

## АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Иса Азиза Бакытжанкызы на тему: «Разработка технологии получения композиционных поверхностно-активных акрилатных полимеров для увеличения нефтеотдачи пластов» представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072100 - «Химическая технология органических веществ»

**Актуальность темы.** Большинство нефтяных месторождений Казахстана находятся на поздней стадии разработки, которая характеризуется постоянным снижением уровня добычи нефти. Непрерывная добыча нефти из пласта снижает эксплуатационный запас скважины.

Для увеличения нефтеотдачи пластов широкое распространение получили методы полимерного заводнения. При полимерном заводнении используются преимущественно импортные полимерные реагенты, что в свою очередь приводит к значительным финансовым затратам для компаний, занимающихся добычей и подготовкой нефти. Поэтому поиск доступного вторичного химического сырья для получения полимерных реагентов, которые можно использовать для заводнения полимеров, является актуальным и экономически эффективным решением.

Большинство скважин Кызылординских месторождений эксплуатируются в условиях высокой заводненности скважинной продукции, так как добываемая нефть является высокопарафинистой, высокоэмульсионной и малосернистой. В связи с этим для увеличения нефтеотдачи пластов нефтегазовых месторождений необходим подбор доступного сырья, а также новые технологии, основанные на использовании эффективных модифицированных полимерных реагентов.

Данная диссертационная работа представляет собой результаты по получению композиционных поверхностно-активных акрилатных полимеров для повышения нефтеотдачи подземных пластов и исследования их активности применительно к нефтегазовому месторождению Кумколь.

**Целью исследования** является разработка технологии получения композиционных поверхностно-активных акрилатных полимеров для увеличения нефтеотдачи пластов.

**Задачи исследования:**

-определение возможности использования процесса полимерного заводнения для увеличения добычи остаточной нефти из пластов;

-разработка технологии и подбор оптимальных условий получения высокомолекулярных поверхностно-активных композиционных полимеров, устойчивых к агрессивным средам и высоким температурам, путем модификации полиакриламида жирными кислотами госсиполовой смолы для придания поверхностно-активных свойств;

-исследование физико-химических свойств синтезированных композиционных полимеров;

-испытание полученных композиционных полимеров при вытеснении нефти методом тестирования на образцах горных пород с помощью установки УИК-С(2);

- математическая оптимизация технологии и оценка экономической эффективности вытеснения нефти из заводненных пластов месторождения Кумколь при использовании синтезированных композиционных поверхностно-активных полиэлектролитов;

- проведение промысловых испытаний полученных композиционных поверхностно-активных акрилатных полимеров для увеличения нефтеотдачи пластов.

**Объекты и методы исследования.** Объекты исследования диссертационной работы – нефть месторождения Кумколь, полиакриламид, госсиполовая смола, гидроксид натрия, глицерин, формалин, персульфат калия, бисульфит натрия, керн.

Для достижения целей научно-исследовательской работы были выбраны следующие физико-химические и аналитические методы исследования: омыление; инфракрасная спектроскопия (ИК-Фурье спектрофотометр Shimadzu YRPrestige-21); элементный анализ (ЭМ); электронная микроскопия; метод капиллярной вискозиметрии; метод дифференциальной термогравиметрии (ДТА); метод заводнения полимеров для повышения эффективности нефтевытеснения (УИК-С(2)).

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- разработка технологии получения композиционных поверхностно-активных полимеров серии МПАА, устойчивых к агрессивной среде и высокой температуре на основе полиакриламида методом гидролиза гидроксидом натрия с последующей модификацией в присутствии формалина, тиосульфата натрия или жирных кислот госсиполовой смолы, при температуре 353-363К, времени 4,0-4,5 часа, соотношении реагентов 1:0,8;

- получение гель-полимеров на основе синтезированных полимеров методом сшивки в присутствии инициаторов персульфата калия и бисульфита натрия при температуре 60-80°C в течение 1,0 часа для повышения эффективности вытеснения высоковязких нефтей;

- физико-химические свойства полученных композиционных полимеров, а также их водных растворов, исследование влияния температуры, концентрации, рН среды, степени минерализации воды на процесс получения полимерного реагента где установлено, что эти полимеры относятся к амфотерным полифункциональным (амид, имид, карбоксил, гидроксил, сульфометил, эфир) поверхностно-активным полиэлектролитам;

- результаты влияния концентрации МПАА-3 в пластовой воде, которая содержит соли (100 г/л) на кинематическую вязкость Кумкольской нефти, исследование на лабораторной установке УИК-С(2) образцов горных пород (керн), при оптимальной концентрации МПАА-3 равной 0,4%;

- устойчивость композиционных поверхностно-активных полимеров к высокой температуре (180°C);

- математическая оптимизация основных параметров процесса получения композиционных поверхностно-активных полимеров на основе гидролизованного и модифицированного полиакриламида (ПАА);

- экономическая эффективность от использования полученных композиционных полимеров, при которой прибыль составит 25 696 689тенге в год, рентабельность - 20%.

#### **Основные результаты исследования:**

-разработана технология получения новых композиционных поверхностно-активных полимеров серии МПАА на основе полиакриламида методом гидролиза гидроксидом натрия с последующем модификацией в присутствии формалина, тиосульфата натрия или жирных кислот госсиполовой смолы, при температуре 353-363К, времени 4,0-4,5часа, соотношение реагентов 1:0,8, устойчивых к агрессивной среде и высокой температуре. В результате модификации достигнута возможность регулирования поверхностно-активных свойств композиционных полимеров в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы или технического глицерина, полученного на их основе. При этом поверхностное натяжение модифицированного ПАА составило  $\sigma=43,6\text{Н/м}$ ;

-получение гель-полимеров методом сшивки в присутствии инициаторов персульфата калия и бисульфита натрия при температуре 60-80°C в течении 1,0часа с целью использования для повышения эффективности вытеснения высокопарафинистых и высоковязких нефтей;

-результаты физико-химических свойств полученных композиционных полимеров, а также их водных растворов, установлено, что эти полимеры относятся к амфотерным полифункциональным (амид, имид, карбоксил, гидроксил, сульфометил, эфир) поверхностно-активным полиэлектролитам;

-результаты исследования влияния концентрации МПАА-3 (пластовая вода 100г/л) на кинематическую вязкость Кумкольской нефти. При этом кинематическая вязкость снижается до 13-14мм<sup>2</sup>/с, а концентрация композиционного полимера равна  $C=0,4\%$ ;

-проведено исследование на лабораторной установке УИК-С(2) образцов горных пород (керном) 0,4% водного раствора МПАА-3 в результате которых, установлен коэффициент вытеснения Кумкольской нефти из грунтовые пласты составляет  $K=7\%$ ;

-установление методом ДТА устойчивости композиционных поверхностно-активных полимеров к высокой температуре (180°C);

-математическая оптимизация основных параметров процесса получения композиционных поверхностно-активных полимеров на основе гидролизованного и модифицированного ПАА;

-промысловые испытания и экономическая эффективность от использования полученных композиционных полимеров при которой прибыль составит 25 696 689тенге в год, рентабельность - 20%.

#### **Обоснование новизны и важности полученных результатов:**

-доказана и обоснована возможность получения новых композиционных поверхностно-активных полимеров на основе полиакриламида методом

гидролиза гидроксидом натрия с последующем модификацией в присутствии формалина, тиосульфата натрия или жирных кислот госсиполовой смолы, при температуре 353-363К, времени 4,0-4,5 часа, соотношение реагентов 1:0,8;

-предложен способ получения гель-полимеров на основе синтезированных полимеров методом сшивки в присутствии инициаторов персульфата калия и бисульфита натрия при температуре 60-80°C в течении 1,0 часа для повышения эффективности вытеснения нефти;

-установлено, что синтезированные композиционные полимеры относятся к амфотерным полифункциональным (амид, имид, карбоксил, гидроксил, сульфометил, эфир) поверхностно-активным полиэлектролитам;

-показано влияние концентрации МПАА-3 (пластовая вода 100 г/л) на кинематическую вязкость Кумкольской нефти, которая снижается до 13-14 мм<sup>2</sup>/с, при концентрации композиционного полимера С=0,4%;

-на лабораторной установке УИК-С(2) определено, что на образцах горных пород (керн) при использовании водного раствора МПАА-3 концентрацией С=0,4%, коэффициент вытеснения Кумкольской нефти из грунтового пласта составляет К=7%;

-методом ДТА показано, что устойчивость композиционных поверхностно-активных полимеров к высокой температуре сохраняется до 180°C, повышение температуры выше 200°C приводит к деструктивному разложению полимера.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Разработка технологий производства композиционных поверхностно-активных полимеров с использованием местного сырья и отходов производства имеет большое значение для нефтегазовой отрасли Казахстана. Поверхностно-активное смачивание полимерной композиций на основе жирных кислот госсиполовой смолы, формалина, глицерина, персульфата калия и бисульфита натрия способствует увеличению нефтедобычи из подземных пластов.

Практическая значимость работы заключается в установлении возможности использования композиционных поверхностно-активных полимеров для вытеснения остаточной нефти с целью увеличения дебита добывающих скважин. Об эффективности применения использования композиционных поверхностно-активных полимеров для вытеснения остаточной нефти свидетельствуют результаты проведенных промысловых испытаний, в результате которых установлена возможность использования их при вытеснений остаточной нефти с целью увеличения объема добычи нефти из подземных пластов (Акт промысловых испытаний ТОО «Мұнайшы» №374, 18.05.2021г.). Результаты работы также внедрены в учебный процесс по дисциплине «Технология органического и нефтехимического производства»: №446, 10.06.2021г. «Исследование возможности применения водорастворимых композиционных полимеров на основе ПАА в присутствии госсиполовой смолы для вытеснения нефти», №447, 10.06.2021г. «Синтез и исследование физико-химических свойств полиэлектролитных ПАВ».

По результатам исследований получен решение патента на полезную модель РК №2023/0378.2 от 20.04.2024 «Способ получения модифицированного полиакриламида».

**Соответствие диссертации направлениям развития науки или государственным программам.** Диссертационная работа выполнена на кафедре «Технология неорганических и нефтехимических производств» в НАО «Южно-Казахстанский университет имени М.Ауэзова», научно-исследовательской лаборатории «Нефтехимия и композитные полимерные материалы» в рамках государственной бюджетной НИР Б-22-03-05: по теме «Разработка методов и технологий получения высокоэффективных многофункциональных гелеобразующих полиэлектролитов, ПАВ, композиционных полимерных материалов на основе промышленных и бытовых отходов» и ГФ АР05135236: «Разработка комплексной коллоидно-химической технологии увеличения добычи нефти термостойких и солестойких наноструктурированных поликомполитов в Казахстане».

**Личный вклад докторанта в подготовку каждой публикации:**

По теме диссертации опубликованы 19 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 – 13 статей и получен 1 решение патента на полезную модель РК.

1. Статья «Polymeric compositions to increase oil Recovery» в журнале «Rasayan Journal of Chemistry» <http://www.rasayanjournal.com> (2023, С.876-883, Индия). В статье исследовано концептуализация, в частности гипотеза, сбор данных, анализ и интерпретация процессов получения поверхностно-активных композиционных полиэлектролитов, их физико-химические свойства и эффективность вытеснения нефти.

2. Статья «Полиэлектролитті сорбенттерді алу, физика-химиялық қасиеттерін зерттеу және оларды мұнай өңдеу зауыттарында күкіртті сутектен тазалау процесінде қолдану» в журнале «Вестник КазНУ» (2019, С.185-193, Алматы, РК). В статье определено оптимальное условия получения полимеров и планирование эксперимента.

3. Статья «Исследование модифицированного полиакриламида для вытеснения нефти» в журнале «Химический журнал Казахстана» (2023, С.141-151, Алматы, РК). В статье проведена обсуждение и получение экспериментальных данных.

4. Статья «Полимерный состав для вытеснения нефти» в журнале «Нефть и Газ» (2023, С.197-206, Алматы, РК). В статье проведена получение и обсуждение экспериментальных данных.

5. Статья «Нефтевытесняющие способности коллоидных растворов неионогенных ПАВ». В сборнике материалов II-Республиканской научно-практической конференции «Инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных материалов» (2022, С.289-291, Ташкент, УР). В статье проведена обзор литературных данных.

Полностью вклад докторанта в подготовку каждой публикации приведен в диссертации.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, основной части, включающий 4 главы, 41 рисунков, 16 таблиц, заключение, список использованных источников включает 200 наименований.