

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 «Техносферная безопасность»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Способ повышения безопасности технологического оборудования с  
использованием методов вибродиагностики

Студент

М.А. Клишина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

М.Д. Кода

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент Т.Ю. Фрезе

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

## **Аннотация**

ВКР выполнена в объёме 52 страницы, и содержит в себе: 8 таблиц, 5 рисунков, 20 источников.

Актуальность темы настоящего исследования обусловлена многими факторами, где один из важнейших – обеспечение безопасности в отрасли производства и обслуживания железнодорожного транспорта. В рассматриваемом промышленном секторе прослеживается достаточно высокий уровень травмоопасности; ситуация также усугубляется тем, что охрана труда в отрасли производства и обслуживания железнодорожного транспорта нередко, как свидетельствует накопленный практический опыт, сводится исключительно к поддержанию порядка в требуемой документации.

Объект исследования: ООО «Техкомплекс».

Предмет исследования: безопасность технологического оборудования.

Цель исследования: разработать способ повышения безопасности технологического оборудования с использованием методов вибродиагностики.

## Содержание

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение.....                                                                                                           | 4  |
| Термины и определения.....                                                                                              | 6  |
| Перечень сокращений и обозначений.....                                                                                  | 7  |
| 1 Характеристика технологического процесса.....                                                                         | 8  |
| 2 Анализ производственного травматизма и профессиональной<br>заболеваемости в организациях промышленного комплекса..... | 14 |
| 3 Анализ методов вибродиагностики.....                                                                                  | 18 |
| 4 Разработка мероприятий по снижению уровня производственного<br>травматизма.....                                       | 21 |
| 5 Охрана труда.....                                                                                                     | 24 |
| 6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....                                                             | 30 |
| 7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....                                                                      | 35 |
| 8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной<br>безопасности.....                                     | 38 |
| Заключение.....                                                                                                         | 49 |
| Список используемых источников.....                                                                                     | 50 |

## **Введение**

В настоящее время в промышленном секторе производства и обслуживания железнодорожного транспорта формируется устойчивая тенденция возникновения множества несчастных случаев и частого развития профессиональных заболеваний у работников, задействованных отрасли производства и обслуживания железнодорожного транспорта. Одна из значимых причин, которая предопределяет наличие злободневных проблем в сфере охраны труда в отрасли производства и обслуживания железнодорожного транспорта, аналогично многим другим отраслям заключается в том, что анализ существующих условий труда и его охраны является апостериорным, то есть его проводят уже по факту произошедшего несчастного случая или развития профессионального заболевания.

Таким образом, в целях производства априорного анализа, направленного, прежде всего, на выработку эффективных мер, позволяющих заблаговременно снизить имеющиеся профессиональные риски, потребуется применять в деятельности комплексный подход для урегулирования всего объёма стоящих перед охраной труда задач, посему речь идёт о необходимости создания усовершенствованной и модернизированной системы управления охраны труда.

Объект исследования: технологический процесс производства и обслуживания железнодорожного транспорта в ООО «Техкомплекс».

Предмет исследования: безопасность технологического оборудования при технологическом процессе производства и обслуживания железнодорожного транспорта.

Цель исследования: рассмотреть способ обеспечения безопасности оборудования при технологическом процессе производства и обслуживания железнодорожного транспорта с использованием методов вибродиагностики и разработать мероприятия, направленные на совершенствование рассматриваемого процесса обеспечения безопасности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- дать характеристику технологического процесса;
- провести анализ производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в организациях промышленного комплекса;
- дать анализ методов вибродиагностики
- предложить мероприятия по снижению уровня производственного травматизма;
- рассмотреть вопросы охраны труда и охраны окружающей среды;
- изучить способы защиты в чрезвычайных и аварийных ситуациях;
- оценить эффективность предлагаемых мероприятий.

## **Термины и определения**

В настоящем исследовании применяются следующие термины с соответствующими определениями:

Условия труда – «совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника» [2].

Вредный производственный фактор – «производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию» [2].

Опасный производственный фактор – «производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме» [2].

Безопасные условия труда – «условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов» [5].

Рабочее место – «место, где работник должен находиться или куда ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя» [5].

## **Перечень сокращений и обозначений**

В настоящем исследовании применяются следующие сокращения и обозначения:

ГОСТ – межгосударственный стандарт.

Минтруд России – Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации.

НТД – нормативно-технические документы.

ОТ – охрана труда.

ПБ – промышленная безопасность.

СИ – средства измерений.

СИЗ – средства индивидуальной защиты.

СК – скорость коррозии.

ССБТ – система стандартов безопасности труда.

ТО – техническое обслуживание.

ТУ – технические условия.

ТОиР – техническое обслуживание и ремонт.

## **1 Характеристика технологического процесса**

«Техкомплекс» – одно из крупнейших частных вагоноремонтных предприятий России, обладающее обширной экспертизой в области ремонта, обслуживания подвижного состава и опытом производства грузовых вагонов. Предприятие создано на базе Смышляевского завода по ремонту подвижного состава. В 2008 «Техкомплекс» вошел в состав холдинга «НефтеТрансСервис», и опираясь на возможности одного из ведущих операторов грузового подвижного состава, приступил к развитию традиционных для завода услуг и созданию новых направлений деятельности в соответствии с требованиями рынка. На данный момент ООО «Техкомплекс» специализируется на ремонте подвижного состава, производстве и ремонте колесных пар, а также предлагает услуги разделки вагонов и сопутствующие им сервисы.

ООО «Техкомплекс» осуществляет все виды диагностики и ремонта, а также изготовление колесных пар, специализируясь на:

- капитальном ремонте колесных пар;
- производстве колесных пар нового формирования РУ-1Ш (НОНК);
- производстве колесных пар с новыми цельнокатаными колесами (СОНК);
- среднем и текущем ремонте колесных пар с обточкой по кругу катания.

ООО «Техкомплекс» оказывает услуги деповского ремонта любой сложности следующих типов подвижного состава:

- 4-х осных нефтебензиновых цистерн;
- цистерн для перевозки сжиженных углеводородных газов (экипажная часть);
- полувагонов;
- крытых вагонов;
- универсальных платформ.



Также оказывает услуги капитального ремонта полувагонов и 4-х осных нефтебензиновых цистерн, услуги промывки нефтебензиновых цистерн после выгрузки темных и светлых нефтепродуктов.

«Техкомплекс» предлагает гибкие условия сотрудничества по разделке вагонов и сопутствующим сервисам, включая оперативный возврат пригодных запасных частей или их выкуп для вторичного использования, выкуп и продажу металлолома и т.п.

Вагонное депо состоит из нескольких основных производственных участков. Вагоноборочный участок с отделениями имеет три сквозные линии с ремонтными позициями. На каждой ремонтной позиции размещается по два полувагона. Эти основные параметры поточной линии определены исходя из годового плана ремонта вагонов, их трудоемкости размеров и типа вагоноборочного участка. В вагоноборочном производственном участке установлен мостовой кран грузоподъемностью 10 тонн. Перестановка вагонов с одной позиции на другую производится конвейерами с приводными станциями. Управление движением конвейером и другого оборудования осуществляется с центрального пульта. При передвижении полувагонов или ремонтных механизмов, а также при открытии и закрытии ворот заблаговременно включается звуковая и световая сигнализация. На каждой ремонтной позиции имеются раздаточные колонки сжатого воздуха, розетки для подключения электросварочных агрегатов.

С производственного участка подготовки полувагонов с помощью конвейера полувагоны передвигают в вагоноборочный участок на ремонтную позицию. На этой позиции расположены откидывающиеся опоры для удержания кузовов в поднятом положении. Тележки выкатываются из-под вагона и подкатывается под вагон конвейером. Перемещением тележек вагона для ремонта из вагоноборочного участка в тележечный цех и обратно отремонтированных и скомплектованных с колесными парами, осуществляется при помощи трансбордеров. Также имеется гидравлический пресс для правки и ремонта крышек люков, машины portalного типа для

правки деформированных металлических элементов рамы и каркаса кузова, электронагреватель, раздаточные колонки (ацетилен, пропана и кислорода), комплект приспособлений для выполнения слесарных работ на раме и кузове. Для окраски вагонов применяются установки «Радуга».

Тележечный цех оборудован поточно-конвейерной линией для ремонта рам на линии имеются кран-балка грузоподъемностью 3,2 тонны для дефектоскопирования боковых рам и надрессорных балок имеется дефектоскопная установка. Имеется участок дефектоскопирования подосных тяг и подвесок тормозных башмаков, на позиции имеются кантаватели подрессорных балок и боковых рам, специальные пневматические скобы для клепания фрикционных планок к рамам тележек. Кроме того, в тележечном цехе имеется кран-балка грузоподъемностью 5 тонн, два крана-укосины для перемещения триангелей на участок ремонта триангелей грузоподъемностью 0,24 тонны. В отделении по ремонту триангелей имеется пневматический гайковерт, стенд для испытания, поворотный круг, шлифовальная машина, клапаны для подачи, гильза для газосварки, стеллаж для измерительного и ремонтного инструмента. В тележечном цехе находится и сварочное отделение для производства наплавочных работ, сварочный стол. Для производства ремонта боковых рам и надрессорных балок в цехе имеются специально оборудованные станки – фрезерные, сверлильные и сварочные установки. Для наплавки наклонных поверхностей надрессорных балок имеются кантаватель.

Колесный цех вагонного депо предназначен для осмотра, освидетельствования и ремонта колесных пар со сменой элементов или без смены. Колесный цех имеет моечные машины для колесных пар, стенд для проверки и дефектоскопирования, где шаблонами проверяют геометрические размеры колес, оси и всей колесной пары, и также магнитная и ультразвуковая дефектация; станочное отделение, где располагаются колесно-токарные и шеечно-накатные станки; отделение по наплавке гребней колес. Рядом с колесным участком расположен парк колесных пар.

Основные нормативные положения регламентируются единой системой ППР, предусматривающей для различных видов оборудования соответствующую продолжительность ремонтных циклов и их структуру.

Структура ремонтного цикла характеризует количество и последовательность проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

Капитальный и средний ремонты проводят за счёт рабочего времени оборудования, мелкий ремонт и осмотры в междусменное и нерабочее время. Годовой план, график осмотров и ремонтов оборудования составляют главный механик или технический отдел депо. На основании годового составляют месячный план-график.

В настоящем исследовании рассмотрим технологический процесс ремонта крышек люков полувагонов. Необходимое количество оборудования и приспособлений крышек люков полувагонов определяется исходя из технологического процесса ремонта крышек люков полувагонов. Для обеспечения бесперебойной работы цеха необходимо иметь соответствующее технологическое оборудование. Результаты занесем в таблицу 1.

Таблица 1 – Перечень необходимого оборудования технологического процесса ремонта крышек люков полувагонов

| Наименование                                                                   | Количество |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Мостовой кран                                                                  | 2          |
| Стационарные ставлюги                                                          | 32         |
| Переносные ставлюги                                                            | 32         |
| Приспособления для снятия и постановки автосцепок                              | 1          |
| Приспособления для постановки и снятия поглощающего аппарата                   | 1          |
| Приспособления для транспортировки крышек люков                                | 1          |
| Полиспаст                                                                      | 1          |
| Автостроп                                                                      | 1          |
| Люкоправ                                                                       | 1          |
| Приспособления для стягивания кузова                                           | 1          |
| Гайковерт                                                                      | 1          |
| Приспособления для снятия и постановки крышек и постановки люков на полувагоны | 1          |
| Стенд для испытания тяги                                                       | 1          |

Продолжение таблицы 1

| Наименование                                       | Количество |
|----------------------------------------------------|------------|
| Фрезерный станок                                   | 1          |
| Выпрямитель сварочный                              | 8          |
| Балластные реостаты                                | 8          |
| Сварочные колонки                                  | 8          |
| Установки для испытания тормозов на вагоне         | 2          |
| Воздухопровод                                      |            |
| Керосинорез                                        | 4          |
| Посты для подключения пневматического оборудования | 8          |
| Электросварочный аппарат                           | 4          |

Технологический процесс ремонта крышек люков полувагонов представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Технологический процесс ремонта крышек люков полувагонов

| Номер операции | Наименование | Оборудование                                                                                          | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 005            | Транспортная | Мостовой кран<br>Молоток                                                                              | Снять разгрузочные люки, требующие ремонта, для осмотра, ремонта или замены                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 010            | Контрольная  | Линейка<br>Макет крышки люка<br>Лупа                                                                  | Трещины просматривают визуально лупой. Толщину измеряют между гофрами при расстоянии от 450 до 500 мм от козырька или передней отбортовки. Изгибы линейкой. Проверить люковые проемы макетом крышки люка. Допускаемые зазоры по нижней обвязке стен боковых 2 мм, по верхним листам балок рамы 3 мм. В случае необходимости – править. |
| 015            | Правильная   | Пресс для правки бортов, фрезерный станок                                                             | Выправить изгиб                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 020            | Сварочная    | Выпрямитель сварочный<br>Реостат балластный<br>Электроподдержатель<br>Щиток защитный<br>Очки защитные | Ремонт трещин. Разделать трещину по всей длине и на 15-20 мм далее видимых границ, края пробоины, прореза разделать. Трещину заварить. Сварные швы                                                                                                                                                                                     |

Продолжение таблицы 2

| Номер операции | Наименование | Оборудование                                        | Содержание                                                                                        |
|----------------|--------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |              | Резак газовый<br>Пропанобутановая смесь<br>Кислород | зачистить заподлицо с основным металлом. Установка усиливающей накладки, соответствующего размера |
| 025            | Механическая | Щетка металлическая<br>Шлифовальная пневмомашинка   | Зачистить места сварки от шлака и брызг металла                                                   |
| 030            | Контрольная  | Линейка<br>Макет крышки люка<br>Лупа                | Контроль качества правки прессом, наплавки и механической обработки                               |
| 035            | Сдаточная    | Комплект щупов для контроля зазора                  | При установке крышки люка проверить зазоры с помощью щупов                                        |

В первом разделе бакалаврской работы охарактеризован объект исследования – ООО «Техкомплекс», это одно из крупнейших частных вагоноремонтных предприятий России, обладающее обширной экспертизой в области ремонта, обслуживания подвижного состава. Также был проведен анализ технологического процесса ремонта крышек люков полувагонов и необходимого оборудования для его осуществления.

## **2 Анализ производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в организациях промышленного комплекса**

За период нескольких последних лет отмечается сокращение случаев травматизма на предприятиях. Основным критерием, характеризующим на производстве состояние охраны труда и соблюдения техники безопасности, служит степень тяжести травм работников, полученных при выполнении своих должностных обязательств:

- «легкие, позволяющие полностью восстановить изначальную степень трудоспособности по прошествии времени;
- тяжелые, в результате которых трудоспособность не удается восстановить полностью, поэтому работнику присваивается инвалидность;
- смертельные, заканчивающиеся летальным исходом для пострадавшего» [10].

На основе анализа данных от министерства здравоохранения за период 2020 года и предыдущих нескольких лет, можно заметить, что случаи травматизма, причины травматизма практически не изменяются. Причинами получения травм на производстве могут служить следующие факторы:

- «падение с высоты;
- воздействие механизмов и предметов;
- падение предмета на человека;
- дорожно-транспортное происшествие» [5].

Любой производственный процесс и применением оборудования несет в себе определенные риски. Для данного производства риски связаны с вероятностью аварийных ситуаций, таких как поломки оборудования, возгорания, взрывы, получение травм сотрудниками. Все вероятные риски предусмотрены требованиями промышленной безопасности.

За 2020 год было зарегистрировано более 4 тысяч травм с тяжелыми последствиями, что на 8,7% меньше, чем за тот же период предыдущего года.

Также по данным Роструда за несколько последних лет отмечается практически неизменное количество производственных травм, приведших к смертельному исходу.

На основании данных от Госкомстата более травмоопасными видами деятельности следует считать отраженные на рисунке 1 отрасли.

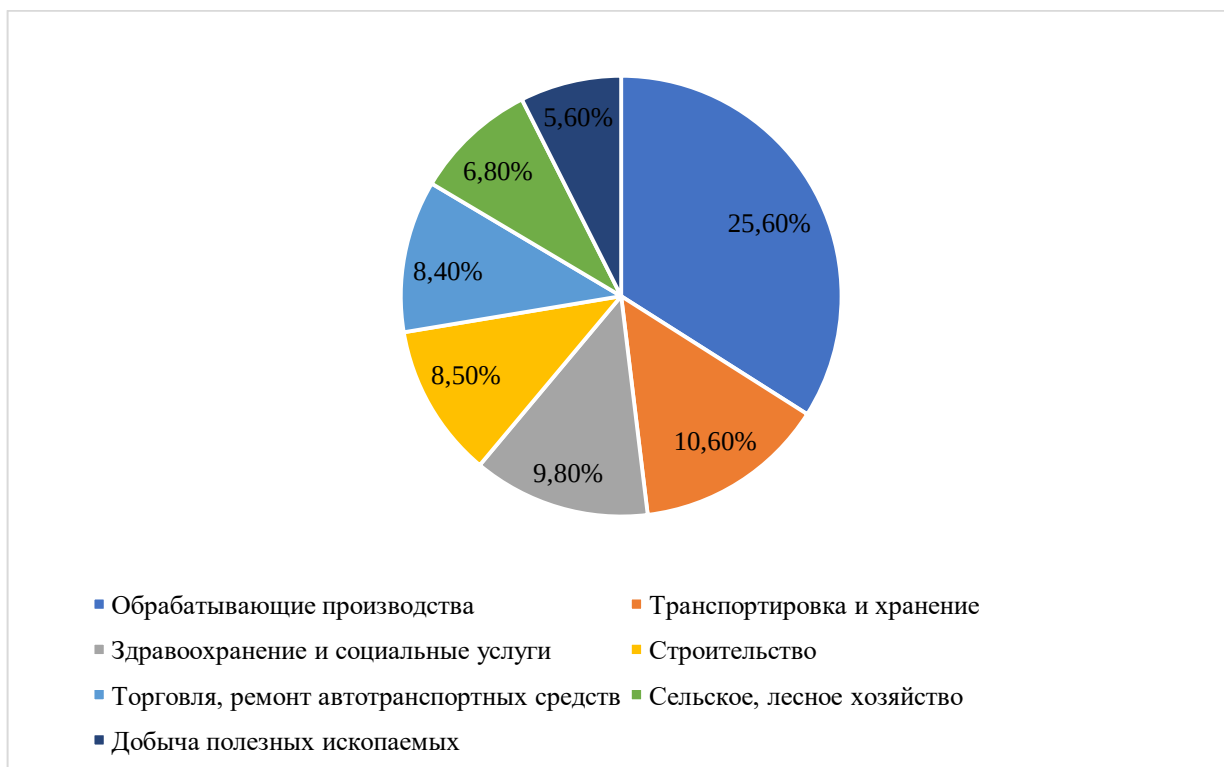


Рисунок 1 – Структура наиболее «травмоопасных» видов экономической деятельности

Значительная доля травматизма, произошедшего по причинам организационного плана и человеческого фактора, присутствующая на протяжении ряда лет, говорит о слабой организационной работе на производствах, недостаточном контроле над соблюдением сотрудниками требований ТБ. Требуется внедрять открытый и всеобъемлющий подход к вопросам соблюдения ТБ, обеспечения безопасными условиями труда на производстве, повысить роль, ответственность каждого сотрудника и руководителя любого уровня в данных вопросах.

Рассмотрим статистику несчастных случаев в ООО «Техкомплекс» за 2017-2021 годы на рисунке 2.

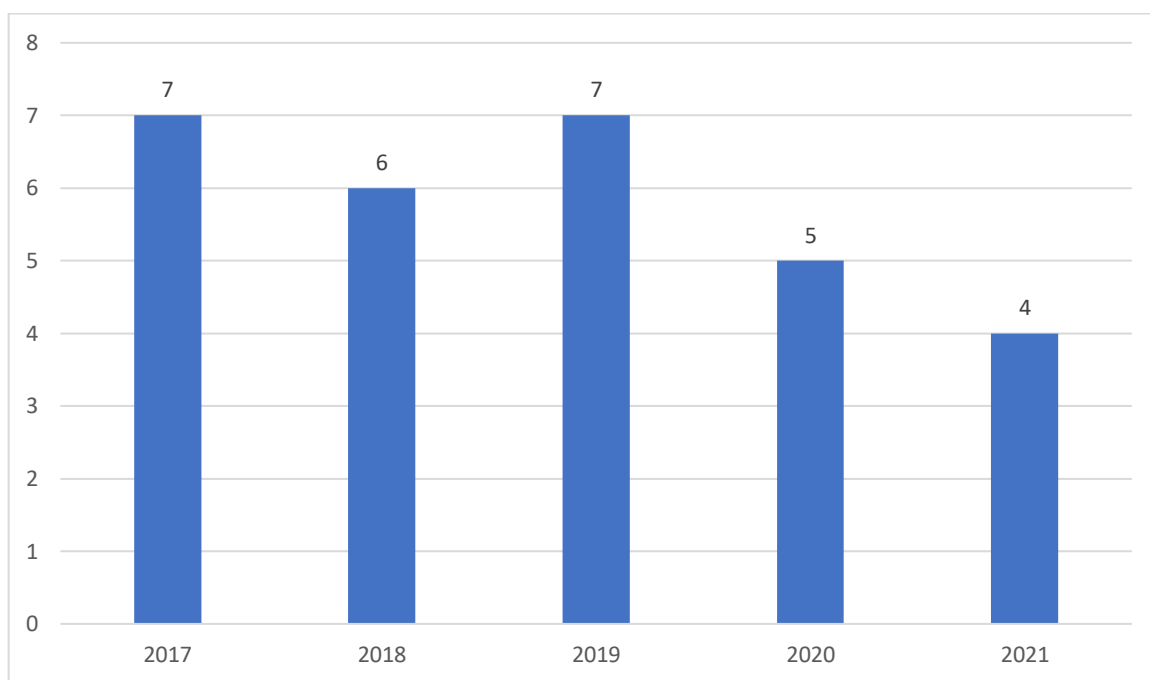


Рисунок 2 – Статистика несчастных случаев в ООО «Техкомплекс» за 2017-2021 годы

Итак, по результатам данных, представленных на рисунке 2, можно прийти к выводу о том, что в ООО «Техкомплекс» есть положительная динамика снижения несчастных случаев вследствие травматизма, но при этом данная статистка все еще имеет место, поэтому можно рассмотреть способы снижения производственного травматизма и профессиональных заболеваний в технологическом процессе производства и обслуживания железнодорожного транспорта ООО «Техкомплекс».

Для того, чтобы разобраться в причинах данных происшествий на производственных объектах ООО «Техкомплекс», обратимся к статистике по причинам несчастных случаев. Данная статистика представлена на рисунке 3.



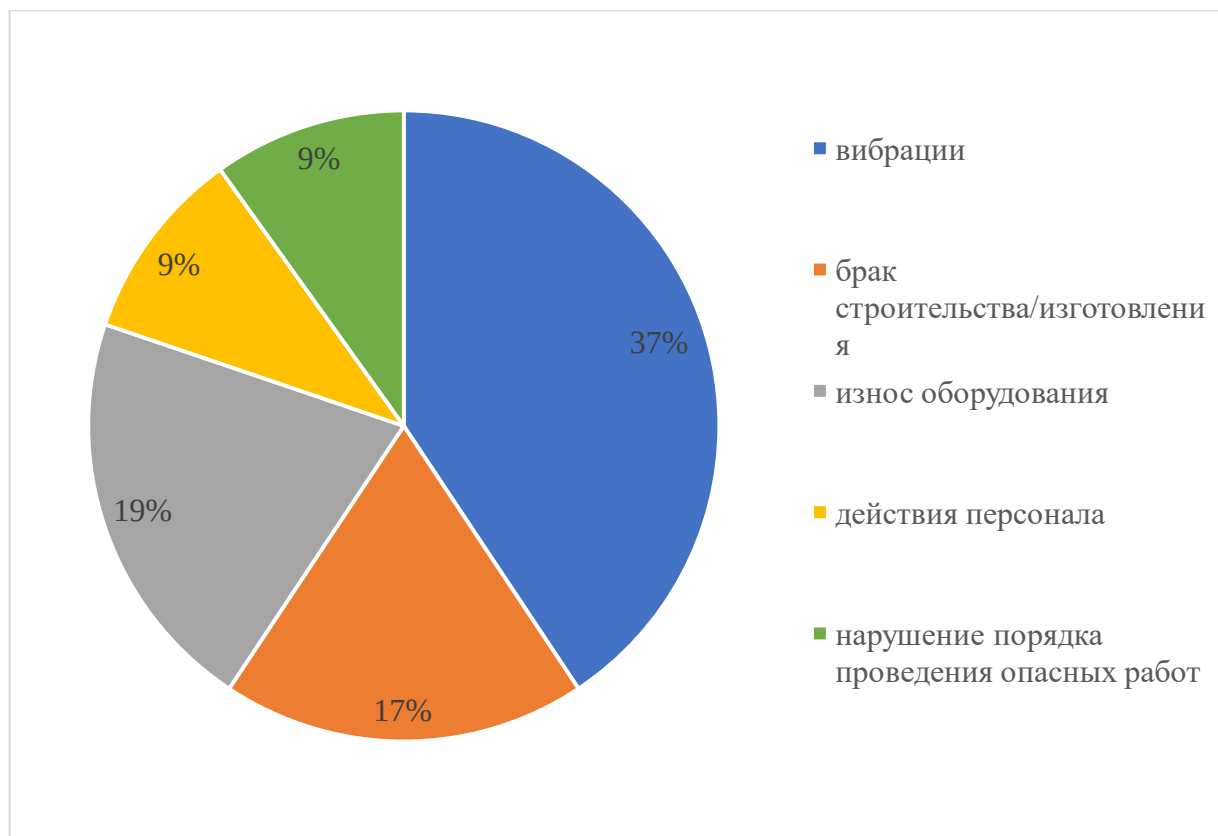


Рисунок 3 – Статистика по причинам травматизма и профзаболеваний на производственных объектах ООО «Техкомплекс»

Таким образом, в ООО «Техкомплекс» на первом месте находится такая причина травм, как вибрация (37%), на втором месте износ оборудования (19%), поэтому необходимо рассмотреть возможность внедрения мероприятий, снижающих воздействие данных факторов. В обоих случаях подходит внедрение вибродиагностики оборудования.

### **3 Анализ методов вибродиагностики**

Вибродиагностика – популярный метод диагностики для вращающегося роторного оборудования. Он довольно хорошо проработан и зафиксирован в документах Ростехнадзора. Поэтому предприятия склонны ему доверять и реализовывать на практике. Суть метода вибродиагностики в том, что на оборудование устанавливают датчики, которые контролируют вибрацию.

На основании полученной от них информации делается вывод о состоянии механической части оборудования. Например, вибродиагностика позволяет определить, есть ли проблемы в приводе и подшипниках. Основным недостатком этого метода состоит в том, что он не позволяет контролировать электрическую часть, кроме того, требуется установка датчиков. Но есть оборудование, например, погружные скважинные насосы, которое практически невозможно обвесить датчиками [15].

Вибродиагностика позволяет проводить обслуживание и ремонт роторного оборудования максимально эффективно в наиболее удобное время, выполняя при этом только необходимые ремонтные операции, а также не допускать аварийных поломок.

Это одна из наиболее важных и актуальных проблем современности, которая помогает повысить качество и надежность механизмов, машин и оборудования в любой отрасли промышленности.

Регулярное использование современных методов контроля и вибродиагностики позволяет сократить:

- аварийность на 90% - 95%;
- затраты на ремонты на 30% - 35% [4].

Важность проведения вибродиагностики сложно переоценить, так как постоянно повышается энерговооруженность современных предприятий, заводов, комбинатов, тепловых и атомных станций, морского, воздушного, железнодорожного и других видов транспорта и т.д. Сегодня они оснащены

очень сложной техникой с применением автоматизированных систем обслуживания и управления.

Вибродиагностика позволяет заранее определить потенциальные проблемы и выявить показатель износа оборудования. Системы вибродиагностики снижают риск внезапной поломки и остановки производства [16].

Повышенное внимание, уделяемое средствам технической диагностики и системам вибродиагностики специалистами по изготовлению и эксплуатации машин, механизмов и оборудования во многих отраслях промышленности, объясняется тем, что внедрение таких средств позволяет:

- «предупреждать аварии,
- повышать безотказность машин и оборудования,
- увеличивать их долговечность, надежность и ресурс,
- повышать производительность и объем производства,
- прогнозировать остаточный ресурс,
- снижать затраты времени на ремонтные работы,
- сокращать эксплуатационные затраты,
- уменьшать количество обслуживающего персонала,
- оптимизировать количество запасных деталей,
- снижать затраты на страхование» [3].

Таким образом, безопасная эксплуатация, повышение надежности и значительное увеличение ресурса машин, механизмов и оборудования невозможны в настоящее время без широкого применения методов и средств технической диагностики. Внедрение средств технической диагностики позволяет отказаться от обслуживания и ремонта по регламенту и перейти к прогрессивному принципу обслуживания и ремонта по фактическому состоянию, что дает значительный экономический эффект. Цены на виброанализаторы с лихвой компенсируются с учетом выгоды, которую предприятие получит, минуя простои из-за внезапных поломок оборудования.

Следует отметить, что эксплуатационные расходы превышают расходы изготовления в несколько раз. Это превышение составляет, например, для самолетов в 5 раз, для автотранспорта в 7 раз, для станков в 8 раз и более. Если учесть, что за время эксплуатации механизм подвергается нескольким десяткам профилактических осмотров с частичной разборкой, до 10 вынужденных и плановых средних ремонтов и до 3 капитальных ремонтов, можно оценить, какой экономический эффект будет получен за счет внедрения средств технической диагностики [20].

Диагностика станочного оборудования включает следующие проверки:

- прямолинейность осей станка;
- угловое положение шпинделя;
- соосность основного и вспомогательного шпинделей (задней бабки);
- перпендикулярность осей станка;
- плоскостность стола или станины станка;
- состояние шпиндельных подшипников [17].

Точность геометрии и отсутствие биений является необходимым условием обеспечения соответствия требованиям качества и сокращения количества брака. Даже высокоточная калибровка поступательного движения не имеет смысла, если узлы станка движутся по изогнутым траекториям, а сам станок расположен на неровной поверхности. Правильная геометрия станка – основа производства деталей с корректными значениями допусков.

Итак, ранее был проведен анализ технологического процесса ремонта крышек люков полувагонов и необходимого оборудования для его осуществления.

В третьем разделе, после анализа методов вибродиагностики, и оборудования, для которого он применяется, выбираем фрезерный станок в качестве объекта дальнейшего исследования.

#### **4 Разработка мероприятий по снижению уровня производственного травматизма**

Чтобы эффективно ремонтировать промышленное оборудование в минимальные сроки применяют вибродиагностику – технология обнаружения дефектов оборудования. Она сокращает стоимость плановых ремонтных работ до 50% и делает обслуживание агрегатов более качественным. Вибрация сопровождает работу любого механизма и является следствием действия в нем собственных возмущающих сил. Сигнал вибрации несет в себе полезную информацию о состоянии отдельных узлов, кинематических связей и механизма в целом.

Система вибромониторинга в режиме реального времени:

- измеряет параметры, отражающие техническое состояние элементов станка с ЧПУ;
- позволяет сравнивать измеряемые данные с эталонными;
- обеспечивает оповещение о данных, выходящих за границы нормы.

Для того, чтобы внедрить систему вибродиагностики необходимо:

- выявить механические узлы оборудования, а также относящиеся к ним объекты наблюдения, которые должна диагностировать система вибромониторинга;
- оборудовать станки датчиками и устройствами вибродиагностики;
- внести устройства в справочники приложения «Сервер Диспетчер» (а именно «Объекты вибродиагностики» и «Оборудование вибродиагностики»), обозначив узлы, объекты и критерии контроля;
- подключить и наладить приборы вибромониторинга.

Поскольку ранее после анализа методов вибродиагностики, и оборудования, для которого он применяется, был выбран фрезерный станок, то рассмотрим процесс применения рассматриваемого метода.

Задачи, поставленные в ходе исследования применения метода вибродиагностики изучение:

- мониторинга высокоинтегрированного производственного оборудования;
- переменных скоростей вращения двигателей;
- последствий отказа/поломки;
- отказа станочного оборудования вызывает простой производства в целом.

Для этого осуществлен анализ:

- мониторинга общей виброскорости для обнаружения дисбалансов, повреждений подшипников и несоосностей;
- общего виброускорения;
- мониторинга состояния оборудования

Рассмотрим предлагаемую конфигурацию для шпинделя фрезерного станка. Шпиндель фрезерного станка необходим для прочной фиксации оправки с режущим инструментом [23]. Осуществляет передачу крутящего момента от электродвигателя к оправке с режущими пластинками, с заданной скоростью.

Конфигурации для шпинделя представлена на рисунке 4.

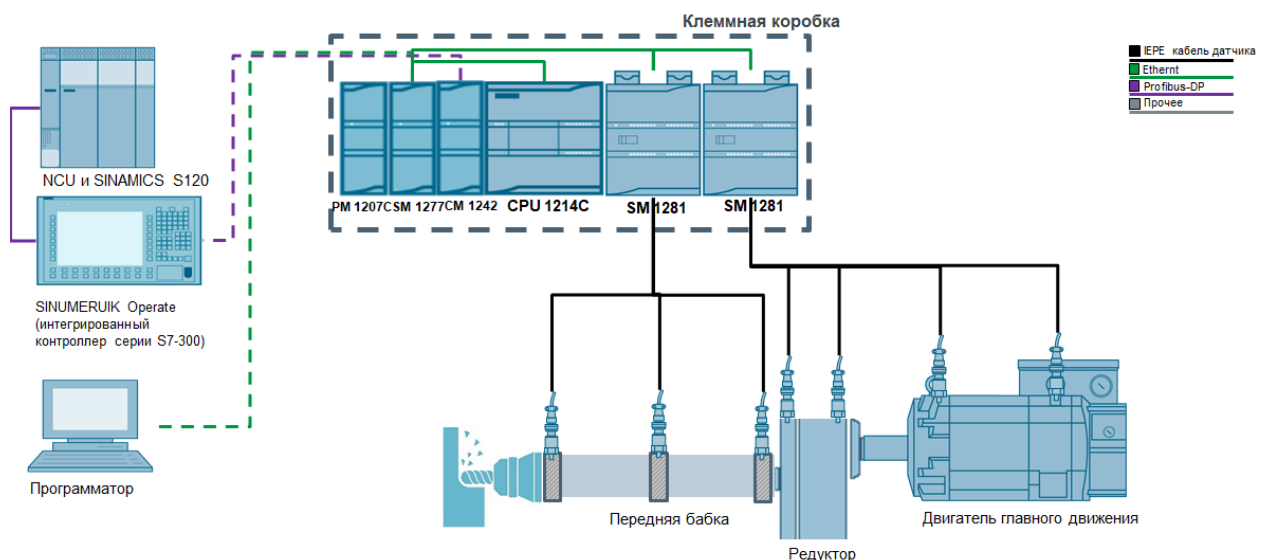


Рисунок 4 – Конфигурации для шпинделя

В данной конфигурации применяется следующее оборудование для вибродиагностики (таблица 3).

Таблица 3 – Оборудование вибродиагностики для шпинделя

| Наименование                                                  | Количество |
|---------------------------------------------------------------|------------|
| Вибродатчик (VIB-датчик S01)                                  | 7          |
| Кабель MIL-1000 (кабель для подключения VIB-датчиков)         | 7          |
| Блок обработки сигналов с датчиков (SIPLUS CSM1200)           | 2          |
| Набор зажимов экрана (SIPLUS CSM1200 SM 1281)                 | 2          |
| Профильная шина для шкафов 19``                               | 1          |
| Модуль ввода/вывода (CPU 1214C)                               | 1          |
| Блок питания (PM1207)                                         | 1          |
| Батарейный щит (BB1297)                                       | 1          |
| Компактный 4-портовый коммутационный модуль Ethernet GSM 1277 | 1          |
| Витая пара (RJ45/RJ45)                                        | 3          |

Преимущества, которые даст применение метода вибродиагностики:

- снижение производственного травматизма из-за своевременной замены изношенных деталей;
- возможность планирования ТОиР;
- своевременное приобретения компонентов для замены;
- не требуется искать ошибки благодаря идентификации ошибок с помощью спектрального анализа;
- сокращение расходов на сервисное и техническое обслуживание;
- экономия средств;
- сокращение времени простоев.

Итак, в четвертом разделе применена система вибродиагностики для шпинделя фрезерного станка. Как результат, система вибродиагностики дает возможность быстро определять дефекты оборудования и действовать на опережение для предотвращения поломки устройств.

## 5 Охрана труда

Действующее трудовое законодательство обязывает руководство предприятий создавать необходимые условия труда работающему персоналу, регулирует отношения в следующих вопросах:

- «организации труда и управлению трудом;
- трудоустройству у данного работодателя;
- подготовке и дополнительному профессиональному образованию работников непосредственно у данного работодателя;
- социальному партнерству, ведению коллективных переговоров, заключению коллективных договоров и соглашений;
- участию работников и профессиональных союзов в установлении условий труда и применении трудового законодательства в предусмотренных законом случаях;
- материальной ответственности работодателей и работников в сфере труда;
- государственному контролю (надзору), профсоюзному контролю за соблюдением трудового законодательства (включая законодательство об охране труда) и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права;
- разрешению трудовых споров;
- обязательному социальному страхованию в случаях, предусмотренных федеральными законами» [1].

Оценка условий труда проходит согласно Методике проведения специальной оценки условий труда, приведенной в Федеральном законе от 28.12.2013 № 426. Методика устанавливает обязательные требования к последовательно реализуемым в рамках проведения специальной оценки условий труда процедурам.

Остановимся на требованиях правил безопасности труда, основных требованиях эксплуатации технологического оборудования по отношению к



исследуемому в данной работе производству:

- «собственник обеспечивает возможность проведения техобслуживания, ремонта, реконструкции и модернизации оборудования;
- объем работ по техническому обслуживанию и ремонту установок определяется в зависимости от нужной степени их работоспособности;
- все виды производимых ремонтов оборудования производятся согласно заранее составленным годовым планам. Документы утверждаются техническим руководителем;
- собственник обязуется разработать долгосрочный план, по которому будет проводиться реконструкция и перевооружение оборудования;
- установка периодичности проведения всех видов ремонтных мероприятий, а также продолжительности ежегодных простоев осуществляется с учетом указаний заводов-производителей и действующих норм, согласно отрасли задействия;
- если истек срок службы технологических систем и оборудования, указанный в документации, установки в обязательном порядке проходят техническое освидетельствование. Специальными полномочиями наделена специально созданная комиссия, во главе которой указывается технический руководитель. Комиссией оценивается состояние оборудования, а также устанавливаются сроки и условия дальнейшего его использования» [12].

При разработке организации и технологии ремонта вагонов должны предусматриваться следующие основные принципы и условия:

- строгое соблюдение действующих правил ремонта вагонов и технических указаний МПС на ремонт и изготовление вагонных деталей;

- ремонт вагонов путем замены неисправных деталей и узлов заранее отремонтированными (агрегатный метод ремонта) с простоем вагонов в ремонте не более установленных норм при ритмичной работе;
- автоматизация и комплексная механизация всех трудоемких работ путем применения автоматических конвейерных линий и механизированных комплексов, обеспечивающих повышение производительности и улучшение условий труда при высоком качестве ремонтных работ;
- создание неснижаемого технологического запаса основных вагонных деталей и материалов;
- организация ремонта вагонов на основе графиков планирования и управления технологическим процессом;
- расширение специализации и кооперирования, применение поточно-конвейерного метода ремонта;
- контроль за качеством ремонта

На основании действующих нормативных актов по обеспечению безопасности на производстве, к обязанностям сотрудника, назначенного ответственным за работу технологического оборудования на данном предприятии, относятся организационные действия по прохождению сотрудниками инструктажей, обучения, контроля знаний ТБ и ОТ, допуск к самостоятельному исполнению должностных обязанностей работниками.

На рассматриваемом объекте проводятся инструктажи персонала согласно законодательству: «Проведение инструктажей заключается в изложении в устной или письменной форме инструктирующим лицом инструктируемому лицу конкретных руководящих и обязательных для исполнения требований по условиям, порядку и последовательности безопасного совершения тех или иных конкретных действий во время исполнения инструктируемым лицом порученных ему трудовых и поведенческих функций» [18]. В ООО «Техкомплекс» проводят:

- вводный инструктаж («для всех принимаемых на работу лиц, а также для лиц, командированных на работу на предприятие – организатор обучения либо выполняющих подрядные (субподрядные) работы на подконтрольных предприятию – организатору обучения территории и объектах, а также для обучающихся образовательных организаций и учреждений соответствующих уровней, проходящих производственную практику, либо для иных лиц, участвующих в производственной деятельности предприятия – организатора обучения» [18]);
- первичный и повторный инструктажи на рабочем месте («со всеми вновь принятыми на работу лицами, в том числе для выполнения краткосрочных, сезонных и иных временных работ, в свободное от основной работы время, а также на дому; с работающими, переведенными в установленном порядке из другого подразделения, с командированным на работу, с персоналом подрядчиков с обучающимися образовательных учреждений» [18]);
- внеплановый инструктаж («при введении в действие новых или изменении законодательных и иных нормативных правовых актов, при изменении технологических процессов, замене или модернизации оборудования; при нарушении работниками требований охраны труда, по требованию должностных лиц органов государственного надзора и контроля, при перерывах в работе, по решению работодателя» [18]);
- целевой инструктаж («при выполнении разовых работ, при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и работ, на которые оформляется наряд-допуск, разрешение или другие специальные документы, а также при проведении в организации массовых мероприятий» [18]).

Прежде чем сотрудники приступят к исполнению своих обязанностей – к работе на потенциально опасном технологическом оборудовании, они

обязаны пройти профессиональное обучение, обучиться оказывать доврачебную медицинскую помощь, уметь освобождать человека попавшего под удар электрического тока и обладать соответствующим допуском [24]. Также необходимо сдать экзамен по правилам ТБ и ОТ, знать различные нормативные требования и документы, после чего ему присваивается соответствующая группа по безопасности.

Итог проведенных проверок знаний отмечают в удостоверениях сотрудников, которые предварительно прошли инструктажи. Данный документ предоставляет право выполнять технические, ремонтные и другие работы на установках. Комиссия производственного контроля проводит проверки имеющихся условий труда на предприятии, выдаются рекомендации и предписания для руководства, по которым составляются и исполняются в предлагаемые комиссией сроки мероприятия для улучшения условий труда. Основное назначение мероприятий – снизить риски, оказывающие негативное влияние на здоровье сотрудников, в том числе:

- профессиональных заболеваний;
- заболеваний (отравлений) и инфекционных заболеваний, связанных с условиями труда.

В пятом разделе исследования также составлена процедура обеспечения работников ООО «Техкомплекс» лечебно-профилактическим питанием. Данная процедура представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Процедура обеспечения работников ООО «Техкомплекс» лечебно-профилактическим питанием

| Процесс                                                      | Ответственный | Исполнитель      | Документы на входе                     | Документы на выходе                                         |
|--------------------------------------------------------------|---------------|------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Разработка Положения о выдаче молока (равноценных продуктов) | Руководитель  | Специалист по ОТ | ТК РФ<br>Приказ Минздравсоцразвития РФ | Регламент выдачи молока и лечебно-профилактического питания |

Продолжение таблицы 4

| Процесс                                                            | Ответственный | Исполнитель      | Документы на входе                                     | Документы на выходе                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------|---------------|------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Планирование мероприятий по выдаче молока (равноценных продуктов)  | Руководитель  | Специалист по ОТ | Регламент выдачи молока и лечебно-профилактич. питания | Приказ выдачи молока и лечебно-профилактич. питания                                              |
| Осуществление мероприятий по выдаче молока (равноценных продуктов) | Руководитель  | Специалист по ОТ | Приказ выдачи молока и лечебно-профилактич. питания    | Талон на молоко (равноценные продукты)<br>Запись в журнале выдачи молока (равноценных продуктов) |
| Контроль за выполнением<br>Корректирующие действия                 | Руководитель  | Специалист по ОТ | Приказ выдачи молока и лечебно-профилактич. питания    | Корректирующие поправки в приказ                                                                 |

В разделе «Охрана труда» изучено применение действующего трудового законодательства в ООО «Техкомплекс», проанализированы принципы оценки условий труда, разработана процедура обеспечения работников лечебно-профилактическим питанием.

## 6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

К загрязнению окружающего пространства (воздух, водные источники, почва, растительность) может привести неосторожное, неправильное обращение с опасными веществами. Одним из первых признаков их появления – специфический запах воздуха в местах проживания людей, наличие постороннего вкуса у воды [22]. Такое возможно при максимальном превышении разовых ПДК. Большое загрязняющее воздействие на окружающее пространство, в первую очередь на атмосферный воздух, оказывают пожарные ситуации большого масштаба.

Для изучения влияния рассматриваемого объекта на окружающую среду сгруппируем отходы ООО «Техкомплекс» по классу опасности в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень и количество отходов, образующихся при деятельности ООО «Техкомплекс»

| Класс опасности  | Наименование отходов                                                                                            | Кол-во (т)          |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 5 класс          | Всего:                                                                                                          | 278,065             |
| 8 11 100 01 49 5 | Грунт, образовавшийся при проведении землеройных работ, незагрязненный опасными веществами                      | 196                 |
| 9 19 100 01 20 5 | Остатки и огарки стальных сварочных электродов                                                                  | 0,04                |
| 4 61 010 01 20 5 | Лом и отходы, содержащие незагрязненные черные металлы в виде изделий, кусков, несортированные                  | 1,21                |
| 9 21 751 12 39 5 | Осадок сточных вод мойки автомобильного транспорта практически неопасный                                        | 1,935               |
| 3 03 111 09 23 5 | Обрезки и обрывки смешанных тканей                                                                              | 0,05                |
| 4 класс          | Всего:                                                                                                          | 89,234              |
| 4 68 112 02 51 4 | Тара из черных металлов, загрязненная лакокрасочными материалами (содержание менее 5%)                          | 0,14                |
| 9 19 302 53 60 4 | Обтирочный материал, загрязненный материалами лакокрасочными и аналогичными для нанесения покрытий, малоопасный | 0,324               |
| 9 19 204 02 60 4 | Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15%)    | 0,31                |
| 7 33 100 01 72 4 | Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)                    | 0,66                |
| 7 32 221 01 30 4 | Отходы очистки туалетных кабин, биотуалетов                                                                     | 87,8 м <sup>3</sup> |

Экологическими службами разрешено для ООО «Техкомплекс» проводить на своих территориях временное сохранение (процесс накопления) отходов определенного класса опасности до момента перевозки к месту переработки и обезвреживания. «Временное накопление отходов осуществляется на специально оборудованных для этого площадках, в технологических емкостях, в условиях, исключающих возможность их попадания в природную среду и вредного воздействия на людей» [8].

Ведение технологических процессов связано с образованием минеральных грунтов, которые будут вывозиться по мере накопления на иные строящиеся объекты. «Отходы от вырубки зеленых насаждений по мере образования, без промежуточного хранения на строительной площадке, вывозятся на переработку специализированным предприятиям» [8].

Образующиеся различные отходы, должны содержаться и накапливаться в специальном бункере, который содержит на бетонированной (асфальтированной) площадке с удобным транспортным подъездом, затем отходы будут вывозиться на полигон. Транспортировка отходов проводится с периодичностью раз в неделю. «Отходы производства, подлежащие передаче на переработку, накапливаются в металлическом контейнере емкостью 0,25 м<sup>3</sup>. По мере накопления транспортной партии отходы передаются на переработку на предприятия. Мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный), замасленная ветошь собираются в металлический стандартный контейнер 0,75 м<sup>3</sup> и передаются (ежедневно в летнее время и 1 раз в 3 дня зимой) специализированному предприятию для вывоза на полигон по договору» [6].

Оборудуют площадку для мусорных контейнеров по действующим требованиям в зависимости от класса опасности отходов, на ней устанавливают два контейнера, один из которых предназначен для промышленных отходов, другой – для бытовых.

Сточные загрязненные воды собираются в специальные емкости, относящиеся к водооборотной системе установок, вывоз их в район полигона

для производственных отходов должен производиться с периодичностью раз в 60 дней (для теплого периода года). Транспортировку сточных вод осуществляет на основе договорных отношений специализированная организация. Вывоз загрязненного нефтепродуктами шлама после мытья колес транспорта, перевозится для переработки также раз в 60 дней (теплое время года).

Проведенные замеры показывают, что расчетные точки обладают концентрацией опасных и загрязняющих соединений в пределах ниже предельно-допустимого значения, поэтому для ООО «Техкомплекс» предлагаемые меры сокращения концентраций несут лишь рекомендательную сторону:

- «соблюдение технологии производственных работ;
- соблюдение границ территории, отведенной под производство;
- контроль за техническим состоянием транспорта, обеспечение качественной и своевременной регулировки и ремонта двигателей;
- обеспыливание грунта орошением;
- укрытие кузовов самосвалов тентовым покрытием при транспортировке грунта и инертных материалов;
- разработка системы оборотного водоснабжения» [7].

К числу приоритетов ООО «Техкомплекс» относятся защита окружающей среды и минимизация отрицательного влияния на природу. Деятельность Компании в сфере охраны окружающей среды осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации и экологической стратегией ОАО «РЖД» на период до 2017 года и на перспективу до 2030 года.

Обеспечение сокращения вредного влияния транспортных перевозок стало возможным для ООО «Техкомплекс» благодаря замене многих подвижных составов и используемых инженерных конструкций на усовершенствованные и модернизированные.

Закупка и введение в действие новых вагонов с установками ЭЧТК позволило поддерживать состояние инфраструктур, дорожного покрытия без



загрязнений, кроме того, идет переоснащение используемых в течении длительного времени вагонов ЭЧТК при проведении капитальных ремонтов [25].

Снижение загрязнения атмосферного воздуха путем сокращения объема выбросов происходит благодаря тому, что компанией проводятся модернизационные работы в котельных – переход на газ и жидкое топливо, закупается пассажирские вагоны, имеющие централизованное энергоснабжение, что позволяет сократить в значительной мере угольное топливо.

Комплекс мероприятий, проводимый в ООО «Техкомплекс», позволил добиться сокращения уровней показателей негативного воздействия на экологию:

- «сокращен общий объем использованной воды на производственные нужды в структурных подразделениях на 36% с 9,4 млн м<sup>3</sup> до 6 млн м<sup>3</sup>;
- сокращены выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух на 42% с 8,0 тыс. тонн до 4,6 тыс. тонн» [13].

ООО «Техкомплекс» признает свою социальную ответственность и полностью соблюдает действующее законодательство Российской Федерации, Единые технические регламенты.

Для ООО «Техкомплекс» рекомендовано применение системы оборотного водоснабжения, это замкнутые системы, позволяющие повторно использовать промышленные сточные воды, прошедшие процесс очистки на очистных сооружениях замкнутого цикла. Пример системы оборотного водоснабжения, рекомендованный для ООО «Техкомплекс» показан на рисунке 5.

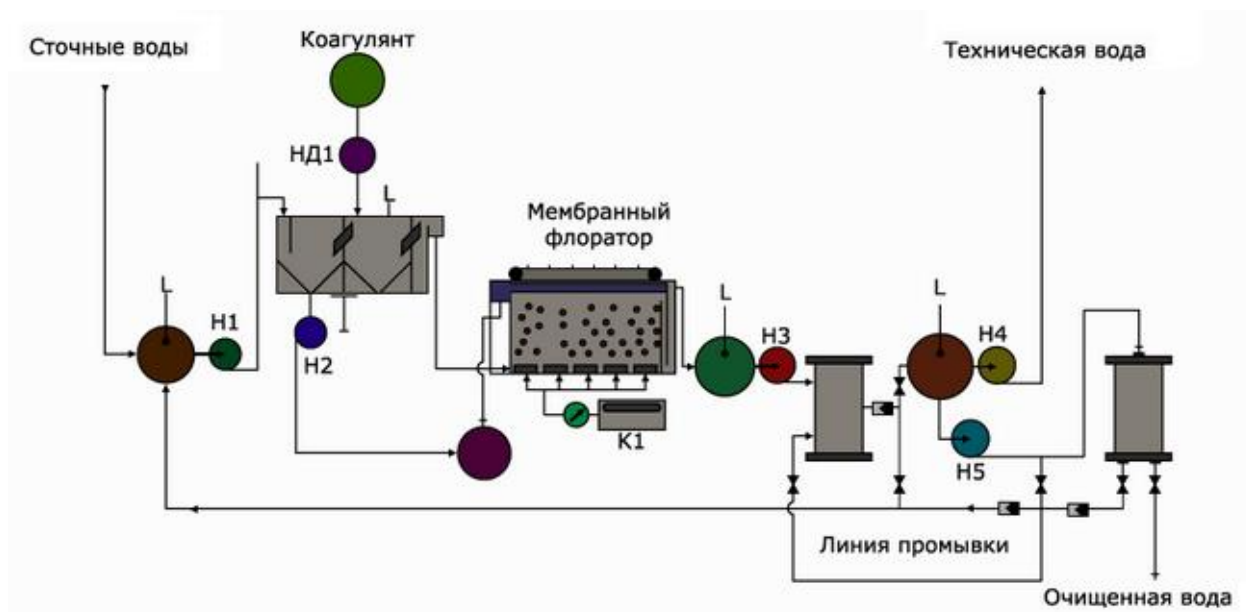


Рисунок 5 – Пример системы оборотного водоснабжения, рекомендованный для ООО «Техкомплекс»

Такая система может комбинироваться с обычным водопроводом. Для загрязнённых вод устанавливается накопительная ёмкость с фильтрами (механическими, биологической очистки или обратного осмоса — в зависимости от потребностей предприятия) и насос для перекачки.

В разделе «Охрана окружающей среды» проведена оценка антропогенного воздействия ООО «Техкомплекс» на экологию области. Разработаны мероприятия по развитию системы оборотного водоснабжения.

## 7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

В ООО «Техкомплекс» возможны технологические нарушения по следующим причинам:

- «отклонения технологических параметров: давления, температуры, расхода, концентрации, скорости реакции, теплоты реакции, изменение фазового состояния, загрязнение;
- спонтанные реакции: полимеризация, неконтролируемые процессы, внутренний взрыв, разложение;
- неисправности систем обеспечения: электрической, подачи воздуха или азота, водоснабжения, охлаждения, теплообмена, вентиляции» [9].

Также аварии в ООО «Техкомплекс» возможны вследствие ошибок эксплуатационного персонала, либо в виду внешнего воздействия.

«Основными факторами возникновения и развития технических причин являются неудовлетворительное состояние технических устройств, зданий и сооружений, а также несовершенство технологий или конструктивные недостатки. К организационным причинам относятся: нарушение технологии производства работ, неправильная организация производства работ, неэффективность производственного контроля, умышленное отключение средств защиты, сигнализации или связи, низкий уровень знаний требований промышленной безопасности, нарушение производственной дисциплины, неосторожные (несанкционированные) действия исполнителей работ» [19].

«Каждая авария может иметь несколько стадий развития и при определенных условиях может быть локализована или перейти на более высокий уровень (с большей степенью действия поражающих факторов). Для каждой стадии развития аварии устанавливается соответствующий уровень («А», «Б» и «В»). На уровне «А» авария характеризуется ее развитием в пределах одного ОПО или его составляющей. На уровне «Б» авария характеризуется ее выходом за пределы ОПО или его составляющей и

развитием ее в пределах границ предприятия. На уровне «В» авария характеризуется развитием и выходом ее поражающих факторов за пределы границ предприятия. Порядок действий персонала по локализации и ликвидации аварий и их последствий приводится в оперативной части Плана локализации и ликвидации аварий (далее ПЛА)» [2].

Согласно статье 10 ФЗ 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», ООО «Техкомплекс», обязано:

- «планировать и осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий
- заключать с профессиональными аварийно-спасательными службами или с профессиональными аварийно-спасательными формированиями договоры на обслуживание, а в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации, создавать собственные профессиональные аварийно-спасательные службы или профессиональные аварийно-спасательные формирования, а также нештатные аварийно-спасательные формирования из числа работников;
- иметь резервы финансовых средств и материальных ресурсов для локализации и ликвидации последствий аварий в соответствии с законодательством Российской Федерации;
- обучать работников действиям в случае аварии или инцидента;
- создавать системы наблюдения, оповещения, связи и поддержки действий в случае аварии и поддерживать указанные системы в пригодном к использованию состоянии» [11].

Для того, чтобы усовершенствовать подготовку населения близлежащих территорий к ООО «Техкомплекс» необходимо к внедрению в качестве центра управления оповещением ЛСО предприятия до уровня района города. Для этого к применению предлагается комплекс «Квазар», который обеспечивает решение задач по обработке и обмену информацией для промышленных и труднодоступных объектов. Это достигается поддержкой работы по

различным цифровым и аналоговым каналам связи, в том числе спутниковым (Гонец-Д1М, Иридиум). Комплекс легко конфигурируется под любую структуру (топологию) сети связи, поддерживает различные режимы резервирования каналов [21].

Комплекс КВАЗАР обеспечивает:

- обмен информацией по основному и не менее чем по одному резервному каналу связи;
- использование разнородных каналов связи, в том числе: цифровые сети с интерфейсом ETHERNET; радиоканал (используются внешние радиостанции КВ или УКВ диапазонов); сотовый канал GSM/3G/4G (с использованием встроенного модема); канал спутниковой системы связи ГОНЕЦ;
- передачу сообщений в режимах ретрансляции сообщений по радиоканалу;
- подготовку/прием/передачу служебных сообщений, навигационных данных о местоположении абонентских комплексов, телеметрической информации;
- поддержку голосовой диспетчерской связи при наличии скоростных цифровых каналов связи;
- дистанционную настройку управления оборудования.

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» изучены возможные техногенные аварии в процессе производственного цикла ООО «Техкомплекс».

## 8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Ранее было выяснено. Что в ООО «Техкомплекс» на первом месте находится такая причина профессиональных заболеваний, как вибрация (37%), на втором месте износ оборудования (19%), поэтому необходимо рассмотреть возможность внедрения мероприятий, снижающих воздействие данных факторов. В обоих случаях подходит внедрение вибродиагностики оборудования. План мероприятий по улучшению охраны условий труда представлен в таблице 6.

Таблица 6 – План мероприятий по улучшению охраны условий труда

| Наименование структурного подразделения, рабочего места | Наименование мероприятия                | Цель мероприятия                                                                            | Срок выполнения       | Структурные подразделения, привлекаемые для выполнения            |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Привод станка                                           | Внедрение вибродиагностики оборудования | Снижение вибрации и износа оборудования, оказывающее влияние на производственный травматизм | 15.01.2022-01.08.2022 | Отдел главного инженера<br>Отдел метрологии<br>Отдел охраны труда |

Исходные данные для расчета представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Данные для расчета размера скидки (надбавки) к страховому тарифу

| Показатель                                                                   | усл. обоз. | ед. изм. | Данные по годам |      |      |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|-----------------|------|------|
|                                                                              |            |          | 2019            | 2020 | 2021 |
| «Среднесписочная численность работающих» [14].                               | N          | чел      | 201             | 201  | 202  |
| «Количество страховых случаев за год» [14].                                  | K          | шт.      | 2               | 2    | 1    |
| «Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом» [14]. | S          | шт.      | 2               | 2    | 1    |

Продолжение таблицы 7

| Показатель                                                                           | усл.<br>обоз. | ед.<br>изм.  | Данные по годам |      |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|-----------------|------|------|
|                                                                                      |               |              | 2019            | 2020 | 2021 |
| «Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем» [14].         | Т             | дни          | 21              | 25   | 14   |
| «Сумма обеспечения по страхованию» [14].                                             | О             | млн.<br>руб. | 0,02            | 0,02 | 0,01 |
| «Фонд заработной платы за год» [14].                                                 | ФЗП           | млн.<br>руб. | 72,3            | 74,5 | 78,2 |
| «Число рабочих мест, на которых проведена специальная оценка условий труда» [14].    | q11           | шт.          | 201             | 201  | 202  |
| «Число рабочих мест, подлежащих проведению специальной оценки условий труда» [14].   | q12           | шт.          | 201             | 201  | 202  |
| «Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда» [14].     | q13           | шт.          | 201             | 201  | 202  |
| «Число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры» [14].                 | q21           | шт.          | 201             | 201  | 202  |
| «Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры» [14]. | q22           | шт.          | 201             | 201  | 202  |

«Показатель  $a_{стр}$  рассчитывается по следующей формуле» [14]:

$$a_{стр} = \frac{O}{V} \quad (1)$$

где «О – сумма обеспечения по страхованию, произведенного за три года, предшествующих текущему, (руб.)» [14];

«V – сумма начисленных страховых взносов за три года, предшествующих текущему (руб.)» [14].

$$a_{стр2021} = \frac{0,02 + 0,02 + 0,01}{0,94 + 0,97 + 1,02} = 0,02$$

$$V = \sum \PhiЗП \cdot t_{стр} \quad (2)$$

где « $t_{стр}$  – страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [14].

$$V_{2019} = 72,3 \cdot 1,3\% = 0,94$$

$$V_{2020} = 74,5 \cdot 1,3\% = 0,97$$

$$V_{2021} = 78,2 \cdot 1,3\% = 1,02$$

«Количество страховых случаев у страхователя, на тысячу работающих» [14]:

$$b_{cmp} = \frac{K \cdot 1000}{N} \quad (3)$$

«где «K – количество случаев, признанных страховыми за три года, предшествующих текущему» [14];

«N – среднесписочная численность работающих за три года, предшествующих текущему (чел.)» [14].

$$b_{cmp_{2021}} = \frac{5 \cdot 1000}{202} = 24,8$$

«Количество дней временной нетрудоспособности у страхователя на один несчастный случай» [14]:

$$c = \frac{T}{S} \quad (4)$$

где «T – число дней временной нетрудоспособности в связи с несчастными случаями, признанными страховыми, за три года, предшествующих текущему» [14];

«S – количество несчастных случаев, признанных страховыми, исключая случаи со смертельным исходом, за три года, предшествующих текущему» [14].

$$c_{2021} = \frac{60}{5} = 12$$



«Коэффициент проведения специальной оценки условий труда» [14]:

$$q_1 = \frac{q_{11} - q_{13}}{q_{12}} \quad (5)$$

где « $q_{11}$  – количество рабочих мест, в отношении которых проведена специальная оценка условий труда на 1 января текущего календарного года организацией, проводящей специальную оценку условий труда, в установленном законодательством Российской Федерации порядке» [14];

« $q_{12}$  – общее количество рабочих мест» [14];

« $q_{13}$  – количество рабочих мест, условия труда на которых отнесены к вредным или опасным условиям труда по результатам проведения специальной оценки условий труда» [14].

$$q_{1_{2021}} = \frac{202 - 202}{2} = 0$$

«Коэффициент проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров» [14]:

$$q_2 = \frac{q_{21}}{q_{22}} \quad (6)$$

«где  $q_{21}$  – число работников, прошедших обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами на 1 января текущего календарного года» [14];

« $q_{22}$  – число всех работников, подлежащих данным видам осмотра, у страхователя» [14].

$$q_{2_{2021}} = \frac{202}{0} = 0$$

Поскольку по видам экономической деятельности, к которым относится ООО «Техкомплекс» «рассчитанные меньше значений основных показателей, определим размер скидки по формуле» [14]:

$$C = \left\{ 1 - \frac{\left( \frac{a_{cmp}}{a_{вэд}} + \frac{b_{cmp}}{b_{вэд}} + \frac{c_{cmp}}{c_{вэд}} \right)}{3} \right\} \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot 100, \quad (7)$$

$$C = \left\{ 1 - \frac{\left( \frac{0,02}{0,5} + \frac{24,8}{25,5} + \frac{12}{97,74} \right)}{3} \right\} \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 100 = 1,13$$

«Размер страхового тарифа на следующий год» [14]:

$$t_{cmp}^{2021} = t_{cmp}^{2020} + t_{cmp}^{2020} \cdot C, \quad (8)$$

$$t_{cmp}^{2021} = t_{cmp}^{2020} - t_{cmp}^{2020} \cdot C = 1,3 - 1,3 \cdot 1,13\% = 1,29$$

«Размер страховых взносов по новому тарифу в следующем году» [11]:

$$V^{2021} = \Phi ЗП^{2020} \cdot t_{cmp}^{2021}, \quad (9)$$

$$V^{2021} = 1,3 \cdot 1,29\% = 0,02$$

«Размер снижения страховых взносов» [11]:

$$\mathcal{E} = V^{2020} - V^{2021}, \quad (10)$$

$$\mathcal{E} = 1,02 - 0,02 = 1$$

Исходные данные для расчета представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Исходные данные для расчета

| Наименование показателя                                                                                      | усл.<br>обозн.     | ед.<br>измер. | Данные |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------|--------|-----|
|                                                                                                              |                    |               | 1      | 2   |
| «Численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [14]. | Ч <sub>і</sub>     | чел.          | 6      | 2   |
| «Годовая среднесписочная численность работников» [14].                                                       | ССЧ                | чел.          | 202    |     |
| «Число пострадавших от несчастных случаев на производстве» [14].                                             | Ч <sub>нс</sub>    | чел.          | 1      | 0   |
| «Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями» [14].                                    | Д <sub>нс</sub>    | дн            | 14     | 0   |
| «Плановый фонд рабочего времени в днях» [14].                                                                | Ф <sub>план</sub>  | дни           | 247    | 247 |
| «Время оперативное» [14].                                                                                    | t <sub>о</sub>     | мин           | 15     | 13  |
| «Время обслуживания рабочего места» [14].                                                                    | t <sub>ом</sub>    | мин           | 10     | 9   |
| «Время на отдых» [14].                                                                                       | t <sub>отл</sub>   | мин           | 5      | 5   |
| «Ставка рабочего» [14]                                                                                       | T <sub>чс</sub>    | руб/час       | 75     |     |
| «Коэффициент доплат» [14].                                                                                   | k <sub>допл.</sub> | %             | –      |     |
| «Продолжительность рабочей смены» [14].                                                                      | T                  | час           | 8      |     |
| «Количество рабочих смен» [14].                                                                              | S                  | шт            | 2      |     |
| «Коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем» [14].                                         | μ                  |               | 2      |     |
| Единовременные затраты                                                                                       | З <sub>ед</sub>    | руб.          | 115500 |     |

«Уменьшение численности занятых ( $\Delta Ч$ ), работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [14]:

$$\Delta Ч = \frac{Ч_1 - Ч_2}{ССЧ} \cdot 100\% \quad (11)$$

«ССЧ– годовая среднесписочная численность работников, чел» [14].

$$\Delta Ч = \frac{6 - 2}{202} \cdot 100 = 1,98$$

«Коэффициент частоты травматизма» [14]:

$$K_q = \frac{q_{HC} \cdot 1000}{ССЧ}, \quad (12)$$

$$K_{q_1} = \frac{5 \cdot 1000}{202} = 27,4$$

$$K_{q_2} = \frac{0 \cdot 1000}{202} = 0$$

«Коэффициент тяжести травматизма» [14]:

$$K_T = \frac{D_{HC}}{q_{HC}} \quad (13)$$

«где  $q_{HC}$  – число пострадавших от несчастных случаев на производстве чел» [14].

$$K_{T_1} = \frac{60}{5} = 12$$

$$K_{T_2} = \frac{0}{0} = 0$$

«Изменение коэффициента частоты травматизма» [14] ( $\Delta K_q$ ):

$$\Delta K_q = 100 - \frac{K_{q_2}}{K_{q_1}}, \quad (14)$$

$$\Delta K_q = 100 - \frac{0}{27,4} = 100$$

«Изменение коэффициента тяжести травматизма» [14] ( $\Delta K_T$ ):

$$\Delta K_T = 100 - \frac{K_{T_2}}{K_{T_1}}, \quad (15)$$

$$\Delta K_T = 100 - \frac{0}{12} = 100$$

«Потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности на 100 рабочих за год» [14]:

$$BUT = \frac{100 \cdot D_{HC}}{ССЧ}, \quad (16)$$

$$BUT_1 = \frac{100 \cdot D_{HC}}{ССЧ} = \frac{100 \cdot 60}{202} = 2,97 \text{ дн.}$$

$$BUT_2 = \frac{100 \cdot D_{HC}}{ССЧ} = \frac{100 \cdot 0}{202} = 0 \text{ дн.}$$

«Фактический годовой фонд рабочего времени 1 основного рабочего» [14]:

$$\Phi_{ФАКТ} = \Phi_{ПЛАН} - BUT, \quad (17)$$

$$\Phi_{ФАКТ_1} = 247 - 2,97 = 244,03 \text{ дн.}$$

$$\Phi_{ФАКТ_2} = 247 - 0 = 247 \text{ дн.}$$

«Прирост фактического фонда рабочего времени 1 основного рабочего после проведения мероприятия по охране труда» [14]:

$$\Delta \Phi_{ФАКТ} = \Phi_{ФАКТ_2} - \Phi_{ФАКТ_1}, \quad (18)$$

$$\Delta \Phi_{ФАКТ} = 247 - 244,03 = 2,97 \text{ дн.}$$

«Относительное высвобождение численности рабочих за счет снижения количества дней невыхода на работу» [14]:

$$\mathcal{E}_q = \frac{BUT_1 - BUT_2}{\Phi_{ФАКТ_1}} \cdot q_1 = \frac{2,97 - 0}{244,03} \cdot 2 = 0,02 \quad (19)$$

« $\Phi_{ФАКТ_1}$  – фактический фонд рабочего времени 1 рабочего до проведения мероприятия, дни» [14];

«Общий годовой экономический эффект ( $\mathcal{E}_Г$ ) от мероприятий» [14]:

$$\mathcal{E}_Г = \mathcal{E}_{МЗ} + \mathcal{E}_{УСЛ.ТР} + \mathcal{E}_{СТРАХ} \quad (20)$$

«Среднедневная заработная плата» [14]:

$$ЗПЛ_{ДН} = T_{час} \cdot T \cdot S \cdot (100\% + k_{допл}), \quad (21)$$

$$ЗПЛ_{ДН} = 75 \cdot 8 \cdot 2 \cdot (100\% + 0) = 761,3 \text{ руб.}$$

«Материальные затраты в связи с несчастными случаями на производстве» [14]:

$$P_{МЗ} = BUT \cdot ЗПЛ_{ДН} \cdot x \cdot \mu, \quad (22)$$

$$P_{МЗ_1} = 2,97 \cdot 761,3 = 2261,1 \text{ руб.}$$

$$P_{МЗ_2} = 0 \cdot 761,3 \cdot 2 = 0 \text{ руб.}$$

«Годовая экономия материальных затрат» [14]:

$$\mathcal{E}_{МЗ} = P_{МЗ_1} - P_{МЗ_2} \quad (23)$$

«где  $P_{МЗ_1}$ ,  $P_{МЗ_2}$  — материальные затраты в связи с несчастными случаями до и после проведения мероприятий, руб» [14].

« $T_{чс}$ . – часовая тарифная ставка, руб/час» [14].

$$\mathcal{E}_{МЗ} = 2261,1 - 0 = 2261,4 \text{ руб.}$$

«Среднегодовая заработная плата» [14]:

$$ЗПЛ_{год} = ЗПЛ_{дн} \cdot \Phi_{план} = 761,3 \cdot 247 = 188041,1 \text{ руб.} \quad (24)$$

$$ЗПЛ_{год} = ЗПЛ_{дн} \cdot \Phi_{план} = 761,3 \cdot 244,03 = 185780,1 \text{ руб.}$$

«Годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот» [14]:

$$\mathcal{E}_{УСЛ.ТР} = (Ч_1 - Ч_2) \cdot (ЗПЛ_{год_1} - ЗПЛ_{год_2}) \quad (25)$$

«где  $ЗПЛ_{дн}$  – среднедневная заработная плата одного работающего (рабочего), руб» [14].

$$\mathcal{E}_{УСЛ.ТР} = (6 - 2) \cdot (188041,1 - 185780,1) = 9044 \text{ руб.}$$

«Годовая экономия по отчислениям на социальное страхование» [14]:

$$\mathcal{E}_{СТРАХ} = \mathcal{E}_{УСЛ.ТР} \cdot t_{cmp} = 9044 \cdot 0,65 = 5878,6 \text{ руб.} \quad (26)$$

«где  $t_{страх}$  — страховой тариф» [14].

$$\mathcal{E}_Г = 2261,4 + 9044 + 5878,6 = 22248,6 \text{ руб.}$$

«Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий» [14]:

$$T_{eo} = \frac{З_{eo}}{\mathcal{E}_г} = \frac{115500}{22248,6} = 5,19 \text{ г.} \quad (27)$$

«Коэффициент экономической эффективности затрат» [14]:

$$E_{\text{ед}} = \frac{1}{T_{\text{ед}}} = \frac{1}{5,19} = 0,19$$

«где  $T_{\text{ед}}$  – срок окупаемости единовременных затрат, год» [14].

«Прирост производительности труда за счет уменьшения затрат времени» [14]:

$$П_{\text{тр}} = \frac{t_{\text{ум}_1} - t_{\text{ум}_2}}{t_{\text{ум}_1}} \cdot 100\% \quad (28)$$

«Прирост производительности труда за счет экономии численности работников» [14]:

$$П_{\text{Э}_q} = \frac{\text{Э}_q \cdot 100\%}{\text{ССЧ} - \text{Э}_q}, \quad (30)$$

$$П_{\text{Э}_q} = \frac{0,02 \cdot 100\%}{202 - 0,02} = 0,01$$

Итак, предлагаемое мероприятие – внедрение вибродиагностики оборудования, снижающих воздействие вибрации, позволяет увеличить производительность на 0,01%, экономию по социальным отчислениям, а также общий годовой экономический эффект в размере 22248,6 тыс. руб. Срок окупаемости затрат равен 5,19 лет.



## **Заключение**

В первом разделе бакалаврской работы охарактеризован объект исследования – ООО «Техкомплекс», это одно из крупнейших частных вагоноремонтных предприятий России, обладающее обширной экспертизой в области ремонта, обслуживания подвижного состава. Также был проведен анализ технологического процесса ремонта крышек люков полувагонов и необходимого оборудования для его осуществления.

Во втором разделе выяснено, что в ООО «Техкомплекс» на первом месте находится такая причина травм, как вибрация (37%), на втором месте износ оборудования (19%), поэтому необходимо рассмотреть возможность внедрения мероприятий, снижающих воздействие данных факторов. В обоих случаях подходит внедрение вибродиагностики оборудования.

В третьем разделе после анализа методов вибродиагностики, и оборудования, для которого он применяется, выбираем фрезерный станок.

В четвертом разделе применена система вибродиагностики для шпинделя фрезерного станка. Как результат, система вибродиагностики дает возможность быстро определять дефекты оборудования и действовать на опережение для предотвращения поломки устройств.

В разделе «Охрана труда» разработана процедура обеспечения работников лечебно-профилактическим питанием.

В разделе «Охрана окружающей среды» проведена оценка антропогенного воздействия ООО «Техкомплекс» на экологию области. Разработаны мероприятия по развитию системы оборотного водоснабжения.

В следующем разделе изучены возможные техногенные аварии в процессе производственного цикла ООО «Техкомплекс».

Проведя анализ экономических показателей, можно понять, что предлагаемое мероприятие позволяет увеличить производительность на, экономию по отчислениям, а также общий годовой экономический эффект в размере 22248,6 тыс. руб. Срок окупаемости затрат равен 5,19 лет.

## Список используемых источников

1. Абдрахманов Н. Х. Анализ отечественного и зарубежного опыта исследований в области безопасного проектирования и эксплуатации технологических объектов железнодорожного транспорта // Экспертиза промышленной безопасности и диагностика опасных производственных объектов». 2020. №5. С. 162-164.
2. Багян А. Г. Промышленная безопасность производственных предприятий // Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и экологии. 2017. № 4. С. 4–7.
3. Барков А. В., Баркова Н. А., Азовцев А. Ю. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации. СПб. : СПбГМТУ, 2020. 159 с.
4. Диметберг Ф. М. Вибрации в технике. М. : Машиностроение, 2017. 544 с.
5. Каменев А. О. Исследование методов, обеспечивающих снижение промышленной опасности, и разработка мер защиты оборудования // Молодой ученый. 2020. № 22. С. 113–114.
6. Каракеян В. И. Очистные сооружения. М. : Юрайт, 2018. 230 с.
7. Ксенофонтов Б. С. Промышленная экология. М. : ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2021. 208 с.
8. Ларионов Н. М. Промышленная экология. М. : Юрайт, 2018. 612 с.
9. Микрюков В. Ю. Безопасность жизнедеятельности. М. : КноРус, 2021. 288 с.
10. Мясагутов Р. А. Автоматизация и модернизация промышленных объектов в целях обеспечения безопасности их эксплуатации // Norwegian Journal of development of the International Science. 2018. №20. С. 59-63.
11. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 11.06.2021). URL: <http://docs.cntd.ru/document/9046058> (дата обращения: 21.02.2022).

12. О специальной оценке условий труда [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 30.12.2020). URL: <http://docs.cntd.ru/document/9046058> (дата обращения: 15.03.2022).

13. Официальный сайт ООО «Техкомплекс» [Электронный ресурс]. URL: <https://texcomplex.ru/> (дата обращения: 15.03.2022).

14. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности [Электронный ресурс] : Методические указания по выполнению раздела 7. URL: <https://edu.rosdistant.ru/course/view.php?id=3014> (дата обращения: 05.03.2022).

15. Петрухин В. В. Основы вибродиагностики и средства измерения вибрации: учебное пособие. Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. 176 с.

16. Русов В. А. Вибродиагностика. М. : Кедр, 2019. 290 с.

17. Савинов Ю. И. Определение параметров механических систем станков // Станки и инструмент. 2020. № 10. С. 8-10.

18. Технологический регламент производственного процесса в вагоноремонтном депо ООО «Техкомплекс» / ООО «Техкомплекс». 2020. 145 с.

19. Тягунов Г. В., Волкова А. А., Барышев Е. Е. Безопасность жизнедеятельности. М. : Кнорус, 2018. 274 с.

20. Хруцкий О.В., Рогов С.Н. Вибродиагностика. М.: Академия, 2018. 355 с.

21. Application of foam in the petroleum industry // Fire Int. 2016. V. 10. №98. 582 p.

22. Flesher J. Make Deal on Pipeline Safety [Electronic resource]: IEN, 2015. URL: <https://www.ien.com/safety/news/20984051/michigan-enbridge-make-deal-on-pipeline-safety> (дата обращения: 26.04.2020).

23. Friis C. Industrial safety: saving lives, health and the environment [Electronic resource]: Industrial Safety in Industry, 2017. URL: <https://www.safety.ru/zarubejnyy-opit/promyshlennaya-bezopasnost-spaseniye-zhizney-zdorovya-i-okruzhayushchey-sredy> (дата обращения: 27.04.2020).

24. Khadzhiev S.N. Trends in the synthesis of metal oxide nanoparticles through reverse microemulsions in hydrocarbon media // *Advances in Colloid and Interface Science*. 2013. P. 132–145.

25. Shakhtakhtinskii T.N. New heterogeneous catalysts for demercaptanization of petroleum and petroleum products // *Institute of Chemical Problems of the National Academy of Sciences of Azerbaidzhan, Baku. №3*, pp. 22-26, May. June, 2017.