

*Исмагилов М.И.,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленная
безопасность и охрана труда»,
Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет
Россия, г. Уфа
Юсупова А.Б.,
студентка
2 курс, факультет «Техносферная безопасность»
Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет
Россия, г. Уфа*

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

***Аннотация:** Статья посвящена обзору проблем экологической и промышленной безопасности при приготовлении, использовании и утилизации буровых растворов. Особое внимание уделено факторам опасности наиболее популярных эмульсионных буровых растворов на неводной основе. Рассмотрены различные методы деэмульгирования отработанных буровых растворов, а также новейшие подходы по их безопасной утилизации. Кратко освещены нерешенные проблемы экологической безопасности при использовании буровых растворов на неводной основе.*

***Ключевые слова:** буровой раствор, химические реагенты, экологическая безопасность, деэмульгирование, рекуперация, рециклинг.*

***Annotation:** The article is devoted to the review of the problems of environmental and industrial safety in the preparation, use and disposal of drilling fluids. Particular attention is paid to the hazard factors of the most popular emulsion drilling fluids on a non-aqueous basis. Various methods of demulsification of spent*

drilling fluids, as well as the latest approaches for their safe disposal are considered. The unsolved problems of environmental safety when using drilling fluids on a non-aqueous basis are briefly highlighted.

Key words: *drilling mud, chemical reagents, environmental safety, demulsification, recovery, recycling.*

В настоящее время при строительстве скважин уделяется большое внимание техногенной безопасности применения буровых растворов и вопросам их дальнейшей утилизации. Вместе с тем, по причине усложнения технологии добычи, горно-геологических условий, влиянию факторов температуры и пластового давления возрастают эксплуатационные требования к буровым растворам (особенно на неводной основе, эмульсионного типа), что приводит к неминуемому усложнению их химических составов. Использование разнообразных составов химических реагентов, образующих высокотоксичные отходы, приводит к неблагоприятным экологическим последствиям: загрязнению подземных и поверхностных вод, почвы, горных пород. Вопросы влияния химического состава используемых в буровых растворах реагентов на обеспечение экологической и промышленной безопасности нарастают.

С целью соблюдения безопасности при подготовке бурового раствора обязательно соблюдение разработанных требований, представленных в Приказе Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 декабря 2020 г. № 534 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности». Следует обращать особое внимание на требования, предъявляемые при приготовлении и очистке бурового раствора, выполняемые в процессе промывки скважин.

По своему составу буровые промывочные жидкости подразделяются на следующие виды: растворы на водной основе (глинистые и безглинистые), на

неводной основе (на углеводородной основе, дегазированная нефть и нефтепродукты), азрированные растворы (азрированные жидкости и пены), газообразные рабочие агенты.

Несмотря на широкое разнообразие видов буровых растворов и множества производителей, предлагающих инновационные решения, все чаще находят применение растворы на неводной основе, особенно с дисперсионной средой инвертно-эмульсионного типа. Это объяснимо их технологическими преимуществами: «поддержание естественных фильтрационно-емкостных свойства продуктивных пластов, использование в технологиях глушения, освоения и вторичного вскрытия скважин (предотвращение набухания и диспергирования пород пласта, сложенных глинистыми минералами)» [2, с. 41].

Степень экологичности и промышленной безопасности технологических жидкостей на неводной основе, как отмечает И.Л. Некрасова, можно оценивать по следующим показателям: «токсическое воздействие на экосистемы, способность к деградации в природной среде до безопасных продуктов под воздействием деятельности микроорганизмов, показатели промышленной санитарии и пожаробезопасности» [4, с. 43].

Несмотря на преимущества применения эмульсионных буровых растворов на неводной основе, которые позволяют достичь значительных преимуществ в виде снижения трения (как между стенкой скважины и металлом, так и между металлическими частями бурового оборудования и механизмов), вместе с тем они продолжают представлять существенную экологическую опасность окружающей среде. Это связано как с углеводородным составом входящих в буровой раствор фракций (нефть, газоконденсаты, керосин, газойль, дизельное топливо), так и с добавлением разнообразных химических компонентов, являющихся высокотоксичными веществами. Надо учитывать, как отмечает Д.Я. Вишняков, что «по степени вредного влияния на экосистемы нефть и нефтепродукты занимают второе

место после радиоактивного загрязнения» [3, с. 44].

В этой связи вместо них возможно применение высокоингибированных растворов на водной основе. Однако, если вопросы деэмульгирования промывочных жидкостей на водной основе получили достаточно широкое освещение в проведенных научных исследованиях, то вопросам снижения опасности отработанных эмульсионных буровых растворов на неводной основе посвящено намного меньше работ.

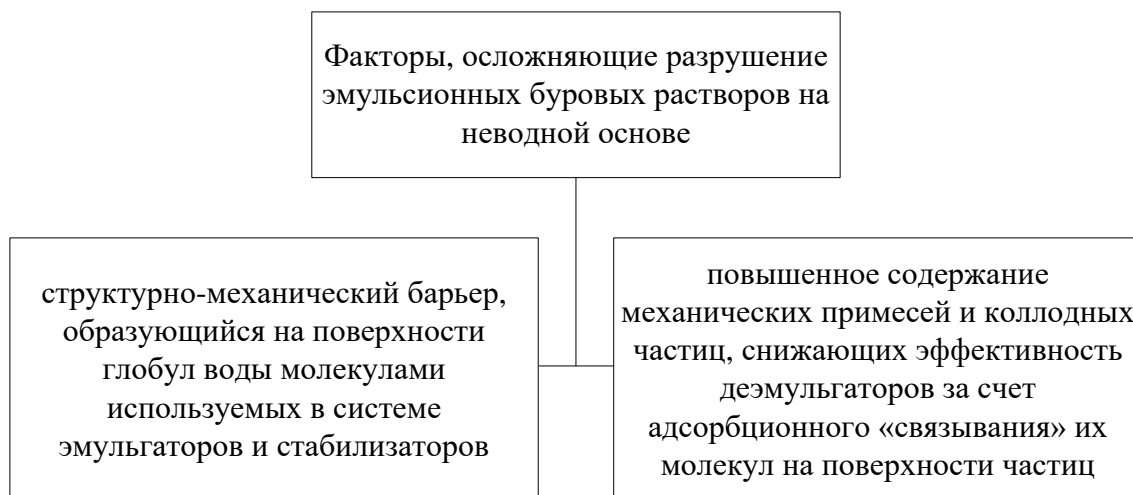


Рисунок 1. Факторы, осложняющие деэмульгирование эмульсионных буровых растворов на неводной основе

При разработке буровых растворов необходимо уделять внимание вопросам их будущей утилизации. Эффективному решению экологических задач способствует применение специальных технологий, например рекуперации и рециклинга.

Способ рекуперации как технология утилизации отработанного эмульсионного раствора для бурения на неводной основе предполагает фазовое разделение раствора с получением дисперсионной системы (олеофильной основы), подходящей для дальнейшего применения в качестве компонента к буровому раствору, использование которого предполагается при строительстве следующей скважины.

Использованные эмульсионные буровые растворы на неводной основе подлежат деэмульгированию.

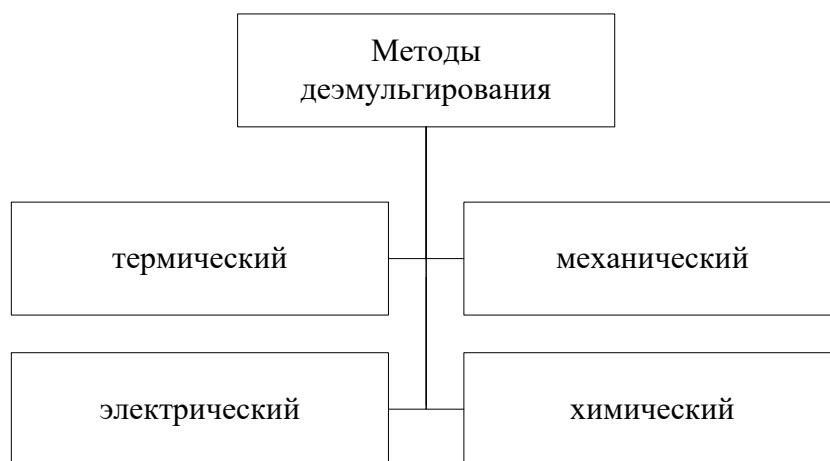


Рисунок 2. Методы разрушения эмульсионных систем

Общепринятым методом является теплехимическое деэмульгирование, заключающееся в нагревании и добавлении химических веществ (деэмульгаторов), разрушающих сольватную оболочку. Однако использование традиционных деэмульгаторов приводит к обработке и оседанию крупных глобул воды (30-80 мкм), а более мелкие глобулы (< 10 мкм) остаются незатронутыми обработкой. Поэтому разработка оптимального состава добавок повышающих эффективную работу поверхностно-активных веществ в настоящее время продолжается. Перспективным направлением поиска химических веществ для разрушения эмульсий буровых растворов на неводной основе являются смеси различных классов поверхностно-активных веществ, а также реагенты коагулирующего, флокулирующего действия и кислотные реагенты.

Так, для достижения этих целей в 2019 г. И.Л. Некрасовой предложено использовать такие реагенты-активаторы как «деэмульгатор на основе блоксополимеров окиси этилена/пропилена, НП АВ с ГЛБ-14, одноатомный спирт C₃₋₄ и техническую воду» [1, с. 43]. Данный состав позволяет вывести вещества эмульсионного бурого раствора на неводной основе из состояния фазового равновесия и посредством применения метода гравитационного отстаивания получить углеводородную фазу без использования специализированного оборудования и снизить расходы энергии на

разрушение межмолекулярных связей отработанного раствора. В результате реализации данного метода появляется возможность повторного использования около 80% выделенного углеводородного компонента при бурении горизонтальных и наклонно-направленных скважин, причем увеличенное количество молекул эмульгатора позволяет повысить значение электростабильности системы на 20-30%.

В последнее время во всем мире возрастают требования экологической и промышленной безопасности, в том числе в нефтяной отрасли, при приготовлении, использовании и утилизации буровых растворов в частности. Это способствует появлению новых научных разработок экологически и пожаромалоопасных технологических жидкостей, в том числе эмульсионных растворов на неводной основе. А именно предложены несколько направлений по использованию в качестве основы инвертных эмульсий таких продуктов как:

- Д.А. Галян предлагает использовать «очищенные и менее токсичные минеральные масла, в составе которых отсутствуют высокие концентрации токсичных для биоты моно- и полиароматических углеводородов» [5, с. 48];
- выделенные из смеси углеводородов отдельные фракции (преимущественно парафинонафтенновые), подверженные биодеградаци;
- продукты на основе растительного сырья.

Использование синтетических биоразлагаемых органических жидкостей особенно актуально в широтах севернее 62 параллели, к которым относят эфиры, полиорганосилоксаны, полиалкиленгликоли, полиальфаолефины. Разработка и использование буровых технологических жидкостей, включающих в качестве основы парафины и парафинонафтенновые фракции нефти и масел (вместо использования нефтепродуктов с высоким содержанием ароматических углеводородов), будет способствовать их быстрому микробному окислению, чем будет снижаться экологическую опасность современных буровых растворов.

Вместе с тем остаются нерешенными проблемы экологической безопасности при использовании буровых растворов на неводной основе:

1) на основе принятого в России ранжирования отходов (ПНД Ф 16.1:2:2.2:2.3:3.64-10) все буровые растворы на неводной основе относятся к III классу опасности, что приводит к отсутствию стимула в замене традиционных углеводородных жидкостей на их экологически безопасные аналоги и свидетельствует о необходимости пересмотра используемых методик определения нефтепродуктов для исключения из данного показателя экологически чистых органических жидкостей ПНД;

2) высокая пожаробезопасность, испаряемость и токсическое воздействие буровых растворов на неводной основе на организм человека (особенно при наличии сероводорода). Минеральные масла плохо влияют на организм человека (при вдыхании, попадании в глаза, на кожу), поэтому следует стремиться к применению последних поколений синтетических масел на основе парафинов.

Использованные источники:

1. Некрасова, И.Л. Безотходная технология утилизации отработанных буровых растворов на углеводородной основе на месторождениях Пермского края / И.Л. Некрасова, Д.А. Казаков, П.А. Хвоцин [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2019. – №1. – С.39-44.
2. Петров, Н.А. Повышение качества заканчивания скважин с полимиктовыми коллекторами нефти: учеб. пособие. – Уфа: Уфимский гос. нефтяной техн. ун-т, 2010. – 68 с.
3. Вишняков, Д.Я. Экономический анализ методов ликвидации последствий аварийных разливов нефти // Экология и промышленность России. – 2005. – № 6. – С. 42–45.
4. Некрасова, И.Л. Аспекты экологической и промышленной безопасности применения технологических жидкостей на неводной основе в процессах

строительства и освоения скважин / И.Л. Некрасова // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2018. Т.18. – №1. – С. 41-52.

5. Галян, Д.А., Швец, Т.С. Экологически чистые составы буровых растворов на неводной основе // НТЖ. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2006. – № 6. – С. 47–49.