

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет транспорта»  
РУТ (МИИТ)

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)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

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

Москва – 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
<b>ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА В ВАГНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ .....</b>	<b>10</b>
1.1. Современное состояние железнодорожных вагонов в России .....	10
1.2. Специфика производства пассажирских вагонов .....	15
1.3. Требования к материалам, конструкциям внутреннего оборудования и противопожарным преградам вагона .....	20
1.4. Анализ требований охраны труда при выполнении теплоизоляционных работ в вагоностроении .....	24
1.5. Характеристика современных теплоизоляционных материалов и профессиональных заболеваний, возникновение которых обусловлено присутствием вредных химических веществ, входящих состав теплоизоляционных материалов .....	27
Выводы по главе 1 .....	31
<b>ГЛАВА 2. ОБЪЕМЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....</b>	<b>32</b>
2.1. Методика проведения санитарно-химических и токсикологических исследования .....	33
2.2. Методика определения долговечности .....	36
2.3. Определение паропроницаемости гидроизоляционных материалов .....	38
2.4. Проведение термодеструкции теплоизоляционных материалов .....	40
2.5. Методы испытаний звукоизоляционных характеристик .....	41
2.6. Методика определения на стойкость к плесневым грибам .....	46
Выводы по главе 2 .....	49

<b>ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛО- И ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВАГНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.....</b>	<b>51</b>
3.1. Оценка показателей термодеструкции.....	51
3.3. Определение коэффициента теплопроводности .....	61
3.4. Определение индекса токсичности теплоизоляционных материалов.....	63
3.5. Анализ результатов исследований материалов на способность к изоляции воздушного шума .....	64
3.6. Испытания материалов на огнестойкость.....	75
3.7. Анализ результатов испытаний теплоизоляционных материалов на долговечность .....	81
Выводы по главе 3.....	82
<b>ГЛАВА 4. САНИТАРНО-ГИГИНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ ВАГНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.....</b>	<b>83</b>
4.1. Характеристика технологического процесса и используемого оборудования	83
4.2. Оценка содержания вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны ..	84
4.3. Анализ микроклимата рабочей зоны.....	85
4.4. Оценка освещенности производственной среды .....	91
4.5. Анализ опасных факторов производственного процесса .....	94
4.6. Оценка тяжести и напряженности труда работников .....	95
4.7. Условия труда работников вагоностроительной отрасли, как основа производственно-профессионального риска.....	96
Выводы по главе 4.....	109
<b>ГЛАВА 5. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УЛУЧШЕНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, СВЯЗАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....</b>	<b>110</b>

5.1. Упорядочение режимов труда и отдыха работников .....	110
5.2. Рекомендации по уменьшению рисков утраты здоровья работников.....	112
5.3. Обеспечение СИЗ и спецодеждой работников.....	114
5.4. Организация производственного контроля за проведением санитарно-гигиенических мероприятий .....	115
5.5. Социально-экономический эффект от внедрения мероприятий по улучшению условий труда.....	116
Выводы по главе 5.....	121
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	121
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	125
Приложение А.....	142
Приложение Б .....	159
Приложение В.....	160

## ВВЕДЕНИЕ

**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:**

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

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.

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

Идентифицировать вредные химические вещества, выделяющиеся из тепло- и звукоизоляционных материалов в воздушную среду производственных помещений, оказывающие негативное влияние на условия труда и здоровье работников.

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

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

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 и использованием теплоизоляционных материалов.
2. Результаты испытаний различных типов теплоизоляционных материалов, применяемых в пассажирском вагоностроении.
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.

## **ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА В ВАГОНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

В современном вагоностроении наряду с основными производственными процессами по строительству и модернизации пассажирского подвижного состава ключевую роль играет процесс теплоизоляции кузовов вагонов.

В связи с этим особо остро стоит вопрос использования современных теплоизоляционных материалов с наиболее безопасным воздействием вредных химических веществ, входящих в состав материалов как в процессе выполнения теплоизоляции кузовов вагона, так и при эксплуатации подвижного состава.

### 1.1. Современное состояние железнодорожных вагонов в России

В настоящее время разработана государственная Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации на максимально возможную перспективу – до 2030 г.

«Целью стратегии развития железнодорожного транспорта Российской Федерации является транспортное обеспечение ускоренного экономического роста в России на основе эффективного развития и модернизации железнодорожного транспорта, гарантирующего единство экономического пространства Российской Федерации и реализацию конституционных прав на свободу передвижения и достижения глобальной конкурентоспособности транспортной системы [5]».

Стратегия развития железнодорожного транспорта направлена на решение многих задач, одними из которых являются:

- сохранение социальной стабильности в отрасли и высокое качество жизни железнодорожников как важной составляющей российского общества, приоритетность молодежной политики, эффективная социальная поддержка ветеранов железнодорожной отрасли;

- внедрение высоких стандартов организации труда, его максимальной производительности и достижения на этой основе устойчивого обеспечения перевозочного процесса квалифицированными кадрами».

Эффективное функционирование железнодорожного транспорта Российской Федерации играет исключительную роль в создании условий для модернизации, перехода на инновационный путь развития и устойчивого роста национальной экономики, способствует созданию условий для обеспечения лидерства России в мировой экономической системе.

От состояния и качества работы железнодорожного транспорта зависят не только перспективы дальнейшего социально-экономического развития, но также возможности государства эффективно выполнять такие важнейшие функции, как защита национального суверенитета и безопасности страны, обеспечение потребности граждан в перевозках, создание условий для выравнивания социально-экономического развития регионов.

Процессы глобализации, изменения традиционных мировых хозяйственных связей ставят перед Россией задачу рационального использования потенциала своего уникального экономико-географического положения. Эффективная реализация транзитного потенциала страны позволит не только получить экономический эффект от участия в международных перевозках, но и создаст новые инструменты влияния России на мировые экономические процессы (формирование новых зон экономического притяжения, установление долгосрочных экономических связей).

Российские железные дороги являются второй по величине транспортной системой мира, уступая по общей длине эксплуатационных путей лишь США. По протяженности электрифицированных магистралей российские железные дороги занимают первое место в мире. Российская Федерация в настоящее время осуществляет более 20% грузооборота и 10% пассажирооборота всех железных дорог мира.

Проектом от 22.06.2007 «Основные направления стратегии развития железнодорожного транспорта России на период до 2030 года» предусмотрена ускоренная модернизация существующей материально-технической базы отрасли:

полная замена подвижного состава и технических средств с истекшими сроками службы на новую технику с высокой производительностью и низкой ремонтоемкостью [25].

Выпуск пассажирских вагонов до 2020 г. представлен на рисунке 1.1, где приведены значительные объемы по увеличению выпуска новых вагонов и вагонов после капитально-восстановительного ремонта.

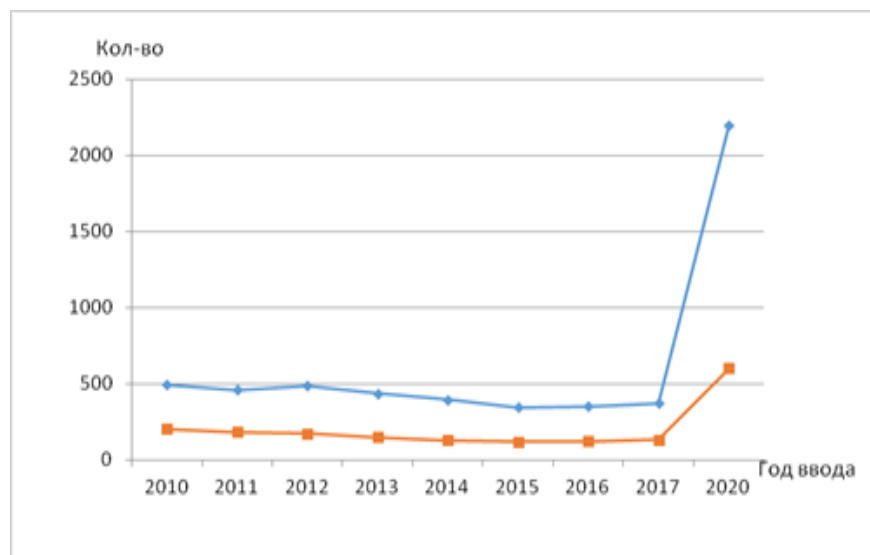


Рисунок 1.1 - Динамика ввода в эксплуатацию пассажирских вагонов после строительства и капитального ремонта

Рабочий парк пассажирских вагонов в России:

- 1995 год – 29,6 тыс.

- 2007 год – 24,2 тыс.

Парк пассажирских вагонов АО «ФПК» по состоянию на 1 июля 2017 года насчитывал 19,3 тыс. вагонов. Более 10,3 вагонов старше 20 лет, а в целом средний возраст вагонов 18,9 лет. [7]

В августе 2018 года отмечалось, что весь парк пассажирских вагонов дальнего следования в России составляет более 19 тыс., из них в 70,6% имеются кондиционеры, в 54,9% - биотуалеты, в 34,6% - розетки.

В России основным поставщиком новых пассажирских вагонов локомотивной тяги для нужд ОАО «РЖД» в настоящее время является «Тверской вагоностроительный завод». [9]

Реализация вагонов «Тверским вагоностроительным заводом» составляет: [6]

- 2014 год – 371 шт.;

- 2015 год – 126 шт.;

- 2016 год – 253 шт.

В 2020 году компанией «РЖД» начата покупка двухэтажных вагонов нового типа. В них будет три класса обслуживания (по тарифу плацкарты), одноместное купе (по тарифу купе) и 1-2 местное купе повышенной комфортности с индивидуальной туалетной комнатой (по тарифу СВ).

О прекращении покупок плацкартных вагонов говорится в приложении к проекту Долгосрочной программы развития РЖД до 2025 г. По состоянию на 31 декабря 2016 года на плацкартные вагоны приходилось 36% подвижного состава Федеральной пассажирской компании (ФПК, 100% «дочка» РЖД»). При этом в 2016 г. на них пришлось 66% перевозок в дальнем следовании.

На смену плацкарте придут одноэтажные вагоны нового типа. Они могут появиться у ФПК уже в следующем году. К середине следующего года вагон должен пройти все необходимые испытания и получить сертификат, позволяющий эксплуатировать его на железнодорожной сети общего пользования. Компания «Трансмашхолдинг» по техническому заданию ФПК разрабатывает одноэтажные вагоны, которые заменят плацкарту, и двухэтажные. Другой российский производитель пассажирских поездов – «Уральские локомотивы», выпускающий для РЖД скоростные поезда «Ласточка», разработку новых плацкартных и купейных вагонов не ведут. [24]

Вагоны нового поколения будут выполнены в виде двухэтажного сцепа с герметизированным переходом, обслуживать такую пару будет один проводник. Вместо купе проводника в одном из вагонов каждой пары появится сервисная зона с вендинговыми аппаратами или место для перевозки багажа. Также в одной из туалетных комнат появится душевая кабина.

Имеющиеся плацкартные вагоны старше 12,5 лет модернизируют с обновлением оборудования и интерьера. В числе новаций – «индивидуализация персонального пространства пассажиров», «сервисные зоны с вендинговыми аппаратами», USB-розетки, сенсорные панели, светодиодная подсветка.

В новых вагонах РЖД обещает «Принципиально новый уровень комфорта для пассажира».

У «Вагона 2020» помимо современного дизайна интерьера будет улучшаться вибро- и звукоизоляция салона за счет увеличения межкупейных перегородок в 2 раза и использования тележки с пневмоподвешиванием и специальных шумопоглощающих материалов.

Ширина спальная полки увеличится на 10 см в 4-местном купе и на 20 см в остальных классах обслуживания. В каждом купе будет система индивидуального регулирования температуры воздуха. Станет шире входная дверь в вагон, двери из тамбура в салон и тамбур, а также коридор. В вагонах появятся камеры хранения для крупногабаритного багажа (при входе), а также зона самообслуживания пассажиров с вендинговыми автоматами. Увеличится количество туалетных комнат. [137]

В вагоне с 1 местными и 1-2 местными купе повышенной комфортности входной холл будет оформлен в виде лобби со стойкой проводника. Общее обслуживание пассажиров 1-2 местных купе повышенной комфортности будет осуществляться по принципу отеля («отель на колесах»).

Планируется закупать в среднем по 600 новых пассажирских вагонов в год, «Трансмашхолдинг» суммарно способен выпускать ежегодно 1200 вагонов. [25]

Одноэтажные вагоны текущего поколения, используемые АО «ФПК», стоят примерно 45-50 млн. руб., двухэтажные – 70-80 млн руб. Вагоны нового поколения будет дороже на 15-20%.

К 2025 году ОАО «РЖД» рассчитывает увеличить перевозки пассажиров по сравнению с 2017 годом на 27% до 1,4 млрд человек. Этому помогут закупка нового подвижного состава с увеличением доли двухэтажных вагонов, увеличение скорости движения поездов, строительство дополнительных главных путей, развитие Московского транспортного узла, увеличение глубины продаж, развитие программы лояльности «РЖД-бонус» и прочее. Один из приоритетов – развитие скоростного сообщения.

## 1.2. Специфика производства пассажирских вагонов

Вагоностроительные заводы – предприятия транспортного машиностроения, осуществляющие выпуск пассажирских и грузовых вагонов для нужд железных дорог. [65]

В соответствии с техническими характеристиками вагоны, выпускаемые на вагоностроительных предприятиях, классифицируются: по количеству осей (4-, 6-, 8-осные, многоосные); по технологии, применяемой при изготовлении кузова, и виду материала (цельнометаллические, с кузовом, созданных из легких сплавов, с металлической или деревянной обшивкой); по строению ходовых частей (нетележечные или тележечные); по грузоподъемности; по нагрузке на 1 погонный метр железнодорожного полотна; по габаритам; по массе тары вагона; по осевой нагрузке.

Вагоностроительные заводы пополняют российский вагонный парк четырехосными цельнометаллическими вагонами (купейными, плацкартными, вагонами для межобластного сообщения, вагонами повышенной комфортности), вагонами-ресторанами, почтовыми, багажными, почтово-багажными вагонами, вагонами специального назначения.

Вагоностроительные заводы осуществляют выпуск самоходных моторных электрифицированных вагонов электропоездов, вагонов метрополитена и дизель-поездов, трамвайных вагонов, а также тележек для пассажирских вагонов и колесных пар.

Вагоностроительные предприятия имеют основное и вспомогательное производство. К основным цехам относятся: вагоноборочный, литейный, холодно-прессовый, кузнечно-прессовый, тележечный, ремонтно-кузовной, деревообрабатывающий, гарнитурный. Вспомогательные производственные процессы осуществляются в цехах: инструментальном, котельном, электросиловом, автотранспортном, окрасочном, экспериментальном, ремонтно-механическом, опытных изделий.

В современной технологии вагоностроения широко применяются разнообразные технологические процессы – механические, электромеханические,

термические, химические и др. Новые вагоны создаются с использованием экономичных материалов, легких сплавов, сварных конструкций. В производство внедряются новые прогрессивные методыковки и литья. Стандартизация и унификация деталей и сборочных единиц обеспечивает их взаимозаменяемость.

В современном вагоностроении наряду с основными производственными процессами по строительству и модернизации пассажирского подвижного состава ключевую роль играет процесс теплоизоляции кузовов вагонов.

Как правило, работы по выпуску пассажирских вагонов выполняются в двух цехах вагоностроительных заводов (лакокрасочного и вагоносборочного), расположенных в одном помещении, что представляет опасность возникновения нештатных ситуаций на производстве, таких как возникновение пожаров, ввиду присутствия искры от сварочных работ при сборке вагонов и присутствия паров летучих вредных химических веществ.

В связи с этим особо остро стоит вопрос использования современных теплоизоляционных материалов с наиболее безопасным воздействием вредных химических веществ, входящих в состав материалов как в процессе выполнения теплоизоляции кузовов вагона, так и при эксплуатации подвижного состава, а так же использования вытяжной вентиляции в цеху в целях исключения возникновения взрывопожароопасных ситуаций. [21]

Оборудование для сборки пассажирских вагонов включает в себя стенды для сборки каркаса боковой стены и самой боковой стены, установки автоматической сварки продольных швов с наружной и внутренней сторон. [15]

На линии по изготовлению хребтовых балок установлены стенды по установке и сборке, сварке составных деталей – сварка внутреннего шва хребтовой балки, установки для фрезерования надпятника, а также линии по автоматической сварке крыш. Отдельно идет кантователь рам вагонов, стенды, стенды для сборки каркаса и торцевой стены. Далее идут установки для клепки пятников и упоров, домкраты используются для подгонки скользунов. Отдельные транспортные системы предусмотрены для вагоносборочного конвейера и тележек. Для вторых также устанавливаются поворотный круг.



Вагоноремонтные заводы имеют развитую инфраструктуру, включающую конструкторско-технологическую подготовку производства, позволяющую реализовывать инженерные задачи по освоению новых видов продукции, комплекс базовых цехов, базу заготовительного и вспомогательного производства, включая литейные, кузнечные, механические и инструментальные цеха. Ремонт вагонов производится на поточно-конвейерных линиях, различающихся по типам вагонов и стадиям технологического процесса. В современном вагоностроении особую роль имеет процесс выполнения работ по теплоизоляции кузовов пассажирских вагонов.

С ростом объемов пассажирских перевозок и возрастающих объемов промышленного производства ставится задача повышения эффективности работы вагонного комплекса с необходимостью внедрения современных технологий технического обслуживания и индустриальных методов строительства и ремонта вагонов.

Основные требования к оснащению предприятий вагонного хозяйства оборудованием, необходимым для производства работ, определены в нормативно-технической документации, регламентирующей их деятельность в части технологии, организации технологических процессов и организации труда в вагоностроительной отрасли.

При выполнении модернизации пассажирских вагонов выполняется ряд операций: прием вагона в ремонт, очистка и мойка, разборка, ремонт кузова и оборудования на нем, общая сборка вагона, в том числе работы по теплоизоляции кузовов вагонов, обкатка и испытания вагона, сдача вагона.

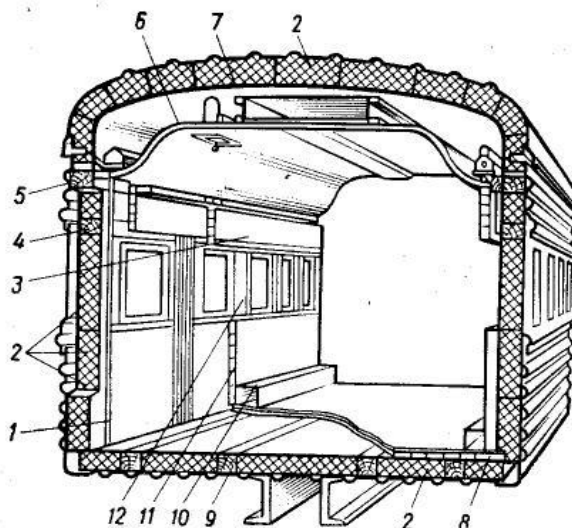


Рисунок 1.2 - Разрез пассажирского вагона:

1 – внутренняя облицовка, 2 – теплоизоляционный слой, 3, 4 – продольная балка, 5 – надоконный пояс, 6 – перекрытие, 7 – системы обеспечения микроклимата в вагоне, 8 – настил пола, 9 – короб с электропроводкой, 10, 11 – система отопления вагона, 12 – окна.

Охрана труда на предприятиях вагоностроительного комплекса является приоритетной задачей любого производственного процесса, ввиду устаревших технологий производства, организацией производственных процессов и изношенностью применяемых оборудования, машин и механизмов технологического процесса [1, 2].

Проведя анализ заболеваемости на предприятиях вагоностроительной отрасли установлен высокий уровень профессиональной заболеваемости работников. В таблице 1.1. приведена структура профессиональной заболеваемости работников вагоностроительной отрасли. [16]

Таблица 1.1. Структура распределения заболеваний в вагоностроительной отрасли за 2007-2018 г. (%)

№ п/п	Форма профзаболеваний	Рамно-кузовной цех	Вагоноборочный цех	Хладно-прессовый цех
1	Нейросенсорная тугоухость	80,7	18,8	88,9
2	Пневмокомиоз	7,0	-	11,1
3	Вегетосенсорная полиневропатия	3,5	40,6	-

	верхних конечностей			
4	Вибрационная болезнь	3,5	-	-
5	Профессиональная экзема верхних конечностей	-	21,9	-
6	Профессиональная бронхиальная астма	3,5	3,1	-
7	Прочие	1,8	15,6	-
	ВСЕГО	100	100	100

В последнее время выполняется значительный объем работ по модернизации производства с совершенствованием технологических процессов и морально устаревшего оборудования на новое, отвечающее современным требованиям. В цехах вагоностроительных заводов характерны производственные факторы риска: неблагоприятный микроклимат, интенсивный шум, локальная вибрация, сварочные аэрозоли, присутствие вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны, работа с повышенной тяжестью трудового процесса [14].

Результаты проводимых гигиенических исследований, анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности, профессиональной заболеваемости и оценки функционального состояния организма работающих позволяют установить приоритетные факторы риска производства [17].

В целях обеспечения безопасных условий труда и сохранения здоровья работников вагоностроительной отрасли необходим комплексный подход к реализации мероприятий по улучшению условий труда работников:

1. снижение уровня воздействия вредных и опасных производственных факторов за счет внедрения современного оборудования и усовершенствования выполняемых технологических процессов;
2. необходимость внедрения комплексной системы минимизации риска здоровью за счет улучшения условий труда;
3. применение специализированных пищевых продуктов в лечебно-профилактических целях;
4. применение современных экологически безопасных теплозвукоизоляционных материалов.

### 1.3. Требования к материалам, конструкциям внутреннего оборудования и противопожарным преградам вагона

В значительной мере данный перечень материалов определяется требованиями пожарной безопасности.

Материалы, используемые при изготовлении вагонов, должны иметь документ, подтверждающий их соответствие пожарной безопасности [69] и экспертное заключение, подтверждающее санитарно-гигиеническую и токсикологическую безопасность в соответствии с законодательством Российской Федерации в области санитарно-эпидемиологического благополучия [25].

Требования к материалам, применяемым во внутреннем оборудовании вагонов по показателям их пожарной опасности, приведены в таблице 1.2. [21]

Таблица 1.2. Показатели пожарной опасности применяемых материалов

Применяемый материал	Показатели пожарной опасности материала			
	Группа горючести материала	Индекс распространения пламени, не более	Коэффициент дымообразования, м <sup>2</sup> /кг, не более	Показатель токсичности, г/м <sup>3</sup> , более
Для термоизоляции кузова, рундуков	Негорючий или трудногорючий	20	500	40
Для перегородок, багажных полок, каркасов спальных полок (диванов) и кресел, мебели, обшивки стен и дверей, закладных деталей, обрешетки стен, обрешетки	Негорючий или трудногорючий	20	500	40

потолков и крыши, труб водоснабжения и водяного пожаротушения				
Для облицовки потолков, облицовки поверхностей стен, перегородок, мебели	Трудногорючий	20	500	40

Внутривагонные конструкции, относящиеся к группам «негорючие» и «трудногорючие», могут быть изготовлены как из негорючих (трудногорючих) материалов, так и комбинированными с сохранением соответствующих требований огнестойкости для данной конструкции, что должно быть подтверждено натурными огневыми испытаниями.

Из материалов одной группы горючести и (или) распространения пламени должны быть выбраны материалы, имеющие лучшие показатели по дымообразующей способности и токсичности.

#### Требования к противопожарным преградам

В конструкции вагона должны быть предусмотрены противопожарные преграды, которые должны препятствовать распространению горения (противопожарные перегородки, фрамуги, междуэтажное перекрытие двухэтажного вагона). [78]

В вагонах должны быть установлены противопожарные перегородки между служебным отделением (с пультом управления электрооборудованием вагона) и пассажирским помещением.

В купейных вагонах между пассажирскими купе устанавливаются противопожарные перегородки, разделяющие пассажирское помещение не менее чем на три блока.

Надпотолочное пространство салона в вагонах некупейного типа и над большим (основным) коридором вагонов купейного типа должно быть

разделено не менее чем на три противопожарные зоны путем установки противопожарных фрамуг.

Противопожарные фрамуги должны примыкать к подшивке изоляции крыши или изоляции крыши. Технологические зазоры по контуру примыкания противопожарных фрамуг к указанным элементам крыши должны быть перекрыты негорючим или трудногорючим материалом с пределом огнестойкости не менее, чем сами фрамуги.

Противопожарная перегородка между служебным отделением (с пультом управления электрооборудованием вагона) и пассажирским помещением должна примыкать к металлической обшивке кузова по контуру: крыша – боковые стены. Входящие в состав противопожарной перегородки стойки обрешетки боковых стен должны быть выполнены из негорючего или трудногорючего материала. Технологические зазоры между противопожарной перегородкой и металлом обшивки крыши должны быть уплотнены набивкой из негорючего или трудногорючего материала с пределом огнестойкости не менее, чем сама противопожарная перегородка.

Межкупейные противопожарные перегородки должны примыкать к металлу подшивки изоляции крыши или изоляции крыши, облицовки обшивки боковой стены и пола. Технологические зазоры по контуру примыкания противопожарной перегородки к подшивке изоляции крыши или изоляции облицовки боковой стены, а также технологические зазоры в местах прохода через противопожарные перегородки труб, вентиляционного канала, кабельных коробов должны быть перекрыты негорючим или трудногорючим материалом с пределом огнестойкости, как и сама противопожарная перегородка.

Противопожарные перегородки, фрамуги и междуэтажные перекрытия должны иметь пределы огнестойкости, нормируемые по времени наступления следующих признаков предельных состояний (в минутах): потери целостности (E); потери теплоизолирующей способности (I); потери несущей способности (R).

Предел огнестойкости противопожарной перегородки между служебным отделением и пассажирским помещением должен соответствовать не менее

E 30/I 15, а межкупейных противопожарных перегородок и фрамуг – не менее EI 15.

При размещении бака с дизельным топливом под вагоном нижняя часть кузова должна иметь предел огнестойкости не менее EI 30 или быть оборудована экраном в виде противопожарной перегородки с пределом огнестойкости не менее EI 30.

Стыковые соединения элементов противопожарных перегородок, конструктивное исполнение огнестойкой коридорной двери со светопрозрачным элементом и дверной коробки, перегородки между служебным отделением и пассажирским помещением должны быть выполнены с пределом огнестойкости, как и сама противопожарная перегородка.

Светопрозрачный элемент огнестойкой двери в противопожарной перегородке должен иметь предел огнестойкости не менее E 30.

Торцевые стены вагонов должны иметь предел огнестойкости не менее R 15.

Междуэтажное перекрытие двухэтажного вагона должно выполнять функцию горизонтальной противопожарной перегородки и иметь предел огнестойкости: при пожаре на первом этаже не менее REI 30; на втором – не менее REI 15.

Как видно из представленных выше требований, особое внимание при строительстве пассажирских вагонов уделяется использованию и применению значительного количества теплоизоляционных материалов и огнезащитных покрытий.

Отечественной промышленностью выпускается большое количество различных теплоизоляционных материалов. По виду используемого исходного сырья их можно разделить на два класса: органические и неорганические. Существует ещё группа материалов, изготавливаемых из смеси органического и неорганического сырья. Их не выделяют в отдельный класс, а условно относят к органическим или неорганическим в зависимости от преобладающего материала. Как отмечалось выше, в вагоностроении применяли или применяют как органические материалы (древесные плиты, пробковое дерево, различные

пластмассы), так и неорганические материалы (минераловатные, стекловолокнистые). Если по функциональным свойствам (теплопроводность, температура эксплуатации, пористость) для теплоизоляции вагонов подходит значительное количество выпускаемых материалов, то по эксплуатационным свойствам (прочность, водопоглощение, горючесть, химическая агрессия и ряд других) практически ни один из выпускаемых материалов как отечественной, так и зарубежной промышленностью не удовлетворяет в полной мере.

Основная ставка в деле создания теплоизоляционного материала для теплоизоляции кузовов пассажирских вагонов делается промышленностью на использование неорганического сырья. Так в 90-х годах прошлого века рядом московских фирм была предпринята попытка создания на основе асбеста теплоизоляционного материала, который впоследствии получил название «Пороволокнит». В результате проведенного цикла испытаний было установлено, что «Пороволокнит», несмотря на ряд положительных качеств, не отвечает эксплуатационным требованиям, особенно в отношении водопоглощения и прочности.

#### 1.4. Анализ требований охраны труда при выполнении теплоизоляционных работ в вагоностроении

При выполнении теплоизоляционных работ при строительстве и капитальном ремонте пассажирских вагонов выделяется значительное количество пылевидных частиц и газообразных веществ.

Организация и технология выполнения теплоизоляционных работ должны обеспечивать безопасность работников отрасли на всех стадиях производственного процесса. Требования по предупреждению воздействия опасных и вредных производственных факторов в процессе подготовки и выполнения работ по тепловой изоляции при новом строительстве, расширении, реконструкции и техническом перевооружении определяются СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве» с учетом требований правил пожарной безопасности



при производстве строительно-монтажных работ, а также санитарных норм и правил. [5]

В технологических процессах при изготовлении теплоизоляционных материалов, конструкций и выполнении теплоизоляционных работ следует применять необходимые средства механизации.

Картой специальной оценки условий труда для резчика теплоизоляционных и акустических изделий установлен класс условий труда. На основании оценки факторов производственной среды и трудового процесса: химическому фактору и тяжести трудового процесса [23] для резчика теплоизоляционных и акустических материалов установлен класс условий труда 3.1.

По нормативам допускается расход энергии в сутки не более 4800 ккал. В случае постоянного превышения нормативов у работника возникают риски получить серьёзные профессиональные заболевания в рабочей обстановке.

Высокий уровень комбинированного воздействия профессиональных факторов негативно сказывается на здоровье рабочих. В структуре заболеваемости основными являются болезни органов дыхания, травмы, болезни органов кровообращения, костно-мышечной системы, органов пищеварения. По результатам исследований выявлено наличие профессиональных заболеваний у работников, имеющих стаж работы в контакте с вредными факторами производственной среды 15 лет и более.

Трудовым кодексом и строительными нормами и правилами предусмотрена ответственность руководства организации за обеспечение безопасных и здоровых условий труда. Создание безопасных и благоприятных условий труда не только предотвращает травматизм и профессиональные заболевания, дает возможность снизить утомляемость рабочих, но и обуславливает высокие производственные показатели. [2, 30]

Первостепенное значение в осуществлении требований охраны труда и техники безопасности имеет отношение к ним со стороны рабочих. Каждый изолировщик должен знать правила безопасности работ и не нарушать их.

К работам по изоляции допускаются рабочие в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие медосмотр (медосмотр проводится ежегодно),

а также после прохождения инструктажей: вводного по технике безопасности, пожарной безопасности, производственной санитарии и оказанию доврачебной помощи, а также по правилам внутреннего распорядка организации (монтажного участка); по технике безопасности непосредственно на рабочем месте; такой инструктаж должен проводиться при каждом переходе на другое место работы, а повторный инструктаж (независимо от изменения места работы) – не реже одного раза в 3 месяца.

До прохождения обучения рабочие к самостоятельному выполнению работ (без наблюдения со стороны опытных рабочих, назначенных с их согласия администрацией) не допускаются.

Правила строительно-монтажных работ обязывают всех лиц, находящихся на строительной площадке, носить защитные каски. Изолировщики без защитных касок и других необходимых средств индивидуальной защиты (рукавиц, респираторов, предохранительных поясов, защитных очков и др.) к выполнению работ не допускаются. [8, 9]

Специальная оценка условий труда – единый комплекс последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных производственных факторов по оценке по оценке уровня их действия на работника. По результатам специальной оценки труда устанавливаются классы и подклассы условий труда на рабочих местах. [3, 4]

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. [23]

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.

#### 1.5. Характеристика современных теплоизоляционных материалов и профессиональных заболеваний, возникновение которых обусловлено присутствием вредных химических веществ, входящих состав теплоизоляционных материалов

Все утеплители, которые представлены широким спектром теплозвукоизоляционных материалов можно условно разделить на несколько типов. Одним из важнейших параметров при выборе теплозвукоизоляционного материала является его способность сохранять свои свойства со временем, что позволяет воспользоваться всеми выгодами энергосбережения, сократить расходы на поддержание микроклиматических условий внутривагонной среды.

Физико-технические свойства теплозвукоизоляционных материалов оказывают определяющее влияние на энергоэффективность, эксплуатационную надежность и долговечность конструкций промышленной тепловой изоляции, трудоемкость их монтажа, возможность ремонта в процессе эксплуатации. [26]

Основными показателями, характеризующими физико-технические и эксплуатационные свойства теплоизоляционных материалов являются: плотность, теплопроводность, температуростойкость, сжимаемость и упругость (для мягких материалов), прочность на сжатие при 10% деформации (для жестких и полужестких материалов), вибростойкость, формостабильность, горючесть, водостойкость и стойкость к воздействию химически агрессивных сред, содержание органических веществ и биостойкость.

Теплопроводность теплозвукоизоляционного материала определяет необходимую толщину теплозвукоизоляционного слоя и нагрузки на изолируемый объект, конструктивные и монтажные характеристики теплоизоляционной конструкции. Теплопроводность возрастает с повышением температуры. Расчетные значения теплопроводности мягких и полужестких

теплозвукоизоляционных материалов в конструкции определяются с учетом степени их монтажного уплотнения, шовности конструкции, наличия крепежных деталей.

При использовании теплозвукоизоляционных изделий оклеенных с одной стороны фольгой или стеклохолстом, монтаж осуществляется оклеенной стороной наружу. В процессе эксплуатации максимальная температура на наружной поверхности теплоизоляционных материалов, оклеенных фольгой или стеклохолстом не должна превышать 100°C.

При выборе тепло- и звукоизоляционного материала учитывают прочностные и деформационные характеристики изолируемого объекта, расчетные допустимые нагрузки на опоры и другие элементы изолируемой поверхности.

Долговечность теплозвукоизоляционного материала зависит от особенностей конструкции, месторасположения изолируемого объекта, режима работы оборудования, агрессивности окружающей среды, механических нагрузок, наличия вибраций. Долговечность теплозвукоизоляционного материала и теплозвукоизоляционной конструкции в целом, в значительной степени определяется долговечностью защитного покрытия.

Материалы из штапельного стекловолокна URSA являются современным эффективным тепло- и звукоизоляционным материалом для промышленной тепловой изоляции, соответствующим мировому уровню по теплофизическим и эксплуатационным характеристикам.

Теплозвукоизоляционные материалы URSA изготавливаются из силикатного расплава с высоким содержанием кремнезема. Диаметр волокна не более 4-5 мкм.

Теплозвукоизоляционные материалы URSA не выделяют в процессе эксплуатации вредных и неприятно пахнущих веществ, являются невзрывоопасным материалом.

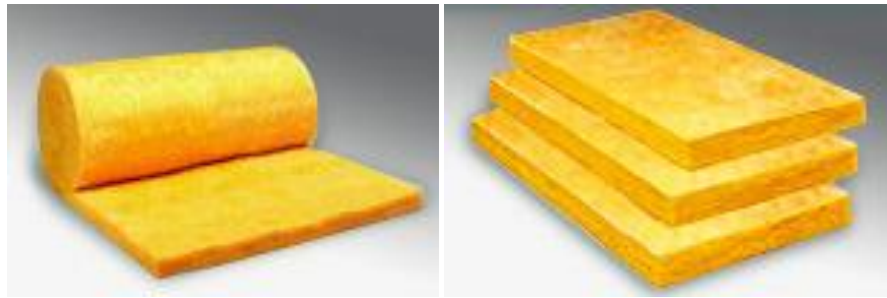


Рисунок 1.3 - Тепло- и звукоизоляционные материалы из стеклянного штапельного волокна марки URSA

Все материалы марки URSA из стеклянного штапельного волокна гидрофобизированы.

Теплозвукоизоляционные материалы из стеклянного штапельного волокна URSA предназначены для использования в промышленной тепловой изоляции при температуре изолируемых поверхностей от минус 60°C до плюс 320°C, а также для утепления строительных конструкций жилых, общественных и производственных зданий.

При монтаже и в процессе эксплуатации теплозвукоизоляционные материалы в конструкции подвергаются температурным, влажностным, механическим, в том числе вибрационным, воздействиям, что определяет перечень предъявляемых к ним требований.

Маты ISOTEC Мат производятся из стекловаты, которая имеет вертикальную ориентацию волокон. Данный вид теплозвукоизоляционных материалов имеет армированное фольгированное покрытие, что способствует созданию повышенной паропроницаемости. Изоляция марки Мат снижает энергопотери, сохраняет требуемую температуру рабочей поверхности, предохраняет от появления коррозии и создаёт бесперебойную работу технологического процесса. Она отлично сохраняет геометрические размеры защиты и создаёт вокруг него плотный кожух одинаковой толщины.

Легкие стекловолокнистые маты ISOTEC Мат изготовлены по патентованной технологии TEL. Эти маты являются наиболее предпочтительным материалом для тепло- и звукоизоляции. Обычный мат, имеющий преимущественно продольную ориентацию волокон, при монтаже неплотно примыкает к криволинейной поверхности, образуя заломы, устранить которые возможно только

путем дополнительного поджатия и уменьшения толщины мата. Этот недостаток ведет к необходимости увеличивать расчетную толщину изоляции.

Маты ISOTEC Mat лишены этого недостатка, они имеют гофрированную, преимущественно вертикальную, ориентацию волокна и поэтому легко сгибаются. При монтаже на криволинейную поверхность материал ISOTEC Mat не образует заломов и воздушных карманов, вплотную прижимаясь к поверхности трубы и практически полностью сохраняя заявленную толщину. Это одно из основных достоинств ISOTEC Mat, которое делает эти материалы идентичными значительно более дорогим ламельным матам.

Маты ISOTEC Mat используются в качестве теплозвукоизоляционных материалов в вагоностроении в развитых странах Европейского союза таких, как Италия, Англия, Франция.

Материал выпускается в виде плит толщиной от 10 мм до 40 мм, шириной 115 см, длиной 100 см (дина может быть различной – ленточное производство). Плотность материала тип А – 25 кг/м<sup>3</sup>, тип Б – 30 кг/м<sup>3</sup>.

Опытные партии материалов прошли испытания на гражданских и военных судах, авиационной и космической технике, в строительстве и специальных изделиях ВПК, везде получены положительные результаты.

В процессе резки и укладки теплоизоляционных материалов в кузова пассажирских вагонов выделяется большое количество пыли, негативно влияющей на органы дыхания. От действия выделяющейся пыли развиваются следующие заболевания: ринит, или насморк, синусит (гайморит, фронтит), тонзилит, или ангина, фарингит, ларингит.

Дерматит – воспалительное поражение кожи, возникающее в результате воздействия на неё повреждающих факторов химической, физической или биологической природы. Относится к группе аллергодерматозов. Аллергодерматозы – гетерогенная группа заболеваний кожи, ведущее значение в развитии которых придается аллергической реакции немедленного или замедленного типа. [32]

Энцефалопатия и нцефалопатия, также органическое поражение головного мозга – общее название для невоспалительных заболеваний головного мозга.

Энцефалопатия бывает врождённая и приобретённая Энцефалопатия – заболевание, при котором дистрофически изменяется ткань мозга, что приводит к нарушению его функции.

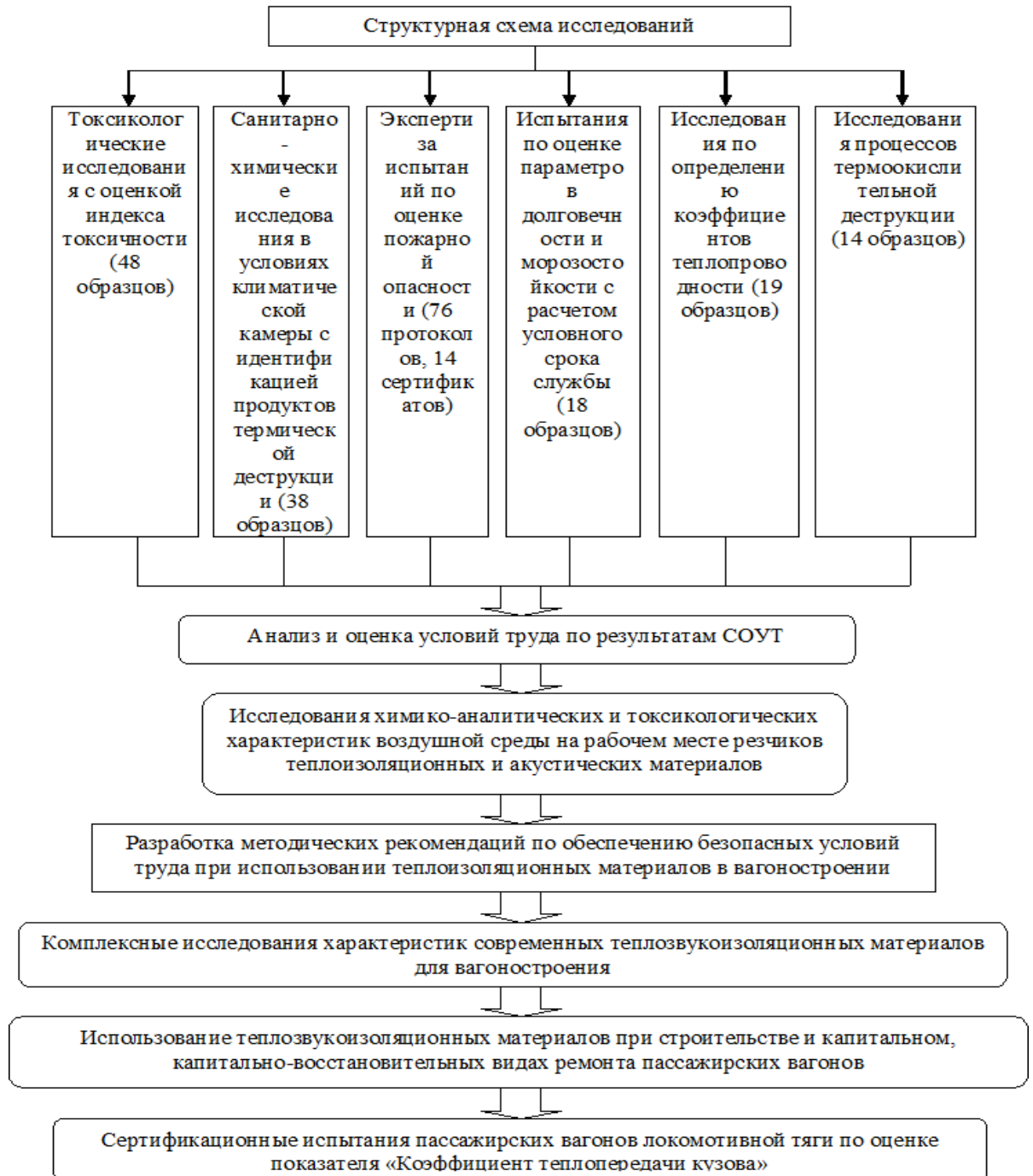
#### Выводы по главе 1

1. Рассматриваемые теплоизоляционные материалы, применяемые в пассажирском вагостроении, являются дополнительным источником производственных заболеваний за счет присутствия вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны: ацетон, ксилол, толуол, бензол, этилацетат, метилметакрилат, этилбензол.

2. Установлено, что условия труда работников вагонного хозяйства, связанных с использованием теплоизоляционных материалов, отнесены к вредному классу условий труда 3.1.

## ГЛАВА 2. ОБЪЕМЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования теплоизоляционных материалов, используемых в пассажирском вагоне, проводились в соответствии со структурной схемой, а именно:



В процессе оценки и анализа условий труда работников, занятых работами по теплоизоляции, были проведены исследования параметров трудового процесса, объемы которых представлены на рисунке 2.1.



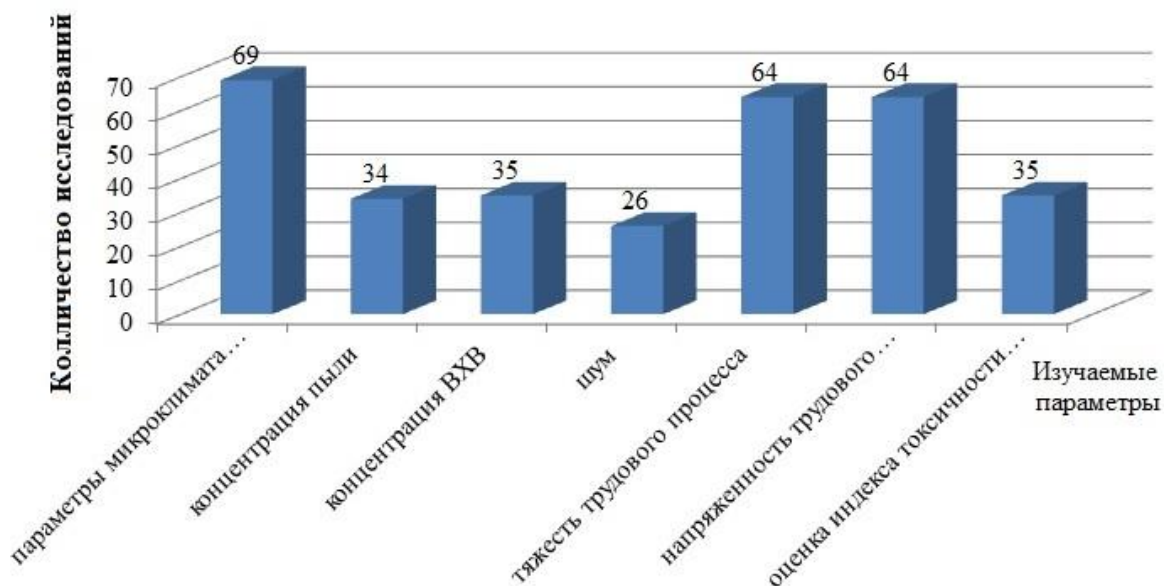


Рисунок 2.1 – Объем проведенных исследований

### 2.1. Методика проведения санитарно-химических и токсикологических исследований

Определение токсичности проводились методом интенсивности биолюминесценции за 30-минутный (в экспрессном варианте – 5 минут) период экспозиции. Количественные оценки тест-реакции выражаются в виде безразмерной величины – индекса токсичности «Т» и функциональными токсикологическими параметрами EC20 и EC50.

Индекс токсичности «Т», равный отношению  $T = 100 (I_0 - I) / I_0$ , где  $I_0$  и  $I$  соответственно интенсивность биолюминесценции контроля и опыта при фиксированном времени экспозиции исследуемой пробы с биотестом.

Токсикологические параметры пробы EC20 и EC50, определяемые также посредством измерения  $I_0$  и  $I$ , позволяют быстро и экономно выяснить вопрос, при каких объемах исходного слабо токсического образца достигается установленный предел токсичности (EC20 и/или EC50) или при каких разведениях сильно токсический образец станет безопасным (величины менее EC20).

EC50 есть эффективный объем образца (в опытах с чистым химическим соединением – концентрация), вызывающий тушение свечения биосенсора на 50% по сравнению с контролем. В этом случае образец сильно токсичен (индекс

токсичности равен 50). ЕС20 есть эффективный объем образца (в опытах с чистым химическим соединением - концентрация), который приводит к 20%-ному тушению свечения биосенсора по сравнению с контролем. В этом случае образец токсичен (индекс токсичности равен 20). Все значения величин менее ЕС20 свидетельствуют о том, что образец безвреден для человека.

Вычисление величин ЕС проводят с использованием гамма-функции. Гамма-функция (G) представляет собой зависимость отношения потери интенсивности свечения пробы к оставшейся интенсивности свечения пробы и описывается формулой  $G = (I_0 - I) / I$ , где  $I_0$  и  $I$  соответственно интенсивность биолюминесценции в контроле и опыте. Функция G очень удобна для точного определения величин ЕС20 и ЕС50 путем экстраполяции графической зависимости в случаях, когда токсичность образца очень небольшая или, наоборот, когда образец сильно токсичен. График G-функции в логарифмических координатах как функция изменения объема пробы (или концентрации отдельного вещества) есть теоретически прямая линия молекулярности реакции токсического вещества с одной или несколькими мишенями, связывающими эти токсиканты в тест-объекте. Люминометр «Биотокс-10» позволяет представлять величины G для каждой пробы, а также автоматически вычисляет величины ЕС20 и ЕС50.

Методика предусматривает три пороговых уровня индекса токсичности:

- допустимая степень токсичности образца: индекс токсичности T меньше 20; объем пробы или концентрация вещества в пробе меньше величины ЕС20;
- образец токсичен: индекс T равен или больше 20 и меньше 50; объем пробы (или концентрация вещества в пробе) меньше величины ЕС50 и больше или равен ЕС20;
- высокая токсичность образца: индекс токсичности T равен или более 50; объем пробы (или концентрация вещества в пробе) равен или больше величины ЕС50.

Оборудование, используемое при проведении испытаний

1. Лиофилизированная культура микроорганизмов «Эколюм» или ферментные препараты бактериальной люциферазы.

2. Прибор серии «Биотокс-10» с набором кювет для измерения билюминесценции объемом 1,5 мл.
3. Весы лабораторные общего назначения.
4. рН-метр, ГОСТ 25.7416.0171 или аналоги.
5. Термометр лабораторный 0 - 55 °С, цена деления шкалы - 0,5 °С.
6. Сушильный электрический шкаф.
7. Холодильник бытовой, обеспечивающий замораживание (-18 +/- 1 °С) и хранение проб (+2 +/- +4 °С).
8. Часы сигнальные.
9. Подставка (из пластика, дерева) с углублением для пенициллиновых пузырьков или измерительных кювет, на которых можно разместить не менее 12 кювет.
10. Бумажные фильтры обеззоленные типа ФОб (красная, белая ленты).
11. Пипетки автоматические, дозаторы любого типа объемом 0,02 - 0,5 мл +/- 1,0%.
12. Цилиндры вместимостью 25, 50 мл второго класса точности.
13. Стаканы стеклянные лабораторные вместимостью 10, 50 мл.
14. Пипетки объемом 0,5 и 1,0 мл.
15. Пробоотборник любого типа, объемом не менее 5 мл.
16. Флаконы и банки стеклянные с навинчивающейся крышкой или с притертой пробкой для отбора и хранения проб и реактивов вместимостью 10, 50, 100 мл.
17. Воронки лабораторные.
18. Стаканчики для взвешивания (бюксы) диаметром 30, 40 мм.
19. Вода дистиллированная.
20. Натрия гидроокись.
21. Кислота соляная.
22. Кислота серная.
23. Спит этиловый, х.ч.
24. Цинк сернокислый 7-водный.
25. Бумага индикаторная универсальная для измерения рН.

Биосенсор «Эколюм» представляет собой лиофилизированные люминесцентные бактерии или бесклеточные препараты, содержащие бактериальную люциферазу. Биосенсор находится в стеклянных флаконах в среде инертных газов. При температуре 2-4°C и ниже имеет гарантированный срок хранения не менее 1 года [38].

Специализированный люминометр «Биотокс-10» является измерительным прибором, предназначенным для проведения токсиколого-гигиенического мониторинга объектов окружающей среды, с использованием биолюминесцентных биосенсоров серии «Эколюм». Сочетание биохимического датчика с современной электронной аппаратурой позволяет обнаруживать с высокой достоверностью малые количества токсических соединений и их смесей. В приборе используется простая и надежная технология отбора и предъявления проб, которая безопасна при проведении экологической экспертизы в лабораторных условиях [39].

Портативный прибор «Биотокс-10» может осуществлять следующие функции в автоматическом режиме: определение интенсивности биолюминесценции тест-объекта, индекса токсичности пробы и усредненной величины индекса токсичности; вычисление стандартного отклонения показателя токсичности. Прибор проводит определение величин EC20 и EC50 – пороговых значений допустимой степени и степени токсичности образца; исследование динамики процесса взаимодействия токсикантов с тест-объектом, компьютерную обработку данных измерения.

Химико-аналитические исследования проводились с применением газоанализатора ГАНК-4. Метод определения концентраций вредных химических веществ основан на подаче воздушной пробы с помощью заборного зонда на вход газоанализатора. Значения концентраций вредных химических веществ выдаются автоматически на дисплей прибора [96].

## 2.2. Методика определения долговечности

Для определения долговечности теплоизоляционных материалов образцы испытуемого материалов подвергают циклическим климатическим воздействиям, имитирующим условия эксплуатации материала или изделия в ограждающих

конструкциях, и определяют изменения теплофизических характеристик материала (теплопроводности в сухом состоянии и термического сопротивления). По результатам измерений теплофизических характеристик оценивают срок эффективной эксплуатации материала. [55]

Циклические климатические воздействия на испытываемые образцы заключаются в увлажнении образцов до предельно допустимого значения влажности теплоизоляционных материалов, применяемых в пассажирском вагоне, и в последующем периодическом замораживании и оттаивании образцов.

Отбор образцов проводят методом случайной выборки. Для определения срока эффективной эксплуатации материала отбирают три образца для определения исходных характеристик – теплопроводности и термического сопротивления материала (контрольные образцы) и по три образца для определения характеристик материала после климатических воздействий (опытные образцы), эквивалентных 15, 30 и 50 условным годам эффективной эксплуатации материала.

Для проведения испытаний применяют следующие оборудование и средства измерений:

- климатические камеры, которые позволяют задавать и поддерживать температуру воздуха от минус 20°С до плюс 20°С с точностью  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ;
- прибор для определения теплопроводности;
- лабораторный сушильный электрошкаф;
- весы;
- измерительные металлические линейки по;
- штангенциркули;
- термометры;
- установка для принудительного увлажнения материалов.

Принципиальная схема установки для принудительного увлажнения образцов водяным паром приведена на рисунке 2.1.

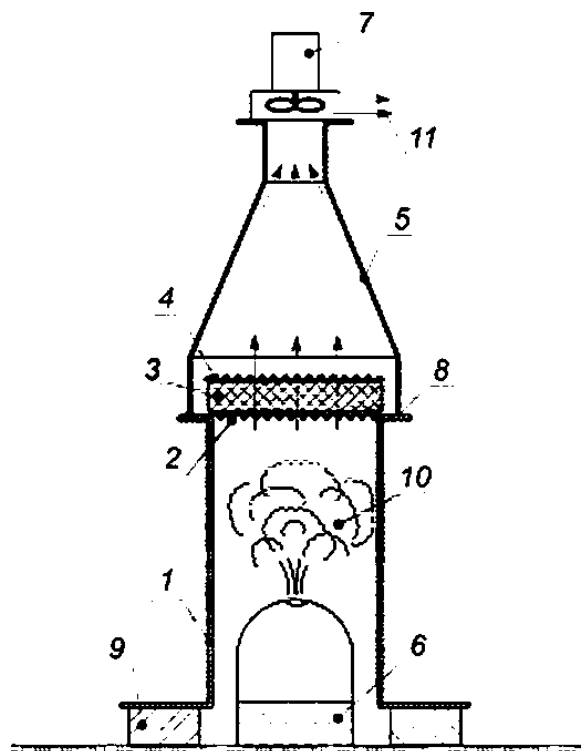


Рисунок 2.1 – Схема экспериментальной установки для принудительного увлажнения образцов водяным паром:

1 — воздухонепроницаемая основа; 2 — нижняя опорная сетка; 3 — образец для испытаний; 4 — верхняя прижимная сетка; 5 — воздухонепроницаемый колпак; 6 — электропароувлажнитель; 7 — воздушный насос; 8 — резиновые уплотнители; 9 — подставки под основание; 10 — паровоздушная смесь; 11 — отработанная паровоздушная смесь

### 2.3. Определение паропроницаемости гидроизоляционных материалов

Испытательное оборудование для определения характеристик паропроницаемости включает в себя: испытательные стеклянные сосуды (чашки); средства измерения толщины образца с точностью до 0,1 мм или  $\pm 0,5\%$ ; аналитические весы с погрешностью взвешивания 0,001 г для определения массы испытательного сосуда с образцом.

При увеличении массы сосуда с образцом в два раза и более применяют весы с погрешностью взвешивания 0,01 г. Относительная ошибка при периодическом взвешивании не должна превышать 10%; испытательную камеру, обеспечивающую поддержание относительной влажности воздуха 50%

с точностью  $\pm 3\%$  и температуры  $23^{\circ}\text{C}$  с точностью  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , с системой обеспечения циркуляции воздуха со скоростью от 0,02 до 0,3 м/с, исключающей прямое попадание потока воздуха на образец; измерительные датчики и приборы для регистрации температуры и относительной влажности воздуха. Измерительные датчики и приборы поверяют в установленном порядке.

Подготовленные образцы устанавливают в верхней части испытательного сосуда. Зазоры между боковыми гранями образца и стенками сосуда тщательно герметизируют и проводят первое (контрольное) взвешивание сосуда с образцом. При необходимости для фиксации тонкослойных образцов используют удерживающие шаблоны.

Образцы устанавливают в испытательный сосуд так, чтобы направление потока водяного пара соответствовало предполагаемому потоку водяного пара при эксплуатации изделия. Если направление потока водяного пара неизвестно, изготавливают два идентичных образца и измерения проводят при разных направлениях потока водяного пара.

При испытаниях по методу «мокрой чашки» образец устанавливают в испытательный сосуд с дистиллированной водой. Расстояние между поверхностью воды и нижней поверхностью образца должно быть  $(15 \pm 5)$  мм. Затем испытательный сосуд с образцом устанавливают в испытательную камеру, в которой поддерживаются значения температуры и относительной влажности воздуха.

При разности парциальных давлений водяного пара в испытательном сосуде и испытательной камере вокруг сосуда возникает поток водяного пара, который проходит через испытуемый образец. Для определения плотности потока водяного пара в стационарных условиях сосуд с образцом периодически взвешивают.

При испытании по методу «сухой чашки» в качестве влагопоглотителя применяют хлорид кальция, перхлорат магния и аналоги.

При проведении испытаний по методу «мокрой чашки» испытательные сосуды с образцами взвешивают на аналитических весах через определенные промежутки времени, но не реже чем через 7 сут. В момент взвешивания фиксируют значения температуры и относительной влажности воздуха.

При проведении испытаний по методу «сухой чашки» первое после контрольного взвешивание испытательного сосуда с образцом проводят через 1 ч, следующие – через 2, 4, 12 и далее через каждые 24 ч (ежедневно).

Испытания считают законченными после установления стационарного потока водяного пара через образец, когда плотность потока, в течение нескольких последовательных взвешиваний, колеблется не более чем на 5% среднего значения.

Испытания по методу «сухой чашки» прекращают досрочно, если при испытании масса сосуда с образцом увеличилась более чем на 1,5 г на каждые 25 мл находящегося в чашке влагопоглотителя.

Сопротивление паропрооницанию лакокрасочных покрытий определяют на шести образцах, три из которых являются основой и три – основой с нанесенным слоем лакокрасочного покрытия. В качестве основы подготавливают образцы из материала, на который в реальном изделии наносят лакокрасочное покрытие.

В протокол испытания заносят информацию о способе нанесения лакокрасочного покрытия, числе слоев и другие данные, необходимые для идентификации покрытия. Одновременно с испытанием лакокрасочного покрытия, нанесенного на основу, определяют характеристики паропрооницаемости основы. Сопротивление паропрооницанию лакокрасочного покрытия, нанесенного на основу, определяют как разность между сопротивлением паропрооницанию основы с покрытием и сопротивлением паропрооницанию основы.

Сопротивление паропрооницанию защитного, клеевого и декоративного слоев систем наружной теплоизоляции с толщиной слоев менее 5 мм допускается определять по 6.8. В качестве основы используют минераловатные плиты, соответствующие проектной документации на систему наружной теплоизоляции.

#### 2.4. Проведение термодеструкции теплоизоляционных материалов

Термодеструкция теплоизоляционных материалов проводилась на термоанализаторе, состоящего из высокоточных весов с тиглями, которые размещаются в камере небольшой электропечи. В непосредственной близости



от образца находится контрольная термопара, с высокой точностью измеряющая температуру. Камера печи может заполняться инертным газом для предотвращения окисления или иных нежелательных реакций. Для управления измеряющей аппаратурой и снятия показаний используется компьютер. Испытания образцов теплоизоляционных материалов проводились термогравиметрическим методом при постоянной температуре печи [97].

Первый этап разложения материалов при нагреве – это удаление адсорбированных летучих веществ. Содержание летучих веществ составляет менее 0,56% массы образцов. В газовой фазе при данных температурах (температуры эксплуатации) идентифицированы следующие вещества: вода, газы воздуха, аммиак, углеводороды  $C_2H_x-C_9H_x$ , уксусная кислота, формальдегид, фенол.

Термогравиметрический анализ (TG) выполнен на термоанализаторе TG 209 F1 «Iris» фирмы Netzch в токе воздуха со скоростью подачи газа 30 мл/мин при скорости нагрева 10 градусов в минуту. Материал тигля – платина. Параллельно проведен анализ на синхронном (ДСК/ДТА/ТГ) термоанализаторе STA 409 CD со скиммерной масс-спектрометрической системой анализа паровой фазы. Разрешение термовесов составляло 0,1 мкг. Использованные приборы имеют действительные свидетельства об утверждении типа средств измерений Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии: DE.C.32.001.A № 52357 и DE.C.32.001.A № 52358.

## 2.5. Методы испытаний звукоизоляционных характеристик

Измерения изоляции воздушного шума облегченными ограждающими конструкциями перегородок с применением URSA осуществлялись в соответствии с ГОСТ 27296-2012 «Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций». Исследования проводились на сертифицированном аэроакустическом стенде НИИСФ РФФСН [40, 41].

В процессе испытаний звукоизоляционных характеристик материалов использованы следующие средства измерений:

1. Комплект для измерения акустических характеристик конструкций на базе анализатора 2260D (Брюль и Кьер, Дания), в составе: – Модульный анализатор 2260 – Программное обеспечение для проведения измерений акустических характеристик зданий тип BZ7204 – Калибратор звукового уровня тип 4231 – Всенаправленный источник звука с треногой тип 4296 – Усилитель мощности тип 2716;

2. Модульный анализатор 2250 (Брюль и Кьер, Дания);

3. Шумомер – анализатор спектра Октава 110А (Октава+, Россия) Копии свидетельств о поверке приборов приведены в приложении Е.

Измерения выполнены в соответствии с техническим заданием, включающем следующие пункты:

1. Определение диффузных коэффициентов звукопоглощения для материалов URSA GEO M-11, URSA GEO M-15, URSA GEO M-25, URSA GEO П-15, URSA GEO П-20, URSA GEO П-30, URSA GEO П-35.

2. Определение динамических модулей упругости для материалов URSA GEO П 60, URSA GEO П-75.

3. Определение звукоизоляции ударного шума двумя конструкциями перекрытий с плавающими полами с применением URSA GEO П-60 (20 мм) и URSA GEO П 75 (50 мм).

4. Оформление для материалов URSA GEO M-11, URSA GEO M-15, URSA GEO M-25, URSA GEO П-15, URSA GEO П-20, URSA GEO П-30 URSA GEO П-35, URSA GEO П-60 (20 мм), URSA GEO П-75 (50 мм) сертификата соответствия в системе «Виброакустика».

5. Акустические исследования 4 вариантов конструкций перегородок с материалом URSA GEO П-15 (50 мм с 1 ГКЛ, 50 мм с 2 ГКЛ, 100 мм с 1 ГКЛ, 100 мм с 2 ГКЛ с каждой стороны).

6. Акустические исследования тепло-звукоизоляции при внешней обшивке здания. Конструктивные слои: Виниловый сайдинг, пленка ветрозащитная, обрешетка деревянная 50 мм, ТИМ в распор между несущими конструкциями, капитальная стена брус 150 мм. Используется Материал URSA GEO M-15 (100 мм).

7. Определение приведенных сопротивлений теплопередаче теплозвукоизоляционных ограждающих конструкций на основе теплофизических исследований в акустических камерах НИИСФ РААСН.

8. Акустические исследования 6 вариантов сборных деревянных конструкций перекрытий с подвесным потолком с применением материалов PureOne:

a. Несущие элементы перекрытий – деревянные балки (брус 200x150 мм) с шагом 730 мм. Балки обшиты снизу и сверху слоем гипсокартона. В межбалочном пространстве размещен материал URSA толщиной 100 мм. На 150 мм ниже балок устраивается подвесной потолок (один слой гипсокартона).

b. Несущие элементы перекрытий – деревянные балки (брус 200x150 мм) с шагом 730 мм. Балки обшиты снизу и сверху слоем гипсокартона. В межбалочном пространстве размещен материал URSA толщиной 200 мм. На 150 мм ниже балок устраивается подвесной потолок (один слой гипсокартона).

c. Несущие элементы перекрытий – деревянные балки (брус 200x150 мм) с шагом 730 мм. Балки обшиты снизу и сверху слоем гипсокартона. В межбалочном пространстве размещен материал URSA толщиной 50 мм. На 150 мм ниже балок устраивается подвесной потолок (один слой гипсокартона). В пространстве подвесного потолка размещен материал URSA толщиной 50 мм.

d. Несущие элементы перекрытий – деревянные балки (брус 200x150 мм) с шагом 730 мм. Балки обшиты снизу и сверху слоем гипсокартона. В межбалочном пространстве размещен материал URSA толщиной 150 мм. На 150 мм ниже балок устраивается подвесной потолок (один слой гипсокартона). В пространстве подвесного потолка размещен материал URSA толщиной 50 мм.

e. Несущие элементы перекрытий – деревянные балки (брус 200x150 мм) с шагом 730 мм. Балки обшиты снизу и сверху слоем гипсокартона. В межбалочном пространстве размещен материал URSA толщиной 50 мм. На 300 мм ниже балок устраивается подвесной потолок (один слой гипсокартона). В пространстве подвесного потолка размещен материал URSA толщиной 50 мм.

f. Несущие элементы перекрытий – деревянные балки (брус 200x150 мм) с шагом 730 мм. Балки обшиты снизу и сверху слоем гипсокартона.

В межбалочном пространстве размещен материал URSA толщиной 100 мм. На 300 мм ниже балок устраивается подвесной потолок (один слой гипсокартона). В пространстве подвесного потолка размещен материал URSA толщиной 100 мм.

10. Определение акустических характеристик звукоизолирующих покрытий марки URSA GEO M-25Ф толщиной 50 и 100 мм на металлические испытательные воздуховоды диаметром 160 и 315 мм и покрытия марки URSA GEO M-25 толщиной 50 мм на металлический испытательный воздуховод диаметром 315 мм.

Лабораторией архитектурной акустики и акустических материалов НИИ строительной физики РААСН проведены сертификационные акустические исследования образцов теплозвукоизоляционных изделий из стеклянного штапельного волокна «URSA GEO» для определения диффузных коэффициентов звукопоглощения методом реверберационной камеры в соответствии с ГОСТ Р 53376-2009 «Материалы звукопоглощающие. Метод измерения звукопоглощения в реверберационной камере» (аналог ЕН-ИСО 354-2003) в диапазоне частот от 100 до 5000 Гц, а также определение динамических характеристик (динамического модуля упругости и индекса улучшения изоляции ударного шума) материалов П-60 и П-75, в соответствии с ГОСТ Р 53378-2009 «Материалы акустические, применяемые в плавающих полах жилых зданий. Метод определения динамической жесткости» (аналог ЕН-ИСО 29952-1992), ГОСТ 16297-80 «Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы исследований» и ГОСТ Р 27296-87 «Защиты от шума в строительстве. Звукоизоляция ограждающих конструкций. Методы измерений». Реверберационная камера НИИСФ объемом 188 м<sup>3</sup> и площадью ограждающих поверхностей 203 м<sup>2</sup> в плане имеет трапецеидальную форму. Образцы изделий (плиты и маты), каждый общей площадью 11-12 м<sup>2</sup> размещались на жестком основании пола камеры. В момент проведения измерений температура воздуха в камере составляла 14-16°С, относительная влажность воздуха 60-80%. Время реверберации в камере при отсутствии в ней испытуемых образцов изделий на частоте 1000 Гц составляло 5,7 с.

Испытания тепло- и звукоизолирующих покрытий на сертифицированном аэроакустическом стенде НИИСФ РААСН. В состав стенда входит: металлическая

реверберационная камера (объем 130 м<sup>3</sup>), звуковой генератор шума типа 03004 №31125 фирмы Роботрон (Германия), усилитель мощности типа QSC ISA 280 Professional Amplifier фирмы QSC Passionate about sound (США), источник звука (громкоговоритель – звуковые колонки). Для измерений используется прецизионная акустическая измерительная аппаратура: шумомер-анализатор спектра типа «Октава 110А» Методика испытаний отвечает требованиям ГОСТ Р ИСО 15665-2007 «Шум. Руководство по акустической изоляции труб и арматуры трубопроводов», ГОСТ 31274-2004 (ИСО 3741:1999) «Шум машин. Определение уровней звуковой мощности по звуковому давлению. Точные методы для реверберационных камер». Испытательные воздуховоды (трубы) устанавливались в реверберационной камере, а источника звука за ее пределами, как показано на рисунке 2.4. Толщина стенок воздуховодов 0,7 мм. С противоположной от источника звука стороны испытательной трубы установлена звукоизолирующая заглушка (металлические листы толщиной 1,0 мм, между ними лист ДСП толщиной 24 мм) и звукопоглощающий клин длиной 700 мм. Труба за пределами камеры имеет разрыв, в котором установлена гибкая (вибродемпфирующая) вставка. Сначала на испытательные воздуховоды диаметром 160 и 315 мм устанавливались два покрытия марки URSA GEO M-25Ф - толщиной 50 и 100 мм, затем на воздуховод диаметром 315 мм еще одно покрытие толщиной 50 мм марки URSA GEO M-25. Закреплялись покрытия на воздуховодах клейкой металлизированной лентой. [46, 47]

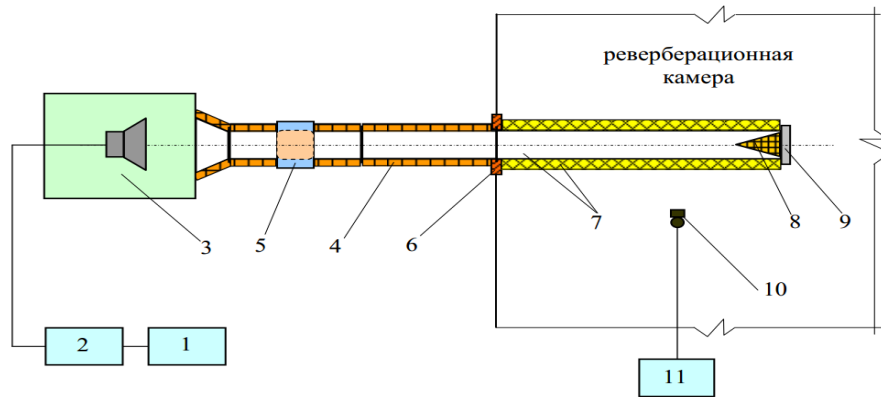


Рисунок 2.9 - Схема экспериментальной установки

1 – генератор розового шума; 2 – усилитель мощности; 3 – источник звука; 4 – соединительный воздуховод со звукоизолирующим покрытием; 5 – гибкая вставка, уменьшающая передачу вибрации; 6 – упругий сальник; 7 – испытательный воздуховод (с испытываемым покрытием и без него); 8 – звукопоглощающий клин; 9 – звукоизолирующая заглушка; 10 – микрофон; 11 – шумомер-анализатор спектра «Октава 110А»

## 2.6. Методика определения на стойкость к плесневым грибам

Исследования трех образцов минеральных ват с разными видами связующего на стойкость к воздействию плесневых грибов проводился в лаборатории тропических технологий ИПЭЭ РАН по ГОСТ 9.049-91 «ЕСЗКС. Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных исследований на стойкость к воздействию плесневых грибов», методы 1 и 2 [4]. Исследованиям подвергались следующие материалы:

- материалы тепло- и звукоизоляционные из минерального волокна PureOne, марки 37 RN, ТУ 5763-007-568452-2009, цвет белый – далее «материал №1»;

- материалы теплоизоляционные из стеклянного штапельного волокна URSA, марки М-15, ТУ 5763-001-714516657-2004, цвет желтый – далее «материал №2»;

Материалы теплоизоляционные и звукоизоляционные из стеклянного штапельного волокна «КНАУФ Инсулейшн», марка TR 044, ТУ 5763-001-73030654-2009, цвет КОРИЧНЕВЫЙ – далее «материал №3».

В соответствии с ГОСТ 9.049-91 (метод 1) поверхность образцов, очищенную от внешних загрязнений, заражали водной суспензией спор тест-культур грибов с концентрацией 1-2 млн/мл *Aspergillus niger* van Tieghem, *Aspergillus terreus* Thom, *Aspergillus oryzae* (Ahlburg) Cohn, *Chaetomium globosum* Kunze, *Paecilomyces varioti* Bainier, *Penicillium cyclopium* Westing, *Trichoderma viride* Pers. Ex Fr.

Метод 2 отличается от метода 1 тем, что поверхность образцов заражали вышеуказанной суспензией спор грибов в водном растворе минеральных солей и не проводили очистку поверхности образца от внешних загрязнений.

Зараженные образцы помещали в открытой чашке Петри в эксикатор и выдерживали в условиях, оптимальных для роста грибов: температура  $(29\pm 2)^\circ\text{C}$  и влажности более 90% в течение 60 суток. Промежуточные осмотры образцов (визуально и с микропированием) проводили через 14 и 28 суток. Каждые 7 суток крышку эксикатора приоткрывали на 3 мин для притока свежего воздуха [112].

Проведение ускоренных испытаний отобранных образцов изделий из штапельного стекловолокна URSA путем циклических воздействий переменных положительных и отрицательных температур, влажности, имитирующих действие внешней отрицательной среды во время эксплуатации и определение изменения свойств материала по характерным показателям старения (изменение внешнего вида, деформации, коррозионные разрушения).

В качестве характерных показателей коррозионной агрессивности изделий из штапельного стекловолокна URSA принимали: коррозионные разрушения металлических образцов, контактировавших и неконтактировавших со стекловолокнистыми материалами, исследуемых в одинаковых условиях.

Цикл исследований включает выдержку сборок при температуре от 15 до  $30^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха  $(95\pm 3)\%$  в течение 6,5 и 0,5 сут. при предполагаемой максимальной температуре эксплуатации или  $60^\circ\text{C}$ .

Испытательная аппаратура обеспечивала воздействие на образцы климатических факторов, имитирующих условия эксплуатации в натуральных условиях

(температуры от минус 60°C до плюс 60°C и относительной влажности воздуха от 10 до 100%).

Используемое оборудование обеспечивало автоматическое управление температурными интервалами от минус 60°C до плюс 100°C, относительной влажностью воздуха от 10 до 100%, от температуры +4°C (точка росы) до +85°C (предел работы системы осушения).

Климатическая камера имеет точность поддержания температуры в контрольной точке  $\pm 2^\circ\text{C}$ ; температурный градиент внутри камеры относительно контрольной точки  $2,0^\circ\text{C}$ ; дискретность индикации температуры  $0,1^\circ\text{C}$ ; дискретность установки рабочей температуры  $0,1^\circ\text{C}$ ;

Камера крайне низкой температуры имеет пределы регулируемой температуры от минус 80 до плюс 100°C. (Стабильность поддержания температуры  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ , равномерность температуры в камере  $\pm 1,0^\circ\text{C}$ ; время понижения температуры от 20 до минус 70°C около 60 мин.; время разогрева от 20 до 100°C около 20 мин.);

Термостат циркуляционный с температурой от 0°C до 200°C; (диапазон установки регулируемой температуры от 15 до 155°C, точность регулирования температуры  $\pm 1^\circ\text{C}$ );

Термостат с интервалом температур 25-45°C (точность регулирования температуры  $\pm 1^\circ\text{C}$ );

Ксеноновый излучатель (ГОСТ 23750) ультрафиолетовое облучение с распределением энергии в диапазоне длин волн 280-400 нм, близком солнечному, и регулируемой интенсивностью в пределах 50-90 Вт/м<sup>2</sup>.

Оборудование (в том числе кассеты или другие устройства для закрепления образцов) не оказывали влияние на результат испытания. Расстояние между образцами, а также между образцами и стенками камеры было меньше удвоенного размера толщины образцов.

Применяемое испытательное оборудование и приборы поверены и аттестованы в установленном порядке: ВНИИМ им. Менделеева, Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии ФГУ Ростест-Москва.



Исследования образцов материалов проводились на вибрационном испытательном стенде ETS-1500-320/SA15 (зав. № 0050212), принадлежащем ЗАО НО «ТИВ».

Данные исследования проводились в соответствии с «Программой и методикой исследований по оценке вибростойкости элементов внутреннего оборудования пассажирских вагонов», разработанной ЗАО НО «ТИВ» и согласованной с ЦЛ МПС. Образцы испытуемого материала подвергались воздействию синусоидальной вибрационной нагрузки с параметрами и продолжительностью воздействия  $5 \cdot 10^6$  циклов, что соответствует реальному сроку эксплуатации пассажирских вагонов. Во время исследований велось визуальное наблюдение за состоянием теплоизоляционного материала в макетах. Через каждые 106 циклов вибровоздействия проводился визуальный контроль возможной усадки материала по верхней кромке и по боковым контурам макетов:

- частота вибрации – 10,0 Гц;
- амплитуда виброперемещений – 2,5 мм;
- амплитуда виброускорения – 1,0 g ( $10 \text{ м/с}^2$ )

## Выводы по главе 2

1. Представленная структурная схема и объемы проведения исследований теплоизоляционных материалов. В результате исследования установлены количественные и качественные испытания теплоизоляционных материалов для обоснования выбора наиболее безопасных для применения в пассажирском подвижном составе железнодорожного транспорта.

2. Проведен анализ большого количества различных методик по определению физических свойств и проведения химико-аналитических исследований теплоизоляционных материалов, позволивший установить наиболее безопасные теплоизоляционные материалы для применения при строительстве пассажирских железнодорожных вагонов.

3. Впервые применены методики по определению долговечности теплоизоляционных материалов для пассажирского вагоностроения, которые

позволили произвести расчет эффективного срока эксплуатации теплоизоляционных материалов, применяемых на пассажирском подвижном составе железнодорожного транспорта.

### ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛО- И ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВАГНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

#### 3.1. Оценка показателей термодеструкции

Результаты исследования процесса окислительной термодеструкции материалов в токе воздуха методом термогравиметрии представлены на рисунках 3.1 и 3.2 [97].

На основании масс-спектров идентифицированы продукты разложения материалов, которые перечислены в таблице 3.1. Отнесение полос в масс-спектре выполнено путем сравнения с масс-спектрами известных веществ в базе данных NIST.

Термодеструкция материалов наблюдается при температурах свыше 300°C. Скорость убыли массы при разложении материалов, а следовательно скорость газовой выделений невысокая и составляет 1,50-1,52 %масс./мин. Масс-спектральным методом идентифицированы следующие продукты термодеструкции материалов: углеводороды  $\text{C}_2\text{H}_x\text{-C}_9\text{H}_x$ , уксусная кислота, углекислый газ.

Таблица 3.1. Характеристики процесса окислительной термодеструкции материалов в токе воздуха

начальная температура, °C	конечная температура, °C	убыль массы, %	максимальная скорость убыли массы, %масс./мин. (пики ДТГ)	выделяющиеся газообразные продукты
Теплоизоляционные материалы М-11, М-11Ф				
комнатная температура	100	0,56		углеводороды $\text{C}_2\text{H}_x\text{-C}_9\text{H}_x$ , уксусная кислота, аммиак, фенол, формальдегид
305.5	340	6,67	1,52	углеводороды $\text{C}_2\text{H}_x\text{-C}_7\text{H}_x$ , уксусная кислота, углекислый газ
Остаточная масса:		92,77%		
теплоизоляционные материалы М-15, М-15Ф, М-25, М-25Ф				
комнатная температура	100	0,54		углеводороды $\text{C}_2\text{H}_x\text{-C}_9\text{H}_x$ ,

температура				уксусная кислота, аммиак, фенол, формальдегид
308.7	343	6,13	1,50	углеводороды $CH_x-C_7$ , уксусная кислота, углекислый газ
Остаточная масса:		93,33%		

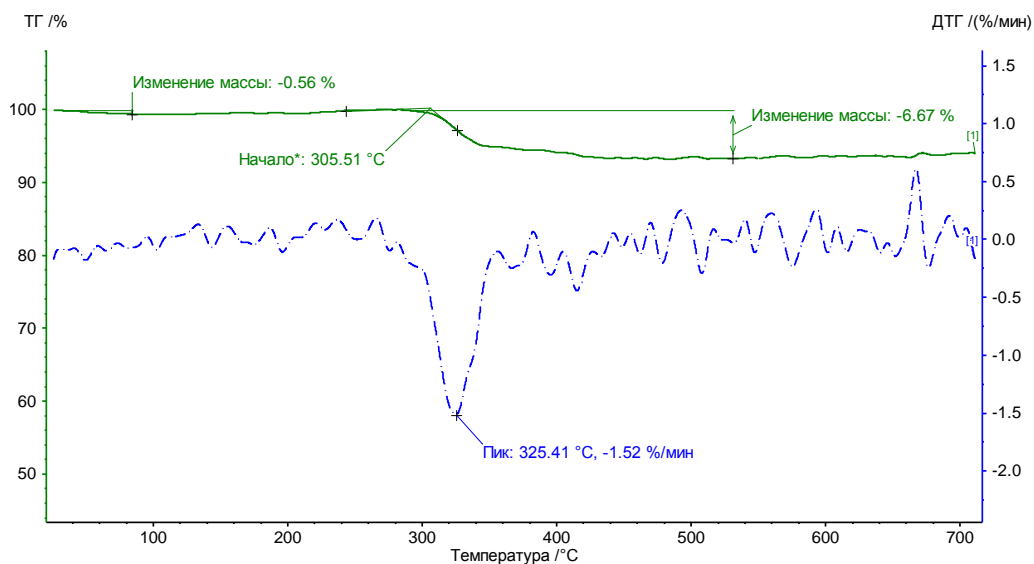


Рисунок 3.1 - Убыль массы и скорость убыли массы при нагреве теплоизоляционных материалов М-11, М-11Ф

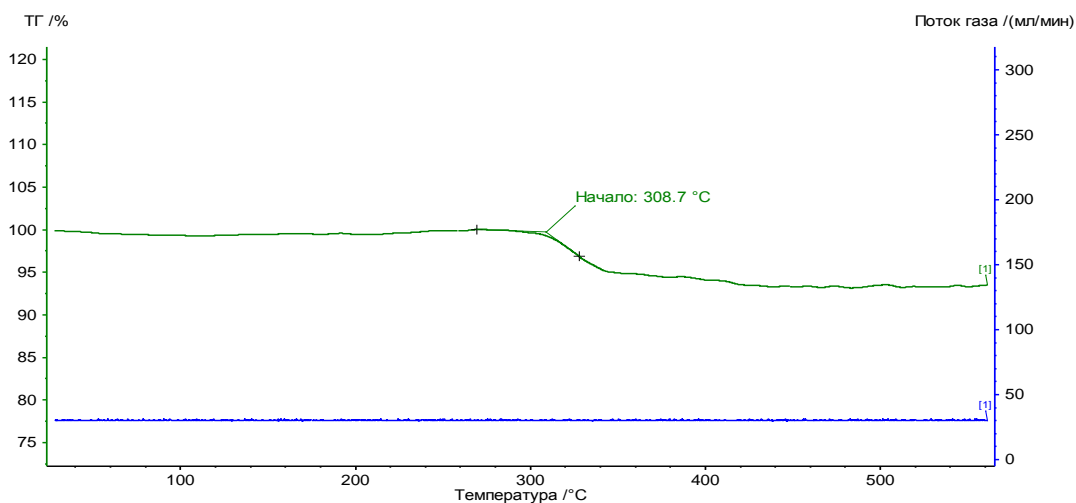


Рисунок 3.2 - Убыль массы при нагреве теплоизоляционных материалов М-15, М-15Ф, М-25, М-25Ф

Маты из штапельного стекловолокна URSA марок М-11, М-11Ф, М-15, М-15Ф, М-25, М-25Ф, изготовленные по ТУ 5763-001-71451657-2004 (с изм. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) проявляют высокую стойкость к термоокислительной деструкции.

Разложение материалов при нагреве в воздушной атмосфере начинается при температурах свыше 300°C.

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 и воды. Суммарная масса выделяющихся веществ составляет 6,67-7,23% от начальной массы материалов.

Маты 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 комнатной до 100°C выделяются летучие 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.

Характерные полосы в масс-спектрах продуктов разложения образцов теплоизоляционных материалов представлены в Приложении 3.

Результаты исследования процесса окислительной термодеструкции теплоизоляционных материалов Мат-АЛ, Мат-Т в токе воздуха проводились методом термогравиметрии (таблица 3.2.).

На основании масс-спектров идентифицированы продукты разложения материалов. Отнесение полос в масс-спектре выполнено путем сравнения с масс-спектрами известных веществ в базе данных NIST.

Таблица 3.2. Характеристики процесса окислительной термодеструкции материалов в токе воздуха

начальная температура, °С	конечная температура, °С	убыль массы, %	максимальная скорость убыли массы, %масс./мин. (пики ДТГ)	выделяющиеся газообразные продукты
теплоизоляционный материал Мат-АЛ				
комнатная температура	100	0,56		углеводороды $C_2H_x-C_9H_x$ , уксусная кислота, аммиак, фенол, формальдегид
305.5	340	6,67	1,52	углеводороды $CH_x-C_7$ ,

				уксусная кислота, углекислый газ, вода
Остаточная масса:		92,77%		
теплоизоляционный материал Мат-Т				
комнатная температура	100	0,54		углеводороды $C_2H_x$ - $C_9H_x$ , уксусная кислота, аммиак, фенол, формальдегид,
308.7	343	6,13	1,50	углеводороды $CH_x-C_7$ , уксусная кислота, углекислый газ
Остаточная масса:		93,33%		

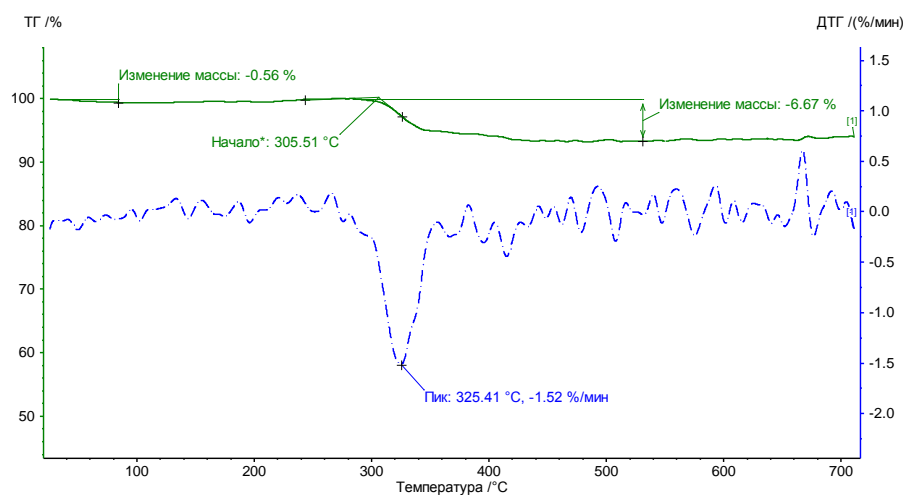


Рисунок 3.3 - Убыль массы и скорость убыли массы при нагреве теплоизоляционного материала Мат-Т

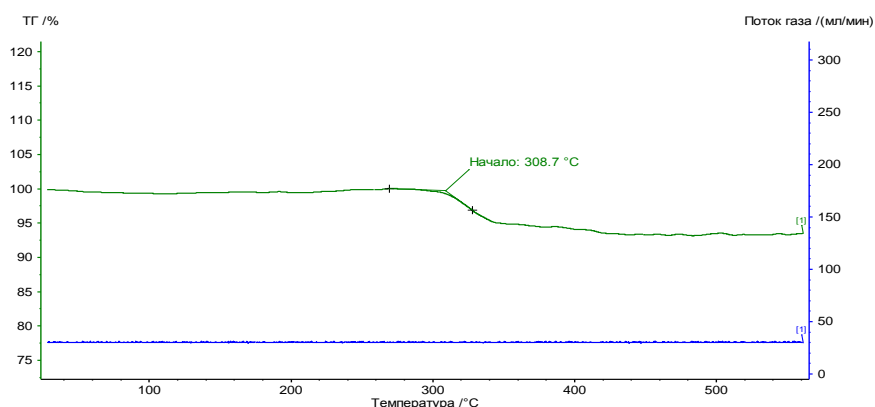


Рисунок 3.4 - Убыль массы и скорость убыли массы при нагреве теплоизоляционного материала Мат-АЛ

Теплоизоляционные материалы (маты) марок Мат-АЛ и Мат-Т проявляют высокую стойкость к термоокислительной деструкции. Разложение материалов

при нагреве в воздушной атмосфере начинается при температурах свыше 300°C (305,5°C для Мат-АЛ и 308,7°C для Мат-Т).

Теплоизоляционные материалы (маты) марок Мат-АЛ и Мат-Т содержат адсорбированные летучие вещества. В условиях эксплуатации при температурах от комнатной до 100°C выделяются летучие 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.

Характерные полосы в масс-спектрах теплоизоляционных материалов (маты) марок Мат-АЛ и Мат-Т представлены в Приложении 3.

Таблица 3.3. Характеристики процесса окислительной термодеструкции материалов в токе воздуха

начальная температура, °С	конечная температура, °С	убыль массы, %	максимальная скорость убыли массы, %масс./мин. (пики ДТГ)	выделяющиеся газообразные продукты
Теплоизоляционные материалы М-11, М-11Ф				
комнатная температура	100	0,56		углеводороды $C_2H_x-C_9H_x$ , уксусная кислота, аммиак, фенол, формальдегид
305.5	340	6,67	1,52	углеводороды $CH_x-C_7$ , уксусная кислота, углекислый газ
Остаточная масса:		92,77%		
теплоизоляционные материалы М-15, М-15Ф, М-25, М-25Ф				
комнатная температура	100	0,54		углеводороды $C_2H_x - C_9H_x$ , уксусная кислота, аммиак, фенол, формальдегид
308.7	343	6,13	1,50	углеводороды $CH_x-C_7$ , уксусная кислота, углекислый газ
Остаточная масса:		93,33%		

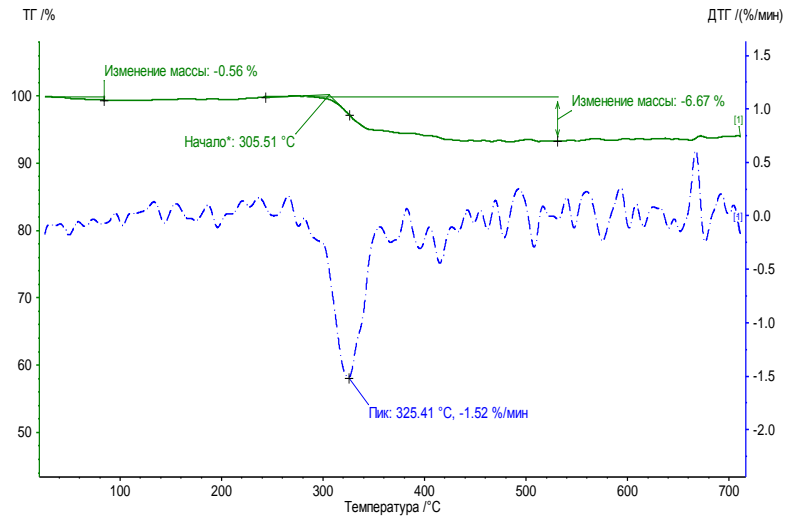


Рисунок 3.5 - Убыль массы и скорость убыли массы при нагреве теплоизоляционных материалов М-11, М-11Ф

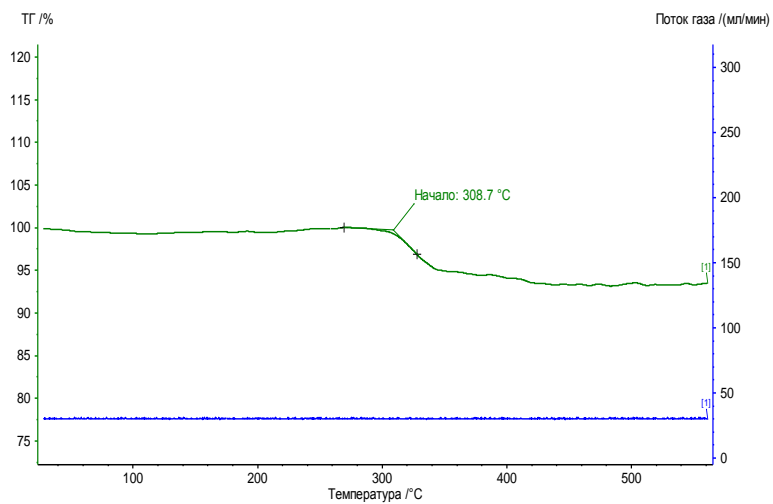


Рисунок 3.6 - Убыль массы при нагреве теплоизоляционных материалов М-15, М-15Ф, М-25, М-25Ф



Таблица 3.6. Результаты санитарно-химических исследований продуктов деструкции образцов матов из штапельного стекловолокна URSA при 24 часовой экспозиции

№ п/п	Наименование химических веществ	ПДК р.з, мг/м <sup>3</sup>	Фактические показатели химических веществ					
			М-11	М-11Ф	М-15	М-15Ф	М-25	М-25Ф
1.	Аммиак NH <sub>3</sub>	20	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
2.	Фенол C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
3.	Формальдегид HCOH	0,5	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
4.	Ацетон	200	0,017	0,009	0,008	0,008	0,003	0,013
5.	Ксилол C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	50	0,013	0,014	0,016	0,020	0,021	0,024
6.	Толуол C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	50	0,115	0,109	0,095	0,101	0,109	0,117
7.	Бензол C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	5	0,019	0,024	0,032	0,006	0,007	0,007
8.	Стирол C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	5	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
9.	Винилхлорид C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> CL	5	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
10.	Этилацетат C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	200	0,001	0,006	0,004	0,005	0,003	0,003
11.	Метилметакрилат C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> O <sub>2</sub>	0,010*	0,002	0,002	0,001	н/о	н/о	0,001
12.	Этилбензол C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	150	0,003	0,002	0,001	н/о	н/о	н/о
13.	М-Крезол C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	0,005*	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
14.	Ацетальдегид C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> OH	0,010*	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Температура, °С / Влажность, %			20°С / 40%					

\*максимально-разовые концентрации

Таблица 3.7. Результаты санитарно-химических исследований продуктов деструкции образцов матов из штапельного стекловолокна URSA при 48 часовой экспозиции

№ п/п	Наименование химических веществ	ПДК р.з, мг/м <sup>3</sup>	Фактические показатели химических веществ					
			М-11	М-11Ф	М-15	М-15Ф	М-25	М-25Ф
1.	Аммиак NH <sub>3</sub>	20	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
2.	Фенол C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
3.	Формальдегид HCOH	0,5	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
4.	Ацетон	200	0,026	0,012	0,011	0,021	0,025	0,045
5.	Ксилол C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	50	0,018	0,023	0,025	0,032	0,026	0,036
6.	Толуол C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	50	0,123	0,117	0,114	0,113	0,127	0,132
7.	Бензол C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	5	0,023	0,035	0,036	0,009	0,009	0,009
8.	Стирол C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	5	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
9.	Винилхлорид C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> CL	5	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
10.	Этилацетат C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	200	0,003	0,008	0,005	0,009	0,012	0,015
11.	Метилметакрилат C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> O <sub>2</sub>	0,010*	0,002	0,002	0,002	н/о	н/о	0,001
12.	Этилбензол C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	150	0,005	0,004	0,001	н/о	н/о	н/о
13.	М-Крезол C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	0,005*	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
14.	Ацетальдегид C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> OH	0,010*	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Температура, °С / Влажность, %			20°С / 40%					

\*максимально-разовые концентрации

Таблица 3.8. Результаты санитарно-химических исследований продуктов деструкции образцов материалов теплоизоляционных (матов) из стеклянного волокна марки Мат

№ п/п	Наименование химических веществ	ПДК р.з., мг/м <sup>3</sup>	Фактические показатели химических веществ			
			Мат-АЛ		МАТ-Т	
			Экспозиция образца <b>24 часа</b>	Экспозиция образца <b>48 часов</b>	Экспозиция образца <b>24 часа</b>	Экспозиция образца <b>48 часов</b>
1.	Аммиак NH <sub>3</sub>	20	0,007	0,010	0,009	0,012
2.	Фенол C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,3	н/о	н/о	н/о	н/о
3.	Формальдегид HCOH	0,5	н/о	н/о	н/о	н/о
4.	Ацетон	200	0,125	0,127	0,138	0,145
5.	Ксилол C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	50	0,012	0,019	0,013	0,015
6.	Толуол C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	50	0,267	0,341	0,309	0,345
7.	Бензол C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	5	0,009	0,013	0,012	0,016
8.	Стирол C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	5	н/о	н/о	н/о	н/о
9.	Винилхлорид C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> CL	5	н/о	н/о	н/о	н/о
10.	Этилацетат C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	200	0,008	0,013	0,012	0,016
11.	Метилметакрилат C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> O <sub>2</sub>	0,010*	н/о	н/о	н/о	н/о
12.	Этилбензол C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	150	0,002	0,004	0,002	0,004
13.	М-Крезол C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	0,005*	н/о	н/о	н/о	н/о
Температура, °С / Влажность, %			20 <sup>0</sup> С / 40%		40 <sup>0</sup> С / 40%	

\*максимально-разовые концентрации

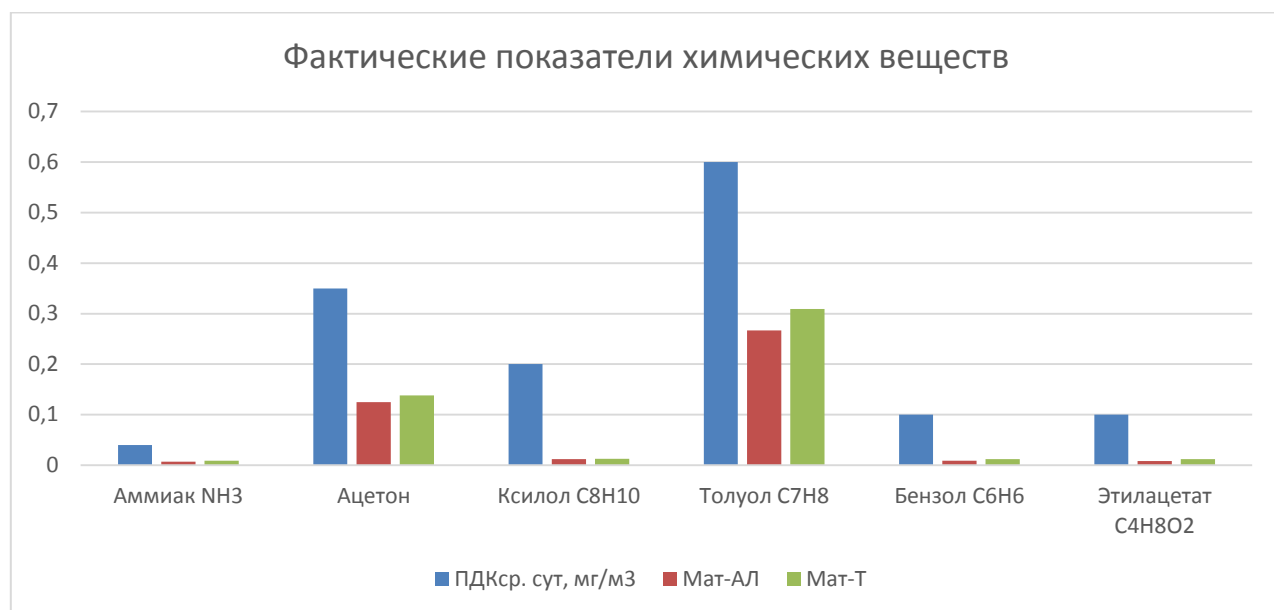


Рисунок 3.8 - Анализ результатов санитарно-химических исследований продуктов деструкции

Проведя анализ результатов санитарно-химических исследований продуктов деструкции образцов матов из штапельного стекловолокна Мат-АЛ, Мат-Т установлено содержание следующих химических веществ: аммиака, ацетона, ксилола, толуола, бензола, этилацетата, этилбензола. Указанные вещества не превышают значения предельно допустимых концентраций.

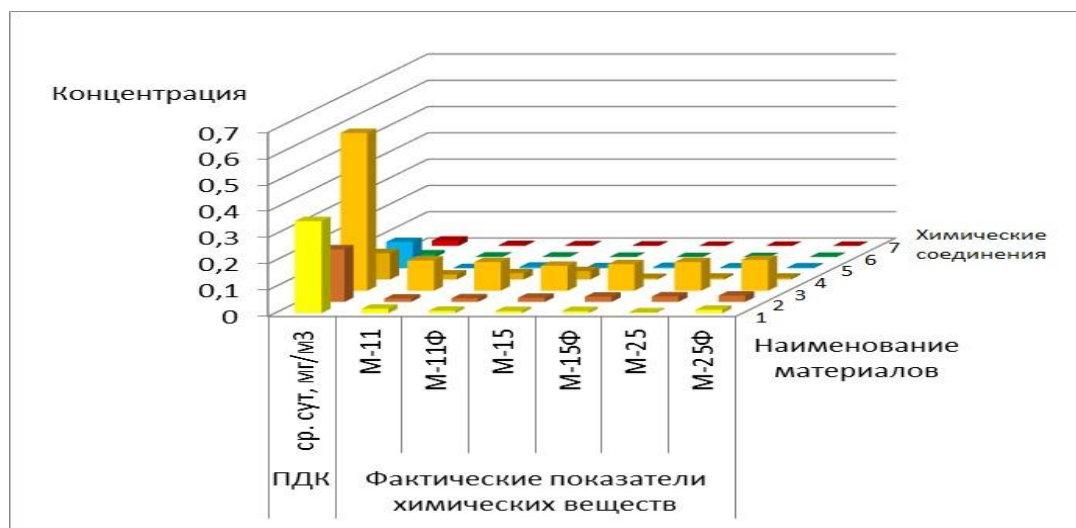


Рисунок 3.9 - Результаты анализа объемов выделения продуктов деструкции образцов матов из штапельного стекловолокна, химические вещества:

1 - аммиак, 2 - ацетон, 3 - ксилол, 4 - толуол, 5 - бензол, 6 - этилацетат, 7 - метилметакрилат

Анализируя результаты санитарно-химических исследований продуктов деструкции образцов матов из штапельного стекловолокна URSA установлено

содержание следующих химических веществ: аммиака, ацетона, ксилола, толуола, бензола, этилацетата, метилметакрилата. Указанные вещества не превышают значения предельно допустимых концентраций.

### 3.3. Определение коэффициента теплопроводности

Теплопроводность – способность материальных тел к переносу энергии (теплообмену) от более нагретых частей тела к менее нагретым частям тела, осуществляемому хаотически движущимися частицами тела (атомами, молекулами, электронами и т.п.). Такой теплообмен может происходить в любых телах с неоднородным распределением температур, но механизм переноса теплоты будет зависеть от агрегатного состояния вещества.

Теплопроводностью называется также количественная характеристика способности тела проводить тепло. В сравнении тепловых цепей с электрическими это аналог проводимости.

Количественно способность вещества проводить тепло характеризуется коэффициентом теплопроводности. Эта характеристика равна количеству теплоты, проходящему через однородный образец материала единичной длины и единичной площади за единицу времени при единичной разнице температур (1 К). В системе СИ единицей измерения коэффициента теплопроводности является Вт/(м·К).

Передача тепловой энергии связана с перетеканием гипотетического теплорода от одного тела к другому. С развитием молекулярно-кинетической теории явление теплопроводности получило своё объяснение на основе взаимодействия частиц вещества. Молекулы в более нагретых частях тела движутся быстрее и передают энергию посредством столкновений медленным частицам в более холодных частях тела.

Таблица 3.9. Спецификация ISOTEC Mat-T-40

Толщина, мм	от 20 до 240
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	29±10%
Коэффициент теплопроводности $\lambda_{10}$ , Вт/м <sup>2</sup> *К	0,032

$\lambda_{25}$ , Вт/м <sup>2</sup> *К	0,034
$\lambda_{125}$ , Вт/м <sup>2</sup> *К	0,046
Класс пожарной опасности для плит без покрытия	КМО
Группа горючести для плит без покрытия	НГ
Рабочая температура, °С	от минус 60 до 350

Таблица 3.10. Спецификация URSA

	М-11	М-15	М-25
Толщина, мм	50-240	40-240	25-180
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	10-13	14-17	21-25
Коэффициент теплопроводности			
$\lambda_{10}$ , Вт/м <sup>2</sup> *К	0,040	0,037	0,034
$\lambda_{25}$ , Вт/м <sup>2</sup> *К	0,044	0,040	0,037
$\lambda_{125}$ , Вт/м <sup>2</sup> *К	0,085	0,075	0,060
Класс пожарной опасности для плит без покрытия	КМ1	КМ1	КМ1
Группа горючести для плит без покрытия	НГ	НГ	НГ
Рабочая температура, °С	270	270	270

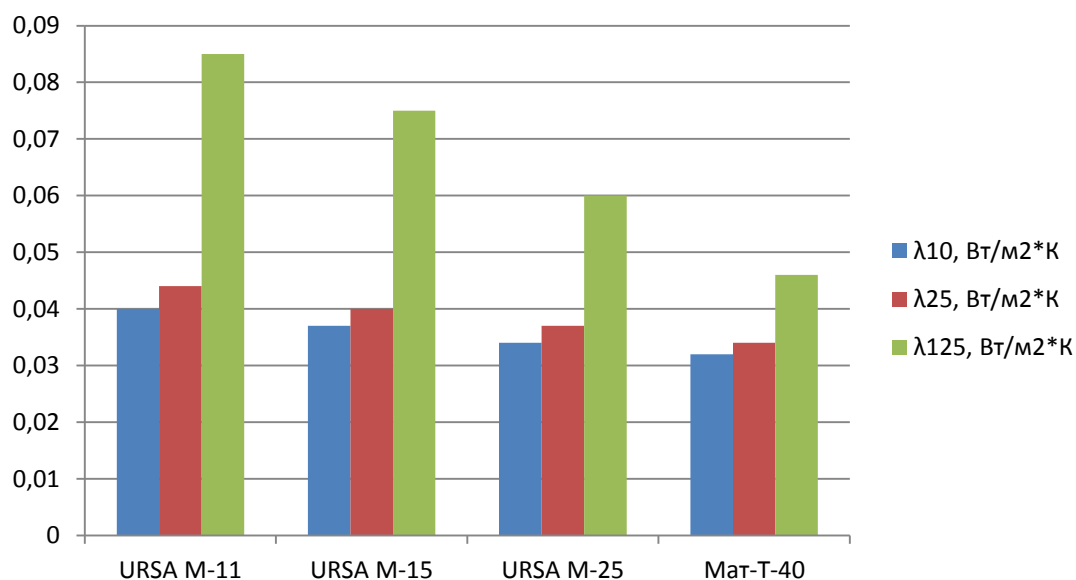


Рисунок 3.7 - Значения коэффициента теплопроводности для теплоизоляционных материалов URSA и Mat-T

### 3.4. Определение индекса токсичности теплоизоляционных материалов

На основании проведенных исследований установлено, что величина индекса токсичности образцов матов из штапельного стекловолокна URSA составила [105]:

- М-11 – 13,3% при норме до 20%;
- М-11Ф – 13,8% при норме до 20%;
- М-15 – 17,2% при норме до 20%;
- М-15Ф – 17,6% при норме до 20%;
- М-25 – 17,2% при норме до 20%;
- М-25Ф – 17,6% при норме до 20%.

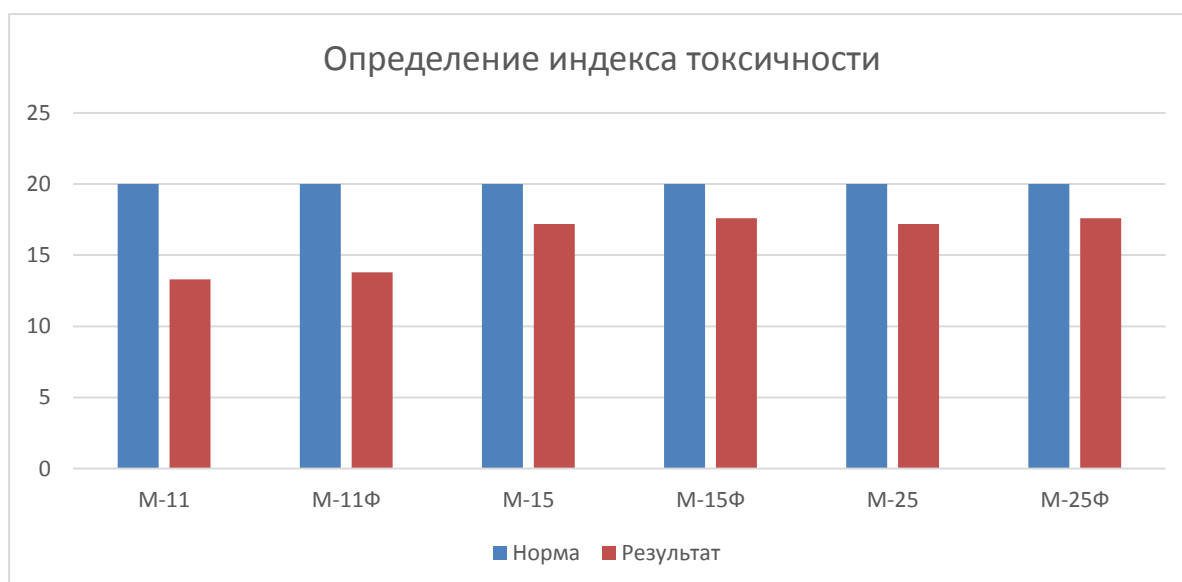


Рисунок 3.8 - Анализ испытаний по определению индекса токсичности

На основании проведенных исследований установлено, что величина индекса токсичности образцов изделий теплоизоляционных (матов) из стеклянного волокна Мат составила:

- марка Мат-АЛ – 14,8% при норме до 20%;
- марка Мат-Т – 15,2% при норме до 20%.

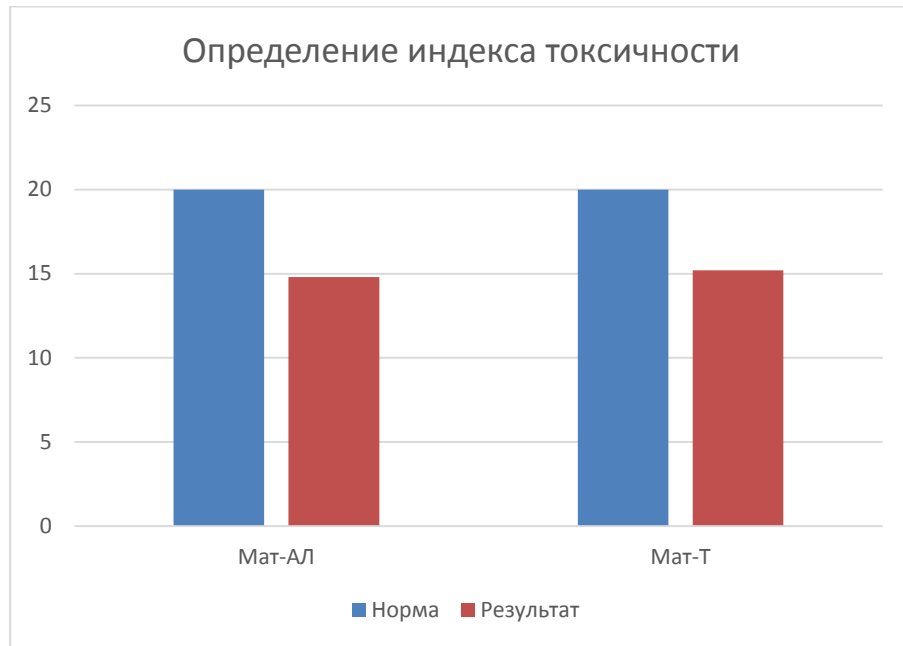


Рисунок 3.9 - Анализ исследований по определению индекса токсичности теплоизоляционных материалов из штапельного стекловолокна Мат-АЛ, Мат-Т

По результатам исследований нами установлено, что теплоизоляционные материалы URSA и Мат-АЛ, Мат-Т, соответствуют требованиям СП 2.5.1198-03 «Санитарные правила по организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте», Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), Стандарта 2.15.11.04-07 «Санитарно-гигиеническая безопасность материалов, предназначенных для внутреннего оборудования пассажирских вагонов» и могут быть рекомендованы для использования в качестве теплоизоляционных материалов, применяемых при изготовлении и ремонте пассажирских вагонов. [79]

### 3.5. Анализ результатов исследований материалов на способность к изоляции воздушного шума

Целью исследований являлось определение акустических характеристик теплозвукоизолирующих материалов [111].



Таблица 3.11. Частотные характеристики реверберационного коэффициента звукопоглощения  $\alpha_s(f)$  изделий из стеклянного штапельного волокна «URSA GEO» плит марок П-15, П-20 и П-30

Среднегеометрические частоты 1/3 – октавных полос, Гц	Коэффициенты звукопоглощения плит марок:		
	П-15	П-20	П-30
100	0,28	0,28	0,23
125	0,31	0,41	0,38
160	0,53	0,56	0,45
200	0,59	0,63	0,52
250	0,68	0,77	0,68
320	0,77	0,85	0,78
400	0,83	0,97	0,92
500	0,94	1,00	0,97
630	0,97	0,98	0,92
800	0,98	0,98	0,94
1000	0,99	0,98	0,95
1250	0,95	0,98	0,92
1600	0,90	0,92	0,86
2000	0,83	0,87	0,81
2500	0,77	0,79	0,76
3200	0,71	0,73	0,68
4000	0,63	0,67	0,66
5000	0,57	0,56	0,57

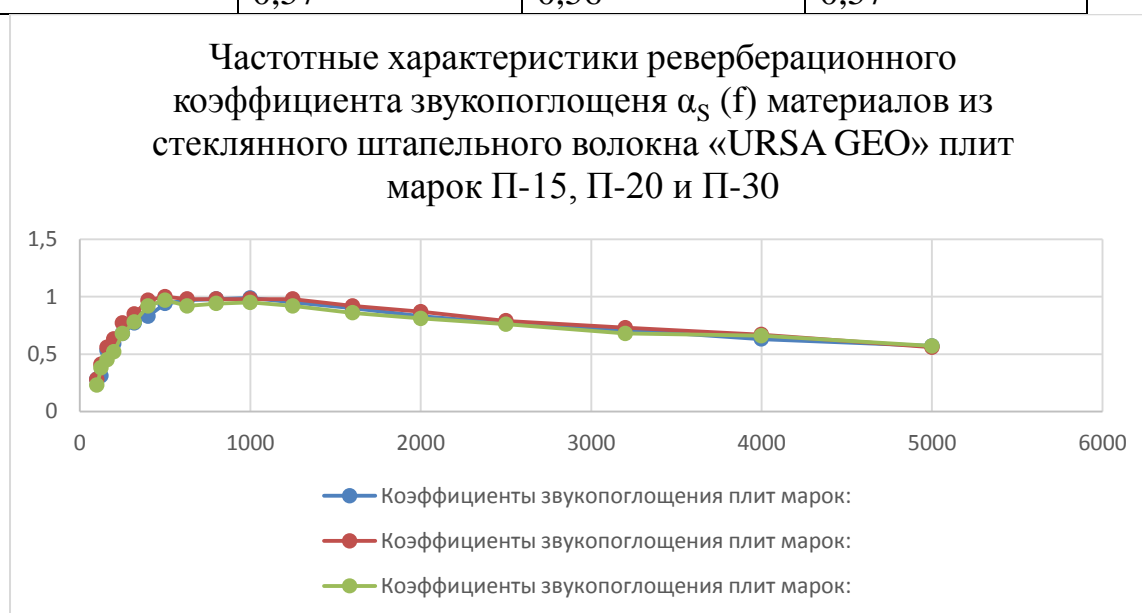


Рисунок 3.10 - Анализ частотных характеристик реверберационного коэффициента звукопоглощения  $\alpha_s(f)$  материалов из стеклянного штапельного волокна «URSA GEO» плит марок П-15, П-20 и П-30

Таблица 3.12. Частотные характеристики реверберационного коэффициента звукопоглощения  $\alpha_S(f)$  изделий из стеклянного штапельного волокна «URSA GEO» плит марок П-35, «Фасад» и «Универсальные плиты»

Среднегеометрические частоты 1/3 октавных полос, Гц	Коэффициенты звукопоглощения плит марки П-35
100	0,31
125	0,42
160	0,48
200	0,59
250	0,78
320	0,83
400	0,89
500	0,91
630	0,92
800	0,90
1000	0,92
1250	0,90
1600	0,86
2000	0,82
2500	0,79
3200	0,76
4000	0,74
5000	0,69

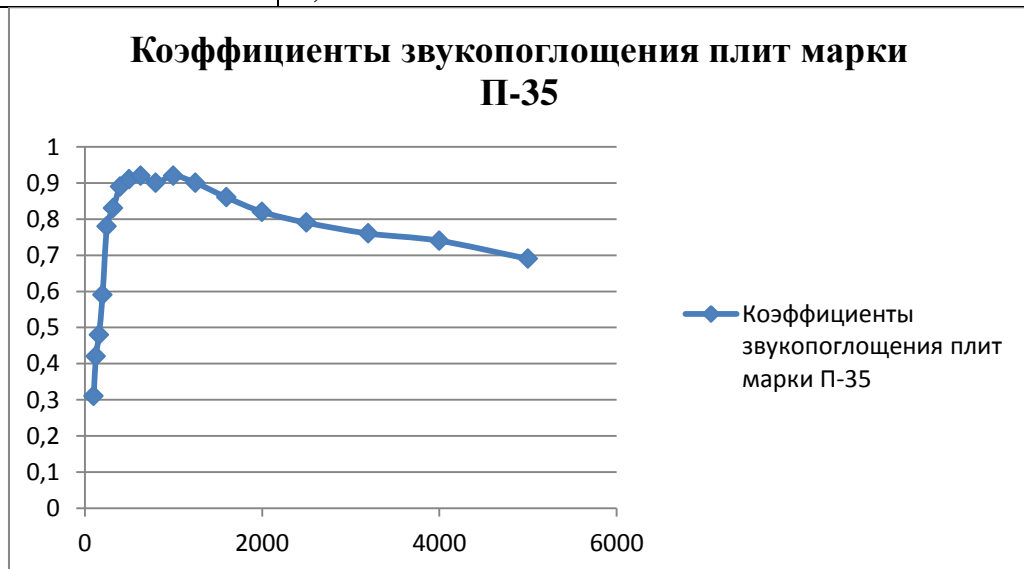


Рисунок 3.11 - Анализ коэффициентов звукопоглощения плит марки П-35

Таблица 3.13. Частотные характеристики реверберационного коэффициента звукопоглощения  $\alpha_s$  (f) материалов из стеклянного штапельного волокна «URSA GEO» плит марок М-11, М-15 и М-25

Среднегеометрические частоты 1/3 – октавных полос, Гц	Коэффициенты звукопоглощения плит марок:		
	М-11	М-15	М-25
100	0,24	0,32	0,42
125	0,30	0,44	0,60
160	0,44	0,66	0,76
200	0,57	0,78	0,86
250	0,66	0,90	0,94
320	0,74	0,96	1,00
400	0,84	1,00	1,00
500	0,88	1,00	1,00
630	0,95	1,00	1,00
800	0,94	1,00	0,98
1000	0,93	1,00	0,94
1250	0,92	0,96	0,91
1600	0,90	0,88	0,87
2000	0,88	0,80	0,81
2500	0,85	0,78	0,75
3200	0,84	0,70	0,68
4000	0,78	0,69	0,60
5000	0,72	0,65	0,52

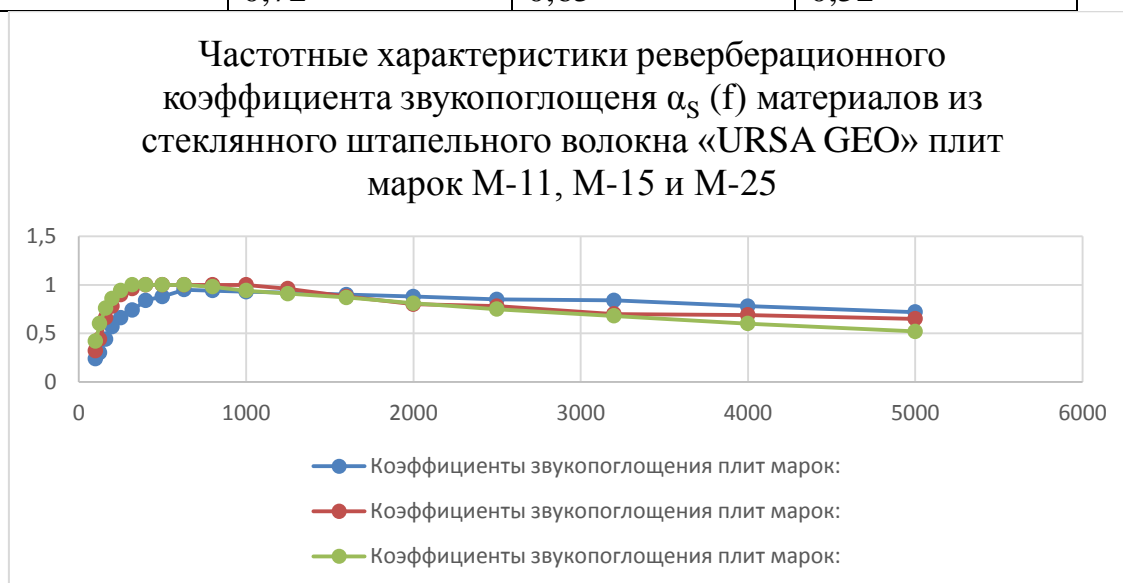


Рисунок 3.12 - Анализ частотных характеристик реверберационного коэффициента звукопоглощения  $\alpha_s$  (f) материалов из стеклянного штапельного волокна «URSA GEO» плит марок М-11, М-15 и М-25

Результаты проведенных исследований показали, что при размещении плит марок П-15, П-20, П-30, П-35, матов М-11, М-15, М-25 непосредственно на жестком основании, наиболее эффективной областью звукопоглощения является диапазон средних частот. Для практического применения в соответствии с требованиями ГОСТ 23499-2009 «Материалы и изделия строительные звукопоглощающие и звукоизоляционные. Классификация и общие технические требования» звукопоглощающие свойства материалов и изделий оценивают одним числом – индексом звукопоглощения  $\alpha_w$ . В зависимости от полученных значений индекса звукопоглощения материалы и изделия должны быть отнесены к одному из пяти классов, указанных в ГОСТ 23499 «Материалы и изделия звукоизоляционные и звукопоглощающие строительные. Общие технические условия». Процедура определения индекса звукопоглощения изложена в ГОСТ Р 53377-2009 «Материалы акустические звукопоглощающие, применяемые в зданиях. Оценка звукопоглощения». Для вычисления индексов звукопоглощения полученные значения реверберационных коэффициентов звукопоглощения в 1/3 – октавных полосах частот были пересчитаны в октавные значения средних коэффициентов звукопоглощения.

Таблица 3.13. Частотные характеристики реверберационных коэффициентов звукопоглощения  $\alpha_s(f)$  материалов из стеклянного штапельного волокна «URSA GEO» плит марок П-15, П-20 и П-30 в октавных полосах частот

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	П-15	П-20	П-30
125	0,40	0,40	0,35
250	0,70	0,75	0,80
500	0,90	1,00	0,95
1000	0,90	1,00	0,95
2000	0,80	0,90	0,80
4000	0,65	0,70	0,65

Таблица 3.14. Частотные характеристики реверберационных коэффициентов звукопоглощения  $\alpha_s$  (f) материалов из стеклянного штапельного волокна «URSA GEO» плит марок П-35 в октавных полосах частот

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	П-35
125	0,40
250	0,75
500	0,90
1000	0,90
2000	0,80
4000	0,75

Таблица 3.15. Частотные характеристики реверберационных коэффициентов звукопоглощения  $\alpha_s$  (f) материалов из стеклянного штапельного волокна «URSA GEO» плит марок М-11, М-15 и М-25 в октавных полосах частот

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	М-11	М-15	М-25
125	0,35	0,50	0,60
250	0,65	0,90	0,95
500	0,90	1,00	1,00
1000	0,95	1,00	0,95
2000	0,90	0,80	0,80
4000	0,80	0,70	0,60

По результатам исследований индексов звукопоглощения теплозвукоизоляционные материалы из стеклянного штапельного волокна «URSA GEO» следует отнести к классам:

Плиты П-15 (толщина 50 мм) – с индексом  $\alpha_w=0,80$  к классу В;

Плиты П-20 (толщина 50 мм) – с индексом  $\alpha_w=0,90$  к классу А;

Плиты П-30 (толщина 50 мм) – с индексом  $\alpha_w=0,80$  к классу В;

Плиты П-35 (толщина 50 мм) – с индексом  $\alpha_w=0,85$  к классу В;

Маты М-11 (толщина 50 мм) с индексом  $\alpha_w=0,90$  к классу А;

Маты М-15 (толщина 50 мм) с индексом  $\alpha_w=0,85$  к классу В;

Маты М-25 (толщина 50 мм) – с индексом  $\alpha_w=0,80$  к классу В.

Для установления возможности применения указанных теплозвукоизоляционных материалов из стеклянного штапельного волокна «URSA GEO» в качестве упругих прокладок в конструкциях «плавающих» полов (стяжек), на вибростенде по ГОСТ 16297-80 «Материалы звукоизоляционные

и звукопоглощающие. Методы исследований» были выполнены измерения динамических характеристик (динамического модуля упругости  $E_d$  и относительного сжатия  $\epsilon_d$ ) плит П-60 и П-75 при нагрузках  $2000 \text{ Н/м}^2$  и  $5000 \text{ Н/м}^2$ . Затем в звукомерных (реверберационных) камерах для проведения исследований 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.

Таблица 3.16. Динамические характеристики (динамический модуль упругости и коэффициент относительного сжатия) материалов из стеклянного штапельного волокна «URSA GEO» плит марок П-60 и П-75

Марка плиты, толщина слоя, мм	Динамический модуль упругости $E_d$ , Мпа и относительное сжатие $\epsilon_d$ при нагрузках, $\text{Н/м}^2$			
	2000		5000	
	$E_d$	$\epsilon_d$	$E_d$	$\epsilon_d$
П-60, 20 мм	0,15	0,22	0,50	0,32
П-75, 50 мм	0,40	0,30	0,80	0,42

Таблица 3.17. Частотные характеристики снижения приведенного уровня шума плавающей стяжкой толщиной 40 мм и с поверхностной плотностью около  $100 \text{ кг/м}^2$ , уложенной звукоизоляционному слою из плит марок П-60 и П-75 толщиной 20 и 50 мм, изготовленных из стеклянного штапельного волокна «USA GEO»

Частота 1/3 октавных полос, Гц	Снижение уровня ударного шума $\Delta L$ , дБ, стяжкой, уложенной на звукоизоляционный слой из плит:	
	П-60, 20 мм	П-75, 50 мм
100	15,3	21,5
125	15,5	23,1
160	18,4	26,3
200	20,4	27,3
250	22,6	29,2
320	25,9	31,6
400	28,0	32,2
500	30,4	32,4
630	31,7	32,7
800	33,9	34,5
1000	35,3	36,2

1250		37,3	38,6
1600		39,6	41,8
2000		42,0	45,0
2500		45,0	48,3
3200		46,9	52,0
Индекс изоляции шума полом $\Delta L$ , дБ	улучшения ударного шума	36	41

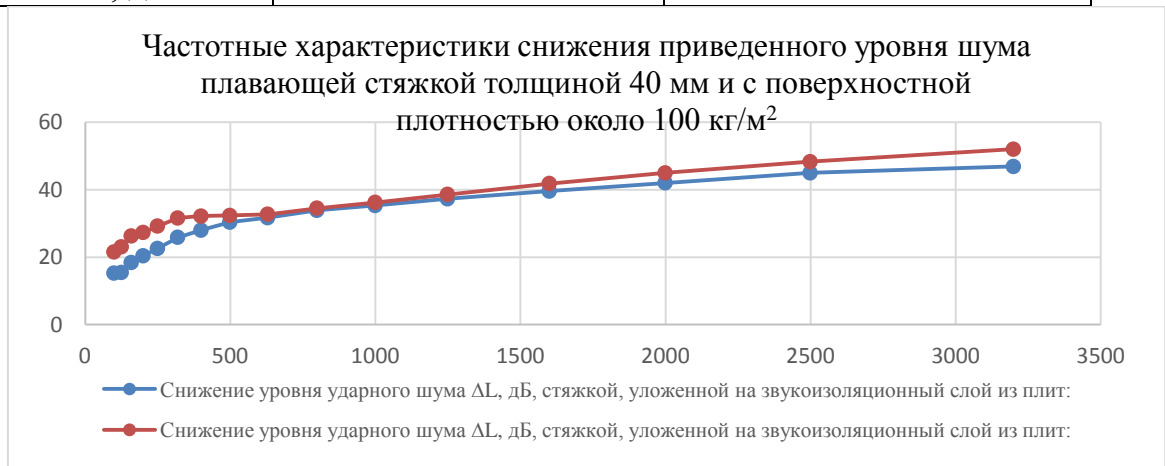


Рисунок 3.13 - Анализ частотных характеристик снижения приведенного уровня шума плавающей стяжкой толщиной 40 мм и с поверхностной плотностью около 100 кг/м<sup>2</sup>

Динамические характеристики плит П-60 и П-75 отвечают требованиям ГОСТ 23499-2009 «Материалы и изделия строительные звукопоглощающие и звукоизоляционные. Классификация и общие технические требования» и СНиП 23-03-2003 «Защита от шума». Индексы улучшения изоляции ударного шума  $\Delta L_{пв}$ , благодаря плавающей стяжке, уложенной по теплоизоляционному слою из указанных плит, составили: при толщине слоя 20 мм из плит П-60 – 36 дБ, при толщине слоя 50 мм из плит П-75 – 41 дБ. [44, 45]

По показателям звукопоглощения, материалы (плиты и маты) из стеклянного штапельного волокна «URSA GEO» соответствуют требованиям СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» и Технические условия 5763-001-71451657-2004\* и рекомендуются для применения в строительстве в звукоизолирующих и звукопоглощающих конструкциях для снижения шума в помещениях жилых, общественных и производственных зданий, а также для применения в помещениях со специальными требованиями к акустическим характеристикам (залы театров и кинотеатров). [45, 48]

Звуковое поле в реверберационной камере однородное и изотропное, поэтому измеренные уровни звукового давления в зависимости от места расположения микрофона (в 4-х точках) изменялись незначительно (на 1-2 дБ). Кроме указанных вариантов покрытий испытательных труб дополнительно было проведено испытание материала марки URSA GEO M-25 толщиной 50 мм, установленном на воздуховоде диаметром 160 мм (в техническом задании данный вариант отсутствует).

По результатам акустических испытаний тепло- и звукоизолирующих покрытий можно отметить следующее:

1. За счет установки тепло- и звукоизолирующих покрытий уровни шума, излучаемые трубой в измерительное помещение, значительно снижаются, особенно на высоких частотах. На них также видно, что характер шума, излучаемого трубами без покрытий, определяется зависимой от частоты звукоизолирующей их стенок.

2. Акустическая эффективность покрытий, определенная и по звуковому давлению, и по звуковой мощности, в диапазоне низких частот (до 250 Гц) не более 8 дБ. Затем она существенно повышается и достигает на высоких частотах 23-28 дБ.

В целях применения и обеспечения безопасности теплоизоляционных материалов URSA на пассажирских вагонах проведена оценка пределов огнестойкости, пределов распространения огня и классов пожарной опасности.

Для конструкций покрытий различают следующие виды предельных состояний по потере огнестойкости: потеря несущей способности (R) вследствие обрушения конструкции или возникновения предельных деформаций; потеря целостности (E) в результате образования в конструкции сквозных трещин или отверстий, через которые на необогреваемую поверхность проникают продукты горения или пламя.

Измерение уровней звукового давления в третьоктановых полосах частот проводились в каждом из помещений в шести точках, как это предписывает указанный ГОСТ 27296-12, для каждого положения источника шума.

Минимальное расстояние измерительных точек от ограждающих конструкций (стен камер) составляло 0,5 м. соответственно минимальное расстояние



от источника шума составляло 1,0 м перед проведением измерений звукового давления в обоих помещениях (при выключенном источнике шума) были проведены измерения уровней фонового шума. Следует отметить, что эти уровни значительно (более чем на 10 дБ) ниже уровней шума во время последующих измерений изоляции воздушного шума исследуемыми конструкциями.

Исследования проводились с целью оценки вибростойкости теплоизоляционных и звукоизоляционных изделий марки URSA GEO по двум материалам с наименьшим ( $10 \text{ кг/м}^3$ ) и наибольшим ( $60 \text{ кг/м}^3$ ) показателями плотности в условиях воздействия длительной вибрационной нагрузки, которая характерна при эксплуатации пассажирских вагонов.

В качестве объектов исследований использовались специально изготовленные металлические макеты фрагментов ограждающих конструкций вагона (фрагмент крыши и два фрагмента боковых стен), в которые был заложен теплоизоляционный материал. Макеты были установлены и закреплены в специальном крепежном устройстве на вибростенде. Для наблюдения за состоянием испытываемого материала вместо наружных стенок на макетах было установлено прозрачное органическое стекло толщиной 4 мм. Укладка теплоизоляционного материала в макеты производилась без уплотнения и поджатия по высоте и ширине. Материал нарезался по высоте и ширине по размерам макетов. По толщине материал так же укладывался без поджатия. Для исследований были представлены теплоизоляционные материалы марки URSA GEO Лайт со средней плотностью  $10 \text{ кг/м}^3$  и марки URSA GEO П-60 со средней плотностью  $60 \text{ кг/м}^3$ . Для создания одинаковых условий оба материала были испытаны одновременно, поэтому в один из макетов боковой стенки был уложен материал URSA GEO Лайт, а в другой – URSA GEO П-60. В макете крыши половина внутреннего объема была заполнена материалом URSA GEO Лайт, другая половина – материалом URSA GEO П-60.

Более детальное обследование теплоизоляционного материала проводилось после окончания исследований при демонтаже макетов. Оценка вибростойкости теплоизоляции проводилась по следующим признакам:

- отсутствие визуально различимых признаков усадки материала по верхней кромке и по боковым контурам макетов;

- отсутствие видимого расслоения и (или) разрушения материала теплоизоляции после демонтажа макетов ограждающих конструкций вагона. При отсутствии данных признаков можно заключить, что теплоизоляционный материал исследования на вибростойкость выдержал.

Проведенные исследования теплоизоляционных материалов марки URSA GEO Лайт и марки URSA GEO П-60 показали следующее:

- при визуальном осмотре макета фрагмента боковой стенки вагона с материалом URSA GEO Лайт усадка не обнаружена;

- при визуальном осмотре макета фрагмента боковой стенки вагона с материалом URSA GEO П-60 усадка не обнаружена;

- при визуальном осмотре макета фрагмента крыши вагона с материалами URSA GEO Лайт и URSA GEO П-60 усадка не обнаружена;

- после демонтажа макетов признаков расслоения или разрушения теплоизоляционных материалов не отмечено.

Учитывая результаты проведенных исследований материалов с минимальной и максимальной плотностью эти результаты могут распространяться на промежуточные варианты теплоизоляционных материалов из стеклянного штапельного волокна, выпускаемых ООО «УРСА Евразия» по ТУ 5763001-71451657-2004 [3] с изменениями 1-8 и имеющих плотность в интервале 10...60 кг/м<sup>3</sup>.

Материалы теплоизоляционные и звукоизоляционные из стеклянного штапельного волокна URSA GEO, изготовленные ООО «УРСА Евразия» в соответствии с ТУ 5763001-71451657-2004 с изм. 1-8, с точки зрения вибростойкости могут использоваться в вагоностроении в качестве тепло- и звукоизоляции пассажирских вагонов.

### 3.6. Испытания материалов на огнестойкость

Оценка огнестойкости покрытий проводится при условии теплового воздействия с нижней стороны.

Целостность рассматриваемых конструкций обеспечивается отсутствием в них сквозных отверстий и заполнением стыковых соединений между плитами бетонным раствором на всю толщину плит (для покрытий из сборных плит), в нижней части плита имеет профилированный стальной лист Н60-845-0,9, являющийся несъемной опалубкой [105].

Для конструкций перекрытий изготовленных с применением многопустотных плит в качестве толщины плиты принимается эффективная толщина, которая вычисляется отношением разности площади поперечного сечения плиты и площади пустот к ширине плиты. Для плиты марки ПБ60-12-8 эффективная толщина составляет 183 мм, для плиты 1ПК60-12-ФIV эффективная толщина – 116 мм.

В соответствии с данными, приведенными в СТО 36554501-006-2006 «Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций» огнестойкость железобетонной плиты толщиной 200 мм и расстоянием до оси арматуры 40 мм составляет 120 минут (RE 120), для плиты толщиной 183 мм и расстоянием до оси арматуры 20 мм – 45 минут (RE 45), для плиты толщиной 116 мм и расстоянием до оси арматуры 30 мм – 60 минут (RE 60), для плиты толщиной 115 мм и расстоянием до оси арматуры 39 мм – 90 минут (RE 90). [71]

Сущность метода оценки предела распространения огня заключается в определении размеров повреждений конструкции вследствие ее горения за пределами зоны нагрева – в контрольной зоне. Тепловое воздействие на образец осуществляется по «стандартному тепловому режиму» в течение 15 минут. При этом плиты и настилы покрытий испытываются при тепловом воздействии снизу.

Рассматриваемые типы покрытий своей основой имеют железобетонные плиты с минимальной толщиной 115 мм (конструкция четвертого типа). При одностороннем тепловом воздействии на подобную железобетонную плиту

в течение 15 минут температура на ее необогреваемой поверхности не повысится и вышележащие сгораемые слои не подвергнутся термическим повреждениям.

Таким образом, предел распространения огня по всем типам рассматриваемых покрытий составит 0 см.

При определении класса пожарной опасности в соответствии с требованиями ГОСТ 30403-96 «Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности» определяются следующие показатели:

- наличие теплового эффекта от горения или термического разложения составляющих конструкцию материалов;
- наличие пламенного горения газов или расплавов, выделяющихся из конструкции в результате термического разложения составляющих ее материалов;
- размеры повреждения конструкции и составляющих ее материалов.

Исследования материалов на пожарную опасность по ГОСТ 30403-2012 проводятся в течение времени, которое соответствует пределу огнестойкости конструкции, но не более 45 минут.

При оценке класса пожарной опасности конструкций не учитываются повреждения слоев пароизоляции толщиной не более 2,0 мм.

Классы пожарной опасности вышеописанных теплоизоляционных материалов будут определяться максимальными температурами на границе негорючего слоя и сгораемого слоя пенополистирола URSA.

В соответствии с данными, приведенными в СТО 36554501-006-2006 при одностороннем тепловом воздействии на железобетонную плиту толщиной 100 мм в течение 45 минут температура на необогреваемой поверхности не повысится более чем на 50°C. Минимальная толщина плиты рассматриваемых конструкций покрытий составляет 115 мм, что превышает вышеуказанную и, следовательно, температуры на необогреваемых поверхностях рассматриваемых покрытий будут ниже.

Таким образом, температуры на необогреваемых поверхностях рассматриваемых типов перекрытий не выйдут за пределы нормальной температуры эксплуатации для вышележащих слоев сгораемых материалов.

Установки верхнего слоя из тротуарной плитки не повлияет на класс пожарной опасности покрытий.

Учитывая вышеизложенное, класс пожарной опасности рассматриваемых конструкций покрытий всех типов составит К0.

Предел огнестойкости для конструкций первого типа составляет не менее RE 120, для конструкций второго типа не менее RE 45, конструкций третьего типа не менее RE 60, конструкции четвертого типа – не менее RE 90.

Класс пожарной опасности конструкций покрытий всех типов составляет К0.

Предел распространения огня по всем типам рассмотренных покрытий составляет 0 см.

Для определения целесообразности применения перегородки двойной из пазогребневых плит URSA 900x300x80 мм полнотелых плотностью в естественном состоянии  $1000 \text{ кг/м}^3$ , собранной на клей для пазогребневых плит Knauf Фуген, заполненный минеральным теплоизоляционным материалом URSA TERRA 34 PN, ошпаклеванной с двух сторон гипсовой Knauf Ротбанд слоем не более 3 мм, толщиной 216 мм, в качестве звукоизоляционных материалов в пассажирском вагоне строении проведены исследования конструкций в соответствии с ГОСТ 27296-12 «Защита от шума в строительстве. Звукоизоляция ограждающих конструкций. Методы измерения» и ГОСТ 10140-2-2012 «Акустика. Лабораторные измерения звукоизоляции элементов зданий. Часть 2. Измерение звукоизоляции воздушного шума». Оценка проводилась в соответствии с СП 51.13330.2011 «Защита от шума» (актуализированная редакция СНиП 23-03-203). [9, 135]

Были исследованы перегородки с обшивкой из гипсокартонных листов:

- каркас 100 мм + минеральная вата 100 мм + одинарная обшивка гипсокартонными листами 1ГКЛ-100-1ГКЛ. Общая толщина перегородки 225 мм;
- каркас 100 мм + минеральная вата 100 мм + двойная обшивка гипсокартонными листами 2ГКЛ-100-2ГКЛ. Общая толщина перегородки 250 мм.
- двойной каркас по 100 мм + минеральная вата 2x50мм + тройная обшивка гипсокартонными листами – 3 ГКЛ-2x100-3ГКЛ. Общая толщина перегородки 275 мм;

В качестве заполнения каркаса во всех перегородках использован материал URSA с плотностью  $20 \text{ кг/м}^3$  (толщина 100 мм).

В «камере высокого уровня» (КВУ), имеющей объем  $V=200 \text{ м}^3$ , устанавливался источник шума фирмы «Брюль и Кьер» (Дания), создающий широкополосный «белый» шум высокого уровня и постоянной мощности во всем измерительном диапазоне частот. Источник шума располагался последовательно в двух точках – в углах помещения на расстоянии не менее 2,0 м от стен КВУ.

В смежном помещении, «камере низкого уровня» (КНУ), имеющей объем  $V=112 \text{ м}^3$ , регистрировалось звуковое поле, уровни звукового давления в котором зависят от звукоизоляции разделяющей помещения исследуемой конструкции.

В помещении «низкого уровня» измерялось также время реверберации, необходимое для определения величин эквивалентной площади поглощения, используемых для расчета частотной характеристики изоляции воздушного шума исследуемыми конструкциями. Источник шума располагался в помещении «низкого уровня» в двух точках – в углах помещения на расстоянии не менее 2,0 м.

Таблица 3.18. Циклические режимы воздействия на образцы материалов в климатической камере.

№ цикла	№ образца	Соляной раствор		УФ облучение		Щелочной раствор		Морозостойкость		Кислый раствор		Температуростойкость, влажность	
		Норматив по ГОСТ 24866	Фактический результат	Норматив по ГОСТ 24866	Фактический результат	Норматив по ГОСТ 24866	Фактический результат	Норматив по ГОСТ 24866	Фактический результат	Норматив по ГОСТ 24866	Фактический результат	Норматив по ГОСТ 9.902-81	Фактический результат
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1,2	NaCl 3%	Дефектов не установлено	80 Вт/м <sup>2</sup>	Дефектов не установлено	NaHCO <sub>3</sub> 3%	Дефектов не установлено	-20 °С	Дефектов не установлено	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 3%	Дефектов не установлено	15-30 °С 95±3 %	Дефектов не установлено
2	1,2	NaCl 3%	Дефектов не установлено	80 Вт/м <sup>2</sup>	Дефектов не установлено	NaHCO <sub>3</sub> 3%	Дефектов не установлено	-30 °С	Дефектов не установлено	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 3%	Дефектов не установлено	15-30 °С 95±3 %	Дефектов не установлено
3	1,2	NaCl 3%	Дефектов не установлено	80 Вт/м <sup>2</sup>	Дефектов не установлено	NaHCO <sub>3</sub> 3%	Дефектов не установлено	-40 °С	Дефектов не установлено	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 3%	Дефектов не установлен	15-30 °С 95±3 %	Дефектов не установлено
4	1,2	NaCl 3%	Дефектов не установлено	80 Вт/м <sup>2</sup>	Дефектов не установлен	NaHCO <sub>3</sub> 3%	Дефектов не установлен	-20 °С	Дефектов не установлено	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 3%	Дефектов не установлено	15-30 °С 95±3 %	Дефектов не установлено

5	1,2	NaC I 3%	Дефект ов не устано влено	80 BT/m <sup>2</sup>	Дефек тов не устан ов лено	NaH CO <sub>3</sub> 3%	Дефек тов не устан ов лено	-30 °C	Дефектов не установле но	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 3%	Дефек тов не устан ов лено	15-30 °C 95±3 %	Дефект ов не установ лено
6	1,2	NaC I 3%	Дефект ов не устано влено	80 BT/m <sup>2</sup>	Дефек тов не устан ов лено	NaH CO <sub>3</sub> 3%	Дефек тов не устан ов лено	-40 °C	Дефектов не установле но	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 3%	Дефек тов не устан ов лено	15-30 °C 95±3 %	Дефект ов не установ лено
7	1,2	NaC I 3%	Дефект ов не устано влено	80 BT/m <sup>2</sup>	Дефек тов не устан ов лено	NaH CO <sub>3</sub> 3%	Дефек тов не устан ов лено	-20 °C	Дефектов не установле но	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 3%	Дефек тов не устан ов лено	15-30 °C 95±3 %	Дефект ов не установ лено
8	1,2	NaC I 3%	Дефект ов не устано влено	80 BT/m <sup>2</sup>	Дефек тов не устан ов лено	NaH CO <sub>3</sub> 3%	Дефек тов не устан ов лено	-30 °C	Дефектов не установле но	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 3%	Дефек тов не устан ов лено	15-30 °C 95±3 %	Дефект ов не установ лено



### 3.7. Анализ результатов испытаний теплоизоляционных материалов на долговечность

Результаты испытаний показали, что после 8 циклов замораживания и оттаивания у изделий из штапельного стекловолокна URSA M-15 изменений цвета и геометрических размеров не отмечено, у пластин стали и меди коррозионных разрушений, так же не установлено.

#### Расчет показателя долговечности образцов.

Таблица 3.19. Усредненное количество месяцев, соответствующее одному циклу испытаний образцов в климатической камере

Вид материала	Среднее количество месяцев соответствующее одному циклу испытания, М
URSA M-15, URSA П-30	4

$$D_1 = \frac{M \cdot П \cdot K}{12} = \frac{4 \cdot 56 \cdot 1}{12} = 18,6$$

где  $M$  – среднее количество месяцев, соответствующее одному циклу испытаний;  
 $П$  – количество циклов при испытании в климатической камере;  
 $K$  – коэффициент стабильности и надежности работы камеры;  
 12 – количество месяцев в году.

Коэффициент стабильности и надежности работы камеры  $K = 0,85 - 1,0$ . Если камера работает без перерыва, а также включается и выключается в соответствии с заданными условиями испытания, то  $K = 1,0$ ; при нарушении включения и выключения –  $K = 0,95$ . В случае, если камера работает по различным причинам с перерывами и с нарушением включения и выключения, то  $K = 0,85$ .

Для расчетов принималась величина  $K = 1$ .

После каждого цикла испытаний в климатической камере производился осмотр внешнего вида образцов и его сравнение с контрольным. Если образец разрушился или заметно ухудшился его внешний вид, то испытания прекращались. Образец считался выдержавшим испытания

при отсутствии отслаивания, растрескивания, вздутий, значительного изменения цвета и других дефектов. В расчете «П» принято = 4.

### Выводы по главе 3

1. Разложение материалов при нагреве в воздушной атмосфере начинается при температурах свыше 300°C. Маты из штапельного стекловолокна URSA марок М-11, М-11Ф, М-15, М-15Ф, М-25, М-25Ф содержат адсорбированные летучие вещества. Исследованиями доказано, что образцы из штапельного стекловолокна URSA марок М-11, М-11Ф, М-15, М-15Ф, М-25, М-25Ф обеспечивают высокую стойкость к термоокислительной деструкции.

2. Сохранность физических свойств теплоизоляционных материалов составляет более 18 лет.

3. Теплоизоляционные материалы URSA являются эффективными звукоизоляционными материалами для использования в пассажирском вагоне.

## **ГЛАВА 4. САНИТАРНО-ГИГИНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ ВАГНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**

### **4.1. Характеристика технологического процесса и используемого оборудования**

При производстве вагонов на вагоностроительных заводах существуют основные, вспомогательные, обслуживающие процессы.

К основным производственным процессам относят выпуск продукции. Вспомогательные производственные процессы необходимы для подготовки инструмента, используемого в основном производственном процессе. Обслуживающие производственные процессы используются для функционирования основного и вспомогательного процессов [98].

К основным профессиям, имеющие наибольшую взаимосвязь с изделиями из минеральной ваты относятся облицовщики и изолировщики, основным видом работ которых является выполнение теплоизоляции кузовов вагонов.

Теплоизоляция проводится в следующей последовательности: подготовка рабочей поверхности; укладка минеральной ваты; крепление ваты; армирование (облицовка) внешней поверхности.

Оценка производственного процесса включает в себя физические, химические, биологические факторы, присутствие аэрозолей преимущественного фиброгенного действия и присутствия вредных химических веществ, переходящих в воздух рабочей зоны.

При монтаже теплоизоляционных материалов в кузова пассажирских вагонов используются следующее оборудование: режущее оборудование, крепежный инструмент.

#### 4.2. Оценка содержания вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны

В виду отсутствия данных о содержании вредных химических веществ в воздухе, нами проведен анализ присутствия вредных химических веществ при выполнении комплекса работ по теплоизоляции [10].

Наибольший вред состоянию здоровья работников оказывает мелкодисперсная пыль при выполнении работ с применением физической силы.

В воздушную среду пыль попадает при выполнении подготовительных работ перед началом процесса теплоизоляции.

Оценка состояния воздушной среды производственного помещения производится с учетом характера технологического процесса, температурного режима, количества выделяющихся вредных химических веществ и др.; физико-химических свойств контролируемых веществ; вещества с остронаправленным механизмом действия.



Рисунок 4.1 - Определяемые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны: класса опасности и биологического действия вещества; планировки помещений; количества и вида рабочих мест; фактического времени пребывания работающих на производственном участке и в течение рабочей смены.

### 4.3. Анализ микроклимата рабочей зоны

Микроклимат рабочей зоны зависит от производственного процесса, имеющихся пылегазоочистных установок и их эффективности.

Гигиенические нормативы на параметры микроклимата в рабочей зоне представлены в ГН 2.2.5.3392-16. Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой расположены рабочие места. Постоянным рабочим местом считается такое, где работающий находится более половины своего рабочего времени или более 2 ч непрерывно. В случае нахождения работников в различных местах рабочей зоны, то она вся считается постоянным рабочим местом.

Микроклимат рабочей зоны определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей. Повышенная влажность затрудняет теплоотдачу организма путем испарений при высокой температуре воздуха и способствует перегреву, а при низкой температуре, наоборот, усиливает теплоотдачу, способствуя переохлаждению. Оптимальными параметрами микроклимата являются параметры, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения реакций терморегуляции, что создает ощущение теплового комфорта и служит предпосылкой для высокой работоспособности. Поддержание оптимального микроклимата возможно за счет оснащения предприятия системами кондиционирования микроклимата. В остальных случаях следует обеспечивать допустимые микроклиматические условия, при которых возникающие напряжения терморегуляции организма не выходят за пределы его физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникают нарушения состояния здоровья, но может наблюдаться ухудшение самочувствия и понижение работоспособности.

Гигиенические нормы зависят от категории работы по степени физической нагрузки, а также от сезонности года и от избытков явной теплоты, поступающей

в помещение оборудования, нагретых материалов, отопительных приборов, людей и солнечного света, поэтому от разности между явной теплотой и теплопотерями при расчете параметров наружного воздуха, учета всех мероприятий по уменьшению теплопотерь. Избытки теплоты считают незначительными, если они составляют не более  $23 \text{ Дж}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$ , а если больше, то помещение относится к горячему цеху.

При выполнении работ в неблагоприятных микроклиматических условиях на открытом воздухе в морозную погоду, кроме выдачи соответствующей одежды и обуви необходимо организовать работу так, чтобы была возможность периодического обогрева рабочих. Для этого необходимо предусматривать стационарные или передвижные помещения с температурой не ниже  $25^\circ\text{C}$  и с сушилками.

Параметры микроклимата производственных помещений зависят от степени тяжести выполняемых работ и периода года. Данные параметры микроклимата представлены в таблице 4.1. Оптимальные параметры микроклимата распространяются на всю рабочую зону производственных помещений без разделения рабочих мест. Если по технологическим требованиям, технически и экономически обоснованным причинам оптимальные параметры микроклимата не могут быть обеспечены, то устанавливают пределы их допустимых значений (таблица 4.2.). Определяя характеристику помещения по категории выполняемых работ (уровню энергозатрат), ориентируются на те из них, которые выполняются 50% (и более) работающими.

Таблица 4.1. Оптимальные значения параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений при относительной влажности воздуха в диапазоне 40...60%.

Период года	Категория работ (по уровню энергозатрат, Вт)	Температура воздуха, $^\circ\text{C}$	Температура поверхностей, $^\circ\text{C}$	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	1а (до 139)	22...24	21...25	0,1

	Іб (140...174)	21...23	20...24	0,1
	Іа (175...232)	19...21	18...22	0,2
	Іб (233...290)	17...19	16...20	0,2
	ІІІ (более 290)	16...18	15...19	0,3
Теплый	Іа (до 139)	23...25	22...26	0,1
	Іб (140...174)	22...24	21...25	0,1
	Іа (175...232)	20...22	19...23	0,2
	Іб (233...290)	19...21	18...22	0,2
	ІІІ (более 290)	18...20	17...21	0,3

Таблица 4.2. Допустимые значения параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений при относительной влажности воздуха в диапазоне 15...75%

Период года	Категория работ (по уровню энергозатрат, Вт)	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Скорость движения воздуха, м/с, не более	
		ниже оптимальных значений	выше оптимальных значений		для диапазона температур воздуха ниже оптимальных значений	для диапазона температур воздуха выше оптимальных значений
Холодный	Іа (до 139)	20...21,9	24Д...25	19...26	0,1	0,1
	Іб (140...174)	19...20,9	23,1...24	18...25	0,1	0,2
	Іа (175...232)	17...18,9	21,1...23	16...24	0,1	0,3
	Іб (233...290)	15...16,9	19,1...22	14...23	0,2	0,4

	III (более 290)	13...15,9	18,1...21	12...22	0,2	0,4
Теплый	Ia (до 139)	21...22,9	25,1...28	20...29	0,1	0,2
	Iб (140...174)	20...21,9	24,1...28	19...29	0,1	0,3
	IIa (175...232)	18...19,9	22Д...27	17...28	0,1	0,4
	IIa (233...290)	16...18,9	21,1...27	15...28	0,2	0,5
	III (более 290)	15...17,9	20Д...26	14...27	0,2	0,5

Микроклимат рабочей зоны определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей. Повышенная влажность затрудняет теплоотдачу организма путем испарений при высокой температуре воздуха и способствует перегреву, а при низкой температуре, наоборот, усиливает теплоотдачу, способствуя переохлаждению. Оптимальными параметрами микроклимата являются параметры, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения реакций терморегуляции, что создает ощущение теплового комфорта и служит предпосылкой для высокой работоспособности. Поддержание оптимального микроклимата возможно за счет оснащения предприятия системами кондиционирования микроклимата. В остальных случаях следует обеспечивать допустимые микроклиматические условия, при которых возникающие напряжения терморегуляции организма не выходят за пределы его физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникают нарушения состояния здоровья, но может наблюдаться ухудшение самочувствия и понижение работоспособности.

Гигиенические нормы зависят от категории работы по степени физической нагрузки, от сезонности года и от избытков тепловой энергии, поступающей в помещение от оборудования, нагретых материалов, отопительных приборов,



людей и солнечного света, т.е. от разности между явной теплотой и теплопотерями при расчете параметров наружного воздуха, учета всех мероприятий по уменьшению теплопотерь. Избытки теплоты считают незначительными, если они составляют не более  $23 \text{ Дж}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$ , а если больше, то помещение относится к горячему цеху.

При выполнении работ в неблагоприятных микроклиматических условиях на открытом воздухе в морозную погоду, кроме выдачи соответствующей одежды и обуви необходимо организовать работу таким образом, чтобы была возможность периодического обогрева рабочих. Для этого необходимо предусматривать стационарные или передвижные помещения с температурой не ниже  $25^\circ\text{C}$  и с сушилками.

Уменьшение температуры тела, мышц и кожи ведёт к снижению физической работоспособности вследствие уменьшения уровня аэробного обмена веществ, уменьшение которого составляет 5-6% на  $10^\circ\text{C}$  снижения температуры тела. В следствие этого снижается динамическая сила мышц, становится утомительным выполнение тяжёлых работ даже в течение 2-3 минут. При снижении температуры мышц до  $27^\circ\text{C}$  чувствительность рецепторов мышечного волокна уменьшается на 50% от нормальной, а при их температуре  $15-20^\circ\text{C}$  – исчезает полностью.

Указанные выше изменения снижают координацию и могут привести к увеличению несчастных случаев, в особенности при работе на холоде с ручным инструментом. Чувствительность рецепторов также изменяется и при снижении температуры кожи.

Анализ влияния микроклимата (локальное охлаждение в сочетании с общим охлаждением на уровне выше допустимого) показал, что данный фактор производственного процесса может являться причиной развития патологии. [63]

При работах на открытом воздухе во время интенсивного прямого облучения головы возникает солнечный удар, появляется головная боль, расстройства зрения, рвота, судороги, но сохраняется нормальная температура тела и прочие характеристики тела человека.

Воздействие инфракрасного излучения на организм человека проявляется как общими, так и местными реакциями. Местная реакция сильнее при облучении

длинноволновой радиацией, поэтому при одной и той же интенсивности облучения время переносимости в этом случае короче, чем при коротковолновой радиации. За счет большой глубины проникновения в ткани тела коротковолновый участок спектра инфракрасной радиации обладает более выраженным общим действием на организм человека.

Под влиянием инфракрасного излучения в организме человека возникают биохимические сдвиги и изменения функционального состояния центральной нервной системы: образуются специфические биологические активные вещества типа гистамина, холина, повышается уровень фосфора и натрия в крови. усиливается секреторная деятельность желудка, поджелудочной и слюнных желез; в центральной нервной системе развиваются тормозные процессы, уменьшается нервно-мышечная возбудимость, понижается общий обмен.

Под влиянием низких и пониженных температур воздуха могут развиваться ознобления (припухлость кожи, ее зуд и жжение), обморожения, миозиты, невриты, радикулиты и др. При длительном охлаждении развиваются заболевания периферической нервной, мышечной систем, суставов: радикулиты, невриты, миозиты, ревматоидные заболевания. При частом и сильном охлаждении конечностей могут иметь место нейротрофические изменения в тканях.

Для нормализации условий микроклимата в рабочей зоне производственных помещений необходимо: рациональные объемно-планировочные и конструктивные решения производственных помещений, рациональное размещение оборудования, механизация и автоматизация производственных процессов, дистанционное управление и наблюдение, внедрение более рациональных технологических процессов и оборудования, рациональная тепловая изоляция оборудования, защита работающих различными видами экранов, рациональная вентиляция, рационализация режимов труда и отдыха, использование средств индивидуальной защиты (термозащитная спецодежда).

#### 4.4. Оценка освещенности производственной среды

Наибольшее количество информации об окружающей среде человек воспринимает через зрительный анализатор. В этой связи организация оптимального естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в жилых помещениях и общественных зданиях имеет важное значение для обеспечения нормальной жизнедеятельности и работоспособности человека.

Одним из основных вопросов охраны и улучшения условий труда является организация оптимального освещения производственных помещений и рабочих мест. Для освещения производственных помещений используется освещение трех видов – естественное, искусственное и комбинированное.

Оптимально устроенное освещение является одним из показателей не только высокого уровня культуры труда, но и неотъемлемой частью эргономики и производственной эстетики. Положительное влияние правильно решенной системы освещения, отвечающей требованиям нормативных документов в этой сфере, увеличивает производительность труда, снижает производственный брак, обеспечивает психологический комфорт, способствует уменьшению зрительного и общего утомления.

Гигиенические критерии к производственному освещению, отвечающие потребностям жизнедеятельности организма, должны соответствовать следующим требованиям: обеспечивать количественно достаточную степень освещенности, оптимальную для работоспособности и самочувствия; спектральный состав света, создаваемый искусственными источниками, должен приближаться к естественному; обеспечивать равномерную освещенность и нормальную яркость, отсутствие блескости и тени; уровень освещенности должен соответствовать гигиеническим нормам, учитывающим условия зрительной работы.

Средняя часть оптического диапазона длиной от 400 до 760 нм, приходится на видимое излучение, воспринимаемое сетчатой оболочкой зрительного анализатора.

При выполнении определенных видов трудовой деятельности, количественные и качественные характеристики освещения рабочих мест играют

важную роль в адекватном функционировании органа зрения. На рисунке 4.2 представлены наиболее важные функции зрения, зависящие от освещения.

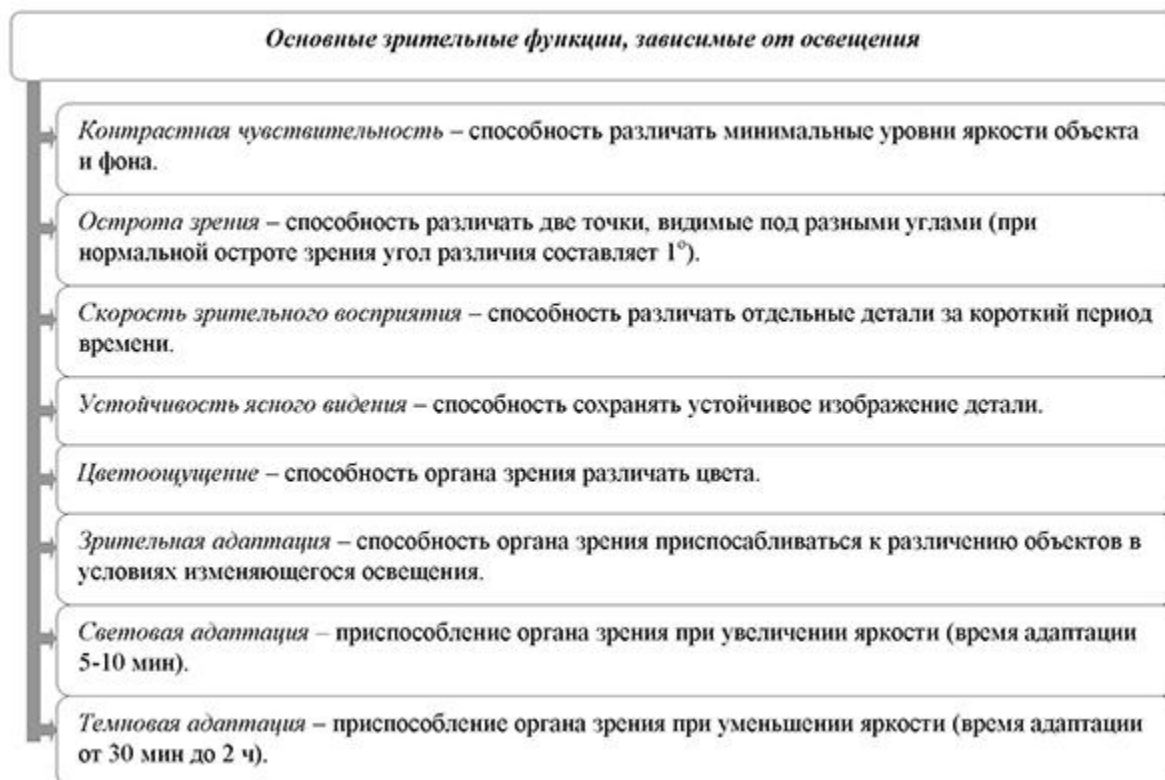


Рисунок 4.2 - Основные зрительные функции, зависящие от освещения

Недостаточные уровни естественной и искусственной освещенности, частые и резкие перепады ее в поле зрения, спектральный состав, который не соответствует естественному свету, пульсации светового потока приводят к напряжению зрения и вызывают утомление световоспринимающего и двигательного аппарата глаз, в результате чего могут развиваться патологические изменения составных органов зрения в виде астигматизма, профессиональной близорукости и нистагма.

Освещенность, создаваемая естественным дневным светом, изменяется в чрезвычайно широких пределах, что обусловлено временем дня, сезоном года, наличием облачности или осадков, а также географическим расположением местности. В этой связи естественное освещение помещений нельзя характеризовать абсолютной величиной освещенности. Поэтому основным показателем нормирования освещенности является коэффициент естественной освещенности (КЕО).

Одним из важнейших элементов условий труда является освещение. Правильно выполненная система освещения играет существенную роль в снижении производственного травматизма, уменьшая потенциальную опасность многих производственных факторов, создает нормальные условия работы, повышает общую работоспособность. По данным научно-исследовательского института труда, увеличение освещенности от 100 до 1000 лк при напряженной зрительной работе способствует повышению производительности на 10-20%, уменьшению брака на 20, снижению количества несчастных случаев на 30%. Недостаточное освещение может привести к профессиональным заболеваниям (например – к прогрессирующей близорукости).

Освещение характеризуется количественными (световой поток, сила света, освещенность, яркость, коэффициент отражения) и качественными показателями (фон, контраст объекта с фоном, ослепленность, степень дискомфорта, коэффициент пульсации освещенности).

Коэффициент отражения  $\rho$  характеризует способность поверхности отражать падающий на нее световой поток; определяется отношением отраженного от поверхности светового потока ( $F_{отр}$ ) к падающему на нее.

Основная задача освещения на производстве – создание наилучших условий для видения и обеспечения максимальной производительности, которую возможно решить только осветительной системой, отвечающей следующим требованиям: освещенность на рабочем месте должна соответствовать гигиеническим нормам; яркость на рабочей поверхности и в пределах окружающего пространства должна распределяться по возможности равномерно, так как при переводе взгляда с ярко освещенной на слабо освещенную поверхность и наоборот глаз должен адаптироваться, что вызывает его утомление. Равномерному распределению яркости способствует светлая окраска потолка, стен, оборудования; резкие тени на рабочей поверхности должны отсутствовать, т.к. они способствуют неравномерному распределению яркости, искажают форму и размеры объектов и вызывают утомление зрения, а наличие подвижных теней, кроме того, способствует возникновению травм; блескость (прямая или отраженная) должна отсутствовать

в поле зрения; освещение должно создавать спектральный состав света, близкий к естественному, обеспечивающий правильную передачу и восприятие света.

#### 4.5. Анализ опасных факторов производственного процесса

Специфика труда при выполнении теплоизоляции в вагоностроительной отрасли является бригадной формой организации труда. В связи с выполнением работ по теплоизоляции пассажирских вагонов большинство звеньев технологического процесса выполняются вручную с необходимостью применения физической силы.

Процесс выполнения работ по теплоизоляции включает в себя множественное выполнение различных операций, ввиду которых рабочие должны сменять инструменты и материалы. Вышеизложенные процессы являются вредными и опасными факторами как для работников, выполняющих работы, так и для работников, находящихся в зоне неблагоприятного влияния.

Фактическое отсутствие опасных и вредных производственных процессов и технических средств может служить основанием для признания производственных процессов и технических средств безопасными и безвредными для работников рассматриваемого производства или цеха.

Опасными факторами являются факторы, которые при воздействии на человека приводят к травмам различной степени тяжести. К ним относятся все виды энергии (кинетическая и потенциальная, электрическая, тепловая, химическая и др.).

Критерием определения опасности и вредности производственных процессов и технических средств принимают риск, величина которого является количественным показателем опасности и вредности и зависит от вероятности возникновения негативных явлений, которая изменяется от 0 до 1 [6].

Вагоностроительные заводы по уровню производственного риска в целом входят в группу сверхвысокого риска, так как большинство производств характеризуется уровнем производственного риска выше среднего и относятся к 3 классу.

#### 4.6. Оценка тяжести и напряженности труда работников

Условия труда – совокупность факторов трудового процесса и рабочей среды, в которой осуществляется деятельность человека.

Воздействие факторов трудового процесса на работника может вызывать профессиональное заболевание или другое нарушение состояния здоровья, повреждение здоровья потомства.

Тяжесть труда – характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность. Тяжесть труда характеризуется физической динамической нагрузкой, массой поднимаемого и перемещаемого груза, общим числом стереотипных рабочих движений, величиной статической нагрузки, характером рабочей позы, глубиной и частотой наклона корпуса, перемещениями в пространстве.

Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника. К факторам, характеризующим напряженность труда, относятся: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы.

Согласно карте специальной оценки условий труда работников, связанных с теплоизоляционными материалами, по показателям трудового процесса установлен класс условий труда 3.1 для тяжести трудового процесса, 3.1 для аэрозолей преимущественно фиброгенного действия. Итоговый класс условий труда 3.1.

Работникам, выполняющим работы по теплоизоляции, установлены гарантии: повышение оплаты труда, предоставление дополнительного отпуска, ограничение рабочего времени (40 часов в неделю), выдача молока или других равноценных пищевых продуктов, досрочное назначение трудовой пенсии по старости.

В связи с установленным классом условий труда 3.1 работникам, связанным с использованием теплоизоляционных материалов установлены социальные гарантии (таблица 4.3).

Таблица 4.3. Гарантии работникам с вредными условиями труда

Виды гарантий и компенсаций	По результатам оценки условий труда	
	необходимость в установлении	основание
Повышенная оплата труд работника	Да	Раздел VI, глава 21, статья 147 ТК РФ
Молоко или другие равноценные пищевые продукты	Да	Раздел X, глава 36, статья 222 ТК РФ. Приказ Минздравсоцразвития России от 16.02.2009 № 45н, приложение 3, раздел «1. Химический фактор», п. 257
Право на досрочное назначение страховой пенсии	Да	ФЗ от 28.12.2013 г. № 400-ФЗ «О страховых пенсиях» ст. 30.1. Постановление кабинета министров СССР от 26 января 1991 г. № 10, список №2, вид производства «XXXIII. Общие профессии», позиция (тринадцатизначный символ) в Списке профессии, должности: 23200000-1753е.

#### 4.7. Условия труда работников вагоностроительной отрасли, как основа производственно-профессионального риска

Условия труда с неблагоприятными факторами производства формируют профессиональный риск работника.

Профессиональный риск – это вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти, связанная с исполнением трудовых обязанностей, обусловленных трудовым договором. Профессиональный риск состоит из трех составляющих: риска повреждения здоровья, риска профессиональных заболеваний и скрытого риска повреждения здоровья.

Для количественной оценки опасностей применяются различные характеристики. Наиболее распространенной является риск.



Риск  $R$  – количественная характеристика опасности, определяемая частотой реализации опасностей: это отношение числа случаев проявления опасности  $n$  к возможному числу случаев проявления опасности  $N$  [7]:

$$R=n/N.$$

С помощью современных методов изучения профессиональных рисков возможно определить приоритеты государственной социальной политики, разработать модель управления охраной труда.

Помимо наличия профессиональных заболеваний значительный ущерб на предприятиях вагоностроения наносит производственный травматизм.

При анализе причин несчастных случаев на производстве с тяжелыми последствиями более 72% занимают типичные причины организационного характера (нарушения требований безопасности, неудовлетворительная организация производства работ, недостатки в обучении работников по вопросам охраны труда, нарушения трудовой дисциплины и т.д.).

Приоритетной задачей государственной политики в области охраны труда должна являться защита здоровья работника и обеспечение безопасных условий труда путем внедрения системы управления профессиональными рисками на каждом рабочем месте и вовлечения в управление этими рисками основных сторон социального партнерства – государства, работодателей и работников.

Главной целью системы управления охраной труда должен быть переход от реагирования на страховые случаи «postfactum» к управлению рисками повреждения здоровья работников.

Государственная политика в области охраны труда должна быть направлена на достижение следующих стратегических задач:

- снижение рисков несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.
- повышения качества рабочих мест и условий труда.
- снижение смертности от предотвратимых причин.
- увеличение продолжительности жизни и улучшение здоровья работающего населения.

Профессиональный риск неразрывно связан с характеристиками условий труда и трудового процесса. При гигиенической оценке в соответствии с «Руководством по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (Р. 2.2.2006-05), а также согласно Приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 января 2014 г. № 33н «Об утверждении методики проведения специальной оценки условий труда, классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению» затруднено сопоставление условий труда на рабочих местах, которые характеризуются различной по номенклатуре и количеству комбинацией факторов, имеющих различную комбинацию установленных классов вредности и опасности. [4, 71]

Поэтому, при выполнении гигиенической оценки в ходе специальной оценки условий труда, установленный общий класс условий труда на рабочем месте является необходимой, но недостаточной количественной оценкой вредности условий труда на рабочем месте.

Таблица 4.4. Категория профессионального риска и срочность проведения корректирующих мероприятий в зависимости от класса условий труда и индекса профессиональной заболеваемости согласно Р 2.2.1766-03 [19]

Класс условий труда	Индекс профзаболеваемости	Категория профессионального риска	Срочность мероприятий
1	0	Отсутствует	Не требуется
2	менее 0,05	Переносимый	Для уязвимых лиц
3.1	0,05-0,11	Малый	Требуется
3.2	0,12-0,24	Средний	В установленные сроки
3.3	0,25-0,49	Высокий	Неотложные
3.4	0,5-1,0	Очень высокий	Работы нельзя начинать до снижения ПР
4.0	более 1,0	Сверхвысокий	Работы по специальным регламентам

Проведя анализ карты специальной оценки и установленного класса условий труда для резчика теплоизоляционных и акустических материалов, постоянно занятых механической обработкой изделий из стекловолокна и стеклопластика, участка изоляции вагона деревообрабатывающего цеха, индекс профессионального риска составляет 0,05-0,11 и относится к категории профессионального риска – малый. В данном случае срочность проведения корректирующих мероприятий требуется проводить для вышеуказанной профессии [19, 20].

Общая формула для расчета величины поступления химического вещества в производственных условиях имеет следующий вид:

$$I = C \times CR \times EF \times ED / BW \times AT,$$

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/м<sup>3</sup> или др.);

CR – величина контакта; количество загрязненной среды, контактирующее с телом человека в единицу времени (м<sup>3</sup>/смена или др.);

EF – частота воздействий, число дней/год;

ED – продолжительность воздействия, число лет;

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

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

Для расчета поступления используются три категории переменных:

- переменные, связанные с химическим веществом, – воздействующие концентрации;

- переменные, описывающие группу работников подвергающихся воздействию (экспонированную популяцию), – величина контакта, частота и продолжительность воздействия, масса тела;

- переменные, определяемые исследователем, – время осреднения экспозиции.

Используя сведения о концентрации вредных веществ можно дать количественную оценку уровню воздействия вредных химических веществ (ВХВ) на работника на конкретном рабочем месте. Один из методов, который для этого применяется – это расчет среднесуточной дозы. Расчеты произведены на основании

полученных данных по результатам химико-аналитических и токсикологических исследований теплоизоляционных материалов. Для расчета среднесуточной дозы (СДД), получаемой при профессиональном воздействии химического вещества ингаляционным путем используется формула:

$$\text{СДД} = (\text{С} \cdot \text{п} \cdot 10 \cdot 240) / (70 \cdot 365 \cdot \text{N}),$$

где

СДД – среднесуточная доза в мг/кг/день

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

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

10 – средний объем вдыхаемого воздуха за рабочую смену, м<sup>3</sup>;

240 – количество рабочих дней в году;

70 – средняя масса тела взрослого человека, кг;

N – период осреднения (максимальный стаж).

URSA M-11

СДД =  $(0,017 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 240) / (70 \cdot 365 \cdot 40) = 0,000399217$  мг/кг/день – для ацетона

СДД =  $(0,013 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 240) / (70 \cdot 365 \cdot 40) = 0,000305284$  мг/кг/день – для ксилола

СДД =  $(0,115 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 240) / (70 \cdot 365 \cdot 40) = 0,002700587$  мг/кг/день – для толуола

СДД =  $(0,019 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 240) / (70 \cdot 365 \cdot 40) = 0,000446184$  мг/кг/день – для бензола

СДД =  $(0,001 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 240) / (70 \cdot 365 \cdot 40) = 0,0000234834$  мг/кг/день –

для этилацетата

СДД =  $(0,002 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 240) / (70 \cdot 365 \cdot 40) = 0,0000469667$  мг/кг/день –

для метиметакрилата

СДД =  $(0,003 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 240) / (70 \cdot 365 \cdot 40) = 0,0000704501$  мг/кг/день –

для этилбензола

URSA M-11Ф

СДД =  $(0,009 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 240) / (70 \cdot 365 \cdot 40) = 0,00021135$  мг/кг/день – для ацетона

СДД =  $(0,014 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 240) / (70 \cdot 365 \cdot 40) = 0,000328767$  мг/кг/день – для ксилола

СДД =  $(0,109 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 240) / (70 \cdot 365 \cdot 40) = 0,002559687$  мг/кг/день – для толуола

СДД =  $(0,024 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 240) / (70 \cdot 365 \cdot 40) = 0,000563601$  мг/кг/день – для бензола

$$\text{СДД}=(0,006*10*10*240)/(70*365*40)=0,0001409 \quad \text{мг/кг/день} \quad -$$

для этилацетата

$$\text{СДД}=(0,002*10*10*240)/(70*365*40)=0,0000469667 \quad \text{мг/кг/день} \quad -$$

для метиметакрилата

$$\text{СДД}=(0,002*10*10*240)/(70*365*40)=0,0000469667 \quad \text{мг/кг/день} \quad -$$

для этилбензола

URSA M-15

$$\text{СДД}=(0,008*10*10*240)/(70*365*40)=0,000187867 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для ацетона}$$

$$\text{СДД}=(0,016*10*10*240)/(70*365*40)=0,000375734 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для ксилола}$$

$$\text{СДД}=(0,095*10*10*240)/(70*365*40)=0,00223092 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для толуола}$$

$$\text{СДД}=(0,032*10*10*240)/(70*365*40)=0,000751468 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для бензола}$$

$$\text{СДД}=(0,004*10*10*240)/(70*365*40)=0,0000939335 \quad \text{мг/кг/день} \quad -$$

для этилацетата

$$\text{СДД}=(0,001*10*10*240)/(70*365*40)=0,0000234834 \quad \text{мг/кг/день} \quad -$$

для метиметакрилата

$$\text{СДД}=(0,001*10*10*240)/(70*365*40)=0,0000234834 \quad \text{мг/кг/день} \quad -$$

для этилбензола

URSA M-15Ф

$$\text{СДД}=(0,008*10*10*240)/(70*365*40)=0,000187867 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для ацетона}$$

$$\text{СДД}=(0,020*10*10*240)/(70*365*40)=0,000469667 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для ксилола}$$

$$\text{СДД}=(0,101*10*10*240)/(70*365*40)=0,00237182 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для толуола}$$

$$\text{СДД}=(0,006*10*10*240)/(70*365*40)=0,0001409 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для бензола}$$

$$\text{СДД}=(0,005*10*10*240)/(70*365*40)=0,000117417 \quad \text{мг/кг/день} \quad -$$

для этилацетата

URSA M-25

$$\text{СДД}=(0,003*10*10*240)/(70*365*40)=0,0000704501 \quad \text{мг/кг/день} \quad -$$

для ацетона

$$\text{СДД}=(0,021*10*10*240)/(70*365*40)=0,000493151 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для ксилола}$$

$$\text{СДД}=(0,109*10*10*240)/(70*365*40)=0,002559687 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для толуола}$$

$$\text{СДД}=(0,007*10*10*240)/(70*365*40)=0,000164384 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для бензола}$$

$$\text{СДД}=(0,003*10*10*240)/(70*365*40)=0,0000704501 \quad \text{мг/кг/день} \quad -$$

для этилацетата

URSA M-25Ф

$$\text{СДД}=(0,013*10*10*240)/(70*365*40)=0,000305284 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для ацетона}$$

$$\text{СДД}=(0,024*10*10*240)/(70*365*40)=0,000563601 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для ксилола}$$

$$\text{СДД}=(0,117*10*10*240)/(70*365*40)=0,002747554 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для толуола}$$

$$\text{СДД}=(0,007*10*10*240)/(70*365*40)=0,000164384 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для бензола}$$

$$\text{СДД}=(0,003*10*10*240)/(70*365*40)=0,0000704501 \quad \text{мг/кг/день} \quad -$$

для этилацетата

$$\text{СДД}=(0,001*10*10*240)/(70*365*40)=0,0000234834 \quad \text{мг/кг/день} \quad -$$

для метилметакрилата

Мат-АЛ

$$\text{СДД}=(0,007*10*10*240)/(70*365*40)=0,000164384 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для аммиака}$$

$$\text{СДД}=(0,125*10*10*240)/(70*365*40)=0,002935421 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для ацетона}$$

$$\text{СДД}=(0,012*10*10*240)/(70*365*40)=0,0002818 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для ксилола}$$

$$\text{СДД}=(0,267*10*10*240)/(70*365*40)=0,006270059 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для толуола}$$

$$\text{СДД}=(0,009*10*10*240)/(70*365*40)=0,00021135 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для бензола}$$

$$\text{СДД}=(0,008*10*10*240)/(70*365*40)=0,000187867 \quad \text{мг/кг/день} \quad -$$

для этилацетата

$$\text{СДД}=(0,002*10*10*240)/(70*365*40)=0,0000469667 \quad \text{мг/кг/день} \quad -$$

для этилбензола

Мат-Т

$$\text{СДД}=(0,009*10*10*240)/(70*365*40)=0,00021135 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для аммиака}$$

$$\text{СДД}=(0,138*10*10*240)/(70*365*40)=0,003240705 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для ацетона}$$

$$\text{СДД}=(0,013*10*10*240)/(70*365*40)=0,000305284 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для ксилола}$$

$$\text{СДД}=(0,309*10*10*240)/(70*365*40)=0,00725636 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для толуола}$$

$$\text{СДД}=(0,012*10*10*240)/(70*365*40)=0,0002818 \quad \text{мг/кг/день} \quad - \text{ для бензола}$$

$$\text{СДД}=(0,012*10*10*240)/(70*365*40)=0,0002818 \quad \text{мг/кг/день} \quad -$$

для этилацетата

$$\text{СДД}=(0,002*10*10*240)/(70*365*40)=0,0000469667 \quad \text{мг/кг/день} \quad -$$

для этилбензола

Таблица 4.5. Количественная оценка уровня воздействия вредных химических веществ (ВХВ)

СДД	Аммиак	Ацетон	Ксилол	Толуол	Бензол	Этилацетат	Метилметакрилат	Этилбензол
URSA M-11	не обнаруж.	$39,9217 \cdot 10^{-5}$	$30,5284 \cdot 10^{-5}$	$270,0587 \cdot 10^{-5}$	$44,6184 \cdot 10^{-5}$	$2,34834 \cdot 10^{-5}$	$4,69667 \cdot 10^{-5}$	$7,045 \cdot 10^{-5}$
URSA M-11Ф	не обнаруж.	$21,135 \cdot 10^{-5}$	$32,8767 \cdot 10^{-5}$	$255,9687 \cdot 10^{-5}$	$56,3601 \cdot 10^{-5}$	$14,09 \cdot 10^{-5}$	$4,69667 \cdot 10^{-5}$	$4,6967 \cdot 10^{-5}$
URSA M-15	не обнаруж.	$18,7867 \cdot 10^{-5}$	$37,5734 \cdot 10^{-5}$	$223,092 \cdot 10^{-5}$	$75,1468 \cdot 10^{-5}$	$9,39335 \cdot 10^{-5}$	$2,34834 \cdot 10^{-5}$	$2,3483 \cdot 10^{-5}$
URSA M-15Ф	не обнаруж.	$18,7867 \cdot 10^{-5}$	$46,9667 \cdot 10^{-5}$	$237,182 \cdot 10^{-5}$	$14,09 \cdot 10^{-5}$	$11,7417 \cdot 10^{-5}$	не обнаруж.	не обнаруж.
URSA M-25	не обнаруж.	$7,04501 \cdot 10^{-5}$	$49,3151 \cdot 10^{-5}$	$255,9687 \cdot 10^{-5}$	$16,4384 \cdot 10^{-5}$	$7,04501 \cdot 10^{-5}$	не обнаруж.	не обнаруж.
URSA M-25Ф	не обнаруж.	$30,5284 \cdot 10^{-5}$	$56,3601 \cdot 10^{-5}$	$274,7554 \cdot 10^{-5}$	$16,4384 \cdot 10^{-5}$	$7,04501 \cdot 10^{-5}$	$2,34834 \cdot 10^{-5}$	не обнаруж.
Mat-АЛ	$16,438 \cdot 10^{-5}$	$293,5421 \cdot 10^{-5}$	$28,18 \cdot 10^{-5}$	$627,0059 \cdot 10^{-5}$	$21,135 \cdot 10^{-5}$	$18,7867 \cdot 10^{-5}$	$4,69667 \cdot 10^{-5}$	не обнаруж.
Mat-Т	$21,135 \cdot 10^{-5}$	$324,0705 \cdot 10^{-5}$	$30,5284 \cdot 10^{-5}$	$725,636 \cdot 10^{-5}$	$28,18 \cdot 10^{-5}$	$28,18 \cdot 10^{-5}$	$4,69667 \cdot 10^{-5}$	не обнаруж.

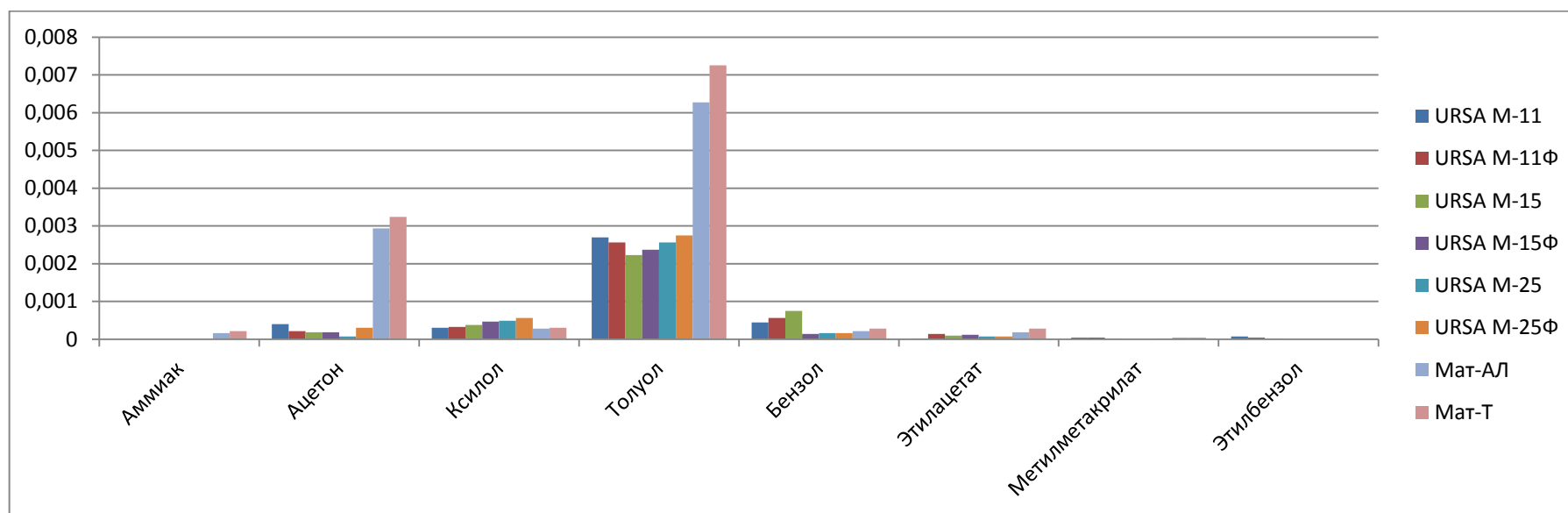


Рисунок 4.3 - Количественная оценка уровня воздействия вредных химических веществ (ВХВ)

Если в процессе трудовой деятельности работник подвергался различным концентрациям ВХВ (менялся технологический процесс, проводилась реконструкции и т.п.), то правильнее разбить его рабочий стаж на периоды, характеризующиеся определенной средней концентрацией и определить СДД для каждого периода. СДД для всего профессионального стажа тогда можно рассчитать по следующей формуле:

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

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, характеризующихся соответствующими СДД.

Персональные СДД могут быть использованы для расчета средней СДД для определенной профессиональной группы:

$$\text{ССДД} = \sum \text{СДД}_p / P,$$

где  $P$  – число работников в профессиональной группе (14 человек).

Для аммиака

$$\text{ССДД} = (16,438 * 10^{-5} + 21,135 * 10^{-5}) / 14 = 2,683 * 10^{-5}$$

Для ацетона

$$\begin{aligned} \text{ССДД} = & (39,9217 * 10^{-5} + 21,135 * 10^{-5} + 18,7867 * 10^{-5} + 18,7867 * 10^{-5} + \\ & + 7,04501 * 10^{-5} + 30,5284 * 10^{-5} + 293,5421 * 10^{-5} + 324,0705 * 10^{-5}) / 14 = 2,683 * 10^{-5} \end{aligned}$$

Для Ксилола

$$\begin{aligned} \text{ССДД} = & (30,5281 * 10^{-5} + 32,8767 * 10^{-5} + 37,5734 * 10^{-5} + 46,9667 * 10^{-5} + \\ & + 49,3151 * 10^{-5} + 56,3601 * 10^{-5} + 28,18 * 10^{-5} + 30,5284 * 10^{-5}) / 14 = 22,3092 * 10^{-5} \end{aligned}$$

Для Толуола

$$\begin{aligned} \text{ССДД} = & (270,0587 * 10^{-5} + 255,9687 * 10^{-5} + 223,092 * 10^{-5} + 237,182 * 10^{-5} + \\ & + 255,9687 * 10^{-5} + 274,7554 * 10^{-5} + 627,0059 * 10^{-5} + 725,636 * 10^{-5}) / 14 = 204,9762 * 10^{-5} \end{aligned}$$

Для Бензола

$$\begin{aligned} \text{ССДД} = & (44,6184 * 10^{-5} + 56,3601 * 10^{-5} + 75,1468 * 10^{-5} + 14,09 * 10^{-5} + \\ & + 16,4384 * 10^{-5} + 16,4384 * 10^{-5} + 21,135 * 10^{-5} + 28,18 * 10^{-5}) / 14 = 19,4577 * 10^{-5} \end{aligned}$$

Для Этилацетата



$$\text{ССДД}=(2,34834*10^{-5}+14,09*10^{-5}+9,39335*10^{-5}+11,7417*10^{-5}+7,045011*10^{-5}+7,045011*10^{-5}+18,7867*10^{-5}+28,18*10^{-5})/14=7,04501*10^{-5}$$

Для Метиметакрилата

$$\text{ССДД}=(4,69667*10^{-5}+4,69667*10^{-5}+2,34834*10^{-5}+2,34834*10^{-5}+4,69667*10^{-5}+4,69667*10^{-5})/14=1,67738*10^{-5}$$

Для Этилбензола

$$\text{ССДД}=(7,045*10^{-5}+4,69667*10^{-5}+2,5483*10^{-5})/14=1,02071*10^{-5}$$

Таблица 4.6. Характеристика ССДД ВХВ, переходящих в воздух рабочей зоны при выполнении работ по теплоизоляции

ВХВ	ССДД
Для аммиака	0,00002683
Для ацетона	0,00002683
Для Ксилола	0,000223092
Для Толуола	0,002049762
Для Бензола	0,000094577
Для Этилацетата	0,0000704501
Для Метиметакрилата	0,0000167738
Для Этилбензола	0,0000102071

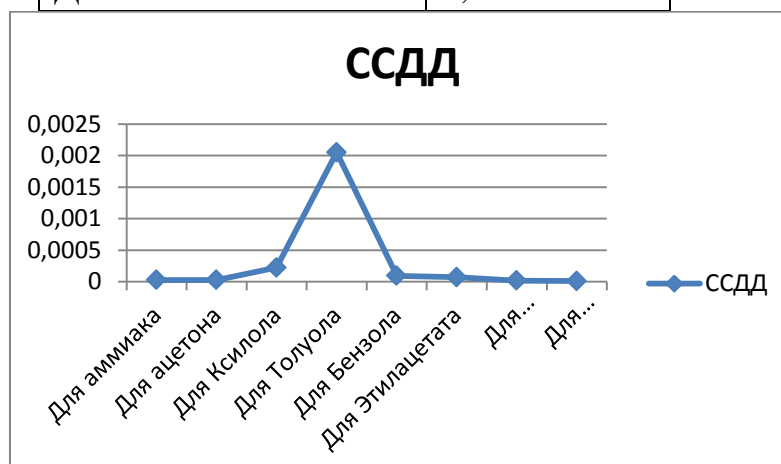


Рисунок 4.4 - Характеристика ССДД ВХВ, переходящих в воздух рабочей зоны при выполнении работ по теплоизоляции

Этот показатель может быть далее использован для оценки зависимости «доза-эффект», для чего необходим сбор данных о частоте эффектов, характерных для воздействия данного вещества в группах с различными ССДД.

Чаще всего этот метод используется для оценки риска, связанного с воздействием одного какого-то вещества с выраженным негативным эффектом, например, канцерогена. Расчет канцерогенного риска при профессиональном воздействии (CR) проводится с использованием данных о величине экспозиции и значении факторов канцерогенного потенциала (фактор наклона, единичный риск) (Руководство 2.1.10.1920-04).

$$UR = SF \cdot 240/365 \cdot T/70 \cdot 10/20,$$

где UR – единичный риск при профессиональной экспозиции (мг/м<sup>3</sup>);

SF – фактор наклона или канцерогенного потенциала мг/кг/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<sup>3</sup>.

$$UR = 0,00002683 \cdot 240/365 \cdot 10/70 \cdot 10/20 = 1,26012 \cdot 10^{-6} \text{ – для аммиака}$$

$$UR = 0,00002683 \cdot 240/365 \cdot 10/70 \cdot 10/20 = 1,26012 \cdot 10^{-6} \text{ – для ацетона}$$

$$UR = 0,000223092 \cdot 240/365 \cdot 10/70 \cdot 10/20 = 1,0477 \cdot 10^{-5} \text{ – для ксилола}$$

$$UR = 0,002049762 \cdot 240/365 \cdot 10/70 \cdot 10/20 = 9,62706 \cdot 10^{-5} \text{ – для толуола}$$

$$UR = 0,000094577 \cdot 240/365 \cdot 10/70 \cdot 10/20 = 4,44197 \cdot 10^{-6} \text{ – для бензола}$$

$$UR = 0,0000704501 \cdot 240/365 \cdot 10/70 \cdot 10/20 = 3,30881 \cdot 10^{-6} \text{ – для этилацетата}$$

$$UR = 0,0000167738 \cdot 240/365 \cdot 10/70 \cdot 10/20 = 7,87811 \cdot 10^{-6}$$

для метилметакрилата

$$UR = 0,0000102071 \cdot 240/365 \cdot 10/70 \cdot 10/20 = 4,79394 \cdot 10^{-7} \text{ – для этилбензола}$$

$$CR = C \cdot UR,$$

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

C – средняя концентрация за весь период производственной деятельности, мг/м<sup>3</sup>.

$$CR = 0,007 \cdot 1,26012 \cdot 10^{-6} = 0,0882084 \cdot 10^{-7} \text{ – для аммиака}$$

$$CR = 0,125 \cdot 1,26012 \cdot 10^{-6} = 1,57515 \cdot 10^{-7} \text{ – для ацетона}$$

$$CR=0,012*1,0477*10^{-5}=1,25724*10^{-7} \text{ – для ксилола}$$

$$CR=0,009*4,44197*10^{-5}=3,99777*10^{-7} \text{ – для бензола}$$

$$CR=0,267*9,62706*10^{-5}=257,043*10^{-7} \text{ – для толуола}$$

$$CR=0,008*3,30881*10^{-6}=0,264705*10^{-7} \text{ – для этилацетата}$$

$$CR=0,002*4,79394*10^{-7}=0,00958788*10^{-7} \text{ – для этилбензола}$$

Канцерогенный риск при комбинированном воздействии нескольких химических соединений рассматривается как аддитивный. Расчет суммарного канцерогенного риска проводится по формуле:

$$CR_{\text{комб}} = \sum CR_j,$$

где  $CR_{\text{комб}}$  – общий канцерогенный риск при ингаляционном поступлении нескольких канцерогенных веществ;

$CR_j$  – канцерогенный риск для j-го канцерогенного вещества.

$$CR_{\text{комб}} = 0,0882084*10^{-7} + 1,57515*10^{-7} + 1,25724*10^{-7} + 3,99777*10^{-7} + \\ + 257,043*10^{-7} + 0,264705*10^{-7} + 0,00958788*10^{-7} = 264,2356613*10^{-7}$$

При выполнении расчетов обусловлено-профессионального риска здоровью работников от воздействия вредных химических веществ, не учитывалось влияние фенола и формальдегида, входящих в состав связующего теплоизоляционных материалов.

Произведем расчет обусловлено-профессионального риска здоровью работников от выделяющихся вредных химических веществ, переходящих в воздух рабочей зоны, за счет присутствия фенолформальдегидной смолы в качестве связующего теплоизоляционных материалов.

Для фенола

$$СДД = (0,35*10*10*240)/(70*365*40) = 0,0082 \text{ мг/кг/день (URSA M-11)}$$

$$СДД = (0,37*10*10*240)/(70*365*40) = 0,0087 \text{ мг/кг/день (URSA M-11Ф)}$$

$$СДД = (0,39*10*10*240)/(70*365*40) = 0,0092 \text{ мг/кг/день (URSA M-15)}$$

$$СДД = (0,40*10*10*240)/(70*365*40) = 0,0094 \text{ мг/кг/день (URSA M-15Ф)}$$

$$СДД = (0,42*10*10*240)/(70*365*40) = 0,0099 \text{ мг/кг/день (URSA M-25)}$$

$$СДД = (0,39*10*10*240)/(70*365*40) = 0,0092 \text{ мг/кг/день (URSA M-25Ф)}$$

$$СДД = (0,48*10*10*240)/(70*365*40) = 0,0113 \text{ мг/кг/день (Mat-АЛ)}$$

$$\text{СДД}=(0,50*10*10*240)/(70*365*40)=0,0117 \text{ мг/кг/день (Мат-Т)}$$

Для формальдегида

$$\text{СДД}=(0,52*10*10*240)/(70*365*40)=0,0122 \text{ мг/кг/день (URSA M-11)}$$

$$\text{СДД}=(0,54*10*10*240)/(70*365*40)=0,0127 \text{ мг/кг/день (URSA M-11Ф)}$$

$$\text{СДД}=(0,56*10*10*240)/(70*365*40)=0,0132 \text{ мг/кг/день (URSA M-15)}$$

$$\text{СДД}=(0,58*10*10*240)/(70*365*40)=0,0136 \text{ мг/кг/день (URSA M-15Ф)}$$

$$\text{СДД}=(0,60*10*10*240)/(70*365*40)=0,0141 \text{ мг/кг/день (URSA M-25)}$$

$$\text{СДД}=(0,62*10*10*240)/(70*365*40)=0,0146 \text{ мг/кг/день (URSA M-25Ф)}$$

$$\text{СДД}=(0,65*10*10*240)/(70*365*40)=0,0153 \text{ мг/кг/день (Мат-АЛ)}$$

$$\text{СДД}=(0,64*10*10*240)/(70*365*40)=0,0150 \text{ мг/кг/день (Мат-Т)}$$

Для фенола

$$\text{ССДД}=(0,0082+0,0087+0,0092+0,0094+0,0099+0,0092+0,0113+0,0117)/14=$$

$$=0,0055 \text{ мг/кг/день}$$

Для формальдегида

$$\text{ССДД}=(0,0122+0,0127+0,0132+0,0136+0,0141+0,0146+0,0153+0,0150)/14=$$

$$=0,0079 \text{ мг/кг/день}$$

Для фенола

$$\text{UR}=0,0055*240/365*10/70*10/20=0,0003 \text{ мг/м}^3$$

Для формальдегида

$$\text{UR}=0,0079*240/365*10/70*10/20=0,0004 \text{ мг/м}^3$$

Для фенола

$$\text{CR}=0,35*0,0003=0,0001 \text{ мг/м}^3$$

Для формальдегида

$$\text{CR}=0,52*0,0003=0,0002 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{CR}_{\text{комб}}=0,00000000882084+0,00000157515+0,000000125724+$$

$$+0,000000399777+0,0000257043+0,0000000264705+0,000000000958788+$$

$$+0,0001+0,0002=0,00032642356613 \text{ мг/м}^3$$

Анализируя выполненные расчеты канцерогенного риска при ингаляционном поступлении нескольких канцерогенных веществ, следует отметить, что наибольшее

негативное действие на организм работников оказывают фенол и формальдегид, относящиеся ко 2 классу опасности химических веществ.

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:

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

$K$  – коэффициент теплопередачи;

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

Коэффициент теплопередачи плоской стенки определяется по формуле:

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

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

где:  $\alpha_1, \alpha_2$  – коэффициенты теплоотдачи поверхностей стенки;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности стенки;

$\delta$  – толщина стенки.

#### Выводы по главе 4

1. Наиболее сильное влияние на организм работников, связанных с использованием теплоизоляционных материалов, оказывает толуол, являющийся токсичным продуктом третьего класса опасности.

2. Суммарный канцерогенный риск от воздействия вредных химических веществ, переходящих в воздух рабочей зоны, составляет 0,00032642356613 мг/м<sup>3</sup>, оказывающий негативное воздействие на работников, связанных с использованием теплоизоляционных материалов.

## **ГЛАВА 5. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УЛУЧШЕНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, СВЯЗАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### **5.1. Упорядочение режимов труда и отдыха работников**

В последнее время наиболее остро стоит вопрос об упорядочении и совершенствовании режима труда и отдыха на предприятии. Нерациональный режим труда и отдыха приводит к снижению почасовой производительности труда, потере рабочего времени; невыходам на работу в связи с заболеваниями, вызванными утомлением; росту производственного травматизма; ослаблению трудовой активности.

В процессе трудовой деятельности работнику требуются кратковременные перерывы для поддержания своей работоспособности на постоянном уровне. Потребность в таких перерывах индивидуальна и зависит от физиологических характеристик организма, его психофизиологического состояния и прочих факторов организма человека.

Научной основой для построения рациональных режимов труда и отдыха является динамика работоспособности, отражающая влияние всего комплекса условий труда на организм работника. В свою очередь, работоспособность изучается по психофизиологическим и технико-экономическим показателям групп работников в течение определенного отрезка времени: рабочей смены, недели, месяца.

Установлено, что динамика работоспособности в течение всех отрезков времени не является стабильной (рисунок 5.1.). В течение рабочей смены она представляет собой ломаную линию, которая сначала поднимается вверх (период вработываемости), нарастает в течение первых часов, затем определенное время остается на одном уровне (период устойчивой работоспособности) и снижается перед обеденным перерывом (период снижения работоспособности). Такая же

динамика наблюдается и после обеда. На кривой работоспособности выделяются три фазы, которые повторяются до и после перерыва, с той лишь разницей, что они различаются по продолжительности.



Рисунок 5.1 – Изменение работоспособности в течение рабочего дня

Режим труда рабочих регулируется, в первую очередь, общим временем работы в течение недели. Работоспособность человека изменяется в течение трудовой недели следующим образом (рисунок 5.2).



Рисунок 5.2 – Изменение работоспособности в течение рабочей недели

Одним из самых важных и необходимых приемов применяемых для рационального использования трудового потенциала сотрудников предприятия является чередование режимов труда и отдыха таким образом, чтобы сотрудник за предоставленный для отдыха промежуток времени мог восстановить свое психофизиологическое состояние и приступить к выполнению дальнейшей работы.

Отдых человеку необходим для того, чтобы восстановить снизившийся к концу рабочей смены уровень работоспособности.

## 5.2. Рекомендации по уменьшению рисков утраты здоровья работников

Согласно статье 209 главы 33 Трудового Кодекса Российской Федерации охрана труда определяется как система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия направленные на создание безопасных условий труда для лиц, работающих в контакте с изделиями из минеральной ваты. Их разделяют на следующие направления [2]:

Совершенствования правового обеспечения охраны труда:

- разработка и обоснование нормативов труда и отдыха работников в контакте с вредными химическими веществами;
- внесение изменений в Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 33н от 24 января 2014 г. (Методика проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению), касающееся перечня идентифицируемых вредных и опасных факторов производственной среды. Считать обязательными для оценки качества воздуха рабочей зоны при выполнении работ по теплоизоляции в части присутствия в воздухе рабочей зоны вредных химических веществ.

Социально-экономические мероприятия:

- предусматривать сокращения рабочей смены, увеличения заработной платы и предоставление дополнительных оплачиваемых отпусков даже в случае допорогового уровня воздействия на работников шума, локальной вибрации, присутствия вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны в условиях тяжелого физического труда.



#### Организационно-технические мероприятия:

- планирование проведения обучения работников, использующих при производстве работ изделия из минеральной ваты, с учетом специфики воздействия компонентов, входящих в состав теплоизоляционного материала на организм работников;

- проводить обязательную проверку знаний охраны труда при использовании теплоизоляционных материалов из минеральной ваты;

- информировать работников о наличии вредного воздействия комплекса факторов трудового процесса и присутствия вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны;

- предусматривать при проведении работ с применением теплоизоляционных материалов из минеральной ваты использование улавливающих установок, способных снизить концентрации вредных химических веществ, переходящих в воздух рабочей зоны, и оказывающих на организм человека негативное влияние. Обеспечить контроль строгого соблюдения трудовой, производственной и технологической дисциплины при погрузо-разгрузочных работах, хранении, применении данных теплоизоляционных материалов;

- внедрить транспортировку теплоизоляционных материалов с помощью погрузчиков от мест их хранения до мест проведения резки для дальнейшей укладки в кузова пассажирских вагонов;

- внедрить в помещения выполнения работ, связанных с использованием теплоизоляционных материалов систему вытяжной вентиляции.

#### Санитарно-гигиенические мероприятия:

- для снижения риска здоровью работающих необходимо оборудование и содержание в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами мест для содержания личной гигиены, душевых, умывальников, помещений для отдыха и приема пищи.

#### Лечебно-профилактические мероприятия:

- проводить первичные и периодические медицинские осмотры с учетом совокупного риска здоровью в основном за счет патологии сердечно-сосудистой системы.

### 5.3. Обеспечение СИЗ и спецодеждой работников

В соответствии с распоряжением ОАО «РЖД» от 28.12.2012 № 2738р «Об утверждении порядка обеспечения работников ОАО «РЖД» средствами индивидуальной защиты» и приказом Минздравсоцразвития России от 22.10.2008 № 582н «Об утверждении типовых норм бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам железнодорожного транспорта Российской Федерации, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением» работники вагонного хозяйства обеспечиваются соответствующими средствами индивидуальной защиты, а именно [136]:

- костюм «Механизатор-Л»;
- ботинки юфтевые на маслобензостойкой подошве или сапоги юфтевые на маслобензостойкой подошве;
- сапоги из поливинилхлоридного пластиката; очки защитные открытые до износа или щиток защитный лицевой до износа;
- перчатки с полимерным покрытием диэлектрические;
- перчатки резиновые или перчатки из полимерных материалов;

#### 5.4. Организация производственного контроля за проведением санитарно-гигиенических мероприятий

В соответствии с действующим законодательством, при осуществлении производственного контроля за соблюдением санитарных правил при проведении работ, необходимо предусматривать:

- проверку всех устройств и содержания рабочих мест на соответствие санитарным требованиям;
- соответствие технологических процессов и оборудования нормативно-техническими документами по обеспечению безопасных условий труда на каждом рабочем месте;
- контролировать соблюдение санитарных правил содержания территории, условий хранения, транспортировки веществ I и II классов опасности;
- проверять соответствие параметров физических, химических, физиологических и других факторов производственной среды допустимым нормативам на каждом рабочем месте;
- осуществлять планирование работ по обеспечению благоприятных условий труда для женщин;
- обеспечение всех работающих средствами индивидуальной защиты, спецодеждой, спецобувью, бытовыми помещениями и их использование;
- контроль за разработкой и проведение оздоровительных мероприятий по улучшению условий труда, быта и отдыха работающих, по профилактике профессиональной и производственно-обусловленной заболеваемости;
- организацию и проведение профилактических медицинских осмотров, выполнение мероприятий по результатам осмотров;
- соблюдение режимов труда и отдыха;
- правильность организации профилактического питания, лечебно-профилактических и оздоровительных процедур.

### 5.5. Социально-экономический эффект от внедрения мероприятий по улучшению условий труда

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 других требований. Для расчета социально-экономической эффективности от предлагаемых мероприятий по улучшению условий и охраны труда, учитываются следующие показатели: затраты фонда заработной платы по повышенным тарифным ставкам; объем нормативной чистой продукции, обусловленный сокращением социальных потерь общества; расходы выделяемые на подготовку и переподготовку кадров; расходы средств бюджета государственного страхования на оплату листов нетрудоспособности; расходы средств здравоохранения на оказание медицинской помощи при госпитализации и амбулаторном обслуживании работников; нормативная чистая продукция с учетом производительности труда при улучшении условия труда; расходы средств бюджета государственного социального страхования на льготные пенсии в связи с выработкой стажа во вредных условиях труда.



Рисунок 5.3 – Комплекс приоритетных мер по обеспечению безопасных условий труда работников вагонного хозяйства, занятых работами по теплоизоляции кузовов пассажирских вагонов

Согласно методическим рекомендациям по комплексной оценке социально-экономической эффективности мероприятий по улучшению условий и охраны труда, разработанным ВЦНИИОТ ВЦСПС нами произведен расчет социально-экономических показателей до и после внедрения мероприятий по улучшению условий труда.

1. Затраты фонда заработной платы по повышенным тарифным ставкам (с учётом добавки к основному окладу, сокращенные часовые недели и дополнительные отпускные дни) во вредных условиях труда:

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{C}_{н.у.т.} \cdot [3_{ср.час} \cdot (D_2 \cdot C_{смен} + D_{нед.г.} \cdot C_{час}) + D_{доп.от.} \cdot C_{ср.сут.}]$$

$$\mathcal{E}_1 = 14 \cdot (243,41 \cdot (247 \cdot 8 + 52 \cdot 1) + 10 \cdot 441,3) = 6\,972\,678,72 \text{ руб.} \text{ – до мероприятий}$$

$$\mathcal{E}_1 = 14 \cdot (243,41 \cdot (152 \cdot 8 + 52 \cdot 1) + 10 \cdot 374,2) = 4\,373\,402,32 \text{ руб.} \text{ – после}$$

мероприятий

где  $3_{ср.час}$  - средняя часовая тарифная ставка, руб.;

$\mathcal{C}_{н.у.т.}$  - число работников работающих неблагоприятных условиях труда, чел.;

$D_2$  - количество рабочих дней в году;

$C_{смен}$  - продолжительность одной смены, час.;

$D_{доп.от.}$  - количество дополнительных дней отпуска в году;

$C_{ср.сут.}$  - среднедневная тарифная ставка, руб.;

$D_{нед.г.}$  - количество недель в году;

$C_{час}$  - количество сокращенных часов в неделю, час.

2. Объем нормативной чистой продукции, учитывающий сокращение социальных потерь общества:

$$\mathcal{E}_2 = D_{пот.дн.} \cdot B_{ср.} \cdot H_{чис.п.}$$

$$\mathcal{E}_2 = 20 \cdot 1 \cdot 244 = 4\,880,00 \text{ руб.} \text{ – до мероприятий}$$

$$\mathcal{E}_2 = 7 \cdot 1 \cdot 244 = 1\,708,00 \text{ руб.} \text{ – после мероприятий}$$

где  $D_{пот.дн.}$  - потеря рабочего времени при заболевании временным утратой труда, чел. - дн.;

$B_{ср.}$  - средняя выработка на одного рабочего в натуральных единицах;

$H_{чис.п.}$  - норматив чистой продукции, руб./натур. - ед.

3. Расходы, выделяемые на подготовку и переподготовку кадров (за счет текучести кадров, заболевания и травм):

$$\mathcal{E}_3 = \mathcal{C}_{перекв.} \cdot C_{перекв.} + \mathcal{C}_{обуч.} \cdot C_{обуч.}$$

$$\mathcal{E}_3 = 2 \cdot 12000 + 1 \cdot 20000 = 44\,000,00 \text{ руб.} \text{ – до мероприятий}$$

$$\mathcal{E}_3 = 0 \cdot 12000 + 1 \cdot 20000 = 20\,000,00 \text{ руб.} \text{ – после мероприятий}$$

где  $\mathcal{C}_{перекв.}$  - количество работающих нуждающихся

в переквалификации, чел.;

$C_{перекв.}$  - средняя стоимость на переквалификацию работника, руб.;

$Ч_{обуч.}$  - количество работающих принимаемых взамен выбывших и нуждающихся в обучении, чел.;

$C_{обуч.}$  - средняя стоимость обучения одного работника, руб.;

4. Расходы средств бюджета государственного страхования на оплату пособий по временной нетрудоспособности:

$$\mathcal{E}_4 = D_{пот.дн} \cdot C_{пособ}$$

$$\mathcal{E}_4 = 20 \cdot 37588,6 = 751\,772,00 \text{ руб.} - \text{ до мероприятий}$$

$$\mathcal{E}_4 = 7 \cdot 37588,6 = 263\,120,20 \text{ руб.} - \text{ после мероприятий}$$

где  $D_{пот.дн}$  - потерянное рабочее время, чел. - н.;

$C_{пособ.}$  - стоимость пособий по временной нетрудоспособности, руб.

5. Расходы средства здравоохранения на оплату медицинской помощи при госпитализации и амбулаторном обслуживании работников:

$$\mathcal{E}_5 = Ч_{госп} \cdot D_{госп} \cdot C_{госп} + Ч_{об.л.} \cdot C_{об.л.} + Ч_{выз.д.} \cdot C_{выз.д.}$$

$$\mathcal{E}_5 = 1 \cdot 7 \cdot 2300 + 5 \cdot 2850 + 2 \cdot 4500 = 39\,350,00 \text{ руб.} - \text{ до мероприятий}$$

$$\mathcal{E}_5 = 0 \cdot 7 \cdot 2300 + 2 \cdot 2850 + 1 \cdot 4500 = 10\,200,00 \text{ руб.} - \text{ после мероприятий}$$

где  $Ч_{госп}$  - число работников госпитализированных, чел/год;

$D_{госп}$  - средняя продолжительность госпитализации одного человека, дни/год

$C_{госп}$  - цена пребывания больного в стационаре на один день, руб./койка-день

$Ч_{об.л.}$  - число обращений в поликлинику в год;

$C_{об.л.}$  - средняя цена одного обращения в поликлинику, руб.;

$Ч_{выз.д.}$  - число вызова врача поликлиники на дом;

$C_{выз.д.}$  - средняя цена одного вызова врача на дом, руб.

6. Нормативная чистая продукция с учетом производительности труда при улучшении условия труда:

$$\mathcal{E}_6 = \mathcal{C}_{cp} \cdot B_{cp.год} \cdot \Pi_m$$

$$\mathcal{E}_6 = 14 \cdot 718,4 \cdot 200 = 2\,011\,520,00 \text{ руб.} - \text{ до мероприятий}$$

$$\mathcal{E}_6 = 14 \cdot 718,4 \cdot 200 = 2\,011\,520,00 \text{ руб.} - \text{ после мероприятий}$$

где  $\mathcal{C}_{cp}$  - среднесписочное количество работников в году, чел.;

$B_{cp.год}$  - годовая выработка работ одного рабочего, м<sup>3</sup>;

$\Pi_m$  - стоимость выполнения работ одного квадратного метра, руб.

7. Расходы средств бюджета государственного социального страхования на льготное пенсионное обеспечение:

$$\mathcal{E}_7 = 12 \cdot \mathcal{C}_{л.п.} \cdot \mathcal{C}_{cp.пен.}$$

$$\mathcal{E}_7 = 12 \cdot 5 \cdot 12800 = 768000 \text{ руб.}$$

где  $\mathcal{C}_{л.п.}$  - число работников имеющих право на льготные пенсии, чел.;

$\mathcal{C}_{cp.пен.}$  - средний размер пенсии за месяц, руб.

На основании расчетов социально-экономических показателей до и после внедрения мероприятий по улучшению условий труда можно сократить расходы на мероприятия, связанные с временной нетрудоспособностью, а также реализации иных льгот и компенсаций, предусмотренных законодательством Российской Федерации. Итоговые показатели расчетов сведены в таблицу 5.1.

Таблица 5.1. Социально-экономическая эффективность от предлагаемых мероприятий по улучшению условий и охраны труда

Наименование показателей	Социально-экономические показатели от внедрения мероприятий по улучшению условий труда, руб.		
	До	После	Разница
Э1	6 972 678,72	4 373 402,32	2 599 276,40
Э2	4 880,00	1 708,00	3 172,00
Э3	44 000,00	20 000,00	24 000,00
Э4	751 772,00	263 120,20	488 651,80
Э5	39 350,00	10 200,20	29 149,80
Э6	2 011 520,00	2 011 520,00	0,00
Э7	768 000,00	0,00	768 000,00
Итого:	10 692 200,72	6 679 950,00	3 192 250,00



## Выводы по главе 5

1. Разработаны Методические рекомендации по обеспечению безопасных условий труда работников вагоностроительной отрасли при использовании теплоизоляционных материалов, которые прошли апробацию в структурных подразделениях пассажирского комплекса включающие организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические мероприятия.

2. В соответствии с рекомендациями по улучшению условий труда нами проведены мероприятия по снижению в воздухе рабочей зоны аэрозолей преимущественно фиброгенного действия за счет внедрения системы вентиляции и рационализации трудового процесса за счет внедрения автоматизации резки теплоизоляционных материалов и транспортировки их с помощью погрузчиков.

3. Установлено, что совокупные 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 развития дальнейшей разработки:

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.

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.

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).

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.

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.

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.

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%).

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).

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.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конституция Российской Федерации от 12 декабря 1993 года – М.: 1993 – 30 с.;
2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 года № 197-ФЗ (Принят Государственной Думой 21 декабря 2001 года) – М.: 2001 – 202 с.;
3. Федеральный закон от 28 декабря 2013 года № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» – М.: 2013 – 30 с.;
4. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 января 2014 г. № 33н «Об утверждении методики проведения специальной оценки условий труда, классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению» – М.: 2014 – 91 с.;
5. СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве» - М.: 2002 – 29 с.;
6. ГОСТ 6221-90. Аммиак жидкий технический. Технические условия – М.: 1990 – 26 с.;
7. ГОСТ 14710-78 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» – М.: 1978 – 6 с.;
8. ГОСТ 12.0.004-90. ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения. – М.: 1990 – 16 с.;
9. ГОСТ 10140-2-2012 «Акустика. Лабораторные изменения звукоизоляции элементов зданий» – М.: 2012 – 9 с.;
10. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: 1988 – 78 с.;
11. Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313-03. «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» – М.: 2003 – 763 с.;
12. Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.3392-16. «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны» – М.: 2003 – 54 с.;

13. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03. «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» – М.: 2003 – 84 с.;
14. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда (Р 2.2.2006-05) / Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. – М., 2005. – 142 с.;
15. СНиП 12-03-99. Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Госстрой России). – М., 1999 – 46 с.;
16. Ноткин Е.Л. Об углубленном анализе заболеваемости с временной нетрудоспособностью / Е.Л. Ноткин // Гигиена и санитария. – 1979. – №5. – С. 40-45.;
17. Потапов А.И. Методологические принципы оценки риска нарушения здоровья рабочих различных профессий / А.И. Потапов, Б.В. Устюшин, Т.К. Татянюк // Научные труды ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана. – М., 2001. – Вып. 1. – С. 255-258.;
18. Потапов А.И. Проблемы современной гигиены / А.И. Потапов, В.Н. Ракитский // Материалы XI Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2012. – Т. 1. – С. 41-49.;
19. Руководство Р 2.2.1766-03 Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно - методические основы, принципы и критерии оценки – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 24 с.
20. Российская энциклопедия по медицине труда / под ред. акад. РАМН Н.Ф. Измерова. – М.: Медицина, 2005. – 633 с.;
21. СП 2.13130.201 2 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» - М.: МЧС России; ФГБУ ВНИИПО ЧС России, 2012 – 46 с.

- 22.ГОСТ 10140-2003 «Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на битумном связующем. Технические условия» - М., Федеральное государственное унитарное предприятие «Центр проектной продукции в строительстве», 2004 – 15 с.;
- 23.Карта специальной оценки условий труда – Т.: ОАО «ТВЗ», 2011 – 9 с.;
- 24.Аксененко Н.Е., Лapidус Б.М., Мишарин А.С. Железные дороги России. От реформы к реформе. М., 2001 – 171 с.
- 25.Распоряжение Правительства РФ от 17.06.2008 г. № 877-р «Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года» - М., 2008 г. – 103 с.
- 26.Юдаева, О.С. Перспективные экологически безопасные шумо-виброзащитные материалы для пассажирских вагонов локомотивной тяги [Текст] / О.С. Юдаева, В.А. Аксенов, О.Г. Егорова, А.С. Гладаренко // Известия Транссиба. – 2014.– №2. – С.95-100.
- 27.Юдаева, О.С. Оценка процессов термоокислительной деструкции полимерсодержащих конструкционных и отделочных материалов внутреннего оборудования пассажирских вагонов [Текст] / О.С. Юдаева, В.А. Аксенов, С.В. Демидов, А.С. Гладаренко, О.Г. Егорова // Наука и техника транспорта. – 2014.– № 4. – С.79-84.
- 28.Юдаева, О.С. Полимерсодержащие конструкционные и отделочные материалы пассажирских вагонов как источник загрязнения воздушной среды химическими веществами / Юдаева О.С., Меньшова Н.С., Лосавио Н.Г, Гладаренко А.С. // Материалы научно-практической школы-конференции молодых ученых и специалистов научно-исследовательских организаций Роспотребнадзора «Современные технологии обеспечения биологической безопасности», Московская область, Оболенск, 2010 г. – С. 77-80
- 29.ГОСТ 30630.1.2-99 «Методы исследований на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Исследования на воздействие вибрации» - М., 1999 г. – 24 с.;

- 30.ГОСТ Р 53189-2008 (МЭК 60068-2-80:2005) «Методы исследований на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Исследования на вибрацию с воспроизведением воздействий нескольких типов» - М., 2008 г. – 32 с.;
- 31.Технические условия 5763001-71451657-2004 с изм. 1-8;
- 32.ГОСТ 9.049-91 «ЕСЗКС. Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных исследований на стойкость к воздействию плесневых грибов» - М., 1991 г. – 16 с.;
- 33.ГОСТ 9.048-89 «Изделия технические Методы лабораторных исследований на стойкость к воздействию плесневых грибов» - М., 1989 г. – 23 с.;
- 34.Технические условия 5763-007-56864652-2009;
- 35.Технические условия 5763-001-71451657-2004;
- 36.Технические условия 5763-001-73090654-2009.
- 37.СП 2.5.1198-03 «Санитарные правила по организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте» - М., 2003 г., - 64 с.;
- 38.МР 01.018-07 «Методика определения токсичности химических веществ, полимеров, материалов и изделий с помощью биотеста «Эколюм» - М., 2007 г. – 16 с.;
- 39.ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» - М., 2003 г. – 86 с.;
- 40.ГОСТ Р 53376-2009 «Метод измерения звукопоглощения в реверберационной камере» - М., 2009 г. – 20 с.;
- 41.ГОСТ Р 53378-2009 «Материалы акустические, применяемые в плавающих полах жилых зданий. Метод определения динамической жесткости» - М., 2009 – 12 с.;
- 42.ГОСТ 16297-80 «Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы исследований» - М., 1980 г. – 12 с.;
- 43.ГОСТ Р 27296-87 «Защита от шума в строительстве. Звукоизоляция ограждающих конструкций. Методы измерения» - М., 1987 г. – 23 с.;



- 44.ГОСТ 23499-2009 «Материалы и изделия строительные звукопоглощающие и звукоизоляционные. Классификация и общие технические требования» - М., 2009 г. – 22 с.;
- 45.СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» - М., 2003 г. – 34 с.;
- 46.ГОСТ Р ИСО 15665-2007 «Шум. Руководство по акустической изоляции труб и арматуры трубопроводов» - М., 2007 г. – 35 с.;
- 47.ГОСТ 31274-2004 (ИСО 3741:1999) «Шум машин. Определение уровней звуковой мощности по звуковому давлению. Точные методы для реверберационных камер» - М., 2004 г. – 28 с.;
- 48.Технические условия 5763-001-71451657-2004 Изделия теплоизоляционные из стеклянного волокна URSA,
- 49.СП 2.5.1198-03 «Санитарные правила по организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте» - М., 2003 г. – 64 с.;
- 50.Методические указания МУ 2.1.2.1829 «Санитарно-гигиеническая оценка полимерных и полимерсодержащих строительных материалов и конструкций, предназначенных для применения в строительстве жилых, общественных и промышленных зданий»;
- 51.ГОСТ 12.1.005-88. «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 29.09.1988 № 3388) (ред. от 20.06.2000) - КонсультантПлюс;
- 52.ГОСТ 30630.1.2-99 «Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие вибрации» КонсультантПлюс;
- 53.ГОСТ 9.049-91 «ЕСЗКС. Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов» - КонсультантПлюс;
- 54.ДСТУ Б В.2.7-105 (ГОСТ 7076-99) Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме - КонсультантПлюс;

- 55.ДСТУ Б В.2.7-182-2009 Строительные материалы. Методы определения срока эффективной эксплуатации и теплопроводности строительных изоляционных материалов в расчетных и стандартных условиях.
- 56.Технология вагоностроения и ремонта вагонов: Учебник для вузов / В.С. Герасимов, И.Ф. Скиба, Б.М. Кернич и др.; Под ред. В.С. Герасимова – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988,
- 57.ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Изменением № 1)» - КонсультантПлюс,
- 58.Е.И. Богуславский, В.Н. Азаров, Интенсивность выделения и накопления пыли в производственном помещении // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и окружающая среда. Ростов на/Д: РИЦ Ростовской-на-Дону гос. академии сельхозмашстр., 1997,
- 59.Руководство к практическим занятиям по гигиене труда: учебное пособие для вузов / Под ред. В.Ф. Кириллова. – 2008. – 416 с.: ил.,
- 60.Безопасность жизнедеятельности на железнодорожном транспорте: Учебник для вузов ж.д. транспорта / К.Б. Кузнецов, В.К. Васин, В.И. Купаев, Е.Д. Чернов, под редакцией К.Б. Кузнецова. – М.: Маршрут, 2005 – 576 с.,
- 61.Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» - КонсультантПлюс
- 62.Федеральный закон от 24.07.1998 г. № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»,
- 63.Р.2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»,
- 64.Постановление Госкомтруда СССР и ВЦСПС от 3 октября 1986 г. № 387/22-78 «Об утверждении Типового положения об оценке условий труда на рабочих местах и порядке применения отраслевых перечней работ, на которых могут устанавливаться доплаты рабочим за условия труда»,
- 65.Постановление Госкомтруда СССР и Президиума ВЦСПС от 25 октября 1974 г. № 298/П-22 «Об утверждении списка производств,

- цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право на дополнительный отпуск и сокращенный рабочий день» (с изменениями и дополнениями),
66. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 16 февраля 2009 г. № 45н «Об утверждении норм и условий бесплатной выдачи работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, молока или других равноценных пищевых продуктов, Порядка осуществления компенсационной выплаты в размере, эквивалентном стоимости молока или других равноценных пищевых продуктов, и Перечня вредных производственных факторов, при воздействии которых в профилактических целях рекомендуется употребление молока или других равноценных пищевых продуктов» (с изменениями и дополнениями),
67. Постановление кабинета Министров СССР от 26 января 1991 г. № 10 «Об утверждении списков производств, работ, профессий, должностей и показателей, дающих право на льготное пенсионное обеспечение» (с изменениями и дополнениями),
68. ГОСТ 14.004-83 «Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий (с Изменениями № 1, 2)»,
69. ГОСТ 12.1.005-88. «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 29.09.1988 № 3388) (ред. от 20.06.2000),
70. СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» – КонсультантПлюс,
71. Р. 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» – КонсультантПлюс,
72. СТО 36554501-006-2006 «Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций» - КонсультантПлюс0000,

73. Directive 67/548/EEC - classification, packaging and labelling of dangerous substances.
74. Directive 89/391/EEC - of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work.
75. Directive 89/654/EEC - of 30 November 1989 concerning the minimum safety and health requirements for the workplace (first individual directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/EEC).
76. Directive 89/655/EEC - of 30 November 1989 concerning the minimum safety and health requirements for the use of work equipment by workers at work (second individual Directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/EEC).
77. Directive 89/656/EEC - of 30 November 1989 on the minimum health and safety requirements for the use by workers of personal protective equipment at the workplace (third individual directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/EEC).
78. Directive 90/269/EEC - of 29 May 1990 on the minimum health and safety requirements for the manual handling of loads where there is a risk particularly of back injury to workers (fourth individual Directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/EEC).
79. Directive 90/270/EEC - of 29 May 1990 on the minimum safety and health requirements for work with display screen equipment (fifth individual Directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/EEC).
80. Directive 97/69/EC - of 5 December 1997 adapting to technical progress for the 23rd time Council Directive 67/548/EEC.
81. Directive 98/24/EC - of 7 April 1998 on the protection of the health and safety of workers from the risks related to chemical agents at work (fourteenth individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC).
82. International Agency for Research on Cancer (IARC) and World Health Organization (WHO), Man-made mineral fibres and radon, Volume 43, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, WHO and IARC, Lyon, 1987

83. International Agency for Research on Cancer (IARC) and World Health Organization (WHO), Man-made vitreous fibres, Volume 81, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, WHO and IARC, Lyon, 2002. URL: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol81/volume81.pdf>.
84. International Labour Organization (ILO), Safety in the use of mineral and synthetic fibres, Occupational Safety and Health Series, No. 64, ILO, Geneva, 1993.
85. International Labour Organization (ILO), Safety in the use of synthetic vitreous fibre insulation wools (glass wool, rock wool, slag wool): code of practice, ILO, Geneva, 2001. URL: <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cops/english/download/e000007.pdf> (date of viewing 20.04.2014).
86. ISO 14001:2004. Environmental management systems - Requirements with guidance for use.
87. ISO 9001:2008. Quality management systems – Requirements
88. OHSAS 18001 : 2007. Occupational health and safety management systems – Requirements.
89. OHSAS 18002:2008. Occupational health and safety management systems. Guidelines for the implementation of OHSAS 18001:2007.
90. Panorama internacional de la seguridad y salud en construccion – A. Lopez-Valcarcel. Semana Argentina de la Salud y Seguridad en el Trabajo, Buenos Aires, Abril 2004. <http://ilo-mirror.library.cornell.edu/public/spanish/protection/safework/alv-1.pdf>
91. Sahle, W., Laszlo, I., Krantz, S., Christensson, B., ‘Airborne tungsten oxide whiskers in a hard - metal industry: preliminary findings’, Annals of Occupational Hygiene, Vol. 38, No. 1, 1994, pp. 37 - 44.
92. Tanaka, I., Yamato, H., Oyabu, T., Ogami, A., ‘Biopersistence of man - made fibers by animal inhalation experiments in recent reports’, Industrial Health, Vol. 39, No. 2, 2001, pp. 114 – 118
93. Теплоизоляционные материалы и конструкции / Под ред. Ю.Л. Бобров, Е.Г. Овчаренко, Б.М. Шойхет, Е.Ю. Петухова – М: Инфра - М, 2010. – 266с.

94. 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.
95. Юдаева, О.С. Сравнительный анализ российских и европейских норм, регламентирующих установку экологически чистых туалетных комплексов на железнодорожном транспорте / О.С. Юдаева, В.А. Аксёнов, А.М. Завьялов, Е.А. Сорокина, В.Б. Простомолотова, О.В. Канунников, С.Ю. Алехин, В.А. Аксельрод // Безопасность производственных процессов, Gorzów Wlkp. – Poznań, 2017 – С. 113-121.
96. Юдаева, О.С. Химико-аналитические исследования образцов пенополиизоцианурата марки Logispir 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.
97. 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.
98. 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.
99. Завьялов, А.М. Совершенствование системы определения профиля профессии для снижения травматизма на объектах транспорта мегаполиса / А.М. Завьялов, О.С. Сачкова, Н.И. Зубрев, Я.К. Панкеева, Е.А. Волкова, В.Б. Простомолотова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего - № 1 (45). Т. 8 – Пенза, 2019 – С. 137-143.

100. Юдаева, О.С. Применение нетканых материалов с комплексными характеристиками безопасности при изготовлении изделий съемного мягкого имущества пассажирских вагонов / О.С. Юдаева, В.А. Аксёнов, В.М. Пономарёв, В.И. Апатцев, С.Ю. Алехин, В.Б. Простомолотова, А.М. Королева // Технология текстильной промышленности. – 2017. – №6 – С. 206-212.
101. Юдаева, О.С. Анализ влияния экологических факторов на огнебиозащитные материалы для изготовления матрасов синтетических экипировочных в процессе эксплуатации / О.С. Юдаева, В.А. Аксенов, О.В. Сачков, О.А. Калачева, С.А. Прицепова, В.Б. Простомолотова, А.С. Козлов // Естественные и технические науки – 2018 - № 3 (117) - С. 114-116.
102. Юдаева, О.С. Обеспечение экологической и санитарно-гигиенической безопасности пассажирских вагонов за счет использования в трансформируемой мебели нетканых материалов / О.С. Юдаева, В.А. Аксенов, В.М. Пономарев, В.И. Апатцев, С.Ю. Алехин, В.Б. Простомолотова, А.М. Королева // Технология текстильной промышленности – 2018 - № 1 (373) – С. 161-168.
103. Сачкова, О.С. Актуальные вопросы обеспечения гигиенической безопасности железнодорожных пассажирских перевозок за счет внедрения современных синтетических матрасов с огнебиозащитными неткаными материалами / О.С. Сачкова, В.А. Аксенов, Б.Н. Рахманов, В.Н. Филлипов, В.Ю. Навценя, В.Б. Простомолотова // Технология текстильной промышленности - № 5 (377) – Москва, 2018. – С. 177-181.
104. Юдаева, О.С. Гигиеническая оценка грязезащитных препаратов для обивочных тканей спальных полков пассажирских вагонов / О.С. Юдаева, Е.А. Ованесова, Е.А. Сорокина, В.Б. Простомолотова // Современные подходы к обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения: Материалы конференции, посвященной 80-летию

- со дня рождения академика РАМН, заслуженного деятеля науки Российской Федерации Анатолия Ивановича Потапова. – Москва, 2015. – С. 294-299.
105. Юдаева, О.С. Потенциальная опасность материалов внутреннего оборудования пассажирских вагонов при пожаре / О.С. Юдаева, Е.А. Ованесова, Е.А. Сорокина, В.Б. Простомолотова // Современные проблемы эпидемиологии и гигиены (8-10 декабря 2015 г.): Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора – Санкт-Петербург, 2015. – С. 82-84.
106. 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.
107. 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.
108. 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.
109. 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.



110. 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.
111. 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.
112. 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.
113. Вильк, М.Ф. Технические и эксплуатационные методы обеспечения экологической и токсикологической безопасности тяговых двигателей железнодорожного подвижного состава / М.Ф. Вильк, В.А. Аксёнов, О.С. Юдаева, Е.А. Ованесова, В.Б. Простомолотова // Проблемы безопасности российского общества, Москва: 2017. – 4/2017. – С. 96-107.
114. 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.
115. Аксёнов, 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.
116. Юдаева, О.С. Обеспечение экологической безопасности тяговых двигателей железнодорожного подвижного состава / О.С. Юдаева, Е.А. Ованесова, В.Б. Простомолотова // Сборник трудов молодых ученых и специалистов транспортной отрасли (III выпуск) – Москва, 2018 – С. 89-109.
117. Юдаева, О.С. Санитарно-гигиенические и экологические требования безопасности изделий съемного мягкого имущества пассажирских вагонов / О.С. Юдаева, В.А. Аксёнов, В.Б. Простомолотова, А.С. Козлов // Сборник трудов молодых ученых и специалистов транспортной отрасли (III выпуск) – Москва, 2018 – С. 123-130.
118. Сачкова, О.С. Анализ условий труда при обслуживании аккумуляторных батарей пассажирских вагонов железнодорожного транспорта / О.С. Сачкова, Е.А. Ованесова, В.Б. Простомолотова, А.М. Королева // Материалы II-ого Международного Молодежного форума «ПРОФЕССИЯ и ЗДОРОВЬЕ» – Симферополь, 2018 – С. 235-241.
119. 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.
120. Сачкова, О.С. Обеспечение санитарно-гигиенической безопасности при эксплуатации изделий съемного мягкого имущества в пассажирских вагонах / О.С. Сачкова, В.Б. Простомолотова, А.С. Козлов // Проблемы безопасности российского общества, 1/2019. – Москва: 2019. – С. 21-30.
121. Аксенов, В.А. Методика проведения санитарно-гигиенических испытаний пылеподавателя ЕА 1<sup>TM</sup> / В.А. Аксенов, О.С. Сачкова, В.Б. Шевченко // Проблемы безопасности российского общества, 1/2020. – Москва:

2020. —

С. 65-69.

122. Харитоненко А.Л., Зачиняев Я.В., Сергиенко Ю.В. Анализ факторов производственной среды и трудового процесса на примере условий труда промывальщиков-пропарщиков цистерн // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2012. – № 4 (22). – С. 87-90.
123. Харитоненко А.Л., Зачиняев Я.В. Анализ условий труда промывальщиков-пропарщиков цистерн // Матер. III Междунар. конф. «Техносферная и экологическая безопасность на транспорте (ТЭБТРАНС-2012)». – СПб: ПГУПС. – 21-23 ноября 2012г. – С. 254-257.
124. Харитоненко А.Л. Проведение специальной оценки условий труда работников, занимающихся очисткой резервуаров // Сборник трудов LXXVI Всерос. науч.-технич. конф. студ., асп. и мол. ученых «Транспорт: проблемы, идеи, перспективы.» – СПб: ПГУПС. – 18-25 апреля 2016г. – С. 374-379.
125. Харитоненко А.Л. Обеспечение безопасных условий труда при работе на открытой территории в условиях Арктической климатической зоны // Матер. Междунар. науч.-практич. конф «Арктика: Современные подходы к производственной и экологической безопасности в нефтегазовом секторе» – Тюмень. – 27 ноября 2019. - Том 1. - С. 196-199.
126. Yamoto, H., Oyabu, T., Ogami, A., Morimoto, Y., Higashi, T., Tanaka, I., Ishimatsu, S., Hori, H., Kasai, T., ‘Pulmonary effects and long-term inhalation of potassium octatitanate whiskers in rats’, *Inhalation Toxicology*, Vol. 15, No. 14, 2003, pp. 1421-1434.
127. Tanaka, I., Yamato, H., Oyabu, T., Ogami, A., ‘Biopersistence of man - made fibers by animal inhalation experiments in recent reports’, *Industrial Health*, Vol. 39, No. 2, 2001, pp. 114-118.
128. Fujino, A., Hori, H., Higashi, T., Morimoto, Y., Tanaka, I.I., Kaji, H., ‘In-vitro biological study to evaluate the toxic potentials of fibrous materials’, *International Journal of Occupational and Environmental Health*, Vol. 1, No. 1, 1995, pp. 21 - 28.

129. Турсунов З.Ш. Аттестация рабочих мест как инструмент системы управления охраной труда в строительстве / О.И. Копытенкова, Е.П. Дудкин, З.Ш. Турсунов // Интернет-журнал «Наукоедение». – 2013. - №5 (18). (Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/25tvn513.pdf>).
130. Турсунов З.Ш. Актуальные вопросы охраны труда работающих при использовании минеральной ваты / О.И. Копытенкова, А.В. Леванчук, З.Ш. Турсунов // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». – 2014. - Выпуск №3 (55). (Режим доступа: <http://ipb.mos.ru/ttb/2014-3/2014-3>).
131. Турсунов З.Ш. Актуальные вопросы оценки риска ущерба для здоровья при воздействии мелкодисперсной пыли минеральной ваты / О.И. Копытенкова, А.В. Леванчук, З.Ш. Турсунов // «Казанский медицинский журнал». – 2014. - Том 95, выпуск №4. – С. 570-574.
132. Турсунов З.Ш. Оценка условия труда на рабочих местах транспортной отрасли при использовании минеральной ваты / З.Ш. Турсунов // Транспорт: проблемы, идеи, перспективы. Неделя науки-2012: материалы LXXII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 12-27 апреля 2012.-СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения. - 2012. - С.141-142.
133. Проект-концепция модернизации дальних пассажирских перевозок на РЖД. Часть 1. «Вагон 2020». Интернет-источник <https://krechet-d.livejournal.com/17151.html>
134. Интернет-источник <http://integral-russia.ru/2017/01/17/oao-altajvagon-rekordno-uvlichil-obem-proizvodstva/>
135. СП 51.13330.2011 «Защита от шума» - КонсультантПлюс
136. Приказ Минздравсоцразвития России от 22.10.2008 № 582н «Об утверждении типовых норм бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам железнодорожного транспорта Российской Федерации, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на

- работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением» - КонсультантПлюс
137. ГОСТ 25898-212 Материалы и изделия строительные. Методы определения паропроницаемости и сопротивления паропроницанию - КонсультантПлюс
138. Сорокина Е.А., Разработка комплекса мероприятий по улучшению условий труда мойщиков-уборщиков подвижного состава / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук – М. – 2018 – 168 с.
139. Турсунов З.Ш. Оценка условий труда при использовании минеральной ваты в строительной отрасли / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук – М. – 2015– 160 с.
140. <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2018/07/03/774438-rzhd-perestanet-pokupat-platskartnie-vagoni>

**Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по железнодорожному транспорту**

**Федеральное государственное унитарное предприятие  
Всероссийский научно – исследовательский институт железнодорожной гигиены  
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и  
благополучия человека  
(ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора)**

**Обеспечение безопасных условий труда при выполнении работ по теплоизоляции кузовов пассажирских вагонов**

**Методические рекомендации**

**Москва 2020 г.**

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по железнодорожному транспорту

Федеральное государственное унитарное предприятие  
Всероссийский научно – исследовательский институт железнодорожной гигиены  
Федеральной службы  
по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека  
(ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ФГУП ВНИИЖГ  
Роспотребнадзора  
д-р мед. наук, профессор



*(Handwritten signature)*  
М.Ф. Вильк

М.П.

«6» февраля 2020 г.

**Обеспечение безопасных условий труда при выполнении работ по теплоизоляции кузовов пассажирских вагонов**

Методические рекомендации

Москва – 2020 г.

Обеспечение безопасных условий труда при выполнении работ по теплоизоляции кузовов пассажирских вагонов. Методические рекомендации – М.: ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора, 2020 – 17с

Разработаны:

Методические рекомендации разработаны ФГУП ВНИИ железнодорожной гигиены Роспотребнадзора, ведущим научным сотрудником лаборатории Коммунальной гигиены и эпидемиологии, руководителем ИЦ Экологической сертификации, д-ром техн. наук О.С. Сачковой, при участии старшего преподавателя кафедры «Техносферная безопасность» В.Б. Шевченко.



## СОЖЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Область применения	5
2. Нормативные документы	7
3. Термины и определения	8
4. Оценка влияния вредных химических веществ на здоровье работников	9
5. Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда работников, связанных с использованием теплоизоляционных материалов	12
6. Социально-экономический эффект от предложенных мероприятий	15

## Введение

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.

### 1. Область применения и общие требования

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 работников и увеличивающих риск утраты их здоровья, в том числе получению профессионально-обусловленных заболеваний.

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

Рассмотрены современные теплоизоляционные материалы, используемые в вагоностроении (таблица 1).

Таблица 1 – Современные теплоизоляционные материалы, используемые в вагоностроении

№ 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.

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

В вагоностроительной отрасли имеется большое количество рабочих мест с вредными условиями труда, не соответствующих гигиеническим нормативам по уровню вибрации, шума, присутствием аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, а также тяжести трудового процесса. Модернизация пассажирского подвижного состава сопровождается внедрением новых технологий с широким использованием современных теплоизоляционных материалов, таких как маты из штапельного стекловолокна URSA, материалы теплоизоляционные (маты) из стеклянного волокна марки Мат-АЛ, Мат-Т, КНАУФ Инсулейшн.

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

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.

## 2. Нормативные документы

1. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ с изменениями и дополнениями.
2. Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ с изменениями и дополнениями.
3. Методика проведения специальной оценки условий труда, утвержденная приказом Минтруда России от 24 января 2014 г. № 33н
4. Приказ Минтруда России от 20 января 2015 г. № 24н «О внесении изменений в методику проведения специальной оценки условий труда и Классификатор вредных и (или) опасных производственных факторов, утвержденные приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 января 2014 г.»
5. Руководство Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» от 01 ноября 2005 г.
6. ГОСТ 16297-80 «Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний» от 29 декабря 1979 г.
7. Гигиенические нормативы ГН 2.2.6.2178-07 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) микроорганизмов-продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов в воздухе рабочей зоны», утвержденные

постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 06 марта 2007 г. №10.

8 Санитарные правила СП 2.5.1198-03 «Санитарные правила по организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте», утвержденное постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 03 июня 2003 г.

### 3. Термины и определения

В настоящих МР применяются следующие основные термины и определения:

*Вредное воздействие на человека* – воздействие факторов среды обитания, создающее угрозу жизни или здоровью человека либо угрозу для жизни и здоровья будущих поколений.

*Гигиенический норматив* – установленное исследованиями допустимое максимальное или минимальное количественное и (или) качественное значение показателя, характеризующего тот или иной фактор среды обитания с позиций его безопасности и (или) безвредности для человека.

*Условия труда* – совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника.

*Идентификация потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов (идентификация)* – процесс, включающий в себя: выявление и описание имеющихся на рабочем месте факторов производственной среды и трудового процесса, источников вредных и (или) опасных факторов; принятие решения о проведении исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных факторов; оформление результатов идентификации.

*Режим труда и отдыха* – соотношение и содержание периодов работы и отдыха, при которых высокая производительность труда сочетается с высокой

устойчивой работоспособностью человека без признаков чрезмерного утомления в течение длительного периода.

#### 4. Оценка влияния вредных химических веществ на здоровье работников

Для оценки влияния вредных химических веществ, переходящих в воздух рабочей зоны, произведен расчет обусловлено-профессионального риска здоровью. При этом зависимость для расчета величины химического вещества в производственных условиях имеет следующий вид:

$$I = \frac{C \cdot CR \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT} \quad (1)$$

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/м<sup>3</sup>);

$CR$  – величина контакта; количество загрязненной среды, контактирующее с телом человека в единицу времени (м<sup>3</sup>/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 вредных химических веществ (ВХВ) на работника на конкретном рабочем месте. Один из методов, который для этого применяется – это расчет средневзвешенной дозы. Для расчета средневзвешенной дозы (СДД), получаемой при профессиональном воздействии химического вещества ингаляционным путем используется формула:

$$СДД = \frac{C \cdot n \cdot 10 \cdot 240}{70 \cdot 365 \cdot N} \quad (2)$$

где: СДД – средневзвешенная 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,  $m^3$ ;

240 – количество рабочих дней в году;

70 – средняя масса тела взрослого человека, кг;

$N$  – период осреднения (максимальный стаж работника).

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:

$$СДД_{ст} = (СДД_1 + СДД_2 + \dots + СДД_n) / n \quad (3)$$

где:  $СДД_{ст}$  – осредненная среднесменная доза за весь стаж работы конкретного работника;

$СДД_1 + СДД_2 + \dots + СДД_n$  – среднесменные дозы за каждый период работы;

$n$  – число периодов работы работника, характеризующихся соответствующими СДД.

Персональные СДД могут использоваться нами для расчета средней СДД для определенной профессиональной группы, следующим образом:

$$ССДД = \sum СДД_p / P \quad (4)$$

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) (Руководство 2.1.10.1920-04).

$$UR = \frac{SF \cdot 240}{365} \cdot \frac{T}{70} \cdot \frac{10}{20} \quad (5)$$

где:  $UR$  – единичный риск при профессиональной экспозиции ( $mg/m^3$ );

$SF$  – фактор наклона или канцерогенного потенциала  $mg/kg/день$ ;

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<sup>3</sup>.

$$CR = C \cdot UR \quad (6)$$

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

C – средняя концентрация за весь период производственной деятельности, мг/м<sup>3</sup>.

$$CR_{\text{комб}} = \sum CR_j \quad (7)$$

где: CR<sub>комб</sub> – общий канцерогенный риск при ингаляционном поступлении нескольких канцерогенных веществ;

CR<sub>j</sub> – канцерогенный риск для j-го канцерогенного вещества.

На основании расчета среднедневной 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:

$$q = K \cdot (T_{f1} - T_{f2}) \quad (8)$$

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

### **5. Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда работников, связанных с использованием теплоизоляционных материалов**

По результатам исследования теплоизоляционных материалов, анализа условий труда работников, связанных с использованием теплоизоляционных материалов, и расчета риска утраты здоровья от действия вредных химических веществ 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 статье 209 главы 33 Трудового Кодекса Российской Федерации охрана труда определяется как система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия направленные на создание безопасных условий труда для

лиц, работающих в контакте с изделиями из минеральной ваты. Их разделяют на следующие направления:

Совершенствования правового обеспечения охраны труда:

- разработка и обоснование нормативов труда и отдыха работников в контакте с вредными химическими веществами;
- внесение изменений в Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 33н от 24 января 2014 г. (Методика проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению), касающееся перечня идентифицируемых вредных и опасных факторов производственной среды. Считать обязательными для оценки качества воздуха рабочей зоны при выполнении работ по теплоизоляции в части присутствия в воздухе рабочей зоны вредных химических веществ.

Социально-экономические мероприятия:

- предусматривать сокращения рабочей смены, увеличения заработной платы и предоставление дополнительных оплачиваемых отпусков даже в случае допорогового уровня воздействия на работников шума, локальной вибрации, присутствия вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны в условиях тяжелого физического труда.

Организационно-технические мероприятия:

- планирование проведения обучения работников, использующих при производстве работ изделия из минеральной ваты, с учетом специфики воздействия компонентов, входящих в состав теплоизоляционного материала на организм работников;
- проводить обязательную проверку знаний охраны труда при использовании теплоизоляционных материалов из минеральной ваты;
- информировать работников о наличии вредного воздействия комплекса факторов трудового процесса и присутствия вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны;

- предусматривать при проведении работ с применением теплоизоляционных материалов из минеральной ваты использование улавливающих установок, способных снизить концентрации вредных химических веществ, переходящих в воздух рабочей зоны, и оказывающих на организм человека негативное влияние. Обеспечить контроль строгого соблюдения трудовой, производственной и технологической дисциплины при погрузо-разгрузочных работах, хранении, применении данных теплоизоляционных материалов.

Санитарно-гигиенические мероприятия:

- для снижения риска здоровью работающих необходимо оборудование и содержание в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами мест для содержания личной гигиены, душевых, умывальников, помещений для отдыха и приема пищи.

Лечебно-профилактические мероприятия:

- проводить первичные и периодические медицинские осмотры с учетом совокупного риска здоровью в основном за счет патологии сердечно-сосудистой системы.

Согласно методическим рекомендациям по комплексной оценке социально-экономической эффективности мероприятий по улучшению условий и охраны труда, разработанным ВЦНИИОТ ВЦСПС нами произведен расчет социально-экономических показателей до и после внедрения мероприятий по улучшению условий труда.

## 6. Социально-экономический эффект от предложенных мероприятий

1. Затраты фонда заработной платы по повышенным тарифным ставкам (с учётом добавки к основному окладу, сокращенные часовые недели и дополнительные отпускные дни) во вредных условиях труда:

$$Э_1 = Ч_{н.у.т.} \cdot [Z_{ср.час.} \cdot (D_{д.} \cdot C_{смен.} + D_{нед.г.} \cdot C_{час.}) + D_{доп.от.} \cdot Ц_{ср.сут.}]$$

$$Э_1 = 14 \cdot (243,41 \cdot (247 \cdot 8 + 52 \cdot 1) + 10 \cdot 441,3) = 6\,972\,678,72 \text{ руб.} - \text{ до мероприятий}$$

$\mathcal{E}_1 = 14 * (243,41 * (152 * 8 + 52 * 1) + 10 * 374,2) = 4\ 373\ 402,32$  руб. – после мероприятий  
 где  $Z_{ср.час}$  - средняя часовая тарифная ставка, руб.;

$Ч_{н.у.т.}$  - число работников работающих неблагоприятных условиях труда, чел.;

$D_e$  - количество рабочих дней в году;

$C_{смен}$  - продолжительность одной смены, час.;

$D_{доп.от.}$  - количество дополнительных дней отпуска в году;

$Ц_{ср.сут.}$  - среднедневная тарифная ставка, руб.;

$D_{нед.г.}$  - количество недель в году;

$C_{час}$  - количество сокращенных часов в неделю, час.

2. Объём нормативной чистой продукции, учитывающий сокращение социальных потерь общества:

$$\mathcal{E}_2 = D_{пот.дн.} \cdot V_{ср.} \cdot H_{чис.п.}$$

$\mathcal{E}_2 = 20 * 1 * 244 = 4\ 880,00$  руб. – до мероприятий

$\mathcal{E}_2 = 7 * 1 * 244 = 1\ 708,00$  руб. – после мероприятий

где  $D_{пот.дн.}$  - потеря рабочего времени при заболевании временным утратой труда, чел. - дн.;

$V_{ср.}$  - средняя выработка на одного рабочего в натуральных единицах;

$H_{чис.п.}$  - норматив чистой продукции, руб./натур. - ед.

3. Расходы, выделяемые на подготовку и переподготовку кадров (за счет текучести кадров, заболевания и травм):

$$\mathcal{E}_3 = Ч_{перекв.} \cdot Ц_{перекв.} + Ч_{обуч.} \cdot Ц_{обуч.}$$

$\mathcal{E}_3 = 2 * 12000 + 1 * 20000 = 44\ 000,00$  руб. – до мероприятий

$\mathcal{E}_3 = 0 * 12000 + 1 * 20000 = 20\ 000,00$  руб. – после мероприятий

где  $Ч_{перекв.}$  - количество работающих нуждающихся в переквалификации, чел.;

$Ц_{перекв.}$  - средняя стоимость на переквалификацию работника, руб.;

$Ч_{обуч.}$  - количество работающих принимаемых взамен выбывших и нуждающихся в обучении, чел.;

$Ц_{обуч.}$  - средняя стоимость обучения одного работника, руб.;

4. Расходы средств бюджета государственного страхования на оплату пособий по временной нетрудоспособности:

$$\mathcal{E}_4 = D_{\text{пот.дн.}} \cdot C_{\text{пособ.}}$$

$$\mathcal{E}_4 = 20 \cdot 37588,6 = 751\,772,00 \text{ руб.} - \text{ до мероприятий}$$

$$\mathcal{E}_4 = 7 \cdot 37588,6 = 263\,120,20 \text{ руб.} - \text{ после мероприятий}$$

где  $D_{\text{пот.дн.}}$  - потерянное рабочее время, чел. - н.;

$C_{\text{пособ.}}$  - стоимость пособий по временной нетрудоспособности, руб.

5. Расходы средства здравоохранения на оплату медицинской помощи при госпитализации и амбулаторном обслуживании работников:

$$\mathcal{E}_5 = C_{\text{госп.}} \cdot D_{\text{госп.}} \cdot C_{\text{госп.}} + C_{\text{об.п.}} \cdot C_{\text{об.п.}} + C_{\text{выз.д.}} \cdot C_{\text{выз.д.}}$$

$$\mathcal{E}_5 = 1 \cdot 7 \cdot 2300 + 5 \cdot 2850 + 2 \cdot 4500 = 39\,350,00 \text{ руб.} - \text{ до мероприятий}$$

$$\mathcal{E}_5 = 0 \cdot 7 \cdot 2300 + 2 \cdot 2850 + 1 \cdot 4500 = 10\,200,00 \text{ руб.} - \text{ после мероприятий}$$

где  $C_{\text{госп.}}$  - число работников госпитализированных, чел/год;

$D_{\text{госп.}}$  - средняя продолжительность госпитализации одного человека, дни/год

$C_{\text{госп.}}$  - цена пребывания больного в стационаре на один день, руб./койка-день

$C_{\text{об.п.}}$  - число обращений в поликлинику в год;

$C_{\text{об.п.}}$  - средняя цена одного обращения в поликлинику, руб.;

$C_{\text{выз.д.}}$  - число вызова врача поликлиники на дом;

$C_{\text{выз.д.}}$  - средняя цена одного вызова врача на дом, руб.

6. Нормативная чистая продукция с учетом производительности труда при улучшении условия труда:

$$\mathcal{E}_6 = C_{\text{ср.}} \cdot B_{\text{ср.год}} \cdot P_m$$

$$\mathcal{E}_6 = 14 \cdot 718,4 \cdot 200 = 2\,011\,520,00 \text{ руб.} - \text{ до мероприятий}$$

$$\mathcal{E}_6 = 14 \cdot 718,4 \cdot 200 = 2\,011\,520,00 \text{ руб.} - \text{ после мероприятий}$$

где  $C_{\text{ср.}}$  - среднесписочное количество работников в году, чел.;

$B_{\text{ср.год}}$  - годовая выработка работ одного рабочего, м<sup>3</sup>;

$P_m$  - стоимость выполнения работ одного квадратного метра, руб.

7. Расходы средств бюджета государственного социального страхования на льготное пенсионное обеспечение:

$$\mathcal{E}_7 = 12 \cdot \mathcal{C}_{л.п.} \cdot \mathcal{C}_{ср.пен.}$$

$$\mathcal{E}_7 = 12 \cdot 5 \cdot 12800 = 768000 \text{ руб.}$$


где  $\mathcal{C}_{л.п.}$  - число работников имеющих право на льготные пенсии, чел.;

$\mathcal{C}_{ср.пен.}$  - средний размер пенсии за месяц, руб.

На основании расчетов социально-экономических показателей до и после внедрения мероприятий по улучшению условий труда можно сократить расходы на мероприятия, связанные с временной нетрудоспособностью, а также реализации иных льгот и компенсаций, предусмотренных законодательством Российской Федерации.

Социально-экономическая эффективность от предлагаемых мероприятий по улучшению условий и охраны труда

Наименование показателей	Социально-экономические показатели от внедрения мероприятий по улучшению условий труда, руб.		
	До	После	Разница
Э1	6 972 678,72	4 373 402,32	2 599 276,40
Э2	4 880,00	1 708,00	3 172,00
Э3	44 000,00	20 000,00	24 000,00
Э4	751 772,00	263 120,20	488 651,80
Э5	39 350,00	10 200,20	29 149,80
Э6	2 011 520,00	2 011 520,00	0,00
Э7	768 000,00	0,00	768 000,00
Итого:	10 692 200,72	6 679 950,00	3 192 250,00

**Общество с ограниченной ответственностью  
Научно Производственное Предприятие "Циркон Сервис"**

Россия, Москва, ул. 3-я Мытищинская, д.16, стр.47 тел.: +7-495-580-56-95, факс: +7-495-517-93-27  
e-mail: mail@circon-service.ru www.circon-service.ru  
Для почтовых сообщений: а/я 2, г. Щербинка, Москва, 108851


**АКТ ВНЕДРЕНИЯ**


Результаты диссертационного исследования Виктории Борисовны Простомолотовой на тему «Разработка мероприятий по обеспечению безопасных условий труда при использовании теплоизоляционных материалов в вагоностроении», представленного на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.01 – «Охрана труда (транспорт)», а именно:

- рекомендации по применению тепло и гидроизоляции, а также отражающей фольгированной теплоизоляции;
- мероприятия по улучшению условий труда резчика тепло и гидроизоляционных и акустических материалов, применяемых на пассажирском подвижном составе локомотивной тяги на предприятии ООО «НПП «Циркон Сервис»,

используются при проведении работ по теплоизоляции кузовов пассажирских вагонов.

Генеральный директор  
ООО «Научно Производственное Предприятие  
«Циркон Сервис»  
*В.Н. Лулаев* 11 февраля 2018г.

  
\* МОСКВА \* 5027162191

В.Н. Лулаев 

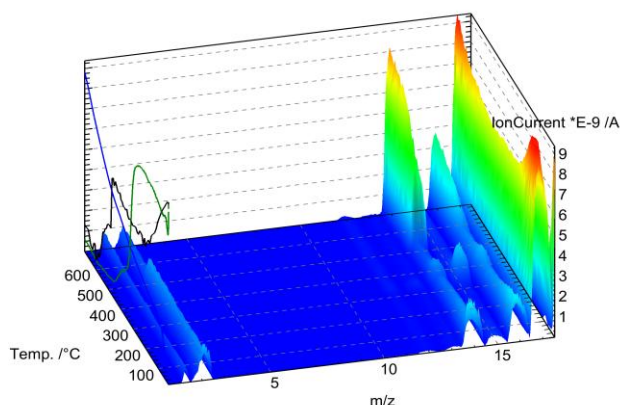


Рисунок 1 - Характерные полосы в масс-спектрах продуктов разложения образцов матов из штапельного стекловолокна URSA марок М-11, М-11Ф, М-15, М-15Ф, М-25, М-25Ф (углеводороды). Аммиак  $m/z=17, 16, 15, 14$ , от комнатной температуры, интенсивность растет с  $300^{\circ}\text{C}$ . Метан  $m/z=16, 15, 14$ , интенсивность нарастает с  $400^{\circ}\text{C}$ .

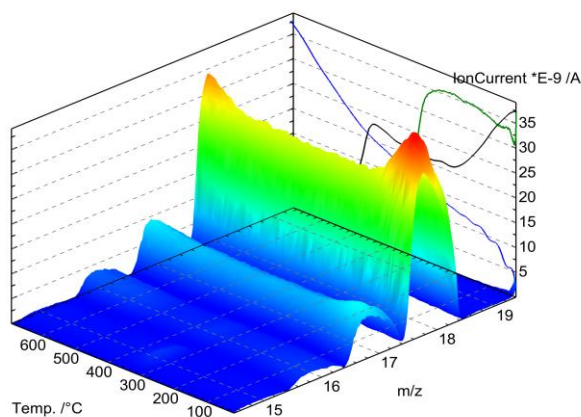


Рисунок 2 - Характерные полосы в масс-спектрах продуктов разложения образцов матов из штапельного стекловолокна URSA марок М-11, М-11Ф, М-15, М-15Ф, М-25, М-25Ф. Вода  $m/z=18, 17$ , от комнатной температуры, пики при  $100^{\circ}\text{C}$



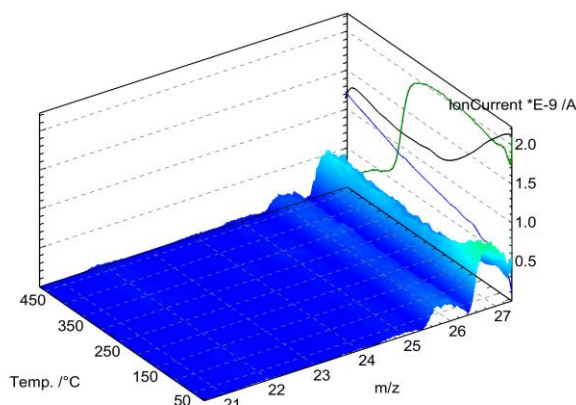


Рисунок 3 - Характерные полосы в масс-спектрах продуктов разложения образцов матов из штапельного стекловолокна URSA марок М-11, М-11Ф, М-15, М-15Ф, М-25, М-25Ф. Углеводороды  $C_2H_x$ ,  $m/z=30, 29, 28, 27, 26$ , от комнатной температуры, интенсивность падает (адсорбированное вещество)

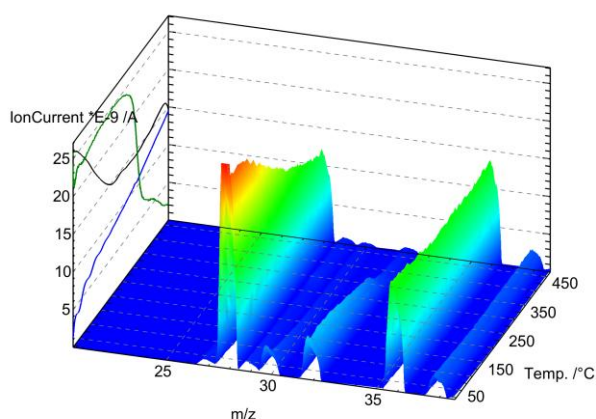


Рисунок 4 - Характерные полосы в масс-спектрах продуктов разложения образцов матов из штапельного стекловолокна URSA марок М-11, М-11Ф, М-15, М-15Ф, М-25, М-25Ф. Этан  $m/z=30, 29$ , от комнатной температуры (адсорбированное вещество). Формальдегид  $m/z=30, 29, 28, 15$  от комнатной температуры (адсорбированное вещество). Кислород  $m/z=32$ , от комнатной температуры (адсорбированное вещество). Азот  $m/z=28$ , от комнатной температуры (адсорбированное вещество). Аргон  $m/z=36, 38, 40$ , продувочный газ

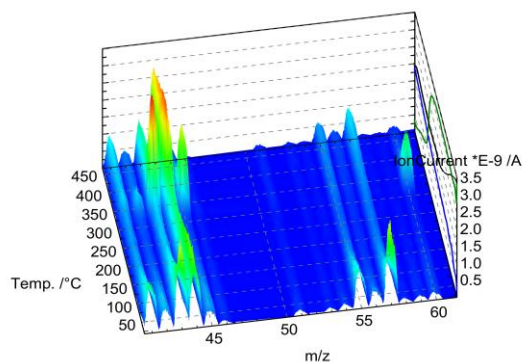


Рисунок 5 - Характерные полосы в масс-спектрах продуктов разложения образцов матов из штапельного стекловолокна URSA марок М-11, М-11Ф, М-15, М-15Ф, М-25, М-25Ф. Уксусная кислота  $m/z=60, 45, 43, 42 + (29, 15)$ , от комнатной температуры, интенсивность нарастает с  $300^{\circ}\text{C}$ , пики при  $30^{\circ}\text{C}$ . Углеводороды  $\text{C}_3\text{H}_x$   $m/z=44, 43, 42, 41$  и  $\text{C}_4\text{H}_x$   $m/z=57, 56, 55, 54, 53, 52, 51, 50$ , от комнатной температуры (адсорбированные вещества)

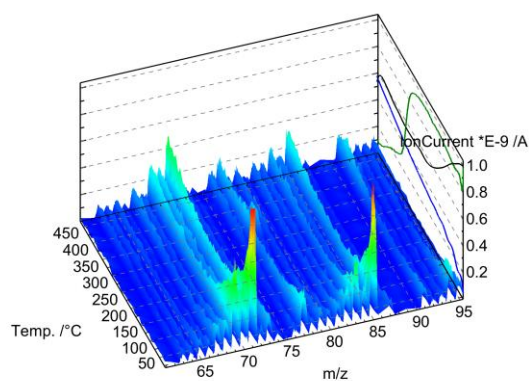


Рисунок 6 - Характерные полосы в масс-спектрах продуктов разложения образцов матов из штапельного стекловолокна URSA марок М-11, М-11Ф, М-15, М-15Ф, М-25, М-25Ф. Фенол,  $m/z=95, 94, 66, 65, 55, 50$  от комнатной температуры (адсорбированное вещество). Углеводороды  $\text{C}_5\text{H}_x$   $m/z=64-74$ ,  $\text{C}_6\text{H}_x$   $m/z=77-85$ ,  $\text{C}_7\text{H}_x$   $m/z=92-95$ , от комнатной температуры (адсорбированные вещества). Углеводороды  $\text{C}_5\text{H}_x, \text{C}_6\text{H}_x, \text{C}_7\text{H}_x$   $m/z=69-92$ , с  $300^{\circ}\text{C}$ , интенсивность нарастает с  $300^{\circ}\text{C}$

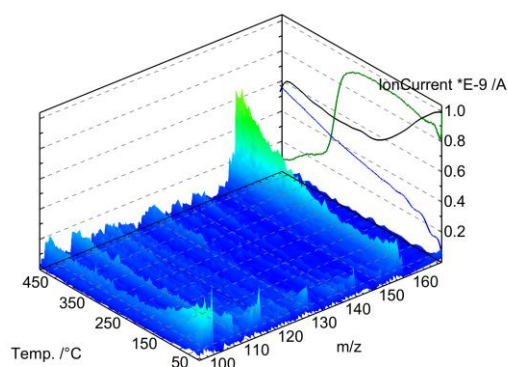


Рисунок 7 - Характерные полосы в масс-спектрах продуктов разложения образцов матов из штапельного стекловолокна URSA марок М-11, М-11Ф, М-15, М-15Ф, М-25, М-25Ф. Углеводороды  $C_7H_x-C_9H_x$   $m/z=96-128$ , от комнатной температуры (адсорбированные вещества)

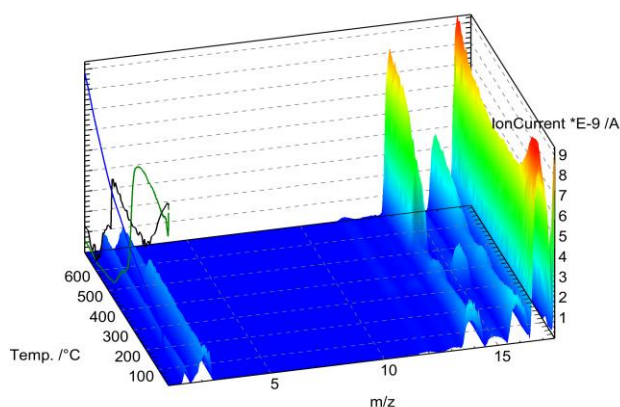


Рисунок 8 - Выделение углеводородов в масс-спектрах продуктов разложения теплоизоляционных материалов Мат-АЛ; Мат-Т. Аммиак  $m/z=17, 16, 15, 14$ , от комнатной температуры, интенсивность растет с  $300^\circ\text{C}$ . Метан  $m/z= 16, 15, 14$ , интенсивность нарастает с  $400^\circ\text{C}$ .

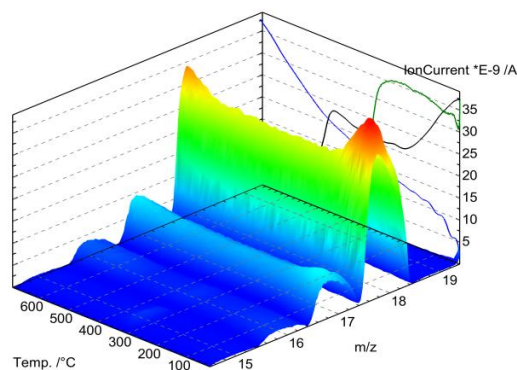


Рисунок 9 - Выделение воды в масс-спектрах продуктов разложения теплоизоляционных материалов Мат-АЛ; Мат-Т. Вода  $m/z=18, 17$ , от комнатной температуры, пики при  $100^{\circ}\text{C}$

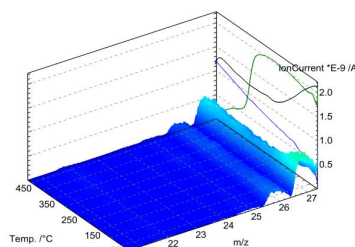


Рисунок 10 - Выделение углеводов в масс-спектрах продуктов разложения теплоизоляционных материалов Мат-АЛ; Мат-Т. Углеводороды  $\text{C}_2\text{H}_x$ ,  $m/z=30, 29, 28, 27, 26$ , от комнатной температуры, интенсивность падает (адсорбированное вещество)

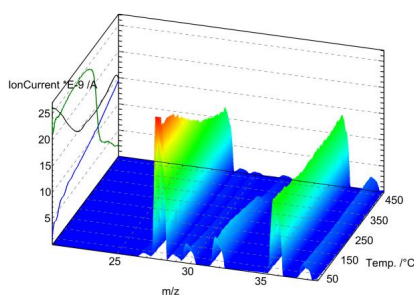


Рисунок 11 - Выделение вредных химических веществ в масс-спектрах продуктов разложения теплоизоляционных материалов Мат-АЛ; Мат-Т. Этан  $m/z=30, 29$ , от комнатной температуры (адсорбированное вещество). Формальдегид  $m/z=30, 29, 28, 15$  от комнатной температуры (адсорбированное вещество). Кислород  $m/z=32$ , от комнатной температуры (адсорбированное вещество). Азот

$m/z=28$ , от комнатной температуры (адсорбированное вещество). Аргон  $m/z=36, 38, 40$ , продувочный газ

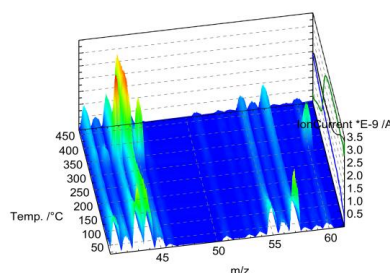


Рисунок 12 - Выделение углеводородов и уксусной кислоты в масс-спектрах продуктов разложения теплоизоляционных материалов Мат-АЛ; Мат-Т. Уксусная кислота  $m/z=60, 45, 43, 42 + (29, 15)$ , от комнатной температуры, интенсивность нарастает с  $300^{\circ}\text{C}$ , пики при  $330^{\circ}\text{C}$ . Углеводороды  $\text{C}_3\text{H}_x$   $m/z=44, 43, 42, 41$  и  $\text{C}_4\text{H}_x$   $m/z=57, 56, 55, 54, 53, 52, 51, 50$ , от комнатной температуры (адсорбированные вещества)

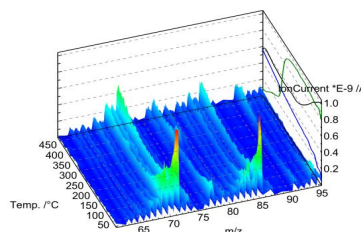


Рисунок 13 - Выделение углеводородов в масс-спектрах продуктов разложения теплоизоляционных материалов Мат-АЛ; Мат-Т. Фенол,  $m/z=95, 94, 66, 65, 55, 50$  от комнатной температуры (адсорбированное вещество). углеводороды  $\text{C}_5\text{H}_x$   $m/z=64-74$ ,  $\text{C}_6\text{H}_x$   $m/z=77-85$ ,  $\text{C}_7\text{H}_x$   $m/z=92-95$ , от комнатной температуры (адсорбированные вещества). Углеводороды  $\text{C}_5\text{H}_x, \text{C}_6\text{H}_x, \text{C}_7\text{H}_x$   $m/z=69-92$ , с  $300^{\circ}\text{C}$ , интенсивность нарастает с  $300^{\circ}\text{C}$

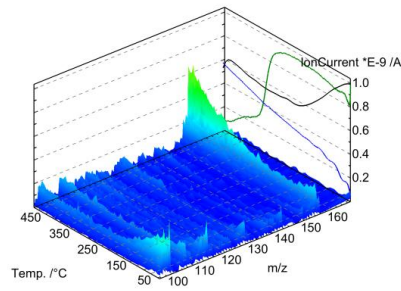


Рисунок 14 - Характерные полосы в масс-спектрах продуктов разложения теплоизоляционных материалов Мат-АЛ; Мат-Т. Углеводороды  $C_7H_x$ - $C_9H_x$   $m/z=96$ -128, от комнатной температуры (адсорбированные вещества)