

UDK 622.2.621.8

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ РЕАГЕНТОВ - СТАБИЛИЗАТОРОВ К БУРОВЫМ РАСТВОРАМ

Холбаев Б.М., проф., Саломов А., студент (КарИЭИ)

Аннотация: В статье приведены реагенты - стабилизаторы предназначенные в основном для снижения фильтрации и вязкости бурового раствора.

Ключевые слова: Карбоксиметилцеллюлоза, карбаминол, карбофен, лигносульфатный реагент, модифицированный крахмал.

Введение. В последнее время все большее внимание уделяется проблеме создания новых, высокоэффективных и доступных буровых растворов, т.к. в основном большинство компонентов и модификаторов буровых растворов завозится из-зарубежа, они дорогие, труднодоступные, не устойчивые к климатическим условиям Центральной Азии, и в некоторых случаях - токсичные и вредные для окружающей среды. Основной функцией бурового раствора является также очистка забоя от разрушенной долотом породы и вынос шлама из скважины. Чем быстрее удаляются потоком бурового раствора осколки породы с забоя, тем эффективнее работает долото. Требование удалять шлам с забоя - обязательное, так как в противном случае невозможно обеспечить углубление ствола скважины. Для улучшения очистки забоя на практике увеличивают вязкость бурового раствора или его подачу к забою через насадки долота [4].

Объект и метод исследования. Реагенты-стабилизаторы предназначены в основном для снижения фильтрации и вязкости бурового раствора. Это органические соединения, обладающие высокой гидрофильностью и растворимостью в воде. Известны реагенты-стабилизаторы на основе целлюлозы (карбоксиметил целлюлоза, карбаминол, карбофен), лигносульфонатов, лигнина, полифенолов, акриловых полимеров, биополимеров, натриевых и калиевых солей гуминовых кислот, крахмалов (технический крахмал, модифицированный крахмал) [5].

Наиболее широко распространенным в практике бурения скважин является такой реагент-стабилизатор как карбоксиметил целлюлоза (КМЦ).

Известно, что карбоксиметил целлюлоза (КМЦ) различных степеней полимеризации сохраняет свои защитные свойства до температуры 130-160°C. Однако с ростом глубин и, как следствие этого, с ростом температуры на забое, в результате термоокислительной деструкции КМЦ, значительно увеличивается ее расход для обработки промывочных жидкостей. Были предприняты различные попытки в данной области, чтобы улучшить свойства КМЦ, но большинство из них принесли лишь незначительные улучшения качества. Одним из представляющих интерес улучшений является применение ингибиторов. Для повышения термостойкости КМЦ в нее при синтезе вводят небольшое количество фенола, аминоспиртов, анилина. Получаемые при этом продукты, соответственно, карбофен, карбоминол, карбонил, обладают высокой эффективностью в условиях повышенных температур и минерализации. Например, карбоминол обеспечивает высокую стабилизацию буровых растворов различной минерализации при температурах 180-190°C [6].

Результаты. Для повышения устойчивости КМЦ к термоокислительной деструкции в буровой раствор вводят совместно с ингибитором, в качестве которого используют гексаметилендиамид (ГМДА) в количестве 1-3,5% от веса раствора (SU 473803, кл. С 09 К 7/00, 1975 г.). Введение гексаметилендиамина в процессе синтеза КМЦ приводит к получению карбодиамина и позволяет снизить количество ингибитора в 100-500 раз.

Длительное время в качестве стабилизатора и регулятора структурно-механических и реологических свойств бурового раствора использовали модифицированную карбоксиметил целлюлозу, представляющую собой продукт взаимодействия щелочной целлюлозы, моноуксусной кислоты или ее натриевой соли и углещелочного реагента [7]. Известный реагент выпускают в виде порошка, который выполняет функции понизителя фильтрации. В качестве смазывающей и профилактической добавки используют нестабилизированную нефть с поверхностно-активным веществом - сульфонолом. Однако это дорогой по стоимости реагент и недостаточно стойкий в условиях полиминеральной агрессии. Кроме того, растворы, обработанные КМЦ, имеют, как правило, низкие значения структурно-механических свойств, что ухудшает вынос выбуренной породы с забоя скважины, особенно из горизонтального участка ствола.

Известен лигносульфатный реагент, получаемый путем взаимодействия конденсированной сульфит-спиртовой барды (КССБ) с бихроматом щелочного металла в водной среде при температуре 80-90°C, причем бихромат щелочного металла используют в количестве 0,5-1,0 мас.% от массы КССБ [8].

Однако полученный таким способом реагент неудовлетворительно регулирует фильтрационные показатели глинистых буровых растворов, особенно при температуре 180°C.

Известен также реагент [9] для глинистых буровых растворов, получаемый в процессе обработки водорастворимого полимера серноокислым железом и хроматом, и последующего нагревания смеси (RU, 2106383, кл. С 09 К 7/00, 1998 г.). В качестве водорастворимого полимера используют моносахариды, а обработку хроматом ведут в щелочной среде при рН 8-9 при молярном соотношении моносахаридов и хромата 1:0,5-1:1.

Получаемый по известному способу реагент обладает хорошим разжижающим действием, но недостаточно полно регулирует фильтрационные свойства буровых растворов.

Известен [10] лигносульфатный реагент для обработки глинистых буровых растворов, получаемый при температуре 60-70°C в процессе перемешивания лигносульфоната, серной кислоты и формалина с последующей нейтрализацией смеси едким натром. Реакционную смесь берут при следующем соотношении ингредиентов, мас. %: лигносульфонат 94-95, формалин 2-3, серная кислота 3-4. Недостатком известного реагента является невысокая разжижающая способность и низкая способность к снижению фильтрации глинистых растворов.

Известен [11] реагент для глинистых буровых растворов, включающий смесь таллового пека, гидроксида натрия и торфа. Талловый пек является кубовым остатком ректификации таллового масла и состоит из нейтральных и окисляемых органических веществ, смоляных кислот и жирных кислот. Смесь спекают в течение 1-2 час при температуре 120-150°C.

После резкого охлаждения смеси от температуры спекания до температуры окружающей среды получают твердый, хрупкий хорошо растворимый продукт коричневого цвета. Реагент может быть получен в рамках существующих технологий лесохимических производств и применен при бурении скважин введением дозированных количеств в циркулирующий буровой раствор. Известному реагенту присущи эффективные ингибирующие и смазочные свойства за счет образования специфичных межмолекулярных соединений [12].

Разработан концентрат [13] бурового раствора, представляющий собой порошкообразную смесь наполнителя – глинопорошка и измельченного отвердевшего при охлаждении реагента - стабилизатора для буровых растворов, полученного в виде продукта термообработки при температуре 90-104°C в водном растворе щелочи лигносульфонатов, таллового пека и КМЦ в условиях

перемешивания, являющегося полимерной композицией в форме стабильной водной суспензии, при соотношении компонентов, мас. %: лигносульфонаты 36,5-39,0, талловый пек 36,5-39,0, щелочь 2,5-5,0, КМЦ 13-17,5, вода остальное в виде 50%-ного раствора щелочи, причем количество глинопорошка - 4,0-16,86 мас. %.

Стабилизация буровых растворов плотностью 1040-1050 кг/м³ с использованием известного реагента обеспечивает низкие значения статистического напряжения сдвига, высокие значения фильтрации и коэффициента липкости (трения) глинистой корки. Чтобы привести в соответствие требованиям регламента расход реагента увеличивают до 10 мас. % и более. Проведенное авторами исследование процесса синтеза известного реагента показало, что низкое качество целевого продукта (реагента - стабилизатора) и нестабильность его физико-химических свойств от процесса к процессу обусловлено тем, что процесс получения продукта проводится в отсутствие критерия завершенности процесса его формирования [14].

Известный концентрат характеризуется недостаточной растворимостью в водной среде, а также слеживаемостью. Для его растворения в воде необходим обязательный нагрев воды или глинистого раствора. Из-за дополнительных энергозатрат его использование ограничивается предприятиями, обеспеченными в достаточном количестве энергоресурсами [15].

В рамках данной заявки решается задача получения улучшенных и воспроизводимых структурно механических свойств реагента, обеспечивающих повышение значений статического напряжения сдвига и снижение уровня фильтрации буровых растворов при одновременном снижении уровня расхода реагента, при сохранении термоустойчивости в условиях солевого воздействия до 180°C, повышения эффективности диспергирующегося в водной среде и экономичного концентрата бурового раствора [16].

Поставленная задача решается тем, что реагент-стабилизатор для буровых растворов, полученный в виде продукта термообработки в водном растворе щелочи лигносульфонатов, таллового пека и карбоксиметилцеллюлозы КМЦ в условиях перемешивания и удаления паров воды, являющегося полимерной композицией в форме стабильной водной суспензии, характеризуется тем, что удаление паров воды контролируемое, а указанная суспензия имеет значение вязкости 4000-7000 сантипуаз (спз). Причем указанная суспензия включает водорастворимую часть, содержащую в том числе низкозамещенные простые эфиры целлюлозы и соли щелочного металла КМЦ, и водонерастворимую часть, содержащую в том числе полизамещенные эфиры целлюлозы, температура

термообработки 90-110°C, соотношение указанных ингредиентов следующее, мас. %: лигносульфонаты 15-18, талловый пек 54-58, щелочь 8-18, КМЦ 18-20, вода остальное, водный раствор щелочи имеет показатель рН 9,5-11 [17].

Поставленная задача также решается тем, что концентрат бурового раствора, представляющий собой порошкообразную смесь наполнителя и измельченного отвердевшего при охлаждении реагента-стабилизатора для буровых растворов, полученного в виде продукта термообработки в водном растворе щелочи лигносульфонатов, таллового пека и карбоксиметилцеллюлозы КМЦ в условиях перемешивания, являющегося полимерной композицией в форме стабильной водной суспензии, характеризуется тем, что при указанном перемешивании осуществляют контролируемое удаление паров воды, указанная суспензия имеет значение вязкости 4000-7000 сантипуаз (сПз), а указанная смесь имеет водорастворимую и водонерастворимую составляющие при их массовом отношении (6,5-21,5):(78, 5093, 5) соответственно. Причем указанная суспензия включает водорастворимую часть, содержащую в том числе низкозамещенные простые эфиры целлюлозы и соли щелочного металла КМЦ, и водонерастворимую часть, содержащую в том числе полизамещенные эфиры целлюлозы, в качестве наполнителя он содержит глинопорошок либо мел [18].

Сущность разработки [19] состоит в установлении причин-носледственной связи между такими свойствами глинистого бурового раствора, как статическое напряжение сдвига, а также степень фильтрации, и физико-химическим состоянием реагента в момент завершения процесса его синтеза в виде стабильной полимерной водной суспензии, величиной вязкости этой суспензии при температуре обработки (синтеза) и составом реакционной смеси. Для выявления этой взаимообусловленности было изучено в условиях протекания обратимых реакций органического синтеза сложное реологическое поведение полимерной композиции, когда одновременно проявляются вязкие и пластические свойства. При отсутствии общего реологического уравнения состояния вещества авторами экспериментально были найдены те оптимальные значения величины вязкости полимерной дисперсионной системы в форме суспензии при температуре обработки 90-110°C для данного состава реакционной смеси, при которых обеспечиваются требуемые значения пластической вязкости и динамическое напряжение сдвига бурового раствора. Этот установленный опытным путем диапазон значений вязкости суспензии является критерием готовности и качества реагента-стабилизатора, поскольку отражает его физико-химическое состояние, определяющее в свою очередь свойства бурового раствора плотностью 1040-1050 кг/м³. Полученный

полимерный реагент с заданными реологическими свойствами обладает устойчивостью в широком диапазоне pH и минерализации[20].

Авторами экспериментально было найдено оптимальное соотношение между растворимой в воде и нерастворимой составляющими для данного физико-химического состава реагента-стабилизатора. Такой концентрат может быть легко вновь диспергирован в воде. Отсутствие слипаемости способных к слипанию и нерастворимых в воде частиц делает такой концентрат легко вновь диспергируемым в водной среде.

Буровые растворы [24] готовят на водопроводной воде без дополнительного подогрева, т.е. при температуре 18-20°C. Время перемешивания раствора на лабораторной мешалке после добавления порошкообразного концентрата бурового раствора составляет порядка 30 минут. Заявленные соотношения водорастворимой и водонерастворимой его составляющих соответствуют оптимальным значениям, установленным на основании экспериментальных лабораторных исследований физических и структурно-механических свойств, значений технологических параметров буровых растворов и их соответствия предъявленным требованиям при разбурировании осыпающихся глинистых пород и вскрытии продуктивных пластов с пониженным пластовым давлением. Такой подход, может быть использован при производстве полимерных реагентов-стабилизаторов, которые могут находить применение в качестве компонентов для быстро диспергирующихся в воде концентратов буровых растворов, а также и для других композиций с иным конечным применением.

Выводы. Разработка [25] предусматривает получение стабильных водных полимерных суспензий (дисперсий), характеризующихся оптимальными реологическими свойствами и позволяющих получать такие быстро диспергирующиеся в воде концентраты буровых растворов. Это приводит к ряду коммерческих преимуществ, включая способность получать и хранить сухой продукт - порошкообразный концентрат бурового раствора, который позднее может быть легко вновь диспергирован при производстве буровых растворов. Сухие порошкообразные повторно диспергирующиеся концентраты буровых растворов снижают стоимость перевозимых материалов.

В практике бурения [26] применяют буровые растворы на водной (техническая вода, растворы солей и гидрогеля, полимерные, полимер-глинистые и глинистые растворы), углеводородной (известково-битумный раствор, инвертная эмульсия) и аэрированных основах.

При бурении в хемогенных отложениях [27] применяют соленасыщенные глинистые растворы, гидрогели, в случае возможного осыпания и оползней стенок скважины — ингибиторно-ванновые растворы, при воздействии высоких температур — термостойкие глинистые растворы и растворы на углеводородной основе, которые эффективны также при вскрытии продуктивных пластов и при разбурировании терригенных и хемогенных неустойчивых пород.

При бурении в условиях, характеризующихся аномально высокими давлениями, применяют утяжеленные буровые растворы, в неосложненных условиях - техническую воду, полимерные безглинистые и полимер-глинистые растворы с низким содержанием твердой фазы [28].

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. -Новосибирск: Наука, 1979. - 246 с.
2. Аветисян Н.Г. Выбор типа бурового раствора для бурения в неустойчивых породах // Обзорная информ. Сер. Бурение.-М.: ВНИИОЭНГ, 1983. -30 с.
3. Адам И.К. Физика и химия поверхности: пер. с англ. –М.: - Л.: Гостехиздат, 1947.-551 с.
4. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. -М.:Мир, 1979.- 568 с.
5. Активация минералов при измельчении /В. И. Молчанов, О. Г. Селезнева, Е. Н. Жирнов. -М.: Недра, 1988. - 208 с.
6. Альсеитов Б.Д. Исследования сужения ствола скважин в интервалах залегания пластичных глин // В кн. Проблемы повышения эффективности нефтяной и нефтехимической промышленности Казахстана. Алма-Ата, 1981. - С. 71-72.
7. Анализ технико-экономической эффективности применения гидрогеля магния /О.К. Ангелопуло, В.Н. Илясов, Я.А. Рязанов и др. // Нефтяное хозяйство.-1981.- №12.-С. 19-21.
8. Ангелопуло О.К. Основы выбора буровых растворов для борьбы с обвалами // Нефтяник. 1974. - № 5. - С. 14-16.
9. Ангелопуло О.К., Аваков В.Э. Асбестовые буровые растворы //Нефтяник. 1982. -№ 11. - С. 14-15.
10. Андресон Б.А., Бочкарев Г.П. Растворы на полимерной основе для бурения скважин //Обзорная информ. Сер. Бурение. -М.: ВНИИОЭНГ,1986.-56 с.

11. А.С. 1139740. Адгезионный кольматант для минерализованных буровых растворов / Р.Г. Ахмадеев, У.С. Карабалин. Оpubл. 1985, Бюл. № 6.
12. А.С. 664986. Безглинистая промывочная жидкость / М.М. Быстров, В.В. Курицын. Оpubл. 1979, Бюл. № 20.
13. А.С. 82557. Безглинистая промывочная жидкость / В.С. Курицын, М.М. Быстров, Б.Я. Якубенко. Оpubл. 1981, Бюл. № 16.
14. Байзаков М.К. Разработка буровых растворов и технологии их применения для разбуривания неустойчивых пород надсолевого комплекса юго-восточной части Прикаспийской впадины: Дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук.-Уфа: 1992.-201 с.
15. Баранов В.С. Глинистые растворы для бурения скважин в осложненных условиях. -М.: Гостоптехиздат, 1955. - 254 с.
16. Буровые и тампонажные растворы. Теория и практика : Справ. /З.З. Шарафутдинов, Ф.А. Чегодаев, Р.З. Шарафутдинова. СПб.: НПО "Профессионал", 2007.-416 с.
17. Буровые растворы для осложненных условий / О.К. Ангелопуло, В.М. Подгорнов, В.Э. Аваков. -М.: Недра, 1988.-135 с.
18. Буровые растворы и реагенты, применяемые в США, Канаде. -М.: ЦНИИГЭнефтегаз, 1965. - 52 с.
19. Буровые растворы на основе эмульсий / В.С. Каширин, Б.Д. Панов, Э.Н. Алчин // Обзор зарубежной литературы.-М.: ВНИИОЭНГ, 1971. - 99с.
20. Буровые растворы с малым содержанием твердой фазы / Г. Я. Дедусенко, В. И. Иванников, М. И. Липкес. -М.: Недра, 1985. 160 с.
24. Влияние дисперсности баритовых утяжелителей на структурно-механические свойства буровых растворов / С.А. Рябо-конь, З.А. Шевкина, Д.Х. Динмухамедов // Тр. ВНИИБТ, 1978. Вып. 8. - С. 63 - 69.
25. Влияние конструктивных особенностей на эффективность их работы в емкостях циркуляционных систем / В.Н. Баринов, М.А. Галимов, В.И. Кассовский // РНТС, Сер. Машины и нефтяное оборудование.-М.: ВНИИОЭНГ, 1983. -Вып. 8.-С. 8-9.
26. Б.М.Холбаев, З.М.Сагторов, С.Р.Мажидов, Б.А.Мухамедгалиев. Эффективные стабилизаторы буровых растворов из техногенных отходов и вторичных ресурсов. Монографии – Т.: «Voriz – nashriyot», 2021. 182 стр.