

Литература

1. Давиденко А. Н., Игнатов А. А., Вяткин С. С. Некоторые вопросы гидромеханического способа бурения // Наук. праці ДонНТУ. Серія Гірничо-геологічна. – 2011. – № 14(181) – С. 75–78.
2. Уваков А. Б. Шароструйное бурение. – М.: Недра, 1969. – 207 с.
3. Игнатов А. А., Вяткин С. С. Особенности конструкции и механики работы нового гидродинамического снаряда // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент-техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – К.: Изд-во ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2011. – Вып. 14. – С. 58–61.
4. Пат. 67845 № u201108906 Україна, МПК Е 21 В 7/18. Кулькострумийний прилад / А. О. Ігнатов, С. С. Вяткин. – Заявл. 15.07.11; Опубл. 12.03.12; Бюл. № 5.
5. Пат. 68322 № u201109643 Україна, МПК Е 21 В 7/18. Кулькострумийний прилад / А. О. Ігнатов, С. С. Вяткин. – Заявл. 02.08.11; Опубл. 26.03.12; Бюл. № 6.
6. Пат. 81067 № u201212574 Україна, МПК Е 21 В 7/00. Пристрій для буріння / А. О. Ігнатов. – Заявл. 05.11.12; Опубл. 25.06.13; Бюл. № 12.

Поступила 29.07.13

УДК 622.24.06

А. Н. Давиденко, А. А. Игнатов, П. П. Полищук

Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепрпетровск, Украина

МАТЕРИАЛЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОЖИДКОСТНЫХ СМЕСЕЙ

Проанализированы состояние и перспективы развития техники и технологии бурения с применением газожидкостных смесей. Рассмотрены особенности физико-химических взаимодействий на границе раздела фаз. Намечены пути дальнейшего совершенствования указанной технологии.

Ключевые слова: *газожидкостная смесь, водородный показатель, пенообразование, поверхностно-активное вещество, стабильность, рабочая среда.*

Введение

Изучение значительного числа литературных публикаций и данных производственных предприятий позволяет с уверенностью сказать, что газожидкостные смеси, в той или иной форме, приобретают все большее распространение [1]. Такое положение вещей обусловлено, прежде всего, наличием особых технологических свойств газожидкостных смесей, которые являются проявлением целого спектра самых разнообразных особенностей фаз, составляющих указанные системы. Причем, эти свойства – многофакторные, и во многом определяются не только компонентным составом, но также физико-химическими и специфическими характеристиками фаз, составляющих газожидкостную смесь. Довольно велика, в указанном выше аспекте, роль способа получения пенных систем.

Растут масштабы применения газожидкостных смесей в буровых работах и ремонте скважин, чему, в немалой мере, способствует высокая выносная способность смесей, в сравнении со всеми прочими видами очистных агентов.

Не затрагивая широкого круга вопросов, с которыми сталкиваются при использовании газожидкостных смесей [2], остановимся на выяснении степени влияния водородного показателя на механизм пенообразования и стабильности полученных составов.

Целью работы является рассмотрение на качественном уровне эффективности действия реагентов-пенообразователей в условиях изменений рН среды.

Основной материал

Способность растворов образовывать газожидкостные смеси или пены определяется особыми свойствами молекул растворенных веществ, которые относятся к классу поверхностно-активных (ПАВ). Действие ПАВ, как известно, целиком зависит от свойств среды, в которой они растворены или распределены. Возможность и интенсивность пенообразования, при всех прочих равных условиях, обуславливается влиянием температуры и водородного показателя. Изменения температуры вызывает изменения растворимости реагента пенообразователя, концентрации и подвижности его молекул в среде-растворителе, что приводит в конечном итоге к изменению скорости выравнивания плотности адсорбционного слоя на пузырьках газа, и тем самым к изменению прочности пены. Величина рН оказывает влияние на эти же процессы вследствие изменения степени диссоциации или дисперсности (а в целом можно сказать – растворимости) пенообразователей в рабочей среде.

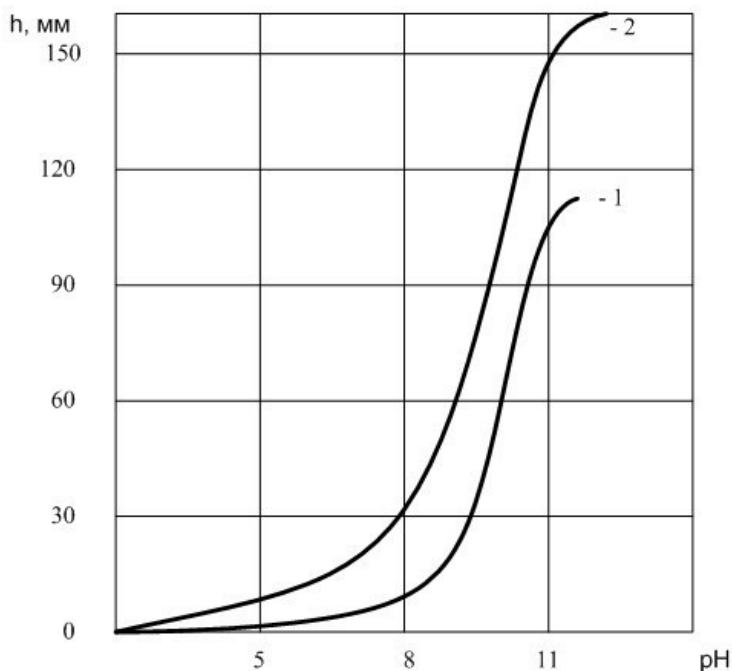


Рис. 1. Пенообразующая способность характерного анионноактивного ПАВ в зависимости от рН при его концентрации: 1 – $6,6 \cdot 10^{-5}$ моль/л; 2 – $2,0 \cdot 10^{-4}$ моль/л

Данных по строго однозначной зависимости пенообразующей способности растворов ПАВ от уровня рН нет. Известно, что при одном и том же водородном показателе среды, пенообразующая способность ПАВ различных групп неодинакова [3]. Анионноактивные ПАВ в кислой среде пену практически не образуют. Максимальное пенообразование анионноактивных ПАВ обычно наблюдается при рН равном 8–9, а для некоторых соединений этой группы ПАВ даже при рН равном 12 вспенивающая способность своего максимального значения еще не достигает (рис. 1). В целом анионноактивные ПАВ можно охарактеризовать

следующим: с увеличением длины гидрофобной цепи максимум их пенообразующей способности сдвигается в щелочную область.

Пенообразующая способность неионогенных ПАВ в основном не зависит от pH значений в их интервале от 3 до 9. Амфотерные ПАВ проявляют максимальную пенообразующую способность при pH равном 4,5. Однако для некоторых ПАВ этой группы рост пенообразования происходит и в щелочной среде.

Кроме собственно процесса пенообразования, значение водородного показателя определяет также устойчивость (стабильность) газожидкостных смесей. Отдельными исследованиями была показана корреляционная зависимость стабильности пены от уровня pH [3]. Проводилась оценка устойчивости пены, полученной из растворов с различной концентрацией как самого ПАВ-пенообразователя, так и водородных ионов. Анализ результатов наблюдений выявил наиболее яркое влияние на стабильность пен именно водородного показателя.

Подводя промежуточный итог, важно подчеркнуть следующее: роль водородного показателя в процессах пенообразования можно считать частично выясненной, а наличие прямого влияния на ход образования и устойчивость газожидкостных смесей – утверждением доказанным.

В настоящее время, в связи с отсутствием четких критериев предсказания пенообразующих свойств ПАВ и их поведение в той или иной среде, при проектировании технологии бурения с использованием газожидкостных смесей рекомендуется руководствоваться справочными данными [4]. В них предлагается значительный ряд рецептур приготовления пенных очистных агентов, соответствующих определенным горно-геологическим и технико-технологическим условиям. Многогранность решаемых задач предопределила необходимость создания композиционных составов ПАВ-пенообразователей и вспомогательных веществ; при этом назначение каждого их компонента различно и сводится к следующему: получение устойчивой пены, регулирование состава рабочей среды, обусловленного в первую очередь определенной минерализацией, и, наконец, нейтрализация действия водородного показателя. В целом, при таком подходе, цель достигается, однако, возникают другие проблемы и, прежде всего – гашение отработанных газожидкостных систем.

Композиционные составы ПАВ-пенообразователей и вспомогательных веществ дают газожидкостные смеси довольно высокой стабильности, что полностью исключает ее быстрое саморазрушение и приводит к необходимости введения в комплекс технологического оборудования, обеспечивающего циркуляцию очистного агента на буровой (рис. 2), установок для пеноразрушения. Кроме того, наличие в составе газожидкостных смесей нескольких реагентов вносит значительные коррективы (не всегда положительные) в забойные процессы разрушения горных пород, обусловленные физико-химическим взаимодействием на границе раздела фаз. Таким образом, возникает вопрос о необходимости замены чисто химических способов регулирования свойств рабочей среды на физико-химические, которые позволят изменять параметры последней посредством действия электрических полей, что в нашем случае выражается в электрохимической обработке. В результате такого воздействия жидкость переходит в метастабильное (активированное) состояние, которое характеризуется аномальными значениями физико-химических параметров, в том числе окислительно-восстановительного потенциала, связанного с активностью электронов в воде, электропроводности, pH, поверхностного натяжения и других параметров и свойств.

В результате катодной электрохимической обработки рабочая среда приобретает щелочную реакцию за счет превращения некоторой части растворенных солей в гидроксиды и присутствия избыточных гидроксильных групп OH^- , при этом значение водородного показателя соответственно увеличивается [5].

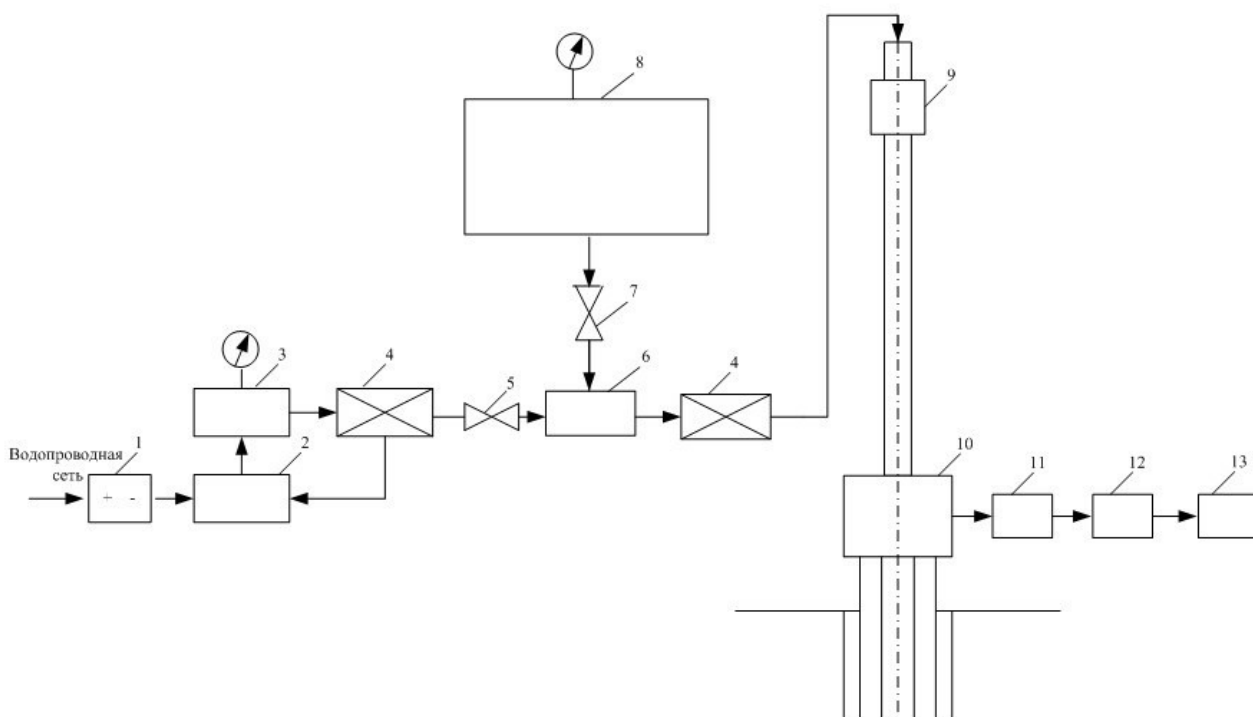


Рис. 2. Технологическая схема циркуляции газожидкостной смеси на буровой:
1 – электроактиватор; 2 – емкость с раствором ПАВ; 3 – дозирующий насос;
4 – трехходовой кран; 5 – предохранительный клапан; 6 – пеногенератор; 7 – вентиль;
8 – компрессор; 9 – вертлюг-сальник; 10 – герметизатор; 11 – пеногаситель;
12 – иламосборник; 13 – емкость-отстойник

Что касается химического состава, то происходит снижение содержания растворенных кислорода, азота, возрастает концентрация водорода, свободных гидроксильных групп, при этом изменяется структура не только гидратных оболочек ионов, но и свободного объема воды. В результате образования хорошо растворимых гидроксидов натрия и калия и повышения вследствие этого рН, происходит сдвиг углекислотного равновесия с образованием труднорастворимых карбонатов кальция и магния из находящихся обычно в исходной рабочей среде растворимых соединений этих металлов. Ионы тяжелых металлов и железа практически полностью превращаются в нерастворимые гидроксиды, которые выпадают в осадок с последующим удалением из объема.

При анодной электрохимической обработке происходит увеличение содержания растворенного хлора, кислорода, уменьшается концентрация водорода, азота.

Эффективность такого подхода очевидна и выражается в следующем. Открывается путь к замене композиционных составов ПАВ-пенообразователей и вспомогательных веществ на лишь только пенообразователь, максимально удовлетворяющий данным геолого-техническим условиям. Исключение из состава циркуляционной системы на буровой оборудования для пеногашения, или, по крайней мере, его упрощение. Как следствие приведенного выше – это снижение затрат на проведение работ при использовании газожидкостных смесей.

Выводы

1. Показана ведущая роль водородного показателя в процессах пенообразования в зависимости от типа ПАВ и химического состава рабочей среды.

2. Доказано наличие прямого влияния концентрации водородных ионов на ход образования и устойчивость газожидкостных смесей.

3. Включение электроактиватора в технологическую схему циркуляции рабочего раствора на буровой позволит оперативно регулировать водородный показатель последней и как следствие процесс пенообразования и устойчивости (стабильности) газожидкостных смесей.

4. Выдвинутые в работе теоретические положения требуют дальнейших аналитических и экспериментальных исследований.

Analyzed the status and prospects of the development of technology and the technology of drilling with the use of gas-liquid systems. The characteristics of physical and chemical interactions at the interface. The ways of further improving this technology.

Key words: *gas-liquid systems, hydrogen ion concentration, foaming, surfactant, stability, working environment.*

Проаналізовано стан і перспективи розвитку техніки і технології буріння з застосуванням газорідних сумішей. Розглянуто особливості фізико-хімічних взаємодій на межі розділу фаз. Окреслено шляхи подальшого вдосконалення зазначеної технології.

Ключові слова: *газорідна суміш, водневий показник, піноутворення, поверхнево-активна речовина, стабільність, робоче середовище.*

Литература

1. Яковлев А. А. Газожидкостные промывочные и тампонажные смеси (комплексная технология бурения и крепления скважин). – С.-Пб.: СПбГГИ, 2000. – 144 с.
2. Лопатин Ю. С. Коренное улучшение технологии строительства скважин при разработке нефтяных, газовых и геотермальных месторождений в замен традиционной жидкостной технологии на газожидкостную // Вестник ассоциации буровых подрядчиков. – 2000. – № 1. – С. 36–37.
3. Бронзов А. С. Бурение скважин с использованием газообразных агентов. – М.: Недра, 1979. – 288 с.
4. Кудряшов Б. Б., Кирсанов А. И. Бурение разведочных скважин с применением воздуха. – М.: Недра, 1990. – 263 с.
5. Давиденко А. Н., Полищук П. П. Результаты лабораторных исследований процесса электрохимической активации промывочной жидкости, применяемой при сооружении скважин // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників – 2011». – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2011. – С. 89–93.

Поступила 29.07.13