

*Савенков А.С.,  
студент магистратуры 3 курса  
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной  
технический университет»  
Россия г. Уфа  
Научный руководитель: доцент, к.т.н. Чуктуров Г.К.*

## **ВИДЫ СМАЗОЧНЫХ ДОБАВОК К БУРОВОМУ РАСТВОРУ И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ**

***Аннотация:** Автор в статье рассматривает виды смазочных добавок к буровым растворам, их влияние на окружающую среду и требования, предъявляемые к ним. Приводятся аргументы, показывающие важность разработки современных смазочных добавок и их внедрение на производстве.*

***Ключевые слова:** буровые растворы, смазочная добавка, реология.*

***Annotation:** The author in the article considers the types of lubricant additives to drilling fluids, their impact on the environment and the requirements for them. Arguments are presented showing the importance of developing modern lubricant additives and their implementation in production.*

***Key words:** drilling fluids, lubricant additive, rheology.*

Повышение смазочной способности бурового раствора обеспечивается вводом в него смазочных добавок.

Одной из первых смазочных добавок для предотвращения и ликвидации прихватов и, пожалуй, самой распространенной в применение до последнего времени является нефть. Ввод 5...10% нефти в необработанный буровой раствор, уменьшает силу трения между металлической поверхностью и глинистой коркой на 20. . .30%. Помимо профилактики прихватов бурового инструмента, введение нефти в глинистый раствор способствует увеличению показателей работы долот

за счет гидрофобизации выбуренной породы: улучшения очистки от нее скважины, эффекта ранней турбулизации; повышения гидравлической мощности, подводимой к забою и др. При введении в нефть графита имеет место синергетический эффект улучшения смазочных свойств, поскольку активность графита значительно возрастает в олеофильных средах. Добавка в раствор только графита в количестве 0,6%, снижает число прихватов, уменьшает время на их ликвидацию в 1,5...5 раз и увеличивает проходку на долото на 5...10%. В связи с необходимостью поддерживать относительно высокую концентрацию нефти в буровом растворе, а практически и в связи с доступностью и низкой стоимостью расход нефти в качестве смазочной добавки велик. Потери нефти при бурении скважин глубже 3500 метров сильно возрастают вследствие больших объемов раствора, интенсификации процессов испарения, фильтрации, коркообразования, адсорбции на все более измельчающемся шламе. Эффективность ее применения снижается с увеличением температуры. В случае применения растворов с добавкой нефти усложняется интерпретация данных газового каротажа и электрометрических работ; характерна пожароопасность и высокая загрязняющая способность. Поэтому с учетом современных природоохранных требований, запрещающих применение токсичных и загрязняющих технологий, а также существующего дефицита нефти как ценного химического и стратегического сырья применение ее для технологических нужд бурения скважин, должно быть полностью исключено или ограничено до определенных концентраций, которые не представляют опасности для окружающей среды или которые могут быть впоследствии уничтожены под воздействием бактерий.<sup>1</sup>

По рекомендациям СибНИИНП в качестве смазочных веществ при проводке скважин в Западной Сибири были применены гидрофобизирующие кремнийорганические жидкости - ГКЖ-10 или ГКЖ-11. Это водноспиртовые растворы этил силиконата натрия. Оптимальная дозировка в буровом растворе

---

<sup>1</sup> Химреагенты и материалы для буровых растворов /Петров Н.А. и др. М.: ВНИИОЭНГ, 1997. - (Обзор.информ. в 2 ч.)- Ч.1 ,с.71

составляла 0,6...0,8%. На основании исследований считается наиболее эффективным использование смазочной композиции - смеси 6...8% нефти с 1% ГКЖ-10. В последние годы ГКЖ используется в небольших объемах, что связано с его жидкой товарной формой и отсутствием емкостей приема реагента.

Имеется определенный опыт использования для улучшения смазочных свойств раствора поверхностно-активных веществ (ПАВ), снижающих поверхностное натяжение на границе раздела двух фаз. Все основные типы наиболее эффективных ПАВ получают или могут быть получены в результате химической переработки нефти.

Неионогенные ПАВ. К ним относятся алкилфенолы: ОП-7, ОП-10, УФЭ-8, шкопау, превоцел. Эти вещества хорошо растворимы в пресных и пластовых водах. Объемные доли ввода реагентов составляют 0,1...0,2% (до 1%).

Из анионоактивных ПАВ наиболее распространен в применении сульфанол. Добавки его в буровой раствор в количестве 0,01... 0,03% обуславливают снижение коэффициента трения между металлом и фильтрационной коркой примерно на 15%. По поверхностной активности практически не уступает сульфанолу и шкопау анионоактивный ПАВ КЧНР повышает показатели работы долот при промывке водой. Применение его при бурении на глинистых растворах ограничивается из-за пенообразования.

Работами исследователей показано, что в качестве добавок к буровым растворам можно использовать химические соединения на основе предельных и непредельных карбоновых (жирных) кислот, а также их производных. Представителями смазочных добавок данного класса также является СМАД-1, разработанный на основе продуктов нефтеперерабатывающей промышленности во ВНИИБТ, частично омыленные жирные кислоты (ОЖК), омыленные омедненные жирные кислоты ОЖКМ, СПРИНТ и др.

Вышеперечисленные смазочные добавки являются добавками на углеводородной основе. Их применение, наряду со свойственными каждому реагенту ограничениями, сопряжено с экологическими трудностями, то есть загрязнением окружающей среды и шлама углеводородами. Поэтому если

признать необходимость использования таких смазочных добавок, то необходимо решить задачу очистки шлама и снижения процента ввода добавки до экологически допустимого уровня содержания углеводородной фазы. Более целесообразнее было бы применение альтернативных по действию, но более экономически выгодных и экологически чистых смазочных добавок.

Легкое таловое масло (ЛТМ) получено при смешивании головного погона от ректификации таллового масла с компонентом ГЮК, расходуемым на омыление жирных кислот (в основном олеиновой и линолевой), содержащихся в талловом масле - побочном продукте лесохимической промышленности. Согласно ЛТМ является хорошей смазочной добавкой, снижает липкость фильтрационной корки, а также повышает противоизносные свойства раствора. Добавка имеет низкую температуру застывания (минус 25... 30°C), пожаробезопасна (температура вспышки - 231°C), малотоксична (ПДК составляет 0,1 мг/л) и биологически хорошо разлагаема.

Гудроны или кубовые остатки масложировых предприятий являются побочными продуктами, образующимися в результате дистилляции жирных кислот из соапстоков растительных масел или животных жиров, или их смесей. Наиболее известен гудрон соапстока хлопкового масла или госсиполовая смола. Госсиполовая смола содержит 40 - 50% продуктов конденсации, полимеризации и других реакций госсипола, 50 - 60% жирных кислот и их производных. Использование в качестве смазочной добавки к буровым растворам затруднено из-за высокой вязкости. Г.В. Конесевым, М.Ю. Матякубовым и др. были проведены исследования с целью снижения вязкости госсиполовой смолы введением в нее различных разжижителей (нефть, дизельное топливо, газовый конденсат, Т-80). Оптимальный вариант был получен при применении реагента Т - 80 в соотношении 1:1 и 3:2. Данный состав был обозначен авторами Т - 80 ГС. Ввод в глинистый раствор Т - 80 ГС в концентрациях до 1% улучшает его противоизносные свойства в 2 раза.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Конесев Г.В. Буровые промывочные жидкости. Уфа: УНИ, 1983. С.84.

Были разработаны смазочные добавки на основе отходов рыбьего жира производства путем полной или частичной нейтрализации содержащихся в отходах жирных кислот при одновременном вводе в реакционную смесь пеногасителя. Содержание смазочной добавки в буровом растворе 0,3... 1,0% обеспечивает снижение коэффициента трения на 30...50% по сравнению с исходным глинистым раствором, что соответствует значениям коэффициента трения при содержании в растворе 5...17% нефти. Использование РЖС в комбинации с графитом (1:1, позволяет сократить расход РЖС на 30...50% РЖС выпускается в жидком и порошкообразном виде. Порошкообразная РЖС наиболее полно отвечает условиям бурения в Западной Сибири обладая высокой эффективностью, технологичностью, хорошей водорастворимостью и удобной товарной формой.<sup>3</sup>

Разработаны и прошли промышленные испытания на площадях смазочные добавки СДЭБ (смазочная добавка экологически безвредная) и РАМБС (растительное масло борносиликатное). Обе добавки содержат растительные жиры, эмульгатор и воду и приготовлены на основе отработанного подсолнечного масла. Оптимальная величина ввода обеих добавок - 0,5...1% от объема бурового раствора. По эффективности действия 1% СДЭБ - 2 (или РАМБС - 3) сопоставима 8...10% нефти. Испытания в Тюменской области показали возможность 1,5... 2 кратного уменьшения коэффициентов трения при добавке в раствор 0,7...1% РАМБС - 3.<sup>4</sup>

Смазочные добавки в виде частично омедненных жирных кислот (ОЖК), являющихся отходом производства себаценовой кислоты из касторового масла. Ввод 3% ОЖК позволяет снизить коэффициент трения в 2,5 раза. Повышение ингибирующих свойств добавки было получено путем ее нитрования и омеднения. Недостатком омедненной ОЖК является вероятность коррозии

---

<sup>3</sup> Иогансен К.В. Спутник буровика: Справочник. М.: Недр, 1990. С.164.

<sup>4</sup> Мирзаджанзаде А.Х., Ширинзаде С.А. Повышение эффективности и качества бурения глубоких скважин. М.: Недр, 1986. С. 84.

стали, так как при наличии полярных сред (вода и др.) и высоких температур медь выступает в роли катализатора электрохимической коррозии стали.

Как следует из вышеизложенного, эффективность применения существующего на данное время ассортимента смазочных добавок к буровым растворам ограничивается присущими каждому реагенту недостатками. Поэтому сохраняется актуальность разработки новых или усовершенствования имеющихся смазочных добавок. При этом перспективным является создание смазочных добавок комплексного действия, отвечающим, помимо своего целевого предназначения, требованиям, указанным в следующем пункте работы.

Можно сформулировать следующие требования к смазочным добавкам:

1. Многофункциональный принцип действия.

Это означает, что смазочные добавки должны быть совместимы с компонентами бурового раствора, оказывать положительное влияние на технологические параметры раствора или хотя бы не ухудшать их.

2. Термостойкость.

Смазочные добавки должны сохранять свои основные свойства во всем диапазоне температур, в котором используется промывочная

3. Устойчивость к полиминеральной и сероводородной агрессии. Смазочные добавки не должны подвергаться гидролизу или ре-разложения в водной среде, в том числе и в насыщенной полиминеральными солями.

4. Водорастворимость.

Смазочные добавки должны быть совместимы с дисперсионной средой бурового раствора и хорошо распределяемы в его объеме.

5. Технологичность в практическом применении.

Смазочная добавка должна иметь удобную товарную форму и низкую температуру застывания. Известно, что ряд смазочных реагентов именно из-за невыполнения этого требования не получили широкого применения, например, СМАД-1, остаточные продукты переработки масложировой промышленности (ТМО, МГО) и др.

6. Не токсичность по отношению к окружающей среде.

ПДК смазочного вещества в почве не должна вызывать прямого или косвенного отрицательного влияния на соприкасающиеся с почвой среды и здоровье человека, а также на самоочищающуюся способность почвы.

#### 7. Биоразлагаемость.

В целях утилизации смазочная добавка должна подвергаться разложению под влиянием естественных или искусственно создаваемых условий.

8. Выполнять свое основное предназначение, позволяющее, в конечном итоге, повысить технико - экономические показатели бурения:

а) предупреждение прихватоопасных ситуаций в скважине за счет снижения липкости фильтрационных корок;

б) повышение работоспособности породоразрушающего инструмента. Реализация этого возможна за счет адсорбции смазочных добавок на металле и пластифицировании поверхностей трения вследствие образования мягкого модифицированного слоя, приводящего к локализации напряжений в тончайших поверхностных объемах.

9. Понижать прочность горных пород за счет быстрой адсорбции активных компонентов смазочной добавки на вновь образующихся поверхностях в зоне предразрушения под забоем в процессе развития этих поверхностей, способствуя тем самым повышению эффективности разрушения горных пород.

#### 10. Пожаробезопасность

#### 11. Не дефицитность, экономичность.<sup>5</sup>

Подводя итоги, можем сделать следующий вывод: эффективность применения существующего на данное время ассортимента смазочных добавок к буровым растворам ограничивается присущими каждому реагенту недостатками, поэтому сохраняется актуальность разработки новых или усовершенствования имеющихся смазочных добавок. При этом перспективным

---

<sup>5</sup> Методика выбора комплекса мероприятий для предупреждения и ликвидации осложнений, связанных с нарушением устойчивости пород в процессе бурения / РД 39-0147009-88. Краснодар: ВНИИКРнефть, 1988 г. С. 87.



является создание смазочных добавок комплексного действия, отвечающим, помимо своего целевого предназначения, вышеуказанным требованиям.

### **ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ**

1. Конесев Г.В. Буровые промывочные жидкости. Уфа: УНИ, 1983. 91 с.
2. Химреагенты и материалы для буровых растворов /Петров Н.А. и др. М.: ВНИИОЭНГ, 1997. - (Обзор.информ. в 2 ч.) - Ч. 1- 65 с.; Ч. 2. -72 с.
3. Мирзаджанзаде А.Х., Ширинзаде С.А. Повышение эффективности и качества бурения глубоких скважин. М.: Недра, 1986. 278 с.
4. Иогансен К.В. Спутник буровика: Справочник. М.: Недра, 1990. 303с.
5. Методика выбора комплекса мероприятий для предупреждения и ликвидаций осложнений, связанных с нарушением устойчивости пород в процессе бурения / РД 39-0147009-88. Краснодар: ВНИИКРнефть, 1988. 97 с.