

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 2022.6
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 18.07.2022 № 3

О присуждении Сандыге Михаилу Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Предотвращение образования органических отложений в системе «пласт - скважина» на поздней стадии разработки нефтяного месторождения» по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений принята к защите 16.05.2022, протокол заседания № 2, диссертационным советом ГУ 2022.6 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Горного университета о создании диссертационного совета от 28.04.2022 г. № 768 адм.

Соискатель, Сандыга Михаил Сергеевич, 18 ноября 1994 года рождения, в 2018 году окончил с отличием федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело.

С 2018 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Рогачев Михаил Константинович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», кафедра «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений», профессор кафедры.

Официальные оппоненты:

Гуськова Ирина Алексеевна, доктор технических наук, доцент, государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Альметьевский государственный нефтяной Институт», кафедра разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, профессор;

Турбаков Михаил Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра «Нефтегазовые технологии», доцент;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова»**, г. Грозный, в своем положительном отзыве, подписанном Халадовым Абдуллой Ширваниевичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой бурения, разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений», Газабиевой Заремой Хизаровной, секретарем заседания, утвержденным Минцаевым Магомедом Шаваловичем, доктором технических наук, доцентом, ректором, указала, что

полученные результаты исследования, разработанные алгоритмы, модели, технологии могут быть включены в состав учебно-методического комплекса для обучения студентов нефтегазовых направлений.

Соискатель имеет 5 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 5 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ, в том числе 2 статьи – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), 3 статьи – в изданиях, входящих в международные базу данных и систему цитирования Scopus. Получено 2 свидетельства на программу ЭВМ.

Общий объем – 3,44 печатных листов, в том числе 1,86 печатных листа - соискателя.

Публикация в изданиях из Перечня ВАК:

1. **Сандыга М.С.** Исследование температурных условий образования органических отложений / М.С. Сандыга, И.А. Стручков, М.К. Рогачев // Недропользование. – 2021. – Т.21, №2. – С.84–93.

Соискателем выполнены исследования по определению влияния объема пор на процесс формирования органических отложений в поровом пространстве пластов коллекторов.

2. **Сандыга М.С.** ПАВ для заводнения пластов нефтяных месторождений на поздней стадии разработки // М.С. Сандыга, М.К. Рогачев, Е.Ю. Камбулов, В.К. Василин, М.Е. Ламосов // Neftegaz.RU. – 2022. – №4. – С. 30–36. (ВАК, №934 от 29.03.2022).

Соискателем выполнено обоснование применения ЯМР-спектроскопии для подбора поверхностно-активных веществ с целью повышения нефтеизвлечения нефти на поздней стадии разработки нефтяного месторождения. Произведен подбор ПАВ по принципу подобное растворяется в подобном.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. **Sandyga M.S.** Formation damage induced by wax deposition: laboratory investigations and modeling / M.S. Sandyga, I.A. Struchkov, M.K. Rogachev // Journal of Petroleum Exploration and Production Technology. – 2020. – Т. 10. – №. 6. – С. 2541-2558. DOI: 10.1007/s13202-020-00924-2.

Сандыга М.С. Повреждение пласта, вызванное отложением парафина: лабораторные исследования и моделирование // М.С. Сандыга, И.А. Стручков, М.К. Рогачев // Журнал технологий разработки и добычи нефти. – 2020. – Т. 10, № 8 С. 2541–2558.

Соискателем в ходе фильтрационных и реологических исследований выявлено, что в терригенных песчаник температура насыщения нефти парафином на 3-4 °С выше, чем в открытой измерительной системе, это подтверждается компьютерным моделированием.

4. Khaibullina K.S. Substantiation and selection of an inhibitor for preventing the formation of asphalt-resin-paraffin deposits. / K.S. Khaibullina, **M.S. Sandyga**, L.R. Sagirova // Periodico Tche Quimica. – 2020. – Т. 17. – №. 34. – С. 541-551. DOI: 10.21122/1029-7448-2019-62-2-146-154.

Хайбуллина К.С. Обоснование и выбор ингибитора для предотвращения образования асфальтосмолопарафиновых отложений. / К.С. Хайбуллина, **М.С. Сандыга**, Л.Р. Сагирова // Периодическая химия. – 2020. – Т. 17. – №. 34. – С. 541-551.

Соискателем проводился обзор современных составов ингибиторов АСПО и лабораторные исследования по определению эффективности предотвращения образования органических отложений с помощью разработанного состава.

5. Belsky A. A. et al. Wind turbine electrical energy supply system for oil well heating. / A.A. Belsky, V.A. Morenov, K.S. Kupavykh, **M.S. Sandyga** // Energetika. Proc. CIS Higher Educ. Inst. and Power Eng. Assoc. – 2019. – V. 62, No 2 (2019), pp. 146–154. DOI: 10.21122/1029-7448-2019-62-2-146-154.

Бельский А. А. и др. Система электроснабжения ветротурбины для обогрева нефтяных скважин. / А.А. Бельский, В.А. Моренов, К.С. Купавых, **М.С. Сандыга** // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2019. – Т. 62, № 2 (2019), с. 146–154.

Соискателем рассчитаны глубины образования органических отложений по стволу скважины, а также даны рекомендации по использованию установок греющего кабеля

Патенты и свидетельства программ для ЭВМ:

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021660695 Российская федерация, Программа для анализа температурного поля многослойного нефтяного пласта, осложнённого высоким содержанием парафина: № 2021619972: заявл. 28.06.2021: опубл. 30.06.2021 / Ильюшин Ю.В., **Сандыга М.С.**; заявитель ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет».

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020616220. Российская федерация, Программа для моделирования теплофизических свойств высокопарафинистой нефти: № 2020614467: заявл. 18.05.2020: опубл. 15.06.2020 / Ильюшин Ю.В., **Сандыга М.С.**; заявитель ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет».

Апробация работы проведена на научно-практических мероприятиях с докладами:

1. 59-ая студенческая научная конференция по горному делу в Краковской Горно-Металлургической академии. Тема доклада: Разработка

углеводородного растворителя для удаления асфальтосмолопарафиновых отложений. Польша, г. Краков, 06.12.2018 г.

2. XII Всероссийская конференция молодых ученых, специалистов и студентов «Новые технологии в газовой промышленности» (газ, нефть, энергетика). Тема доклада: Исследование условий образования органических отложений в поровом пространстве пород коллекторов. Россия, г. Москва, 22-25 октября 2019 г.

3. XVIII Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов. Тема доклада: Исследование условий образования органических отложений в поровом пространстве пород-коллекторов. Россия, г. Санкт-Петербург, 15-17 апреля 2020 г.

4. Международная научно-практическая конференция «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME – 2021. Тема доклада: Закачка ПАВ в продуктивные пласты нефтяных месторождений на поздней стадии разработки. Россия, г. Санкт-Петербург, 22-23 апреля 2021 г.

5. Секция процессов управления дома ученых им. Горького РАН. Тема доклада: Принятие решений по предотвращению образования органических отложений в системе «пласт-скважина». Россия, г. Санкт-Петербург, 18 января 2022 г.

В диссертации Сандыги Михаила Сергеевича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: владельца продукта ООО «Недра» - Новые цифровые ресурсы промышленных активов, к.т.н. **А.Р. Шарифова**; доцента высшей нефтяной школы института нефти и газа Югорского государственного университета, к.т.н. **М.И. Королева**; генерального директора ООО «Сладковско-Заречное», к.т.н. **А.В. Барышникова**; руководителя направления лаборатории методов увеличения нефтеотдачи ООО «Газпромнефть- технологические

партнерства», к.т.н. **Г.Ю. Щербакова**; начальника производственного отдела по добыче нефти и поддержанию пластового давления ПАО «Сургутнефтегаз» **М.А. Тараскина**; консультанта АО «Иджат», д.т.н. **А.А. Газизова**; руководителя по бизнес-анализу активов Департамента технологического развития ООО «Газпромнефть НТЦ», к.т.н. **Р.Р. Хусаинова**; ведущего научного сотрудника лаборатории нефтегазовой механики и физико-химии пласта ФГБУН ИГиГ РАН, д.т.н. **С.Н. Попова**; заместителя директора по научной работе **А.Г. Телина** и главного технолога **В.В. Рагулина** Общества с ограниченной ответственностью «Уфимский Научно-Технический Центр».

В отзывах изложены положительные заключения о проведенных автором исследованиях, отмечена актуальность выбранной темы, высокая степень проработки вопроса и профессиональный подход к решению поставленных задач, однако имеются замечания и вопросы:

1. На стр.15 (рисунок 9) не очень ясно, какую роль выполняет эффективная вязкость, если она приводится, то нужно указывать скорости деформации, при которых она измерялась. (к.т.н. **А.Р. Шарифов**).

2. На стр. 16 второй абзац в чем заключается «снижение вязкости и интенсивность проявления неньютоновских свойств», необходимо отметить какие именно «неньютоновские свойства» (к.т.н. **А.Р. Шарифов**)

3. В работе отсутствуют результаты оценки фильтрационных свойств нефти после использования разработанной композиции ПАВ. (к.т.н. **М.И. Королев**)

4. В качестве замечания можно отметить, что автор рассматривает только залежи пашийских отложений Ромашкинского месторождения. Стоило бы выполнить исследования для более широкого спектра условий, чтобы расширить область применения составов. В автореферате не приведены схемы и фотографии стендов для проведения исследований. (к.т.н. **А.В. Барышников**).

5. Для изучения условий формирования органических отложений что использовалось в качестве модели нефти при проведении исследований? (к.т.н. **Г.Ю. Щербаков**).

6. Проводилось ли сравнение с другими технологиями, например, закачка ингибитора АСПО через установку дозирования реагентов на устье добывающей скважины или закачка ПАВ в призабойную зону пласта добывающей скважины? (к.т.н. **Г.Ю. Щербаков**).

7. В диссертационной работе отсутствует информация об экономической эффективности предлагаемого решения, что не позволяет провести сравнение данного подхода с альтернативными технологиями. (к.т.н. **Р.Р. Хусаинов**).

8. Из автореферата не ясно - какие образцы породы-коллектора использовались в работе: терригенные или карбонатные; а также повлияет ли различная смачиваемость породы на температуру отложения парафинов и, в целом, на полученные результаты исследований. (д.т.н. **С.Н. Попов**).

9. На странице 12 автореферата утверждается, что реагент МЛ-80Б относится к классу неионогенных ПАВ. Это не верно. Данный реагент является смесевым ПАВ, состоящим из неионогенных и анионоактивных детергентов. (А.Г. Телин и к.т.н. **В.В. Рагулин**).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

установлено, что образование твердых частиц парафина в поровом пространстве терригенных пород-коллекторов происходит при температуре на несколько градусов (до 4 °С) выше, чем в открытой измерительной системе;

разработана композиция из двух ПАВ - неионогенного (оксиэтилированного алкилфенола) и катионактивного (диметилбензилкокаминхлорида) для закачки в продуктивный нефтяной пласт при его искусственном заводнении;

установлена способность разработанной композиции ПАВ диффундировать из водного раствора в нефть, оказывая депрессорно-

диспергирующее действие на структурообразующие компоненты пластовой нефти (асфальтены и парафины), вследствие чего снижается температура насыщения нефти парафином и улучшаются ее реологические и фильтрационные свойства;

обоснована технология заводнения терригенных коллекторов с использованием разработанной композиции ПАВ.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

установлено, что для модели парафинистой нефти объекта исследований образование твердых частиц парафина в поровом пространстве терригенных пород-коллекторов происходит при температуре на несколько градусов (до 4 °С) выше, чем в открытой измерительной системе;

выявлено, что наибольшему риску кольматирования органическими отложениями подвержены поры с наибольшим диаметром;

установлена способность разработанной композиции ПАВ: неионогенного (оксиэтилированного алкилфенола) и катионактивного (диметилбензилкокаминхлорида) – диффундировать из водного раствора в нефть, оказывая депрессорно-диспергирующее действие на структурообразующие компоненты пластовой нефти (асфальтены и парафины), вследствие чего у нефти снижаются температуры застывания и насыщения парафином и улучшаются реологические и фильтрационные свойства.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

обосновано применение водных растворов ПАВ для предупреждения образования органических отложений в породах-коллекторах;

обоснована технология заводнения терригенных коллекторов с использованием разработанной композиции ПАВ;

рекомендована к промышленному внедрению технология заводнения с использованием разработанной композиции ПА на основании акта

внедрения результатов кандидатской диссертации ООО «Газпром подземремонт Уренгой» от 11.04.2022;

внедрены результаты диссертационного исследования в состав учебно-методического комплекса для обучения студентов по направлениям подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» и 21.05.06 «Нефтегазовая техника и технологии» Санкт-Петербургского горного университета (подтверждено актом внедрения);

определены перспективы и область практического использования разработанной технологии предотвращения образования органических отложений в системе «пласт-скважина»;

представлены рекомендации к использованию полученных теоретических и экспериментальных данных на предприятиях нефтегазовой отрасли.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность результатов определяется современным уровнем аналитических и достаточным объемом экспериментальных лабораторных исследований с применением современного высокоточного оборудования лаборатории «Повышение нефтеотдачи пластов» центра «Арктика» Санкт-Петербургского горного университета, достаточной сходимостью расчетных и экспериментальных величин и воспроизводимостью результатов;

теория построена на известных закономерностях и согласуется с опубликованными ранее экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на результатах анализа и обобщения мирового опыта применения современных технологий и методов предупреждения образования и удаления твердых органических отложений в скважинах и поровом пространстве пласта коллектора;

использованы данные, полученные ранее по рассматриваемой тематике для сравнения их с авторскими данными;

установлено, что результаты, полученные соискателем, не противоречат результатам исследований других авторов, отраженных в научно-технических трудах, опубликованных в открытой печати;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации при решении поставленных в диссертационной работе задач.

Личный вклад соискателя состоит в выполнении анализа мирового опыта применения современных технологий и методов предупреждения образования и удаления твердых органических отложений в пластовых условиях; постановке цели, формулировке задач исследований; проведении экспериментальных исследований; выполнении интерпретации полученных результатов; анализе и обсуждении их с научным руководителем; обосновании научных положений диссертационной работы; апробации результатов исследования и подготовке публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации критические замечания высказаны не были.

Соискатель Сандыга Михаил Сергеевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 18 июля 2022 года диссертационный совет принял решение присудить **Сандыге Михаилу Сергеевичу** ученую степень кандидата технических наук за решение важной научно-практической задачи по предотвращению образования органических отложений в системе «пласт-скважина» на поздней стадии разработки нефтяного месторождения путем закачки разработанной композиции ПАВ через систему ППД.

При проведении тайного голосования с использованием информационно-коммуникационных технологий, при участии в удаленном интерактивном режиме 3 членов диссертационного совета, диссертационный совет в количестве 9 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 10 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 9, против – нет.

Председатель
диссертационного совета



Двойников

Михаил Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Тананыхин

Дмитрий Сергеевич

18.07.2022 г.