

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке и
технологиям БУ ВО «Сургутский
государственный университет»

Р.В. Оствальд

«01» 12 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

бюджетного учреждения высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа-Югры «Сургутский государственный университет»

Диссертация **«Разработка способа количественного определения керогена в породе методами ИК-спектроскопии и ИК-микроскопии»** выполнена на кафедре химии Института естественных и технических наук бюджетного учреждения высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа-Югры «Сургутский государственный университет» (БУ ВО «Сургутский государственный университет»).

В период подготовки диссертации соискатель Таныкова Наталья Геннадьевна обучалась в аспирантуре по очной форме обучения по направлению 05.06.01 Науки о земле.

В 2022 г. Таныкова Наталья Геннадьевна окончила аспирантуру БУ ВО «Сургутский государственный университет» по направлению подготовки 05.06.01 Науки о земле с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

Диплом об окончании аспирантуры выдан 04 июля 2022 г. БУ ВО «Сургутский государственный университет».

Тема диссертационной работы утверждена решением научно-технического совета Института естественных и технических наук БУ ВО «Сургутский государственный университет» от 11 октября 2023 г., номер протокола 40.

Научный руководитель – Петрова Юлия Юрьевна, канд. хим. наук, доцент, директор Института естественных и технических наук, доцент кафедры химии Института естественных и технических наук БУ ВО «Сургутский государственный университет», назначена приказом № 2228 от 27 ноября 2023 г. по БУ ВО «Сургутский государственный университет».

По итогам обсуждения на расширенном заседании кафедры химии Института естественных и технических наук БУ ВО «Сургутский государственный университет» принято следующее заключение:

Актуальность диссертационного исследования обусловлена тем, что поиск и освоение нетрадиционных запасов углеводородов является стратегической задачей нефтегазовой промышленности, направленной на расширение и развитие сырьевой базы РФ. Перспективное для добычи органическое вещество преимущественно находится в рассеянном состоянии в виде керогена. Для оценки потенциала и выбора технологии разработки месторождений необходима надежная химическая информация о распределении и структурно-групповом составе керогена. Ряд физико-химических методов, включающий в себя программируемый пиролиз, хромато-масс-спектрометрию, газовую хроматографию, рентгеноструктурный анализ и ЯМР-спектроскопию, требуют длительной пробоподготовки и исследуют кероген отдельно от содержащей его породы.

Основная проблема состоит в отсутствие системного подхода при использовании разнообразных, зачастую дублирующих методов, и ориентировании исследования только на структурно-групповые характеристики керогена без учета распределения вещества в породе.

Спектральные методы такие, как ИК-спектроскопия и ИК-микроскопия, могут быть применены в рамках единого подхода для экспрессного полуколичественного определения содержания и оценки структуры керогена. ИК-микроскопия зарекомендовала себя как надежный и неразрушающий метод исследования органического вещества на поверхности минералов с возможностью получения информации о неоднородности распределения. Однако метод требует дальнейшей оптимизации способов пробоподготовки поверхности образцов пород, а также верификации на примере образцов пород с различным минералогическим составом, и различным типом керогена. Кроме того, остаются нерешенными задачи количественного определения керогена, связанные с отсутствием стандартных образцов, которые необходимы для оценки содержания в методах как ИК-спектроскопии, так и ИК-микроскопии, и нелинейным характером зависимости интенсивности полос поглощения от концентрации в спектрах отражения.

Разработка методических подходов к совместному использованию результатов ИК-спектроскопии и ИК-микроскопии в комплексе с другими физико-химическими методами исследования позволит расширить и уточнить химическую информацию о керогенсодержащих породах, обеспечит ускоренную оценку качества и распределения керогена, тем самым поспособствует оценке рентабельности разработки месторождений и выбору эффективных способов добычи.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертационной работе. В диссертационную работу вошли результаты

теоретических и экспериментальных исследований, выполненных автором. Автором проведен анализ литературных данных по теме диссертации, выполнены экспериментальные работы, проведена обработка полученных результатов и их обобщение, выработка практических рекомендаций, подготовка научных статей и тезисов конференций по материалам диссертации совместно с научным руководителем.

Степень достоверности полученных теоретических и экспериментальных результатов. Достоверность экспериментальных данных обеспечивается использованием современного научно-исследовательского оборудования и методов исследования, стандартных методик и методов статистической обработки, а также контролем погрешностей на всех этапах анализа.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Впервые предложен способ полуколичественного определения и распределения керогена методом ИК-микроскопии с использованием интенсивностей полос поглощения основных функциональных групп алифатических и ароматических фрагментов органического вещества в породах переменного минералогического состава (глинистых, карбонатных, кремнистых и др.).

2. Впервые предложен способ количественного определения керогена непосредственно в глинисто-карбонатно-кремнистых породах методом ИК-спектроскопии с использованием коэффициентов поглощения полос основных функциональных групп алифатических и ароматических фрагментов.

3. Для предложенного способа показана возможность упрощения пробоподготовки за счет кислотной обработки пород с высоким содержанием карбонатных минералов и отсутствия стадии выделения керогена.

Практическая значимость работы состоит в эффективности применения методов ИК-спектроскопии для полуколичественного и количественного определения керогена непосредственно в породах, что позволяет сократить трудоемкость эксперимента с одновременным повышением его информативности.

Содержание керогена, найденное методом ИК-спектроскопии, коррелирует с результатами общепринятого метода программируемого пиролиза, соотношение содержания алифатических и ароматических фрагментов закономерно соответствует структурно-групповому составу керогена, что позволяет использовать общий подход вместо разрозненных рутинных методов.

Минимизация стадии пробоподготовки без стадии предварительного выделения керогена из пород позволяет сократить время эксперимента и отказаться от токсичных растворителей (хлороформа, гексана, спиртобензольных смесей, плавиковой кислоты и др.).

Получен патент на изобретение «Оценка содержания органического вещества в нефтематеринских породах, содержащих кероген II типа» (№ 2769531 от 01 апреля 2022 г.).

Ценность научных работ соискателя

Таныковой Н.Г. по теме диссертации опубликовано 23 работы: 5 статей в журналах, индексируемых в базах Scopus и Web of Science, в том числе 1 статья в журнале Q1 с импакт-фактором 2.7 (2022 г.), 18 тезисов докладов и 1 патент РФ.

Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертация Таныковой Наталья Геннадьевны соответствует специальности 1.4.2 «Аналитическая химия».

Полнота изложения материала диссертации в опубликованных работах

Основное содержание диссертации отражено в следующих публикациях:

Статьи

1. Петрова, Ю. Ю. Возможности метода ИК-спектроскопии в оценке нефтегенерационного потенциала нефтяных сланцев / Ю. Ю. Петрова, **Н. Г. Таныкова**, М. Ю. Спасенных, Е. В. Козлова // Вестник Московского университета. Серия 2: Химия. – 2020. – Т. 61. – № 1. – С. 34-42.
2. Tanykova, N. Study of Organic Matter of Unconventional Reservoirs by IR Spectroscopy and IR Microscopy / **N. Tanykova**, Yu. Petrova, J. Kostina et al. // Geosciences. – 2021. – V. 11 – № 7. – Art. № 277.
3. Петрова, Ю. Ю. Комплексная оценка содержания органического вещества в породах методами ИК-спектроскопии, термического анализа и пиролиза / Ю. Ю. Петрова, **Н. Г. Таныкова**, М. Ю. Спасенных и др. // Научно-технический сборник «Вести газовой науки». – 2022. – № 3 (52). – С. 109-116.
4. Таныкова, Н. Г. Оценка минералогического состава и содержания органического вещества пород нефтяных сланцев методом ИК-микроскопии / **Н. Г. Таныкова**, Ю. Ю. Петрова, М. Ю. Спасенных и др. // Геохимия. – 2023. – Т. 68. – № 3. – С. 315-324.
5. Tanykova N. G. Applications of FTIR spectroscopy in comprehensive analysis of sedimentary rocks / **N. G. Tanykova**, Yu. Yu. Petrova, M. Yu. Spasennykh et al. // Journal of Analytical Chemistry. – 2023. – V. 78. – № 12. – С. 1620-1629.

Патент

1. Патент № 2769531 от 01.04.2022 г. «Оценка содержания органического вещества в нефтематеринских породах, содержащих кероген II типа». Авторы: **Таныкова Н. Г.**, Петрова Ю. Ю.

Другие публикации

1. Таныкова, Н. Г. Исследование органического вещества нефтяных сланцев методом ИК-спектроскопии // **Н. Г. Таныкова**, Ю. Ю. Петрова // В сборнике: Новые идеи в геологии нефти и газа. Сборник научных трудов. Ответственный редактор А.В. Ступакова. – 2019. – С. 473-476.
2. Tanykova, N.G. Structural-group analysis of oil source rock organic matter / **Tanykova N. G.**, Petrova Yu. Yu. // Mendeleev 2019. Book of abstracts XI International Conference on Chemistry for Young Scientists. – 2019. – С. 488.
3. Таныкова, Н. Г. Структурно-групповой анализ органического вещества нефтематеринских пород / **Н. Г. Таныкова**, Ю. Ю. Петрова // В книге: XXI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Тезисы докладов. В 6-ти томах. Санкт-Петербург, 2019. – С. 116.
4. Petrova, Yu. Yu. Structural-group analysis of oil shale organic matter by infrared spectroscopy / Yu. Yu. Petrova, **N. G. Tanykova** // XX Euroanalysis. Abstracts & Proceedings. – Istanbul, 2019. – P. 367-369.
5. Таныкова, Н. Г. Комплексное исследование органического вещества нефтяных сланцев методами ИК-спектроскопии и пиролиза / **Н. Г. Таныкова**, Ю. Ю. Петрова, Е. В. Козлова // Нефтепромысловая химия Материалы VI Международной научно-практической конференции (XIV Всероссийской научно-практической конференции). Москва: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2019. – С. 108-109.
6. Ефремова, П. А. Структурно-групповой анализ минералов пород нетрадиционных коллекторов методом ИК-Фурье-спектроскопии и ИК-Фурье-микроскопии / П. А. Ефремова, **Н. Г. Таныкова** // В книге: Наука 60-й параллели. Тезисы докладов XXIV Молодежной конференции им. Г. И. Назина. Департамент образования и молодежной политики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, БУ ВО «Сургутский государственный университет». Сургут, 2020. – С. 18-19.
7. Таныкова, Н. Г. Структурно-групповой и распределительный анализ пород нетрадиционных коллекторов методом ИК-Фурье-микроскопии / **Н. Г. Таныкова**, Ю. Ю. Петрова // Нефтепромысловая химия Материалы VII Международной научно-практической конференции (XV Всероссийской научно-практической конференции). Москва: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2020. – С. 135-137.
8. Петрова, Ю. Ю. Оценка состава и распределения минералов и органического вещества в породах методом ИК-Фурье-микроскопии / Ю. Ю. Петрова, **Н. Г. Таныкова**, М. Ю. Спасенных, Е. В. Козлова // В книге: Актуальные вопросы исследования нефтегазовых пластовых систем (SPRS-2020). Тезисы докладов III Международной научно-практической конференции. Москва, 2020. – С. 47.
9. Таныкова, Н. Г. Оценка содержания органического вещества пород баженовской свиты Западной Сибири методом термического анализа / **Н. Г. Таныкова** // В книге: Актуальные проблемы недропользования.

Тезисы докладов XIX Всероссийской конференции-конкурса студентов и аспирантов. Санкт-Петербург, 2021. – С. 161-163.

10. Таныкова Н. Г. Комплексное исследование карбонатов в породах методами ИК-спектроскопии, термического анализа и пиролиза Рок-Эвал / **Н. Г. Таныкова**, Ю. Ю. Петрова, Д. А. Лазарев и др. // Нефтепромысловая химия Материалы VIII Международной научно-практической конференции (XVI Всероссийской научно-практической конференции). Москва: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2021. – С. 108-109.
11. Петрова, Ю. Ю. Комплексная оценка содержания органического вещества в породах методами ИК-спектроскопии, термического анализа и пиролиза / Ю. Ю. Петрова, **Н. Г. Таныкова**, М. Ю. Спасенных и др. // В книге: Экспериментальные методы исследования пластовых систем: проблемы и решения. Тезисы докладов I Международного научно-практического семинара. Москва, 2021. – С. 54.
12. Таныкова, Н. Г. Исследование керогена баженовской свиты методом ИК-спектроскопии / **Н. Г. Таныкова**, Ю. Ю. Петрова, М. Ю. Спасенных, Е. В. Козлова // В книге: Наука о сланцах: новые вызовы. Материалы совместного семинара EAGE/SPE 2021. Москва, 2021. – С. 9.
13. Петрова, Ю. Ю. Оценка минералогического состава пород нефтяных сланцев методом ИК-микроскопии / Ю. Ю. Петрова, **Н. Г. Таныкова** // В сборнике: Пути реализации нефтегазового потенциала Западной Сибири. Материалы XXV научно-практической конференции. Под редакцией Э. А. Вторушиной, Е. Е. Оксенойд, С. А. Алёшина, Н. Н. Захарченко, Е. В. Олейник, Т. Н. Печёрина. Ханты-Мансийск, 2022. – С. 329-333.
14. Чудова, Е. С. Структурно-групповой анализ и оценка содержания органического вещества в породах баженовской свиты методом ИК-спектроскопии / Е. С. Чудова, С. М. Болотская, **Н. Г. Таныкова**, Ю. Ю. Петрова // Сборник материалов 25-ой конференции по вопросам геологоразведки и разработки месторождений нефти и газа «Геомодель 2023», Россия, Геленджик, 4-7 сентября 2023 г. – Статья № 5752.
15. Болотская, С. М. Оценка содержания и зрелости органического вещества пород баженовской свиты методом ИК-спектроскопии / С. М. Болотская, **Н. Г. Таныкова** // В сборнике: Химия и химическая технология в XXI веке. Материалы XXIV Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени выдающихся химиков Л. П. Кулёва и Н. М. Кижнера, посвященной 85-летию со дня рождения профессора А. В. Кравцова. Томск, 2023. – С. 373-374.
16. Чудова, Е. С. Разработка количественной методики определения органического вещества в породах методом ИК-спектроскопии / Е. С. Чудова, **Н. Г. Таныкова**, О. С. Сутормин // В сборнике: Химия и химическая технология в XXI веке. Материалы XXIV Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени

выдающихся химиков Л. П. Кулёва и Н. М. Кижнера, посвященной 85-летию со дня рождения профессора А. В. Кравцова. Томск, 2023. – С. 465-466.

17. Таныкова, Н. Г. Изучение структуры и состава органического вещества пород нетрадиционных коллекторов методами ИК-фурье-спектроскопии / **Н. Г. Таныкова**, Ю. Ю. Петрова, М. Ю. Спасенных // Современные проблемы геохимии. – 2023: Материалы конференции молодых ученых (Иркутск, 11–16 сентября 2023 г.) – Иркутск: Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, 2023. – С. 132-135.
18. Таныкова, Н. Г. Методы ИК-спектроскопии в исследовании органического вещества нефтяных сланцев / **Н. Г. Таныкова**, Ю. Ю. Петрова, М. Ю. Спасенных // Материалы IV Всероссийской конференции по аналитической спектроскопии с международным участием, Россия, Краснодар, 24-30 сентября 2023 г. – С. 86.

Внедрение результатов диссертационной работы

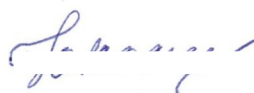
Способы количественного определения керогена в породе методами ИК-спектроскопии и ИК-микроскопии апробированы при анализе реальных объектов. На основании результатов диссертационной работы оформлен 1 патент на изобретение «Оценка содержания органического вещества в нефтематеринских породах, содержащих кероген II типа».

Диссертация **«Разработка способа количественного определения керогена в породе методами ИК-спектроскопии и ИК-микроскопии»** Таныковой Натальи Геннадьевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2 «Аналитическая химия».

Заключение принято на расширенном заседании кафедры химии Института естественных и технических наук.

Присутствовало на заседании – 9 чел. Результаты голосования: «за» - 9 чел., «против» - 0, «воздержалось» - 0, протокол № 15 от 09.11.2023 г.

Председатель расширенного заседания
Главный научный сотрудник НОЦ ИЕиТН
д-р. хим. наук, доцент

 Ю.В. Костина

Секретарь расширенного заседания
Заведующий кафедрой химии ИЕиТН
канд. биол. наук

 О.С. Суторин