

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

99.2.039.02

созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» и федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № _____
решение объединенного диссертационного
совета от 22.12.2023 г. № 23

О присуждении Богатову Максиму Валерьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Влияние состава, структуры и свойств внутренних многофункциональных покрытий насосно-компрессорных нефтепромысловых труб на образование асфальтосмолопарафиновых отложений» по специальности 2.6.17. Материаловедение принята к защите 09 октября 2023 г. (протокол заседания № 15), объединенным диссертационным советом 99.2.039.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки Российской Федерации, 443100, Самара, Молодогвардейская 244, и федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Минобрнауки РФ, 443086, Самара, Московское шоссе, 34, приказ Минобрнауки РФ №45/нк от 30.01.2017 г.

Соискатель Богатов Максим Валерьевич, 13.01.1995 года рождения, в 2019 году с отличием окончил очную магистратуру по направлению «Материаловедение и технологии новых материалов», в 2023 году окончил очную аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» по направлению «Технологии материалов», научная специальность «Материаловедение (машиностроение)». С 2017 года по настоящее время работает в ООО «Научно-производственный центр «Самара» в должности инженера 1 категории испытательной лаборатории.

Диссертация выполнена на кафедре «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Амосов Александр Петрович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический

университет» Минобрнауки РФ, кафедра «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы», заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

- Левашов Евгений Александрович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», кафедра «Порошковая металлургия и функциональные покрытия», заведующий;

- Илюшин Павел Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра «Нефтегазовые технологии», доцент.

Оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, в своем положительном отзыве, утвержденным Ибрагимовым Ильдусом Гамировичем, д.т.н., профессором, проректором по научной и инновационной работе, подписанным Латыповым Олегом Ренатовичем, д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Материаловедение и защита от коррозии» и Ямщиковой Светланой Алексеевной к.т.н., ученым секретарем той же кафедры, подтверждается соответствие содержания диссертации паспорту научной специальности 2.6.17. Материаловедение, указывается, что в работе изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки лабораторных испытательных стендов и методик, имеющие важное значение для развития нефтегазовой отрасли.

Заключение содержит следующие замечания: не рассматриваются более ранние работы сотрудника УГНТУ Сунагатуллина Р.З. о динамическом моделировании теплогидравлической эффективности слоя асфальтосмолопарафиновых отложений в неизотермическом трубопроводе, а также не рассматривается теплогидравлический испытательный стенд для исследования процессов транспортировки тяжелой и битумной нефти; не произведено уточнение на каком именно стенде первого или второго исполнения производились испытания в главе 4 таблицы 7 и с использованием какой нефти (месторождение и состав); не объясняется почему в главе 5 исследования на лабораторных циркуляционных стендах проводились испытания с использованием только трех видов внутренних покрытий НКТ, хотя в диссертации рассматривается их гораздо больше, а также с использованием только одного состава нефти с Орьебашского месторождения.

Соискатель имеет 9 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 9 работ, из них 4 в рецензируемых научных изданиях ВАК, 1 патент РФ на полезную модель и 1 патент РФ на изобретение. Вклад соискателя: участие в постановке целей и задач, участие в разработке лабораторных циркуляционных стендов и отработке методики проведения исследований на них, участие на всех этапах исследования, личное проведение анализов и измерений физико-механических свойств, интерпретация результатов и формулировка всех основных положений и выводов, подготовка публикаций и докладов на конференциях.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1) Богатов, М.В. Применение внутренних многофункциональных покрытий насосно-компрессорных труб для защиты от образования асфальтосмолопарафиновых отложений / **М.В. Богатов**, П.Е. Юдин, А.П. Амосов // Нефтегазовое дело. 2023. - № 3. – С. 149-160.

2) Богатов, М.В. Влияние гидрофильности, олеофобности на образование асфальтосмолопарафиновых отложений / **М.В. Богатов**, П.Е. Юдин, А.Г. Веревкин, Д.В. Берков // Нефтегазовое дело. 2022. № 6. С. 114-123.

3) Богатов, М.В. Предотвращение образования асфальтосмолопарафиновых отложений на поверхности насосно-компрессорных труб путем нанесения внутренних покрытий / **М.В. Богатов**, П.Е. Юдин, А.Г. Веревкин, Д.В. Берков // Нефтегазовое дело. 2022. № 1. С. 74-81.

4) Богатов, М.В. Моделирование процесса выпадения асфальтосмолопарафиновых веществ на внутренней поверхности насосно-компрессорных труб с покрытием и без на лабораторном циркуляционном стенде / **М.В. Богатов**, П.Е. Юдин // Нефтегазовое дело. 2021. № 2. С. 97-103.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы официальных оппонентов:

В отзыве **Левашова Е.А.** указаны следующие критические замечания: рекомендуется измерить теплопроводность исследуемых покрытий, так как она может сказаться на градиенте температуры в нефтяном потоке и на образовании отложений. Испытания на разработанном стенде приведено только для трех внутренних многофункциональных покрытий, хотя в предыдущей главе и использовалось заметно больше. Не совсем точно использован термин «градиент температуры» вместо разницы температур между нефтяной средой и поверхностью стенки трубы.

В отзыве **Илюшина П.Ю.** сформулированы следующие замечания: при исследовании зависимости градиента температуры от массы отложений асфальтосмолопарафиновых отложений исследовано только два варианта поверхности с покрытием ГИОТЭК 110 М и без покрытия, хотя в дальнейших экспериментах исследуется ряд покрытий. Не рассмотрена возможность моделирования процесса в стендах в программных продуктах. Необходима систематизация результатов определения олеофобности/олеофильности поверхностей для формирования четких критериев экспресс-подбора покрытий для предупреждения образования парафиновых отложений.

На автореферат поступило 11 отзывов от:

И.Р. Кузеева, д.т.н., проф., зав. каф. «Технологические машины и оборудование», В.А. Гафаровой, к.т.н., доц. этой же кафедры ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (г. Уфа); А.А. Ситникова, д.т.н., проф., директора производственного внедренческого комплекса прикладных исследований и разработок, А.В. Собачник к.т.н., доцента кафедры «Наземные транспортно-технические системы» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (г. Барнаул); М.С. Егорова, к.т.н., доцента, зав. каф. «Материаловедение и технология металлов» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» (г. Ростов-на-Дону); С.Я. Алибекова, д.т.н., проф., зав. каф. машиностроения и материаловедения ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технический университет» (г. Йошкар-Ола);

П.О. Русинова д.т.н., профессора кафедры «Инженерии систем управления, материалов и технологий в машиностроении» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» (г. Краснодар); И.М. Ковенского д.т.н., профессора ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (г. Тюмень); Ю.Л. Крутского, д.т.н., доцента кафедры «Химии и химической технологии» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» (г. Новосибирск); В.И. Юхвида, д.т.н., профессора, заведующего лабораторией жидкофазных СВС-процессов и литых материалов, ФГБУН «Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения А.Г. Мержанова Российской академии наук» (г. Черноголовка). А.Н. Володченко, д.т.н., профессора кафедры теоретической и прикладной химии ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет» (г. Белгород); Т.И. Башкиновой к.т.н., доцента кафедры «Материаловедение и технология новых материалов» ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (г. Комсомольск-на-Амуре); В.Н. Кокорина д.т.н., проф., зав. каф., О.И. Морозова к.т.н., доцента кафедры «Материаловедение и обработка металлов давлением» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (г. Ульяновск).

В замечаниях отмечено: не указано, в чем заключается оригинальность метода определения истинной шероховатости поверхности покрытий. Не анализируется влияние этой структуры покрытий на образование асфальтосмолопарафиновых отложений. На основании чего были выбраны параметры стендовых испытаний, в частности, температура нефти, температура рубашки охлаждения, скорость потока нефти. Не объяснено, по какой технологии наносят рассматриваемые покрытия на поверхности труб. Имеется ли сложность нанесения покрытий на внутреннюю поверхность трубы. Отсутствует информация о прогнозируемом сроке службы труб. Не объяснено, как оценивалась адгезия покрытия, какова ее величина, какой метод использовался для оценки. Не представлена информация о оптимальной толщине покрытия. Не представлена информация, какую теплопроводность имеет асфальтосмолопарафиновые отложения.

Все отзывы положительные, отмечают актуальность темы диссертации, научную новизну и практическую значимость основных положений работы, соответствие диссертационной работы критериям Положения о присуждении ученых степеней, а её автор – Богатов М.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетентностью в области исследования материалов и свойств различных функциональных покрытий, в том числе многофункциональных внутренних покрытий насосно-компрессорных и промышленных труб, а также исследования образования асфальтосмолопарафиновых отложений в нефтяных средах и их предотвращения, что подтверждается публикациями в научных изданиях в сфере исследования соискателя, а также наличием в ведущей организации диссертационного совета по данной научной специальности.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработана** новая экспериментальная методика, позволившая выявить качественно новые закономерности влияния состава, структуры и свойств внутренних многофункциональных покрытий насосно-компрессорных нефтепромысловых труб на образование асфальтосмолопарафиновых отложений, на основе применения двух изобретенных и изготовленных лабораторных циркуляционных стендов, моделирующих образование слоя асфальтосмолопарафиновых отложений на покрытиях внутренней поверхности серийных насосно-компрессорных труб в динамических условиях движущейся нефтяной среды с параметрами, максимально приближенными к эксплуатационным параметрам как в малодобитных, так и в высокодобитных скважинах;

- **предложен** оригинальный метод определения краевого угла смачивания нефтью в водной среде для определения такого свойства как олеофобность исследуемых внутренних многофункциональных покрытий;

- **доказана** перспективность проведения испытаний на лабораторном циркуляционном стенде взамен опытно-промысловых испытаний для оценки способности испытуемых внутренних многофункциональных покрытий противостоять образованию асфальтосмолопарафиновых отложений внутри насосно-компрессорных труб для сокращения принятия решения об эффективности испытуемых покрытий;

- **введена** методика предварительной, качественной экспресс-оценки способности внутренних покрытий насосно-компрессорных труб противостоять образованию асфальтосмолопарафиновым отложениям по совокупным результатам определения краевых углов смачивания этих покрытий водой на воздухе и нефтью в воде, то есть по таким свойствам как гидрофильность и олеофобность покрытий.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказано**, что такие свойства поверхностей покрытий, как шероховатость, адгезия парафина к сухой поверхности, угол смачивания сухой поверхности дистиллированной водой в отдельности не отражают в полной мере способность поверхностей сопротивляться образованию асфальтосмолопарафиновым отложениям в динамических условиях движущейся нефтяной среды.

- **применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс существующих базовых и современных методов исследования, экспериментальных методик, что позволило получить новые научные и практические результаты при разработке нового подхода к созданию методики лабораторных испытаний труб с внутренними многофункциональными покрытиями;

- **изложены** найденные для различных покрытий зависимости массы асфальтосмолопарафиновых отложений от градиента температуры, скорости движения нефтяной среды, времени выдержки, которые дают представление о стадийности образования нежелательных отложений на внутренней поверхности насосно-компрессорных труб с многофункциональными покрытиями;

- **раскрыто** влияние параметров такого свойства как смачиваемость исследуемых покрытий компонентами нефтяной среды (олеофильность/олеофобность, гидрофильность/гидрофобность) на противодействие образованию асфальтосмолопарафиновых отложений;

- **изучено** влияние состава, структуры и свойств внутренних многофункциональных покрытий насосно-компрессорных труб на образование асфальтосмолопарафиновых отложений;

- **проведена модернизация** испытаний на лабораторном циркуляционном стенде для оценки эффективности внутренних многофункциональных покрытий противостоять образованию асфальтосмолопарафиновых отложений.

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

- **разработаны и внедрены** лабораторные экспериментальные стенды и методики, которые используются в ООО «Научно-производственный центр «Самара» и ООО «РН-БашНИПИнефть» для оценки способности внутренних многофункциональных покрытий предотвращать образование асфальтосмолопарафиновых отложений на внутренней поверхности насосно-компрессорных труб или увеличивать межочистной период скважин;

- **определены** эффективные виды покрытий, обладающие гидрофильностью и олеофобностью, противодействующие образованию асфальтосмолопарафиновых отложений на внутренней поверхности труб;

- **создана** методика оценки эффективности применения защитных покрытий от асфальтосмолопарафиновых отложений на испытательном циркуляционном стенде;

- **представлены** выработанные совместно с ООО «РН-БашНИПИнефть» рекомендации о сокращении времени принятия решений об эффективности предлагаемых компании Роснефть покрытий предотвращать образования асфальтосмолопарафиновых отложений на месторождениях за счет замены длительных опытно-промышленных испытаний на разработанные лабораторные стендовые испытания.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **для экспериментальных работ** результаты получены на сертифицированном оборудовании с использованием аттестованных методов и методик, с применением современного программного обеспечения;

- **теория** построена как на известных данных о закономерностях процесса образования асфальтосмолопарафиновых отложений на внутренней поверхности стенки трубы при ее охлаждении и о влиянии некоторых отдельных параметров структуры и свойств покрытий на этот процесс, так и на собственных новых проверяемых данных, полученных при исследовании влияния состава, структуры и свойств внутренних покрытий на процесс образования асфальтосмолопарафиновых отложений в условиях, моделирующих скважинные;

- **идея базируется** на использовании литературных данных, а также данных опытно-промышленных испытаний в области предотвращения образования асфальтосмолопарафиновых отложений в насосно-компрессорных трубах за счет применения внутренних защитных покрытий;

- **использованы** результаты экспериментальных исследований в динамических условиях движущейся нефтяной среды на лабораторном циркуляционном стенде, а также результаты в статических условиях неподвижной нефтяной среды или ее отсутствия, которые соответствуют данным, полученным ранее по рассматриваемой тематике;

- **установлено** по результатам лабораторных испытаний на разработанных циркуляционных стендах, что по мере уменьшения эффективности в предотвращении образования асфальтосмолопарафиновых отложений покрытия различного состава располагаются следующим образом: силикатно-эмалевое покрытие → полимерные покрытия → стальной образец без покрытия, что соответствует данным опытно-промышленных испытаний с реальных месторождений добывающих компаний.

Личный вклад соискателя состоит в участии в постановке целей и задач, определяющих научную новизну и практическую значимость работы, участии в разработке лабораторных циркуляционных стендов и отработке методики проведения исследований на них, участии на всех этапах процесса исследования состава, структуры и свойств многофункциональных покрытий на внутренней поверхности насосно-компрессорных труб и их влияния на образование асфальтосмолопарафиновых отложений, в непосредственном участии в проведении подготовки и исследовании образцов, в измерениях, интерпретациях результатов и формулировке всех основных положений, непосредственном участии в подготовке всех основных опубликованных работ по результатам диссертации выполненных в творческих коллективах, что отражено в составе авторов опубликованных работ.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. Богатов М.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 22 декабря 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Богатову Максиму Валерьевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение за новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки методик по исследованию влияния состава, структуры и свойств внутренних многофункциональных покрытий насосно-компрессорных нефтепромышленных труб на образование асфальтосмолопарафиновых отложений и определению эффективности этих покрытий в защите от асфальтосмолопарафиновых отложений на основе применения оригинальных лабораторных испытательных стендов, имеющие существенное значение для развития страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 17, против - 0.

Председатель диссертационного
совета 99.2.039.02

Секретарь диссертационного
совета 99.2.039.02



Клебанов Яков Мордухович

Луца Альфия Расимовна

22 декабря 2023 г.