

*Закирова З.А.,
кандидат технических наук, доцент
доцент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда»
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Россия, г. Уфа
Аглямутдинов Д.Р.
Студент группы МБП013-21-01
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Технологический факультет
Россия, г. Уфа*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗАБОЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

***Аннотация:** Статья посвящена обеспечению безаварийности при строительстве и эксплуатации забойного оборудования нефтяных скважин. Строительство и эксплуатация нефтегазовых скважин напрямую зависят от природных свойств и степени устойчивости горных пород. Разрушение стенок ствола скважины часто встречается в сложных массивах горных пород. Таким образом, актуальность выбранной темы заключается в достижении оптимальных условий эксплуатации бурового оборудования путем подбора ингибиторов бурового раствора, способствующих безаварийной эксплуатации нефтяной скважины.*

***Ключевые слова:** промышленная безопасность, нефтяная скважина, забойное оборудование, буровой раствор, ингибиторы вязкости буровых растворов, укрепляющий слой.*

***Annotation:** The article is devoted to ensuring trouble-free operation during the construction and operation of downhole equipment of oil wells. The construction*

and operation of oil and gas wells directly depends on the natural properties and the degree of stability of rocks. The destruction of the walls of the borehole is often found in complex rock formations. Thus, the relevance of the chosen topic is to achieve optimal operating conditions of drilling equipment by selecting inhibitors of drilling mud that contribute to the trouble-free operation of an oil well.

Key words: industrial safety, oil well, downhole equipment, drilling mud, viscosity inhibitors of drilling fluids, reinforcing layer.

На 2022 год количество действующих буровых установок подлежащих государственному надзору в области промышленной безопасности, составляет одну тысячу триста шестьдесят единиц [1]. На рисунке 1 приведена диаграмма распределения аварий по видам аварий на нефтяных месторождениях [2].



Рисунок 1. Диаграмма распределения аварий на нефтяных месторождениях

В последние годы, можно отметить незначительную тенденцию к снижению аварийности от общего числа несчастных случаев. К основным видам аварий можно отнести падение талевых систем в глубоком бурении и

подземном ремонте скважин, взрывы и пожары на объектах нефтегазодобычи, а также открытые фонтаны и выбросы, пик аварийности которых приходился на 2019-2021 годы. Основные виды осложнений при бурении, которые могут стать причиной аварии, показаны на рисунке 2 [3].



Рисунок 2. Виды осложнений при бурении скважин

В результате расследования аварий на объектах строительства и эксплуатации нефтяных скважин было выявлено, что основной причиной аварийности за весь период исследуемого времени, является неустойчивость стенок скважин. В результате чего происходит прихват забойного оборудования, а также нефтегазопроявления. Износ оборудования приводит к поломкам забойных двигателей в стволе скважин и является причиной обрывов забойного инструмента [4].

Чтобы избежать чрезмерного износа забойного оборудования применяются буровые растворы, свойства которых в настоящее время определяются в соответствии с нормативными документами, такими как ГОСТ 33213-2014, ГОСТ 33697-2015 и РД 39-2-645-81. Однако, ни один из данных документов не имеет оценки показателей, определяющих вероятность препятствовать образованию прихватов забойного оборудования [5].

Учитывая вышеизложенное, в работе был разработан проект методики определения толщины укрепляющего слоя, наличие которого на внутренних

стенках забойного оборудования будет препятствовать возникновению прихватов забойного оборудования.

Суть метода заключается в последовательности действий. В начале подготавливают буровой раствор, в том числе с применением ингибиторов на углеводородной основе [6]. Основными компонентами ингибитора являются: дизельное топливо, нефть, углеводородорастворимые ПАВ. Более детальный состав ингибиторов невозможно привести, в связи с корпоративной тайной.

Для приготовления исследуемого раствора использовались 7 грамм глины и 100 мл воды. Вода заливалась в колбу с глиной и перемешивалась с помощью магнитной мешалки в течение 5 минут как показано на рисунке 3. После достижения однородной консистенции в колбу добавляется 2 мл ингибитора на нефтяной основе.

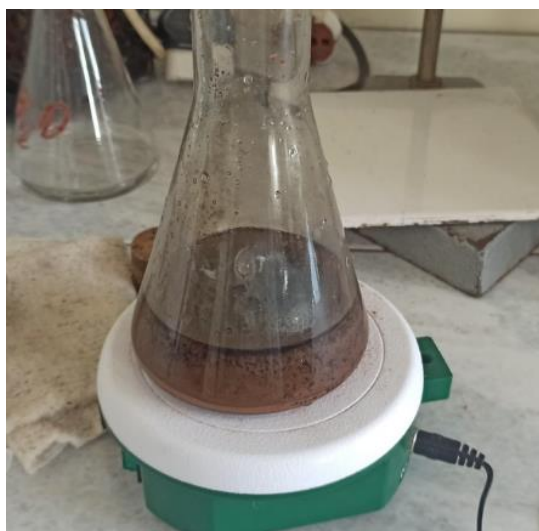


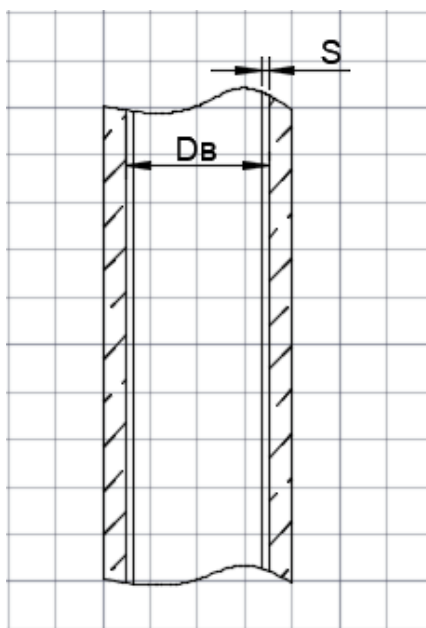
Рисунок 3. Приготовление бурового раствора

Для прямой оценки противодействия прихватам полученные буровые растворы на углеводородной основе с ингибиторами были оценены на толщину укрепляющего слоя (параметр, которые в настоящее время не используется в нормативно-методической документации по оценке буровых растворов). На рисунке 4 показан экспериментальный метод определения толщины путем внедрения приготовленного раствора в образец ствола скважины. Для точного определения толщины слоя буровой раствор был приготовлен в различных соотношения.



Рисунок 4. Экспериментальный метод определения толщины укрепляющего слоя

На рисунке 5 показаны геометрические параметры определяемые в ходе исследования.



S – толщина укрепляющего слоя, $Dв$ – внутренний диаметр ствола скважины

Рисунок 5. Геометрические параметры определяемые в ходе исследования

Образование на стенке ствола укрепляющего слоя позволяет определить зависимость толщины слоя от содержания в растворе ингибитора на углеводородной основе.

Для сравнения свойств бурового раствора был приготовлен раствор на водной основе. Применение технической воды для приготовления раствора считается самым доступным и дешевым вариантом. Также вода обладает рядом преимуществ по сравнению с другими растворами. Высокая охлаждающая способность позволяет избежать перегрева забойного оборудования. Повышается и скорость бурения.

Результаты оценки укрепляющего слоя для испытуемых буровых растворов с добавлением двух различных ингибиторов приведены графически на рисунке 6.

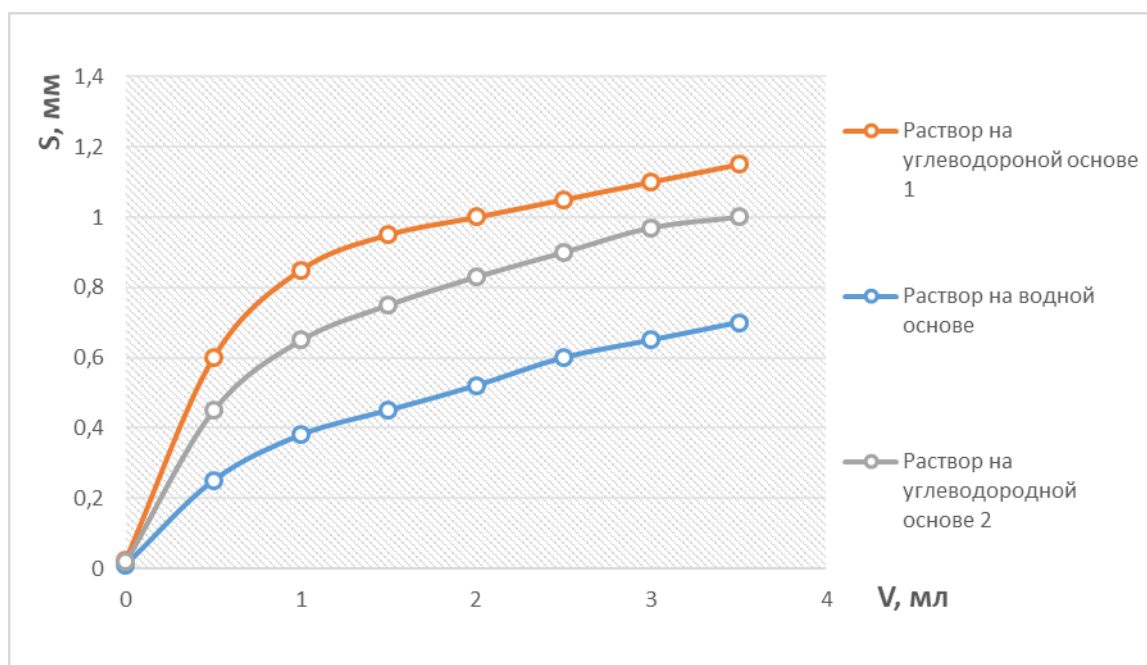


Рисунок 6. Зависимость толщины укрепляющего слоя от содержания раствора

По результатам исследований, оба полученных буровых раствора с добавлением ингибитора на углеводородной основе показывают на 30-40 % выше в сравнении со стандартным раствором без добавок.

Выполненные исследования полученного раствора позволили сделать вывод о том, что с применением ингибиторов на углеводородной основе улучшаются крепящие свойства бурового раствора, а также пластическая вязкость, что позволяет образованию плотной фильтрационной корки на

стенке ствола скважины. Повышается и смазывающая способность раствора благодаря чему уменьшается износ забойного оборудования, и снизится аварийность.

Использованные источники:

1. Абдурахманов, Г.С. Бурение нефтяных и газовых скважин / Г.С. Абдурахманов. – М.: Недра, 1969. – С. 481-494.
2. Красных, Б.А. Феоктистов. Анализ аварий и несчастных случаев на объектах газового надзора / Б.А. Красных, В.Ф. Мартынюк, Т.С. Сергиенко, А.А. Сорокин, А.А. Феоктистов – М., 2014. – С. 320.
3. Официальный сайт Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gosnadzor.ru/> (дата обращения: 22.08.2023).
4. Федосов, А.В. История развития промышленной безопасности в России / А.В. Федосов, Г.Д. Загриева, Э.И. Харисова, И.Р. Абдрахимова // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – М., 2017. - № 1. - С. 57-60.
4. Чихоткин, В.Ф. Буровой раствор и управление его реологическими свойствами при бурении скважин в осложненных условиях / В.Ф. Чихоткин, А.Я. Третьяк, Ю.М. Рыбальченко, М. Л. Бурда // Бурение и нефть. – М., 2007. – С. 58-160.
5. Закирова, З.А. Новый способ решения проблем взрывопожарной безопасности в нефтяной промышленности / З.А. Закирова, Ю.Р. Абдрахимов, Ю.В. Волкова // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – Уфа, 2012. - № 6. - С. 454-461.
6. Киреев, И.Р. Современные разработки, позволяющие повысить безопасность на взрыво-пожароопасных объектах / И.Р. Киреев, З.А. Закирова, Г.Н. Жолобова, И.А. Камалов // Сервисные услуги в добыче нефти. – Уфа: УГНТУ, 2014. - С. 392-395.