



УДК 621.642

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ БУРОВЫХ ОТХОДОВ**MODERN METHODS OF DRILLING WASTE DISPOSAL****Онофриенко Сергей Александрович**

ст. преподаватель кафедры НТиТ,
Южно-Российский государственный
политехнический университет имени М.И.Платова
13050465@mail.ru

Крымов Александр Витальевич

студент кафедры НТиТ,
Южно-Российский государственный
политехнический университет имени М.И.Платова
sasha-krymov@bk.ru

Аннотация. Данная статья посвящена одному из современных способов утилизации буровых отходов при бурении на нефть и газ. Данный метод особенно актуален в связи с экологической обстановкой в последние годы. Правила захоронения буровых отходов ужесточаются, что в свою очередь подталкивает буровые компании к поиску новых рентабельных способов утилизации промышленных отходов в нефтегазовой отрасли. Данная статья предлагает один из возможных вариантов решения этой проблемы.

Ключевые слова: шлам, пульпа, буровые отходы, обратная закачка в пласт, поглощающие скважины.

Onofrienko Sergey Aleksandrovich

Senior Lecturer of the NTIT Department,
South-Russian State Polytechnic University
named after M.I. Platov
13050465@mail.ru

Krymov Alexander Vitalievich

Student of the NTIT Department,
South-Russian State Polytechnic University
named after M.I. Platov
sasha-krymov@bk.ru

Annotation. This article is devoted to one of the modern methods of disposal of drilling waste during drilling for oil and gas. This method is especially relevant in connection with the environmental situation in recent years. Regulations for the disposal of drilling waste are being tightened, which in turn pushes drilling companies to find new cost-effective ways to dispose of industrial waste in the oil and gas industry. This article offers one of the possible solutions to this problem.

Keywords: sludge, pulp, drilling waste, re-injection into the formation, absorbing wells.

В настоящее время остро встал вопрос о необходимости поиска новых способов хранения и утилизации отходов бурения. Традиционно буровые отходы захоранивают или временно размещают в амбарах-шламонакопителях. Захоронение отходов на специализированных полигонах требует изъятия из оборота значительных площадей земли. Кроме этого требуется ведение постоянного мониторинга за состоянием окружающей среды в районе захоронения, чтобы предотвратить загрязнение окружающих почв и грунтовых вод. Помимо ужесточения природоохранных норм в России наблюдается ежегодное увеличение платы за негативное воздействие на окружающую среду в части размещения отходов. Все это побуждает нефтяные компании искать альтернативные способы обращения с отходами, к которым, несомненно, стоит отнести технологию обратной закачки, известную на Западе под названием «реинджекшн».

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, вкратце она называется CRI (Cuttings Re-Injection), – это процесс подземной закачки шламовой пульпы, приготовленной из измельченного 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.

Разделяют несколько способов обратной закачки буровых отходов:

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

В данной статье рассматривается один из наиболее надежных способов утилизации буровых отходов – закачка шлама в пласт, а также отработанных буровых растворов на нефтяной основе, остатков цементных растворов, жидкостей и буровых сточных вод [1]. При использовании специальной скважины для отходов шлам закачивается под давлением в пласт по насосно-компрессорным трубам или в перфорированную секцию, используемую для закачки шлама в определенных интервалах пласта. Для успешной операции закачки шлама в пласт необходима система, способная доставить необходимые объемы жидкости в выбранный пласт скважины с образованием гидроразрыва пласта, развивая при этом подходящее давление. Мониторинг и проверка рабочих характеристик обратной закачки шлама в пласт являются неотъемлемой частью процесса обеспечения эксплуатационного качества и безопасности проведения работ.



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.

Данная технология применима при наличии принимающего пласта, а также водоупорных пластов над и под ним, чтобы предотвратить загрязнение грунтовых вод. Для проведения опытно-промышленных исследований пластов-коллекторов и определения их фильтрационно-емкостных параметров с целью уточнения режимов системы нагнетания и оценки возможности последующего захоронения в них отходов бурения используется так называемая «пульпа» – специальный агент, соответствующий специально подобранному набору критериев. После этого приступают непосредственно к закачке отходов.

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

- 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.

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. Ниже приведен опыт реализации одного из проектов в Российской Федерации.

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 определенной 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 [2].

Так как закачиваемые отходы имеют разные реологические свойства и содержат твёрдые частицы, а также содержат в своём составе углеводороды, то закачиваемые отходы предварительно тестируются в лабораторных условиях. Основным компонентом закачки бурового шлама является шламовая 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 шламовой пульпы на основе фактических образцов жидкости и шлама с месторождения.

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 применяют 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 резком увеличении давления проводятся своевременные меры по устранению рисков и восстановлению операционно-безопасного режима закачки.

В реализации подобных проектов можно выделить несколько наиболее часто встречающихся основных рисков. Это – ухудшение приёмистости скважины, накопление твёрдых 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 приёмистости пласта,



снижению давления в трещине и перераспределению твёрдой фазы в трещинном домене являются необходимыми мерами как для сохранения ёмкости пласта-объекта, так и для предотвращения пересыпания зоны перфорации накапливающейся твёрдой фазой в самой поглощающей скважине. Разработанный регламент закачки и меры по предотвращению рисков с процедурами промывки скважины специальными реагентами позволяют своевременно восстанавливать приёмистость скважины и снижать рост давления из-за увеличения потерь на трение.

Основные преимущества технологии

На сегодняшний день в поглощающую скважину может быть закачено более 300 тысяч м³ различных буровых отходов, содержащих твёрдую фазу и имеющих различную реологию жидкости. Общий объём твёрдой фазы более 12 тысяч м³.

Использование технологии утилизации буровых отходов позволяет убрать непроизводительное время (NPT) по причине накопления бурового шлама на объекте работ.

Контролируемый процесс размещения отходов позволяет исключить любые риски и разместить максимально возможное 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.

Литература:

1. Рыбальченко Ю.М., Самофалов А.С., Онофриенко С.А. Эффективная система глубокой очистки бурового раствора // Актуальные проблемы недропользования: материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, ноябрь, 2017 г / Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) им. М.И. Платова. – Новочеркасск : ЮРГТУ (НПИ), 2018. – С. 69–71.
2. Третьяк А.Я., Савенок О.В., Рыбальченко Ю.М. Буровые промысловые жидкости учеб. пособие // Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) им. М.И. Платова. – Новочеркасск : Лик, 2014. – 374 с.

References:

1. Rybalchenko Y.M., Samofalov A.S., Onofrienko S.A. Effective system of deep cleaning of drilling mud // Actual problems of subsoil use: materials of the International scientific-practical conference, Novocherkassk, November, 2017 / South-Russian State Polytechnic University (NPI) im. M.I. Platov. – Novocherkassk : SRSTU (NPI), 2018. – P. 69–71.
2. Tretiak A.Y., Savenok O.V., Rybalchenko Y.M. Drilling flow-fluids textbook // South-Russian State Polytechnic University (NPI) named after M.I. Platov. M.I. Platov. – Novocherkassk : Lik, 2014. – 374 p.