

Технология обратной закачки отходов бурения в поглощающую скважину как наиболее экологически эффективный способ утилизации отходов

Технология обратной закачки бурового шлама и сопутствующих отходов при бурении скважин в подземные геологические пласты-объекты представляет собой долговременный и технологически сложный процесс. Обратная закачка буровых отходов в пласт, краткое название CRI (Cuttings Re-Injection), – это процесс подземной закачки шламовой пульпы, приготовленной из измельчённого бурового шлама с добавлением жидкости, и необходимых химических реагентов под давлением, превышающим давление гидроразрыва пласта, в предварительно выбранные в процессе геологического и инженерно-геофизического исследования геологические пласты.

Эта технология на сегодняшний день считается лучшей из имеющихся технологий утилизации отходов бурения и соответствует самым строгим глобальным требованиям нулевого сброса. Технология является самым экологически безопасным методом утилизации отходов по сравнению с другими современными методами.

Для создания безопасного и экономически выгодного процесса обратной закачки важен весь производственный цикл от подготовки до реализации и проведения самого процесса.

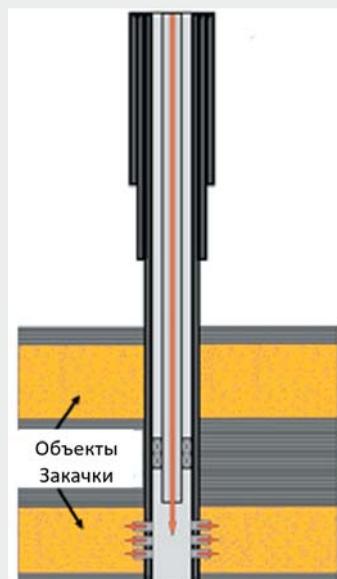
Технология обратной закачки (CRI) состоит из нескольких взаимосвязанных процессов. Полный цикл при проведении процесса включает в себя следующие основные этапы:

- ◆ геологическое изучение района работ;
- ◆ построение геомеханической модели объектов закачки;
- ◆ лабораторные исследования и подбор реологии шламовой пульпы;
- ◆ дизайн поглощающей скважины;
- ◆ расчёт технологических параметров;

- ◆ дизайн и изготовление оборудования;
- ◆ запуск проекта по закачке;
- ◆ организация мониторинга закачки;
- ◆ обновление существующей геомеханической модели по фактическим данным закачки.

Для закачки отходов используется поглощающая скважина, пример общей схемы конструкции которой представлен на рис.1. В скважине выбираются несколько геологических объектов, в которых размещаются отходы.

РИС.1. ПРИМЕРНАЯ СХЕМА ПОГЛОЩАЮЩЕЙ СКВАЖИНЫ



ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИЕЙ «АКРОС»

Технология обратной закачки (CRI) особенно актуальна для российских проектов, где в силу климатических условий и сложности производственных процессов существует необходимость утилизации отходов бурения непосредственно на месте.

Перед началом реализации проекта была пробурена поглощающая скважина, в которой выбраны геологические объекты для размещения отходов бурения. Выбор геологических объектов производился на основании построенной геомеханической модели закачки. Геомеханическая модель обобщает характеристики пласта и механические свойства пород потенциальных зон под закачку и залегающих выше барьерных зон. Для выбранных под закачку пластов-объектов была построена модель гидравлической трещины и проведена оценка вместимости и герметичности зон, достаточных для локализации закачиваемых потоков отходов в определённой геологической структуре. Также проведена оценка технологических параметров, рассчитаны оптимальные режимы закачки.

В поглощающую скважину закачивается широкий спектр буровых и технологических отходов, которые представляют собой как жидкости на водной и нефтяной основе, так и твёрдые частицы из выбуренного шлама.

Список типов отходов, которые закачиваются в поглощающую скважину в процессе проведения работ:

- ◆ шламодовая пульпа на нефтяной и водной основе;
- ◆ отработанные буровые растворы на нефтяной и водной основе;
- ◆ отходы после цементирования скважин (цементная пульпа);
- ◆ буровые сточные воды и дренажная вода;
- ◆ жидкости заканчивания скважин;
- ◆ жидкости консервации;
- ◆ различные технологические жидкости;
- ◆ специализированные вязкие пачки;
- ◆ промывочная жидкость (используется в основном для промывки скважины).

МОНИТОРИНГ ЗАКАЧКИ ОТХОДОВ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ШЛАМОВОЙ ПУЛЬПЫ

Так как закачиваемые отходы имеют разные реологические свойства и содержат твёрдые частицы, а также содержат в своем составе углеводороды, то закачиваемые отходы предварительно тестируются в лабораторных условиях. Основным компонентом закачки бурового шлама является шламодовая пульпа, которая позволяет производить закачку твёрдой фазы в поглощающую скважину. Контроль качества пульпы проводится в процессе закачки на месте проведения работ, где в полевых условиях тестируется реология каждой закачанной пачки на соответствие технологическим параметрам, полученным в лабораторных условиях. Перед проведением

работ в лабораторных условиях была подобрана необходимая реология шламодовой пульпы на основе фактических образцов жидкости и шлама с месторождения. На рис.2 показан пример исследования шламодовой пульпы в лабораторных условиях.

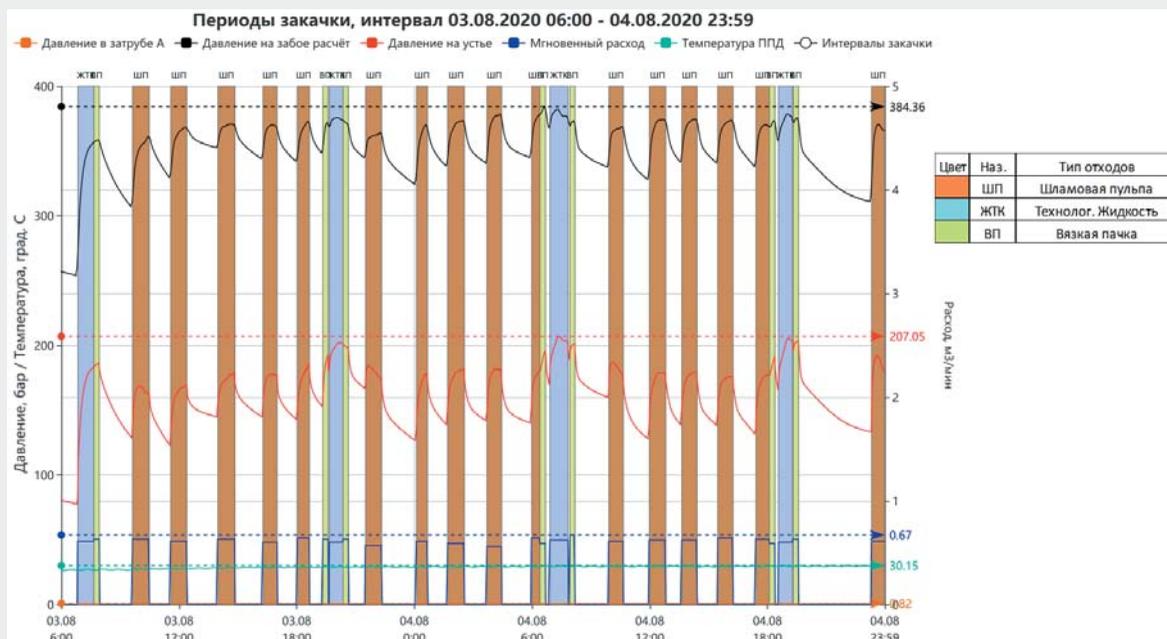
РИС.2. ИСПЫТАНИЯ ШЛАМОВОЙ ПУЛЬПЫ В РЕГИОНАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ «АКРОС»



Процесс закачки вызывает местное увеличение напряжения в пласте из-за открытия гидравлической трещины и уплотнения окружающей горной породы. Во время операций значительные объёмы твёрдой фазы размещаются в трещине, что вызывает увеличение локального напряжения в объекте и непосредственно влияет на дальнейшее распространение гидравлической трещины и конечную ёмкость объекта закачки. Поэтому в процессе проведения закачки проводится ежедневный мониторинг параметров с детальным анализом давления и регулярной корректировкой модели закачки, который позволяет своевременно реагировать и устранять риски, а также проводить оптимизацию самого процесса.

Для реализации проектов обратной закачки (CRI) компания «АКРОС» применяет специализированное программное обеспечение, разработанное и адаптированное для этих целей. В ходе проведения мониторинга закачки инженер-технолог проводит оценку параметров закачки и выявляет признаки аномального поведения давления. При появлении рисков для закачки или рез-

РИС.3. ПРИМЕР ГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ПЕРИОДА ЗАКАЧКИ ШЛАМОВОЙ ПУЛЬПЫ ИЗ КОРПОРАТИВНОЙ ПРОГРАММЫ СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ СЕНСОРОВ СRI



ком увеличении давления проводятся своевременные меры по устранению рисков и восстановлению безопасного режима закачки.

В реализации подобных проектов можно выделить несколько наиболее часто встречающихся основных рисков. Это ухудшение приемистости скважины, накопление твердых частиц как в призабойной зоне пласта-объекта, так и на забое, в самой скважине. Также из подземных рисков можно отметить рост высоты трещины. Своевременные меры по восстановлению приемистости пласта, снижению давления в трещине и перераспределению твердой фазы в трещинном домене являются необходимыми как для сохранения ёмкости пласта-объекта, так и для предотвращения пересыпания зоны перфорации накапливающейся твердой фазой в самой поглощающей скважине. Разработанный регламент закачки и меры по предотвращению рисков с процедурами промывки скважины специальными реагентами позволяют своевременно восстанавливать приемистость скважины и снижать рост давления из-за увеличения потерь на трение.

На рис. 3 приведён пример из программы компании «АКРОС», где продемонстрирован график параметров во время закачки шламодолы. Здесь представлены параметры, которые записываются на самой скважине, а также оценка забойного давления, расчёт которого производится с устья скважины в забойные условия на интервал перфорации, четко видна каждая закачанная пачка жидкости, помеченная различной цветностью, что позволяет инженеру-технологу отслеживать и сопоставлять поведение давления с операционными параметрами как на поверхности, так и в забойных условиях.

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ

На сегодняшний день в поглощающую скважину закачано более 300 тыс. м³ различных буровых отходов, содержащих твердую фазу и имеющих различную реологию жидкости, где максимальная плотность бурового раствора доходила до 1,48 г/см³. Общий объем твердой фазы, который был размещён в объекте закачки, составил более 12 тыс. м³.

Использование технологии утилизации буровых отходов со всех выбуренных скважин на проекте даёт возможность убрать непроизводительное время (NPT) по причине накопления бурового шлама на объекте работ.

Контролируемый процесс размещения отходов позволяет исключить любые риски и разместить максимальное количество отходов в объекте закачки.

Процесс является экономически эффективным, так как все накопленные отходы размещаются в пласте без остатка на поверхности и у заказчика отсутствуют будущие экологические обязательства перед контролирующими органами.



ООО «АКРОС»
www.akros-llc.com
info@akros-llc.com
 тел.: +7(499)941-09-04