

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. ректора

РХТУ им. Д.И. Менделеева,

доктор технических наук, профессор

И.В. Воротынцев



» февраль 2022 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему «Разрушение водонефтяных эмульсий за счет комбинированного волнового воздействия с применением наноразмерных добавок» выполнена на кафедре наноматериалов и нанотехнологии РХТУ имени Д.И. Менделеева и в лаборатории концентрирования Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН (ГЕОХИ РАН).

В процессе подготовки диссертации Романова Юлия Николаевна, «10» августа 1987 года рождения, обучалась в аспирантуре РХТУ им. Д.И. Менделеева с 01 сентября 2016 года по 31 августа 2020 года под научным руководством зав. кафедрой наноматериалов и нанотехнологии, член-корреспондента РАН, доктора химических наук, профессора, Юртова Евгения Васильевича.

С 01 мая 2021 года научный руководитель доктор химических наук по специальности 1.4.10 Коллоидная химия, и.о. зав. кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева, Королёва Марина Юрьевна.

Научный консультант доктор химических наук по специальности 1.4.2 Аналитическая химия, г.н.с. ГЕОХИ РАН, Марютина Татьяна Анатольевна.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов (справка об обучении) выдано РХТУ им. Д.И. Менделеева в 2021 году.

По результатам рассмотрения диссертации на тему «Разрушение водонефтяных эмульсий за счет комбинированного волнового воздействия с применением наноразмерных добавок» принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена необходимостью разработки новых способов разрушения устойчивых эмульсий, в особенности содержащих в своем составе «гель», образующихся при добыче и промысловой подготовке нефти. Поскольку освоение нефтяных месторождений, как правило, сталкивается с проблемами обводнения пластов и использования большого количества реагентов для увеличения нефтеотдачи, что зачастую приводит к образованию устойчивых водонефтяных эмульсий. В нефтяной промышленности для предотвращения образования устойчивых эмульсий обычно используют деэмульгаторы. Однако применение большого количества различных дорогостоящих реагентов ведет к увеличению себестоимости добываемой продукции и сложностям при переработке нефти. Для выбора эффективного способа разрушения водонефтяных эмульсий необходимо иметь информацию об их свойствах и факторах их устойчивости. В настоящее время актуальным остается не только поиск и разработка новых высокоэффективных деэмульгаторов, но и создание альтернативных им способов разрушения эмульсий, в том числе на основе использования физических полей. В литературе описаны отдельные примеры разрушения промежуточных эмульсионных слоев (ловушечных водонефтяных эмульсий) с использованием волнового воздействия (магнитного, электромагнитного, ультразвукового) совместно с добавлением деэмульгаторов и предварительным нагревом. Однако опубликованные результаты носят противоречивый характер и указанные в них условия не могут априори использоваться без предварительного тестирования каждого объекта.

Научная новизна заключается в следующем:

1. Систематизированы экспериментальные данные по оценке эффективности применения волновых воздействий (магнитное поле и ультразвук) и различных добавок (органические жидкости с наночастицами и без наночастиц), а также их комбинации на разрушение устойчивых

промысловых водонефтяных эмульсий, отличающихся компонентным составом, содержанием воды, наличием механических примесей, сульфида железа и «геля», с целью их разделения на водную и нефтяную фазы.

2. Впервые показана возможность разрушения промысловых гельсодержащих водонефтяных эмульсий за счет волнового воздействия.

3. Предложено использование суспензии наночастиц AlN в ацетоне или суспензии наночастиц Al₂O₃ в ацетонитриле совместно с ультразвуковой обработкой для эффективного расслаивания гельсодержащих водонефтяных эмульсий.

4. Установлены закономерности влияния параметров волнового воздействия (магнитного и ультразвукового) и закономерности влияния органических жидкостей и наночастиц на полноту выделения водной и нефтяной фаз. Показано, что при магнитной обработке промысловых водонефтяных эмульсий обратного типа в проточном режиме эффективность расслаивания достигает 99,4%.

5. Выявлен состав промежуточного слоя, образующегося между нефтяной и водной фазами, после разрушения гельсодержащих водонефтяных эмульсий.

6. Показано, что на реологические свойства промысловых водонефтяных эмульсий оказывают влияние доля и концентрация «геля». Эмульсии, содержащие в своем составе «гель», ведут себя как бингамовские жидкости. Эмульсии, не содержащие «гель», с долей водной дисперсной фазы $\leq 15,0$ мас.% ведут себя как ньютоновские жидкости, эмульсии с долей водной дисперсной фазы $\geq 37,5$ мас.% – неньютоновские псевдопластичные жидкости.

Практическая ценность работы заключается в следующем:

1. Разработаны способы разрушения устойчивых водонефтяных эмульсий различного состава за счет использования волнового воздействия (магнитного и ультразвукового) и добавок наночастиц. Предложен состав наноразмерных добавок и выбраны параметры волнового воздействия для эффективного расслаивания промысловых водонефтяных эмульсий.

2. Предложены основы для создания универсальной технологии разрушения устойчивых водонефтяных эмульсий для использования на стадии

подготовки нефти, при внедрении которой в технологический процесс не потребуется реконструкция имеющихся технологических схем.

3. Разработана конструкция установки волнового воздействия для реализации предложенных способов разрушения эмульсий, состоящая из трех взаимозаменяемых блоков и позволяющая в зависимости от характеристик эмульсий выбирать необходимую комбинацию этих блоков. Созданная пилотная установка волнового воздействия успешно прошла тестирование в ООО «Центр изучения и исследования нефти».

Работа характеризуется логичностью построения, аргументированностью основных научных положений и выводов, а также четкостью изложения.

Основные положения диссертации получили отражение в 13 работах в научных журналах и в сборниках трудов конференций, в том числе в 3 статьях в журналах, входящих в международные базы данных: две статьи в *Journal of Petroleum Science & Engineering* (WoS, Scopus), одна статья в *Inorganic Materials* (WoS, Scopus), и в 2 патентах РФ.

Результаты работы были представлены на XXX Российской молодежной научной конференции с международным участием, посвященной 100-летию Уральского федерального университета (г. Екатеринбург, 6-9 октября 2020 г.), XXI Менделеевском съезде по общей и прикладной химии (г. Санкт-Петербург, 9-13 сентября 2019 г.), XXXI и XXXII Международных конференциях молодых ученых по химии и химической технологии «МКХТ-2018» и «МКХТ-2019» (г. Москва, 30 октября – 2 ноября 2018 г. и 28 октября – 1 ноября 2019 г.), Международной конференции «Экстракция и мембранные методы в разделении веществ», посвященной 90-летию со дня рождения академика Б.А. Пурина (г. Москва, 3 декабря 2018 г.), V всероссийском симпозиуме «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии» с международным участием (г. Краснодар, 7-13 октября 2018 г.), Третьем съезде аналитиков России (г. Москва, 8-13 октября 2017 г.).

Основные публикации по теме диссертации:

1. **Romanova Y.N.**, Maryutina T.A., Musina N.S., Spivakov B.Ya. Application of ultrasonic treatment for demulsification of stable water-in-oil emulsions // J. Pet. Sci. Eng. – 2022. – Vol. 209. – 109977. (WoS, Q1/Scopus)

2. **Romanova Y.N.**, Maryutina T.A., Musina N.S., Yurtov E.V., Spivakov B.Ya. Demulsification of water-in-oil emulsions by exposure to magnetic field // J. Pet. Sci. Eng. – 2019. – Vol. 179. – P. 600-605. (WoS, Q1/Scopus)

3. **Romanova Y.N.**, Musina N.S., Maryutina T.A. Effect of different types of wave exposure on demulsification of stable gel-containing water-in-oil emulsions // Inorganic Materials. – 2019. – Vol. 54. – № 14 – P. 1377-1384 (WoS, Q4/Scopus)

4. **Романова Ю.Н.**, Мусина Н.С., Марютина Т.А., Трофимов Д.А. Способ разрушения высокоустойчивых водонефтяных эмульсий: пат. 2712589 Рос. Федерация. № 2019121004/05(041067); заявл. 05.07.2019; опубл. 29.01.2020, Бюл. №4.

5. Мусина Н.С., **Романова Ю.Н.**, Марютина Т.А., Трофимов Д.А. Устройство волнового воздействия для подготовки нефтяного сырья: пат. 2721955 Рос. Федерация. № 2019143999/06(085161); заявл. 26.12.2019; опубл. 25.05.2020, Бюл. №15.

6. **Романова Ю.Н.**, Мусина Н.С., Марютина Т.А. Способ разрушения устойчивых водонефтяных эмульсий // Проблемы теоретической и экспериментальной химии: тез. докл. XXX Рос. молодеж. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию Урал. федерал. ун-та, Екатеринбург, 6-9 окт. 2020 г. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020. – С. 67.

7. **Романова Ю.Н.**, Марютина Т.А., Мусина Н.С. Разрушение устойчивых водонефтяных эмульсий для последующего анализа водной и нефтяной фаз // XXI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. В 6 т. Т. 4: тез. докл. – Санкт-Петербург, 2019 г. – С. 309.

8. **Романова Ю.Н.**, Мусина Н.С., Марютина Т.А., Юртов Е.В. Исследование влияния импульсного магнитного поля на разрушение водонефтяных эмульсий // Молодёжный конгресс по химии и химической технологии «МКХТ-2019», г. Москва, 28 октября – 1 ноября 2019 г. – С. 44-46.

9. **Романова Ю.Н.**, Мусина Н.С., Марютина Т.А. Новый способ пробоподготовки устойчивых водонефтяных эмульсий на основе магнитного воздействия // Материалы V всероссийского симпозиума «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии» с международным участием, г. Краснодар, 7-13 октября 2018 г. – С. 211.

10. Мусина Н.С., **Романова Ю.Н.**, Марютина Т.А. Новые способы пробоподготовки на основе волновых воздействий для определения элементного и углеводородного состава высоковязкого нефтяного сырья // Материалы V всероссийского симпозиума «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии» с международным участием, г. Краснодар, 7-13 октября 2018 г. – С. 209.

11. **Романова Ю.Н.**, Юртов Е.В., Марютина Т.А., Мусина Н.С. Исследование эффективности применения наноразмерных добавок совместно с ультразвуковым воздействием для разрушения гель-содержащей водонефтяной эмульсии // XXXII Международная конференция молодых ученых по химии и химической технологии «МКХТ-2018», г. Москва, 30 октября – 2 ноября 2018 г. – С. 44-46.

12. **Романова Ю.Н.**, Марютина Т.А. Разделение гель-содержащей водонефтяной эмульсии с одновременной экстракцией микроэлементов из нефтяной фазы // Экстракция и мембранные методы в разделении веществ: тезисы докладов международной конференции, посвящённой 90-летию со дня рождения академика Б. А. Пурина, г. Москва, 3 декабря 2018 г. – С. 92-93.

13. **Романова Ю.Н.**, Мусина Н.С., Марютина Т.А. Способ пробоподготовки водонефтяных эмульсий для их хроматографического анализа // Тезисы докладов Третьего съезда аналитиков России, г. Москва, г. Московский, 8-13 октября 2017 г. – С. 454.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация Романовой Юлии Николаевны, посвященная разрушению водонефтяных эмульсий за счет комбинированного волнового воздействия с применением наноразмерных добавок, соответствует паспорту

специальности научных работников 1.4.10 Коллоидная химия в части п.13 «Седиментационная и агрегативная устойчивости дисперсных систем. Теории агрегативной устойчивости и кинетика коагуляции лиофобных систем», п.17 «Физико-химическая механика дисперсных систем; реология, виброреология структурированных дисперсных систем» и п.22 «Теория и практика технологических процессов, базирующихся на коллоидно-химических закономерностях (флокуляция, флотация, добыча и деэмульгирование нефти, ионообменные и мембранные процессы, измельчение и тонкое диспергирование, регулирование трения и смазочного действия, получение неорганических и наполненных полимерных композиционных материалов, адсорбентов и др.)». Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Романовой Юлии Николаевны является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты принадлежат Романовой Юлии Николаевне; они оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью.

С учетом научной зрелости автора, актуальности, научной новизны и практической значимости работы, а также ее соответствия требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к подобным работам, диссертация на тему: «Разрушение водонефтяных эмульсий за счет комбинированного волнового воздействия с применением наноразмерных добавок» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.10 Коллоидная химия.

Диссертация рассмотрена на заседании кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева, состоявшемся «02» февраля 2022

года, протокол № 11. В обсуждении приняли участие: и.о. зав. каф. д.х.н. Королева М.Ю.; доц. к.х.н. Мурашова Н.М.; доц. к.х.н. Мурадова А.Г.; ст. преп. Шарапаев А.И. Принимало участие в голосовании 4 человека. Результаты голосования: «За» – 4 человека, «Против» – нет, воздержались – нет, протокол № 11 от 02 февраля 2022 года.

Руководитель структурного подразделения:

и.о. заведующего кафедрой

наноматериалов

и нанотехнологии, д.х.н.



Королёва М.Ю.

Секретарь заседания:

ведущий инженер кафедры

наноматериалов и нанотехнологии



Широких А.Д.