УДК 614.8.084

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОМЫВОЧНЫМ ЖИДКОСТЯМ НА НЕВОДНОЙ ОСНОВЕ С УЧЕТОМ НОВЫХ ПРАВИЛ БЕЗОПАСНОСТИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

REQUIREMENTS FOR NON-AQUEOUS FLUSHING FLUIDS, TAKING INTO ACCOUNT NEW SAFETY REGULATIONS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

Заворотный Виталий Леонидович
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры промышленной экологии,
Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет)
имени И.М. Губкина
zavorotnyy51@yandex.ru

Запорожский Константин Игоревич
ассистент кафедры промышленная экология,
Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет)
имени И.М. Губкина
konstantin.zaporozhskiy@mail.ru

Стародубцева Ксения Александровна
аспирант кафедры промышленной экологии,
Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет)
имени И.М. Губкина
starodubtsevaksenia@gmail.com

Аннотация. Данная публикация посвящена обзору современныхтребований к промывочным жидкостям на углеводородной и неводной основе (РНО) и их компонентам. Рассмотреныдисперсионные среды, химические реагенты и их растворители, их физико-химические свойства, включаятемпературу вспышки, степень пожароопасности иэкотоксичности. Даны рекомендации по применению РНО с учетом новых требований правил безопасности в нефтегазовой промышленности.

Ключевые слова: промывочные жидкости (буровые растворы) на неводной основе, углеводородной основе, химических реагенты, растворители, пожаробезопасность, температура вспышки, концентрационный предел распространения пламени дисперсионных сред.

Zavorotnyy Vitaly Leonidovich
PhD in Technical Sciences,
Associate Professor, Associate Professor,
Department of Industrial Ecology,
National University of Oil and Gas
«Gubkin University»
zavorotnyy51@yandex.ru

Zaporozhskii Konstantin Igorevich
Assistant Department of Industrial Ecology,
National University of Oil and Gas
«Gubkin University»
konstantin.zaporozhskiy@mail.ru

Starodubtseva Kseniia Alexandrovna
Postgraduate Department of Industrial Ecology,
National University of Oil and Gas
«Gubkin University»
starodubtsevaksenia@gmail.com

Annotation. This publication is devoted to an overview of modern requirements for flushing fluids on a hydrocarbon and non-aqueous basis and their components.Dispersion media, chemical reagents and their solvents, their physico-chemical properties, including flash point, degree of fire hazard and ecotoxicity are considered.Recommendations are given on the use of flushing fluids taking into account the new requirements of safety regulations in the oil and gas industry.

Keywords: flushing fluids (drilling fluids) on a hydrocarbon and non-aqueous basis, chemical reagents, solvents, fire safety, flash point, concentration limit of flame propagation of dispersion mediums.

В настоящее время увеличиваются объемы применения промывочных жидкостей на углеводородной основе и неводной (РУО, РНО) при бурении скважин на суше и море, что связано не только с известными преимуществами наджидкостям на водной основе (БРВО), но с изменением технологии бурения (бурение скважин горизонтальных и наклонно-направленных с большими отходами и др.), разработкой рецептур РНО на основе низкотоксичных и биоразлагаемых дисперсионных сред и химреагентов (деароматизированные, синтетические органические вещества (ОВ) для бурения на море и суши в районах с жестким экологическим контролем) и применением эффективных систем очистки отходов (с минимальным содержанием ОВ в буровых шламах (БШ), отсутствием отработанных РНО и РУО, за счет полной их регенерации). РУО (РНО)системы на углеводородной, органической основе поэтому необходимо рассмотреть вопросы пожарной и экологической безопасности в связи с повышением требований к ним. Изменения требованийк РУО в правилах безопасности в нефтяной и газовой промышленности (ПБ НГП) с 2003 г. по настоящее время [1–3] представлены в таблице 1. Пункт 2.7.3.11 ПБ НГП от 2003 г. устанавливает (табл. 1), что температура самовоспламеняющихся паров РУО должна на 50 °С превышать

максимально ожидаемую температуру раствора на устье скважины, а в следующих изменениях пункт 220ПБ НГП от 2013 г. и пункт 397. ПБНГП от 2020 г. регламентируется уже температура вспышки РУО, которая также должна на 50 °С превышать максимально ожидаемую температуру раствора на устье скважины. Известны два метода определения температуры вспышки горючих веществ (нефтепродуктов) в закрытом (ГОСТ 6356-75) тигле (ТВЗТ) и в открытом (ГОСТ 4333-87) тигле (ТВОТ), второй имитирует условия работы РУО в циркуляционной системе буровой. При определении ТВОТ нежелательно наличие в растворах водной фазы эмульсионные растворы (ЭРУО) это мешает анализу [4], поэтому чаще всего раствора контролируют по ТВОТ. Температура вспышки для РУО определяется главным образом составом и физико-химическими свойствами дисперсионной среды (ДС) (табл. 2), содержание которой в растворе может составлять 70,0–97,0 % об. Значения температуры вспышки, практически для всех углеводородов и ОВ ниже температуры самовоспламенения (ГОСТ 12.1.044). Исследованы различные дисперсионные среды РУО и РНО, их температуры вспышки и степень пожароопасности, даны рекомендации по их применению. В настоящее время практике требуется подбирать ДС с повышенными температурами кипения, например, минеральные масла (табл. 2), хотя это может приводить к нежелательному повышению вязкости [4]. Из данных таблицы 2 видно, что новым требованиям ПБ НГП [2, 3] не удовлетворяют по показателям ТВОТ и пожароопасности [5]: нефти, газоконденсаты и дизельное топливо зимнее, они относятся к ЛВЖ I группы горючести I и II класса, согласно ПБ НГП [1] по температуре самовоспламенения эти ДС ранее применялись при приготовлении РУО. Другие ДС (ДЛ, ММ и ОВ) (табл. 2) по показателям ТВОД и пожароопасности (ГЖ – II группы горючести, III, IV класса) соответствуют требованиям новых ПБ НГП [2–5].

Таблица 1 – Нормативные документы (нормативно-правовые акты) по пожарной безопасности при использовании РУО

Требования	«ПБ НГП» ПБ 08-624-03 [1]	«ПБ НГП»19. – М. : 2013 [2]	«ПБ НГП» (утверждены приказом Ростехнадзора № 534 от 15.12.2020 г.) [3]
1	2	3	4
К температуре бурового раствора в устье скважины	2.7.3.11. **Температура самовоспламеняющихся паров РУО** должна на 50 °С превышать максимально ожидаемую температуру раствора на устье скважины.	220. **Температура вспышки РУО** должна на 50 °С превышать максимально ожидаемую температуру раствора на устье скважины.	397. При использовании РУО, **температура вспышки** которого не превышает максимально ожидаемую температуру раствора на устье скважины на 50 °С, должны устанавливаться датчики контроля концентрационных пределов распространения пламени (КПРП).
К датчикам, измеряющим концентрацию паровуглеводородов	2.7.3.10. Для контроля загазованности должны проводиться замеры воздушной среды у ротора, в блоке приготовления раствора, у вибросит и в насосном помещении, а при появлении загазованности принимать меры по ее устранению	219. Места, определенные рабочим проектом, где при производстве работ возможно выделение в рабочую зону опасных и вредных газов, должны оборудоваться автоматическими газоанализаторами, при появлении загазованности необходимо выяснить причины и принять меры по ее устранению.	396. Места, определенные рабочим проектом, где при производстве работ возможно выделение в рабочую зону опасных и вредных газов, должны оборудоваться автоматическими газоанализаторами, при появлении загазованности необходимо выяснить причины и принять меры по ее устранению. 321. При достижении 20 % нижнего предела воспламенения смеси воздуха с углеводородами должен включаться предупредительный сигнал, а при достижении 50 % предела должно быть обеспечено полное отключение оборудования и механизмов.

Согласно настоящихПБНГПпункт 397 [3] ДС необходимо подбирать в зависимости от температур раствора на забое и устье скважин, которые могут колебаться от температуры в пласте, конструкции скважины и бурильной колонны и др. Для того чтобы контролировать эти факторы, для условий, когдаесть опасность, чтоТВОД РУО (или ДС) будет нижемаксимально ожидаемой температуры РУО на устье скважины на 50 °С, бурение рекомендовали при контроле противопожарной безопасности измеряющие концентрационный предел распространения пламени (КПРП) устанавливать датчикиконтроля за КПРП.

Кроме того, п.163 ПБ НГП [3] ввели дополнительные требования по оснащению датчиками КПРП помещений и мест морского нефтегазовогокомплекса с возможной высокой концентрацией паров углеводородов, вызванной испарениями дисперсионной среды РНО на основе деароматизированных и синтетических углеводородов (табл. 2).

Таблица 2 – Пожароопасность дисперсионных сред РУО и РНО

Дисперсионная среда	Температура, ˚С			Группа горючести [5]
	Самовоспла-менения	Вспышки закрытый тигель	Вспышки открытый тигель	
1	2	3	4	5
Природные углеводороды				
Нефть	320,0	–21,0	–	ЛВЖ I,I
Газоконденсат	380,0	0,0	–	ЛВЖ I,I
Нефтепродукты				
Диз. топливо ДЗ	240,0	44,0	–	ЛВЖ I, II
Диз. топливо ДЛ	310,0	60,0–71,0	80,0–95,0	ГЖII,III
Минеральные масла (ММ)				
Состав ММ-1 (вязкость 2,5–4,5 мм^2/с при 40 ˚С)	–	–	85,0–130,0	ГЖII,III
GazpromneftDrilline 8 (вязкость 7,0–8,0 мм^2/с при 40 ˚С)	–	–	135,0	ГЖII,IV
Синтетические органические вещества (ОВ)				
Полиолефин ПАО	–	87,0	104,0	ГЖII,III
Внутренний олефин ВО	–	77,0–80,0	90,0–110,0	ГЖII,III
Линейный олефин ЛАО	–	92,0–132,0	–	ГЖII,III

Датчики контроля концентрационных пределов распространения пламени должны устанавливаться:

– в помещении, в котором установлены насосы для перекачки бурового раствора;

– в районе устья скважины на высоте не более 0,5 м над полом;

– над открытой емкостью для бурового раствора – на расстоянии не более 0,2 м над ее верхней кромкой, а также рядом с емкостью на высоте 0,5 м над полом;

– у вибросита – на расстоянии не более 1 м от него, на высоте не более 0,5 м над ним;

– под рабочей площадкой буровой – в районе отклонителя потока бурового раствора на расстоянии не более 1 м от него;

– в блоке приготовления, хранения и обработки бурового раствора на высоте не более 0,5 м над полом.

Обобщая вышеизложенное, отметим, что с учетом новых требований правил безопасности температуру вспышки раствора на углеводородной и органической основе необходимо измерять как температуру вспышки в открытом тигле. При содержании водной фазы в РУО и ЭРУОтемпературу вспышки нужно оценивать только для дисперсионной среды и растворителей реагентов, т.к. водная фаза мешает анализу. Исследованы различные углеводородные дисперсионные среды РУО и РНО, их температуры вспышки и степень пожароопасности, даны рекомендации по их применению. Температуру вспышки РУО можно повысить за счет правильного выбора дисперсионной среды, растворителя и соотношения фаз в рецептуре эмульсии.

Литература:

1. «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности», ПБ 08-624-03. – М. : НТЦ по безопасности промышленности Гостехнадзора России, 2003. – 312 с.

2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности». Серия 08. Выпуск 19. – М. : Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013. – 288 с.

3. «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (утверждены приказом Ростехнадзора № 534 от 15.12.2020) действуют с 01.01.2021.

4. Заворотный В.Л. Особенности технологии бурения скважин с применением РУО, регламентированные действующими правилами безопасности нефтяной и газовой промышленности // Нефть. Газ. Новации. – 2018. – № 3. – С. 56–58.

5. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности // Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ, ст. 12.

References:

1. Safety regulations in the oil and gas industry, PB 08-624-03. – M., 2003. – 312 p.

2. Federal norms and rules in the field of industrial safety«Safety regulations in the oil and gas industry». – M., 2013. – 288 p.

3. Safety regulations in the oil and gas industry (approved by Rostechnadzor Order № 534 of 12/15/2020).

4. Zavorotnyy V.L. Features of the technology of drilling wells with the use of RUO, regulated by the current safety rules of the oil and gas industry // Oil. Gas. Innovations. – 2018. – № 3. – P. 56–58.

5. Technical regulations on fire safety requirements // Federal Law № 123-FZ of 22.07.2008, article 12.