

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

диссертационного совета 24.2.312.04, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, по диссертации на соискание учёной степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 24.06.2025, протокол №5

О присуждении Богомолу Павлу Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертационная работа «Влияние продуктов разложения хлорорганических соединений на процесс коррозии нефтеперерабатывающего оборудования» по специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии принята к защите 25.03.2025, протокол заседания №2, диссертационным советом 24.2.312.04, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России), 420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, д.68, приказ о создании диссертационного совета от 18.01.2008 № 1-51 (приказом Минобрнауки России от 02.11.2012 № 714/нк признан отвечающим действующим требованиям «Положения о совете...»; приказом Минобрнауки от 03.06.2021 № 561/нк приложение № 1, совету предоставлено право приема диссертаций для защиты на срок действия номенклатуры научных специальностей).

Соискатель, Богомол Павел Андреевич, 10.01.1994 года рождения, в 2019 г. с отличием окончил магистратуру Казанского национального исследовательского технологического университета по направлению

подготовки 18.04.01 «Химическая технология». В 2024 году окончил аспирантуру на кафедре технологии электрохимических производств (ТЭП) ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Минобрнауки России. Работает начальником лаборатории защиты от коррозии АО «Котласский химический завод».

Диссертация выполнена на кафедре технологии электрохимических производств (ТЭП), ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор химических наук, доцент, профессор кафедры технологии электрохимических производств ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» Ившин Яков Васильевич.

Официальные оппоненты:

– Плетнев Михаил Андреевич, доктор химических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова», доцент, заведующий кафедрой химии и химической технологии;

– Цыганкова Людмила Евгеньевна, доктор химических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина», профессор, заведующий кафедрой химии.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти публичного акционерного общества «Татнефть» имени В.Д. Шашина, в своем положительном отзыве, подписанном доктором технических наук, директором Татарского научно-исследовательского и проектного института нефти публичного акционерного общества «Татнефть» имени В.Д. Шашина, Пименовым Андреем Александровичем; кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником лаборатории

электрохимических и химических методов защиты от коррозии отдела защиты от коррозии той же организации Фатхуллиным Альбертом Атласовичем и начальником отдела защиты от коррозии - заведующим лабораторией электрохимических и химических методов защиты от коррозии отдела защиты от коррозии Шакировым Фаридом Шафкатовичем, указала, что диссертация Богомолова Павла Андреевича «Влияние продуктов разложения хлорорганических соединений на процесс коррозии нефтеперерабатывающего оборудования» позволяет дополнить и расширить имеющиеся данные о влиянии хлорсодержащих соединений на коррозию нефтеперерабатывающего оборудования. Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение поставленной научной задачи по оценке степени влияния продуктов разложения хлорорганических соединений на коррозию нефтеперерабатывающего оборудования, имеющей значение для развития коррозионной науки. Она является исследованием, которое можно квалифицировать как научное достижение в области оценки коррозионной агрессивности сред, используемых в нефтедобыче и нефтепереработке, а также методом предупреждения коррозии технических металлов.

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии по направлению исследований:

п.2. Электрохимические, химические, физические, биологические и комбинированные методы защиты конструкционных материалов от коррозии

п.6. Приборы и оборудование для исследований и реализации электрохимических и противокоррозионных технологий и мониторинга коррозионных процессов.

По актуальности научной проблемы, научной новизне, теоретической и практической значимости, объему проведенных исследований, уровню обсуждения полученных результатов диссертационная работа соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям п. 9

«Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 (в действующей редакции).

На основании изложенного можно заключить, что Богомолов Павел Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, все по теме диссертации, из них 4 статьи (авторский вклад 75%) в журналах, входящих в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 3 патента на изобретение (авторский вклад 35%), 3 тезиса докладов (авторский вклад 85%) на международных и всероссийских научных конференций. В диссертационной работе отсутствуют недостоверные материалы без ссылки на автора/соавтора и/или источник заимствования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Лестев А.Е. Влияние продуктов разложения хлорорганических соединений на процесс коррозии нефтеперерабатывающего оборудования / А.Е. Лестев, Я.В. Ившин, **П.А. Богомолов**, Д.А. Сатараев // Бутлеровские сообщения. – 2022. – Т.72. – №12. – С.68-73.

2. Лестев А.Е. Влияние степени раскисления на скорость коррозии углеродистой стали в кислотных составах для обработки скважин / А.Е. Лестев, Е.А. Курамщина, **П.А. Богомолов**, Я.В. Ившин, Ж.В. Межевич // Вестник технологического университета. – 2021. – Т. 24. – № 6. – С. 60 - 63.

3. Пат. RU №2 810 972 Российская Федерация, МПК G01N 1/28 (2006.01) Способ подготовки проб нефтепромысловых химреагентов и способ определения хлорорганических соединений в нефтепромысловых химреагентах Кунакова А.М., Усманова Ф.Г., Перевалова Н.И., Ушакова Е.А., Ронжина С.Г., Пучина Г.Р., Фролова А.В., Лестев А.Е., **Богомолов П.А.** Оpubл. 09.01.2024 Бюл. № 1. – 11 с.

4. Пат. RU №2 777 703 Российская Федерация, МПК G01N 30/14 (2006.01). Способ подготовки проб нефтепромысловых химреагентов для определения хлорорганических соединений Кунакова А.М., Усманова Ф.Г., Перевалова Н.И., Ушакова Е.А., Ронжина С.Г., Пучина Г.Р., Фролова А.В., Лестев А.Е., **Богомолов П.А.** Оpubл. 08.08.2022 Бюл. № 22. – 13 с.

На автореферат диссертации поступили отзывы от: к.т.н., доцента кафедры технологии электрохимических производств ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» **Боброва М.Н.**; к.т.н., ведущего научного сотрудника АО «Научно-производственный центр «ХИМТЕХНО»» **Васюкова С.И.**; к.т.н., генерального директора ООО СК «КАРАТ» **Насибулина И.М.**;

Все отзывы положительные. В качестве замечаний указано:

- Согласно табл. 1-2 отмечается аналогичный характер зависимости увеличения скорости коррозии как углеродистой стали Ст20, так и некоторых марок сталей, легированных хромом. Однако, условия, для которых приводятся сравнительные данные, отличаются и по концентрации HCl, и по температурам, при которых были проведены эксперименты? Не совсем ясно, как обеспечена такая высокая точность полученных данных по скорости коррозии Ст3 в чистых ХОС, которые приведены в таблице 3, в сравнении с данными по скорости коррозии данной стали в растворах соляной кислоты и представленных в таблице 4 при используемом одном и том же гравиметрическом методе исследования? Имело бы смысл обозначение размерности в табл. 5 и 6 по содержанию ХОС привести в одинаковой размерности. Обсуждаются данные по скорости коррозии стали Ст3 в зависимости от степени ее раскисления, но не приводятся сравнительные данные по отношению к иным маркам углеродистой стали в разрезе возможного сопоставления характера поведения подобных конструкционных материалов, используемых при изготовлении нефтеперерабатывающего оборудования (**Бобров М.Н.**);

- Не совсем понятно, на основании каких количественных данных создана функциональная модель оценки степени коррозионной опасности нефтепромысловых реагентов (табл. 8, 9)? Было бы желательно оценить влияние степени раскисления на коррозионное поведение других марок стали **(Васюков С.И.)**;

- Не указана степень раскисления стали в используемых образцах при оценки коррозионной опасности в продуктах разложения хлорорганических соединений. Возможно, в табл. 5 и 6 было бы удобнее привести значения к одной размерности **(Насибулин И.М.)**;

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их богатым, многолетним опытом исследований и практической деятельности в сфере защиты металлов от коррозии в нефтяной промышленности, работой с нефтепромысловыми реагентами и борьбой с хлорорганическими соединениями, попадающих в нефть.

Приобретенные ими опыт и знания позволяют в полной мере определить научную и практическую значимость диссертации. Ведущая организация известна исследованиями, посвященными различным способам защиты металлов от коррозии и изучении коррозионных процессов в условиях нефтепромысла.

Официальные оппоненты и ведущая организация не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что наиболее существенные научные результаты, полученные соискателем, и их научная новизна заключаются в следующем:

Коррозионная опасность продуктов разложения хлорорганических соединений *оценена* как высокая. Установлено, что основные продукты разложения ХОС: NaCl, NH₄Cl и HCl с концентрацией 100 г/т вызывают коррозию стали 0,235; 0,111 и 0,913 мм/год соответственно, при допустимом значении скорости коррозии по стандартам нефтедобывающих компаний (включая ПАО «Роснефть») - не более 0,1 мм/год, что может оказать

негативное влияние на работу и безопасность нефтеперерабатывающего оборудования. При этом проведена количественная оценка хлорсодержащих неорганических веществ, образующихся из разнообразных хлорорганических соединений.

Разработаны методики пробоподготовки нефтепромысловых реагентов, применяемые при входном контроле их качества, включающие в себя многократное экстрагирование раствором азотнокислого серебра. Разработанные методики продемонстрировали свою эффективность в условиях количественного определения хлорорганических соединений при нижнем пределе обнаружения 1 ppm и обладают рядом достоинств по сравнению с другими методиками, основным из которых является возможность осуществления пробоподготовки большинства видов нефтепромысловых сред.

Показано, что для устранения продуктов разложения ХОС, содержащихся в нефти и являющихся сильными коррозионными агентами, в настоящее время наиболее экономически эффективным подходом является отбраковка нефтепромысловых реагентов, содержащих указанные соединения для предотвращения проникновения на нефтепромысел. Это осуществляется за счет заблаговременного их выявления при входном контроле с помощью аттестованных методик анализа при установленном минимальном значении предела обнаружения не менее 1 ppm при доверительной вероятности $P=0,95$ в диапазоне измерений от 1,0 до 2,5 ppm включительно.

На основе подходов риск-менеджмента разработана классификация степени риска и проведена оценка коррозионной опасности нефтепромысловых реагентов в зависимости от количества присутствующих в них хлорорганических соединений.

Теоретическая и практическая значимость полученных соискателем результатов исследования подтверждается тем, что:

- *выявлены* основные закономерности и источники загрязнения нефти хлорорганическими соединениями, проведена оценка влияния на скорость коррозии стали малых концентраций хлорсодержащих неорганических соединений, образующихся при разложении хлорорганических соединений;

- *разработаны* способы подготовки проб нефтепромысловых реагентов для различных методов анализа, результаты которых позволяют принять решения, сокращающие поступление хлорорганических соединений в нефть. Последнее, в свою очередь, позволяет существенно снизить коррозию нефтеперерабатывающего оборудования.

Оценка достоверности результатов исследования достигается благодаря использованию современных электрохимических и физико-химических методов исследования, которые обеспечивают сходимость, воспроизводимость, точность и корректность экспериментальных данных, полученных различными методами.

Личный вклад соискателя. В диссертации изложены результаты исследований, в которых автор принимал активное участие или выполнял самостоятельно. Авторская работа состоит в разработке экспериментальных методов, проведении экспериментов, обработке, анализе, интерпретации и обобщении полученных данных, формулировании основных выводов и положений.

Работа выполнена на оборудовании кафедры «Технологии электрохимических производств» ФГБОУ ВО «КНИТУ», некоторые эксперименты выполнены на уникальном оборудовании ООО «Головной центр по сертификации и стандартизации химреагентов для нефтяной промышленности». По своему содержанию диссертация Богомолова П.А. отвечает паспорту специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии в части направления исследований:

– п.2. Электрохимические, химические, физические, биологические и комбинированные методы защиты конструкционных материалов от коррозии;

– п.6. Приборы и оборудование для исследований и реализации электрохимических и противокоррозионных технологий и мониторинга коррозионных процессов.

Результаты, полученные в ходе исследования, могут быть использованы для выполнения научных исследований и организации учебного процесса в следующих научных организациях и вузах: ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Научно-Технический Центр «Газпромнефть», Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти публичного акционерного общества «Татнефть» имени В.Д. Шашина, Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), и других научных организациях, занимающихся фундаментальными проблемами загрязнения нефти хлорорганическими соединениями и влияния продуктов их разложения на процесс коррозии нефтеперерабатывающего оборудования с целью создания новых методов борьбы с источниками загрязнения, обнаружения и удаления органически связанных соединений хлора из нефти для предотвращения коррозии на объектах переработки нефти.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний, соискатель исчерпывающе ответил на вопросы, задаваемые ему в ходе заседания.

Диссертационным советом сделан вывод, что рассматриваемая диссертация является законченной научно-квалификационной работой, которая соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013, (в действующей редакции)).

На заседании 24.06.2025 диссертационный совет 24.2.312.04 принял решение присудить Богомолу Павлу Андреевичу ученую степень

При проведении тайного голосования диссертационный совет 24.2.312.04 в количестве 15 человек, из них 4 доктора наук по специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии (технические науки), участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовал: за – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
К.Х.Н., доцент

Ж.В. Межевич

10