

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Учреждения образования
«Гомельский государственный
технический университет
имени П.О. Сухого»

А.В. Путьято
« 15 » 12 2023 г.



ОТЗЫВ ОППОНИРУЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Учреждения образования

«Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
на диссертацию Антусёвой Анастасии Викторовны

**«Композиционные гелеобразующие материалы на основе дисперсного
гидросиликата натрия для повышения нефтеотдачи пластов»,**

представленную к защите на соискание ученой степени

кандидата технических наук по специальности

05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность)

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки

Диссертация Антусёвой А.В. посвящена разработке агрегативно-устойчивых композиций на основе модифицированного водного раствора гидросиликата натрия, способных при определенных температурно-временных условиях формировать гели водоизоляционного назначения с улучшенными эксплуатационными характеристиками для повышения нефтеотдачи пластов с трудноизвлекаемыми запасами нефти, находящимися на заключительной стадии разработки месторождений. Результаты исследований отражают установление зависимостей изменения основных эксплуатационных и физико-химических свойств растворов композиций и формируемых материалов в зависимости от компонентного состава, концентрационного соотношения компонентов, а также способа получения водного раствора гидросиликата натрия, обеспечивающего гомогенность разработанному композиционному материалу.

Цель, задачи, предмет, объект, результаты исследований, опубликованные материалы и положения, выносимые на защиту, по своему содержанию соответствуют отрасли «технические науки» и утвержденному ВАК паспорту специаль-

ности 05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность) по следующим областям исследований:

– п. 1 – теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом их эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий;

– п. 3 – разработка физико-химических процессов формирования новых материалов, обладающих уникальными эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и экологической чистотой;

– п. 8 – разработка способов повышения коррозионной стойкости материалов в различных условиях эксплуатации.

Таким образом, диссертация Антусёвой Анастасии Викторовны «Композиционные гелеобразующие материалы на основе дисперсного гидросиликата натрия для повышения нефтеотдачи пластов» полностью соответствует специальности 05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность), по которой она представлена к защите.

Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости

В качестве основной цели диссертационных исследований Антусёвой А.В. выбрана разработка агрегативно-устойчивых композиций на основе модифицированного водного раствора гидросиликата натрия, способных при определенных температурно-временных условиях формировать гели для повышения нефтеотдачи пластов, обладающие улучшенными эксплуатационными характеристиками. В соответствии с поставленной целью решен ряд задач, среди которых особую актуальность имеют следующие:

– изучение влияния химической структуры и физико-химических свойств модификаторов на их эксплуатационную совместимость с водным раствором гидросиликата натрия и процессы гелеобразования композиционных растворов;

– установление зависимости концентрационных соотношений исходных реагентов и условий формирования гелей с их структурой и свойствами;

– оптимизация составов композиций для получения гелей с повышенными эксплуатационными характеристиками;

– проведение модельных и опытно-промышленных испытаний разработанных материалов.

В результате проведенных исследований научно обоснован выбор базового компонента гелеобразующих композиций на основе дисперсного гидросиликата натрия – крупнотоннажного, экологически безопасного продукта, выпускаемого в Республике Беларусь, и доказана эффективность применения импортозамещающих материалов на его основе с учетом экспериментально проведенного сравнения с аналогами.

Разработанные автором технологические приемы растворения в воде дисперсного гидросиликата натрия позволили получить композиционные гелеобразующие материалы технического назначения с увеличенным временем гелеобразования полученных агрегативно-устойчивых растворов, повышенной прочностью гелей и обеспечивающие антикоррозионную защиту металлическим поверхностям.

Таким образом, исследования, выполненные Антусёвой А.В., вносят существенный вклад в расширение ассортимента составов с улучшенными эксплуатационными свойствами на основе отечественного реагента для нефтедобывающей отрасли. Закачивание в пласт разработанных автором гелеобразующих композиций позволяет получить экономический эффект за счет дополнительно добытой нефти в результате перераспределения фильтрационных потоков и снижения обводненности нефти добывающих скважин вследствие формирования в водонасыщенных каналах пласта материалов на основе дисперсного гидросиликата натрия, обладающих прочностью и устойчивостью при повышенных пластовых давлениях и температурах в контакте с пластовыми водами высокой минерализации.

Личный вклад соискателя ученой степени состоит в обосновании эффективности применения связующего гелеобразующей композиции – дисперсного гидросиликата натрия и модификаторов процесса гелеобразования, участии в разработке программ проведения опытно-промышленных работ, разработке рецептур составов с учетом термобарических условий и фильтрационно-емкостных свойств нефтяного пласта, участии при сопровождении технологических процессов на промысловых объектах, участии в анализе и обсуждении результатов, полученных при закачивании разработанных гелеобразующих композиций в пласт, и проведении опытно-промысловых испытаний, под-

тверждающих достоверность проведенных автором экспериментальных исследований в реальных условиях.

При проведении комплекса научно-исследовательских работ диссертант использовал методы статистической обработки и анализа экспериментальных данных, что позволило выявить достоверные изменения свойств растворов композиций и сформированных материалов.

Конкретные научные результаты (с указанием их новизны и практической значимости), за которые соискателю может быть присуждена искомая ученая степень

В ходе исследований соискателем разработаны приемы получения композиционных гелеобразующих материалов на основе промышленно выпускаемого дисперсного гидросиликата натрия, включающие двухстадийный способ приготовления водного агрегативно-устойчивого низкоконцентрированного раствора связующего с последующим введением органических и неорганических модификаторов, обеспечивающих формирование гелей с эластичными свойствами при температуре 20–90 °С. Этот результат имеет высокий уровень научной новизны и позволяет существенно расширить перечень композиционных материалов с эластичными свойствами и улучшенными эксплуатационными характеристиками, эффективно используемых для повышения нефтеотдачи пластов.

Установлены физико-химические закономерности взаимодействия в гелеобразующем растворе неорганического связующего, кислот и полиакриламида, приводящие к формированию композиционного материала с эластичными свойствами при увеличении времени гелеобразования в зависимости от концентрации солей растворителя или введения модифицирующих добавок.

Антусевой А.В. получены материалы с повышенной прочностью в присутствии активаторов гелеобразования с различным размером фракции. Полученные соискателем композиционные материалы на основе дисперсного гидросиликата натрия и модификаторов обладают улучшенными эксплуатационными и деформационно-прочностными свойствами, что подтверждает научную и практическую новизну работы и позволяет осуществлять адресный выбор разработанных составов гелеобразующих композиций для при-

менения в разных термобарических условиях с учетом фильтрационно-емкостных свойств нефтяного пласта.

Важное практическое значение имеют разработанные на основе модифицированного неорганического связующего новые составы эластичных гелеобразующих материалов, обладающие стойкостью к агрессивным средам и низкой вязкостью, обеспечивающей высокую фильтруемость растворов композиции в поровую среду.

Установлена способность материалов на основе раствора гидросиликата натрия и модификаторов формировать защитное покрытие при нанесении на стальные поверхности, препятствующее процессам коррозии и солеотложения на металлических элементах промышленной продукции. Это положение диссертационной работы характеризуется несомненной практической полезностью, т.к. позволяет продлить срок службы металлических элементов нефтепромыслового оборудования.

Полученные соискателем научные результаты обладают высоким уровнем новизны, подтверждены эффективностью их практического применения и дают основание для присуждения соискателю искомой степени.

Замечания по диссертационной работе

1. Из текста диссертационной работы не совсем понятно, почему наилучшие результаты увеличения времени гелеобразования получены при введении нитрилотриметилфосфоновой кислоты? Механизм влияния кислоты целесообразно было бы рассмотреть в работе и объяснить.

2. Каким образом увеличение дисперсности контактирующей породы влияет на повышение прочности геля?

3. Разработанные соискателем составы получили практическое применение. Однако, соискателю стоило более подробно представить какие импортные гелеобразные композиции используются на месторождениях Беларуси в настоящее время и каковы перспективы их замены?

Указанные вопросы и замечания к диссертационной работе Антусёвой А.В. не снижают уровня научной новизны и практической значимости полученных результатов.

Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Диссертационная работа Антусёвой А.В. состоит из введения; общей характеристики работы; главы с анализом технологий и методов, применяющихся для увеличения нефтеотдачи пластов и наиболее полного извлечения нефти; методической главы; двух глав, посвященных изучению влияния физико-химических свойств реагентов на эксплуатационные характеристики растворов композиций и гелей, формируемых на их основе, а также процессы, протекающие при введении модификаторов в водный раствор связующего при фазовом переходе композиции в гели; главы, с приведенными результатами модельных и опытно-промышленных испытаний разработанных композиционных материалов на нефтяных месторождениях Республики Беларусь; заключения; списка использованных источников и приложений. Полный объем диссертации составляет 213 страниц, из них 39 страниц занимают 59 иллюстраций и 41 таблица, 17 страниц – список использованных источников из 227 наименований (включая 21 публикацию соискателя и 1 патент) и приложения на 57 страницах.

Соискатель принимал активное участие в международных и региональных научно-технических и научно-практических конференциях. По результатам выполненных исследований опубликовано 9 статей в журналах, из них 6 статей в журналах, включенных в перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований (всего в изданиях из списка ВАК 6,5 авторских листа), 6 статей в сборниках материалов конференций, 6 тезисов докладов. Получен 1 патент Республики Беларусь.

Анализ научной и практической значимости работы, высокий уровень проведенных исследований с использованием современного оборудования и применением действующих стандартов методик проведения экспериментов, обработки полученных данных и их изложение в диссертации позволяют утверждать, что научная квалификация Антусёвой А.В. соответствует квалификационным требованиям, предъявляемым к соискателю ученой степени кандидата технических наук.

Конкретные рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты диссертационной работы Антусёвой А.В. имеют важное практическое значение для разработки импортозамещающих композиционных гелеобразующих материалов для применения в нефтедобывающей отрасли в технологиях увеличения нефтеотдачи при проведении работ по увеличению охвата пластов воздействием и водоизоляционных работ. Материалы являются конкурентоспособными, внедрение разработанного состава приведет к снижению затрат, сокращению импорта зарубежных аналогов и откроет перспективы выхода на внешний рынок оказания услуг в сфере водоизоляционных работ.

Результаты опытно-промышленных испытаний, подтвержденные актами и протоколами выполненных работ, актами внедрения, показали техническую и технологическую возможность приготовления и закачивания разработанной гелеобразующей композиции на основе водного раствора гидросиликата натрия и модификаторов с использованием имеющегося оборудования в РУП «Производственное объединение «Белоруснефть». Работы по увеличению нефтеотдачи пластов с применением разработанных материалов рекомендовано проводить на залежах, приуроченных к средне- и высокотемпературным коллекторам (пластовая температура выше 50 °С) со средней проницаемостью.

Заключение

Диссертационная работа Антусёвой Анастасии Викторовны «Композиционные гелеобразующие материалы на основе дисперсного гидросиликата натрия для повышения нефтеотдачи пластов» представляет собой завершённую квалификационную работу, которая по уровню научной новизны и практической значимости полностью соответствует требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Антусёва Анастасия Викторовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность) за новые научно обоснованные результаты в области создания и исследования новых компо-

зиционных гелеобразующих материалов для увеличения нефтеотдачи пластов, включающие:

– разработку и внедрение двухстадийного способа приготовления водного агрегативно-устойчивого низкоконцентрированного раствора гидросиликата натрия с последующим введением органических и неорганических модификаторов, обеспечивающих формирование гелей с эластичными свойствами при температуре 20–90 °С;

– экспериментальное установление эффекта увеличения времени гелеобразования с 0,8 до 4,5 ч при снижении степени минерализации воды затворения с 1,0 до 0,2 г/л или на 60 % при введении нитрилотриметилфосфоновой кислоты; а также повышение прочности геля до 40 % при увеличении дисперсности контактирующей породы с 1,0–2,0 мм до 0,07–0,25 мм, что обеспечивает селективное структурирование композиции и упрочнение геля в зависимости от состава и типа контактирующей среды;

– новые составы растворов низкой вязкости, обеспечивающей эффективную фильтруемость раствора композиции в пласте, низкой коррозионной активностью с увеличенным временем гелеобразования композиций и формированием гелей на основе гидросиликата натрия с эластичными свойствами и повышенными деформационно-прочностными характеристиками;

– установление эффекта защитного действия разработанных материалов при нанесении на стальные поверхности нефтепромыслового оборудования, заключающегося в образовании защитного пленочного покрытия, препятствующего разрушающему действию агрессивных сред.

Отзыв на диссертацию Антусёвой Анастасии Викторовны «Композиционные гелеобразующие материалы на основе дисперсного гидросиликата натрия для повышения нефтеотдачи пластов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность), согласно приказу первого проректора УО «ГГТУ им. П.О. Сухого» от 07.12.2023 г. № 512, рассмотрен на научном собрании УО «ГГТУ им. П.О. Сухого» 14.12.2023 г. (протокол заседания № 2).

Соискатель Антусёва Анастасия Викторовна выступила на научном собрании с докладом. На собрании состоялась дискуссия, соискатель ответил на все вопросы.

В работе научного собрания и голосовании приняли участие 8 из 12 человек, которые имеют ученые степени: 2 доктора технических наук (А.А. Бойко, В.В. Пинчук), доктор химических наук (Е.Н. Подденежный), доктор геолого-минералогических наук (В.Д. Порошин), 4 кандидата технических наук (С.Н. Бобрышева, И.Ю. Ухарцева, Аль-Камали Марван Фархан, Ж.В. Кадолич).

Результаты открытого голосования: «за» – 8, «против» – нет, «воздержались» – нет.

Выражаем согласие на размещение данного отзыва на сайте учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Председатель научного собрания:
доктор технических наук, профессор,
проректор по научной работе



А.А. Бойко

Эксперт оппонировавшей организации:
доктор химических наук, доцент,
главный научный сотрудник
научно-исследовательской части



Е.Н. Подденежный

Секретарь научного собрания:
старший преподаватель кафедры
«Материаловедение в машиностроение»



Е.П. Поздняков