

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.272.01 (Д 212.010.01)  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
(ФГБОУ ВО) «БАЛТИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ (БГТУ) «ВОЕНМЕХ» ИМ. Д.Ф. УСТИНОВА  
(МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ)  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 21.10.2021 г. № 7

**О присуждении Андриюшкину Александру Юрьевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

**Диссертация** «Научное обоснование повышения качества средств коллективной теплозащиты работников машиностроения» по специальности 05.26.01- Охрана труда (машиностроение) принята к защите 06.07.21 (протокол заседания N 8) диссертационным советом 24.2.272.01 (Д212.010.01) на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, Министерство науки и высшего образования РФ, 190005, г. Санкт-Петербург, 1-ая Красноармейская ул., д. 1, Приказ о советах № 105/нк от «11» апреля 2012 г., с частичными изменениями в составе совета Приказ № 393/нк от «05» апреля 2016 г., с частичными изменениями в составе совета Приказ № 936/нк от «28» сентября 2017 г., с изменениями согласно Приказу №687-нк от «18» ноября 2020 г., с изменением шифра совета Приказ №561/нк от «03» июня 2021 г.

**Соискатель** Андриюшкин Александр Юрьевич, 1976 года рождения.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на спецтему защитил в 2007 г. по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» в совете, созданном в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова.

В период подготовки диссертации соискатель Андриюшкин Александр Юрьевич с 2010 г. по 2013 г. учился в докторантуре очной формы обучения в БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова. Во время обучения в докторантуре и после ее окончания работал доцентом кафедры «Технологии конструкционных материалов и производства ракетно-космической техники» БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова. В 2014 году Андриюшкин А.Ю. избран на должность заведующего кафедрой «Технологии конструкционных материалов и производства ракетно-космической техники» БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, работает в этой должности по настоящее время.



**Диссертация** выполнена на кафедре «Технологии конструкционных материалов и производства ракетно-космической техники» (А2) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, Министерство науки и высшего образования РФ.

**Научный консультант** – Шашурин Александр Евгеньевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Экология и производственная безопасность» ФГБОУ ВО БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова.

**Официальные оппоненты:**

- 1) Шкрабак Владимир Степанович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Безопасность технологических процессов и производств», ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г.Санкт-Петербург;
  - 2) Барбин Николай Михайлович, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник ФГБОУ ВО «Уральский институт государственной противопожарной службы МЧС России», г.Екатеринбург;
  - 3) Черный Константин Анатольевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г.Пермь.
- дали **положительные** отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону в своем **положительном отзыве**, подписанном Дымниковой Ольгой Валентиновной, заведующей кафедрой «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды», кандидатом химических наук, доцентом, и Анисимовым Владимиром Николаевичем, ученым секретарем ученого совета ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,

**указала, что** диссертационная работа Андрюшкина Александра Юрьевича «Научное обоснование повышения качества средств коллективной теплозащиты работников машиностроения» является завершенной научной квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, направленные на обеспечение безопасных условий труда, сохранения жизни и здоровья работников в процессе производственной деятельности машиностроительных предприятий. По форме и содержанию она отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям по специальности 05.26.01 – Охрана труда (машиностроение).

Прикладное значение диссертационной работы заключается в том, что полученные теоретические выводы, методические разработки и практические



результаты исследования дают возможность повысить качество средств коллективной теплозащиты работников машиностроения за счет применения в их конструкциях интегральных многослойных теплоизоляционных покрытий из газонаполненных пластмасс и отражающих лакокрасочных покрытий. Применение рациональных технологических параметров сверхзвукового газодинамического напыления многослойных покрытий при многоструйной подаче газа обеспечивает высокую однородность материала покрытия, его низкую производственную дефектность. Качественное покрытие средства коллективной теплозащиты снижает вероятность его отказа во время эксплуатации и уменьшает риск для работников.

Результаты диссертационного исследования рекомендованы к использованию в учебном процессе при изучении студентами дисциплин, в которых рассматриваются теоретические и практические вопросы расчёта и проектирования средств коллективной защиты работников.

**Соискатель имеет** 213 опубликованные работы, в том числе по материалам диссертации опубликовано 126 научные работы, общим объемом 1355 стр. (авторский вклад 1098 стр., что соответствует 81%), из которых 60 статей опубликованы в журналах из перечня рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендуемых ВАК РФ (общим объемом 407 стр., авторский вклад 334 стр., что соответствует 82%), 2 монографии (общим объемом 658 стр., авторский вклад 658 стр., что соответствует 100%), 32 патента РФ (общим объемом 160 стр., авторский вклад 138 стр., что соответствует 86%), 31 работа в материалах международных и всероссийских научно-технических конференций и других источниках.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

#### ***Монографии:***

1. **Андрюшкин, А.Ю.** Применение сверхзвукового газодинамического напыления при многоструйной подаче газа для снижения вероятности отказа многослойных функциональных покрытий: Монография. /А. Ю. Андрюшкин. - СПб.: БГТУ «ВОЕНМЕХ», 2021. – 258с. ISBN 978-5-907324-26-8. (доля автора 100%).
2. **Андрюшкин, А.Ю.** Формирование дисперсных систем сверхзвуковым газодинамическим распылением: монография/А. Ю. Андрюшкин. - СПб.: БГТУ «ВОЕНМЕХ», 2012. - 400с. - ISBN 978-5-85546-673-7. (доля автора 100%).

#### ***Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:***

1. **Андрюшкин, А.Ю.** Использование переработанных отходов пенополиуретанов при напылении покрытий /А.Ю. Андрюшкин //Научно-практический и учебно-методологический журнал «Безопасность жизнедеятельности». №12. -М.: Изд-во «Новые технологии», 2010. - С. 29-32. (доля автора 100%).
2. **Андрюшкин, А.Ю.** Послойное формирование элементов конструкций ракетно-космической техники из газонаполненных пластмасс напылением /А.Ю. Андрюшкин //Научно-технический журнал «Известия российской академии ракетных и артиллерийских наук», №1 (67), 2011 – С.72-78. (доля автора 100%).



3. **Андрюшкин, А.Ю.** Повышение функциональных и конструкционных свойств газонаполненных пластмасс /А.Ю. Андрюшкин //Научно-технический журнал «Известия российской академии ракетных и артиллерийских наук», №3 (69), 2011. – С.60-69. (доля автора 100%).
4. **Андрюшкин, А.Ю.** Технологии изготовления элементов конструкций ракетно-космической техники из газонаполненных пластмасс / А.Ю. Андрюшкин. // Журнал «Космонавтика и ракетостроение». №1. –Королев: ФГУП «ЦНИИМАШ», 2012. – С.162-168. (доля автора 100%).
5. **Андрюшкин, А.Ю.** Оптимальная организация узла диспергирования с многоструйной подачей газа /А.Ю. Андрюшкин // Журнал «Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия». №2.-М.: «Московский институт стали и сплавов», 2012. – С.17-23. (доля автора 100%).
6. **Андрюшкин, А.Ю.** О методике определения эффективности огнезащитных покрытий для стальных конструкций в условиях факельного углеводородного горения /А.Ю. Андрюшкин, А.А. Цой //Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России». №2.-СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2016. – С.45-53. (доля автора 60%)
7. **Андрюшкин, А.Ю.** Технологические аспекты напыления многослойных покрытий на стационарную технику специального назначения / А.Ю. Андрюшкин, М.Ю. Михеенков, А.В. Чулков // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. СПб.: №7-8(109-110), 2017. – С. 68-76. (доля автора 70%).
8. **Андрюшкин, А.Ю.** Обеспечение минимальной разнотолщинности напыленных полимерных покрытий техники специального назначения / А.Ю. Андрюшкин, М.Ю. Михеенков, А.В. Чулков // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. СПб.: №9-10(111-112), 2017. – С. 54-60. (доля автора 70%).
9. **Андрюшкин, А.Ю.** Способ повышения безопасности использования корпусных деталей нефтеперерабатывающего оборудования /А.Ю. Андрюшкин, И.Л. Скрипник, Е.Н. Кадочникова //Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России». №2.-СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017. – С.28-33. (доля автора 50%)
10. **Андрюшкин, А.Ю.** Исследование методов, обеспечивающих снижение пожарной и промышленной опасности на трубопроводы /А.Ю. Андрюшкин, В.А. Балабанов, Е.Н. Кадочникова //Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России». №3.-СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017. – С.24-31. (доля автора 60%).



11. **Андрюшкин, А.Ю.** Совершенствование методов обеспечения безопасности объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов /А.Ю. Андрюшкин, Е.Н. Кадочникова, С.А. Пугачев //Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России». №4.-СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017. – С.65-69. (доля автора 60%)

12. **Андрюшкин, А.Ю.** Исследование и разработка средств и методов, обеспечивающих снижение пожарной опасности нефтеперерабатывающего оборудования /А.Ю. Андрюшкин, М.Т. Пелех, Е.Н. Кадочникова //Журнал «Проблемы управления рисками в техносфере». №2 (42).-СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017. – С.89-96. (доля автора 60%).

13. **Андрюшкин, А.Ю.** Нанесение полимерных покрытий сверхзвуковым газодинамическим напылением, повышающим безопасность объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов /А.Ю. Андрюшкин, Е.Н. Кадочникова, С.А. Пугачев //Журнал «Проблемы управления рисками в техносфере». №1 (45).-СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2018. – С.79-85. (доля автора 70%).

14. **Андрюшкин, А.Ю.** Обеспечение безопасности эксплуатации тепловых сетей / А.Ю. Андрюшкин, Е.Н. Кадочникова, Е.О. Афанасьев // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России». №4.-СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2019. – С.37-42. (доля автора 70%).

15. **Андрюшкин, А.Ю.** Снижение опасности возникновения разрушения стыков труб тепловых сетей /А.Ю. Андрюшкин, Е.Н. Кадочникова, Е.О. Афанасьев //Журнал «Проблемы управления рисками в техносфере». №4 (52).-СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2019. – С.107-112. (доля автора 70%).

16. **Андрюшкин, А.Ю.** Модель влияния дефекта на вероятность возникновения отказа изоляционного покрытия трубопровода по параметру прочности /А.Ю. Андрюшкин, Е.Н. Кадочникова, Е.О. Афанасьев //Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России». №2.-СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2020. – С.11-15. (доля автора 70%).

17. **Андрюшкин, А.Ю.** Модель влияния размера дефекта на вероятность возникновения отказа изоляционного покрытия трубопровода по параметру водопоглощение /А.Ю. Андрюшкин, Е.Н. Кадочникова // Журнал «Проблемы управления рисками в техносфере». №3 (55). - СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2020. – С.72-76. (доля автора 70%).

#### ***Статьи и материалы конференций:***

1. **Андрюшкин, А.Ю.** Применение газонаполненных пластмасс в средствах коллективной теплозащиты работников машиностроения /А.Ю. Андрюшкин, С.А. Мещеряков, А.Е. Шашурин // По результатам 4-й Всероссийской национальной НПК



«Теория и практика безопасности жизнедеятельности». Научно-технический журнал «Труды РГУПС», № 2 (55), 2021 – С.15-21. (доля автора 50%)

2. **Андрюшкин, А.Ю.** Исследование напыленных полимерных покрытий, обеспечивающих снижение пожарной и промышленной опасности нефтеперерабатывающего оборудования /А.Ю. Андрюшкин, Е.Н. Кадочникова //В сборнике: «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение комплексной безопасности жизнедеятельности населения». Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции. - СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017. – С.154-155. (доля автора 60%)

3. **Андрюшкин, А.Ю.** Оценка вероятности возникновения отказа изоляционного покрытия по параметрам прочности и водопоглощения / А.Ю. Андрюшкин, Е.Н. Кадочникова // Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции «Надежность и долговечность машин и механизмов», 16 апреля 2020 г ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. – С. 3 – 5. (доля автора 60%).

#### ***Патенты РФ на изобретения и полезные модели:***

1. **Патент** на изобретение №2350402 МПК<sup>7</sup> В05В 7/08. Распылитель с согласованием расхода жидкости и рабочего газа /Андрюшкин А.Ю. Заявитель и патентообладатель: БГТУ «ВОЕНМЕХ». Заявка: 2008101199/12 от 09.01.2008, опубликован 27.03.2009. Бюллетень №9. (доля автора 100%).

2. **Патент** на полезную модель №92811 МПК<sup>7</sup> В01F 5/18. Секторный распылитель /Андрюшкин А.Ю. Заявитель и патентообладатель: БГТУ «ВОЕНМЕХ». Заявка: 2009142579/22 от 18.11.2009, опубликован 10.04.2010. Бюллетень №10. (доля автора 100%).

3. **Патент** на полезную модель №105326 МПК<sup>7</sup> Е04С 2/00. Трехслойная панель с наполнителем из газонаполненной пластмассы /Андрюшкин А.Ю. Заявитель и патентообладатель: БГТУ «ВОЕНМЕХ». Заявка: 2011101133/03 от 12.01.2011, опубликован 10.06.2011. Бюллетень №16. (доля автора 100%).

4. **Патент** на изобретение №2430937 МПК<sup>7</sup> С08J 11/04. Способ переработки пенополиуретановых отходов /Андрюшкин А.Ю. Заявитель и патентообладатель: БГТУ «ВОЕНМЕХ». Заявка: 2010109560/05 от 15.03.2010, опубликован 10.10.2011. Бюллетень №28. (доля автора 100%).

5. **Патент** на полезную модель №109999 МПК<sup>7</sup> В05В 7/28. Распылитель с многоструйной подачей жидкости и газа /Андрюшкин А.Ю. Заявитель и патентообладатель: БГТУ «ВОЕНМЕХ». Заявка: 2011115268/05 от 18.04.2011, опубликован 10.11.2011. Бюллетень №31. (доля автора 100%).

6. **Патент** на полезную модель № 111779 МПК<sup>7</sup> В05В 7/08. Многосопловой распылитель /Андрюшкин А.Ю. Заявитель и патентообладатель: БГТУ «ВОЕНМЕХ». Заявка: 2011124829/05 от 17.06.2011, опубликован 27.12.2011. Бюллетень №36. (доля автора 100%).



7. **Патент** на изобретение №2439199 МПК7 C23C 24/04. Способ формирования многослойного покрытия, содержащего наночастицы /Андрюшкин А.Ю. Заявитель и патентообладатель: БГТУ «ВОЕНМЕХ». Заявка: 2010101438/02 от 18.01.2010, опубликован 10.01.2012. Бюллетень №1. (доля автора 100%).

8. **Патент** на изобретение № 2465141 МПК7 B29C70/60. Способ формирования армированной дискретными элементами газонаполненной пластмассы /Андрюшкин А.Ю. Заявитель и патентообладатель: БГТУ «ВОЕНМЕХ». Заявка: 2011101115/05 от 12.01.2011, опубликован 27.10.2012. Бюллетень №30. (доля автора 100%).

9. **Патент** на изобретение №2744140 МПК F16L 59/20. Способ теплогидроизоляции стыка предварительно изолированных труб /Андрюшкин А.Ю., Левихин А.А., Мещеряков С.А., Кравченко Д.Г. Заявитель и патентообладатель: БГТУ «ВОЕНМЕХ». Заявка: 2019139505 от 22.01.2020, опубликован 03.03.2021. Бюллетень №7. (доля автора 50%).

Оригинальность содержания диссертации составляет не менее 92% от общего объёма текста; цитирование оформлено корректно; заимствованного материала, использованного в диссертации без ссылки на автора либо источник заимствования, не обнаружено; научных работ, выполненных соискателем учёной степени в соавторстве без ссылок на соавторов не выявлено. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы (все положительные):**

1. **ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России».** Отзыв подписан профессором кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств, доктором технических наук, доцентом *Г.Ф. Самигуллиным*. Замечаний нет.

2. **ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения».** Отзыв подписан заведующим кафедрой «Безопасность жизнедеятельности», кандидатом технических наук, доцентом *Т.А. Финоченко* и Деканом Электромеханического факультета, доктором технических наук, доцентом *И.А. Яицковым*. В отзыве имеются следующие замечания:

- 1) Отсутствуют результаты оценки класса условий труда на участке термической обработки до проведения мероприятий по их улучшению.
- 2) Не представлена информация о высоте, на которой проводилось измерение температуры поверхностей оборудования и перегородок на рабочих местах.

Высказанные замечания не снижают качество приведенных в диссертации исследований. Работа выполнена на высоком уровне и имеет большую теоретическую и практическую значимость.

3. **ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)».** Отзыв подписан доцентом кафедры «Инженерная защита окружающей среды», кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником *Е.В. Москалевым*. Замечаний нет.



**4. ООО «Диагностические системы».** Отзыв подписан заместителем генерального директора по научной работе, профессором кафедры «Инженерная защита окружающей среды» СПбГТИ(ТУ), доктором технических наук, лауреатом премии правительства РФ **В.В. Семеновым**. В отзыве имеются следующие замечания:

- 1) Слишком скромное описание сути процесса газодинамического напыления.
- 2) Во II главе имеется ряд положений, показавшихся спорными в отношении применимости теории отказов и недостаточное описание сути события – отказ покрытия;
- 3) Замечания по выводам:
  - 3.1 Декларативны и не позволяют, за отсутствием перечисления поставленных задач, оценить уровень завершенности диссертации;
  - 3.2 Не насыщены цифровым наполнением сравнительных характеристик, приветствуемых для работ по техническим наукам.

Вместе с тем, автор успешно справился со сложной научной проблемой, находящейся на междисциплинарном стыке и представляющей огромное значение для экономики страны.

**5. АО «Центральный научно-исследовательский институт материалов».** Отзыв подписан советником генерального директора АО «ЦНИИМ», доктором технических наук, **А.А. Абрамовым** и утвержден Генеральным директором АО «ЦНИИМ» **Е.С. Ивановой**. В отзыве имеются следующие замечания:

- 1) В выражении (1) введен коэффициент, характеризующий процесс изменения дефектности в заданных условиях эксплуатации, при этом не указан диапазон его варьирования.
- 2) В предложенной методике оценки уровня производственной дефектности покрытия средства коллективной теплозащиты не указаны критерии разбивки его поверхности на контролируемые участки.

Отмеченные замечания не снижают научную и практическую значимость диссертации.

**6. ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова».** Отзыв подписан заведующим кафедрой «Техносферная безопасность», доктором технических наук, профессором, Заслуженным изобретателем РФ **Б.В. Севастьяновым**. Замечаний нет.

**7. ООО «Арсенал Машиностроение».** Отзыв подписан главным конструктором **Д.Е. Федотовым**. Замечаний нет.

**8. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет».** Отзыв подписан доцентом кафедры «Техносферная и пожарная безопасность», кандидатом технических наук, доцентом **Е.А. Сушко**. В отзыве имеются следующие замечания:



- 1) Показана причинно-следственная связь между размерами распыленных капель и показателями качества напыленного покрытия, при этом не выделены влияющие на размеры капель свойства композиций.
- 2) В автореферате отсутствуют рекомендации по организации работы сотрудников в «горячих» производственных помещениях и цехах.

Данные замечания не влияют на положительную оценку диссертации.

**9. ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва».** Отзыв подписан доцентом кафедры «Теплотехника и тепловые двигатели», кандидатом технических наук, доцентом *Д.А. Углановым*. В отзыве имеются следующие замечания:

- 1) Отсутствуют сведения о средствах индивидуальной теплозащиты, обеспечивающих нормальное тепловое состояние работника в нагревающем микроклимате.
- 2) Не рассмотрена роль вентиляции при создании благоприятного микроклимата.

Указанные замечания не снижают уровень диссертации.

**10. Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН.** Отзыв подписан ученым секретарем, кандидатом биологических наук *Е.В. Быковым*. В отзыве имеются следующие замечания:

- 1) В автореферате недостаточно описаны методики экспериментальных исследований.
- 2) В автореферате показано, что однородность материала покрытия обусловлена размерами напыляемых капель, при этом не показано влияние свойств распыляемых композиций на размеры образующихся капель.
- 3) Обозначения на рис.1 и 2 автореферата, стр. 11, и на рис. 21, стр. 25, плохо читаются.

Отмеченные замечания не снижают научную и практическую значимость диссертации.

**11. ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет».** Отзыв подписан заведующим кафедрой «Охрана труда и окружающей среды», кандидатом технических наук, доцентом *В.В. Юшиным*. В отзыве имеются следующие замечания:

- 1) Отсутствуют сведения об индексе тепловой нагрузки среды, оценивающей влияние показателей микроклимата на работника.
- 2) Не указаны конкретные профессиональные заболевания, причиной которых является нагревающий микроклимат.

Приведенные недостатки не убавляют научный и практический уровень диссертации.

**12. ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет».** Отзыв подписан профессором кафедры «Техносферная безопасность», доктором технических наук,



доцентом *О.В. Ударцевой*. Отзыв положительный. По оформлению автореферата есть замечание: в рисунках и таблицах автореферата использован слишком мелкий шрифт, что затрудняет восприятие информации, также можно отметить незначительные стилистические недочеты.

Указанное замечание носит частный характер и не затрагивает сути диссертационного исследования.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается их широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**научно обосновано** применение сверхзвукового газодинамического напыления при многоструйной подаче газа для повышения показателей качества многослойных покрытий средств коллективной теплозащиты, обеспечивающих улучшение условий труда и безопасность работников предприятий машиностроения;

**предложены** новые научно обоснованные технические и технологические решения средств коллективной теплозащиты, улучшающие условия труда и обеспечивающие безопасность работников машиностроения;

**показано**, что риск отказа покрытия средства коллективной теплозащиты во время эксплуатации обусловлен условиями эксплуатации, уровнем производственного контроля и производственной дефектностью, уровень которой определяется технологическими параметрами применяемого метода формирования покрытия;

**теоретически обоснована** многослойность покрытий для повышения их качества, предложен метод уточняемого компенсирующего слоя, обеспечивающий размерную точность средства коллективной теплозащиты с многослойным покрытием;

**предложен** сверхзвуковой газодинамический метод напыления покрытий с многоструйной подачей газа, повышающий однородность покрытия из-за уменьшения размеров капель, что обуславливает высокую однородность напыленной смеси, обеспечивает повышение качества и снижение вероятности отказа покрытия;

**экспериментально доказана** закономерность (причинно-следственная связь) «технологические параметры распыления композиции → дисперсность капель → однородность напыленной смеси → дефектность (качество) отвержденного покрытия → вероятность отказа покрытия» реализуемая при сверхзвуковом газодинамическом напылении покрытия при многоструйной подаче газа, снижение вероятности отказа покрытия обусловлено его многослойностью и однородностью материала;

**показано**, что средства коллективной теплозащиты с напыленными



многослойными покрытиями повышают безопасность работников машиностроительных предприятий и улучшают условия их труда;

**Теоретическая и практическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**предложено** выражение для прогнозирования эксплуатационной дефектности покрытия по начальной производственной дефектности с учетом условий эксплуатации;

**разработаны** модели нормирования размера производственного дефекта по прочности и по водопоглощению покрытия средства коллективной теплозащиты;

**разработана** методика оценки уровня производственной дефектности покрытия средства коллективной теплозащиты;

**предложена** классификация производственных дефектов покрытий средств коллективной теплозащиты, выделены уровни качества покрытий, определены коэффициенты опасности для различных видов производственных дефектов;

**разработана** методика прогнозирования уровня риска отказа покрытия средства коллективной теплозащиты во время эксплуатации по уровню производственной дефектности и уровню производственного контроля;

**получено** выражение для определения вероятности отказа по показателю качества многослойного покрытия средства коллективной теплозащиты из-за наличия недопустимого производственного дефекта, размер которого ограничен толщиной одного слоя;

**получены** выражения для определения вероятности безотказной работы многослойного покрытия средства коллективной теплозащиты по прочности при отрыве от подложки и при растяжении соответственно, учитывающее число слоев и его дефектность;

**введен** коэффициент прочностной ортотропии многослойного покрытия средства коллективной теплозащиты, который с уменьшением его дефектности (увеличением модуля Вейбулла) снижается;

**разработаны** методики обеспечения размерной точности средства коллективной теплозащиты с многослойным покрытием с помощью уточняемого механической обработкой компенсирующего слоя и с помощью уточняемого регулируемыми слоями компенсирующего слоя;

**обосновано** применение составных сверхзвуковых струй газа для повышения дисперсности капель распыляемой композиции, обуславливающее высокую однородность напыленного покрытия средства коллективной теплозащиты;

**проведен** анализ многослойных теплоизоляционных конструкций плоских и цилиндрических стенок средств коллективной теплозащиты, показавший эффективность применения газонаполненных пластмасс и отражающих покрытий для локализации тепловых потоков;

**предложены** перспективные технические решения средств коллективной теплозащиты с интегральными теплоизоляционными покрытиями из



газонаполненных пластмасс и отражающими покрытиями;

**оценена** эффективность теплозащитного экрана с напыленным интегральным теплоизоляционным покрытием и теплоотводящими каналами;

**получены** экспериментальные модели влияния технологических параметров сверхзвукового газодинамического напыления при многоструйной подаче газа на диаметр вторичных капель и на показатели качества многослойного покрытия средства коллективной теплозащиты;

**экспериментально установлено**, что рациональное сочетание толщины и числа единичных слоев обеспечивает высокие показатели качества и низкую вероятность отказа многослойного покрытия средства коллективной теплозащиты;

**экспериментально апробирован** метод уточняемого компенсирующего слоя для формирования сверхзвуковым газодинамическим напылением многослойного пенополиуретанового покрытия заданной размерной толщины, уточнение компенсирующего слоя проводилось механической обработкой и регулирующими слоями;

**предложены** технические решения по изготовлению монолитных сверхзвуковых газодинамических узлов распыления с многоструйной подачей газа методом селективного лазерного плавления, применяемые для напыления многослойных покрытий средств коллективной теплозащиты;

**предложены** технические решения средств коллективной теплозащиты с напыленными интегральными теплоизоляционными и отражающими многослойными покрытиями;

**улучшены** условия труда работников участка термической обработки за счет применения средств коллективной теплозащиты с многослойными покрытиями;

**Оригинальность** полученных в ходе работы над диссертацией разработок подтверждена 32 патентами РФ.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** результаты экспериментальных исследований получены на сертифицированном оборудовании, имеющем свидетельства о поверке; измерения и испытания образцов проводились в соответствии методиками, изложенными в нормативных документах: ГОСТ Р 8.777-2011, ГОСТ Р 51694-2000, ГОСТ 19007-73, ГОСТ 32299-2013, ГОСТ 18299-72, ГОСТ 409-2017, ГОСТ 20869-75, ГОСТ 7076-99, ГОСТ 18564-2017, ГОСТ 23206-2017, ГОСТ 23206-2017, ГОСТ 18564-2017;

**теоретическое обоснование** построено на результатах анализа и обобщения трудов известных российских и зарубежных ученых и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

**идея базируется** на анализе практики и обобщении передового зарубежного и отечественного опыта;



**использованы** сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике и представленных в научной литературе, глобальной сети интернет, а также в материалах конференций;

**установлено** количественное и качественное совпадение экспериментальных и расчетных данных между собой, а также с результатами полученными другими исследователями;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов (единиц) наблюдения и измерения.

**Личный вклад соискателя состоит в:** постановке проблемы и задач исследования; в выдвижении и обосновании идей и гипотез;

разработке функциональной модели развития риска средства коллективной теплозащиты с учетом технологии его производства;

получении выражения для прогнозирования эксплуатационной дефектности покрытия, учитывающего его производственную дефектность и условия эксплуатации;

разработке моделей определения нормируемых размеров производственного дефекта по показателю качества покрытия средства коллективной теплозащиты;

разработке методики оценки уровня производственной дефектности покрытия средства коллективной теплозащиты;

разработке классификации производственных дефектов покрытий с количественной оценкой их угрозы с помощью коэффициента опасности;

разработке методики прогнозирования уровня риска отказа покрытия средства коллективной теплозащиты по уровню производственной дефектности и уровню производственного контроля;

теоретическом обосновании многослойности покрытий средств коллективной теплозащиты для повышения их качества;

теоретическом получении закономерности влияния числа слоев и дефектности многослойного покрытия средства коллективной теплозащиты на его показатели качества и на вероятность безотказной работы многослойного покрытия при отрыве от подложки и при растяжении;

введении коэффициента прочностной ортотропии многослойного покрытия, характеризующий различие его свойств по взаимно перпендикулярным направлениям в зависимости от числа слоев и модуля Вейбулла;

разработке метода уточняемого компенсирующего слоя для обеспечения размерной точности средства коллективной теплозащиты с многослойным покрытием;

разработке методики обеспечения размерной точности средства коллективной теплозащиты с многослойным покрытием с помощью уточняемого механической обработкой компенсирующего слоя;



разработке методики обеспечения размерной точности средства коллективной теплозащиты с многослойным покрытием с помощью уточняемого регулируемыми слоями компенсирующего слоя;

разработке концепции применения сверхзвукового газодинамического напыления при многоструйной подаче газа для формирования качественных многослойных покрытий средств коллективной теплозащиты;

разработке технических решений средств коллективной теплозащиты с напыленными интегральными теплоизоляционными и отражающими многослойными покрытиями;

разработке и изготовлении ключевых элементов экспериментальных установок, узлов распыления, образцов покрытий для испытаний; в проведении экспериментов, в сборе, обработке и анализе экспериментальных данных;

экспериментальном установлении закономерностей влияния технологических параметров сверхзвукового газодинамического напыления при многоструйной подаче газа на показатели качества многослойного покрытия средства коллективной теплозащиты и вероятность его отказа;

апробировании метода уточняемого компенсирующего слоя при формировании пенополиуретанового покрытия заданной размерной точности по толщине;

разработке технических решений по изготовлению сверхзвуковых газодинамических узлов распыления с многоструйной подачей газа методом селективного лазерного плавления;

применении средств коллективной теплозащиты с напыленными многослойными покрытиями для улучшения условий труда работников на участке термической обработки;

участии во внедрении результатов диссертации на предприятиях: Государственная корпорация «РОСТЕХНОЛОГИИ» ФГУП «Ленинградский Северный завод» (г. Санкт-Петербург); ООО СКБ «ВЗЛЕТ» (г. Санкт-Петербург); ООО «М-Графика» (г. Санкт-Петербург); ООО НОЦ «Специальные приборы и медицинские технологии» (г. Санкт-Петербург); ООО ПКМ «Лиомикс» (г. Санкт-Петербург); ООО «РВС» (г. Санкт-Петербург); ООО «Трибойл» (г. Санкт-Петербург); ООО «Химреапласт» (г. Санкт-Петербург); АО «НПФ «Спецмаш» (г. Санкт-Петербург); ООО «Техмаш СПб» (г. Санкт-Петербург), ПАО «Ижорские заводы» (г. Санкт-Петербург) и в учебный процесс ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России;

оформлении результатов диссертации, при подготовке публикаций по выполненной работе и выступлениях на конгрессах, конференциях и семинарах.

**Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследований, непротиворечивостью методологических концепций, характером построения и взаимосвязями выводов.**



