующая компания поднимает цены в среднем на 6 % в год.

Объектом данной работы в области природоохранной деятельности компании является деятельность по обращению с отходами бурения на месторождении имени Жагина. На период с 2023 по 2030 гг. у компании разработан план добычи углеводородного сырья. Плановая информация по образованию буровых отходов (далее БО) представлена на рисунке 3.

³ Национальный стандарт РФ. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200134681>.



Рисунок 2. Динамика образования буровых отходов за 2020 г.
(рисунок авторов на основе Корпоративных документов в области экологической безопасности ООО «Газпромнефть-Хантос»⁴)

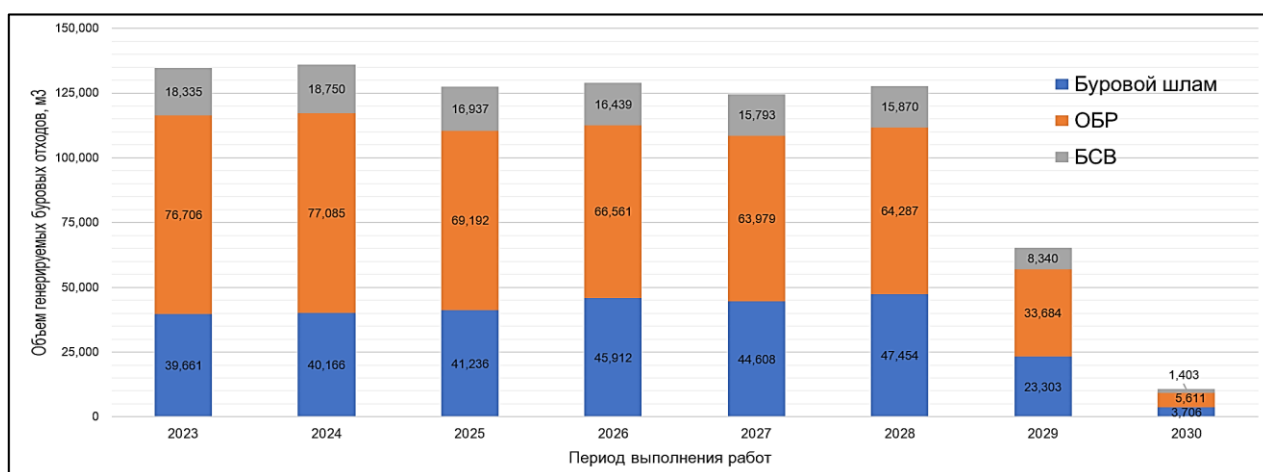


Рисунок 3. Динамика образования буровых отходов
(рисунок авторов основе Корпоративных документов в области экологической безопасности ООО «Газпромнефть-Хантос»⁴)

Авторами предлагается рассмотреть эффективность использования альтернативной технологии утилизации буровых отходов компании — закачка отходов в пласт.

В настоящее время данная технология является одной из наиболее экологически чистых и инновационных технологий по утилизации отходов бурения при добыче нефти и газа. В отличие от традиционных методов переработки буровых отходов, технология закачки в пласт исключает размещение отходов на поверхности, а значит контакт с окружающей средой. В этом случае, взаимодействие с подземными водоносными горизонтами полностью исключено. Данная технология позволяет минимизировать затраты и выбросы, характерные для других способов утилизации отходов. Применение этого метода исключает текущие и будущие обязательства по утилизации буровых отходов на поверхности [4–6].

Процесс закачки отходов в пласт включает следующие этапы: (1) сбор отходов (буровой шлам и отработанные буровые растворы); (2) доставку отходов бурения на стационарный узел утилизации; (3) перемешивание отходов в однородную, пригодную для закачки пульпу массу, с последующей ее закачкой в пласт [6; 7].

⁴ Корпоративные документы в области экологической безопасности ООО «Газпромнефть-Хантос»: [док. внутреннего пользования] / ООО «Газпромнефть-Хантос» — Ханты-Мансийск, 2021. — 103 с.

Выделяют несколько способов обратной закачки буровых отходов [2]:

- в затрубное пространство, в эксплуатационную скважину после завершения буровых работ (приразведочное бурение);
- в специально пробуренную скважину при долгосрочной разработке месторождения.

Важным является этап проектирования, на котором проводится геологическое изучение местности и обязательно пласта и в дальнейшем моделирование системы по закачке отходов бурения в пласт [6–8]. Здесь проводится обоснование выбора оборудования и места его установки, определяются риски, которые могут возникнуть при реализации проекта. Такие риски подразделяются на наземные (риски повреждения оборудования, аварий, разрушения и др.) и подземные (наличие геологических разломов, закупорку перфорации, некачественный цемент, незначительная емкость закачки, рост трещины и др.) [9].

После построения модели проекта и учета рисков рассчитывается конструкция скважины и далее начинается этап подготовки к началу реализации проекта. От момента расчетов до момента введения проекта в эксплуатацию в среднем проходит около 1–2 лет.

Технологический процесс представлен на рисунке 4. В процессе бурения скважины циркулирующий буровой раствор выносит на поверхность куски горных пород и скальные остатки. При помощи вибросита осуществляется очистка бурового раствора от твердых частиц. Таким образом, очищенный буровой раствор отправляется на повторное использование. При помощи калибровочных сит, камни и грунт разделяются по размеру. Крупный материал (более 300 микрон) проверяется на отсутствие бурового раствора [4; 5; 7; 8]. В дальнейшем такой материал используют для строительства, отсыпки дороги, буровых площадок [10]. Оставшийся материал помещается в дробильную установку и измельчается до размера не более 80–100 микрон. После измельчения, производится смешивание частиц с жидкой фазой — водой и остатками бурового раствора. Полученный раствор, соответствующий расчетным критериям, закачивается в пласт нагнетательными насосами высокого давления [4; 7; 11].

Для реализации данного проекта компании необходимо получить разрешительную документацию в области обращения с отходами.

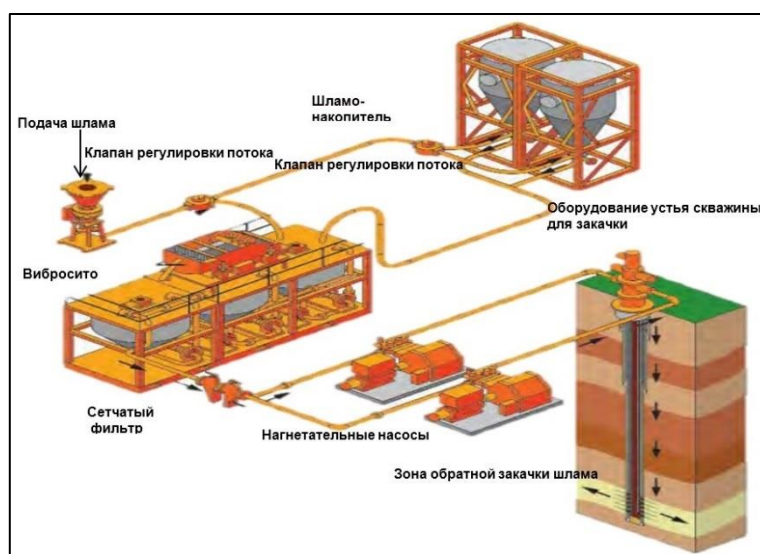


Рисунок 4. Технологическая схема закачки БО в пласт⁵

⁵ Отходы бурения». — Текст: электронный // Официальный сайт ООО «Технологии безопасности» — 2018 год: [сайт] — URL: <http://safetytechnology.ru/otxody-bureniya> (дата обращения 22.04.2022).

На этапе реализации проекта обязательно проводится контроль, мониторинг и анализ обеспечения качества пульпы и ее закачки в пласт. Для этого необходимо использовать специальное программное обеспечение, которое в реальном времени позволяет отслеживать технологический процесс. На рисунке 5 представлен типовой график параметров во время закачки шламовой пульпы.

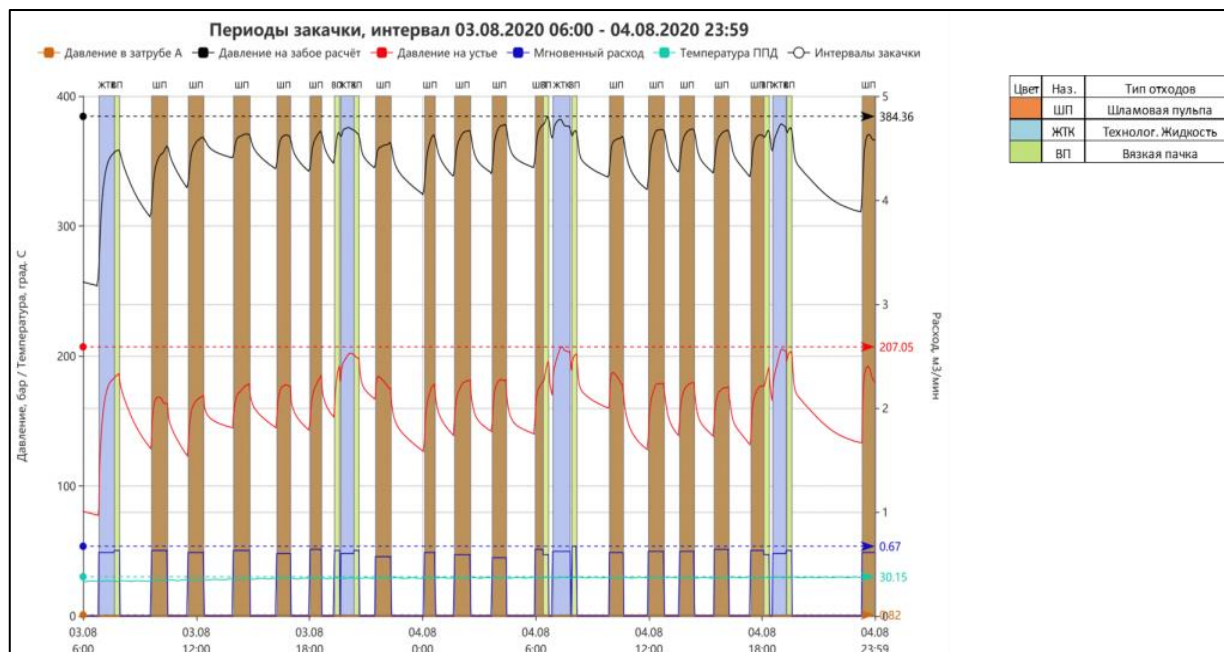


Рисунок 5. Пример графического изображения периода закачки шламовой пульпы из программы компании АКРОС «WorkFlow»⁶

В ходе проведения мониторинга, используя данные программы, инженер-технолог проводит оценку параметров закачки и выявляет признаки аномального поведения давления. При появлении рисков или резком изменении давления осуществляются своевременные меры по снижению или устранению рисков, а также восстановлению безопасного режима закачки [9]. Контроль процесса размещения отходов позволяет исключить риски и разместить максимально возможное количество отходов в объект закачки.

Технология закачки отходов в пласт с одновременным контролем и мониторингом отвечает требованиям нулевого сброса отходов на поверхности, и идеально подходит для применения в экологически чувствительных районах вследствие ограниченности выбросов углеродов по сравнению с другими технологиями утилизации отходов.

Результаты

В результате проведенных исследований, авторы предлагают определить целесообразность инвестиционного проекта по закачке буровых отходов в пласт для данной компании. Срок реализации проекта — 9 лет. Плановый объем генерируемых отходов составит 855 018 м³. Проектная производительность установки по закачке пульпы — 550 м³/сут.

Необходимое основное и вспомогательное дополнительное технологическое оборудование для выполнения работ предлагается размещать в специализированном здании закрытого типа для организации работы в круглогодичном и круглосуточном режиме.

⁶ Официальный сайт нефтесервисной компании «Акрос» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.akros-llc.com/>.

Производственная мощность составит 167 200 м³/год.

При планировании производственной программы (табл. 1) объем образованных буровых отходов равен объему перерабатываемых отходов, который в дальнейшем преобразуется в пульпу для закачки в пласт.

Таблица 1

Производственный план на 2023–2030 гг.

Год	Объем закачиваемых БО, м ³	Кпм, %
2023	134 702	80,56
2024	136 001	81,34
2025	127 365	76,18
2026	128 912	77,10
2027	124 380	74,39
2028	127 611	76,32
2029	65 327	39,07
2030	10 720	6,41
Итого	855 018	–

Составлена авторами

Перечень инвестиций на проект по закачке буровых отходов в пласт представлен в таблице 2.

Таблица 2

Структура инвестиций

Наименование показателей	Сумма, тыс. руб.	Структура, %
Строительство зданий и сооружений	182 022	28,55
Стоимость основного оборудования (включая доставку и монтаж)	424 018	66,50
Подготовка производства	31 580	4,95
ИТОГО	637 620	100

Составлена авторами

Таким образом, капитальные затраты на строительство зданий, приобретение оборудования и подготовку площадки, включая доставку, монтаж и пуско-наладочные работы составят 637 620 тыс. руб.

Материальные затраты составят 246 200 тыс. руб. на планируемую производственную мощность проекта.

В проекте рассчитаны списочная численность работников, их заработная плата, амортизационные отчисления основных средств, накладные расходы и проектная калькуляция себестоимости 1 м³ закачки отходов.

Полная себестоимость утилизации 1 м³ буровых отходов, при загрузке оборудования на полную ПМ, составит 2 277,49 руб., а себестоимость всего объема — 380 796,53 тыс. руб.

В соответствии с графиком реализации проекта полное освоение производственной мощности будет достигнуто на втором году проекта.

Расчет экономии от реализации мероприятия по закачке буровых отходов в пласт представлен в таблице 3. Дисконтированный денежный поток рассчитан при ставке дисконтирования 11,8 %, которая определена методом суммирования: ставки по депозитам в валюте в Сбербанке (1,8 %) и премии за риск для нефтегазовых компаний (обычно берется в диапазоне 8–12 %, но в условиях высокой турбулентности эта премия оценивается экспертами в 10 %).

При снижении объемов бурения снижается эффективность реализации проекта, так как возрастают удельные постоянные расходы. Для повышения рентабельности использования установки по закачке буровых отходов в пласт рекомендуется использовать прочие нефтяные отходы предприятия, которые образуются при добыче нефти и нефтяного попутного газа. Повышение загрузки оборудования позволит снизить удельную себестоимость закачки нефтесодержащих отходов в пласт, а также снизить и/или исключить прочие издержки, связанные с утилизацией нефтесодержащих отходов.

Таблица 3

**Планируемая экономия от реализации проекта
на месторождении имени А. Жагина за 2023–2030 гг.**

№	Затраты на 1 м ³	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1	— при реализации мероприятия, руб.	2 460,06	2 451,08	2 514,16	2 515,43	2 551,68	2 530,56	3 516,84	13 684,69
2	— используя услуги утилизирующей компании, руб.	3 850,64	4 081,68	4 326,58	4 586,18	4 861,35	5 153,03	5 462,21	5 789,95
3	Экономия/прирост затрат на 1 м ³ БО, руб.	1 390,59	1 630,60	1 812,42	2 070,75	2 309,67	2 622,47	1 945,37	-7 894,74
4	Экономия/прирост затрат на весь объем БО, тыс. руб.	187 315,16	221 763,15	230 838,96	266 943,95	287 277,28	334 656,36	127 085,13	-84 631,66
5	То же нарастающим итогом, тыс. руб.	187 315,16	409 078,31	639 917,27	906 861,22	1 194 138,50	1 528 794,86	1 655 879,99	1 571 248,33
6	Дисконтированный денежный поток (ДДП), тыс. руб.	167 544,86	177 421,31	165 189,98	170 864,91	164 472,11	171 375,31	58 210,61	-34 673,56
7	ДДП нарастающим итогом, тыс. руб.	167 544,86	344 966,17	510 156,15	681 021,06	845 493,17	1 016 868,48	1 075 079,08	1 040 405,52

Составлена авторами

Таким образом, проект является экономически эффективным и целесообразным для реализации. Все накопленные отходы размещаются в пласте без остатка на поверхности. У компании отсутствуют экологические обязательства перед контролирующими органами. Показатели экономической эффективности проекта представлены в таблице 4.

Таблица 4

Показатели эффективности участия предприятия в проекте

Наименование показателей	Единица измерения	Значения показателя
Норма дисконта	%	11,80
Срок окупаемости простой	лет	3,40
Срок окупаемости дисконтированный	лет	3,81
Чистый дисконтированный доход	млн руб.	1 040,41
Внутренняя норма доходности	%	26,28
Рентабельность инвестиций	%	29,3

Составлена авторами

Можно отметить, что данный инвестиционный проект положительно повлияет на изменение основных технико-экономических показателей деятельности компании с учетом плановых объемов бурения на этом месторождении и при сохранении базовых показателей (цен, себестоимости добычи и реализации нефти на всех прочих месторождения).

Обсуждения и заключение

В рамках проведенного исследования был выполнен анализ буровых отходов нефтедобывающей компании ООО «Газпромнефть-Хантос». Для решения проблем утилизации буровых отходов, авторами предложено использование новой технологии утилизации буровых

отходов — закачка их в пласт. Закачка бурового шлама в пласт при разработке месторождений в настоящее время является первым из наиболее надежных и экологически безопасных методов утилизации отходов бурения глубоко под землей в природных резервуарах. Основное преимущество данной технологии заключается в отсутствии выбросов в атмосферу и проблем, связанных с транспортировкой и хранением отходов.

В процессе работы выполнены расчеты экономической эффективности проекта при использовании данной технологии.

Ожидаемый эффект от мероприятия — экономия денежных средств от снижения издержек на утилизацию буровых отходов — достигается в размере 1 571 248 тыс. руб., в текущих ценах экономия составит 1 040 405 тыс. руб. Снижение себестоимости обусловлено снижением удельных издержек на утилизацию буровых отходов.

При этом установлено, что со снижением объемов образования буровых отходов снижается эффективность реализации проекта. Для решения этой проблемы и повышения эффективности проекта в целом рекомендуется в дальнейшем вовлекать в процесс прочие нефтешламы, образующиеся при добыче нефти и нефтепродуктов на месторождениях.

Данная технология полностью отвечает требованиям нулевого сброса отходов на поверхности, что способствует повышению рейтинга компании у заказчиков и институциональных инвесторов, а также снижению негативного воздействия на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коршунова Т.Ю., Логинов О.Н. «Нефтешламы: состояние проблемы в РФ и методы снижения их негативного воздействия на окружающую среду — Текст: электронный // Экобиотех-2019, Том 2, № 1, С. 75–85 — URL: <http://ecobiotech-journal.ru/2019/pdf/ecbtch1901075.pdf> (дата обращения: 20.02.2023).
2. Онофриенко С.А., Крымов А.В. Современные способы утилизации буровых отходов // Булатовские чтения: сборник материалов V Международной научно-практической конференции. Краснодар, 2021. Т 1. С. 361–363. EDN: WTPMQH.
3. Пыстина Н.Б., Баранов А.В., Будников Б.О., Куприна Е.Э., Народицкис А., Зинкевич И.Н., Бабийчук А.И. Перспективы развития технологий утилизации буровых отходов в нефтегазодобывающем комплексе // Научно-технический сборник Вести газовой науки. 2017. № 5(33). С. 61–67. EDN: YWNWTL.
4. Середина Т.В., Семисотова О.С., Штунь Е.Е. Технология обратной закачки шлама в пласт как экологический метод утилизации буровых отходов на шельфе Северного Каспия // Геология, география и глобальная энергия, № 4(59), 2015. С. 126–133. EDN: VHSJRR.
5. Матвеев М.П., Сверчков А.А. Эколого-технологические аспекты образования и размещения отходов бурения в ЯНАО: к проблеме реабилитации арктических тундровых экосистем // Бурение и нефть. 2019. № 9. С. 56–58. EDN: DEPFAB.
6. Матвеев М.П., Кошелев А.В., Тихомирова Е.И. Существующие и перспективные вызовы, связанные с задачами утилизации отходов буровых работ в Ямало-ненецком автономном округе // Экосистемные услуги и менеджмент природных ресурсов: материалы международной научно-практической конференции. Тюмень, 2020. С. 323–327. EDN: AVIHIX.

7. Курганская А.А., Румянцева А.В. Современные технологии утилизации буровых отходов // Система управления экологической безопасностью: сборник трудов XVI международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 19–20 мая 2022 г.). — Екатеринбург, 2022. — С. 112–117. — URL: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/113177> (дата обращения 22.02.2023).
8. Дзюбло А.Д., Бороздин С.О., Алтухов Е.Е. Технологии безопасного обращения с отходами бурения при строительстве скважин в Обской губе // Безопасность труда в промышленности. 2021. № 6. С. 52–60. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-6-52-60.
9. Долгополова О.Н. Оценка экологических рисков на предприятиях нефтегазового комплекса // В книге: Молодые — Научкам о Земле. Тезисы докладов X Международной научной конференции молодых ученых. В 7-ми томах. Редколлегия: Ю.П. Панов, Р.Н. Мустаев. Москва, 2022. С. 137–140. EDN: MBGKLD.
10. Матуш Д.И. Оценка конкурентной способности и перспективности применения твердых отходов нефтегазовой отрасли в качестве добавки при производстве строительных материалов // Advanced Science: сборник статей VI Международной научно-практической конференции. 2019. С. 51–53. EDN: YTMLCX.
11. Oluremi J.R., Adewuyi A.P., Sanni A.A. Compaction characteristics of oil contaminated residual soil // Journal of Engineering and Technology. 2015. V. 6. № 2. P. 75–87. — URL: <https://jet.utem.edu.my/jet/article/view/389> (дата обращения 20.02.2023).

Rumyantseva Alena Vladimirovna

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia
E-mail: alenarum@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8415-1548>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=423795

Berezyuk Maria Viktorovna

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia
E-mail: m.v.berezyuk@urfu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9554-4649>

Plastinina Iuliia Vladimirovna

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia
E-mail: j.plastinina@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1101-8148>

The method rationale of drilling waste disposal in oil production based on modern technologies

Abstract. For many years, the degree of technogenic impact of oil and gas industry enterprises on the environment has remained high. Various types of waste are generated during the activities of oil producing companies. The highest proportion of waste is drilling waste. The problem of drilling mud disposal is one of the urgent problems in the field of waste management in the industry. In world practice, there are different ways for the disposal of drilling sludge. Traditionally, drilling wastes are temporarily placed in sludge storage pits and then put them in landfills. Waste disposal at specialized landfills requires the removal of large areas of land from circulation, which negatively affects the environment. The article discusses one of the modern and safe methods of drilling waste disposal which is waste injection into the layer of earth. The purpose of the study is to prove the environmental and economic efficiency of drilling waste injection technology for an oil company. The object of the study is the drilling waste of an oil producing company. The authors analyzed the dynamics of the formation of drilling waste from oil producing companies and the number of formed and liquidated sludge storage pits. The article discusses the technological process of waste injection into the layer of earth and the risks associated with this process. The main advantage of this technology is the absence of emissions into the atmosphere and no problems associated with the transportation and storage of waste. To prove the effectiveness of the introduction of drilling waste injection technology into the layer of earth, the authors proposed an investment project and calculated its economic efficiency. The desired effect of the project was defined as monetary savings from the cost reduction of drilling waste disposal. Calculations have shown that the use of this technology is an effective and expedient method in the presence of a large amount of waste. With a decrease in waste volumes, the efficiency of this technology decreases. To solve this problem and improve the efficiency of the project as a whole, the authors recommend further involving other oil sludge in the process, which are formed during the extraction of oil and oil products in the fields. The use of this technology allows to reduce the technogenic load on the environment, increase the company's rating and improve the economic performance of the company.

Keywords: drilling waste; drilling waste disposal; oil production; economic efficiency; waste injection into the layer of earth; drilling waste disposal technologies; cost savings; negative impact; environment