

На правах рукописи



Шевченко Виктория Борисовна

Разработка мероприятий по обеспечению безопасных условий труда
при использовании теплоизоляционных материалов
в вагоностроении

05.26.01 - Охрана труда (транспорт)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 2021

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет транспорта», РУТ(МИИТ) на кафедре «Техносферная безопасность».

Научный руководитель: доктор технических наук, старший научный сотрудник
Навцеля Владимир Юрьевич

Официальные оппоненты: **Пачурин Герман Васильевич**
доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», кафедра «Производственная безопасность, экология и химия», профессор,

Ягольницер Ольга Владимировна

кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», кафедра «Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности», доцент кафедры

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»

Защита состоится 17 марта 2021 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета Д 218.005.16 по адресу: 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9 (ауд. 329, ул. Часовая, 22/2).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте РУТ (МИИТ), www.rut-miit.ru

Автореферат разослан «___» февраля 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Сорокина Екатерина Александровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Для укрепления трудового потенциала в транспортной отрасли необходимо применять эффективные системы управления охраной труда и профессиональными рисками, которые составляют основу безопасности жизнедеятельности и благополучия человека.

Базовым принципом государственной политики Российской Федерации в области охраны труда является обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

В рамках утвержденной стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года, между Минтрудом России и Международной ассоциацией социального обеспечения был подписан Меморандум о взаимопонимании и сотрудничестве по продвижению Концепции «нулевого травматизма».

По оценке экспертов Международной организации труда, ежегодные экономические потери, обусловленные неблагоприятными условиями труда и травматизмом на производстве составляют более 4% ВВП страны.

Развитие железнодорожного транспорта в нашей стране, внедрение новых теплоизоляционных материалов при строительстве и ремонте вагонов приводят к появлению новых, недостаточно изученных факторов производственного процесса, оказывающих негативное воздействие на здоровье работающих и увеличивающих риск утраты их здоровья, в том числе получение профессионально-обусловленных заболеваний.

Актуальность работы определил факт использования в строительстве и капитальных видах ремонта пассажирских вагонов теплоизоляционных и гидроизоляционных материалов, являющийся дополнительным источником вредных и опасных производственных факторов за счет присутствия вредных химических веществ, переходящих в воздух рабочей зоны. На сегодняшний день риск утраты здоровья работающих в вагоностроительной отрасли в контакте с вредными химическими веществами недостаточно изучен. Для снижения риска здоровью работающих необходимо дать комплексную оценку вредным и опасным факторам производственной среды при использовании в технологическом процессе материалов из минеральной ваты связующих.

Степень разработанности темы. Вопросам исследования теплоизоляционных и гидроизоляционных материалов посвящены работы отечественных и зарубежных ученых: В.Н. Азарова, В.А. Аксёнова, А.Г. Базазьяна, А.Н. Земцова, В.А. Капцова, В.А. Китайцева, О.И. Копытенковой, А.Н. Кузнецова, Е.А. Латынцевой, В.Ю. Навцени, Е.Г. Овчаренко, В.М. Пономарёва, О.С. Сачковой, Е.А. Сорокиной, О.С. Татаринцевой, З.Ш. Турсунова, В.Н. Филиппова, Б.М. Шойхета, Н. Каји, Y. Morimoto, T. Schneider., I. Tanaka, I.I. Tanaka. В работах ученых установлено, что теплоизоляционные и гидроизоляционные материалы могут быть дополнительным источником выделения химических веществ в воздушную среду коммунальных и промышленных помещений.

Анализом вредных производственных факторов, связанных с изготовлением и применением теплоизоляционных материалов в вагоностроении, занимались В.И.. Светлов, М.Ф. Вильк, Ж.В. Овечкина, О.С. Сачкова.

Цель работы – разработать рекомендации по обеспечению безопасных условий труда работников, связанных с использованием теплоизоляционных материалов при строительстве и ремонте железнодорожных вагонов.

Задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели:

1. Проанализировать условия труда работников, связанных с использованием теплоизоляционных материалов при строительстве и ремонте железнодорожных вагонов.

2. Провести комплексные исследования теплоизоляционных материалов, определяющих условия безопасности их применения пассажирских вагонах в штатных условиях эксплуатации и при возникновении нештатных ситуаций (термодеструкция); исследования материалов с расчетом параметров долговечности, морозостойкости на весь период жизненного цикла.

3. Разработать Программу и методику оценки долговечности «Испытания теплоизоляционных материалов на тепловое старение с прогнозной оценкой долговечности».

4. Идентифицировать вредные химические вещества, выделяющиеся из тепло- и звукоизоляционных материалов в воздушную среду

производственных помещений, оказывающие негативное влияние на условия труда и здоровье работников.

5. Обосновать необходимость применения в конструкции пассажирских вагонов гидроизоляционных материалов, как эффективного средства снижения влияния влажности на физические свойства теплоизоляционных и акустических материалов.

6. Разработать мероприятия по обеспечению безопасных условий труда работников, связанных с использованием теплоизоляционных материалов с оценкой социально-экономического эффекта.

7. Провести анализ безопасных условий труда после практического применения разработанных мероприятий.

Объектом исследования являются условия труда работников вагонного хозяйства, выполняющих работы по теплоизоляции кузовов пассажирских вагонов.

Предметом исследования являются вредные и опасные производственные факторы на рабочих местах работников вагоностроительного и вагоноремонтного комплекса.

Научная новизна.

Выявлены особенности условий труда работников, связанных с использованием теплоизоляционных материалов, с учетом присутствия вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны при выполнении работ по теплоизоляции кузовов пассажирских вагонов.

Идентифицированы вредные химические вещества 2-3 класса опасности при термодеструкции штапельного волокна, переходящие в воздух рабочей зоны при выполнении работ по теплоизоляции кузовов пассажирских железнодорожных вагонов.

Впервые проведена оценка производственно-обусловленного риска здоровью работников, связанных с использованием теплоизоляционных материалов, используемых при строительстве железнодорожных вагонов, за счет воздействия на работников присутствующих в воздухе рабочей зоны вредных химических веществ.

Научно обосновано применение гидроизоляционных материалов при укладке теплоизоляционных материалов в кузова пассажирских вагонов. Доказано, что применение гидроизоляционных материалов в кузовах

пассажирских вагонов позволяет продлить срок эксплуатации подвижного состава ввиду улучшения физических свойств теплоизоляционных материалов.

Установлены показатели теплопередачи кузовов пассажирских вагонов новой постройки и после капитально - восстановительного ремонта.

Разработаны и утверждены ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора Методические рекомендации «Обеспечение санитарно-гигиенической безопасности работ, связанных с выполнением теплоизоляции кузовов пассажирских вагонов».

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что исследование направлено на разработку мероприятий по снижению класса условий труда работников, связанных с использованием теплоизоляционных материалов, а именно:

- разработаны и утверждены методические рекомендации по обеспечению санитарно-гигиенической безопасности работников, занятых работами по теплоизоляции;

- разработано и утверждено Руководство ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора № 10.15-2020 «Конструкционные, отделочные и экипировочные материалы, прошедшие гигиенические испытания и разрешенные к применению в пассажирских вагонах локомотивной тяги»;

- материалы диссертационного исследования широко применяются в учебном процессе кафедры «Техносферная безопасность» и отраслевого центра по охране труда, промышленной, пожарной безопасности и экологического контроля РОАТ РУТ (МИИТ), лаборатории коммунальной гигиены и эпидемиологии отдела медико-биологических исследований ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора.

Методология и методы исследования. Все исследования теплоизоляционных материалов проводились на поверенном и аттестованном оборудовании. Измерения изоляции воздушного шума конструктивных элементов проводились на сертифицированном аэроакустическом стенде НИИСФ РФФСН. Термогравиметрический анализ (TG) выполнен на термоанализаторе TG 209 F1 «Iris» фирмы Netzsch, химико-аналитические исследования (ГАНГ-4, Портативный хроматограф ФГХ-1-2), оценка токсичности (Биотокс 10М). Статистический анализ и математические расчеты проведены с применением программы Microsoft Excel.

Положения, выносимые на защиту:

1. Результаты анализа условий труда работников вагонного хозяйства, связанных с использованием теплоизоляционных материалов.
2. Результаты испытаний различных типов теплоизоляционных материалов, применяемых в пассажирском вагоне.
3. Расчет производственно обусловленного риска здоровью работников от действия вредных химических веществ, выделяющихся из теплоизоляционных материалов.
4. Разработанные по результатам диссертационного исследования методические рекомендации по обеспечению санитарно-гигиенической безопасности работников, связанных с теплоизоляцией кузовов пассажирских вагонов, направленные на улучшение условий труда.
5. Представлен расчет социально-экономического эффекта от разработанных и внедренных методических рекомендаций.
6. Результаты анализа условий труда после внедрения в производственную деятельность разработанных методических рекомендаций.

Степень достоверности научных положений и рекомендаций подтверждается большим объемом исследований, использованием адекватных задачам современных методов, использованием поверенного лабораторного оборудования, сравнением полученных экспериментальных исследований с работами других авторов.

Структура и объем работы.

Диссертационная работа изложена на 166 страницах, включая введение, 5 глав, заключение, 3 приложения, 28 таблиц, 26 рисунков, список использованной литературы из 140 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована цель и задачи исследования, изложены научная новизна, практическая значимость, а также положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен анализ условий труда и состояния здоровья работников, связанных с использованием теплоизоляционных материалов в вагонном хозяйстве.

Анализ условий труда работников показывает, что основными вредными производственными факторами являются химический фактор, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, шум и тяжесть трудового процесса.

Приведена характеристика вредных химических веществ, переходящих в воздух рабочей зоны. Рассмотрены требования охраны труда и техники безопасности при выполнении работ по теплоизоляции кузовов пассажирских вагонов.

Также приведены современные теплоизоляционные материалы, используемые в вагостроении (таблица 1).

Таблица 1 – Современные теплоизоляционные материалы, используемые в вагостроении

№ п/п	Наименование материала	Технические условия	Область применения	Выделяющие газообразные химические вещества
1	URSA	ТУ 5763-001-71451657-2004	теплоизоляция кузовов вагонов	Аммиак, углеводороды, уксусная кислота, формальдегид, фенол, углекислый газ
2	ISOTEC (Мат-АЛ; Мат-Т)	ТУ 5763-001-11692449-2012		Аммиак, углеводороды, уксусная кислота, формальдегид, фенол, углекислый газ
3	КНАУФ Инсулейшн	ТУ 23.14.12.130-001-73090654-2017		Ацетон, ксилол, толуол, бензол, этилацетат, этилбензол

Анализ объемов выпуска пассажирских вагонов до 2020 г. показал тенденцию к росту выпуска современных пассажирских вагонов и вагонов после капитально-восстановительного ремонта, что связано с увеличением объемов использования теплоизоляционных материалов.

Тип применяемой изоляции вагона состоит из изоляции: пола, боковых стен, торцевых стен, крыши, воздуховодов. Примеры изоляции различных конструктивных элементов вагона показаны на рисунке 1.

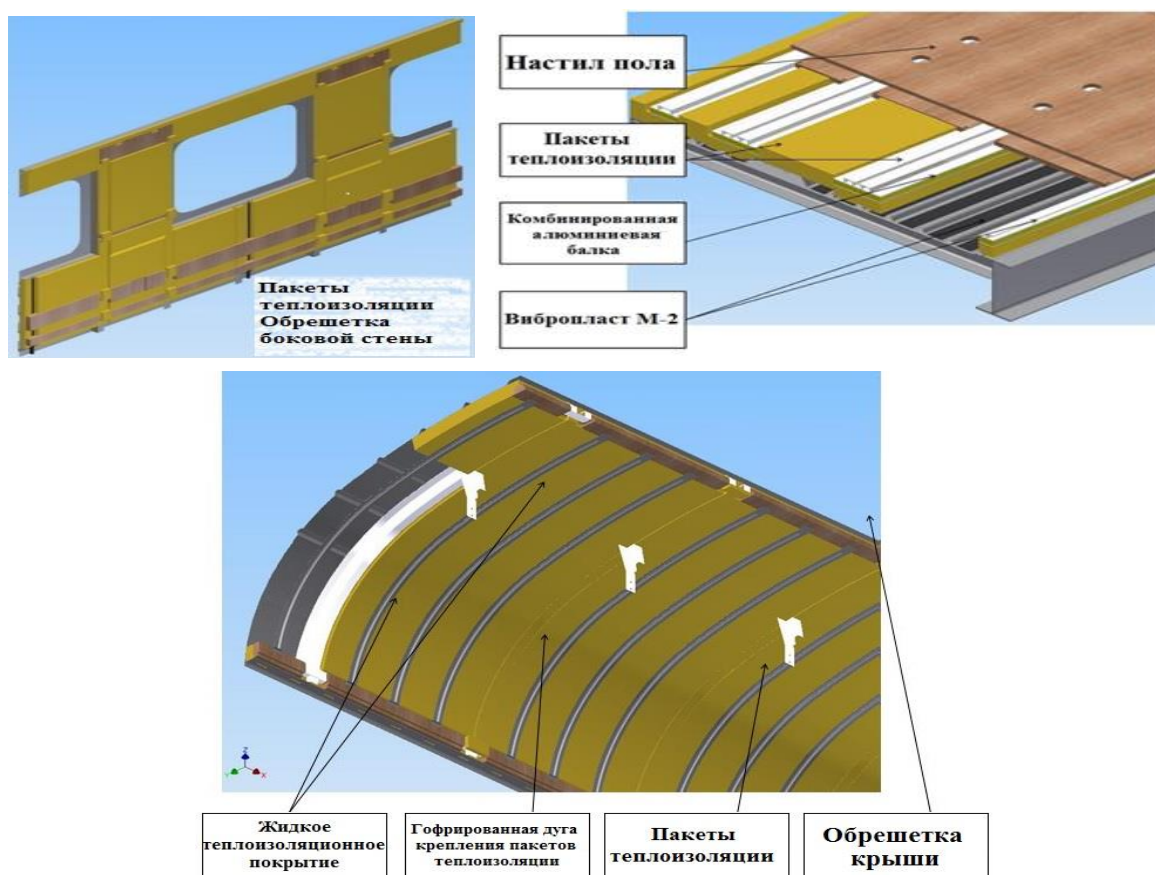


Рисунок 1 – Схемы конструктивных элементов теплоизоляции пассажирского вагона

Из анализа уровня тепловой изоляции следует, что представленные типы теплоизоляционных материалов соответствуют требованиям, предъявляемым для использования в пассажирском вагоностроении.

В результате проведения специальной оценки условий труда было установлено, что на рабочем месте работников, связанных с использованием теплоизоляционных материалов в пассажирском вагоностроении, допущено превышение предельно допустимых уровней содержания в воздухе рабочей зоны аэрозолей преимущественно фиброгенного действия в 3 раза, что привело к установлению по данному показателю вредности на уровне класса 3.1. Также установлено, что тяжесть трудового процесса не соответствует установленным нормативам по показателям неудобной позы и перемещению тяжестей в процессе выполнения подготовки теплоизоляционных материалов к резке и укладке в кузова пассажирских вагонов и соответствует также 3 классу,

подклассу 3.1. В соответствии с методикой проведения [4] специальной оценки условий труда, наличие 2 факторов производственной среды и трудового процесса на уровне 3.1, образуют итоговый класс (подкласс) условий труда 3.1.

Во второй главе представлены результаты проведенных исследований теплоизоляционных материалов, используемых в пассажирском вагоностроении в соответствии со структурной схемой (рисунок 2), а именно:

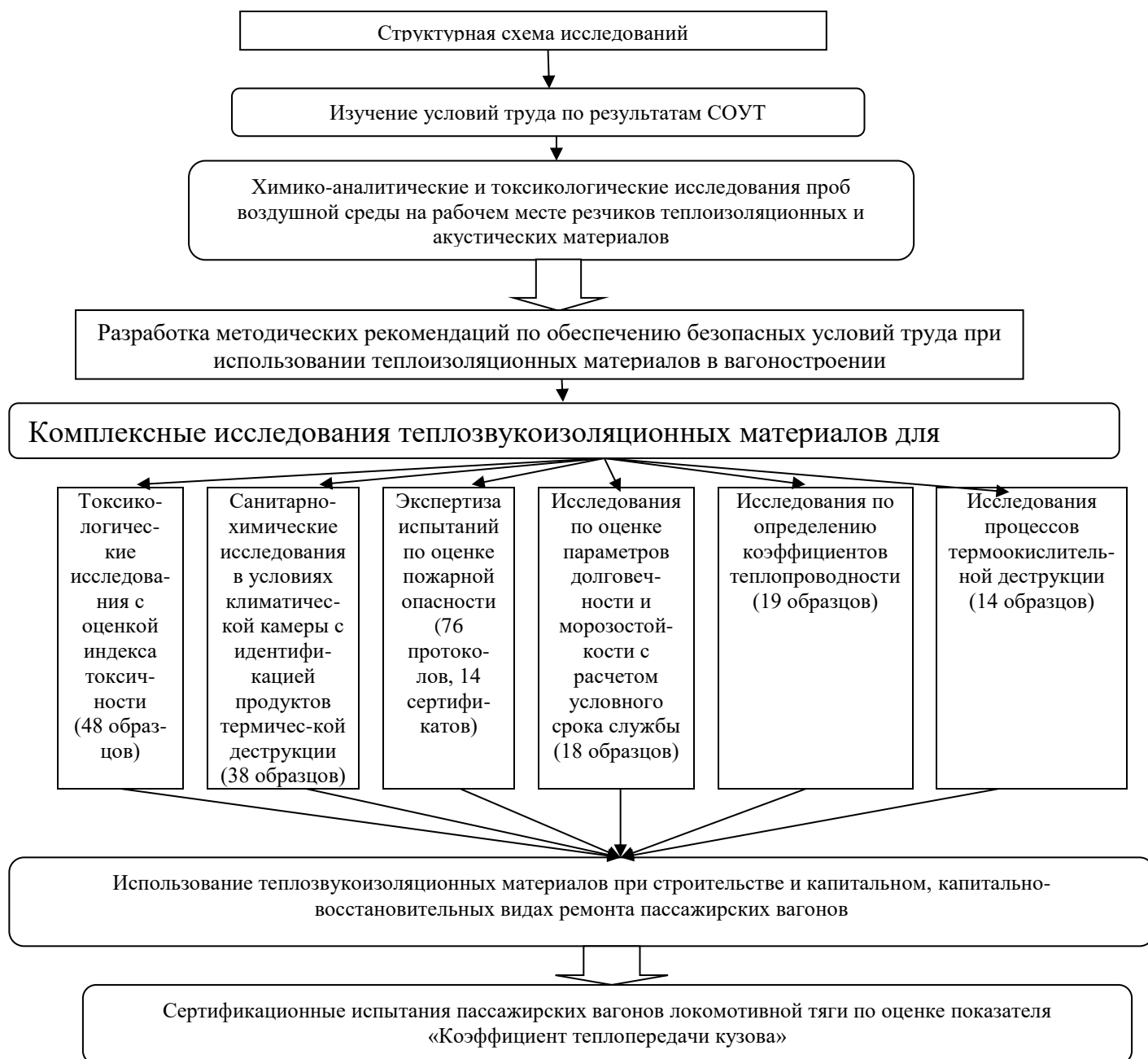


Рисунок 2 – Структурная схема исследований

В процессе оценки и анализа условий труда работников, занятых работами по теплоизоляции, были проведены исследования параметров трудового процесса, объемы которых представлены на рисунке 3.

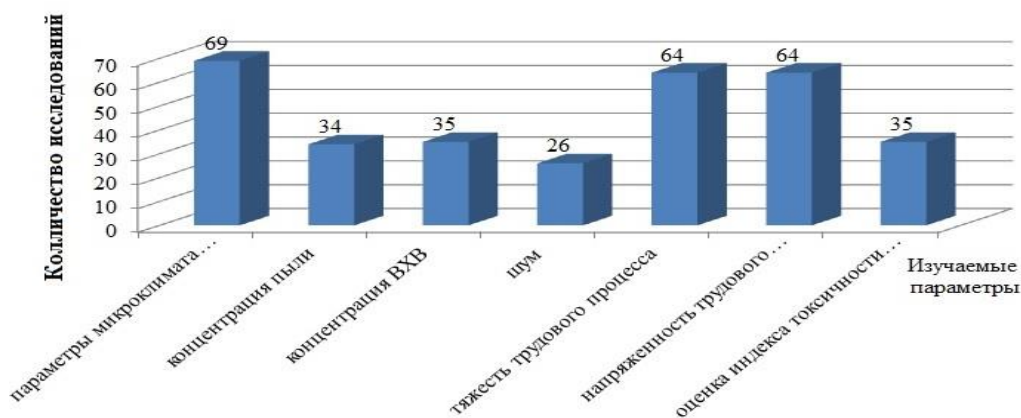


Рисунок 3 – Объем проведенных исследований

Исследования линейки теплоизоляционных материалов, применяемых в пассажирском вагоне железнодорожного транспорта, проводились на аттестованном и поверенном оборудовании в аккредитованных лабораторных центрах.

В третьей главе проведен анализ оценки показателей термодеструкции и определен коэффициент теплопроводности. Изделия из штапельного стекловолокна URSA марок М-11, М-11Ф, М-15, М-15Ф, М-25, М-25Ф проявляют высокую стойкость к термоокислительной деструкции.

Разложение материалов при температурах свыше 300°C в условиях пожара сопровождается выделением аммиака (3 класса опасности), уксусной кислоты (3 класса опасности), предельных и непредельных углеводородов (4 класса опасности), а также углекислого газа. Суммарная масса выделяющихся веществ составила 6,67-7,23% от начальной массы материалов.

Изделия из штапельного стекловолокна URSA марок М-11, М-11Ф, М-15, М-15Ф, М-25, М-25Ф содержат адсорбированные летучие вещества. В условиях эксплуатации при температурах от 20°C до 100°C выделяются следующие вредные химические вещества: углеводороды $C_2H_x-C_9H_x$, уксусная кислота, аммиак, фенол, формальдегид. Суммарная масса адсорбированных летучих веществ составляет 0,54–0,56% от массы материалов.

В воздухе рабочей зоны, у лиц, занятых работами с использованием минеральных ват идентифицированы вредные химические вещества (ВХВ): ацетон, ксилол, толуол, бензол, этилацетат, метилметакрилат, этилбензол.

Результаты химико-аналитических исследований теплоизоляционных материалов представлены на рисунке 4.



Рисунок 4 – Результаты анализа объемов выделения продуктов деструкции образцов матов из штапельного стекловолокна

Величина индекса токсичности образцов матов из штапельного стекловолокна оценивалась в соответствии с МР № 01.020-07 «Определение токсичности воздушной среды с помощью биотеста «Эколюм» (рисунок 5).

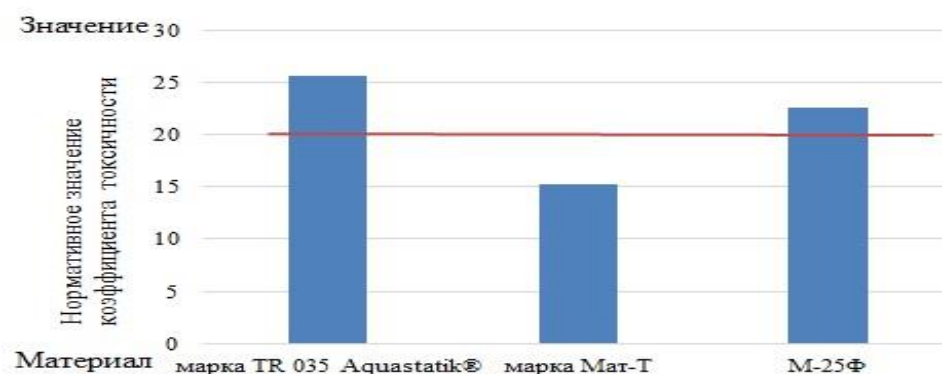


Рисунок 5 – Определение индекса токсичности теплоизоляционных материалов

В связи с тем, что универсальным механизмом токсического действия вредных химических веществ является нарушение деятельности антиоксидантной системы организма, то при длительном аэрогенном воздействии мелкодисперсной пыли, содержащей соединения ВХВ, возможно увеличение риска патологии кардиореспираторной системы.

По анализу результатов санитарно-химических исследований продуктов деструкции образцов матов из штапельного стекловолокна Mat-АЛ, Mat-T установлено содержание химических веществ 2-3 классов опасности. Данные вещества не превышают значения предельно допустимых концентраций.

В процессе эксплуатации вблизи производственных помещений на расстоянии не менее 1 м необходимо исключить возможные источники загорания (курение, проведение работ с применением открытого пламени).

Для установления возможности применения указанных теплозвукоизоляционных материалов из стеклянного штапельного волокна «URSA GEO» в качестве упругих прокладок в конструкциях «плавающих» полов (стяжек), на вибростенде были выполнены измерения динамических характеристик (динамического модуля упругости E_d и относительного сжатия ϵ_d) плит П-60 и П-75 при нагрузках 2000 Н/м^2 и 5000 Н/м^2 . Затем в звукомерных (реверберационных) камерах для проведения испытаний звукоизоляции перекрытий были определены индексы улучшения изоляции ударного шума «плавающим» полом (стяжкой), уложенным по звукоизоляционному слою из плит П-60 и П-75 на стандартном перекрытии из железобетонной плиты толщиной 140 мм.

По результатам санитарно-химических, токсикологических исследований, анализа карты специальной оценки условий труда установлено, что наиболее безопасными при выполнении работ по теплоизоляции кузовов пассажирских вагонов и в процессе эксплуатации теплоизоляционными материалами для применения в вагоностроительной отрасли являются материалы URSA марок М-11, М-11Ф, М-15, М-15Ф, М-25, М-25Ф. В связи с тем, что материалы URSA являются наиболее безопасными для применения в пассажирском вагоностроении, коэффициент теплопроводности приведен для марок М-11, М-15, М-25 (рисунок 6).

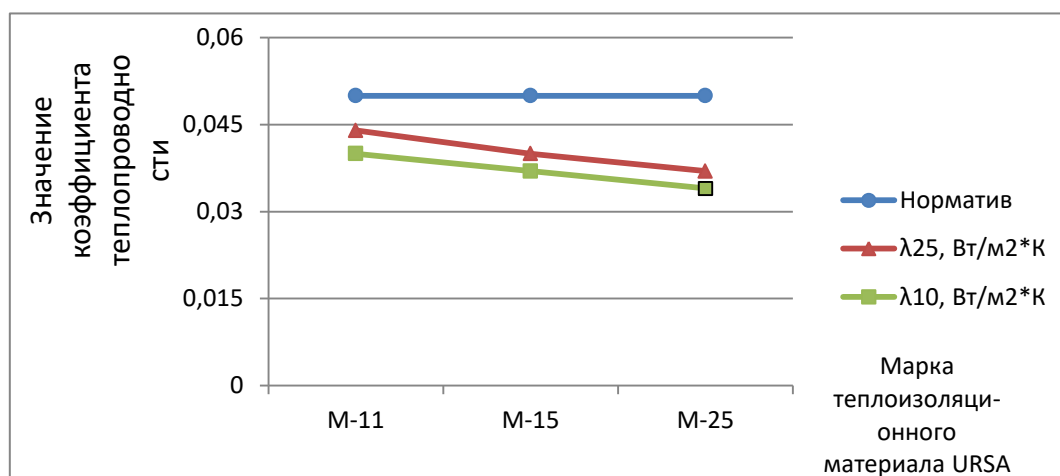


Рисунок 6 – Сравнительные данные коэффициентов теплопроводности для материала URSA

Долговечность «Д» теплоизоляционных материалов определяем по формуле:

$$D_1 = \frac{M \cdot P \cdot K}{12} = \frac{3 \cdot 73 \cdot 1}{12} = 18,25, \quad (1)$$

где М – среднее количество месяцев, соответствующее одному циклу испытаний;

П – количество циклов при испытании в климатической камере;

К – коэффициент стабильности и надежности работы камеры;

12 – количество месяцев в году.

Проведены исследования теплоизоляционных материалов на соответствие требованиям пожарной безопасности, результаты которых приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики теплоизоляционных материалов по требованиям пожарной безопасности

Наименование материала	Характеристика материала по пожарной безопасности	Предел огнестойкости	Нормативный документ
URSA	Негорючий материал	26 мин	Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ)
ISOTEC (Мат-АЛ; Мат-Т)	Трудногорючий материал	20 мин	
КНАУФ Инсулейшн	Трудногорючий материал	18 мин	

Исходя из специфики пожаровзрывоопасности теплоизоляционных материалов, основным способом обеспечения их пожарной безопасности является удаление водорода с помощью вентиляции. Оценим требуемую производительность вентиляции. Расход воздуха для обеспечения пожарной безопасности следует определять, согласно СП 60.13330.2016, по формуле:

$$L = n \cdot W \cdot 100/0,4 \quad (2)$$

$$L = 14 \cdot 60 \cdot 100/0,4 = 210000.$$

В четвертой главе проведен анализ характеристик технологического процесса и используемого оборудования для выполнения работ по теплоизоляции кузовов пассажирских вагонов. Проведены оценка содержания вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны, микроклимата, оценка освещенности, анализ опасных факторов

производственного процесса, оценка тяжести и напряженности труда работников, как основа для оценки производственно-профессионального риска.

При этом зависимость для расчета величины поступления химического вещества в производственных условиях имеет следующий вид:

$$I = \frac{C \cdot CR \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT}, \quad (3)$$

где I – поступление (количество химического вещества на границе обмена), мг/кг массы тела – в смену;

C – концентрация химического вещества; средняя концентрация, воздействующая в период экспозиции (мг/м³);

CR – величина контакта; количество загрязненной среды, контактирующее с телом человека в единицу времени (м³/смена);

EF – частота воздействий, число дней/год;

ED – продолжительность воздействия, число лет;

BW – масса тела: средняя масса тела работника в период экспозиции, кг;

AT – время (период) осреднения экспозиции, число дней.

Используя сведения о концентрации вредных веществ определяем количественную оценку уровня воздействия ВХВ на работника на конкретном рабочем месте. Один из методов, который для этого применяется – это расчет среднесуточной дозы. Для расчета среднесуточной дозы (СДД), получаемой при профессиональном воздействии химического вещества ингаляционным путем, используется формула,

$$СДД = \frac{C \cdot n \cdot 10 \cdot 240}{70 \cdot 365 \cdot N}, \quad (4)$$

где СДД – среднесуточная доза в мг/кг/день;

C – среднесменная концентрация ВХВ в воздухе рабочей зоны на данном рабочем месте;

n – стаж работы на данном рабочем месте (в годах и его долях);

10 – средний объем вдыхаемого воздуха за рабочую смену, м³;

240 – количество рабочих дней в году;

70 – средняя масса тела взрослого человека, кг;

N – период осреднения (максимальный стаж работника).

Если в процессе трудовой деятельности работник подвергался различным концентрациям ВХВ (меняется технологический процесс, проводится реконструкция и т.п.), то следует разбить его рабочий стаж на периоды,

характеризующиеся определенной средней концентрацией и установить СДД для каждого периода. СДД для всего профессионального стажа тогда можно рассчитать по следующей формуле:

$$\text{СДД}_{\text{ст}} = (\text{СДД}_1 + \text{СДД}_2 + \dots + \text{СДД}_n)/n, \quad (5)$$

где $\text{СДД}_{\text{ст}}$ – осредненная среднедневная доза за весь стаж работы конкретного работника;

$\text{СДД}_1 + \text{СДД}_2 + \dots + \text{СДД}_n$ – среднедневные дозы за каждый период работы;

n – число периодов работы работника, характеризующихся соответствующими СДД.

Персональные СДД могут быть использованы нами для расчета средней СДД для определенной профессиональной группы, следующим образом,

$$\text{СДД} = \sum \text{СДД}_p / P, \quad (6)$$

где P – число работников в профессиональной группе.

При этом расчет канцерогенного риска при профессиональном воздействии (CR) проводится с использованием данных о величине экспозиции и значении факторов канцерогенного потенциала (фактор наклона, единичный риск) (Р. 2.1.10.1920-04).

$$\text{UR} = \frac{\text{SF} \cdot 240}{365} \cdot \frac{T}{70} \cdot \frac{10}{20}, \quad (7)$$

где UR – единичный риск при профессиональной экспозиции ($\text{мг}/\text{м}^3$);

SF – фактор наклона или канцерогенного потенциала $\text{мг}/\text{кг}/\text{день}$;

$240/365$ – доля рабочих дней в году;

T – стаж работы, лет;

$T/70$ – доля продолжительности экспозиции к средней продолжительности жизни;

$10/20$ – доля легочной вентиляции за смену к суточной в м^3 .

$$\text{CR} = C \cdot \text{UR}, \quad (8)$$

где CR – число дополнительных случаев рака за счет воздействия канцерогенных веществ в экспонируемой группе;

C – средняя концентрация за весь период производственной деятельности, $\text{мг}/\text{м}^3$.

$$\text{CR}_{\text{комб}} = \sum \text{CR}_j, \quad (9)$$

здесь $\text{CR}_{\text{комб}}$ – общий канцерогенный риск при ингаляционном поступлении нескольких канцерогенных веществ;

CR_j – канцерогенный риск для j -го канцерогенного вещества.

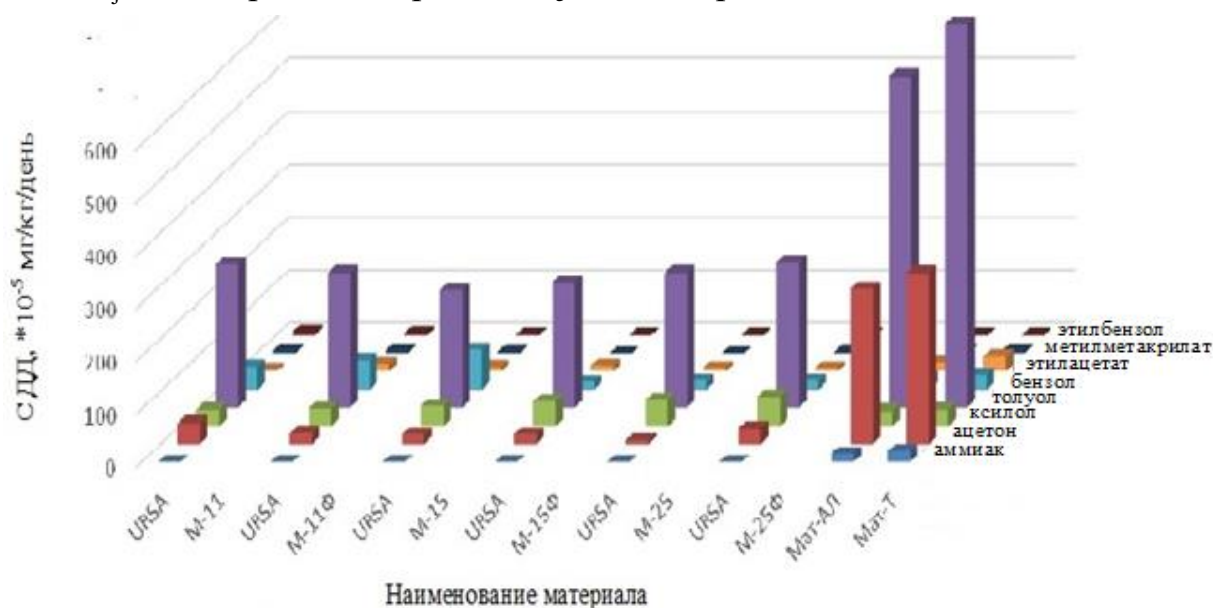


Рисунок 7 – Результаты оценки уровня воздействия вредных химических веществ (ВХВ) при использовании современных теплоизоляционных материалов

На основании расчета средневзвешенной дозы воздействия вредных химических веществ на работников, наиболее сильное влияние на организм действует толуол, являющийся токсичным продуктом третьего класса опасности. Пары толуола могут проникать через неповрежденную кожу и органы дыхания, вызывая поражение нервной системы (заторможенность, нарушения в работе вестибулярного аппарата).

Для расчета теплового баланса внутривагонной среды, оценки тепловых потерь и решения задач теплообмена, необходимо рассчитать тепловой поток, проходящий через твердую стенку, разделяющую жидкости или газы при различных температурах, который в простейшем случае вычисляется по формуле:

$$q = K \cdot (T_{f1} - T_{f2}) \quad (10)$$

где: $q = 0,004 \cdot (25 - 15) = 0,04$ – в весенне-осенний период

$q = 0,004 \cdot (25 - (-15)) = 0,16$ – в зимний период

$q = 0,004 \cdot (25 - 25) = 0$ – в летний период

K – коэффициент теплопередачи;

T_{f1}, T_{f2} – температуры жидкости или газа, между которыми происходит теплообмен

Коэффициент теплопередачи плоской стенки определяется по формуле:

$$K = 1 / (1 / \alpha_1 + \delta / \lambda + 1 / \alpha_2) \quad (11)$$

$$K = 1 / (1/5 + 10/0,040 + 1/10) = 1,034$$

где: α_1, α_2 – коэффициенты теплоотдачи поверхностей стенки;

λ – коэффициент теплопроводности стенки;

δ – толщина стенки.

В пятой главе предложены мероприятия по улучшению условий труда для работников, связанных с использованием теплоизоляционных материалов с социально-экономическим обоснованием внедрения предложенных мероприятий.

Разработка мероприятий для улучшения условия труда является актуальным вопросом в связи с ростом затрат на реализацию льгот и компенсаций, предусмотренных за работу в условиях, не отвечающих требованиям гигиенических нормативов, оказание медицинской помощи и социальные выплаты в результате утраты здоровья, развития профессиональных заболеваний и т.д. Для расчета социально-экономической эффективности от предлагаемых мероприятий по улучшению условий труда, учитывались следующие показатели трудовой деятельности: влияние химического фактора, аэрозолей преимущественно фиброгенного действия и тяжести трудового процесса при выполнении работ по теплоизоляции кузовов пассажирских вагонов.

Согласно методическим рекомендациям по комплексной оценке социально-экономической эффективности мероприятий по улучшению условий и охраны труда, разработанным ВЦНИИОТ ВЦСПС произведен расчет социально-экономических показателей до и после внедрения мероприятий по улучшению условий труда. Затраты на социальные выплаты работникам после внедрения разработанных мероприятий снизятся на 3 192 250,00 рублей в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технологические и организационные решения по повышению качества работы вагонного хозяйства при использовании теплоизоляционных материалов, имеющие существенное значение для развития транспортной системы страны. Они представлены ниже в виде итогов, рекомендаций и перспектив дальнейшей разработки темы:

1. На основании анализа проведенных исследований установлено, что техническое перевооружение вагонного парка локомотивной тяги для пассажирских перевозок в последние 10 лет претерпело существенные изменения в части нормируемых санитарно-гигиенически параметров по микроклимату, шуму, вибрации, качеству воздушной среды, эргономике, тяжести трудового процесса, присутствия аэрозолей преимущественного фиброгенного действия.

2. По отдельным факторам, таким как химический и аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, удалось снизить концентрации загрязнителей в воздухе рабочей зоны в 2 раза за счет обоснования внедрения современных теплоизоляционных материалов. Установлено, что использование комбинированных тепло- и гидроизоляционных материалов предъявляет особые требования к обеспечению безопасности труда работников при строительстве, ремонте и эксплуатации вагонного парка железнодорожного подвижного состава.

3. На основе анализа состояния рабочих мест работников вагоностроительной отрасли, связанных с теплоизоляцией кузовов пассажирских вагонов, установлен рост числа рабочих мест с вредными условиями труда, по сравнению с работниками, связанными с обслуживанием пассажирских вагонов железнодорожного транспорта. Класс условий труда работников вагоностроительной отрасли определен как 3.1 (согласно карте специальной оценки условий труда) за счет тяжести трудового процесса (3.1), присутствия аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (3.1).

4. В результате комплекса исследований линейки теплоизоляционных материалов по параметрам санитарно-химической, токсикологической безопасности, термодеструкции, коэффициента теплопередачи,

противопожарным параметрам, установлено, что наиболее безопасными являются материалы марки URSA. Их использование позволит снизить негативное воздействие производственных факторов на здоровье работников при выполнении технологических операций по укладке их в кузова пассажирских вагонов железнодорожного транспорта.

5. По результатам исследований разработаны Методические рекомендации по обеспечению безопасных условий труда работников вагоностроительной отрасли при использовании теплоизоляционных материалов, которые утверждены ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора.

Разработана Программа и методика оценки по долговечности «Испытания теплоизоляционных материалов на тепловое старение и прогнозной оценкой долговечности» для определения эффективного срока эксплуатации теплоизоляционных материалов, предназначенных для применения на пассажирском подвижном составе железнодорожного транспорта. Впервые с использованием Программы и методики оценки долговечности «Испытания теплоизоляционных материалов на тепловое старение и прогнозной оценкой долговечности» определено оптимальное значение долговечности, составляющее 18 лет, для используемых теплоизоляционных материалов в пассажирском железнодорожном транспорте.

6. В соответствии с утвержденными рекомендациями по улучшению условий труда нами проведены соответствующие мероприятия по снижению в воздухе рабочей зоны аэрозолей преимущественного фиброгенного действия, за счет внедрения системы вытяжной вентиляции, и оптимизации трудового процесса, за счет внедрения механической резки теплоизоляционных материалов и транспортировки их с помощью погрузчиков, что позволило снизить класс условий труда с 3.1 до 2.

7. Практическое использование разработанных рекомендаций позволяет получить экономический эффект за счет:

- экономии фонда заработной платы ранее выплачиваемых пособий за счет уменьшения объема выплат по временной нетрудоспособности по повышенным тарифным ставкам во вредных условиях труда (12%);
- снижения социальных потерь общества (20%);
- уменьшения затрат на подготовку и переподготовку кадров (15%);

- уменьшения расходов средств бюджета государственного страхования на оплату пособий по временной нетрудоспособности (10%);

- снижения расходов на оплату медицинской помощи при госпитализации и амбулаторном обслуживании работников и расходов средств бюджета государственного социального страхования на льготное пенсионное обеспечение (13%).

8. Проведенные комплексные исследования теплоизоляционных материалов, анализ условий труда работников, связанных с использованием теплоизоляционных материалов, позволили внедрить полученные основные результаты в учебный процесс по дисциплинам, реализуемым кафедрой «Техносферная безопасность» и отраслевым центром охраны труда, промышленной, пожарной безопасности и экологии РОАТ РУТ (МИИТ).

9. Общий экономический эффект от практического использования мероприятий по обеспечению безопасных условий труда работников вагоностроительной отрасли, постоянно контактируемых с теплоизоляционными материалами, составит 3 192 250,00 рублей.

10. Перспективой дальнейшей разработки темы является внедрение разработанных мероприятий в производственную деятельность ведущих вагоностроительных и вагоноремонтных предприятий, таких как ЗАО «Трансмашхолдинг», ОАО «Тверской вагоностроительный завод», ЗАО «ВАГОНРЕММАШ».

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации

а) в рецензируемых научных изданиях

1. Аксёнов, В.А. Оценка параметров термодеструкции и термостойкости матов из штапельного стекловолокна URSA для пассажирских вагонов / В.А. Аксёнов, О.С. Юдаева, В.Б. Простомолотова // Наука и техника транспорта. – 2017. – №4. – С. 78-82.

б) в изданиях, включенных в международную реферативную базу данных Scopus

2. Аксёнов, В.А. Анализ вредных производственных факторов на рабочем месте проводника пассажирского вагона / М.Ф. Вильк, О.С. Юдаева, В.А. Аксёнов, В.М. Пономарёв, В.И. Апатцев, Е.А. Сорокина, В.Б. Простомолотова, А.С. Козлов, Е.О. Латынин // Анализ риска здоровью. – 2017. – №4. – С. 97-107.

3. Юдаева, О.С. Химико-аналитические исследования образцов пенополиизоцианурата марки Logisprig с определением санитарно-химических миграционных показателей в воздушную среду при различных температурных режимах / О.С. Юдаева, В.А. Аксёнов, А.М. Завьялов, Е.А. Сорокина, В.Б. Простомолотова // Макро- и микроэлементы окружающей среды человека, Гожув Велкопольский – Познань, 2017 –С. 73-82.

в) в других изданиях и материалах конференций

4. Простомолотова, В.Б. Химико-аналитические исследования образцов теплоизоляции для пассажирских вагонов на основе стеклянного волокна с определением параметров термодеструкции и термостойкости / В.Б. Простомолотова // Сборник трудов молодых ученых и специалистов транспортной отрасли, посвященный 90-летию со дня основания Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожной гигиены – Москва, 2015. – С. 49-52.

5. Аксёнов, В.А. Определение акустических характеристик теплозвукоизоляционных материалов серии URSA GEO с целью применения на объектах железнодорожного транспорта / В.А. Аксёнов, О.С. Юдаева, В.Б. Простомолотова, Л.А. Асташкина // Современные методы, принципы и системы автоматизации управления на транспорте (19-20 апреля 2016 г.):

Сборник материалов Международной научно-практической конференции - Нижний Новгород, 2016 - С. 4-11. Аксёнов, В.А. Методика проведения специальной оценки условий труда / В.А. Аксёнов, О.С. Юдаева, В.Б. Простомолотова // Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора – Москва, 2016. – С. 19-20.

7. Аксёнов, В.А. Современное состояние условий труда и здоровья работников вагоностроительного комплекса / В.А. Аксёнов, О.С. Юдаева, В.Б. Простомолотова // East european science journal (Warsaw, Poland) № 10 (14), 2016. – Варшава, 2016. – Ч.3. – С. 54-56.

8. Юдаева, О.С. Гигиеническая оценка теплоизоляционной продукции с определением параметров термодеструкции и термостойкости / О.С. Юдаева, В.Б. Простомолотова // Сборник трудов молодых ученых и специалистов транспортной отрасли (II выпуск) – Москва, 2016. – С. 27-31.

9. Аксёнов, В.А. Обоснование оптимизации условий труда при укладке теплоизоляционных материалов в конструкции пассажирских вагонов / В.А. Аксёнов, О.С. Юдаева, В.Б. Простомолотова // Наука и техника транспорта – 2018 - № 1 – С. 79-83.

10. Аксёнов, В.А. Анализ результатов испытаний вибростойкости материалов теплоизоляционных и звукоизоляционных из стеклянного штапельного волокна URSA GEO / В.А. Аксёнов, О.С. Юдаева, В.Б. Простомолотова, А.С. Козлов // Проблемы безопасности российского общества, Москва, 2017 – 1/2017 – С. 14-16.

11. Аксёнов, В.А. Определение показателей фунгидности образцов минеральных ват с разными видами связующего, предназначенных для использования в пассажирских вагонах локомотивной тяги / В.А. Аксёнов, О.С. Юдаева, В.Б. Простомолотова, А.С. Козлов // Проблемы безопасности российского общества, Москва, 2017 – 1/2017 – С. 48-50.

12. Аксёнов, В.А. Квалификационные испытания по определению сроков эффективной эксплуатации теплоизоляционных материалов из стеклянного штапельного волокна URSA / В.А. Аксёнов, О.С. Юдаева, В.Б. Простомолотова // Проблемы безопасности российского общества, 4/2017. – Москва: 2017. – С. 17-19.

13. Аксенов, В.А. Результаты химико-аналитических исследований образцов теплоизоляционных матов из штапельного стекловолокна URSA с определением параметров термодеструкции и термостойкости для вагоностроения / В.А. Аксёнов, О.С. Юдаева, В.Б. Простомолотова // Сборник трудов молодых ученых и специалистов транспортной отрасли (III выпуск) – Москва, 2018 – С. 37-43.

14. Сачкова, О.С. Санитарно-химические и токсикологические исследования теплоизоляционных материалов для вагоностроительной отрасли / О.С. Сачкова, В.Б. Простомолотова // Проблемы безопасности российского общества, 3/2018. – Москва, 2018. – С. 76-78.

15. Шевченко, В.Б. Влияние локальной вибрации на организм работников вагоностроительной отрасли при выполнении теплоизоляции и методы профилактики / Шевченко В.Б., Астахов В.В // Проблемы безопасности российского общества, 3/2020. – Москва: 2020. – С. 83-85.

Шевченко Виктория Борисовна

Разработка мероприятий по обеспечению безопасных условий труда при использовании теплоизоляционных материалов в вагоностроении

05.26.01 - Охрана труда (транспорт)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать __. __. 2021
Усл. печ. л. ____

Заказ № _____

Формат 60x84¹/₁₆

Тираж 80 экз.