

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра общей и неорганической химии

**ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БУРОВОГО
РАСТВОРА НА УГЛЕВОДОРОДНОЙ ОСНОВЕ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента (ки) 4 курса 441 группы

направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Толоченко Николай Сергеевича

Научный руководитель

доцент, к.х.н.
должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

С. А. Пиденко
инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

И.Ю. Горячева

инициалы, фамилия

Саратов 2025

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение безопасности при проведении буровых работ является одной из ключевых задач в области нефтегазового предприятия. Буровые установки, играя центральную роль в процессе разведки и добычи углеводородов, подвергаются воздействию различных факторов, способствующих возникновению опасных ситуаций. Целью данной работы является создание комплексного представления об основных аспектах безопасности буровых установок, начиная от общих сведений о них и факторах риска, и заканчивая специфическими требованиями и методами повышения безопасности.

В первой главе будут рассмотрены теоретические основы обеспечения безопасности работ буровых установок. В первом разделе будет представлена общая информация о буровых установках и обзор литературы, посвященной данной теме. Второй раздел сосредоточится на факторах опасности, существующих при эксплуатации буровых установок. В третьем разделе будут рассмотрены основные требования к безопасности этих работ, а четвертый раздел будет посвящен методам, направленным на повышение безопасности. Во второй главе проводится анализ использования растворов на углеводородной основе в процессе бурения. В первом разделе будет представлен состав и свойства таких растворов, а во втором - области их применения. Третья глава будет посвящена безопасности работ буровых установок при использовании растворов на углеводородной основе. В ней представлены оценки рисков, связанных с использованием этих растворов, и предложены мероприятия по повышению безопасности буровых работ.

В результате работы предполагается выявить основные проблемы и риски, связанные с использованием углеводородных буровых растворов, а также предложить рекомендации по повышению безопасности буровых работ с их применением. Рассматриваемая тема имеет не только теоретическую значимость, но и практическое значение, так как результаты

исследования могут быть использованы для улучшения технологий бурения и минимизации воздействий на здоровье людей и окружающую среду.

1 Теоретические основы обеспечения безопасности работ буровых установок.

В рамках данной работы, буровая установка рассматривается как сложный, многофункциональный комплекс, являющийся ключевым элементом при разработке нефтегазовых месторождений. Функционально, это интегрированная система, предназначенная для создания скважин, обеспечивающих доступ к залежам углеводородов.

Основные задачи, решаемые с помощью буровых установок, охватывают широкий спектр операций, выходящих за рамки непосредственной добычи. К ним относятся:

1.2 Факторы опасности при эксплуатации буровых установок.

Эксплуатация буровых установок характеризуется повышенным уровнем рисков для здоровья, безопасности персонала и потенциальной угрозой для окружающей среды. Сложность технологических операций, использование оборудования под высоким давлением, применение опасных веществ и тяжелые условия труда предопределяют необходимость анализа и систематизации факторов опасности.

1.3 Основные требования к безопасности работ буровых установок.

Скважины должны располагаться в безопасной зоне, за пределами зон санитарной охраны водозаборов, охранных зон ЛЭП, магистральных трубопроводов и других критически важных объектов.

Основным документом, определяющим порядок буровых работ, является рабочий проект, разработанный недропользователем и утвержденный в соответствии с действующими нормативными требованиями.

Ввод буровой установки и вспомогательного оборудования в эксплуатацию осуществляется после завершения и проверки монтажных

работ, испытаний, проверок и при наличии укомплектованной буровой бригады с соответствующей квалификацией.

Копия акта о вводе буровой установки в эксплуатацию в течение трех рабочих дней направляется для информирования в территориальный орган Ростехнадзора.

2 Анализ использования растворов на углеводородной основе в бурении.

2.1 Состав и свойства растворов на углеводородной основе.

Растворы на углеводородной основе представляют собой смеси, в которых растворителем является углеводород (алифатический, ароматический, алициклический или их смесь), а растворенным веществом может быть другая жидкость, твердое вещество или газ. Состав и свойства таких растворов зависят от природы растворителя и растворенного вещества, их концентрации и температуры.

Растворителем является углеводород – органическое соединение, состоящее только из атомов углерода и водорода.

Безводные (или, что более корректно, практически безводные) РУО представляют собой сложные многокомпонентные системы, где роль дисперсионной среды (то есть, основы) выполняет нефть или ее жидкие производные. В качестве таковых, как правило, используются дизельное топливо, нефть или минеральное масло. Дисперсная фаза в таких растворах представлена окисленным битумом, асфальтом или специально модифицированной глиной, прошедшей процесс гидрофобизации (например, гидрофобизированный бентонит).

2.2 Область применения растворов на углеводородной основе.

Благодаря своим уникальным свойствам и высокой растворяющей способности по отношению к неполярным веществам, углеводородные

растворители получили широкое распространение в различных секторах промышленности, а также в научных и технических областях.

В частности, в лакокрасочной промышленности, растворители на основе углеводородов, такие как уайт-спирит, толуол и ксилол, играют ключевую роль в производстве широкого спектра лакокрасочных материалов, включая лаки, краски, эмали и грунтовки.

Они используются для растворения пленкообразующих веществ (смол, полимеров), пигментов, наполнителей и других добавок. Углеводородные растворы также применяются в различных процессах нефтепереработки и нефтехимии, включая экстракцию ценных компонентов из нефти, очистку и разделение компонентов нефти путем кристаллизации, полимеризацию мономеров и полимеров в процессах производства полиолефинов и каучуков и удаление загрязнений из нефтяных фракций.

2.3. Преимущества и недостатки растворов на углеводородной основе.

Если сравнивать РУО и буровые растворы на водной основе (РВО), то первые имеют ряд преимуществ: способствуют поддержанию естественной продуктивности пласта, обладают высокой термостойкостью и антикоррозионными свойствами, мало диспергируют выбуренные породы, предотвращают гидратацию глинистых пород. В связи с этим происходит минимизация возможности возникновения осложнений, повышается качество вскрытия продуктивных пластов.

Одним их недостатков является оказание наибольшего вредное воздействие на организм человека ароматическими углеводородами. Высокое содержание ароматических углеводородов может угрожать хроническими отравлениями с изменениями крови и кроветворных органов. Поэтому при прочих равных технических характеристиках дисперсионной среды РУО рекомендуется выбирать группу с наименьшим содержанием ароматических углеводородов для минимизации вредного воздействия на персонал. К примеру, при выборе нефти в качестве дисперсионной среды рекомендуется

использовать метановые или нафтеновые, либо метанонафтеновые типы нефти.

3. Анализ безопасности работ буровых установок при использовании раствора на углеводородной основе.

3.1 Оценка рисков при использовании растворов на углеводородной основе. Расчетная часть.

В данной работе мною выбран сценарий полной разгерметизации емкости хранения раствора, так как это одна из основных возможных ситуаций, связанных с исследуемым объектом.

Для наглядности построим дерево событий описывающие возможный вариант развития событий. Для расчета и понимания наиболее вероятного исхода значения вероятностей возьмём из «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» и «Методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».

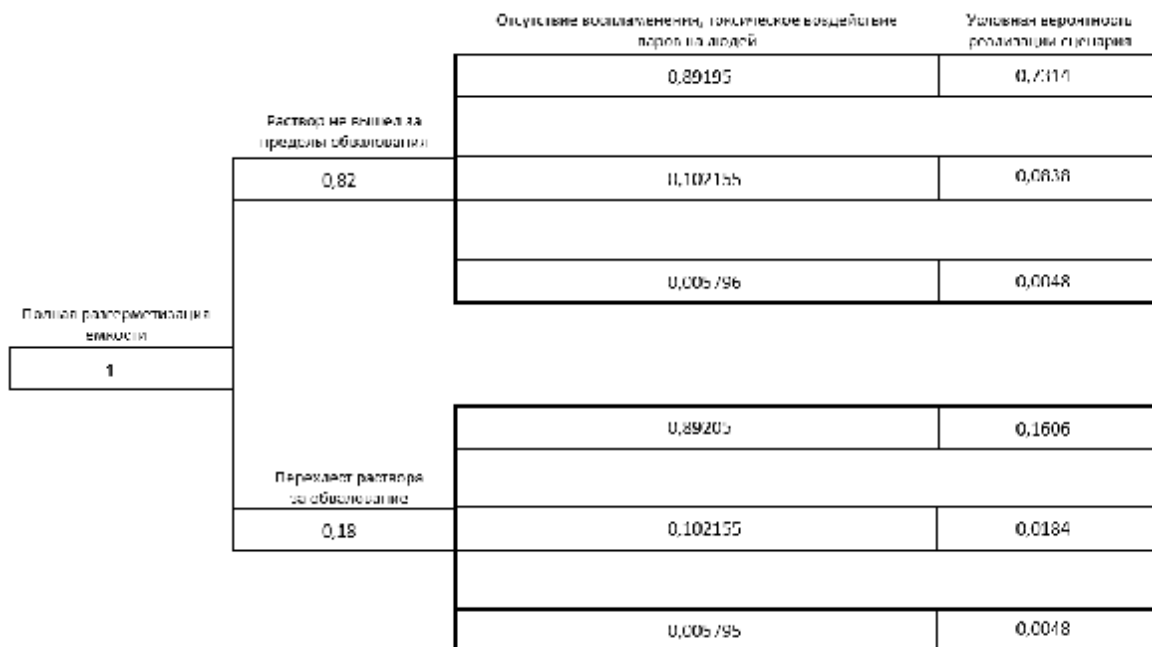


Рисунок 6 – дерево событий

На территории буровой располагаются емкости объёмом от 13 до 80 м³, в донном случае я буду рассматривать резервуар объёмом в 80 м³ с коэффициентом заполнения равным 0,95 во избежание перелива раствора.

Плотность раствора возьмём за $1,2 \text{ т/м}^3$, так как если брать среднюю плотность РУО на дизельном топливе $0,84 \text{ кг/м}^3$ и 90 процентным содержанием и если оставшийся состав приходится на барит с плотностью 4500 кг/м^3 .

Для определения массы разлившегося раствора используем формулу (3):

$$m_{p-a} = \rho_{p-a} \cdot V_{\text{емк}},$$

где, m_{p-a} – масса раствора в кг;

ρ_{p-a} – плотность раствора в т/м^3 ;

$V_{\text{емк}}$ – объём емкости в м^3 ;

$$m_{p-a} = 1,2 \cdot 80 = 96 \text{ т}$$

Так как отсутствуют данные о рельефе местности можно воспользоваться следующей формулой (4):

$$S = f_p \cdot V_{\text{ж}},$$

где, f_p – коэффициент пролития (в случае пролития на неасфальтированное покрытия принимается за 5 м^{-1});

$V_{\text{ж}}$ – объём раствора поступивший в окружающее пространство;

Следовательно затронутая площадь будет:

$$S = 5 \cdot 80 = 400 \text{ м}^2$$

Определить объём загрязненного грунта можно по формуле:

$$V_{\text{гр}} = K_n \cdot V_{p-a}$$

где $V_{\text{гр}}$ - объём загрязненного грунта м^3 ;

K_n – коэффициент нефтеносности грунта равный 30%;

V_{p-a} – объём пролитого раствора;

Тогда объём загрязненного грунта будет равен

$$V_{гр} = 0,3 \cdot 80 = 24 \text{ м}^3;$$

В случае возникновения подобной ситуации включается аварийный сигнал уведомляющий рабочих о происшествии. Определяется вид происшествия и опасная зона, далее идёт уведомление вышестоящего руководства в следующей последовательности:



Рисунок 7 – схема взаимодействия при ЧС

3.3 Средства индивидуальной защиты

Средства индивидуальной защиты человека при работе с нефтепродуктами представлены в Приказе Минздравсоцразвития России от 08.06.2014 N 970н.

В нем описываются такие типовые виды СИЗ, как:

- спецодежда;
- спецобувь;

- перчатки;
- защитные очки;
- респиратор или противогаз;
- каска защитная;

Согласно ГОСТ 12.4.310–2020, при работе на данном объекте применяется 1-й класс защиты от нефтепродуктов. В воздухе рабочей зоны находятся преимущественно опасные вещества:

- 1) Углеводороды преимущественно C1-C5;
- 2) Сернистые соединения;

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была рассмотрена тема обеспечения безопасности при бурении скважин, с особым акцентом на применение буровых растворов на углеводородной основе. В работе проанализированы риски, связанные с использованием химически активных и потенциально токсичных компонентов, а также приведены нормативные документы, регламентирующие требования промышленной и экологической безопасности.

Проведён обзор литературы, описывающей характеристики и классификацию буровых растворов, условия их применения и потенциальную опасность для окружающей среды и здоровья персонала. Особое внимание уделено действующим нормативам Российской Федерации, таким как ГОСТы, СП и федеральные правила, регулирующие хранение, транспортировку и использование нефтепродуктов и химических веществ.

В результате анализа было выявлено, что при использовании буровых растворов на углеводородной основе необходимо строгое соблюдение требований промышленной безопасности, включающее оценку рисков, проведение мероприятий по предотвращению аварий и защиту окружающей среды. Были предложены меры по снижению вредного воздействия и обеспечению безопасных условий труда на опасных производственных объектах.

Таким образом, работа достигла поставленной цели: создано обоснованное представление об актуальных аспектах безопасности при бурении с применением углеводородных растворов, приведены нормативные и технические рекомендации, направленные на снижение рисков и предотвращение негативных последствий. Полученные результаты могут быть использованы в практической деятельности предприятий нефтегазовой отрасли и послужить основой для дальнейших исследований в области промышленной безопасности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Электронный ресурс: Нормативный документ. — URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=455965> (дата обращения: 04.04.2025).
2. Безопасность труда при бурении. — URL: https://ohranatruda.ru.turbopages.org/turbo/ohranatruda.ru/s/ot_biblio/instructions/165/145239/ (дата обращения: 04.04.2025).
3. Межвузовская научная конференция МУАР-2024. — URL: <http://bngs.samgtu.ru/sites/bngs.samgtu.ru/files/muar2024.pdf> (дата обращения: 04.04.2025).
4. Безопасность при бурении скважин // AquaGeoHolding. — URL: https://aquageoholding.ru/articles/burenie_skvazhin/bezopasnost-pri-bureanii-kak-obespechivat-bezopasnost-rabochikh-i-okruzhayushchey-sredy/ (дата обращения: 04.04.2025).
5. Вдовин, А.А., Шахов, В.П. Риск-ориентированная система управления промышленной безопасностью // Охрана труда и безопасность. — 2018. — № 6. — С. 143–159. — URL: https://ogbus.ru/files/ogbus/issues/6_2018/ogbus_6_2018_p143-159.pdf (дата обращения: 04.04.2025).
6. Буровая установка и её узлы // Нефтегаз.ру. — URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/burovye-ustanovki-i-ikh-uzly/141462-burovaya-ustanovka/> (дата обращения: 04.04.2025).
7. Трибуна ученого. — 2020. — Вып. 12. — URL: <http://tribune-scientists.ru> (дата обращения: 04.04.2025).
8. Нефтегаз.ру: электронный портал [Электронный ресурс]. — URL: <https://neftegaz.ru/> (дата обращения: 10.11.2020).
9. DOI: <https://doi.org/10.17122/ogbus-2018-6-143-159> (дата обращения: 04.04.2025).

- 10.Сушкова А.В. Разработка низкотоксичного и биоразлагаемого бурового раствора на основе олигомеров этилена: дис. ... канд. техн. наук. — М.: РГУ им. И.М. Губкина, 2005. — 191 с.
- 11.Булатов А.И., Макаренко П.П., Проселков Ю.М. Буровые промывочные и тампонажные растворы. — М.: Недра, 1999. — 424 с.
- 12.Drilling Fluids and Health Risk Management: A Guide for Drilling Personnel, Managers and Health Professionals in the Oil and Gas Industry. — IPIECA/OGP, 2009. — 27 p.
- 13.Вредные вещества в промышленности: справочник / Под ред. Н.В. Лазарева. — Л.: Химия, 1976. — 592 с.
- 14.Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности / Утв. приказом Ростехнадзора от 10.03.2015 № 101.
- 15.Руководство по безопасности. Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий / Утв. приказом Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144.
- 16.ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. — М.: Стандартиформ, 2007.
- 17.СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности. — М.: МЧС России, 2014.
- 18.ГОСТ 16350-80. Районирование и параметры климатических факторов. — М.: Изд-во стандартов, 1986.
- 19.Gad, S.C. (Ed.). Pharmaceutical manufacturing handbook: production and processes. — John Wiley & Sons, 2015.
- 20.Florey, K. (Ed.). Analytical profiles of drug substances and excipients. — Academic Press, 1999.
- 21.Dolan, J.W. High performance gradient elution: the practical application. — LC Resources Inc., 2002.
22. Speight, J.G. Handbook of industrial hydrocarbons. — CRC Press, 2019.
- 23.Gary, J.H., Handwerk, G.E., Kaiser, M.J. Petroleum refining: technology and economics. — CRC Press, 2007.