

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.9
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 25.09.2026 № 18

О присуждении Жуйкову Илье Владиславовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка метода исследования стойкости к язвенной коррозии трубных сталей промысловых нефтепроводов» по специальности 2.6.17. Материаловедение принята к защите 20.07.2026, протокол заседания № 13, диссертационным советом ГУ.9 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 10.03.2023 № 312 адм, с изменениями от 13.07.2023 № 1090 адм, от 05.09.2023 № 1227 адм, от 29.07.2024 № 1207 адм, от 03.06.2025 № 673 адм, от 12.09.2025 № 1121 адм, от 08.06.2026 № 632 адм.

Соискатель Жуйков Илья Владиславович, 5 мая 1998 года рождения, в 2022 году с отличием окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело.

С 01.10.2022 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры материаловедения и технологии художественных изделий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре материаловедения и технологии художественных изделий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, **Болобов Виктор Иванович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра машиностроения, профессор кафедры.

Официальные оппоненты:

Атрошенко Светлана Алексеевна – доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук, лаборатория физики разрушения, ведущий научный сотрудник;

Бурков Петр Владимирович – доктор технических наук, старший научный сотрудник, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», отделение нефтегазового дела Инженерной школы природных ресурсов, профессор; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» имени И.В. Горынина Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»**, г. Санкт-Петербург. в своем положительном отзыве, подписанном Садкиным Кириллом Евгеньевичем, кандидатом технических наук, начальником научно-производственного комплекса «Конструкционные стали и функциональные материалы для морской техники», Хлусовой Еленой Игоревной, доктором технических наук, профессором, ученым секретарем секции научно-технического совета, заместителем начальника научно-производственного комплекса, и утвержденном Антиповым Владиславом Валерьевичем, доктором технических наук, генеральным директором, указала, что теоретическая и практическая значимость диссертации заключается в разработке научно обоснованного метода коррозионных испытаний трубных сталей, позволяющего в лабораторных условиях исследовать влияние химического состава материала на его стойкость к язвенной коррозии под напряжением с последующим ранжированием сталей по стойкости к язвенной коррозии в условиях работы промышленных нефтепроводов; обнаружении с помощью указанного метода факта протекания процесса язвенной коррозии феррито-перлитных трубных сталей в две стадии, первая из которых соответствует зарождению язвы, а вторая - устоявшейся стадии процесса, в течение которого приращение глубины язвы во времени протекает с постоянной скоростью, зависящей от химического состава стали и уровня ее напряженного состояния; установлении факта снижения скорости язвенной коррозии и значения механохимического коэффициента трубной стали 09Г2С в 1,5 и 1, 7 раз относительно величины этих показателей сталей Ст3, 08пс, 20кп.

Соискатель имеет 4 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 4 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы, в том числе в 2 статьях - 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), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено 2 патента.

Общий объем – 2,63 печатный лист, в том числе 1,54 печатный лист - соискателя.

Публикации 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:

1. Болобов, В. И. К влиянию напряженного состояния трубы на интенсивность питтинговой коррозии промысловых нефтепроводов / В. И. Болобов, **И. В. Жуйков**, Г. Г. Попов // Нефтегазовое дело. – 2023. – Т. 21, № 4. – С. 109-120. – DOI: 10.17122/ngdelo-2023-4-109-120 (ВАК № 1868 ред. 17.07.2023).

Соискателем приведён аналитический обзор по вопросу влияния напряженно-деформированного состояния на процесс образования коррозионных питтингов в процессе внутренней коррозии стенки промысловых нефтепроводов. Представлены взгляды отечественных и зарубежных исследователей о причинах интенсификации коррозионного процесса под действием напряжений, а также о механизмах влияния напряженно-деформированного состояния на процесс образования питтингов. Рассмотрены существующие концепции относительно эффекта увеличения количества зон образования питтингов под действием напряженно-деформированного состояния, а также выдвинуты собственные предположения по данному вопросу.

2. Болобов, В. И. К влиянию растягивающих напряжений на интенсивность язвенной коррозии низкоуглеродистых трубных сталей / В. И. Болобов, **И. В. Жуйков**, Г. Г. Попов // Научно-технические технологии в машиностроении. – 2024. – Т. 2024, № 12. – С. 15-24. – DOI: 10.30987/2223-4608-2024-15-24 (ВАК № 1870 ред. 09.12.2024).

Соискателем представлены результаты исследования влияния растягивающих напряжений на интенсивность язвенной коррозии низкоуглеродистых трубных сталей Ст3 и 08пс. В рамках исследования были проведены коррозионные испытания стальных образцов, находящихся в напряженном и ненапряженном состояниях, с последующим определением глубины сформировавшихся коррозионных язв по фотометрической методике.

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

3. Bolobov, V. Development of the Kinetic Equation of the Groove Corrosion Process for Predicting the Residual Life of Oil-Field Pipelines / V. Bolobov, G. Popov, **I. Zhuikov**, V. Zlotin // *Energies*. – 2023. – Vol. 16 (7067). – pp. 1-11. – DOI: 10.3390/en16207067.

Болобов, В. Разработка кинетического уравнения процесса канавочной коррозии для прогнозирования остаточного ресурса нефтепромысловых трубопроводов / В. Болобов, Г. Попов, **И. Жуйков**, В. Злотин // *Energies*. – 2023. – Том 16 (7067). – стр. 1-11. – DOI: 10.3390/en16207067.

Соискателем на основе анализа литературы и расчетных данных предложено кинетическое уравнение скорости ручейковой коррозии нефтепромыслового трубопровода, которое учитывает ускорение скорости процесса по мере эксплуатации трубопровода и позволяет более точно оценить его оставшийся срок службы.

4. Bolobov, V. Kinetic parameters of pitting corrosion process in oilfield pipeline materials / V. Bolobov, **I. Zhuikov**, G. Popov // *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*. – 2026. – Vol. 39, No. 11. – pp. 2981-2989. – DOI: 10.5829/ije.2026.39.11b.23.

Болобов, В. Кинетические параметры процесса язвенной коррозии материалов промысловых нефтепроводов / В. Болобов, **И. Жуйков**, Г. Попов // *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*. – 2026. – Том 39, № 11. – с. 2981-2989. – DOI: 10.5829/ije.2026.39.11b.23.

Соискателем из сравнения полученных кинетических параметров, установленных для 4-х трубных сталей, делается вывод, что значения k_0 и k (скорость язвенной коррозии в ненапряженном состоянии и при заданном уровне напряжений σ_p соответственно) при $\sigma_p = 0,7\sigma_T$ для низколегированной стали 09Г2С ($k_0 = 2,37$ и $k_{0,7\sigma_T} = 10,51$ мм/год) существенно ниже значений аналогичных параметров углеродистых сталей Ст3, 08пс, 20 ($k_0 = 3,33 - 4,12$ мм/год, $k_{0,7\sigma_T} = 12,00 - 14,45$ мм/год). Отмечено также, что отличаются (до 1,5 раз) механохимические коэффициенты k_σ : 0,039 мм/(год МПа) для стали 09Г2С по сравнению с (0,045 – 0,059) мм/(год·МПа) для углеродистых сталей. Установленные скорости язвенной коррозии оказались близкими к тем, что наблюдаются на практике эксплуатации промысловых нефтепроводов.

Патенты:

5. Патент № 2848683 Российская Федерация, МПК G01N 17/00 (2006.01); СПК G01N 17/006 (2025.05). Способ оценки стойкости трубопроводных углеродистых сталей к язвенной коррозии под

напряжением. Заявка № 2025107759: заявл. 31.03.2025: опубл. 21.10.2025 / В.И. Болобов, И.В. Жуйков, Г.Г. Попов; заявитель/патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II». – 15 с.

Соискателем разработан научно-обоснованный метод коррозионных испытаний трубных сталей, позволяющий в лабораторных условиях исследовать влияние химического состава материала на его стойкость к язвенной коррозии под напряжением с последующим ранжированием сталей по стойкости к язвенной коррозии в условиях работы промышленных нефтепроводов.

6. Патент № 236969 Российская Федерация, МПК G01N 17/00 (2006.01); СПК G01N 17/002 (2025.01). Лабораторное устройство для выдержки напряженно-деформированных образцов трубопроводных сталей в коррозионной среде. Заявка № 2025107763: заявл. 31.03.2025: опубл. 02.09.2025 / В.И. Болобов, И.В. Жуйков, Г.Г. Попов; заявитель/патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет Екатерины II». – 8 с.

Соискателем разработано лабораторное устройство для проведения коррозионных испытаний по запатентованному методу, учитывающее условия, имитирующие комплексное воздействие на трубопровод факторов, способствующих интенсивной язвенной коррозии.

Апробация работы проведена на 4 научно-практических мероприятиях, в том числе на 3 международных:

1. Международном симпозиуме «Нанозифика и наноматериалы» (г. Санкт-Петербург, 22-23 ноября 2023 г.);
2. Вузовской конференции «Полезные ископаемые России и их освоение» (г. Санкт-Петербург, 21-25 октября 2024 г.);
3. Международном симпозиуме «Нанозифика и наноматериалы» (г. Санкт-Петербург, 20-21 ноября 2024 г.);
4. XXIV Международной научно-технической конференции «Чтения памяти В. Р. Кубачека. Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности» (г. Екатеринбург, 2-3 апреля 2026 г.).

В диссертации Жуйкова Ильи Владиславовича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: доцента кафедры материаловедения и технологии конструкционных материалов ФГБОУ ВО ТИУ, к.т.н. **К.В. Кускова**; заведующего лабораторией Научно-технологического комплекса «Новые технологии и материалы» ФГАОУ ВО «СПбПУ», к.т.н. **А.С. Цветкова**; старшего научного сотрудника лаборатории Возобновляемых источников энергии СПБАУ РАН им. Ж.И. Алферова, к.ф.-м.н. **А.М. Можарова**; профессора кафедры Промышленных технологий ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого», д.ф.-м.н., профессора **Д.А. Филиппова**; ведущего инженера АО «Концерн «Центральный научно-исследовательский институт «Электроприбор», к.х.н. **М.К. Цибиногиной**; профессора кафедры физико-химических основ процессов горения и тушения ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России», д.т.н., профессора **Г.Х. Самигуллина**.

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, логическое построение работы с использованием актуальной научной и статистической информации. Критических замечаний не выявлено, однако отмечены замечания, не затрагивающие общей положительной оценки работы:

1. В автореферате не указан предел текучести исследуемых сталей. Для исследований это важный показатель прочности материала, т.к. он может сильно зависеть от партии материала, и он же используется при расчёте напряжений в местах изгиба образца (**к.т.н. К.В. Кусков**);

2. Указано, что в качестве модельной среды использовался 3,5% водный раствор NaCl с подачей воздуха, однако количество подаваемого воздуха не указано, а оно может напрямую влиять на скорость коррозии (**к.т.н. К.В. Кусков**);

3. Автор использует математическую формулу для определения напряжений, возникающих в результате изгиба образца, однако не указано, на сколько эти значения отличаются от реальных, действующих в пластине-образце (**к.т.н. К.В. Кусков**);

4. На странице 12 автореферата сообщается о проведении повторных измерений глубины язв для тех же дефектов, что были зафиксированы после первых итераций выдержки. При этом не уточняется, каким образом у дается навести линзу микроскопа на ту же самую точку отзыв при повторных оптических измерениях (**к.т.н. А.С. Цветков**);

5. Автор рассматривает коррозионный процесс на 4-х рабочих зонах с разными по величине значениями растягивающих напряжений,

формируемыми за счет изгиба образцов (стр. 11). Вместе с тем, никак не учитывается эффект концентрации напряжений на дне коррозионных язв, а только лишь зависимость скорости коррозии от напряжений на поверхности образцов рядом с язвами (**к.т.н. А.С. Цветков**);

6. При расчете напряжений в зонах №№ 2, 3 и 4 автор исходит из предположения о том, что имеется линейное распределение напряжений по длине образца. Вместе с тем, образование язвы приводит к возникновению неоднородностей и, как следствие, возникновению локальных напряжений, в результате чего будет нарушаться линейное распределение напряжений. Автор никак не оценивает, насколько образование язвы приводит к нарушению линейного распределения напряжений и насколько этот эффект влияет на полученные результаты (**д.ф.-м.н. Д.А. Филиппов**);

7. В первом защищаемом положении (стр. 11) сообщается, что на одной из широких сторон образца выделяют 4 рабочие зоны, в которых на этапе придания образцам механических напряжений формируется разное по уровню напряженно-деформированное состояние. Не совсем ясно, почему выбрано именно 4 зоны, чем обусловлен выбор именно такого количества участков? (**к.ф.-м.н. А.М. Можаров**);

8. На рисунке 4 (стр. 14) представлен характерный вид коррозионный язва, сформированной в процессе эксперимента. На рисунок уместно было бы добавить линейку для фиксации диаметра коррозионного дефекта и понимания величины его линейных размеров (**к.ф.-м.н. А.М. Можаров**);

9. Известно, что повышение температуры коррозионного раствора увеличивает скорость протекания процесса коррозии, однако в автореферате при описании метода испытаний температурный фактор не упоминается (**д.т.н. Г.Х. Самигуллин**);

10. Формулировка в части научной новизны относительно факторов, вызывающих язвенную коррозию, требует уточнения. Утверждение о том, что механические напряжения непосредственно вызывают язвенную коррозию, представляется спорным. Повышенные локальные напряжения, как правило, ускоряют этот процесс, но не являются его первопричиной (**к.х.н. М.К. Цибиногина**);

11. Лабораторные условия испытаний являются «усиленной имитацией» эксплуатационных. В связи с этим возникает вопрос: каким образом осуществляется перерасчет полученных данных для срока службы нефтепровода в реальных, менее жестких условиях эксплуатации? (**к.х.н. М.К. Цибиногина**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая экспериментальная методика, позволившая выявить кинетические закономерности процесса язвенной коррозии феррито-перлитных трубных сталей с учётом расслоения потока водонефтяной эмульсии, насыщения пластовой воды хлор-ионом, абразивного воздействия твёрдых частиц, насыщения среды кислородом, уровня напряженно-деформированного состояния трубы;

предложены оригинальные суждения относительно электрохимического процесса язвенного поражения феррито-перлитных трубных сталей, который в условиях работы промысловых нефтепроводов лимитируется скоростью анодного растворения металла на дне язв, постоянной во времени на устоявшейся стадии процесса и зависящей от химического состава стали и уровня напряженного состояния металла трубы;

доказана перспективность использования на практике разработанного метода коррозионных испытаний феррито-перлитных трубных сталей;

введены новые понятия о характере протекания процесса язвенной коррозии ферритно-перлитных трубных сталей промысловых нефтепроводов, а именно о линейной зависимости скорости приращения глубины язвы во времени для устоявшейся стадии процесса.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение представлений об изучаемом явлении и представляющие собой решение актуальной научно-технической проблемы, в частности, метод лабораторных испытаний трубных сталей, имитирующий комплексное воздействие на материал факторов, определяющих возникновение и интенсивность язвенного поражения промысловых нефтепроводов, позволяет исследовать кинетические закономерности указанного процесса и ранжировать стали по их стойкости к язвенной коррозии; глубина язвенного поражения h_i промыслового нефтепровода из феррито-перлитной трубной стали определяется скоростью анодного растворения использованного материала, зависящей от химического состава стали и уровня растягивающих напряжений σ_{pi} в трубе, и возрастает с увеличением времени эксплуатации трубопровода t_i в соответствии с линейной зависимостью;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использован комплекс экспериментальных методик коррозионных испытаний трубных сталей для установления вида и параметров кинетического закона процесса язвенной коррозии феррито-перлитных трубных сталей в условиях, имитирующих условия работы промышленных нефтепроводов;

изложены идеи по учету кинетических параметров процесса язвенной коррозии используемой трубной стали при определении срока службы промышленного нефтепровода, установление которых возможно по предлагаемому методу;

раскрыты обстоятельства, вызывающие, в ряде случаев, аномально быстрый выход из строя промышленных нефтепроводов;

изучены факторы, определяющие возникновение и интенсивность язвенной коррозии металла трубы в условиях работы промышленных нефтепроводов, а именно: расслоение водонефтяной эмульсии, наличие в ее составе хлор-ионов, обогащение эмульсии кислородом, нахождение металла стенки трубы в напряженно-деформированном состоянии, периодическое удаление продуктов коррозии в результате абразивного воздействия твердых частиц;

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

разработан и внедрен в производственную деятельность ООО «НТЦ «РусЭкспертПрогресс» (г. Санкт-Петербург, акт внедрения от 24.12.2025)) метод исследования стойкости к язвенной коррозии трубных сталей, который использован при проведении работ по технической диагностике и неразрушающему контролю промышленных и магистральных нефтепроводов с оценкой коррозионной стойкости сталей;

определены пределы и перспективы практического использования разработанного метода коррозионных испытаний трубных сталей для их ранжирования на этапе подбора материала промышленного нефтепровода;

создана система практических рекомендаций по ранжированию ферритно-перлитных трубных сталей по стойкости к язвенной коррозии в условиях работы промышленных нефтепроводов;

представлены методические рекомендации по вопросу локальной электрохимической коррозии феррито-перлитных сталей с описанием стадий процесса и факторов, оказывающих влияние на интенсивность локальной коррозии, а также полученные в ходе эксперимента вид и параметры кинетического закона процесса язвенной коррозии некоторых типовых марок трубных сталей, используемых для сооружения промышленных нефтепроводов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:
для экспериментальных работ использовано сертифицированное оборудование Санкт-Петербургского Горного университета императрицы Екатерины II при применении методик согласно предписаниям о правилах проведения испытаний, которые отражены в российских и международных стандартах;

теория построена на известных трудах, а также современных исследованиях в области локальных электрохимических коррозионных поражений промысловых нефтепроводов, которые согласуются с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на обобщении передового опыта, согласно которому при определении срока службы промыслового нефтепровода необходимо учитывать кинетические параметры процесса язвенной коррозии используемой трубной стали;

использованы сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике диссертации;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике диссертации;

использованы современные методы сбора, обработки и анализа информации по статистике аварий на промысловых нефтепроводах, методах защиты промысловых нефтепроводов от коррозии, факторах, влияющих на интенсивность процесса коррозии, а также методах определения скорости локальной электрохимической коррозии.

Личный вклад соискателя состоит в участии автора на всех этапах процесса исследования, непосредственное участие в проведении исследования по оценке стойкости к язвенной коррозии образцов трубных сталей и научных экспериментах, личном участии в апробации результатов исследований, разработке научно-обоснованного метода исследований коррозионной стойкости трубных сталей и лабораторного устройства для реализации метода коррозионных испытаний, интерпретации экспериментальных данных и подготовке публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Жуйков И.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 25.09.2026 диссертационный совет принял решение присудить **Жуйкову Илье Владиславовичу** ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи по разработке метода исследования стойкости к язвенной коррозии трубных сталей промышленных нефтепроводов, имеющей значение для развития научного знания в области исследования коррозионной стойкости трубных сталей.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

25.09.2026 г.



Максаров
Вячеслав Викторович

Ефимов
Александр Евгеньевич