

Методы оценки эффективности пеногасителей для буровых растворов

Г.Г. ИШБАЕВ,
д.т.н., профессор,
генеральный директор

М.Р. ДИЛЬМИЕВ,
начальник службы буровых
растворов

Ю.М. АСАБИНА,
инженер-технолог службы
буровых растворов

А.К. КОЗЛОВА,
лаборант испытательной
лаборатории буровых
растворов

ООО НПП «БУРИНТЕХ»
reklama@burinteh.com

**Специалисты
ООО НПП «БУРИНТЕХ»
разработали
новые методики
подбора и оценки
эффективности
пеногасителей,
которые позволяют
подобрать
эффективные
концентрации
компонентов для
глинистого бурового
раствора на водной
основе.**

EFFICIENCY ASSESSMENT METHODS OF FOAM BREAKERS FOR DRILLING MUDS

G. ISHBAEV, M. DIL'MIEV, YU. ASABINA, A. KOZLOVA,
«BURINTECH» SPE Co Ltd.

The authors depict various efficiency assessment methods of foam breakers that are included in composition of water-base clayish drilling muds.

Key words: «BURINTECH» Co Ltd., drilling muds, foam breakers, foaming reagents, efficiency assessment methods

Применение пеногасителей охватывает ряд отраслей промышленности – лакокрасочную, химическую, целлюлознобумажную и другие. Пеногасители в составе буровых растворов входят в число основных компонентов и являются незаменимыми при использовании пенообразующих реагентов, таких как смазочные составы, гуматы и лигносульфонаты, сильнопенящие ПАВы, полимеры – производные целлюлозы, асфальты и ряд других.

Пена может возникнуть уже на первой стадии приготовления бурового раствора, что связано с механическими процессами – перемешиванием раствора при высоких скоростях сдвига, его перекачиванием с помощью насосов.

По степени введения в систему пеногаситель должен быть средневодимым, оказывая моментальный эффект при достаточно легком распределении в системе

и оставаясь устойчивым к силам сдвига на протяжении нескольких часов.

Существует несколько типов реагентов, предназначенных для борьбы с пенообразованием, которые можно классифицировать по действию.

Классификация пеногасителей для водных систем

- пеногасители на основе минеральных масел,
- силиконовые пеногасители,
- пеногасители, не содержащие силикона.

Пеногасители состоят из трех основных групп – носителей (75 – 90%), гидрофобных компонентов (5 – 10%), эмульгаторов (0 – 20%) и вспомогательных компонентов (0 – 20%). Носителями при этом являются различные виды масел – минеральные, растительные, силиконовые, парафиновые, полисилоксаны.

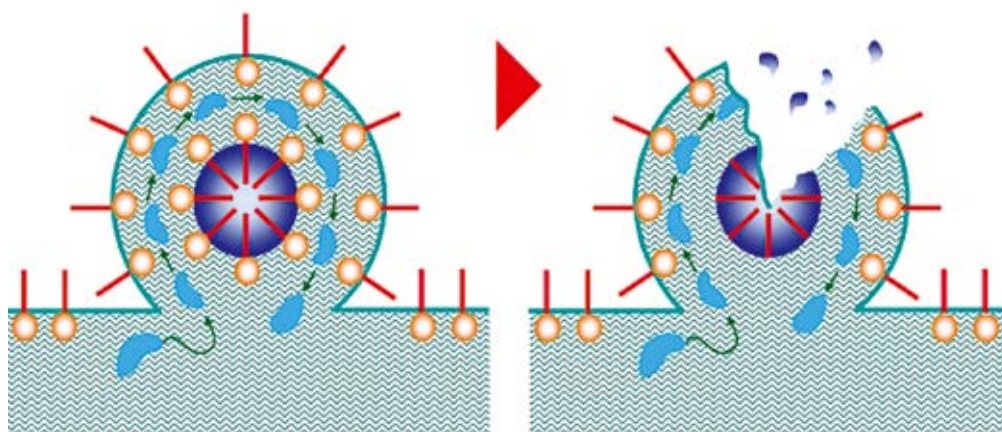


Рис. 1. Принцип действия пеногасителей



Назначение носителя заключается в распространении по поверхностному слою с целью удаления слоя молекул ПАВ и перемещения гидрофобных компонентов, входящих в состав пеногасителя, к двойному слою. Следовательно, носители должны быть нерастворимые и несовместимые с водной средой, для того чтобы подтянуться на поверхность.

Гидрофобные компоненты – это гидрофобные частицы размером 0,1 – 20 нм, включающие воск, гидрофобный кремнезем, пропиленгликоль, амиды и полиуретаны. Их главной задачей является поглощение молекулы ПАВ из двойного слоя, в результате чего поверхностное натяжение повышается и происходит разрушение пузырьков.

Эмульгаторы – наиболее важные компоненты для определения баланса между совместимостью и эффективностью пеногасителя. Под действием эмульгатора пеногаситель измельчается и проявляет свою эффективность в зависимости от размера частиц.

Вспомогательными компонентами являются биоциды, загустители или защитные коллоиды.

Основная задача гидрофобных частиц – войти в ламеллы и поглотить молекулы ПАВ с поверхности. В результате изменений в межфазном натяжении происходит разрушение пузырьков (рис. 1).

Чтобы достичь минимального пенообразования на протяжении всего процесса бурения, необходимо верно подобрать нужный тип пеногасителя, совместимого с данной средой бурового раствора.

Испытательной лабораторией буровых растворов ООО НПП «БУРИНТЕХ» были упорядочены ранее применявшиеся и разработан ряд новых методик подбора и оценки эффективности пеногасителей.

Данные испытания направлены на оценку приемлемости использования того или иного пеногасителя в заданных условиях работы, подбора эффективных концентраций для применения продукта в системе глинистого бурового раствора на водной основе.

Для сравнительного анализа были взяты образцы пеногасителей известных поставщиков, представляющие собой типичные реагенты:

- эмульсии силиконового масла с различной процентной концентрацией,
- композиции полипропиленгликолей (ППГ) и полиметилсилоксана (ПМС),
- эмульсии силиконового масла с добавлением ПАВ.

1. Барботажный метод

Метод основан на влиянии пеногасителя на вспененный водный раствор смазочных составов и полимеров в условиях принудительного барботирования (рис. 2).

Данные буровые реагенты в стандартных концентрациях обладают высокой пенообразующей способностью и часто входят в состав буровых промывочных жидкостей. Для испытаний использовались гидроксиэтилцеллюлоза (ГЭЦ) и два типа смазок – на основе фосфотидного концентрата и таллового масла. Последний тип смазки чаще всего применяется в буровых растворах.

Водный раствор переливают в стеклянную барботажную колонку высотой 50 см и диаметром 5 см, куда подается воздух с постоянной скоростью через стеклянный фильтр.

Пенообразующая способность определялась замером максимальной высоты столба жидкости с помощью градуированной шкалы на колонне. Пеногасящая спо-



Рис. 2. Применение барботажного метода

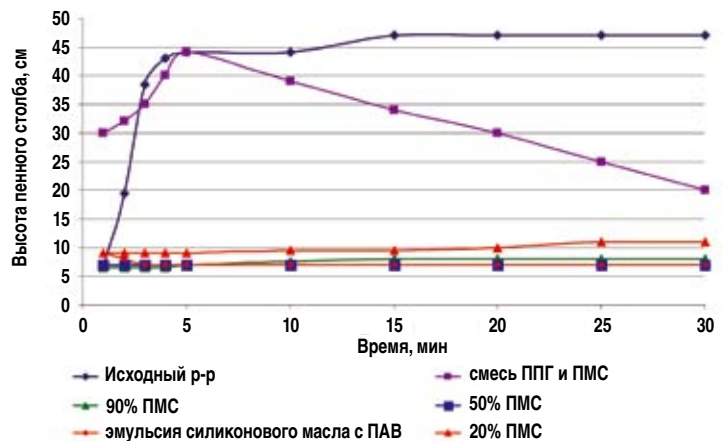


Рис. 3. Сравнительная эффективность гашения пены реагентами-пеногасителями (пенообразователь – смазочная добавка на основе таллового масла)

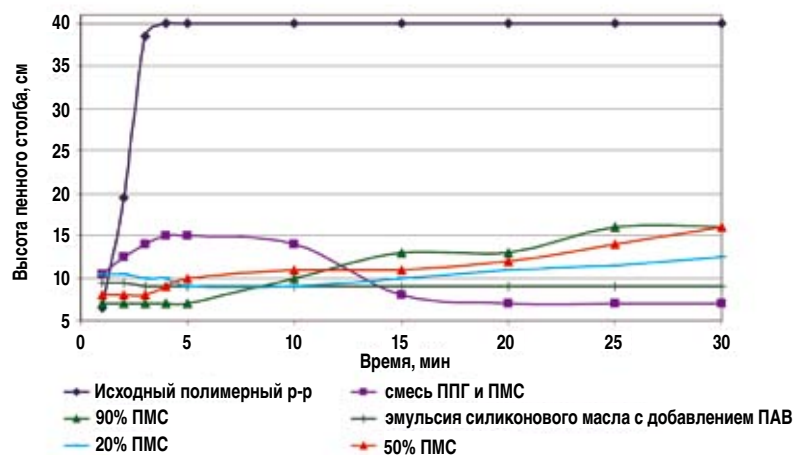


Рис. 4. Сравнительная эффективность гашения пены реагентами-пеногасителями (пенообразователь – ГЭЦ)

собность определялась измерением высоты столба остаточной пены после добавления 0,05% об. пеногасителя в течение 30 минут.

Достоинством данного метода является возможность оценки эффективности работы пеногасителя с течением времени, а также определение типа раство-

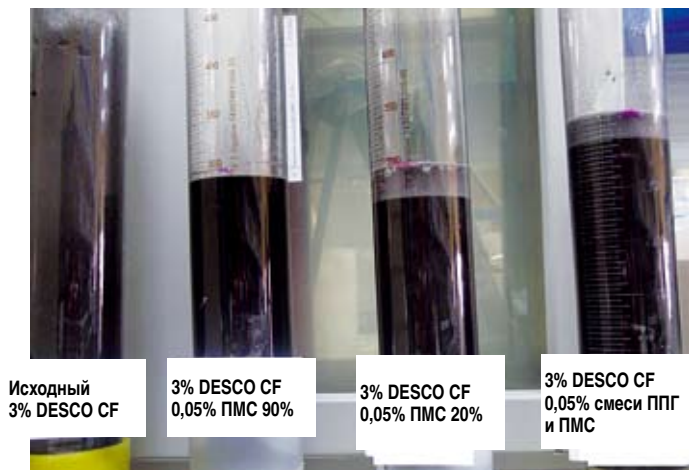


Рис. 5. Сравнительный анализ пеногасящей способности различных пеногасителей в водном растворе лигносульфоната

римости продукта. Так, легко вводимые пеногасители быстро смешиваются с водной средой, обладают мгновенным, но коротким эффектом. Трудно вводимые пеногасители обладают обратными свойствами [1].

По результатам проведенного опыта выявлено, что мгновенным эффектом обладают все образцы пеногасителей, кроме образца, состоящего из смеси ППГ и ПМС. Эффективность образцов сохраняется на протяжении всего опыта (30 минут). Смесь ППГ и ПМС изначально показывает низкую эффективность, которая затем со временем увеличивается (рис. 3).

При гашении полимерной пены в водном растворе все образцы пеногасителей показали одинаковую эффективность. Наиболее стабильным оказался образец, представляющий собой эмульсию силиконового масла с добавлением ПАВ (рис. 4).

2. Определение показателя эффективности гашения лигносульфонатной пены реагентом-пеногасителем

Испытания проводились с использованием реагента-дефлокулянта DESCO CF (аналогичного по свойствам), вызывающего сильное пенообразование в водной среде в концентрации 3% масс. при перемешивании на высоких скоростях сдвига в течение нескольких минут (рис. 5).

Пенообразующая способность определялась замером объема вспененной жидкости, помещенной сразу же после перемешивания в градуированный цилиндр. Пеногасящая способность определялась замером объ-

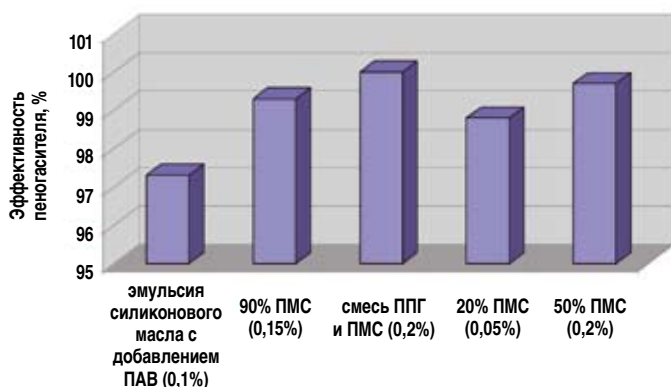


Рис. 7. Сравнение максимальной пеногасящей способности различных пеногасителей без интенсивного перемешивания

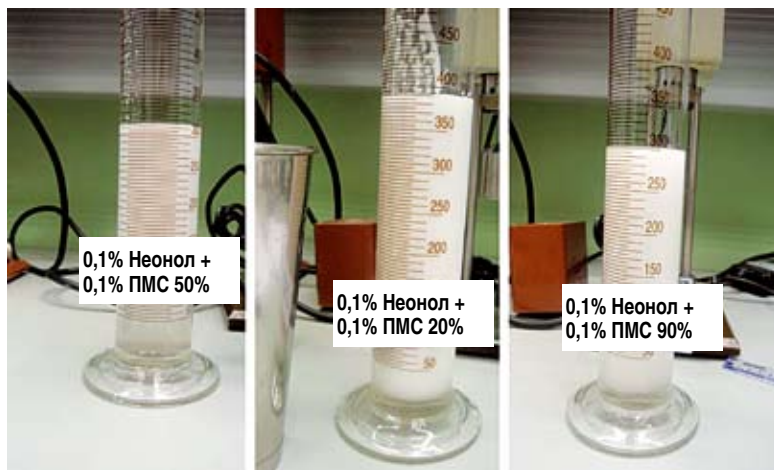


Рис. 6. Сравнительный анализ пенообразования водного раствора ПАВ с добавлением различных пеногасителей

ема остаточной вспененной жидкости после добавления 0,05% об. пеногасителя.

Показатель эффективности пеногашения (ПЭ), %:

$$ПЭ = \left(\frac{(V - V_{\text{остаток}}) - (V_2 - V_{\text{остаток}})}{V_1 - V_{\text{воды}}} \right) \cdot 100\%, \quad (1)$$

где V_1 – объем вспененной жидкости, см^3 ,

V_2 – объем жидкости с добавлением пеногасителя, см^3 ,

V воды – истинный объем жидкости, см^3 .

Достоинство данного экспресс-метода заключается в возможности быстро оценить мгновенную эффективность реагентов-пеногасителей в среде водного раствора лигносульфонатов, степень пенообразования которых достигает 100%. Данный метод не требует использования специального оборудования, как это происходит при барботировании, в опыте используются только градуированный цилиндр и лабораторный миксер.

3. Определение пенообразующей способности водного раствора сильно пенящего ПАВ с добавлением пеногасителя

Испытания проводились с использованием сильно пенящего ПАВ марки «Неонол», вызывающего пенообразование в концентрации 0,1% об. в водной среде (рис. 6).

Пенообразующая способность определялась замером объема вспененной жидкости с добавлением 0,1% об. пеногасителя, помещенной сразу после перемешивания на высоких скоростях сдвига в течение нескольких минут в градуированный цилиндр.

Степень пенообразования (СП), %:

$$СП = \left(\frac{V_2 - V_1}{V_2} \right) \cdot 100\%, \quad (2)$$

где V_1 – истинный объем жидкости, см^3 ,

V_2 – объем жидкости с добавлением пеногасителя, см^3 .

Данный метод можно отнести к экспресс-методам. Его достоинством, как и предыдущего, являются быстрота, легкость применения, а также высокая сходимость результатов анализа.



4. Определение пеногасящей способности реагента-пеногасителя по изменению плотности бурового раствора

Сущность метода заключается в измерении плотности бурового раствора, принудительно вспененного, и сравнении ее с плотностью раствора с добавлением различных концентраций реагента-пеногасителя.

Данный метод можно отнести к основным, так как с его помощью оценивается способность пеногасителя эффективно работать непосредственно в буровом растворе в различных концентрациях от 0,05% до 0,2% об. в условиях интенсивного перемешивания (миксер) и перемешивания при низких скоростях сдвига (лабораторная мешалка).

При перемешивании бурового раствора на миксере с большими скоростями сдвига моделируются условия перемешивания бурового раствора шламовым центробежным насосом (ШН), которое является одной из причин вспенивания промывочной жидкости в процессе бурения скважины.

При приготовлении базового полимерного бентонитового раствора в качестве твердой фазы выбран глинопорошок марки «ПБН» (аналогичный по свойствам). Пенообразователем выступает сильно пенящая смазочная добавка на основе таллового масла в концентрации 1% об. Остальные компоненты бурового раствора соответствуют техническим требованиям стандарта ISO 13500:2006/API 13A.

Рассмотрим пошагово процесс анализа.

Раствор готовят под лабораторной мешалкой при скорости 1200 – 1500 об/мин, затем выдерживают при нормальных условиях 16 – 20 ч в закрытой емкости. Истинная плотность бурового раствора (ρ_1) измерялась пикнометрическим методом.

400 мл базового раствора перемешивают с высокими скоростями сдвига на миксере в течение 20 мин. Сразу после перемешивания раствор помещают под мешалку на 10 мин. Затем замеряют плотность нижней части раствора (ρ_2) (50 – 100 мл оставшихся в стакане).

Далее раствор снова помещают под миксер и осуществляют перемешивание в течение 20 мин. Затем раствор переносят под мешалку, вводят пеногаситель в заданной концентрации, осуществляют перемешивание со скоростью 1000 – 1500 об/мин. в течение 10 мин. После перемешивания замеряют плотность нижней части раствора (ρ_3).

Раствор помещают под миксер, перемешивают 20 мин. Затем помещают под мешалку на 10 мин. После этого замеряют плотность нижней части раствора (ρ_4).

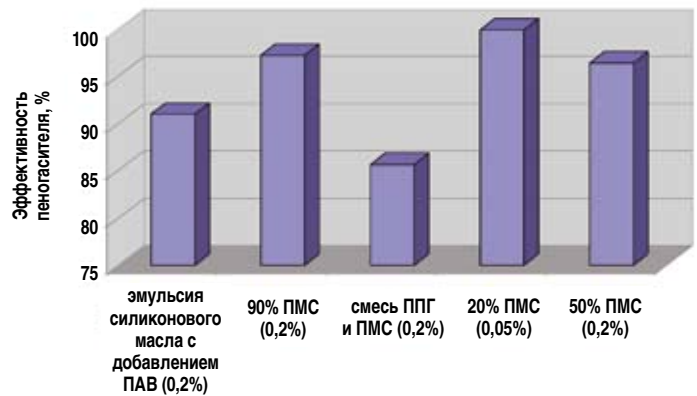


Рис. 8. Сравнение максимальной пеногасящей способности различных пеногасителей после интенсивного перемешивания

Эффективность работы пеногасителя без интенсивного перемешивания (Θ_1), %:

$$\Theta_1 = \left(\frac{\rho_3 - \rho_2}{\rho_1} \right) \cdot 100\% \quad (3)$$

Эффективность работы пеногасителя после интенсивного перемешивания (Θ_2), %:

$$\Theta_2 = \left(\frac{\rho_4 - \rho_2}{\rho_1} \right) \cdot 100\% \quad (4)$$

В условиях перемешивания при низких скоростях сдвига все пеногасители обладают высоким показателем пеногашения – свыше 95%, наиболее эффективным из них является образец смеси ППГ и ПМС (рис. 7).

Наиболее эффективными для использования в буровых растворах при интенсивном перемешивании являются образцы, имеющие в составе от 20% до 90% ПМС (рис. 8).

Пеногасители, представляющие собой силиконовые эмульсии с различным процентным соотношением, рекомендуется использовать в буровых полимерных растворах в условиях интенсивного перемешивания в максимальных концентрациях (до 0,2%). Все тестируемые силиконовые пеногасители являются легковводимыми и оказывают мгновенный гасящий эффект на пену, образованную как лигносульфонатами, так и сильно пенящими ПАВ. Наиболее широкой областью применения в буровых растворах выявлены силиконовые пеногасители, состоящие более чем на 50% из ПМС.

Выводы

Комплексное использование всех методик оценки эффективности пеногасителей в лабораториях буровых растворов поможет при выборе наиболее эффективного из них в совокупности. Каждая из приведенных методик в отдельности наглядно показывает работу и оценивает эффективность и возможность применения реагента-пеногасителя каждого типа для конкретных условий его применения.

Литература

1. Малинкина М.Ю. Пеногасители. ЗАО «Евро Колор», 2007. ■

Ключевые слова: ООО «Буринтех», буровые растворы, пеногасители, пенообразующие реагенты, методики оценки эффективности