

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

Оценка эффективности системы очистки бурового раствора при  
строительстве нефтяных и газовых скважин

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 252 группы

направления 18.04.01 «Химическая технология»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Галягина Петра Сергеевича

Научный руководитель

доцент, к.т.н.

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Е.С. Свешникова

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2023 год

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня буровые работы ведутся все чаще в осложненных условиях: на глубоководных участках, при высоких температурах и давлении и при большем отклонении от вертикали. При этом нефтедобывающие компании нуждаются в более совершенных технологиях, которые позволят добиваться им своих целей с максимальной экономической эффективностью и безопасностью.

При безаварийном бурении нефтяных скважин учитывается множество параметров, одним из которых является качество бурового раствора – промывочной жидкости. В основе корректных расчетов объема бурового раствора необходимого при бурении определенных интервалов и всей скважины в целом, отходов бурения и стоимости инжиниринга по буровым растворам лежат два важных и в тоже время тесно связанных фактора – эффективность системы очистки бурового раствора и коэффициент влажности сбрасываемого системой очистки шлама. В настоящей работе выполнено сравнение теоретических и фактических значений данных параметров, а также описаны пути их оценки.

Современные компании по обслуживанию буровых растворов все чаще становятся не только подрядчиками в области инжиниринга буровых растворов и контроля его параметров, но и инициаторами комплексных решений, включая обработку и утилизацию бурового раствора.

**Актуальность** данной работы связана с усложнением условий бурения, в основном из-за ухудшения запасов нефти и газа. Независимо от условий бурения и типа бурового раствора, он подвергается очистке от шлама в специальных системах очистки. Конфигурация, тип и мощность очистного оборудования выбирается на основе ряда факторов, включая:

1. Геологические условия бурения (тип разбуриваемого разреза);
2. Тип бурового раствора;
3. Требования к качеству очищенного раствора и к условиям его дальнейшего применения;

Предметом исследования является эффективность оборудования очистки бурового раствора и средний коэффициент влажности шлама на буровой установке БУ-2900 при строительстве одной из скважин Русского месторождения.

Выбор соответствующего оборудования часто возлагается на независимых подрядчиков, особенно при бурении в сложных геологических условиях, в то время как параметры бурового раствора должны тщательно контролироваться.

Целью данной работы является выявление не соответствия между заложенными на интервал бурения объемами бурового раствора и фактически затраченными. Расхождения возникают в результате неправильной оценки эффективности системы очистки бурового раствора и влажности шлама удаляемого системой очистки а перерасход химических реагентов, ложится на плечи сервисных подрядчиков по сопровождению буровых растворов.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить ряд задач:

1. Выявить алгоритм расчета объемов приготовления и потерь бурового раствора, используемого при составлении тендерных заданий.
2. Рассчитать и проанализировать фактические потери бурового раствора в процессе строительства скважины.
3. Выявить недостатки системы очистки бурового раствора.
4. Оценить плановую и фактическую эффективность системы очистки бурового раствора.
5. Предложить пути модернизации системы очистки бурового раствора.

### **Научная новизна**

Научная новизна заключается в:

1. Систематическом расчете среднего коэффициента влажности шлама.

2. Расчете фактических потерь на оборудовании очистки, основываясь на данных, полученных опытным путем.
3. Установлении взаимосвязи между динамикой изменения параметров бурового раствора и эффективностью оборудования очистки.
4. Выявлении недостатков в работе оборудования очистки бурового раствора.
5. Конструкционных изменениях технологической обвязки в целях увеличения эффективности работы оборудования очистки бурового раствора.

**Практическая значимость работы** состоит в определении причин загрязнения бурового раствора, перерасхода химических реагентов для инженерного сервиса по буровым растворам, а также в улучшении технологической обвязки оборудования очистки бурового раствора.

Исследования проводились в производственных условиях на буровой установке БУ-2900 при строительстве одной из скважин Русского месторождения.

### **1.1 Функции бурового раствора**

Функции бурового раствора определяют задачи, которые он должен выполнять в процессе строительства скважины, однако не все функции находят применение в процессе разработки. Степень важности той или иной функции бурового раствора определяется состоянием скважины в данный момент времени. Среди всех его функций выделяют основные:

1. Очистка ствола скважины от выбуренной породы.
2. Контроль пластового давления.
3. Удержание частиц выбуренной породы во взвешенном состоянии.
4. Кольматация.
5. Поддержание устойчивости ствола скважины.
6. Сохранение коллекторских свойств продуктивного пласта.
7. Смазка и охлаждение долота буровой компоновки.

8. Передача гидравлической энергии на инструмент.
9. Обеспечение правильной оценки свойств продуктивного пласта.
10. Контроль коррозии оборудования.
11. Повышение эффективности процесса заканчивания и цементирования скважин.
12. Минимизация негативного воздействия на окружающую среду.

## **1.2 Функции циркуляционных систем и представляемые им требования**

Очистка ствола скважины выступает важнейшим фактором, который обеспечивает нормальное бурение скважины и определяет качество цементирования и заканчивания на заключительном этапе ее строительства. Исходя из этого: главной целью циркуляционной системы бурового раствора является максимально полная его очистка от частиц выбуренной породы и предупреждение осложнений и аварий, возникающих в процессе строительства скважин.

Циркуляционная система представляет собой совокупность механизмов и оборудования, входящих в состав буровой установки и предназначенных для:

- заготовки и хранения бурового раствора с заданными характеристиками;
- закачки раствора в скважину;
- химической обработки;
- очистки бурового раствора от шлама;
- при необходимости дегазации бурового раствора;
- долив раствора в скважину при спуско - подъемных операциях;
- удаления шлама в амбар или на утилизацию.

В процессе углубления скважины в буровую промывочную жидкость попадают буровой шлам (забойный обвальный), пластовый флюид жидкий (нефть, вода, конденсат) или газообразный (углеводородный газ, в том числе кислый), которые должны быть своевременно удалены. Наличие в промывочной жидкости шлама оказывает вредное влияние на его

технологические свойства и приводит к ухудшению технико-экономических показателей бурения. В связи с этим очистке буровой промывочной жидкости от твердых, жидких и газообразных примесей уделяют особое внимание.

## 2.1 Влажность шлама

Объёмы потерь бурового раствора на системе очистки напрямую зависят от влажности сбрасываемого на системе очистки шлама. Правильная оценка коэффициента влажности шлама позволит спрогнозировать потери раствора. Коэффициент влажности шлама определяется АНИ как объем бурового раствора, теряемого вместе с выбуренной породой, удаляемой на системе очистки и отнесенного к единице объема этой выбуренной породы ( $\text{м}^3/\text{м}^3$ , барр./барр. и т. д.).

## 32. 2 Расчет эффективности системы очистки.

Эффективность системы очистки целесообразнее всего оценивать за весь интервал бурения.

В отрасли существует большое разнообразие подходов к оценке эффективности оборудования очистки. Однако внутренними нормативными документами нефтесервисной компании принята следующая методика отраженная формулой 14

$$\text{ЭСО}\% = \frac{V_{\text{нач}}(\rho_{\text{кон}} - \rho_{\text{нач}}) + V_{\text{прирост}}(\rho_{\text{кон}} - \rho_{\text{свеж бр}})}{2500 - \rho_{\text{кон}}} / \pi d^2 * (100 + K_{\text{каверн}}) * (L/400) \quad (14)$$

где  $V_{\text{нач}}$  – начальный объем циркуляции,  $\text{м}^3$ ;

$\rho_{\text{нач}}$  – начальная плотность бурового раствора,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\rho_{\text{кон}}$  – конечная плотность бурового раствора,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$V_{\text{прирост}}$  – прирост объема бурового раствора,  $\text{м}^3$ ;

$\rho_{\text{свеж бр}}$  – плотность свежеприготовленного бурового раствора,  $\text{кг}/\text{м}^3$

$d$  – диаметр скважины, м;

$K_{\text{каверн}}$  – коэффициент кавернозности, %

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В рамках данной работы был выявлен алгоритм расчета объемов приготовления и потерь бурового раствора, используемого при составлении тендерных заданий.
2. Расчеты показали, что потери бурового раствора зависят от коэффициента влажности шлама. В результате систематических измерений был сделан вывод, что данный параметр при составлении тендерных заданий учитывается формально, в то время как фактические показатели намного выше.
3. На основании данных, полученных экспериментальным путем, был рассчитан фактический объем потерь бурового раствора на системе очистки, который превысил заявленные тендерным заданием значения.
4. Выявлена взаимосвязь между динамикой изменения отдельных параметров бурового раствора и эффективностью системы очистки.
5. Для интервала транспортного ствола рассчитана фактическая и необходимая эффективность системы очистки. Расчет показал, что фактическая эффективность ниже, чем объясняется выход параметра МВТ и плотности бурового раствора из диапазона программных значений за 150 метров до конца интервала бурения, при отсутствии заложенных объемов на разбавление для приведения параметров бурового раствора к программным значениям.
6. Рассчитан объем разбавления.
7. На кустовой площадке проведен аудит системы очистки, по результатам которого были выявлены недочеты в технологической обвязке, а также был сделан вывод о том, что вибрационные сита независимыми подрядчиками подбираются не в соответствии с текущими условиями бурения.
8. В рамках работы были предложены рекомендации по модернизации блока очистки бурового раствора с целью снижения среднего

коэффициента влажности шлама и увеличению общей эффективности оборудования очистки бурового раствора. Подобные меры для сервисных подрядчиков по буровым растворам способны снизить материальные затраты, связанные с завышенными потерями бурового раствора и приготовлением дополнительных объемов на разбавление в результате низкой эффективности системы очистки.