

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Артыковой Жадыра Куанышовны на тему «Разработка технологии получения композиционных полимерных стабилизаторов для регулирования реологических свойств буровых растворов» представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072100 – «Химическая технология органических веществ»

Актуальность темы. В последние десятилетия полимерные композиционные стабилизаторы получили очень широкое применение в нефтегазовой промышленности, в частности при глубоком бурении скважин. В настоящее время увеличиваются объемы использования полимерных стабилизаторов, а также разрабатываются новые виды и модификации полимеров, обладающих высокими эксплуатационными качествами. Это должно обеспечивать необходимые требования к буровым растворам, используемым при бурении скважин, а также при вскрытии продуктивных пластов. Для повышения эффективности бурового раствора в сильноминерализованной среде используются, главным образом, полимерные реагенты. Для этих целей применяются полиэлектролиты, представленные зарубежными компаниями, которые приобретаются за валюту. В связи с этим стоит задача разработки технологии получения композиционных полимерных стабилизаторов для регулирования реологических свойств буровых растворов устойчивых к высоким температурам и сильноминерализованным средам. В данной работе рассмотрены возможности регулирования реологических свойств буровых растворов путем введения сульфогруппы в макромолекулярную цепь полимера с целью получения композиционных полимерных стабилизаторов.

Целью исследования является разработка технологии получения композиционных полимерных стабилизаторов для регулирования реологических свойств буровых растворов.

Задачи исследования являются:

- получение композиционного полимерного стабилизатора САНВСК-1 для бурового раствора путем сополимеризации акрилонитрила и винилсульфоновой кислотой и его модификация;
- гидролиз полиакрилонитрила с различной молекулярной массой с целью получения композиционных полимерных стабилизаторов САНВСК-2 и САНВСК-3 и их модификация;
- исследование физико-химических свойств синтезированных композиционных полимеров серии САНВСК и их водных растворов;
- исследование влияния полученных композиционных полимеров серии САНВСК на реологические, фильтрационно-технологические свойства глинистых растворов Дарбазинской бентонитовой глины;
- разработка технологии получения композиционных полимерных стабилизаторов буровых растворов, устойчивых к солесодержащим средам и высоким температурам;

- проведение промышленных испытаний буровых растворов с добавлением полученных композиционных полимерных стабилизаторов;
- математическая оптимизация основных параметров процесса получения композиционных полимеров и экономическая эффективность от применения в процессе бурения нефтяных и газовых скважин.

Объекты и методы исследований. Объектами исследования являются акрилонитрил, полиакрилонитрил, госсиполовая смола, гидроксид натрия, винилсульфоновая кислота, бутилметакрилат, персульфат калия, бисульфит натрия, тиосульфата натрия, бентонитовая глина и полученные композиционные полимерные стабилизаторы: САНВСК-1, САНВСК-2, САНВСК-3 и САНБМА. Методы исследования. Идентификация полученных полимерных стабилизаторов производилась с помощью рентгеновского энергодисперсного микроанализатора INCA Energy (Oxford Instruments), ИК-спектроскопии на приборе ИК-Фурье спектрометре Shimadzu IR Prestige-21, электронно-жидкостном микроскопе ISM-6490LV (IED), ротационном вискозиметре Полимер РПЭ-1М.1. Свойства полученных на основе полимерных реагентов буровых растворов исследовались путем измерения вязкости, СНС, толщины корки, водоотдачи и плотности.

Основные положения, выносимые на защиту:

- сополимеризация акрилонитрила и винилсульфоновой кислоты при соотношении мономеров 80:20, в среде рН=3-6, в течении 2,0-2,5 часа, при температуре 20-35°C последующим гидролизом гидроксидом натрия при температуре 95-98°C, в течении 2,0-2,5 часов с последующей модификацией жирных кислот госсиполовой смолы, в течении 0,5-1,0 часа, при температуре – 60-70°C;
- гидролиз полиакрилонитрила с различной молекулярной массой 4-6% раствором гидроксида натрия и 4% раствором серной кислоты при температуре 95-98°C в течение 2,0-2,5 часа с модификацией в среде рН=4-6 в течении 0,5-0,6 часов жирными кислотами госсиполовой смолы или формалина и тиосульфата натрия;
- результаты реологических, фильтрационно-технологических свойств по стабилизации 15% бурового раствора Дарбазинской бентонитовой глины в присутствии САНВСК-2 и САНВСК-3 – 0,5% и САНВСК-1 – 0,25%;
- оптимальная концентрация стабилизации 15% суспензий Дарбазинской бентонитовой глины САНВСК-2 и САНВСК-3 – 0,5% и САНВСК-1 – 0,25%, устойчивость САНВСК-2 к соледержащей среде при температурах 180-200°C и концентрации 20% NaCl, 2% CaCl₂;
- технология получения композиционных полимерных стабилизаторов буровых растворов термостойких в соледержащей среде, стабилизатор включает 15% Дарбазинскую бентонитовую глину и серии САНВСК, производительность составляет 7475 т/в год;
- результаты промышленных испытаний буровых растворов с добавлением полученных композиционных полимерных стабилизаторов;

– результаты математической обработки экспериментальных данных и расчет экономической эффективности технологии получения композиционных полимерных стабилизаторов для буровых растворов.

Основные результаты исследования:

– получен новый композиционный полимерный стабилизатор САНВСК-1 методом сополимеризации акрилонитрила и винилсульфоновой кислоты при соотношении мономеров 80:20, рН=3-6, в течении 2,0-2,5 часа, при температуре 20-35°C, с последующим проведением гидролиза сополимера с помощью гидроксида натрия при температуре 95-98°C, в течении 2,0-2,5 часа и дальнейшим модификации в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы в течении 0,5-1,0 часа, при температуре 60-70°C;

– на основании данных электронной микроскопии показано, что при модификации полимера происходит гидрофилизация системы, тем самым микроструктура макромолекул переходит из нерастворимого кристаллического состояния в аморфное, что позволяет регулировать растворимость полимера;

– условия получения композиционных полимерных стабилизаторов серии САНВСК-2 и САНВСК-3 методом гидролиза полиакрилонитрила с различной молекулярной массой 4-6% гидроксида натрия и 4% серной кислоты при температуре 95-98°C в течение 2,0-2,5 часа с модификацией в среде рН=4-6 в течении 0,5-0,6 часа жирными кислотами госсиполовой смолы или формалина и тиосульфата натрия с образованием гидрофилизации системы растворов;

– результаты физико-химических свойств водных растворов синтезированных композиционных полимеров и обоснование положения, что они относятся к амфотерным полиэлектролитам;

– установление оптимальной концентрации стабилизации 15% суспензий Дарбазинской бентонитовой глины (0,5%) и устойчивости к солесодержащей среде при температурах 180-200 °C и концентрации 20% NaCl, 2% CaCl₂;

– получены патент на изобретение РК №35935 «Способ получения композитного реагента для буровых растворов» и международный патент на изобретение №IAP 06728 «Буровой реагент»;

– разработана технология получения композиционных полимерных стабилизаторов термостойких буровых растворов в солесодержащей среде;

– математическое моделирование основных параметров процесса получения композиционных полимеров и оценка экономической эффективности от применения их в процессе бурения нефтяных и газовых скважин.

Обоснование новизны и важности полученных результатов:

– показано, что реакция сополимеризации акрилонитрила и винилсульфоновой кислот с помощью инициаторов бисульфита натрия и персульфата калия при получении композиционного полимерного стабилизатора САНВСК-1 протекает при рН=3-6, температуре 20-35°C, соотношении мономеров 80:20, времени 2,0-2,5 часа. Определены

оптимальные условия модификации в присутствии жирных кислот, время – 0,5-1,0 часа, температура – 60-70°C;

– установлено, что гидролиз полиакрилонитрила с различной молекулярной массой 4-6% гидроксида натрия и 4% серной кислоты протекает при температуре 95-98°C в течение 2,0-2,5 часа с модификацией в среде рН=4-6 в течение 0,5-0,6 часа жирными кислотами госсиполовой смолы или формалина и тиосульфата натрия. Получены стабилизаторы серии САНВСК-2, САНВСК-3 и определены эффективные условия их получения;

– на основании данных физико-химического исследования, т.е. элементного анализа, электронной микроскопии и ИК-спектроскопии показано, что синтезированные композиционные полимеры относятся к амфотерным полифункциональным полимерам (амидные, имидные, карбоксильные, сульфогруппы и др.);

– определены реологические, фильтрационно-технологические свойства, механизм взаимодействия реагентов и эффективности стабилизации (концентрации 0,25 и 0,5%) в составе бурового раствора;

– доказана устойчивость полимерного бурового реагента к агрессивным средам, которая составляет 180-200°C и при температуре выше 200°C полимерный буровой реагент теряет первоначальное свойство.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость заключается в проведении процессов сополимеризации акрилонитрила винилсульфоновой кислотой ступенчатым гидролизом и модификации полученного нового полифункционального (амидного, имидного, карбоксилатного, сульфогрупп и др.) термо-солеустойчивого композиционного полимерного стабилизатора САНВСК-1 буровых растворов. Получение стабилизаторов серии САНВСК-2, САНВСК-3 с применением метода гидролиза полиакрилонитрила различной молекулярной массы и использованием гидроксида натрия, а также серной кислотой с последующей модификацией в присутствии жирной кислоты или формалина смолы госсипола и тиосульфата натрия. Практическая значимость работы заключается в разработке технологии получения термоустойчивых и сохраняющих стабильность композиционных полимерных стабилизаторов в растворах с высоким содержанием солей. По результатам диссертации получены патенты на изобретение РК №35935 «Способ получения композитного реагента для буровых растворов» и международный патент на изобретение №IAP 06728 «Буровой реагент». Проведены опытно-промышленные испытания на ТОО НУПЦ «Мунайгазпроект» на предмет использования композиционных полимерных стабилизаторов для буровых растворов. Результаты исследования внедрены в учебный процесс по дисциплине «Chemistry and physics of polymers».

Соответствие диссертации направлениям развития науки или государственным программам. Диссертационная работа выполнена на кафедре «Технология неорганических и нефтехимических производств» в НАО Южно-Казахстанского университета имени М. Ауэзова, научно-исследовательской лаборатории «Нефтехимия и композитные полимерные

материалы», в рамках грантового финансирования «Жас Ғалым-2022» AP14972915 «Разработка технологии получения термо-солеустойчивых композиционных полимерных стабилизаторов буровых растворов для бурения глубоких скважин».

Личный вклад докторанта в подготовку каждой публикации.

По теме диссертации опубликованы 13 научных работ, в том числе в международных научных изданиях, входящих в базу данных Scopus – 1; в журналах, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК – 4; в сборниках международных и республиканских конференций – 6 статей и получено 2 патента на изобретение.

1. В статье «Synthesis and preparation polyacrylonitrile and vinylsulfonic acid in the presence of gossypol resin for drilling fluids» в журнале Rasayan Journal of Chemistry была проведена подготовка обзора и анализ данных, получение и обработка результатов.

2. В статье «Получение и исследование фильтрационно-технологических свойств буровых растворов на основе акрилонитрила, винилсульфата и фумаровой кислоты» в журнале «Вестник им. Л.Н. Гумилева» проведен обзор и анализ литературных данных, получение и обработка результатов.

3. В статье «Получение композиционных полимерных материалов для улучшения реологических свойств буровых растворов» в журнале «Нефть и газ» провела подготовку литературного обзора, обобщение и обработку полученных данных.

4. В статье «Изучение реологических свойств бентонитовых глин, стабилизированных сополимерами бутилметакрилата и акрилонитрила, в присутствии госсиполовой смолы» в журнале «Вестник КБТУ» проведена подготовка и анализ обзора литературных источников, получение и обработку результатов.

5. В статье «Термическая устойчивость синтезированных водорастворимых полимеров для буровых растворов» в журнале «Нефть и газ» проведена обсуждение и получение экспериментальных данных.

Вклад автора в подготовку каждой публикации приведен в диссертации.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четыре глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа представлена на 105 страницах, в том числе 10 страниц приложений, содержит 16 таблиц, 38 рисунков. Список использованных источников включает 185 наименований.