



КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ
ПО ЗАКАЧКЕ БУРОВЫХ ОТХОДОВ
В ПЛАСТЫ ГОРНЫХ ПОРОД

СОДЕРЖАНИЕ

iCRIs®	04
СОВРЕМЕННОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ	05
ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ	06
КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ПО ЗАКАЧКЕ БУРОВЫХ ОТХОДОВ В ПЛАСТЫ ГОРНЫХ ПОРОД	08
ИССЛЕДОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ	09
РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ	11
ПЕРСОНАЛ CRI	13
РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА И ЕГО ОЦЕНКА	14
МОНИТОРИНГ ЗАКАЧКИ	15
АНАЛИЗ ДАВЛЕНИЯ И ГРАФИК ЗАКАЧКИ	16

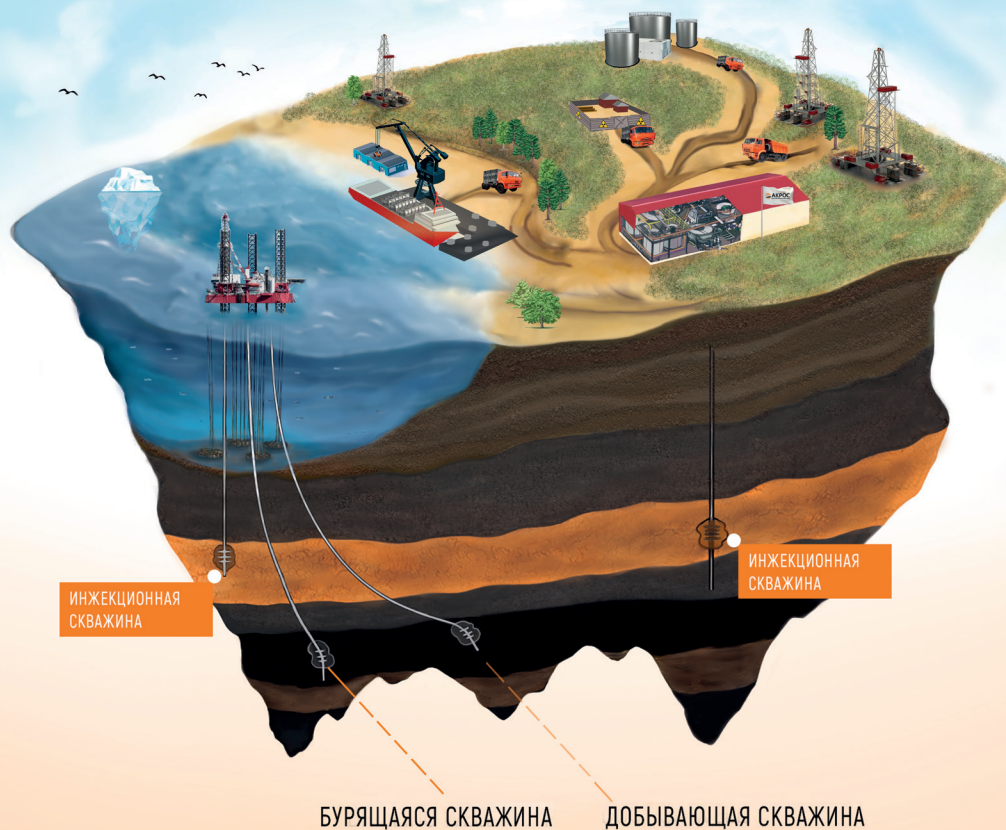
КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ПО ЗАКАЧКЕ БУРОВЫХ ОТХОДОВ В ПЛАСТЫ ГОРНЫХ ПОРОД

ЭКОНОМИЧЕСКИ ВЫГОДНОЕ РЕШЕНИЕ

- ПРОВЕРЕННАЯ ОПЫТОМ ТЕХНОЛОГИЯ
- ЭКСПЕРТНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ
- СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
- МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ 24/7
- ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УТИЛИЗИРУЕМЫЕ ОТХОДЫ:

- БУРОВОЙ ШЛАМ
- ОТРАБОТАННЫЙ БУРОВОЙ РАСТВОР
- БУРОВЫЕ СТОЧНЫЕ ВОДЫ
- ОТХОДЫ ШЛАМОВОГО АМБАРА
- НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫЙ ПРОДУКТ



СОВРЕМЕННОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ

В связи с ужесточением законодательных требований в области управления производственными отходами, среди которых наибольшую опасность представляют токсичные отходы бурения, появилась необходимость в предоставлении оптимального решения для безопасной и долговременной утилизации таких материалов.

Технология закачки буровых отходов в пласт (CRI) представляет собой процесс закачки шламовой пульпы под давлением, превышающим давление гидроразрыва пласта, в предварительно выбранный пласт, определенный в ходе соответствующих геологических и инженерно-геофизических исследований. Технология CRI позволяет исключить риск негативного воздействия на окружающую среду, представляя собой экономически и экологически оптимальное решение для наземных и морских проектов бурения, где требуется обеспечить нулевой сброс всех произведенных отходов и отсутствие каких-либо долгосрочных обязательств.

Табл.1 Технологии утилизации буровых отходов

ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ	ОПИСАНИЕ	ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ	ТЕХНИЧЕСКАЯ СЛОЖНОСТЬ	ДОЛГОСРОЧНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА
Термодесорбция	Буровые отходы с углеводородной основой сжигаются в специальных печах до образования битуминозных материалов.	Низкая продуктивность. Тяжелые металлы и соли остаются в конечном продукте. Эффективна только для нефтешлама.	Высокая	Существуют
Сжигание	Отходы сжигаются в открытых печах, после чего твердый продукт используется для присыпки или захоронения в специально отведенных местах.	Мелкие твердые частицы, пепел, выбросы в воздух.	Высокая	Существуют
Обезвоживание	Захоронение после очистки в центрифуге и фильтрации под давлением в специально отведенных местах.	Мелкие твердые частицы, неинертные частицы.	Высокая	Существуют
Осушение бурового шлама	Включает высокоскоростную центрифугу, которая отделяет твердые частицы от твердой фазы.	Неинертный шлам.	Высокая	Существуют
Закачка шлама в пласт (CRI)	Закачка шламовой пульпы в предварительно выбранный пласт.	Отсутствуют	Высокая	Единственная технология без долгосрочных обязательств
Полигон для захоронения отходов	Необходимость организации полигонов. Зависимость от температурных условий.	Все твердые и жидкие материалы скапливаются на поверхности.	Низкая	Обязательства в будущем

ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ

Закачка буровых отходов в пласт представляет собой самый экологически безопасный метод утилизации отходов бурения, по сравнению с другими методами, так как не оставляет после себя отходов на поверхности, в воздухе и воде. Технология CRI может применяться в различных условиях, что обеспечивает ее преимущество по сравнению с другими технологиями утилизации отходов.

■ НУЛЕВОЙ СБРОС

отсутствие остатков отходов на поверхности после применения технологии

■ ОТСУТСТВИЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ В БУДУЩЕМ

отсутствие штрафов благодаря отсутствию остатков отходов на поверхности

■ ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ

отходы находятся в изолированном подземном пласте

■ ОТСУТСТВИЕ ВРЕДА ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЛЮДЕЙ

технология позволяет полностью утилизировать все типы бурения

■ МИНИМАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЛОГИСТИКЕ

единый пункт утилизации, все отходы доставляются в одну установку CRI

■ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА В ДОЛГОСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ

рост экономической эффективности с течением времени

■ ПОЛНЫЙ КОНТРОЛЬ ЗА ПРОЦЕССОМ

регистрация, контроль и анализ всех параметров

■ ЛУЧШЕЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ

технология может применяться без ограничений в любых климатических и экологических условиях

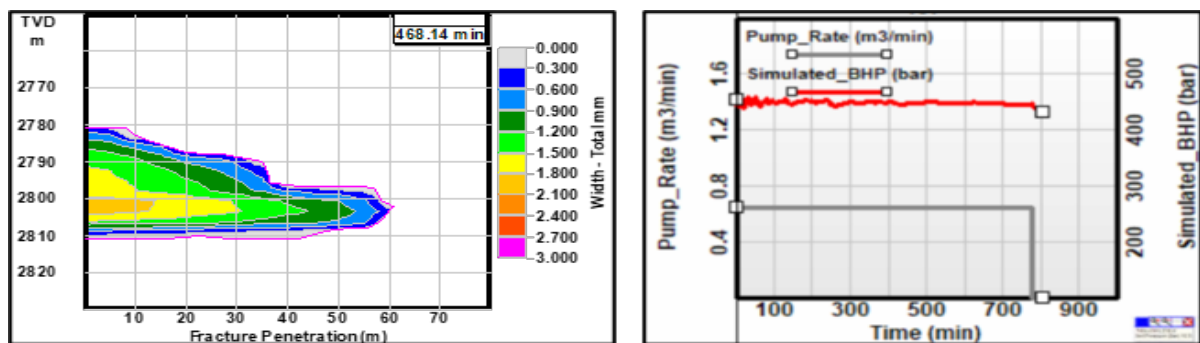


КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ПО ЗАКАЧКЕ БУРОВЫХ ОТХОДОВ В ПЛАСТЫ ГОРНЫХ ПОРОД

Компания «АКРОС» применяет проверенное на практике комплексное решение по закачке буровых отходов в пласты горных пород (iCRIs®), которое объединяет специалистов с профессиональным подходом к работе и опытом, поставки подходящего оборудования для обеспечения лучшего в своем классе процесса закачки буровых отходов в пласт и предоставление услуг по анализу подземных условий с использованием самого современного программного обеспечения для мониторинга и моделирования внутрискважинных характеристик инъекционной скважины.

Система iCRIs® представляет собой полный цикл технологических решений по безопасной закачке буровых отходов в пласт, основанных на технологиях, опыте и лучших методах.

Система позволяет внести изменения в проект CRI на любом этапе его осуществления благодаря наличию у компании «АКРОС» собственной методики реализации всего технологического цикла и поддержке опытных специалистов на всех стадиях проекта – от геологического исследования до реализации.



- успешно закачено более 150 тыс. м³ шлама и буровых отходов (в выбранные инъекционные скважины)
- успешно закачено более 1,5 млн. м³ технических жидкостей
- отсутствие непроизводительного времени и инцидентов во время процесса CRI

ИССЛЕДОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

До начала реализации любого проекта проводятся геологические исследования и построение модели закачки, что позволяет компаниям-операторам исключить риски в последующем процессе. Выполняется геомеханическое моделирование и симуляция гидравлического разрыва пласта, а также строится гидродинамическая модель распределения порового давления.

Исследования начинаются с анализа геологических и геофизических данных (данные каротажа, керн и тд) для определения подходящего основного и запасного интервалов для размещения отходов.

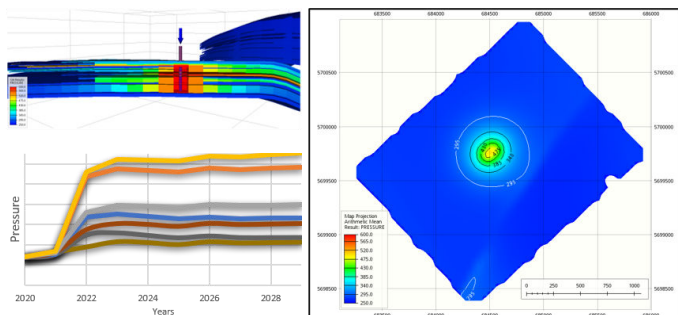
Числовое моделирование процесса закачки позволяет оценить параметры трещинного домена с целью определения вероятного размера геологических объектов для размещения отходов и для расчета максимального объема отходов которые могут быть безопасно закачаны в поглощающую скважину.



ПРИМЕР РАЗВИТИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ТРЕЩИНЫ

Моделирование закачки буровых отходов в пласт с использованием специализированных 3D симуляторов ГРП применяется для определения и понимания распространения трещинного домена, оптимизации технологического процесса и минимизации рисков закачки.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРОВОГО ДАВЛЕНИЯ



Гидродинамическое моделирование проводится для анализа геологических неопределённостей, изменение пластового давления и риски влияния на окружающие скважины, находящийся в бурении. Также модель позволяет сделать прогнозную оценку остаточной ёмкости объекта для жидкости.

Главной средой для транспортировки твердой фазы является шламовая пульпа. Поэтому разработка пульпы с оптимальными параметрами определяет успех процесса закачки отходов в пласт. Шламовая пульпа плохого качества способна значительно снизить приёмистость пласта в процессе закачки, что может снизить емкость инъекционной скважины и даже привести к полной потере приёмистости пласта.

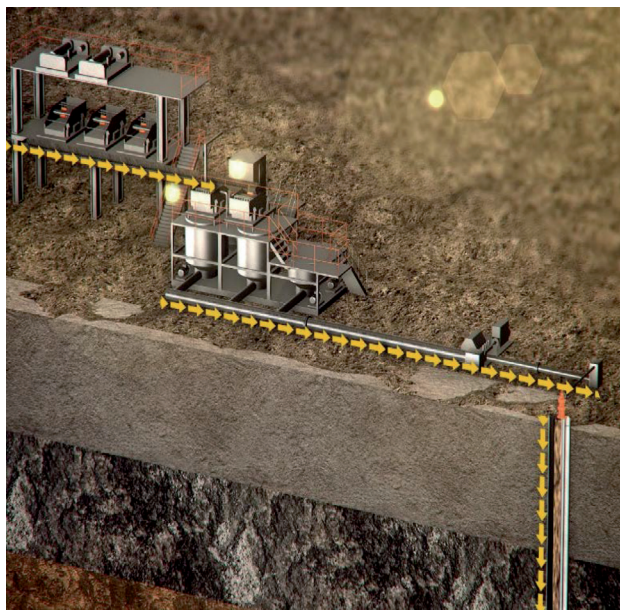
Лабораторные исследования пульпы выполняются с использованием реальных образцов выбуренного шлама. Качество пульпы оценивается в ходе анализа ее параметров. Лабораторные исследования позволяют получить следующую основную информацию: оптимальная концентрация загустителя для пульпы для разных типов пород и максимально допустимое время нахождения пульпы в скважине в статическом состоянии.

Полевой анализ пульпы проводится в ходе этапа реализации проекта. Параметры пульпы необходимо контролировать и поддерживать в рекомендованных границах. Измерения проводятся, как минимум, для одного образца из каждой порции закаченной пульпы или жидких отходов.

ЛАБОРАТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПУЛЬПЫ



Пример исследования шламовой пульпы в лабораторных условиях.



РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

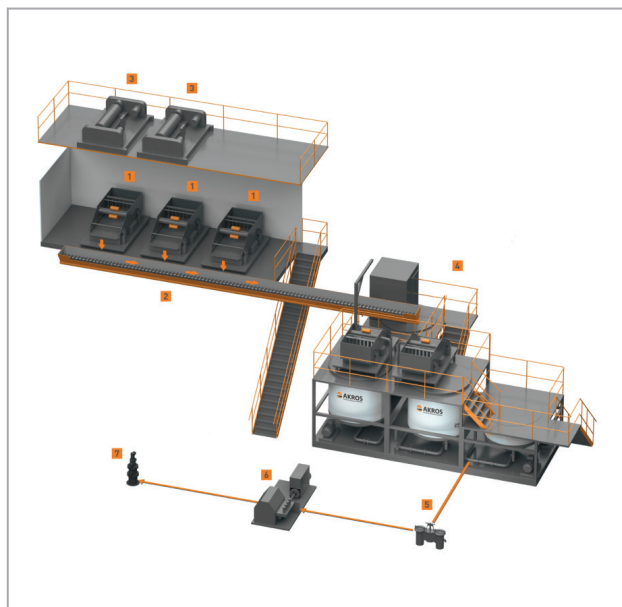
При разработке проекта используются следующие основные данные:

- конструкция скважины
- рекомендуемые эксплуатационные параметры
- технические характеристики оборудования и комплекса для закачки отходов
- результаты оценки параметров подходящих пластов под закачку и ожидаемые объемы бурового шлама

На основании требований к централизованному комплексу и сведений о предполагаемых объемах отходов происходит разработка, изготовление и доставка оборудования CRI на проект заказчика.

Подбор и изготовление оборудования проводится отдельно для каждого наземного или морского проекта, с учетом климатических, экологических и эксплуатационных особенностей процесса закачки.

При размещении комплекса CRI непосредственно на буровой площадке или платформе, разрабатывается схема размещения и проводится монтаж оборудования в короткие сроки, при этом требуются минимальные модификации на буровой.



ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ОБРАТНОЙ ЗАКАЧКИ ШЛАМА В ПЛАСТ

Комплекс для закачки буровых отходов в пласт включает следующие главные компоненты:

- система сбора / транспортировки отходов позволяет собирать и доставлять буровые отходы в установку для приготовления пульпы
- установка для приготовления пульпы является стандартной, однако существует возможность изменять объемы емкостей
- установка для закачки пульпы соответствует требованиям в отношении давления на поверхности и скорости закачки
- буферный накопитель вмещает достаточное количество буровых отходов в случае одновременного отказа оборудования

Централизованный комплекс обратной закачки отходов способен обрабатывать буровые отходы, поступающие одновременно со всех требуемых буровых установок или шламовых амбаров.

Специалисты компании «АКРОС» учитывают все особенности процесса закачки отходов в пласт.



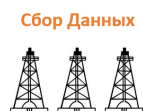
КВАЛИФИЦИРОВАННЫЙ ПЕРСОНАЛ

Компетентный персонал является ключевым фактором успешной реализации проекта, наряду с качеством используемого оборудования. Мы уделяем особое внимание обучению персонала в течение длительного времени до того, как специалист допускается к работе на проекте. Таким образом, опыт работы специалистов играет большую роль. Возможность предоставлять персонал, имеющий большой опыт работы на различных проектах CRI, является существенным конкурентным преимуществом для этой технологии.

Команда CRI компании «АКРОС» включает в себя профессионалов из разных стран, некоторые из которых имеют более чем 20-летний опыт работы на проектах CRI с международными компаниями по всему миру.

Компания «АКРОС» располагает собственным учебным центром, в котором проводятся школы для повышения квалификации персонала, а также семинары для Заказчиков. Обучение проводят ведущие специалисты компании.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА И ЕГО ОЦЕНКА



Сбор Данных

Давление, Расход,
Объём, Свойства
Жидкости



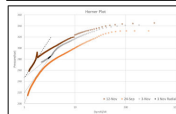
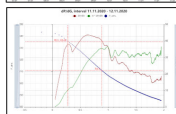
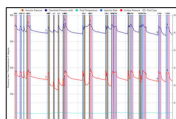
WORKFLOW
Обработка и
Анализ Данных

Автоматическое
Генерирование
Графиков Закачки
(устьевое и забойное
давление)

Оценка
Геомеханических
Свойств
(детальный анализ
влияния каждого типа
отходов)

Оценка
Фильтрационных
Свойств
(детальный анализ
влияния каждого типа
отходов на геологический
пласт-объект)

Анализ Закачки



Реализация процесса обратной закачки буровых отходов в пласт предполагает размещение комплекса как на буровой площадке, так и в специально отведенном месте, и дальнейшую организацию самого процесса. В силу длительности таких проектов, особое внимание уделяется, организации процедур контроля и своевременного техобслуживания оборудования. Как и любая другая деятельность в нефтегазовой промышленности, в особенности связанная с воздействием

на окружающую среду и использованием подземных пространств, закачка отходов имеет свои риски, которые необходимо выявлять на ранних стадиях. Это позволит правильно спланировать возможные способы снижения данного риска и продлит жизнь конкретного проекта, сведет к минимуму временные потери и понесенные затраты.

Для этого необходимо проводить контроль качества и анализ текущих эксплуатационных данных, что позволят гарантировать отсутствие осложнений закачки в дальнейшем.

Поэтому для снижения рисков необходимо проводить мониторинг, проверку рабочих характеристик и анализ обратной закачки отходов в пласт.

МОНИТОРИИНГ ЗАКАЧКИ

Постоянный мониторинг и обновление модели закачки в течение всего проекта позволяет контролировать и оценивать подземные риски, поэтому мониторинг процесса является обязательной частью планирования проекта закачки шлама и буровых отходов. Мониторинг предполагает непрерывную регистрацию и анализ критически важных параметров закачки. В последнее время мониторинг процесса закачки значительно усилился в связи с ужесточением требований по охране окружающей среды, что повысило безопасность применения технологии обратной закачки буровых отходов в пласт.

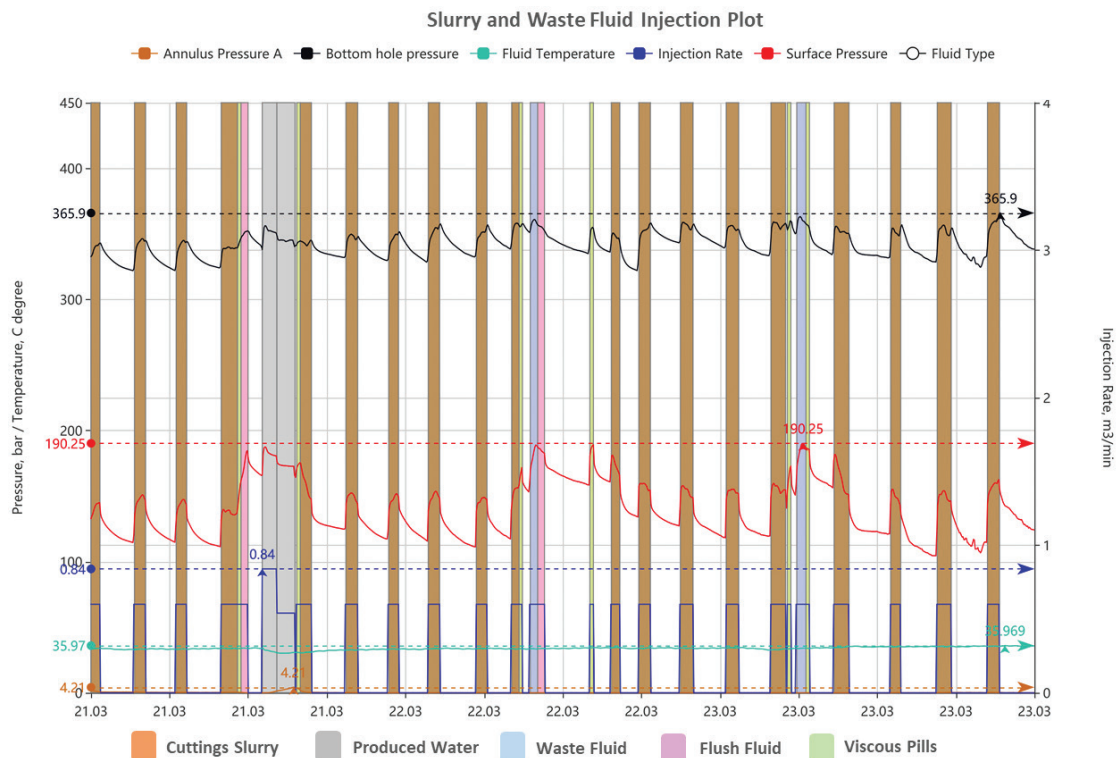
Комплекс по закачке шлама в пласт на месторождении должен включать в себя надежный метод измерения и регистрации скорости закачки, давления, реологических свойств пульпы и объема в динамике по времени. Рекомендуется, как дополнительная мера, оснащение скважины глубинным манометром для регистрации забойного давления закачки.

Анализ рабочих характеристик выполняется для проверки правильности результатов построения модели геологической среды, и его результаты пересматриваются в случае появления отклонений/ранних предупредительных сигналов, которые могут указывать на проблемы с закачкой. Правильные процедуры мониторинга и анализа облегчат управление важными составляющими проекта, обеспечивая оптимальные рабочие параметры и сводя к минимуму эксплуатационные и экологические риски

Табл.2 Технологии закачки буровых отходов в пласт

ЗАПИСЬ ПАРАМЕТРОВ ЗАКАЧКИ	АНАЛИЗ КАЖДОЙ ШЛАМОВОЙ ПАЧКИ
Давление на устье	Плотность
Расчетное давление на забое или забойный датчик	Условная вязкость
Затрубное давление	Статическое напряжение сдвига
Расход жидкости	Процентное содержание твердой фазы и размер частиц твердой фазы (по реторте)
Температура жидкости	Процентное содержание нефти

АНАЛИЗ ДАВЛЕНИЯ И ГРАФИК ЗАКАЧКИ



Непрерывный анализ давления и расхода жидкости при мониторинге закачки обеспечивает бесценную информацию о подземных процессах во время размещения отходов.

В процессе мониторинга поведение давления позволяет инженеру оценить риски закачки и принять своевременно необходимые меры по их минимизации.

Процесс закачки требует хорошей визуализации параметров, поэтому для этих целей используются специализированные программные продукты, которые позволяют автоматически строить график параметров закачки непосредственно с устьевых / подземных датчиков и ежедневных отчетов.

Тел: +7 (499) 941-09-04
E-mail: info@akros-llc.com
www.akros-llc.com