

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора по науке
НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ,
доктор технических наук



Антипов В.В.

2024 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский
научно-исследовательский институт авиационных материалов»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

Диссертация Загорских Ольги Анатольевна на тему «Формирование упрочненного слоя на поверхности труб из аустенитной нержавеющей стали для защиты от фреттинг-коррозии» выполнена в управлении главного металлурга акционерного общества «ОДК-Пермские моторы» (АО «ОДК-ПМ») и в лаборатории «Климатические, микробиологические исследования и пожаробезопасность материалов» Испытательного центра федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ).

В период подготовки диссертации Загорских Ольга Анатольевна работала в АО «ОДК-ПМ» ведущим инженером-исследователем, начальником бюро металлографии, заместителем главного металлурга.

Загорских Ольга Анатольевна в 2004 году с отличием окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный технический университет» по специальности «Металловедение и термическая обработка металлов» с присвоением квалификации «Инженер». В 2024 году окончила аспирантуру федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» по научной специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов (технические науки).

Научный руководитель – Лаптев Анатолий Борисович, доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории

«Климатические, микробиологические исследования и пожаробезопасность материалов» НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертационная работа Загорских О.А. является научно-квалификационной работой, в которой решены важные научно-практические задачи:

1. Исследован механизм фреттинг-коррозии и фреттинг-усталости труб из нержавеющей аустенитной стали 12Х18Н10Т.
2. Разработан и теоретически обоснован метод повышения фреттинг-коррозионной и фреттинг-усталостной прочности труб из нержавеющей стали 12Х18Н10Т путем упрочнения поверхности стеклянной дробью.
3. Установлена зависимость фреттинг-коррозионной и фреттинг-усталостной прочности труб из аустенитной нержавеющей стали от морфологии и шероховатости поверхности, степени наклепа и уровня остаточных напряжений, фазового состава измененного слоя.
4. Теоретически и практически обоснована технологическая целесообразность применения упрочняющей поверхностной обработки изделий из аустенитной нержавеющей стали, эксплуатируемых в условиях ФК.
5. Разработана зависимость для прогнозирования влияния шероховатости поверхности, уровня остаточных напряжений и микротвердости поверхности на изменение времени до разрушения образцов труб из нержавеющей аустенитной стали в условиях вибрации и фреттинг-коррозии.

Диссертационная работа Загорских О.А. имеет важное практическое значение для двигателестроительной промышленности, и отвечает требованиям п. 9-11, 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

Загорских О.А. в своей работе предложила и экспериментально доказала эффективность научно обоснованного способа повышения предела выносливости (в том числе в условиях возникновения фреттинг-коррозии) шлифованных труб из аустенитной нержавеющей стали 12Х18Н10Т путем выполнения дополнительной финишной упрочняющей обработки и создания на поверхности упрочненного слоя (методом холодной пластической деформации – обдувкой стеклянной дробью).

Личное участие Загорских О.А. состоит в методической постановке работы. Диссертанту принадлежит основная роль в постановке целей и задач исследования, в выборе путей и методов их решения. Все этапы экспериментальной работы проведены при непосредственном участии Загорских О.А. Лично изучены все обрабатываемые и испытываемые образцы, построены графики и установлены зависимости, интерпретированы результаты всех исследований и написаны статьи, подготовлена база данных, объединяющая режим упрочнения, уровень остаточных напряжений и поверхностной микротвердости образцов с их фазовым составом и повышением предела выносливости в условиях фреттинг-коррозии и фреттинг-усталости.

Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается использованием достаточного количества экспериментов современных методов исследования с использованием аттестованного, поверенного оборудования. Уровень остаточных напряжений на образцах с различным состоянием поверхности определялся двумя методами: рентгеновским на установке XSTRESS 3000 Robot (неразрушающим методом по методике ММ 1.2.128-2010) и методом Давиденкова (механический/разрушающий метод, основан на вырезке из детали образца) на приборе МерКулОН «Тензор-3» по инструкции №05.102.194. Измерения микротвердости наружной поверхности труб выполнены на микротвердомере LECO LM700. Контроль шероховатости трубных образцов проведен на приборах для измерения параметров шероховатости поверхности М (поверка в соответствии с Методикой мод. М фирмы Mahr (Германия)) и на лазерном измерительном конфокальном микроскопе OLYMPUS LEXT OLS5100 SAF. Испытания на сопротивление усталости образцов выполнены по ГОСТ РВ 2840-001-2008 на вибрационном электродинамическом стенде ВЭДС-200А и ВЭДС-400А. Фрактографический и микрорентгеноспектральный (МРС) анализ изломов и исследование морфологии поверхности образцов труб до и после усталостных испытаний (в том числе в условиях ФК) проведены на сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA3.

Основные материалы диссертации представлены и обсуждены на конференциях:

II Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы защиты от коррозии нефтегазового оборудования и трубопроводов» («Коррозия-2024»), 15.03.2024, УГНТУ, г. Уфа;

I Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы защиты от коррозии нефтегазового оборудования и трубопроводов» (КОРРОЗИЯ-2023), 15.05.2023, УГНТУ, г. Уфа;

VII Всероссийская научно-техническая конференция «Климат-2022: современные подходы к оценке воздействия внешних факторов на материалы и сложные технические системы», посвященная 125-летию со дня рождения авиаконструктора, ученого-аэродинамика Роберта Людвиговича Бартини, 27.05.2022, НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ, г. Москва;

XIV Всероссийская конференция по испытаниям и исследованиям свойств материалов «ТестМат» по тематике «Физико-механические испытания, прочность и надежность современных конструкционных и функциональных материалов», 25.03.2022, НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ, г. Москва;

VI Всероссийская научно-техническая конференция «Климат-2021: современные подходы к оценке воздействия внешних факторов на материалы и сложные технические системы», 20-21.05.2021, ВИАМ, г. Москва;

XVI Международный Китайско-Российский Симпозиум «Новые материалы и технологии», 5-14.11.2023, г. Хайкоу, пров. Хайнань, КНР.

Научная новизна работы:

1. Разработаны теоретические основы повышения стойкости к фреттинг-коррозии и фреттинг-усталости труб из нержавеющей аустенитной стали, подверженной циклическим нагрузкам в условно неподвижном соединении.

2. Показано, что создание на поверхности труб из нержавеющей аустенитной стали поверхностного слоя (путем упрочнения поверхности стеклянной дробью) повышает стойкость к фреттинг-коррозии и фреттинг-усталости.

3. Разработана зависимость для прогнозирования влияния микрогеометрии и шероховатости поверхности, уровня остаточных напряжений и микротвердости поверхности на изменение времени до разрушения образцов из нержавеющей аустенитной стали в условиях вибрации и ФК.

Практическая значимость проведенных исследований, ценность научных работ соискателя

При выполнении диссертационной работы в лабораторных условиях воспроизведены повреждаемость и выработка штатного твердо-смазочного покрытия ЦВСП-3с и появление начальных очагов ФК на поверхностях труб в местах усиления контакта (аналогично эксплуатационным); практически

подтверждена целесообразность применения упрочняющей поверхностной обработки труб, эксплуатируемых в условиях фреттинг-коррозии.

На основе выполненных исследований показано, что:

1. Наиболее предпочтительным (среди прочих опробованных вариантов) для упрочнения поверхности и повышения стойкости к фреттинг-коррозии шлифованных труб ($\varnothing 8 \times 1$) мм из стали 12X18H10T является финишная гидроабразивная обработка (ГДО) стеклянной дробью. В условиях возникновения поверхностной деформации при ГДО образцов труб стеклянной дробью при заданном режиме, в поверхностном слое упрочненных образцов произошел фазовый переход ГЦК-ОЦК с образованием мартенсита деформации (α'), процентное содержание которого в измененном слое составило ~27%.

2. ГДО позволила улучшить микрогеометрию и шероховатость наружной поверхности труб из стали 12X18H10T, устранить грубые кольцевые риски, являющиеся очагами усталостного разрушения, и сформировать на поверхности измененный слой (глубиной 80 мкм) с микротвердостью $HV_{0.025}$ до 346 кгс/мм² (на глубине 0,02 мм) и средним уровнем остаточных сжимающих напряжений, определенных на установке XSTRESS 3000 Robot, порядка (-482) МПа. Степень наклепа поверхности составила 65,5 %. Сформированный ГДО слой обладает также повышенным пределом выносливости и повышает стойкость к фреттинг-коррозии (относительно исходного материала).

3. Финишная ГДО стеклянной дробью поверхности труб из нержавеющей аустенитной стали рекомендована для прямолинейных участков труб или для участков труб, подвергаемых гибке и развальцовке, после проведения формоизменяющих операций.

По результатам лабораторных испытаний выпущены протоколы, технические справки, технические акты. Результаты диссертационной работы внедрены в экспериментальную базу АО «ОДК-ПМ» и АО «ОДК-Авиадвигатель». Принято решение о подконтрольной эксплуатации трубопроводов, имеющих годные результаты замеров на КИМ до и после проведения упрочняющей обработки ГДО (стеклянной дробью по местам крепления втулками).

Проведенная работа позволила задать направление для дальнейшего совершенствования серийной технологии финишной отделочно-упрочняющей обработки поверхности труб из нержавеющей аустенитной стали 12X18H10T.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Результаты диссертационного исследования Загорских О.А. изложены в 11 научных работах, из них 3 - в журналах из перечня ВАК РФ и 1 – в издании, индексируемом в Scopus.

Основные научные результаты диссертации достаточно полно отражены в следующих публикациях:

1. Лаптев А.Б., Закирова Л.И. Загорских О.А., Павлов М.Р. Методы исследования процессов коррозионно-механического разрушения и наводороживания металлов (обзор). Часть 1. Исследование коррозионно-механического разрушения сталей // Труды ВИАМ. 2022. № 4 (110). Ст. 12. URL: <http://www/viam-works.ru>. DOI: 10.18577/2307-6046-2022-0-4-118-130.
2. Лаптев А.Б., Закирова Л.И., Загорских О.А., Павлов М.Р. Методы исследования процессов коррозионно-механического разрушения и наводороживания металлов (обзор). Часть 3. Коррозионное растрескивание алюминиевых сплавов // Труды ВИАМ. 2022. № 6 (112). Ст. 12. URL: <http://www/viam-works.ru>. DOI: 10.18577/2307-6046-2022-0-6-138-149.
3. Movenko D.A., Laptev A.B., Zagorskykh O.A. Composition and morphology of hot-salt corrosion in heat resistant nickel alloys. Voprosy Materialovedeniya. 2021; (1(105)):107-115. (In Russ.) <https://doi.org/10.22349/1994-6716-2021-105-1-107-115>

Соответствие пунктам паспорта научной специальности

Диссертационная работа Загорских О.А. соответствует пунктам 2, 3, 5 паспорта научной специальности 2.6.1. – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов (технические науки):

П.2. Теоретические и экспериментальные исследования фазовых и структурных превращений в металлах и сплавах, происходящих при различных внешних воздействиях, включая технологические воздействия, и влияние сварочного цикла на металл зоны термического влияния, их моделирование и прогнозирование;

П.3. Теоретические и экспериментальные исследования влияния разнородных структур, в том числе кооперативного, на физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлов и сплавов, их моделирование и прогнозирование;

П.5. Теоретические и экспериментальные исследования механизмов деформации, влияния фазового состава и структуры на зарождение и распространение трещин при различных видах внешних воздействий, их моделирование и прогнозирование.

Учитывая двадцатилетний стаж работы Загорских О.А. в опытно-исследовательской деятельности и накопленный научный опыт по направлению «Металловедение и термическая обработка металлов и

сплавов», актуальность выполненной работы, научную новизну и практическую значимость проведенного исследования, диссертационная работа Загорских О.А. «Формирование упрочненного слоя на поверхности труб из аустенитной нержавеющей стали для защиты от фреттинг-коррозии» рекомендуется к публичной защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.6.1. – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Заключение принято на заседании научно-технического совета Испытательного центра федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт». Всего присутствовало 17 человек. Результаты открытого голосования: «за» - 17, «против» - 0, «воздержались» - 0, протокол № 34 от 20.09.2024 г.

Председатель
кандидат технических наук,
начальник Испытательного центра



Горбовец
Михаил Александрович

УТВЕРЖДАЮ

Зам. генерального директора
АО «ОДК» по управлению
ИПК «Пермские моторы»,
академик РАН, д.т.н.



А.А. Иноземцев

ИМ 22.12.2024

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

акционерного общества «ОДК-Пермские моторы»

Диссертационная работа Загорских Ольги Анатольевны на тему «Формирование упрочненного слоя на поверхности труб из аустенитной нержавеющей стали для защиты от фреттинг-коррозии» выполнена в АО «ОДК-ПМ» в управлении главного металлурга и в лаборатории «Климатические, микробиологические исследования и пожаробезопасность материалов» Испытательного центра федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ).

Аспирант Загорских О.А. в период подготовки диссертации работала в АО «ОДК-ПМ» начальником исследовательского бюро металлографии, ведущим специалистом экспериментально-металлургического цеха, с 2023 года назначена на должность заместителя главного металлурга.

Загорских Ольга Анатольевна в 2004 году с отличием окончила Пермский государственный технический университет (очно) по специальности «Металловедение и термическая обработка металлов» с присвоением квалификации «Инженер». В 2024 году окончила обучение в аспирантуре НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ по научной специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов (технические науки).

Научный руководитель – Лаптев Анатолий Борисович, д.т.н, доцент, главный научный сотрудник лаборатории «Климатические, микробиологические исследования и пожаробезопасность материалов» НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ.

По итогам заседания НТС АО «ОДК-ПМ» принято заключение, что диссертация Загорских О.А. имеет актуальное значение для машиностроительной и двигателестроительной промышленности, является научно-квалификационной работой, в которой решены актуальные научно-практические задачи:

1. Описан и воспроизведен в лабораторных условиях механизм повреждаемости и поломки элементов внешней обвязки (труб) из аустенитной нержавеющей стали, работающих в условиях вибрации и фреттинг-коррозии.

2. Предложена и теоретически обоснована эффективность применения упрочняющей гидродробеструйной обработки труб из аустенитной нержавеющей стали, эксплуатируемых в условиях вибрации и фреттинг-коррозии.

3. Апробирован метод повышения фреттинг-коррозионной и фреттинг-усталостной прочности труб из нержавеющей стали 12Х18Н10Т путем упрочнения поверхности труб стеклянной дробью.

4. Экспериментально установлена (для прогнозирования времени до разрушения труб, работающих в условиях вибрации и фреттинг-коррозии) взаимосвязь предела выносливости труб из стали 12Х18Н10Т и таких параметров как микрогеометрия и шероховатость наружной поверхности, величина остаточных напряжений, степень наклепа и фазового состава сформированного ГДО упрочненного слоя.

Личный вклад автора Загорских О.А. в получении результатов диссертационной работы заключается в постановке целей и задач на основе литературных данных, методической постановке работы, в планировании и проведении экспериментов, в личном участии при проведении опытов и экспериментов, построении графиков, установлении зависимостей, интерпретации полученных результатов и формулировании выводов.

Диссертант предложила, научно обосновала и доказала серией экспериментов эффективность метода повышения фреттинг-усталостной прочности шлифованных труб из аустенитной нержавеющей стали 12Х18Н10Т путем выполнения (в качестве финишной обработки) гидродробеструйного упрочнения наружной поверхности труб стеклянной дробью и формирования на поверхности измененного упрочненного слоя.

Степень достоверности результатов

Достоверность результатов диссертационной работы обеспечена согласованностью экспериментальных результатов, полученных с использованием разнообразных методов исследования структуры, фазового состава и свойств изучаемых материалов, сертифицированного аналитического и испытательного оборудования и подтверждена результатами статистической обработки результатов экспериментов.

Параметры шероховатости поверхности опытных образцов определены на приборах для измерения параметров шероховатости и на лазерном измерительном микроскопе OLYMPUS LEXT OLS5100 SAF. Для измерения

микротвердости образцов труб использован микротвердомер LECO LM700. Фрактографический и микрорентгеноспектральный анализ проведен на сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA3. Уровень остаточных напряжений измерялся на установке XSTRESS 3000 Robot и методом Давиденкова на приборе МерКулОН «Тензор-3». Предел выносливости образцов определен по ГОСТ РВ 2840-001-2008 на стендах ВЭДС-200А и ВЭДС-400А.

Основные материалы работы представлены и обсуждены на II Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы защиты от коррозии нефтегазового оборудования и трубопроводов» («Коррозия-2024»), 15.03.2024, УГНТУ, г. Уфа; VII Всероссийской научно-технической конференции «Климат-2022: современные подходы к оценке воздействия внешних факторов на материалы и сложные технические системы», посвященная 125-летию со дня рождения авиаконструктора, ученого-аэродинамика Роберта Людвиговича Бартини, 27.05.2022, НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ, г. Москва; XIV Всероссийской конференция по испытаниям и исследованиям свойств материалов «ТестМат» по тематике «Физико-механические испытания, прочность и надежность современных конструкционных и функциональных материалов», 25.03.2022, НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ, г. Москва; XVI Международной Китайско-Российский Симпозиум «Новые материалы и технологии», 5-14.11.2023, г. Хайкоу, пров. Хайнань, КНР.

Научная новизна работы

1. Разработаны теоретические основы повышения стойкости к фреттинг-коррозии и фреттинг-усталости труб из нержавеющей аустенитной стали, подверженной циклическим нагрузкам в условно неподвижном соединении.

2. Впервые показано, что создание на поверхности труб из нержавеющей аустенитной стали поверхностного слоя (путем упрочнения поверхности стеклянной дробью) повышает стойкость к фреттинг-коррозии и фреттинг-усталости.

3. Разработана зависимость для прогнозирования влияния микрогеометрии и шероховатости поверхности, уровня остаточных напряжений и микротвердости поверхности на изменение времени до разрушения образцов из нержавеющей аустенитной стали в условиях вибрации и ФК.

Практическая значимость проведенных исследований

По итогам проведенных исследований в рамках диссертационной работы Загорских О.А. в АО «ОДК-ПМ» выпущены протоколы испытаний, технические акты, справки и заключения.

Результаты исследовательских работ внедрены в экспериментальную базу АО «ОДК-ПМ» и АО «ОДК-Авиадвигатель», согласовано решение о подконтрольной эксплуатации упрочненных трубопроводов, имеющих хорошие результаты замеров на КИМ (до и после проведения упрочняющей обработки ГДО стеклянной дробью по местам крепления втулками).

При выполнении экспериментальных работ в лабораторных условиях доказана эффективность применения ГДО поверхности труб стеклянной дробью для повышения предела выносливости в условиях фреттинг-коррозии.

Практическая значимость проведенных исследований заключается в следующем:

1. Наиболее предпочтительным из всех опробованных вариантов для упрочнения поверхности и повышения предела выносливости в условиях ФК труб из стали 12Х18Н10Т (по сравнению с исходным шлифованным состоянием) является финишная гидроабразивная обработка (ГДО) стеклянной дробью. ГДО по заданному режиму позволила улучшить микрогеометрию и шероховатость наружной поверхности труб, устранить грубые кольцевые риски, являющиеся очагами усталостного разрушения, и сформировать на поверхности измененный слой (глубиной до 0,08 мм) со степенью наклепа $\sim 65,5\%$ и со средним уровнем остаточных сжимающих напряжений, порядка (-482) МПа.

2. Определено, что поверхностное упрочнение труб из стали 12Х18Н10Т стеклянной дробью по выбранным режимам не оказывает влияние на временное сопротивление разрыву и относительное удлинение образцов, подвергаемых испытанию на растяжение. Наружный диаметр упрочненных труб и шероховатость поверхности после обработки стеклянной дробью по выбранным режимам находятся в пределах ТТ ГОСТ 19277-2016.

3. ГДО поверхности труб может быть рекомендована для прямолинейных участков труб (по местам крепления поддерживающими прокладками) или для участков труб, подвергаемых гибке и развальцовке, только после проведения формоизменяющих операций, т.к. упрочненный в результате наклепа поверхностный слой не обладает достаточной пластичностью при существующих степенях деформации. Эффект упрочнения обработанных ГДО образцов труб сохраняется на достаточно высоком уровне до температуры нагрева 300°C , при этом наблюдается незначительное

повышении пластичности упрочненного слоя за счет снижения (~ на 20 %) средней величины сжимающих остаточных напряжений.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Результаты диссертационного исследования Загорских О.А. изложены в 11 научных работах, в том числе: в 3-х научных статьях, опубликованных в журналах из перечня ВАК РФ, и 1 – в издании, индексируемом в Scopus.

Основные научные результаты диссертации достаточно полно отражены в публикациях:

1. Загорских, О.А. Предотвращение фреттинг-коррозии легированной стали аустенитного класса формированием упрочненного слоя на поверхности / О.А. Загорских, А.Б. Лаптев // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение. Материаловедение. – 2024. – Т. 26, № 4. – С. 5–18. DOI: 10.15593/2224-9877/2024.4.01

2. Movenko D.A., Laptev A.B., Zagorskykh O.A. Composition and morphology of hot-salt corrosion in heat resistant nickel alloys. Voprosy Materialovedeniya. 2021;(1(105)):107-115. (In Russ.) <https://doi.org/10.22349/1994-6716-2021-105-1-107-115>

Диссертационная работа Загорских О.А. отвечает требованиям п. 9-11, 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842.

Соответствие пунктам паспорта научной специальности

Диссертация Загорских О.А. соответствует паспорту научной специальности 2.6.1. – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов (технические науки) по следующим пунктам:

П.3. Теоретические и экспериментальные исследования влияния разнородных структур, в том числе кооперативного, на физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлов и сплавов, их моделирование и прогнозирование;

П.5. Теоретические и экспериментальные исследования механизмов деформации, влияния фазового состава и структуры на зарождение и распространение трещин при различных видах внешних воздействий, их моделирование и прогнозирование.

П.7. Изучение взаимодействия металлов и сплавов с внешними средами в условиях работы различных технических устройств, оценка и прогнозирование на этой основе работоспособности металлов и сплавов.

П.8. Исследование работоспособности металлов и сплавов в различных условиях, выбор и рекомендации наиболее экономичных и надежных металлических материалов для конкретных технических назначений с целью

сокращения металлоемкости, увеличения ресурса работы, повышения уровня заданных физических и химических характеристик деталей машин, механизмов, приборов и конструкций.

По актуальности и практической значимости выполненной темы, научной новизне и ценности проведенного исследования, диссертационная работа Загорских О.А. «Формирование упрочненного слоя на поверхности труб из аустенитной нержавеющей стали для защиты от фреттинг-коррозии» рекомендуется к публичной защите в диссертационном совете НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.6.1. – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Заключение принято на заседании научно-технического совета АО «ОДК-ПМ». Всего присутствовало 9 человек. Результаты открытого голосования: «за» - 9, «против» - 0, «воздержались» - 0, протокол №228/1-151 от 28.12.2024г.

Председатель
Главный инженер



Хайрулин В.Т.