

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента на диссертацию**

**Храпко Натальи Николаевны**

**на тему: «Улучшение условий труда на рабочих местах с источниками  
инфракрасного и ультрафиолетового излучения»,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук  
по специальности 2.10.3 – Безопасность труда**

Диссертационная работа Храпко Н.Н. на тему «Улучшение условий труда на рабочих местах с источниками инфракрасного и ультрафиолетового излучения» представлена на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.10.3 — Безопасность труда.

Структурно диссертация состоит из введения, четырёх глав, общих выводов и рекомендаций, списка литературы и приложения. Основные результаты диссертации опубликованы в 12 научных работах, 4 из которых – в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук, включая 3 статьи в журналах категории К2 по специальности 2.10.3, а также 1 статью в издании, индексируемом в базах Scopus и WoS.

Диссертационная работа Храпко Н.Н. посвящена решению актуальной проблемы улучшения условий труда работников, занятых на рабочих местах с источниками инфракрасного (ИК) и ультрафиолетового (УФ) излучения, с целью снижения профессиональных рисков и сохранения здоровья трудящихся.

Объектом исследования является система обеспечения безопасности труда на рабочих местах литейных, термических и сварочных цехов, подверженных воздействию инфракрасного и ультрафиолетового излучения.

Предметом исследования являются оптико-физические свойства и защитная эффективность прозрачных оксидных покрытий, формируемых экстракционно-пиролитическим методом, предназначенных для селективного ослабления инфракрасного и ультрафиолетового излучения в составе защитных экранов и стекол.

Цель работы заключается в разработке научно обоснованных технических решений по улучшению условий труда на рабочих местах с источниками инфракрасного и ультрафиолетового излучения за счёт создания прозрачных защитных экранов с селективными оптическими свойствами.

Для достижения поставленной цели автором решён комплекс взаимосвязанных задач, включающих анализ опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах, разработку требований к снижению уровней излучений, получение и исследование оксидных покрытий, разработку конструкций защитных экранов и оценку их эффективности в производственных условиях.

Методы исследования базируются на методологии специальной оценки условий труда, методах спектрофотометрии в УФ- и ИК-диапазонах, методах исследования микроструктуры материалов, а также статистической обработке экспериментальных данных.

Диссертация носит междисциплинарный характер, сочетая исследования в области безопасности труда, оптики, материаловедения и технических средств защиты от вредных производственных факторов.

### **1. Актуальность темы диссертации**

Диссертационная работа Храпко Н.Н. посвящена решению важной научно-практической задачи – улучшению условий труда работников металлургической и машиностроительной отраслей, подвергающихся воздействию инфракрасного и ультрафиолетового излучения. Актуальность темы не вызывает сомнений и обусловлена несколькими факторами.

Во-первых, в комплексном подходе, предложенном автором диссертации для решения имеющейся задачи улучшения условий труда на

рабочих местах с источниками ИК- и УФ-излучения. Данный подход объединяет анализ производственных факторов, разработку материалов с селективными оптическими свойствами и создание инженерных конструкций защитных экранов, верифицированных в лабораторных и производственных условиях.

Во-вторых, проведена достаточная аналитическая и экспериментальная работа, необходимая для обоснования выбора составов и технологических режимов получения оксидных покрытий экстракционно-пиролитическим методом. Установлены закономерности влияния параметров синтеза (температура отжига, толщина слоя, концентрация компонентов) на микроструктуру и оптические характеристики пленок, что позволило впервые получить и исследовать покрытия сложных оксидов для защиты от ИК- и УФ-излучения именно экстракционно-пиролитическим методом.

В-третьих, разработана и предложена методика оценки эффективности прозрачных теплозащитных экранов с учетом не только свойств покрытия, но и геометрических параметров их размещения (расстояния до источника и между экраном и источником), позволяющая принимать решения о выборе оптимального состава защитного покрытия в зависимости от температуры источника излучения и прогнозировать уровень снижения интенсивности ИК- и УФ-излучения до нормативных значений.

## **2. Оценка содержания диссертации**

**Во введении** раскрыта актуальность темы диссертационного исследования, которая направлена на решение важной для металлургической и машиностроительной отраслей научно-технической и социально-экономической задачи – улучшения условий труда и обеспечения безопасности работников, занятых на рабочих местах с источниками инфракрасного и ультрафиолетового излучения. Приведены результаты решения задачи исследования с указанием научной новизны (обоснование нового подхода к получению защитных покрытий, выявление закономерностей влияния технологических параметров на их свойства,

разработка методики оценки эффективности экранов) и практической ценности (разработка конкретных составов покрытий, конструкций экранов и рекомендаций по их применению, подтвержденных актами внедрения).

Выполненный автором **в первой главе** аналитический обзор проблемы воздействия инфракрасного и ультрафиолетового излучения на работников литейных, термических и сварочных цехов позволил систематизировать современные научные данные о механизмах распространения этих излучений, их биологическом действии на организм человека, а также о существующих способах и средствах защиты. В результате обзора были выявлены перспективные составы оксидных покрытий и обоснована необходимость разработки нового подхода к созданию прозрачных защитных экранов с использованием экстракционно-пиролитического метода.

Итогом аналитического обзора стало научное обоснование выбора объектов исследования, формулировка цели диссертации и постановка конкретных задач для ее достижения.

**Вторая глава**, содержащая результаты анализа опасных и вредных производственных факторов, представляет собой комплексное исследование условий труда на реальных промышленных объектах. В данной главе выявлено повышенное воздействие теплового и ультрафиолетового излучения на персонал, обоснованное результатами натурных инструментальных измерений и данными специальной оценки условий труда. Автору удалось не только выявить количественные превышения нормативных значений (почти в 5 раз по тепловому излучению и до 3,7 раз по УФ-излучению), но и обосновать требования к необходимым уровням снижения интенсивности излучений, обеспечивающим приведение данных параметров к допустимым значениям.

Важным достижением данной главы является идентификация наиболее неблагоприятных рабочих мест и факторов, определяющих вредный класс условий труда. В частности доказано, что именно параметры микроклимата (интенсивность теплового излучения) и неионизирующие излучения (УФ-диапазон) являются одними из превалирующих, вносящих основной вклад в

формирование классов вредности 3.1–3.3 на рассмотренных рабочих местах.

В третьей главе, с высокой степенью достоверности, ввиду применения устоявшихся научных суждений в области оптики, теплофизики и материаловедения, изложены теоретические основы оценки эффективности защитных экранов, а также освещен ряд экспериментально полученных данных, требуемых для вышеуказанной расчетной части с целью повышения точности прогнозирования защитных свойств.

Экспериментальная часть была проведена посредством испытания образцов на лабораторных стендах с использованием современного спектрофотометрического оборудования и методов микроскопии. Выполненные экспериментальные исследования позволили установить закономерности влияния состава, толщины и температуры отжига оксидных покрытий на их микроструктуру и оптические характеристики в ИК- и УФ-диапазонах.

Для оценки эффективности разработанных защитных средств была проведена серия лабораторных экспериментов на испытательных стендах. На основе измерений была разработана эмпирическая методика расчета эффективности теплозащитного экрана.

В последующем, расчетные и экспериментальные данные были сопоставлены, что подтвердило правильность теоретического подхода к моделированию процесса ослабления излучения многослойными покрытиями, в том числе с учетом геометрии их размещения.

Полученные теоретические и экспериментальные данные позволяют выбрать наиболее эффективные, рациональные и технически реализуемые решения по составу и режимам получения защитных покрытий, обеспечивающие выполнение санитарных норм по уровням излучения на рабочих местах.

В данной главе приведены результаты физических и численных экспериментальных исследований. Таким образом, анализ экспериментальных данных позволил выявить наиболее

оптимальные технологические параметры синтеза покрытий для целевой защиты (например, для источников с температурой  $\sim 1200^{\circ}\text{C}$  рекомендован состав Zr-Y-O, для защиты от жесткого УФ-С –  $\text{ZrO}_2$ , NiO, CuO и ITO), и установлен характер зависимости «состав-структура-свойство».

**В четвертой** главе обсуждены результаты и разработаны рекомендации для улучшения условий труда на рабочих местах литейных, термических и сварочных цехов, а также освещены мероприятия по практическому внедрению разработанных конструкций защитных экранов и стекол.

Разработаны научно обоснованные рекомендации по применению защитных покрытий в зависимости от типа источника излучения. Спроектированы и изготовлены опытные образцы теплозащитных и УФ-защитных экранов. Результаты их апробации в реальных производственных условиях подтвердили эффективность защитных конструкций. Проведен технико-экономический анализ, подтверждающий низкую себестоимость предлагаемой технологии получения защитных покрытий.

**В заключении** результаты диссертации представлены основными выводами, которые полностью соответствуют поставленным задачам.

### **3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Обоснованность научных положений диссертации Храпко Н.Н. подтверждается глубоким анализом отечественных и зарубежных источников в области защиты от оптических излучений и технологий нанесения покрытий. Автор корректно применяет фундаментальные законы оптики, термодинамики, физики твердого тела. Методология исследования выстроена логично: от анализа условий труда — к формированию требований к защите — к разработке материалов — к конструированию экранов — к оценке их влияния на условия труда. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, являются логическим следствием проведенных исследований и не противоречат известным фундаментальным законам физики (оптики, теплового

излучения) и химии. Также степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций представлена апробацией основных положений диссертации на международных и всероссийских конференциях, а также публикацией результатов в рецензируемых научных изданиях, в том числе входящих в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук и в базы Scopus и WoS.

#### **4. Достоверность полученных результатов и научная новизна исследования**

Научная новизна диссертации состоит в следующем:

- 1) Предложено и экспериментально обосновано использование экстракционно-пиролитического метода для формирования на стеклянных подложках прозрачных оксидных покрытий, обеспечивающих селективное ослабление ИК- и УФ-излучения при высокой прозрачности в видимом диапазоне.
- 2) Выявлены эффективные составы оксидных плёнок ( $ZrO_2$ ,  $CuO$ ,  $NiO$ , ИТО и др.), обеспечивающие задержку УФ-излучения и сложнооксидные системы для защиты от ИК-излучения ( $In-Sn-O$ ,  $Zr-Y-O$ ,  $La-Zr-O$ ).
- 3) Установлены закономерности влияния состава пленкообразующих растворов и режимов синтеза на защитные характеристики покрытий, что позволило целенаправленно синтезировать покрытия для защиты в ИК- или УФ-диапазоне.
- 4) Разработана и применена методика оценки эффективности прозрачных теплозащитных экранов в зависимости от расстояния до источника теплового излучения на основе эмпирических данных.
- 5) Экспериментально подтверждена эффективность разработанных экранов по снижению уровней ИК- и УФ-излучения на рабочих местах литейных термических и сварочных цехов с величин, превышающих ПДУ до

нормативных значений.

Обоснованность и достоверность полученных результатов подтверждается проведением комплексного анализа опасных и вредных производственных факторов на реальных рабочих местах литейных, термических и сварочных цехов с использованием методологии СОУТ и нормативных документов (СанПиН, ГОСТ, МУК), а также применением приборов, входящих в Государственный реестр средств измерений. Достоверность экспериментальных результатов лабораторных исследований покрытий и их характеристик обоснована использованием современных методов исследования микроструктуры и спектральных характеристик (спектрофотометрия, микроскопия) при этом экспериментально определенные значения ширины запрещенной зоны синтезированных оксидов хорошо согласуются со справочными данными. Обоснованность предложенных решений подтверждена данными натурных испытаний разработанных экранов в условиях реального производства.

### **5. Теоретическая и практическая значимость**

Теоретическая значимость работы заключается в развитии научных подходов к оценке и снижению воздействия неионизирующих излучений оптического диапазона (инфракрасного и ультрафиолетового) на рабочих местах, а также в формировании научно обоснованной связи между оптико-физическими свойствами покрытий, их защитными свойствами и параметрами условий труда.

Практическая значимость состоит в том, что:

- 1) разработаны конструкции прозрачных теплозащитных и УФ-защитных экранов;
- 2) предложены технологические рекомендации по нанесению покрытий;
- 3) выполнена опытно-промышленная апробация экранов;
- 4) подтверждено улучшение условий труда по показателям микроклимата и неионизирующих излучений;

5) результаты могут быть использованы при проведении СОУТ, производственного контроля условий труда и разработке мероприятий по снижению уровней профессиональных рисков.

## **6. Соответствие паспорту специальности 2.10.3 — Безопасность труда**

Содержание диссертации полностью соответствует пункту 6 паспорта специальности 2.10.3 Безопасность труда «Разработка научных основ, установление области рационального применения и оптимизация способов, систем и средств коллективной и индивидуальной защиты работников от воздействия вредных и опасных факторов»

## **7. Замечания по работе**

1) В разделе 1.3 диссертации «Наиболее характерные опасные и вредные производственные факторы на рабочих местах металлургического и машиностроительного производства» желательно было бы привести статистическую информацию по распределению опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах персонала для рассматриваемой отрасли и производств.

2) Из текста диссертации п. «2.3 Результаты анализа опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах сварочного цеха» неясно анализировались ли результаты производственного контроля условий труда согласно СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда», утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 2 декабря 2020 года N 40.

3) В диссертации представлен расчет стоимости материалов (солей металлов, экстрагента) и энергозатрат на нагрев, однако не учтены затраты на амортизацию оборудования, заработную плату персонала и прочие накладные расходы. Приведенная себестоимость покрытия (менее 300 руб./м<sup>2</sup>) представляется заниженной для оценки полной коммерческой стоимости изделия при масштабировании технологии.

4) В главе 4 приводятся результаты внедрения экранов, однако из описания не совсем ясен регламент их обслуживания в производственных условиях. В цехах с высоким уровнем загрязнения воздуха (пыль, аэрозоли) неизбежно будет происходить загрязнение поверхности экранов, что может снизить их эффективность. В работе не предложены рекомендации по очистке или периодичности замены защитных стекол.

5) В тексте диссертации и таблицах встречаются отдельные опечатки и стилистические погрешности:

- на странице 77 диссертации «Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)» приведены типичные вредные вещества: цементная пыль 1856, силикатная пыль 1846 и др. Не совсем ясно указанные цифры для приведенных веществ означают порядковый номер и/или, например регистрационный номер CAS в классификаторе СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»?

- на странице 87 в подписи к таблице 2.6 указано «литейного цеха», хотя данные в таблице относятся к превышениям на рабочих местах как литейного, так и термического цехов.

6) В списке литературы присутствуют ссылки на методические указания 2025 года (МУК 4.3.4120-25 и др.), что формально корректно, но учитывая, что диссертация датирована 2025 годом, некоторые источники могли быть добавлены на финальном этапе. Желательно уточнить, все ли из них были изучены и использованы до завершения работы над диссертацией.

7) Измерительные приборы и методики используемые и описанные в работе недостаточно подробно приведены в автореферате.

8) При нормировании выявленных опасных и вредных производственных факторов стр. 9-11 автореферата дается констатация превышения действующих санитарно-гигиенических норм без указания конкретного документа, то бишь СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности

для человека факторов среды обитания».

Указанные замечания носят уточняющий характер, не снижают ценности и общей положительной оценки работы.

#### **8. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней**

Диссертационная работа Храпко Н. Н. является завершённым научным исследованием, в котором решена актуальная научно-техническая задача по улучшению условий труда и снижению профессиональных рисков на рабочих местах с источниками инфракрасного и ультрафиолетового излучения.

Результаты работы отражены в публикациях автора, материалах конференций, а также подтверждены актами внедрения. В работе приведены ссылки на современные методические документы, включая методики измерения УФ-излучения и оценки микроклимата.

Автореферат диссертационной работы в полной мере отражает содержание диссертации и дает возможность судить о целях и задачах исследования, научных выводах и результатах.

По актуальности, научной новизне, практической значимости и объему выполненных исследований диссертация соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Храпко Наталья Николаевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.3 – Безопасность труда.

#### **Официальный оппонент**

кандидат технических наук 03.00.16 – Экология, доцент, доцент кафедры «Инженерная защита окружающей среды» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)».

Я, Донцов Сергей Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Донцов Сергей Александрович

«28» марта 2026 г.

190013, Россия, Санкт-Петербург,  
Московский проспект, дом 24-26/49 литера А  
Тел./факс: +7 (812) 494-9310, +7 (964) 631 8274  
e-mail: [dontsovgroup@mail.ru](mailto:dontsovgroup@mail.ru)

Подпись и реквизиты Донцова С.А. подтверждаю: *начальник ОК содружников*  
*Анна Г. Ю. Бражкова*

