

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 Применение промышленных экзоскелетов на производстве, как перспективных СИЗ опорно-двигательного аппарата

Обучающийся

К.В. Пирогова

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Резникова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2025

Аннотация

Тема работы «Применение промышленных экзоскелетов на производстве, как перспективных СИЗ опорно-двигательного аппарата».

В разделе «Промышленные экзоскелеты. Классификация. Область применения» представлены преимущества и недостатки промышленных экзоскелетов.

В разделе «Анализ технологического процесса» анализируется технологический процесс производства пентаэритрита.

В разделе «Анализ условий труда. Оценка возможности применения промышленных экзоскелетов в технологическом процессе» оцениваются возможности применения экзоскелетов в технологическом процессе.

В разделе «Разработка рекомендации по применению промышленных экзоскелетов в рассматриваемом технологическом процессе» разработаны рекомендации по применению промышленных экзоскелетов в рассматриваемом технологическом процессе.

В разделе «Охрана труда» разработана регламентированная процедура «Проведение аудита системы охраны труда на предприятии».

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» проведена оценка антропогенного воздействия предприятия на окружающую среду и разработана регламентированная процедура «Проведение внутреннего аудита экологической безопасности».

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» разработана регламентированная процедура «Разработка первоочередных действий при получении сигнала об аварии».

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» выполнена оценка эффективности разработанных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Работа состоит из семи разделов на 66 страницах и содержит 4 таблицы и 7 рисунков.

Содержание

Введение.....	4
Термины и определения	6
1 Промышленные экзоскелеты. Классификация. Область применения	7
2 Анализ технологического процесса	15
3 Анализ условий труда. Оценка возможности применения промышленных экзоскелетов в технологическом процессе.....	24
4 Разработка рекомендации по применению промышленных экзоскелетов в рассматриваемом технологическом процессе.....	30
5 Охрана труда.....	38
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	41
7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях	47
8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	53
Заключение	60
Список используемых источников.....	63
Приложение А Паспорт безопасности.....	67

Введение

Промышленная революция относится к мировому сдвигу в промышленных практиках, характеризующемуся возросшей распространенностью, улучшенной эффективностью и повышенной стабильностью в производственном секторе. Глобальный ландшафт переходит от четвертой промышленной революции (IR 4.0) к пятой промышленной революции (IR 5.0). Текущая траектория сместилась в сторону содействия более сплоченным и синергетическим отношениям между людьми и машинами. Кроме того, область промышленной революции 5.0 переключает свое внимание на более ориентированный на человека подход, уделяя больше внимания устойчивости обеспечения его безопасности.

Продолжительные и физически сложные рабочие процессы, такие как и подъем тяжестей, снижают качество жизни тех, кто выполняет их в производственных условиях. Использование инженерного решения, известного как экзоскелеты, является одним из способов повышения эффективности снижения травматизма и профессиональных заболеваний. Экзоскелет может обеспечивать поддержку осанки.

Экзоскелеты охватывают различные области, включая общую (использование в повседневных задачах, например, для улучшения эргономичной осанки), медицинскую (использование в реабилитационных целях) и промышленность (использование экзоскелетов для помощи в выполнении повседневных задач в промышленных условиях). В последнее время внимание и тенденции все больше фокусируются на обеспечении стабильности в системе управления экзоскелетом, которая в первую очередь фокусируется на методе достижения стабильности двигателей и приводов. Относительно недавнее изобретение экзоскелетов также увеличило необходимость рассмотрения добавления ИИ к экзоскелетам.

Цель работы направлена на улучшение условий труда на рабочих местах производства пентаэритрита на предприятии «Метафракс Кемикалс».

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- проанализировать технологический процесс;
- оценить возможности применения промышленных экзоскелетов в технологическом процессе;
- разработать рекомендации по применению промышленных экзоскелетов в рассматриваемом технологическом процессе;
- провести расчёт затрат на внедрение промышленных экоскелетов;
- разработать регламентированную процедуру «Проведение аудита системы охраны труда на предприятии»;
- провести оценку антропогенного воздействия предприятия на окружающую среду;
- разработать регламентированную процедуру «Проведение внутреннего аудита экологической безопасности»;
- провести анализ возможных техногенных аварий;
- разработать регламентированную процедуру «Разработка первоочередных действий при получении сигнала об аварии».

Термины и определения

Анализ опасностей – «это метод, используемый для проверки рабочего места на наличие опасностей, которые могут привести к несчастным случаям» [16].

Охрана труда – «вид деятельности, неотъемлемый элемент трудовой и производственной деятельности, направленный на сохранение трудоспособности наемного работника и иных приравненных к ним лиц; и представляющий из себя систему правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, реабилитационных и иных мероприятий» [16].

Оценка профессиональных рисков – «это выявление возникающих в процессе осуществления трудовой деятельности опасностей, определение их величины и тяжести потенциальных последствий» [16].

1 Промышленные экзоскелеты. Классификация. Область применения

Связанные с работой заболевания опорно-двигательного аппарата работников являются основной причиной отсутствия на работе и наиболее распространенным профессиональным заболеванием.

«Экзоскелет – это носимое, надеваемое на человека механическое устройство или программно-мехатронный с элементами антропоморфных структур комплекс, конструктивно предназначенный для преумножения физических возможностей человека при помощи синхронного дублирования и поддержки двигательной-активности последнего» [12].

Обзоры литературы по профессиональным экзоскелетам уделяют особое внимание их биомеханическим и физиологическим влияниям, таким как биомеханическое моделирование, подробная структура оценки профессиональных экзоскелетов, включая экзоскелеты для спины, плеча и другие экзоскелеты, и их влияние на рабочую среду.

Промышленные экзоскелеты рекламируются как имеющие устройство, имеющее множество преимуществ. Среди них рост производительности, улучшение качества работы и снижение риска заболеваний опорно-двигательного аппарата, связанных с работой. Несмотря на скудность перспективных исследований эффективности вмешательства, которые ясно демонстрируют чистые преимущества использования промышленных экзоскелетов, промышленные экзоскелеты уже внедряются в широком спектре отраслей, таких как строительство, горнодобывающая промышленность, производство, складирование и в других отраслях, где рабочие выполняют задачи по ручной обработке материалов.

Первый экзоскелет – разработка General Electric и ВС США в 1960-х годах. Этот проект не добился успеха.

Работники от 45 до 54 лет – основная группа риска. 44% профзаболевания – нарушение опорно-двигательного аппарата 30 %

работников имеют высокую физическую активность. Основными причинами является переутомления: 63 % людей трудятся на производстве в неудобной рабочей позе, 36 % людей на протяжении рабочей смены делают повторяющиеся движения.

«Промышленные экзоскелеты по своей конструкции можно разделить на экзоскелеты: надеваемые на верхние конечности; нижние конечности; на всё тело. По характеру силового воздействия на пассивные и активные, которые в свою очередь можно разделить на подгруппы: в зависимости от типа используемых решений (электромеханические, гидравлические, пневматические, комбинированные). Так же если рассматривать в зависимости от структуры системы энергоснабжения активные экзоскелеты можно подразделить на автономные и неавтономные» [13].

Экзоскелеты применяют для профилактики травматизма на производстве, ожидается, что экзоскелеты повышают производственную эффективность.

В настоящее время довольно популярным стало применять такого вида робота в работе. Уже на сегодня почти для каждой отрасли разработан и внедрен экзоскелет. Предприятия в сфере добычи ископаемых пользуются популярной техникой, так как в этой работе задействован человеческий фактор. Так же пользуются заводы, дорожно-строительные компании, хирургические клиники, предприятия в сфере строительства, предприятия с большой долей сборочных работ, авиастроение, автомобилестроение, металлургические предприятия, складские комплексы и это еще только крупные организации. Популярные машиностроительные компании активно используют на своём производстве экзоскелеты, такие как: FORD, BMW, HYUNDAI, AUDI, а это уже мировой опыт [15].

Длительные неудобные положения рук и повторяющиеся задачи в промышленных условиях могут легко привести к травмам на рабочем месте. Профессиональный плечевой экзоскелет является многообещающим решением для снижения частоты профессиональных заболеваний опорно-

двигательного аппарата, особенно в плече. В целом, устройство должно быть совместимо с человеческим плечом, которое является одним из самых сложных суставов, что создает значительные проблемы в существующих усилиях по разработке профессиональных плечевых экзоскелетов.

Приводы и системы питания являются основными компонентами экзоскелета. С этой точки зрения экзоскелеты можно разделить на три типа:

- пассивные экзоскелеты, чья мощность получается за счет пассивных компонентов (например, пружин и эластичных лент);
- активные экзоскелеты, в которых используются электрические элементы (например, двигатели и пневматические мышцы);
- полупассивные экзоскелеты, в которых задействованы как пассивные, так и электрические компоненты.

Вспомогательная стратегия экзоскелета заключается в создании постепенно увеличивающегося крутящего момента при поднятии руки и уменьшающегося крутящего момента при опускании руки. Различия между экзоскелетами заключаются в конкретных реализациях «генераторов» крутящего момента. Для лучшего обзора полупассивные экзоскелеты, в которых электрические компоненты предназначены для регулировки вспомогательного уровня, помещены в категорию пассивных экзоскелетов.

Пассивные экзоскелеты помогают частям тела работника, сохраняя и высвобождая энергию упругих элементов. Самым популярным упругим элементом является пружина, которая использовалась в Ekso Vest [8], Levitate Airframe [20].

Например, Shoulder X и Levitate Airframe используют комбинацию пружины растяжения, троса и шкива в качестве генератора крутящего момента, расположенного на боковой стороне верхней части руки.

Изменение положения шкива экзоскелета может изменить максимальную длину растяжения пружины и, следовательно, вспомогательный крутящий момент. Примером экзоскелета, использующего пружины растяжения со связями, является H-VEX. Он предлагает систему

рассеивания энергии пружины, использующую многорычажную конфигурацию и полицентрический механизм плечевого сустава.

Кроме того, плечевые экзоскелеты, состоящие только из ручного бруса и спинного бруса, располагают пружины растяжения на спине, например, PAEXO, Hilti EXO-01. Пружины сжатия также встречаются в пассивных экзоскелетах, такие как Exo4Work и экзоскелет Multi-Link Shoulder. Exo4Work размещает пружины сжатия на спине и включает в себя трос и шкив, достигая максимального крутящего момента около 3 Нм, не препятствуя при этом естественным движениям плеча. Однако множественные DoF на спине Exo4Work вызывают большой объем экзоскелета.

Экзоскелет Multi-Link плеча образует механизм хранения энергии кулачковой пружины, расположенный на боковой стороне плеча с пружиной сжатия, что позволяет избежать сложных структур спины, тем самым снимая вышеупомянутую проблему большого размера экзоскелета.

Листовые и торсионные пружины также используются в некоторых экзоскелетах. Skelex является типичным примером использования листовых пружин. Он заменяет часть задней планки листовой пружиной и соединяет ручную планку и заднюю планку тросом. Торсионные пружины находятся в CDYS, размещенный на спине. Аналогично трос соединяет торсионную пружину с рычагом.

Что касается пассивных экзоскелетов с пружинами, то регулировка вспомогательного количества путем настройки максимальной деформации пружин является общей чертой данных устройств. Кроме того, в случае экзоскелетов, которые крепят пружины на спине и имеют структуры, которые могут изменять величину помощи, регулируя длину плеча силы.

Активные экзоскелеты используют электрические компоненты для обеспечения питания, а не пассивные элементы. Методы приведения в действие активных плечевых экзоскелетов для промышленного использования – типичные активные генераторы крутящего момента представляют собой электрические (например, двигатели) и пневматические

(например, пневматические мышцы) элементы. Роторные двигатели размещаются близко к плечу и работают с многостепенными плечевыми суставными структурами, такими как Stuttgart Exo-Jacket, AAU, ULS Robotics MAPS-E.

Многостепенные плечевые суставные структуры могут повысить гибкость экзоскелетов, но приводят к структурной избыточности и большому весу. Например, Stuttgart Exo-Jacket имеет до 12 степеней свободы односторонне и оснащен пружинами для поддержки веса рук экзоскелета. Стремясь уменьшить объем и вес плечевых структур, некоторые экзоскелеты (например, Shoulder-sideWINDER) размещают роторные двигатели на спине и передают усилие через тросы Боудена.

Другое решение на основе электродвигателя заключается в использовании линейных двигателей. ABLE использует три винтовых и кабельных привода, два из которых расположены на спине, а один на модуле руки. Экзоскелет плеча 4B-SPM использует три сферических параллельных манипулятора с шестью двигателями. Экзоскелет обладает высокими характеристиками ускорения и высокой скорости, но выступы чрезвычайно серьезны, что приводит к большому объему. Кроме того, легкий экзоскелет плеча состоит из двух сферических механизмов с двумя кривошипно-шатунными механизмами.

Оборудование прикрепляет два линейных шаговых двигателя к L-образной раме, закрепленной на спине, для приведения в действие механизмов балансировки гравитации.

Пневматическая технология обеспечивает экзоскелет энергией через сжатый воздух. Muscle Suit использует искусственную мышцу Маккиббена для оказания помощи посредством имитации сокращения человеческих мышц. Одним из недостатков является то, что компрессор громоздкий и влияет на износостойкость.

Исследователи обратили внимание на класс мягких пневматических приводов, называемых армированными волокнами эластомерными

оболочками, и разработали экзоскелет плеча с кабельным приводом. Мягкие пневматические приводы размещаются на спине и соединяются с верхней частью руки с помощью кабелей.

В качестве альтернативы, пневматический цилиндр и надувные пневматические устройства также оснащаются в некоторых экзоскелетах, таких как Lусу 2.0 и надувной мягкий носимый робот. Lусу 2.0 размещает пневматический цилиндр под плечом для поддержки верхней части руки. Надувной мягкий носимый экзоскелет состоит из надувного привода на текстильной основе, прикрепленного к туловищу и руке с помощью функциональной рубашки с нерастягивающейся подвеской. Аналогичным образом компрессор устройства будет влиять на пригодность к ношению.

Стратегии управления экзоскелетами связаны с реализацией активной помощи.

Пассивные экзоскелеты, как правило, не используют алгоритм управления, вместо этого они настраивают уровень помощи работнику путем замены упругого элемента или перенастройки механической структуры. Что касается полупассивных и активных экзоскелетов, их алгоритм управления можно разделить на физические и основанные на ручных сигналах стратегии управления в соответствии с входными сигналами.

Стратегии управления на основе физических сигналов используют сигналы, генерируемые вне человеческого тела, такие как сила, положение и давление. Такие стратегии управления основаны на восприятии информации о взаимодействии человека и машины с датчиков силы, которые измеряют интерактивные силы человека и экзоскелета, или датчиков, позволяющих оценивать углы суставов, или датчиков давления для получения давления сжатого воздуха [4].

Некоторые стратегии управления на основе физических сигналов используют контроллеры силы для управления интерактивной силой между экзоскелетом и пользователем, такие как Lightweight Shoulder Exoskeleton, Hybrid Bimanual Exoskeleton, ULS ROBOTICS MAPS-E, AAU, ABLE, Stuttgart

Exo-Jacket и Shoulder-sideWINDER. Рассмотрим несколько типичных примеров. Контроллер силы AUU получает желаемую угловую скорость с помощью измеренных сил взаимодействия и фильтра проводимости. Затем ПИ-контроллер отслеживает желаемую угловую скорость и вычисляет вспомогательную силу. ABLE реализовал управление обратной связью по силе без датчиков силы благодаря преимуществам винтовых и кабельных приводов [2].

Stuttgart Exo-Jacket включает двухуровневые контроллеры для каждого двигателя. Контроллер высокого уровня вычисляет опорный крутящий момент с использованием сигналов, измеренных IMU и датчиками силы, а затем отправляет их на контроллер низкого уровня. А контроллер низкого уровня использует силу взаимодействия для выполнения управления крутящим моментом и компенсации гравитации.

В качестве альтернативы, некоторые стратегии управления на основе физических сигналов используют контроллеры положения для явного управления экзоскелетами по заранее определенной траектории, такие как экзоскелет плеча 4B-SPM, LUXBIT, надувной мягкий носимый экзоскелет и гиперизбыточный экзоскелет плеча. Экзоскелет плеча 4B-SPM получает прямую и обратную кинематику на основе желаемого положения пользователя, чтобы получить новое положение, которое отправляется на контроллер положения. LUXBIT собирает кинематические данные с помощью датчиков сгибания и вычисляет разницу с исходным положением, которое передается на контроллер. Надувной мягкий носимый экзоскелет использует контроллер на основе кинематики, который реализует кинематический оценщик IMU для получения угла плеча и угловой скорости. Затем конечные автоматы используются для перехода между надутым и спущенным состояниями.

Кроме того, регулятор давления также реализован в стратегиях управления экзоскелетами на основе физических сигналов (например, Muscle Suit, Cable-Driven Shoulder Exoskeleton и Lucy 2.0). Muscle Suit обеспечивает

управление давлением путем регулирования сжатого воздуха [1].

Для улучшений условий труда на производстве пентаэритрита, необходимым будет внедрить экзоскелет, для профилактики-травматизма и улучшений условий труда.

Вывод по разделу.

В разделе определено, что промышленные экзоскелеты предназначены для подъема, переноса и удержания грузов, для выполнения работ, связанных с длительным пребыванием в статичном состоянии.

Можно выделить два основных типа промышленных экзоскелетов.

Активный экзоскелет может приводиться в действие с помощью приводов, таких как электродвигатели, пневматика, гидравлика или комбинация этих технологий, и часто называется «роботизированным экзоскелетом».

Естественное движение человека приводит в действие пассивный экзоскелет с помощью пружин и сил противовеса.

Большинство имеющихся в продаже промышленных экзоскелетов можно разделить на следующие категории: поддержка спины, поддержка плеч и рук, удержание/поддержка инструмента и поддержка ног.

Экзоскелеты с поддержкой спины используются в основном для обеспечения общей поддержки поясничного отдела позвоночника, для поддержания правильной осанки и для помощи при подъеме или статическом удержании. Экзоскелеты с поддержкой плеч и дополнительные (неантропоморфные) экзоскелеты для удержания инструмента руки используются для поддержки верхних конечностей во время длительной работы над головой или для помощи в удержании тяжелых инструментов. Устройства для поддержки ног обеспечивают поддержку тазобедренного, коленного или голеностопного сустава при простом движении или при переноске груза или служат альтернативой стулу для облегчения длительного стояния.

2 Анализ технологического процесса

Согласно Правилам землепользования и застройки Губахинского городского округа Пермского края территории, на которых расположено предприятие ПАО «Метафракс Кемикалс» отнесены к категории «зона промышленных объектов I,II,III классов опасности ПЗ-1», что соответствует направлению деятельности предприятия.

ПАО «Метафракс Кемикалс» располагается на двух промплощадках: площадка основного производства и площадка отделения по очистке промышленно-сточных вод (ПСВ). В состав отделения по очистке промышленно-сточных вод (ПСВ) также входит площадка размещения иловых карт и площадка, на которой расположена канализационнонасосная станция 2 (КНС-2).

Основная промплощадка ПАО «Метафракс Кемикалс» расположена между трассой Кунгур – Соликамск и левым берегом реки Косая и занимает площадь 2076554,0 м².

Основной вид деятельности предприятия ПАО «Метафракс Кемикалс» является производство метанола и его производных. Структура товарной продукции предприятия включает: формалин, пентаэритрит, уротропин, карбамидоформальдегидный концентрат (КФК), полиамид, изделия из полиамида, формиат натрия, фильтрат технический пентаэритрита (ФТП). Продукты и сырье, произведенные ПАО «Метафракс Кемикалс», используются в производстве пластмасс, красок, синтетических смол и клеев, дубильных веществ, изоляционных материалов, дезинфицирующих и лекарственных средств, а также при многих органических синтезах.

В состав предприятия входят следующие основные производства, имеющие источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на существующее положение:

- производство метанола;
- цех пентаэритрита с формалином (уротропином), в составе которого:

отделение подготовки производства; отделение формалина с уротропином; отделение пентаэритрита;

- цех формалина, в составе которого: отделение технического формалина; отделение концентрированного метанолю формалина (КФ); отделение карбамидформальдегидного концентрата (КФК).

К вспомогательным производствам относятся:

- цех подготовки производств, в составе, которого: отделение по производству полиамида; отделение подготовки сырья; отделение слива и подачи аммиака;
- цех водоснабжения и водоотведения (в том числе отделение очистки промышленных сточных вод);
- парогазоцех (ПГЦ);
- цех подготовки и ремонта железнодорожного транспорта (ЦПРТ);
- транспортно-хозяйственный цех (ТХЦ);
- производство по обслуживанию и ремонту оборудования в технологических цехах (ПОРОТЦ).

Производство пентаэритрита введено в эксплуатацию в 1982 году. Максимально достигнутая мощность 18000 т/год. Пентаэритрит (технический микронизированный) на вид белый слеживающийся порошок.

Отделение пентаэритрита состоит из 16 технологических узлов и склада сырья и готовой продукции:

- узел синтеза предназначен для получения 6÷8 %-го раствора пентаэритрита в соковом конденсате путем конденсации формальдегида с ацетальдегидом в присутствии катализатора гидроокиси натрия;
- узел перегонки предназначен для выделения из конденсационного раствора непрореагировавшего избыточного формальдегида и его обезметаноливания с целью повторного использования его в синтезе пентаэритрита;

- узел выпаривания предназначен для выпаривания конденсационного раствора до плотности $1,27 \div 1,32$ г/см³;
- узел приема пара, сбора и выдачи конденсата предназначен для приема пара в цех, сбора и выдачи конденсата в коллектор конденсата предприятия;
- узел кристаллизации технического пентаэритрита предназначен для выделения технического пентаэритрита из упаренной массы;
- узел сушки предназначен для сушки пентаэритрита с влажностью $2 \div 10$ % масс, до содержания влаги в готовом продукте не более 0,2 % масс;
- узел упаковки предназначен для затаривания готовой продукции в мешки и мягкие контейнеры в корпусе 1387 или 1391а;
- узел упаривания и кристаллизации первичных маточников предназначен для концентрирования суспензии пентаэритрита;
- узел кристаллизации технического пентаэритрита дополнительной технологической линии (далее по тексту ДТЛ) предназначен для выделения технического пентаэритрита из упаренной массы;
- узел сушки ДТЛ предназначен для сушки пентаэритрита с влажностью $2 \div 10$ % масс, до содержания влаги в готовом продукте не более 0,2 % масс;
- узел упаковки ДТЛ предназначен для затаривания готовой продукции в мешки в корпусе 1391а;
- узел выделения формиата натрия предназначен для выделения формиата натрия из раствора вторичного маточника с последующей сушкой, упаковкой в открытые (клапанные) мешки и получения фильтрата технического пентаэритрита (ФТП), с последующей перекачкой в железнодорожные цистерны.

Процесс получение пентаэретрита осуществляется по двум технологическим линиям.

Сначала происходит приём и подготовка сырья. Со склада насосом

периодически закачивается в мерник, затем перекачивается в линию подачи

Конденсационный раствор нейтрализуется муравьиной кислотой и подвергается ректификации. Конденсационный раствор выпаривают, кристаллизуют, фильтруют с целью выделения технического пентаэритрита, который растворяют в котловой воде и очищают на катиониты в колонне рафинации, после чего раствор перекристаллизовывают, центрифугируют с целью выделения товарного пентаэритрита, который сушат и упаковывают в бумажные мешки (рисунок 1).



Рисунок 1 – Упаковка продукции

Мешки для отпуска продукции, бумажный полипропиленовые с полиэтиленовым мешком-вкладышем, прошитые плотной нитью и обязательно проставляется дата производства, каждый мешок имеет одинаковый вес 25 кг.

Характеристики опасности технологических блоков и сценариев возникновения аварийных ситуаций, включая оборудование, массу опасных веществ, вид аварии и вероятность ее возникновения, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики опасности технологических блоков и сценариев возникновения аварийных ситуаций, включая оборудование, массу опасных веществ, вид аварии и вероятность ее возникновения

Наименование опасного вещества	Степень опасности и характер воздействия веществ на организм человека
Формалин (формальдегид)	Горючая токсичная жидкость 2 класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76 (по формальдегиду). Сильно раздражает слизистые оболочки глаз и дыхательных путей, вызывает заболевание кожи, при попадании внутрь приводит к прекращению поглощения кислорода кровью. Хроническое отравление выражается в расстройстве пищеварения, зрения. При отравлениях наблюдаются головные боли, сердцебиение, бессонница. При попадании на кожу вызывает экзему, дерматиты.
Ацетальдегид	Легковоспламеняющаяся жидкость 3 класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76. Вызывает раздражение слизистых оболочек, дыхательных путей, слезотечение, поражение кожи аналогичное ожогу. При длительном воздействии – головная боль, удушье, бронхит, воспаление легких.
Муравьиная кислота	Легковоспламеняющаяся жидкость 2 класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76. Токсична. Ядовитое вещество. Действует на слизистую оболочку верхних дыхательных путей и слизистую оболочку глаз, при попадании на кожу вызывает сильные химические ожоги.
Натр едкий	Вещество 2 класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76. Обладает всеми свойствами сильных щелочей. Действует на кожу, вызывая химический ожог. После ожога остаются рубцы. Опасно попадание в глаза даже в малых количествах. Исходом может быть слепота.
Серная кислота	Пожаровзрывобезопасное вещество 2 класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76. Токсична. При попадании на кожу вызывает сильные, долго незаживающие ожоги. Способна вызвать аллергические заболевания в производственных условиях. Пары серной кислоты раздражают верхние дыхательные пути и слизистые оболочки глаз; при легком отравлении парами появляются кашель, насморк, першение в горле, боли в груди, слезотечение.
Пентаэритрит	Пыль пентаэритрита взрывоопасна. 3 класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76. Пыль вызывает раздражение верхних дыхательных путей.
Метанол (блок №7)	Легковоспламеняющаяся жидкость 3 класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76. Вызывает поражение центральной нервной системы, при приеме внутрь вызывает слепоту и смерть. Смертельная доза-30 см ³ . Тяжелое отравление со слепотой вызывают 5-10 см ³ .

На всём производстве начиная от получения заканчивая отгрузки пентаэритрита, за технологическим процессом закреплен работающий персонал. По основной технологической линии (ОТЛ) работа осуществляется

с помощью новейших технологий оборудованием, а по дополнительной технологической линии (ДТЛ) работу осуществляет рабочий персонал.

За ОТЛ прикреплен аппаратчик синтеза. Рабочее место (рисунок 2) оборудовано системами видео наблюдения, компьютерным обеспечением для наблюдения давления и температур пара. Рабочая смена имеет продолжительность 8 часов, со сменой персонала, так как производство непрерывное и должно вести за собой особый контроль.



Рисунок 2 – Рабочее место аппаратчика

Инженерно-технические работники, ответственные за безопасное проведение погрузочно-разгрузочных работ, должны проходить проверку знаний особенностей технологического процесса, требований безопасности труда, устройства и безопасной эксплуатации подъемно-транспортного оборудования, пожарной безопасности и производственной санитарии в соответствии с их должностными обязанностями. В случаях, когда требования, предъявляемые к производственным помещениям, организации рабочих мест, эксплуатации оборудования и инструмента, а также при организации и осуществлении технологических процессов не предусмотрены внутренними инструкциями, следует руководствоваться требованиями соответствующих нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда, а также требованиями технической документации заводов – изготовителей

оборудования и инструмента.

При производстве погрузочно-разгрузочных работ с опасными грузами, текущий инструктаж проводить перед началом работ. В программу инструктажа должны быть включены сведения о свойствах опасных грузов, правила работы с ними, меры оказания первой доврачебной помощи.

«Погрузочно-разгрузочные работы выполняются вручную работниками производства и средств малой механизации. Поднимать и перемещать грузы вручную необходима при соблюдении норм, установленных действующим законодательством» [5].

На этапах упаковки продукта, мешки двигаются по транспортёру ленточному и проходят этапы подготовки, то есть проверка полного засыпания, качественной прошивки и проверки мешков на не пропускаемость продукта. Ниже представлено фото производства пентаэритрита (рисунок 3) на этапах упаковки и отгрузки на склады, на котором работают аппаратчики и взаимодействуют с физическими нагрузками, цех упаковки и отгрузки пентаэритрита.



Рисунок 3 – Цех упаковки и отгрузки продукта

Что бы разместить груз работник должен полностью соблюдать требованиям технологических карт и соблюдать расстояние от стен не менее 1 метра.

Рассмотрим технологический процесс от получения до загрузки готового продукта (Пентаэритрита). Выясним работу каждого работника на производстве в рабочую смену. Ниже представлена таблица 2 с технологическим процессом.

Таблица 2 – Этапы технологического процесса производства пентаэритрита

Этапы технологического процесса	Вид работы	Ответственный работник, который совершает данную работу
Получение продукта	Работа заключается в полном контроле за оборудованием, технологическим процессом. Работа в сидячем положении за компьютерном обеспечении	Технолог смены, аппаратчик 6 разряда
Сортировка продукта	Работа заключается в полном контроле за оборудованием, технологическим процессом. Работа в сидячем положении за компьютерном обеспечении	Аппаратчик 6 разряда
Упаковка продукта	Работу осуществляет работник в стоячем положении, контролируя правильное и равномерное заполнение мешков, полностью поддерживая его	Аппаратчик 3 разряда
Упаковка продукта (зашивание мешков)	Работу осуществляет работник в стоячем положении, при помощи специальной швейной машины, совершает зашивание мешков с готовым продуктом	Аппаратчик 3 разряда
Отгрузка продукта на склады	Работу осуществляет работник, который с ленточного транспортёра закладывает мешки на отгрузочные паллеты, для дальнейшей транспортировки на склады с готовой продукцией	Аппаратчик 3 разряда
Отгрузка продукта потребителю	Работу осуществляет работник, который перевозит на специальной погрузочной машине готовые паллеты с склада, для отгрузки	Аппаратчик 4 разряда с водительским удостоверением

Масса нетто пентаэритрита в мешке должна составлять $(25,0 \pm 0,2)$ кг. Перед началом работы и через каждые 50 мешков производится контрольное взвешивание на электронных платформенных весах типа ВСТ-60к/5-4Н.

Мешки прошивают машинным способом, складировать по $(40 \div 50)$ штук на поддоны. Укладка мешков на поддоны производится вакуумным лифтом или вручную. Далее готовая продукция транспортируется автопогрузчиком в

склад готовой продукции № 5 корпуса 1391. При необходимости поддоны палетируют (обкладывают гофрокартоном и обматывают стретч-пленкой) с помощью автомата для обертывания поддонов в растягивающуюся пленку.

Вывод по разделу.

Таким образом, мы рассмотрели, что на этапе упаковки и отгрузки готовой продукции работники взаимодействуют с нагрузками, так как они совершают работу, связанную с физическим трудом. Поднимание мешков весом 25 кг, удержание мешков для качественной прошивки и удержание мешков для полноценной загрузки продуктом. На этапах упаковки продукта, мешки двигаются по транспортёру ленточному и проходят этапы подготовки, то есть проверка полного засыпания, качественной прошивки и проверки мешков на не пропускаемость продукта, всё это так же связано с физическими воздействиями на работников цеха.

Все эти факторы влияют на здоровье человека, так как работник находится в постоянном монотонном движении и взаимодействует с физическими нагрузками.

3 Анализ условий труда. Оценка возможности применения промышленных экзоскелетов в технологическом процессе

От состояния условий рабочего места напрямую зависит уровень работоспособности человека.

Рассмотрим условия труда на производстве пентаэритрита.

На одну рабочую смену на производстве находится 28 человек. Из них начальник смены, технолог смены, мастер смены. Так же в смене аппаратчики синтеза, которые осуществляют наблюдение за ходом технологического процесса и проводят его мониторинг, сидя за компьютерным обеспечением и за видеонаблюдением. Их состав в количестве 8 человек. Условия труда для них благоприятные, всё оснащено новыми технологиями, оборудованием и рабочими местами. Для остальных работников, которые производят уже выход готовой продукции на этапе упаковки и транспортировки, это аппаратчик рабочего класса (имеющие низкий разряд) для передачи потребителю так же рабочие места полностью соответствуют нормам, но, к сожалению они находятся под влиянием физических нагрузок на производстве и под действием опасных и вредных производственных факторов.

Источниками ОПВФ на аппаратчиков являются вращающиеся, подвижные части оборудования, а также может произойти падение грузов при перемещении или транспортировки.

Аппаратчики цеха занимаются контролем за производственным ленточным транспортёром, по которому выпускается готовый продукт для отгрузки, то есть когда готовый продукт передвигается в открытом состоянии до специальной машины, которая зашивает этот мешок и забрасывает на раздаточный станок. Их работа заключается в том, что они совершают статическую работу с многократным повторением. Работники «занимаются отгрузкой и передвижением готовой продукции. В их работу входит самостоятельная раскладка мешков на передвижные поддоны, в которых уже на складах хранится продукт» [2].

«Рассмотрим работу на складах. Работники склада производства пентаэритрита, которые сортируют и формируют продукт для отгрузки потребителю, в данном случае имеет физическую нагрузку на опорно-двигательный аппарат в течение рабочей смены» [1]. Выяснилось, что работники выполняют статические работы, совершают подъём и опускание тяжестей на высоту до пояса.

Потенциальная роль промышленных экзоскелетов в снижении риска воздействия физической нагрузки на опорно-двигательный аппарат согласуется с идеей о том, что промышленные экзоскелеты могут быть новым типом СИЗ, которые могут использоваться вместе с другими элементами иерархии контроля для предотвращения производственных травм.

Инициатива исследователей по робототехнике 2.0 охарактеризовала новый класс технологий на рабочем месте как «умные СИЗ» и как «устройства повышения производительности и усиления» (PAAD).

PAAD могут усиливать физические возможности человека, чтобы облегчить выполнение работником задач, требующих физических и умственных усилий, тем самым улучшая условия труда работника. Несмотря на то, что некоторые организации предписали использование экзоскелетов для процессов, связанных с воздействием на позу сверху, в настоящее время в сообществе по охране труда и технике безопасности нет единого мнения о том, целесообразно ли классифицировать экзоскелеты как тип СИЗ.

Кроме того, существует эмпирический вопрос о том, могут ли текущие конфигурации экзоскелетов соответствовать критериям «защиты» для СИЗ.

Например, традиционная функция СИЗ – это механическая преграда. Эффективность любого типа СИЗ характеризуется непроницаемостью барьера для биологических, химических или физических агентов или его устойчивостью к контактной травме для пользователя [18].

Мягкие экзоскелеты могут плотно прилегать к телу человека благодаря использованию гибких материалов, таких как эластичные канаты, ремни и тросы Боудена. Мягкий каркас обычно состоит из разных тканей: жесткой и

нерастяжимой ткани и прочной, но растягивающейся ткани. Первая используется для фиксации точек крепления для фиксации материалов передачи силы (например, тросов) и затем эффективной передачи сил. Последняя крепится близко к телу, чтобы избежать нежелательных скольжений и, таким образом, повысить податливость и комфорт. Надувной мягкий носимый экзоскелет представляет собой типичное устройство, приводимый в действие пневматическим текстильным приводом.

На самом деле, мягкая рама часто сочетается с пневматическими приводами или тросами Боудена, приводимыми в действие двигателями. Другими словами, мягкие экзоскелеты в основном активны. Среди рассмотренных статей только один экземпляр, Soft Wearable Weight Support Device, является пассивным и мягким из-за комбинации кулачков, пружин и тросов [19].

Жесткие экзоскелеты обычно имеют сплошную заднюю планку и ручную планку, соединенные механическими соединениями, основание которых имитирует человеческие плечи. Задняя планка крепится к телу пользователя через одежду (например, пояс или ремень), а ручная планка параллельна верхней части руки пользователя, создавая крутящий момент в противоположном направлении силы тяжести. Жесткие экзоскелеты можно разделить на две группы в зависимости от того, состоят ли они из механического соединения над плечом человека, так как это основная причина, которая влияет на опорно-двигательный аппарат человека при ношении экзоскелета.

Экзоскелеты с механическим сочленением над плечом человека обычно имеют две степени свободы (DoF), позволяющие осуществлять сгибание/разгибание и внутренние/внешние вращения плеча. Они характеризуются регулируемыми размерами и уровнями помощи, но амплитуды помощи и сценарии применения у них разные. В целом, этот тип экзоскелета может работать в узких пространствах, но имеет общий недостаток, заключающийся в том, что устройство может затруднять

движение человека при большом угле подъема плеча из-за неизбежного столкновения экзоскелета с пользователем.

Основным соображением при проектировании механической структуры является достижение выравнивания между экзоскелетом и суставами человека для достижения кинематической совместимости. Проблема смещения остается серьезной проблемой при проектировании структур экзоскелета плеча из-за сложной структуры плеча и недостаточно изученной биомеханики передачи вспомогательной силы через механическую структуру. Кроме того, мягкие и жесткие экзоскелеты обладают разными характеристиками. Большинство жестких экзоскелетов могут помогать только с движениями в сагиттальной плоскости (то есть сгибание/разгибание плеча), что обычно соответствует требованиям рабочего пространства целевых задач, но все еще страдает от ограниченной гибкости. Мягкие экзоскелеты, пользуясь своими мягкими рамами, могут оказывать помощь при движениях в плоскостях, отличных от сагиттальной плоскости. Но мягкие рамы будут вызывать относительно высокое трение и, следовательно, низкую эффективность передачи, что может повлиять на помощь.

В частности, среди пассивных экзоскелетов наиболее популярным приводом были пружины растяжения (67,9 %) в сочетании с другими компонентами (например, трос, звено, кулачок, шестерня). Что касается активных экзоскелетов, 65% приводились в действие двигателями, а остальные имели пневматический привод. Из представленных выше данных наиболее вероятно, что пассивные OSE с пружинным приводом или активные OSE с моторным приводом станут самой популярной тенденцией в будущем.

Следующий этап процесса принятия экзоскелета – выбор экзоскелета. Во-первых, необходимо определить части тела, требующие поддержки, и выбрать тип экзоскелета (то есть активный или пассивный). Затем можно оценить доступные марки и модели с точки зрения условий работы, совместимости с другими СИЗ и любых выявленных требований к работникам.

Результатом этого этапа является выбор конкретной марки и модели экзоскелета, подходящей для задачи.

Мы можем рассмотреть промышленный экзоскелет EKZO SOLUTIONS Комплектации Boost1 наиболее эффективен при выполнении статических работ с переносом. Работа с грузами до 50 кг, его масса составляет 3,3 кг, что позволяет с лёгкостью переносить груз и не чувствовать тяжести. Таких экзоскелетов понадобится в количестве 10 штук для погрузки продукта на отгрузочные паллеты. Для работ на конвейере необходимы экзоскелеты, которые будут помогать выполнять многократные движения, статическую работу в неудобной позе или переноса предметов. К такому виду работ отлично подойдут экзоскелеты EKZO SOLUTIONS. Комплектации Super Lite1, его преимущество в том что он разгружает мышцы рук и спины, снижает компрессии позвоночника, фиксирует правильное положение спины при работе, таких экзоскелетов для рабочих нужно в количестве 7 штук.

При анализе опасных и вредных производственных факторов на производстве возможно внедрить экзоскелеты. Можно внедрить 17 экзоскелетов EKZO SOLUTIONS, которые значительно сократят нагрузку на опорно-двигательные аппарат, а также сократят травматизм и бюджет предприятия на выплаты больничных для рабочего персонала.

Подводя итог данным исследованиям, можно сделать вывод, что экзоскелеты промышленного назначения – это устройства, которые должны отвечать следующим требованиям:

- достаточный диапазон движений (экзоскелет обеспечивает достаточный диапазон движений для плеча и руки, чтобы не препятствовать естественным движениям человека);
- генератор крутящего момента спроектирован таким образом, что крутящий момент увеличивается при подъеме руки, уменьшается при опускании руки и не препятствует нормальному движению человека под небольшими углами;
- легкий вес и безопасность (экзоскелет необходимо надевать на тело

человека, он должен минимизировать нагрузку на человека и гарантировать его безопасность, сохраняя при этом удобство использования);

- удобство ношения: экзоскелет должен легко надеваться и сниматься, а его размер должен регулироваться в соответствии с потребностями разных пользователей.

Вывод по разделу.

В разделе при анализе опасных и вредных производственных факторов на производстве определено, что необходимо внедрить экзоскелеты. Можно внедрить 17 экзоскелетов EKZO SOLUTIONS, которые значительно сократят нагрузку на опорно-двигательные аппарат, а также сократят травматизм и бюджет предприятия на выплаты больничных для рабочего персонала.

В разделе рассмотрен промышленный экзоскелет EKZO SOLUTIONS Комплектации Boost1 наиболее эффективен при выполнении статических работ с переносом. Работа с грузами до 50 кг, его масса составляет 3,3 кг, что позволяет с лёгкостью переносить груз и не чувствовать тяжести. Таких экзоскелетов понадобится в количестве 10 штук для погрузки продукта на отгрузочные паллеты.

Для работ на конвейере необходимы экзоскелеты, которые будут помогать выполнять многократные движения, статическую работу в неудобной позе или переноса предметов. К такому виду работ отлично подойдут экзоскелеты EKZO SOLUTIONS. Комплектации Super Lite1, его преимущество в том что он разгружает мышцы рук и спины, снижает компрессии позвоночника, фиксирует правильное положение спины при работе, таких экзоскелетов для рабочих нужно в количестве 7 штук.

4 Разработка рекомендации по применению промышленных экзоскелетов в рассматриваемом технологическом процессе

На данном технологическом процессе было выявлено что работники пользуются не только механическим способом для передвижения груза, но и прикладывают свою физическую силу.

Рассмотрим эффективность промышленных экзоскелетов (рисунок 4) из расчёта на 1 сотрудника за 1 год, убытки предприятия составят:



Рисунок 4 – Эффективность промышленных экзоскелетов

Также на основе анализа ожидается, что экзоскелеты обеспечат доходы в размере более \$550 млн. от продаж и лизинга в 2022 году и что доля гражданских экзоскелетов будет составлять 27 % в доходах рынка в любой момент в прогнозируемом период [14].

Рассматривая технологический процесс и производство в целом необходимо внедрить экзоскелеты для улучшения труда работника. Изучено, что на производствах работники взаимодействуют с физическими нагрузками

и порой ситуации доходят до критических моментов. Использование данного вида техники позволяет их снизить, сберечь здоровья работников, занимающихся тяжелым физическим трудом, снизить утомляемость, избежать производственных травм и развития профзаболеваний. Если же применить данную разработку, производительность увеличивается значительно.

Начнем с того, что отсутствие кинематической совместимости между экзоскелетом и человеком может повлиять на удобство ношения. Смещение, вызванное этой проблемой, может препятствовать естественному движению пользователя и, таким образом, вызывать дискомфорт и боль. Плечевой сустав является одним из самых гибких суставов в человеческом теле, и его центр вращения изменчив. Хотя многочисленные исследовательские организации пытались найти различные решения, такие как проектирование структуры сустава над плечом, механические суставы с несколькими степенями свободы и двухстержневые (спина и рука) механизмы, все они оказались недостаточно эффективными по одному или нескольким аспектам компактности, веса и гибкости.

В будущем соображения могут включать проектирование реконфигурируемых структур плечевого сустава или интеграцию биомеханической оптимизации для структуры плечевого сустава.

Кроме того, жесткий плечевой экзоскелет (пассивный или активный) должен иметь небольшой объем и легкий вес, обеспечивая при этом функциональную эффективность. Тяжелое устройство увеличит физическую нагрузку пользователей и требования к приводам. Большой объем увеличит вероятность столкновений, тем самым ухудшив его практичность в полевых условиях. Этот вопрос следует рассматривать одновременно с устранением смещения суставов, которое может использовать сложные механические конструкции, тем самым увеличивая вероятность первой проблемы. Преимущественно используемыми жесткими материалами являются композиты из углеродного волокна и алюминиевые сплавы. С достижениями в области материаловедения в будущем могут применяться новые материалы

с низкой плотностью, но высокой жесткостью.

До этого основным направлением исследований оставалась компактная, простая и выровненная структура плечевого сустава.

Наконец, еще одним узким местом, препятствующим их широкому применению, является смещение физического интерфейса человек-машина, который может привести к увеличению сил взаимодействия, вызывая дискомфорт и делая его менее пригодным для длительного использования.

Большинство плечевых экзоскелетов крепятся к телу с помощью ремней или манжет вокруг талии, рук и/или груди, что приводит к относительно плохой устойчивости во время работы. В будущем следует изучить схему крепления с двумя или несколькими точками крепления для лучшего пользовательского опыта.

По сравнению со своими жесткими аналогами, мягкие плечевые экзоскелеты имеют несколько положительных аспектов, таких как меньшие размеры и вес, меньшая инерция. Однако они также имеют присущий им недостаток каркасов на основе текстиля. Они могут обеспечивать меньшую устойчивость, особенно когда требуются точные движения или контроль осанки. Кроме того, они могут по-прежнему вызывать дискомфорт или усталость при длительном использовании из-за силы сдвига на интерфейсах человеческого тела. Более того, гибкие материалы могут изнашиваться быстрее и требовать более частого обслуживания или замены по сравнению с жесткими компонентами. А некоторые современные гибкие материалы могут быть дорогими в производстве и обслуживании. В целом, предстоит еще долгий путь до широкого внедрения гибких экзоскелетов в практических приложениях.

Что касается пассивных экзоскелетов, то они более доступны и легки, и могут обеспечить баланс между эффективностью и износостойкостью. Несколько экзоскелетов среди них были коммерциализированы, хотя в основном для определенной целевой задачи. Но некоторые недостатки были введены с использованием эластичных элементов. Направление создаваемой

вспомогательной силы эластичными частями всегда противоположно гравитации, и, следовательно, антагонистические мышцы работают против помощи при опускании рук, что может привести к дискомфорту и увеличению мышечных усилий. Кроме того, гистерезисные характеристики пружин могут привести к более высокой силе, чем ожидалось, когда руки опущены. Пружины служат фильтрами нижних частот, которые ограничивают полосу пропускания управления крутящим моментом, что создает еще один неотъемлемый недостаток. Наконец, решающее значение имеет вспомогательная синхронизация. То есть вспомогательная сила будет более эффективной, когда она достигает пика при пиковом угле целевой задачи.

Существующие пассивные устройства в основном имеют одну вспомогательную синхронизацию, таким образом, они не подходят для нескольких задач с разной рабочей высотой и весом инструмента. При этом открытым остается вопрос определения оптимального уровня помощи.

Активные плечевые экзоскелеты способны генерировать универсальные профили крутящего момента, используя датчики и электрические приводы. Но они, как правило, более дорогие, тяжелые и громоздкие, что может ограничить их широкое применение в полевых условиях. В частности, наиболее доминирующими подходами к приводу являются электрический и пневматический. Электрические элементы (например, двигатели) склонны к поломкам в условиях высоких температур и запыленности, что легко происходит на промышленных производственных линиях. А пневматические приводы испытывают трудности с точным контролем силы и длины хода.

Насколько нам известно, сила переносится, но не исчезает волшебным образом. Независимо от того, активна она или пассивна, сила, создаваемая элементами экзоскелетов, переносит нагрузку плеч на другие части человеческого тела. Как достичь функциональной эффективности без добавления дополнительной нагрузки на другие части – это долгосрочное соображение, которое экзоскелеты должны будут рассмотреть в будущем.

К исследуемому технологическому процессу подходят пассивные

экзоскелеты. Они не имеют электрического источника-питания. Таким и является «Экзоскелеты EKZO SOLUTIONS». Экзоскелеты EKZO SOLUTIONS – это эффективный инструмент, показывающий результат, увеличивая производительность, сокращает себестоимость производства и получает больше прибыли каждый день.

Эффективность доказана в лаборатории и подтверждена в реальном производстве. Экзоскелеты EKZO SOLUTIONS дешевле и эффективнее зарубежных аналогов, быстрый процесс внедрения, адаптация под поставленные задачи. Долговечность и прочность конструкции. При помощи данного экзоскелета:

- снизится травмоопасность и увеличится выносливость;
- уменьшится нагрузка на руки, плечи и разгрузит поясницу;
- снизит давление на-позвоночные диски рабочего;
- защитит опорно-двигательный аппарат от физических нагрузок;
- снизит риск развития профессиональных заболеваний.

Таким образом данное внедрение улучшит условия труда каждого работника на которого действует физическая нагрузка. При непрерывном производстве это самый благоприятный итог, для того что бы работник чувствовал себя комфортнее при работе с грузом.

Экзоскелеты EKZO SOLUTIONS Российского производство, сейчас в наше время, это не мало важно, когда крупные предприятия ищут импортозамещение оборудования, а при приобретении данного экзоскелета, они не столкнутся с данной проблемой. Думаю, что данное внедрение оценят и примут к сведению и другие промышленные предприятия, тем самым будет благоприятные условия труда для промышленных работников на всех производствах.

Использование новых технологий, таких как экзоскелеты, должно тщательно контролироваться, чтобы гарантировать их безопасное и правильное использование. Перед внедрением следует создать процедуру мониторинга, описывающую, как минимум, частоту мониторинга, процесс

мониторинга, а также роли и обязанности, связанные с процессом мониторинга безопасности. Работники, использующие экзоскелеты, также должны нести ответственность за текущий мониторинг. Должна быть определена информация, собранная в течение периода мониторинга, и по мере необходимости должны быть созданы формы сбора данных.

Перед реализацией пробной фазы на этапе внедрения необходимо систематически определить задачи, которые могут выиграть от использования экзоскелетов. Для определения подходящих задач необходимо собрать соответствующие данные, учесть последствия для производительности и безопасности, а также рассмотреть иерархию элементов управления.

После того как роли и обязанности установлены, определены требования к техническому обслуживанию и проверкам, разработаны процедуры мониторинга безопасности и обучения, установлена надлежащая процедура установки и использования, определены требования к мониторингу и все политики и процедуры внедрения представлены заинтересованным сторонам в одном документе, организация может перейти к этапу испытаний.

Чтобы определить, подходит ли внедрение экзоскелета для организации, настоятельно рекомендуется провести испытательный этап, в ходе которого технология может быть опробована и внедрена в организацию и рабочую силу. Внедрение новых технологий без проведения испытательного этапа и надлежащей подготовки может привести к сопротивлению изменениям со стороны персонала, рискам безопасности, снижению эффективности и напрасной трате ресурсов в случае ненадлежащего соответствия экзоскелета и задачи. Этот этап включает подготовку пилотного этапа, подготовку процедуры сбора данных, а также внедрение и анализ результатов. Результатом этого испытательного периода является решение «да/нет» относительно того, следует ли начинать фазу долгосрочного внедрения.

Требования к осмотру и обслуживанию экзоскелета можно определить с помощью информации и руководств, предоставленных производителем, и существующих процедур организации. Кроме того, следует ознакомиться с

существующими стандартами по уходу и обслуживанию экзоскелетов. Факторы, влияющие на частоту осмотра и обслуживания, включают компоненты планирования осмотра на основе риска, такие как вероятность и последствия отказа. Некоторые пункты, которые должны быть включены в процедуру осмотра и обслуживания, включают частоту осмотра, признаки поврежденных экзоскелетов, требования к отчетности, частоту и процесс обслуживания, а также роли и обязанности. Необходимо следовать любым рекомендациям или руководствам, предоставленным производителем, и при необходимости следует вносить любые разъяснения относительно этой информации до принятия. Следует установить и сообщить эффективные процедуры осмотра для каждого случая использования, аналогично СИЗ. Например, средства защиты от падения требуют осмотра перед надеванием, чтобы убедиться в отсутствии повреждений обвязки или застежек. Частота осмотра, случайных проверок и задач по техническому обслуживанию может различаться в зависимости от задачи, для которой используется экзоскелет. Осмотры будут проводиться ответственным лицом, назначенным на этапе определения обязанностей. Частота осмотра и проверок должна быть выше для задач с высоким риском, где отказ экзоскелета может увеличить риск получения травмы, и наоборот частота осмотра и проверок может быть потенциально ниже для задач с низким риском.

Место и порядок хранения можно определить на основе количества экзоскелетов и выбранного размера экзоскелетов, источника питания и состава. Эта процедура должна включать в себя, где будут храниться экзоскелеты, как они будут храниться, а также любые особые требования к месту и микроклимату помещения, необходимые для хранения. В случае активных экзоскелетов также важно установить порядок зарядки, который включает определение места и продолжительности зарядки, а также назначение лица, ответственного за зарядку, проверку и замену батарей. Также следует определить, требуется ли экзоскелетам специальное место для хранения, следует ли хранить их вдали от определенных материалов и

оборудования или их можно безопасно хранить вместе с другими СИЗ. При определении места и порядка хранения следует также учитывать вопросы безопасности.

Чтобы предотвратить раздражение кожи и другие проблемы с дезинфекцией, процедуры очистки должны быть установлены и доведены до сведения внутри организации. Тип чистящего раствора также должен учитывать любые существующие чувствительности и аллергии. Эти процедуры должны определять, кто несет ответственность за очистку и как часто должна проводиться очистка. Для экзоскелетов, которые используются несколькими работниками, скорость и частота очистки и санитарии должны быть увеличены для предотвращения инфекционных заболеваний. Напротив, для костюмов, которые один работник носит поверх верхней одежды, частота очистки может быть не такой частой (например, раз в две недели, еженедельно).

Вывод по разделу.

В разделе определено, что к исследуемому технологическому процессу подходят пассивные экзоскелеты. Они не имеют электрического источника питания. Таким и является «Экзоскелеты EKZO SOLUTIONS». Экзоскелеты EKZO SOLUTIONS – это эффективный инструмент, показывающий результат, увеличивая производительность, сокращает себестоимость производства и получает больше прибыли каждый день.

5 Охрана труда

Безопасность производственного процесса достигается упреждением аварийных ситуаций, и в течение всего срока эксплуатации опасного оборудования должна быть обеспечена соблюдением следующих мероприятий: соблюдением регламентов режима работы и обслуживания производственного оборудования и применением надежно действующих и регулярно проверяемых контрольно-измерительных приборов, устройств противоаварийной защиты, средств получения, переработки и передачи информации.

К организационным мероприятиям по охране труда в исследуемом учреждении относятся:

- «предварительный при поступлении на работу работника медосмотр» [11];
- «ознакомление работника с условиями труда на рабочем месте, возможными рисками причинения вреда здоровью, с льготами и компенсациями за условия труда» [11];
- «проведение вводного инструктажа по технике безопасности на производстве и инструктажа по пожарной безопасности» [11].

«Аудит по охране труда – обязательная мера для большой компании, в которой работает много сотрудников. Мероприятие позволяет контролировать соответствующую сферу. Комплексная оценка деятельности нужна, в первую очередь, самому предприятию» [9].

«Существует два вида аудита по охране труда: внешний и внутренний. Первый вид предполагает проведение проверки представителями сторонней организации. Внутренний аудит осуществляется силами сотрудников самой проверяемой компании. Это доступный инструмент для контроля условий труда на предприятии. Проверяться может как компания в целом, так и конкретное рабочее место» [9].

Процедура проведения аудита системы охраны труда на предприятии

[8], [10] изображена на рисунке 5.

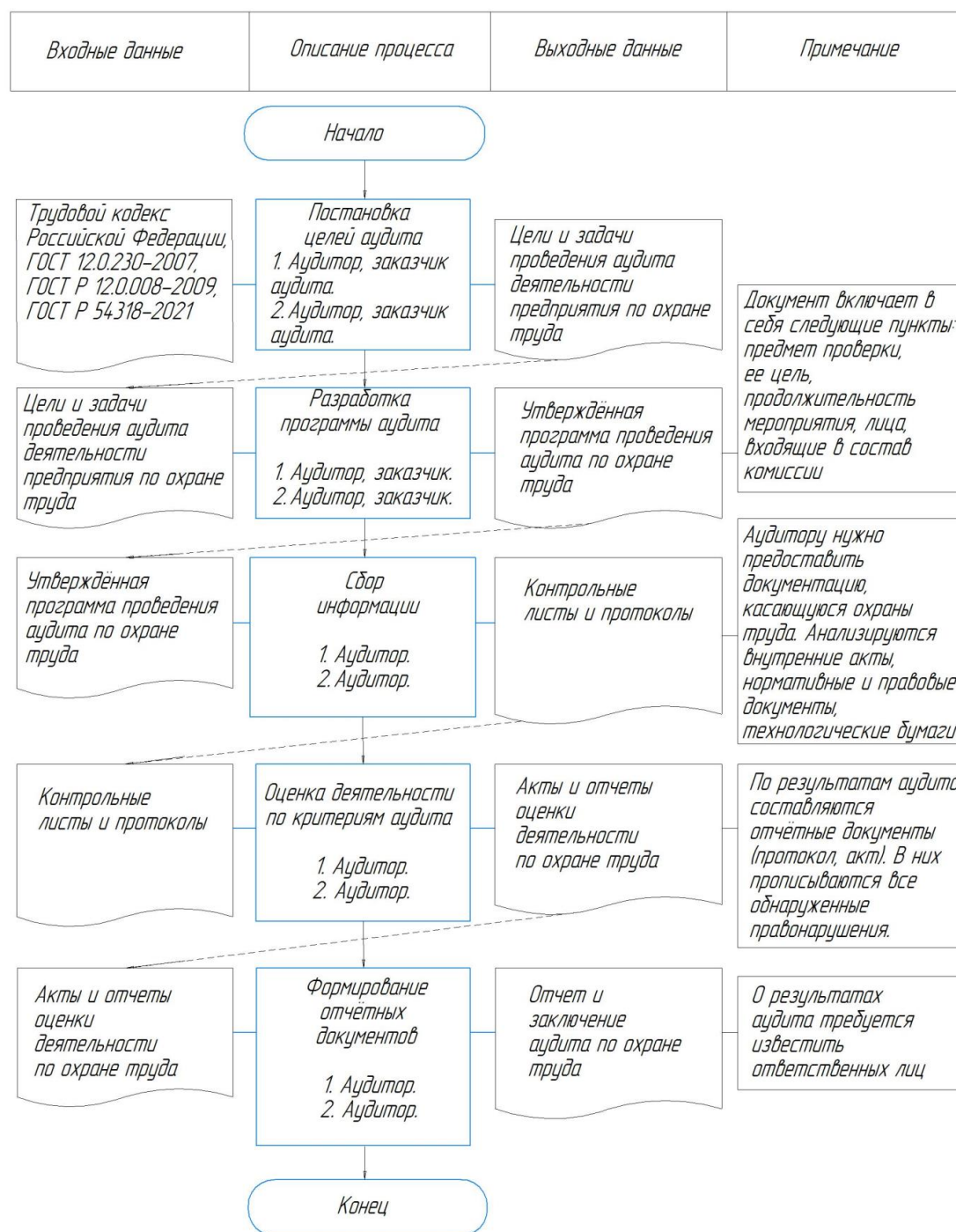


Рисунок 5 – Процедура проведение аудита системы охраны труда на предприятии

«Внутренний аудит может проводиться как планоно, так и внепланово. Плановые проверки выполняются 1-2 раза в год» [9].

«Регулярное проведение внутренних аудитов позволяет увеличить

безопасность условий труда, снизить опасность травм, своевременно исправлять все нарушения, не допускать появления аварийных ситуаций. Внешний аудит осуществляется по похожему алгоритму» [9].

«Основное отличие внутреннего от внешнего аудита заключается в том, что последний проводится сторонними независимыми компаниями. Руководителю компании требуется сначала найти организацию, занимающуюся соответствующей деятельностью. Затем с ней заключается гражданско-правовой договор. Услуги сторонней компании нужны для следующих целей:

- проверки документации на соответствие требованиям закона;
- подготовки компании к проверкам со стороны государственных органов» [9].

«Для объективности аудита рекомендуется обратиться в крупную компанию с соответствующими лицензиями. Предварительно следует ознакомиться с отзывами о ее работе. Документы не придется доверять сторонним специалистам. Внешний аудит обеспечивает большую объективность» [9].

Вывод по разделу.

В разделе определено, что безопасность на рабочих местах достигается соблюдением режима работы и обслуживания оборудования и применением надежно действующих устройств противоаварийной защиты.

6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Регламентированная процедура «Проведение внутреннего аудита экологической безопасности» изображена на рисунке 6.

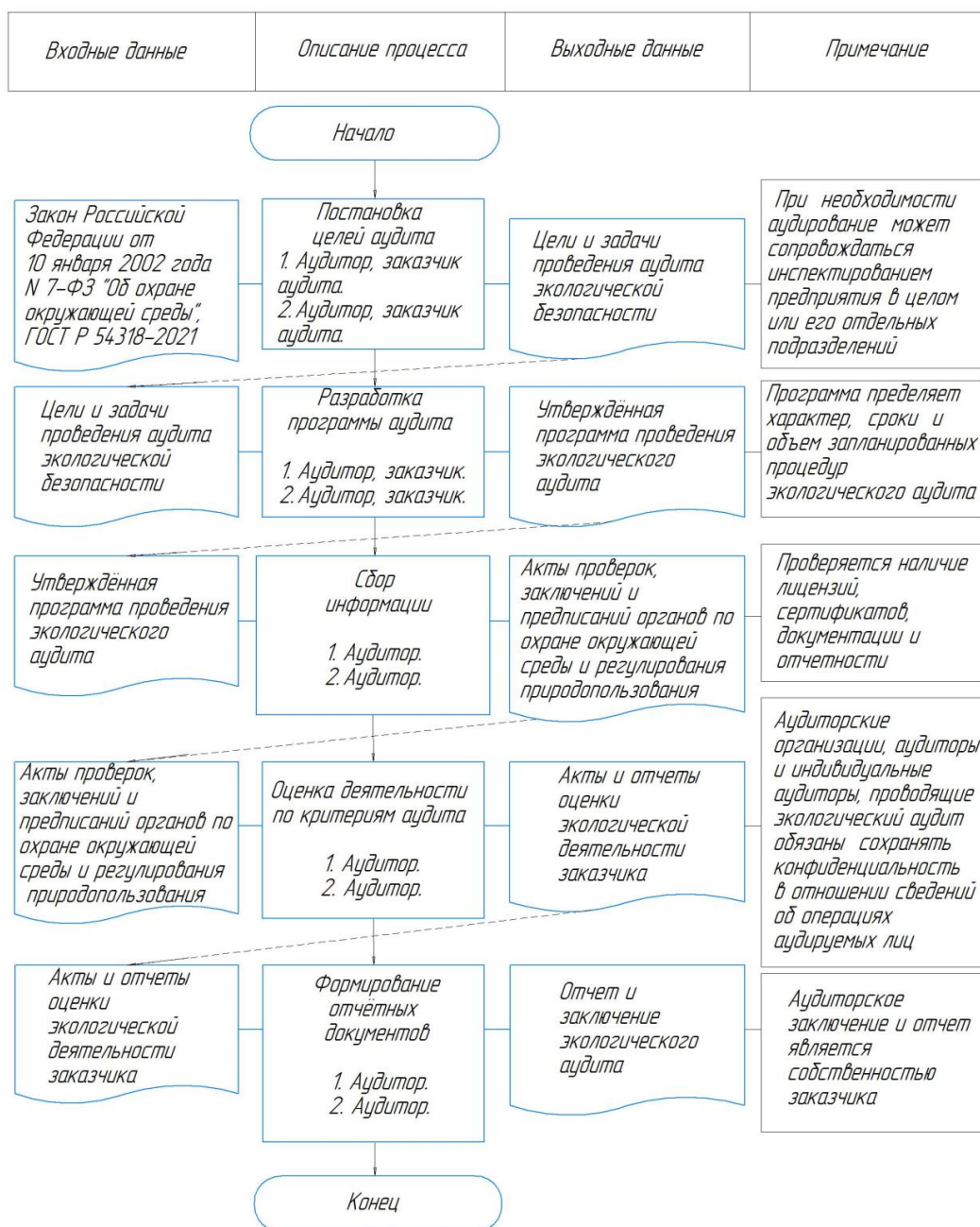


Рисунок 6 – Регламентированная процедура «Проведение внутреннего аудита экологической безопасности»

ПАО «Метафракс Кемикалс» – один из крупнейших промышленных

Российских предприятий по производству метанола и продуктов его переработки.

Основной целью экологической политики является обеспечение эффективности деятельности Общества по защите окружающей среды.

НДТ является сокращение поступления в выбросы твердых частиц (пыли), взвешенных веществ с помощью скруббера, согласно ИТС 22-2016 «Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях» [3]: НДТ В-1. Сокращение и предотвращение образования выбросов в атмосферный воздух твердых частиц (пыли), взвешенных веществ.

Для предотвращения загрязнения почвы в период эксплуатации объекта предусматриваются следующие мероприятия:

- сбор загрязненного поверхностного стока с территории, исключающий проникновение загрязненных вод в почвы, с последующей его очисткой до требуемых нормативов;
- устройство площадок и тротуаров с асфальтобетонным покрытием;
- регулярная уборка твердых покрытий.

Максимальные приземные концентрации на границе СЗЗ создаются по следующим компонентам выбросов:

- метанол – 0,21 ПДК на границе СЗЗ;
- формальдегид – 0,22 ПДК (с учетом фоновой концентрации).

Наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят существующие источники выброса, расположенные на основной площадке ПАО «Метафракс Кемикалс».

Водоотведение хозяйственно-бытовых, ливневых и производственных сточных воды осуществляется на собственные очистные сооружения ПАО «Метафракс Кемикалс». Год ввода в эксплуатацию – 1984 г.

Качество очистки сточных вод в 2018 г. по БПКп и метанолу соответствует проектным показателям, по взвешенным веществам и

формальдегиду – незначительно ниже проектных показателей. По нефтепродуктам эффективность очистки невысокая, однако в поступающей на очистку воде их концентрация незначительная.

Проектная производительность очистных сооружений – 31620 м³/сут., фактическая в 2018 г на очистку поступило не более 14600 м³/сут. Нормативно-расчетный объем сточных вод – 20424 м³/сут. Таким образом, очистные сооружения работают без перегруза и все поступающие сточные воды подвергаются очистке.

ПАО «Метафракс Кемикалс» очищает на собственных биологических очистных сооружениях не только свои производственные сточные воды, но и все хозяйственно - бытовые стоки города Губаха. За 2019 г. очищено 5,4 млн. м³ сточных вод.

Мероприятия, направленные на сохранение водных ресурсов, включают:

- производственный контроль качества сточных и природных вод;
- морфометрические и гидробиологические исследования реки Косьва с целью охраны водных биологических ресурсов;
- модернизация оборудования отделения очистки сточных вод.

Водоотведение хозяйственно-бытовых, ливневых и производственных сточных воды осуществляется на собственные очистные сооружения ПАО «Метафракс Камикалс».

До поступления на очистные сооружения производственные сточные воды цеха пентаэритрита, парогазоцеха и производства метанола предварительно проходят очистку на локальных очистных сооружениях (ЛОС).

Методы очистки – полная биологическая, механическая с доочисткой на каркасно-засыпных фильтрах.

Очищенные сточные воды после доочистки подвергаются обеззараживанию гипохлоридом натрия в контактных резервуарах. Очищенные до нормативных требований и обеззараженные сточные воды с

контактных резервуаров самотеком по береговому выпуску отводятся в р. Косьва.

Отведение химически загрязненных сточных вод от проектируемого объекта предусматривается из приемка площадки сливо-наливной эстакады по проектируемым сетям химзагрязненной канализации в существующую сеть канализации ПАО «Метафракс Камикалс» и далее по существующей системе в отделение ПСВ цеха ВиВ на очистку. В приемке установлена запорная арматура, которая должна быть всегда закрыта.

Отвод химически загрязненных сточных вод из приемка осуществляется после проведения анализов на отсутствие продукта или наличия его в пределах ПДК сброса.

Отведение дождевых и талых сточных вод с прилегающей территории предусматривается по проектируемым дождевым лоткам, с последующим подключением к существующей сети дождевой канализации и далее в отделение ПСВ цеха ВиВ на очистку.

В соответствии со статьей 67 Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [6] производственный контроль в области охраны окружающей среды (производственный экологический контроль (ПЭК)) осуществляется в целях обеспечения выполнения в процессе хозяйственной и иной деятельности мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов, а также в целях соблюдения требований в области охраны окружающей среды, установленных законодательством в области охраны окружающей среды.

Организация (образователь отходов) обязана вести в установленном порядке учет образующихся отходов, до начала проведения работ заключить договора на передачу отходов лицензированным организациям для переработки, утилизации, обезвреживания или размещения [5].

Для минимизации негативного воздействия на окружающую среду отходов, образующихся при строительстве объекта, в материалах ОВОС

ставятся и решаются следующие задачи:

- анализ регламентных работ в соответствующих томах проектной документации по строительству с целью выявления источников образования отходов, установление номенклатуры и объемов отходов;
- классификация отходов по степени опасности по отношению к окружающей среде;
- подготовка экологически обоснованных решений по организации и обустройству площадок временного накопления отходов;
- принятие экологически обоснованных решений по порядку обращения отходов;
- выбор лицензированных организаций и объектов размещения отходов (ОРО), потенциально способных принять отходы строительства на утилизацию, обезвреживание, размещение.

Для того что бы решить проблемы или найти решения проблем по экологической безопасности, инициаторы аудита утверждают и привлекают независимых сторонних экспертов или группу специалистов предприятия. В нашем случае на предприятии ПАО «Метафракс Кемикалс» имеется своя группа специалистов. Для данной группы излагаются цели, необходимая документация и устанавливаются сроки проведения аудита. Утверждённый состав совершает сбор сведений по объекту исследования, анализ. Аудиторская группа по завершению аудита составляет заключение об экологическом аудите. Для решения поставленной цели собирается совещание для ознакомления с заключением аудита. Группа специалистов предлагает свои рекомендации по улучшению ситуации и минимализации рисков и находят пути решения найденных проблем. Данные изложены в графической части к разделу.

Вывод по разделу.

В период эксплуатации основными источниками техногенного воздействия на геологическую среду являются проектируемые здания и

сооружения.

Основными видами воздействия на геологическую среду в период эксплуатации являются:

- геомеханическое воздействие: в результате статистической и динамической нагрузки на грунты основания зданий и сооружений;
- гидродинамическое воздействие: в результате устройства непроницаемых покрытий (асфальтобетона);
- геохимическое воздействие: в результате фильтрации атмосферных осадков через складированные отходы производства и потребления в местах их временного хранения, загрязнения поверхностного стока;
- геотермическое воздействие: в результате повышения температуры грунтовой толщи на участках обогреваемых зданий.

Геомеханическое воздействие будет иметь локальный характер и выразится в виде статической и динамической нагрузки на грунты основания от объектов.

Геохимическое воздействие проявляется в виде: фильтрации атмосферных осадков через складированные отходы производства и потребления в местах их временного хранения и загрязнения поверхностного стока.

Для накопления отходов имеются существующие площадки мест временного накопления отходов сроком хранения до 11 месяцев и контейнеры ТКО, оборудованных в соответствии с действующим природоохранным законодательством, санитарными нормами.

7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Рассматривая производство пентаэритрита в целом, все помещения и цеха имеют разные классы опасности, оно включает в себя 25 объектов производства.

Разгерметизация оборудования, трубопроводов – возможными причинами разгерметизации является ослабление фланцевых соединений или их неправильная затяжка, использование неподходящих материалов в качестве прокладок или в качестве сальниковых набивок, выход из строя отдельных движущихся частей, запорной или предохранительной арматуры, из-за вибрации, дефектов материала оборудования, трубопроводов, прокладок.

Последствия этих событий могут привести как к незначительным по продолжительности утечкам продуктов, так и к полному разрушению оборудования с залповым выбросом достаточно большого количества горючих и токсичных продуктов.

Образование факелов при воспламенении горючих струй, воздействие их на оборудование и строительные конструкции могут приводить к разгерметизации оборудования, попадающих в зону их воздействия, и приводить к разрушению оборудования с выбросом той массы, которая непосредственно находится в оборудовании и ее воспламенению.

Небольшие утечки ГЖ не создают угрозу формирования ударной волны при воспламенении, но не исключают возможности инициирования развития крупной аварии на площадке самого производства, насыщенного в высокой степени металлоконструкциями и оборудованием.

Здания с помещениями операторной и венткамер. При подходе взрывоопасного облака к зданию оно может попасть по линии воздухозабора к вентилятору и воспламениться. Поджигание взрывоопасной смеси возможно и от электроустановки и приборов КИПиА, расположенных в помещении операторной, куда подается воздух приточной вентиляцией. Таким образом,

здание является, по сути, постоянно действующим источником зажигания и при определенных обстоятельствах может способствовать реализации сверхзвукового режима сгорания образовавшихся облаков (детонации).

Полное разрушение всего емкостного оборудования блока №3 в результате теракта (взрыв 150 кг тротила) – выброс всей массы хранимых опасных веществ (ацетальдегид, муравьиная кислота, формалин) с мгновенным переходом части жидкости в парогазовое облако за счет теплоты взрыва с последующим образованием огненного шара – неограниченное растекание в результате разрушения поддона безопасности смеси опасных веществ с образованием пожара пролива – воздействие термических нагрузок на людей, оборудование, здания и сооружения.

В результате количественной оценки риска аварий в производстве пентаэритрита выявлено, что взрыв парогазовой смеси в производственном помещении может иметь место только в одном случае: в результате аварии на насосе перекачки ацетальдегида в блоке №2 и при не работающей приточно-вытяжной вентиляции. Здание насосной в этом случае может подвергнуться полному разрушению. Во всех остальных рассмотренных аварийных ситуациях, связанных с выбросами ЛВЖ в помещениях производства пентаэритрита, масса горючего во взрывоопасных пределах не набирается даже при не работающей приточно-вытяжной вентиляции.

Огненный шар, образующийся вследствие террористического акта на складе ЛВЖ и ГЖ (блок №3), представляет значительную опасность для персонала рассматриваемого объекта, находящегося на открытом воздухе.

Смертельному воздействию с высокой вероятностью (90-100%) может подвергнуться обслуживающий персонал, оказавшийся непосредственно в пределах горящего облака (с учетом активного покидания ими опасной зоны). Ожоги различных степеней тяжести могут наблюдаться у персонала на протяжении 102 м от эпицентра аварии. Кроме того, при разрушении отбортовки поддона безопасности блока №3 в результате проведения теракта зона разлива опасного вещества (зона пожара) может охватить значительную

площадь (1,7 га) и выйти за пределы производственной площадки, а граница зоны болевого порога в этом случае составит 140 м от фронта пламени.

Наиболее значимыми факторами, влияющими на показатели риска, являются:

- большие количества опасных веществ в оборудовании;
- подготовленность обслуживающего персонала;
- безотказная работа системы контроля и автоматического регулирования;
- время года и погодные условия.

Всё предприятие ПАО «Метафракс Кемикалс» оснащено системами быстрого информирования работников, по радиоприёмной системе, что позволяет быстро распространить информацию о чрезвычайных и аварийных ситуациях и в полной мере защитить каждого работника предприятия.

В каждом корпусе, кабинете, бытовых помещениях, уборочных комнатах имеется система оповещения, радио через которое оперативно доносится любая информация о чрезвычайных и аварийных ситуациях.

Обязанности начальника цеха (зам. начальника цеха) Начальник цеха (заместитель начальника цеха) является основным должностным лицом, осуществляющим руководство работами по локализации аварии.

При обнаружении или получении информации об аварии начальник цеха (зам. начальника цеха) обязан:

- прибыть на место аварии и взять на себя руководство работами по ее локализации;
- обеспечить принятие первоочередных мер по локализации аварии, руководствуясь инструкцией по локализации аварийных ситуаций, а при дальнейшем развитии аварии действовать в порядке, предусмотренном оперативной частью ПЛА;
- привлекать к работам непосредственно подчиненный ему персонал;
- координировать действия персонала принимающего участие в работах по локализации аварии, ставить конкретные задачи

подчиненным, контролировать их выполнение;

- лично контролировать проведение операции по подаче сигнала тревоги, выводу людей из опасной зоны, оказанию первой помощи пострадавшим, оцеплению опасной зоны;
- оценить обстановку и возможность дальнейшего развития аварии, угрозу для персонала предприятия и населения, определить необходимость привлечения дополнительных сил и средств для ликвидации аварии, необходимость вызова на место аварии спецслужб предприятия;
- доложить обстановку директору технического (генеральному директору ПАО «Метафракс Кемикалс»), высказать свои соображения о необходимости его прибытия на место аварии для дальнейшего руководства работами по ее локализации;
- по прибытию на место аварии директора технического (генерального директора ПАО «Метафракс Кемикалс») передать ему всю необходимую для дальнейшего руководства работами информацию и действовать по его указаниям.

Обязанности диспетчера предприятия:

- при получении сообщения о возникновении аварии сообщить о происшедшем руководителям цеха и соответствующих служб, а также руководству предприятия и, при необходимости, организовать их прибытие на место происшествия (оповещение производится согласно списку, прилагаемому к ПЛА);
- обеспечить вызов ГСВ и ПЧ, медсанчасти и выполнять обязанности Ответственного руководителя до прибытия руководства предприятия. После прибытия руководства предприятия информировать его о состоянии работ по спасению людей и ликвидации аварии, сообщить всем руководителям, участвующим в ликвидации аварии, место нового командного пункта и поступить в распоряжение Ответственного руководителя работ по ликвидации

аварии;

- произвести регистрацию сведений о происшедшей аварии, о ходе ее ликвидации и снижению тяжести последствий в специальном оперативном журнале.

Обязанности обслуживающего персонала:

- услышав звуковой сигнал аварийной тревоги или получив устное сообщение о возникновении аварийной ситуации, немедленно прекращают все работы;
- надев фильтрующий противогаз марки «ДОТ М», удаляются из загазованной зоны по лестничному маршу на сборный пункт (пользоваться лифтом категорически запрещается).

Сборный пункт – комната мастера смены в корпусе 1387 отм.0.00 м.

Лицом, ответственным за безаварийную работу отделения, является начальник цеха.

Принятие надлежащих мер при возникновении аварийного положения или пожара, наблюдение за состоянием оборудования и исправностью средств пожаротушения и ответственность за выполнение правил аварийного режима в каждой смене возлагается на мастера смены.

Персонал отделения обязан:

- знать степень огневзрывоопасности отделения пентаэритрита;
- знать и выполнять правила противопожарного режима;
- знать и выполнять требования инструкции по аварийной остановке отделения пентаэритрита;
- при приеме смены проверять состояние оборудования и первичных средств пожаротушения с соответствующей записью в рапорте;
- при обнаружении неисправности на работающем оборудовании, грозящей аварией, немедленно приступить к устранению выявленных нарушений.

На примере внедрения экзоскелетов мы рассматривали отделение производства самого пентаэритрита, имеющий класс опасности 3.

Минимизация и исключение аварийных ситуаций регламентируются общими и специальными требованиями по соблюдению правил промышленной и пожарной безопасности, а также конструктивно-компоновочными и инженерно-техническими решениями принятыми в проектной документации с учётом требований нормативно-технической документации, уровня ответственности сооружений и природно-климатических факторов, обеспечивающих защиту персонала, населения и охрану окружающей среды.

В соответствии с СП 132.13330.2011 [7] исследуемый объект по значимости относится к 3 классу – низкая значимость – ущерб в результате реализации террористических угроз приобретет муниципальный или локальный масштаб.

Защита объекта обеспечивается рядом технических и организационных мероприятий, направленных на предотвращение несанкционированного доступа к технологическим устройствам и изменения их режима работы или вывода из строя, а также мероприятий, исключающих посягательства на материальные ценности и поддерживающих требуемый уровень защищенности объекта.

При обнаружении признаков постороннего вмешательства в деятельность объекта в целях противодействия совершению террористических актов эксплуатирующий персонал обязан незамедлительно сообщать о данных фактах в органы правопорядка и непосредственному руководителю.

Паспорт безопасности представлен в приложении А.

Вывод по разделу.

Установленные уровни рисков для персонала производства пентаэритрита являются приемлемыми и не нуждаются в разработке мер по их снижению.

8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Стоимость внедрения и потенциал долгосрочной экономии затрат являются важными факторами, которые необходимо учитывать перед внедрением.

Расходы, связанные с внедрением, включают первоначальные затраты на покупку, расходы на очистку и хранение, затраты на техническое обслуживание и расходы на обучение.

С другой стороны, существует потенциальная экономия затрат за счет снижения производственных травм и повышения производительности.

Крайне важно убедиться, что организация определила задачи, которые могут эффективно выиграть от внедрения экзоскелетов, поскольку невыполнение этого требования может привести к нерациональному распределению средств и ресурсов.

Следует отметить, что проведенный на этом этапе высокоуровневый анализ считается предварительным, и более точный и всесторонний анализ необходимо провести после того, как будет определена конкретная задача по внедрению экзоскелетов и соответствующая модель экзоскелета.

При оценке возможности применения промышленных экзоскелетов в технологическом процессе, мы выяснили для того что бы у работников было меньше физической нагрузки на опорно-двигательный аппарат внедрить экзоскелеты «EKZO SOLUTIONS» но на разных точках производства разные, в зависимости от тяжести и переноса продукции.

В целях улучшения производственной безопасности была составлена смета на закупку данного вида оборудования.

Смета затрат внедрение промышленных экзоскелетов в складском хозяйстве производства пентаэритрита ПАО «Метафракс Кемикалс» представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Смета затрат внедрение промышленных экзоскелетов в складском хозяйстве производства пентаэритрита ПАО «Метафракс Кемикалс»

Статьи затрат	Сумма, руб.
EKZO SOLUTIONS Комплектации Boost1 10 штук	45200
EKZO SOLUTIONS Комплектации Super Lite1 7 штук	353000
Итого:	805000

Рассчитаем величину скидки к страховому тарифу по обязательному социальному страхованию для ПАО «Метафракс Кемикалс» на 2026 г.

Данные для расчетов скидок и надбавок представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Данные для расчетов скидок и надбавок

Показатель	Обозначение	Изменение	2023	2024	2025
«Среднесписочная численность работающих» [17]	N	чел	3500	3500	3500
«Количество страховых случаев за год» [17]	K	шт.	1	2	0
«Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом» [17]	S	шт.	1	2	0
«Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем» [17]	T	дн.	50	75	0
«Сумма обеспечения по страхованию» [17]	O	руб.	100000	200000	0
«Фонд заработной платы за год» [17]	ФЗП	руб.	2000000000	2000000000	2000000000
«Число рабочих мест, на которых проведена оценка условий труда» [17]	q ₁₁	шт	-	3500	-
«Число рабочих мест, подлежащих специальной оценке условий труда» [17]	q ₁₂	шт.	-	3500	-
«Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда по результатам аттестации» [17]	q ₁₃	шт.	-	1200	-

Продолжение таблицы 4

Показатель	Обозначение	Изменение	2023	2024	2025
«Число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры» [17]	q ₂₁	чел.	3500	3500	3500
«Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры» [17]	q ₂₂	чел.	3500	3500	3500

Рассчитаем скидку на страхование работников по формуле 2:

$$C(\%) = \left\{ 1 - \frac{\left(\frac{a_{cmp}}{a_{езд}} + \frac{b_{cmp}}{b_{езд}} + \frac{c_{cmp}}{c_{езд}} \right)}{3} \right\} \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot 100, \quad (2)$$

Показатель $a_{стр}$ рассчитывается по следующей формуле 3:

$$a_{cmp} = \frac{O}{V}, \quad (3)$$

где «O – сумма обеспечения по страхованию, произведенного за три года, предшествующих текущему, (руб.);

V – сумма начисленных страховых взносов за три года, предшествующих текущему (руб.)» [17]:

$$V = \sum \Phi ЗП t_{cmp}, \quad (4)$$

где $t_{стр}$ – «страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [17].

$$V = \sum 6000000000 \cdot 0,007 = 42000000 \text{ руб}$$

$$a_{\text{стр}} = \frac{300000}{42000000} = 0,007$$

Показатель $b_{\text{стр}}$ рассчитывается по формуле 5:

$$b_{\text{стр}} = \frac{K \cdot 1000}{N}, \quad (5)$$

где К – «количество случаев, признанных страховыми за три года, предшествующих текущему;

Н – среднесписочная численность работающих за три года, предшествующих текущему (чел.)» [17];

$$b_{\text{стр}} = \frac{3 \cdot 1000}{3500} = 0,85$$

Показатель $c_{\text{стр}}$ рассчитывается по следующей формуле 6:

$$c_{\text{стр}} = \frac{T}{S}, \quad (6)$$

где Т – «число дней временной нетрудоспособности в связи с несчастными случаями, признанными страховыми, за три года, предшествующих текущему;

С – количество несчастных случаев, признанных страховыми, исключая случаи со смертельным исходом, за три года, предшествующих текущему» [17].

$$c_{\text{стр}} = \frac{125}{3} = 41,7$$

Коэффициент q_1 рассчитывается по следующей формуле 7:

$$q_1 = \frac{(q_{11} - q_{13})}{q_{12}}, \quad (7)$$

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;

q_{12} – общее количество рабочих мест;

q_{13} – количество рабочих мест, условия труда на которых отнесены к вредным или опасным условиям труда по результатам проведения специальной оценки условий труда» [17].

$$q_1 = \frac{3500 - 1200}{3500} = 0,66$$

Коэффициент q_2 рассчитывается по следующей формуле 8:

$$q_2 = \frac{q_{21}}{q_{22}}, \quad (8)$$

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;

q_{22} – число всех работников, подлежащих данным видам осмотра, у страхователя» [17].

$$q_2 = \frac{3500}{3500} = 1$$

$$C(\%) = \left\{ 1 - \frac{\left(\frac{0,007}{0,12} + \frac{0,85}{0,94} + \frac{41,7}{85,73} \right)}{3} \right\} \cdot 0,66 \cdot 1 \cdot 100 = 34$$

Рассчитываем размер страхового тарифа на следующий год с учетом скидки или надбавки по формуле 9:

$$t_{стр}^{след} = t_{стр}^{тек} - t_{стр}^{тек} \cdot C, \quad (9)$$

$$t_{стр}^{след} = 0,7 - 0,7 \cdot 0,34 = 0,46$$

Рассчитываем размер страховых взносов по новому тарифу в следующем году по формуле 10:

$$V^{след} = \Phi ЗП^{тек} \cdot t_{стр}^{след}, \quad (10)$$

$$V^{2022} = 20000000000 \cdot 0,007 = 14000000 \text{ руб.}$$

$$V^{2022} = 20000000000 \cdot 0,0046 = 9200000 \text{ руб.}$$

Определяем размер экономии (роста) страховых взносов в следующем году по формуле 11:

$$\mathcal{E} = V^{тек} - V^{след} \quad (11)$$

$$\mathcal{E} = 14000000 - 9200000 = 4800000 \text{ руб.}$$

Далее выполним расчет экономического эффекта для ПАО «Метафракс Кемикалс» от снижения количества случаев производственного травматизма.

Оценка экономического эффекта определяется по формуле 12:

$$\mathcal{E}_e = \mathcal{E} - \mathcal{Z}_{ед} \quad (12)$$

где $\mathcal{Z}_{ед}$ – «единовременные затраты на проведение мероприятий по улучшению условия труда, руб» [17].

$$\mathcal{E}_r = 4800000 - 805000 = 3995000 \text{ руб.}$$

«Срок окупаемости затрат на проводимые мероприятия определяется соотношением суммы произведенных затрат к общему годовому экономическому эффекту» [17].

$$T_{ед} = \frac{З_{ед}}{\mathcal{E}_e} \quad (13)$$

$$T_{ед} = \frac{805000}{3995000} = 0,2 \text{ года}$$

Ниже представлена диаграмма (рисунок 7) снижение травматизма на производстве до и после внедрения мероприятия.

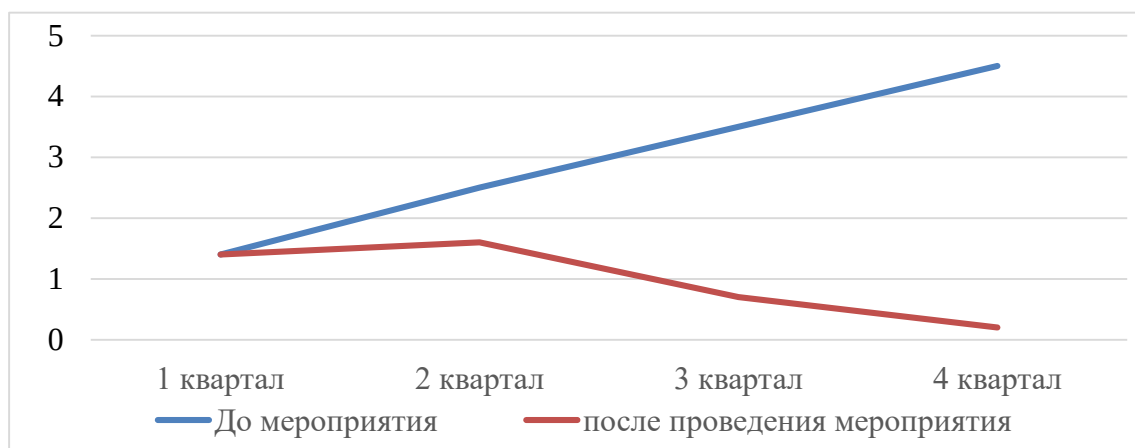


Рисунок 7 – Статистика снижения травматизма на производстве до и после внедрения экзоскелетов

В прилагаемом чертеже оценка эффективности предлагаемого мероприятия, показатели при расчётах, для улучшения безопасности на производстве пентаэритрита. Представлена диаграмма до и после внедрения мероприятия.

Вывод по разделу.

В разделе определено, что предлагаемое внедрение экзоскелетов будет снижать производственный травматизм и экономично скажется на финансах компании.

Заключение

В первом разделе определено, что промышленные экзоскелеты предназначены для подъема, переноса и удержания грузов, для выполнения работ, связанных с длительным пребыванием в статичном состоянии.

Можно выделить два основных типа промышленных экзоскелетов.

Активный экзоскелет может приводиться в действие с помощью приводов, таких как электродвигатели, пневматика, гидравлика или комбинация этих технологий, и часто называется «роботизированным экзоскелетом». Естественное движение человека приводит в действие пассивный экзоскелет с помощью пружин и сил противовеса. Большинство имеющихся в продаже промышленных экзоскелетов можно разделить на следующие категории: поддержка спины, поддержка плеч и рук, удержание/поддержка инструмента и поддержка ног.

Экзоскелеты с поддержкой спины используются в основном для обеспечения общей поддержки поясничного отдела позвоночника, для поддержания правильной осанки и для помощи при подъеме или статическом удержании. Экзоскелеты с поддержкой плеч и дополнительные (неантропоморфные) экзоскелеты для удержания инструмента руки используются для поддержки верхних конечностей во время длительной работы над головой или для помощи в удержании тяжелых инструментов. Устройства для поддержки ног обеспечивают поддержку тазобедренного, коленного или голеностопного сустава при простом движении или при переноске груза или служат альтернативой стулу для облегчения длительного стояния.

Таким образом, мы рассмотрели, что на этапе упаковки и отгрузки готовой продукции работники взаимодействуют с нагрузками, так как они совершают работу, связанную с физическим трудом. Поднимание мешков весом 25 килограмм, удержание мешков для качественной прошивки и удержание мешков для полноценной загрузки продуктом. На этапах упаковки

продукта, мешки двигаются по транспортёру ленточному и проходят этапы подготовки, то есть проверка полного засыпания, качественной прошивки и проверки мешков на не пропускаемость продукта, всё это так же связано с физическими воздействиями на работников цеха.

Все эти факторы влияют на здоровье человека, так как работник находится в постоянном монотонном движении и взаимодействует с физическими нагрузками.

В третьем разделе при анализе опасных и вредных производственных факторов на производстве определено, что необходимо внедрить экзоскелеты. Можно внедрить 17 экзоскелетов EKZO SOLUTIONS, которые значительно сократят нагрузку на опорно-двигательные аппарат, а также сократят травматизм и бюджет предприятия на выплаты больничных для рабочего персонала. В разделе рассмотрен промышленный экзоскелет EKZO SOLUTIONS Комплектации Boost1 наиболее эффективен при выполнении статических работ с переносом. Работа с грузами до 50 кг, его масса составляет 3,3 кг, что позволяет с лёгкостью переносить груз и не чувствовать тяжести. Таких экзоскелетов понадобится в количестве 10 штук для погрузки продукта на отгрузочные паллеты.

Для работ на конвейере необходимы экзоскелеты, которые будут помогать выполнять многократные движения, статическую работу в неудобной позе или переноса предметов. К такому виду работ отлично подойдут экзоскелеты EKZO SOLUTIONS. Комплектации Super Lite1, его преимущество в том что он разгружает мышцы рук и спины, снижает компрессии позвоночника, фиксирует правильное положение спины при работе, таких экзоскелетов для рабочих нужно в количестве 7 штук.

В четвёртом разделе определено, что к исследуемому технологическому процессу подходят пассивные экзоскелеты. Они не имеют электрического источника-питания. Таким и является «Экзоскелеты EKZO SOLUTIONS». Экзоскелеты EKZO SOLUTIONS – это эффективный инструмент, показывающий результат, увеличивая производительность, сокращает

себестоимость производства.

В пятом разделе определено, что безопасность на рабочих местах достигается соблюдением режима работы и обслуживания оборудования и применением надежно действующих устройств противоаварийной защиты.

В период эксплуатации основными источниками техногенного воздействия на геологическую среду являются проектируемые здания и сооружения. Геомеханическое воздействие будет иметь локальный характер и выразится в виде статической и динамической нагрузки на грунты основания от объектов. Геохимическое воздействие проявляется в виде: фильтрации атмосферных осадков через складированные отходы производства и потребления в местах их временного хранения и загрязнения поверхностного стока. Для накопления отходов имеются существующие площадки мест временного накопления отходов сроком хранения до 11 месяцев и контейнеры ТКО, оборудованных в соответствии с действующим природоохранным законодательством, санитарными нормами.

Установленные уровни рисков для персонала производства пентаэритрита являются приемлемыми и не нуждаются в разработке мер по их снижению.

В седьмом разделе определено, что предлагаемое внедрение экзоскелетов будет улучшать условия труда и экономично скажется на финансах компании.

Список используемых источников

1. Блинов А. О., Борисов А. В., Кончина Л. В. Моделирование движения активного экзоскелета с пятью управляемыми электроприводами звеньями // Российский журнал биомеханики. 2023. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-dvizheniya-aktivnogo-ekzoskeleta-s-pyatyu-upravlyaemymi-elektroprivodami-zvenyami> (дата обращения: 12.05.2025).
2. Зиновьева О. М., Кузнецов Д. С., Меркулова А. М., Смирнова Н. А. Цифровизация систем управления промышленной безопасностью в горном деле // ГИАБ. 2021. №2-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-sistem-upravleniya-promyshlennoy-bezopasnostyu-v-gornom-dele> (дата обращения: 12.05.2025).
3. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях [Электронный ресурс] : ИТС 22-2016. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=386163&ysclid=mal361m6qj410708973> (дата обращения: 27.03.2025).
4. Исламов Р. Р. Конструкция упругой подставки на основе упругих шарниров с заданной характеристикой // Вестник магистратуры. 2022. №6-2 (129). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konstruktsiya-uprugoy-podstavki-na-osnove-uprugih-sharnirov-s-zadannoy-harakteristikoy> (дата обращения: 12.05.2025).
5. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 24.06.1998 №89-ФЗ (ред. от 04.08.2023). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=444859&ysclid=h21gljcon369593919> (дата обращения: 08.04.2025).
6. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] :

Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 27.03.2025).

7. Обеспечение антитеррористической защищенности зданий и сооружений. Общие требования проектирования [Электронный ресурс]: СП 132.13330.2011. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/1959/> (дата обращения: 27.03.2025).

8. Определение времени аудита системы менеджмента качества, системы экологического менеджмента, а также системы менеджмента охраны здоровья и безопасности труда [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 54318-2021. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/75115/?ysclid=mal357l2wy520105788> (дата обращения: 27.03.2025).

9. Порядок проведения аудита по охране труда [Электронный ресурс]. URL: <https://assistentus.ru/trudovoe-pravo/audit-po-ohrane-truda/> (дата обращения: 27.03.2025).

10. Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда в организациях. Проверка (аудит) [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 12.0.008-2009. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/48508/?ysclid=mal34gjrau695679853> (дата обращения: 27.03.2025).

11. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.230-2007. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/5649?ysclid=mal33n3rb016506968> (дата обращения: 27.03.2025).

12. Соловьева И. В., Мамедова Д. М. Инновационные технологии, как фактор повышения эффективности бизнеса // Вестник науки. 2022. №12 (57). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-tehnologii-kak-faktor-povysheniya-effektivnosti-biznesa> (дата обращения: 12.05.2025).

13. Таможный В. А. Проектирование и создание опытных образцов нижних конечностей промышленного экзоскелета // Инновации и инвестиции. 2021. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-i-sozdanie>

opytnyh-obraztsov-nizhnih-konechnostey-promyshlennogo-ekzoskeleta (дата обращения: 12.05.2025).

14. Ткачев О. О. Экономическая эффективность использования пассивных экзоскелетов на промышленных предприятиях в рамках перехода к тотальной роботизации производства и сокращению человеческого фактора // БРНИ. 2025. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-effektivnost-ispolzovaniya-passivnyh-ekzoskeletov-na-promyshlennyh-predpriyatiyah-v-ramkah-perehoda-k-totalnoy> (дата обращения: 12.05.2025).

15. Трубецков А. Д., Махонько М. Н., Шкробова Н. В., Шелехова Т. В. Проблемы использования средств индивидуальной защиты в современных условиях // Мед. труда и пром. экол.. 2023. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-ispolzovaniya-sredstv-individualnoy-zaschity-v-sovremennyh-usloviyah> (дата обращения: 12.05.2025).

16. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 27.03.2025).

17. Фрезе Т. Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Выполнение раздела выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» : электронное учебно-методическое пособие / Т.Ю. Фрезе. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2022. 1 оптический диск. ISBN 978-5-8259-1456-5.

18. Черных Н. В. Воронцов Д. И. Перспективы совершенствования трудового законодательства и законодательства об охране труда при осуществлении роботизации производства // Актуальные проблемы российского права. 2024. №12 (169). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-sovershenstvovaniya-trudovogo-zakonodatelstva-i-zakonodatelstva-ob-ohrane-truda-pri-osuschestvlenii-robotizatsii> (дата обращения: 12.05.2025).

19. Шитова Е. С., Герегей А. М., Суворов В. Г., Сотин А. В., Моисеев

Ю. Б., Кручинский Н. Г. Влияние локального мышечного утомления на биомеханические и вязкоупругие характеристики скелетных мышц // Российский журнал биомеханики. 2021. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-lokalnogo-myshechnogo-utomleniya-na-biomehanicheskie-i-vyazkouprugie-harakteristiki-skeletnyh-myshts> (дата обращения: 12.05.2025).

20. Шупорин Е. С., Новожилова А. А., Гергей А. М., Шитова Е. С., Никифорок А. И., Подопросветов А. В., Орлов И. А. Исследование влияния использования промышленного экзоскелета для поддержки верхних конечностей на состояние мышц рук и плечевого пояса // Мед. труда и пром. экол.. 2023. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-ispolzovaniya-promyshlennogo-ekzoskeleta-dlya-podderzhki-verhnih-konechnostey-na-sostoyanie-myshts-ruk-i> (дата обращения: 12.05.2025).

Приложение А

Паспорт безопасности

АО «Метафракс Кемикалс»
(наименование объекта (территории))

город Губаха
(наименование населенного пункта)

2025 г.

I. Общие сведения об объекте (территории)

Министерство промышленности, торговли и развития предпринимательства
Пермского края

(наименование органа (организации), в ведении которого находится объект (территория), адрес, телефон, факс, адрес электронной почты)

618250, Пермский Край, г Губаха

(адрес объекта (территории), телефон, факс, адрес, электронной почты)

Производство прочих основных органических химических веществ

(основной вид деятельности органа (организации), в ведении которого находится объект (территория))

Первая категория

(категория объекта (территории))

98000 м²

(общая площадь объекта (территории), кв. метров, протяженность периметра, метров)

-

(сведения о государственной регистрации права на объект недвижимого имущества)

Худайбирдин Альберт Флюрович

(ф.и.о. должностного лица, осуществляющего непосредственное руководство деятельностью работников на объекте (территории), служебный и (или) мобильный телефоны, факс, адрес электронной почты)

-

(ф.и.о. руководителя органа (организации), в ведении которого находится объект (территория), служебный и (или) мобильный телефоны, факс, адрес электронной почты)

II. Сведения о работниках (сотрудниках) объекта (территории) и иных лицах, находящихся на объекте (территории)

1. Режим работы объекта (территории)

ежедневно с 08:00 до 22:00

(продолжительность, начало и окончание рабочего дня)

Продолжение Приложения А

2. Общее количество работников (сотрудников) объекта (территории) 3500 (человек)

3. Среднее количество находящихся на объекте (территории) в течение рабочего дня работников (сотрудников) объекта (территории), работников (сотрудников), осуществляющих охрану объекта (территории), арендаторов и иных лиц, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории), 1050. (человек)

4. Среднее количество находящихся на объекте (территории) в нерабочее время, ночью, в выходные и праздничные дни работников (сотрудников) объекта (территории), работников (сотрудников), осуществляющих охрану объекта (территории), арендаторов и иных лиц, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории), 58. (человек)

5. Сведения об арендаторах и иных лицах, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории)

Арендаторы отсутствуют

(полное и сокращенное наименование организации, основной вид деятельности, общее количество работников (сотрудников), расположение рабочих мест на объекте (территории), занимаемая площадь (кв. метров), режим работы, ф.и.о., номера телефонов (служебного, мобильного) руководителя организации, срок действия аренды и (или) иные условия нахождения (размещения) на объекте (территории))

III. Сведения о потенциально опасных участках и (или) критических элементах объекта (территории)

1. Потенциально опасные участки объекта (территории) (при наличии)

Наименование	Количество человек, находящихся на участке, человек	Общая площадь, кв. метров	Характер террористической угрозы	Характер возможных последствий
Здания управления	250 человек	5200	Захват заложников	Взрыв, гибель, ранения заложников

2. Критические элементы объекта (территории) (при наличии)

Наименование	Количество человек, находящихся на участке, человек	Общая площадь, кв. метров	Характер террористической угрозы	Характер возможных последствий
Товарно-сырьевое хозяйство	29	1580	Теракт	Разрушение ёмкостей и трубопроводов

Продолжение Приложения А

3. Возможные места и способы проникновения на объект (территорию)

Периметр территории, КПП

4. Наиболее вероятные средства поражения, которые могут применяться при совершении террористического акта

Взрывные устройства, ЛВЖ и ГЖ

IV. Прогноз последствий совершения террористического акта на объекте (территории)

1. Предполагаемые модели действий нарушителей

Взятие заложников, поджог

(краткое описание основных угроз совершения террористического акта на объекте (территории), возможность размещения на объекте (территории) взрывных устройств, захват заложников из числа работников и иных лиц, находящихся на объекте (территории), наличие рисков химического, биологического и радиационного заражения (загрязнения))

2. Возможные последствия совершения террористического акта на объекте (территории)

Площадь возможной зоны разрушения (заражения) в случае совершения террористического акта составит 1580 м²

(площадь возможной зоны разрушения (заражения) в случае совершения террористического акта, кв. метров, иные ситуации в результате совершения террористического акта)

3. Оценка социально-экономических последствий совершения террористического акта на объекте (территории)

Возможные людские потери, человек	Возможные нарушения инфраструктуры	Возможный экономический ущерб, рублей
До 250 человек	Разрушение зданий, разрушение систем жизнеобеспечения	До 350 млн. рублей

V. Силы и средства, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

1. Силы, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

Физическая охрана объекта осуществляется сотрудниками ЧОП в количестве 40 чел.

Продолжение Приложения А

2. Средства, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

Специальные средства и вооружение (гражданское и служебное оружие)

VI. Меры по инженерно-технической, физической защите и пожарной безопасности объекта (территории)

1. Меры по инженерно-технической защите объекта (территории):

а) объектовые и локальные системы оповещения

Носимые радиостанции Motorola и Baofeng DR-1801UV

(наличие, марка, характеристика)

б) резервные источники электро-, тепло-, газо- и водоснабжения, систем связи

Резервное электропитание

(наличие, количество, характеристика)

в) технические системы обнаружения несанкционированного проникновения на объект (территорию), оповещения о несанкционированном проникновении на объект (территорию) или системы физической защиты

Система охранной сигнализации

(наличие, марка, количество)

г) стационарные и ручные металлоискатели

Стационарные аличные металлоискатели – 6 шт.

Ручные металлоискатели – 13 шт.

(наличие, марка, количество)

д) телевизионные системы охраны

COT на базе Bolid

(наличие, марка, количество)

е) системы охранного освещения

Видеонаблюдение при помощи 40 видеокамер.

(наличие, марка, количество)

2. Меры по физической защите объекта (территории):

а) количество контрольно-пропускных пунктов (для прохода людей и проезда транспортных средств)

Количество постов – 3; проходные – 2

Продолжение Приложения А

б) количество эвакуационных выходов (для выхода людей и выезда транспортных средств)

4 эвакуационных выхода

в) электронная система пропуска

СКУД

(наличие, тип установленного оборудования)

г) укомплектованность личным составом нештатных аварийно-спасательных формирований (по видам подразделений)

Нет

(человек, процентов)

3. Меры по обеспечению пожарной безопасности объекта (территории):

а) наружное противопожарное водоснабжение

Система противопожарного наружного водоснабжения (кольцевая) диаметром 250 мм
(наличие, тип, характеристика)

б) внутреннее противопожарное водоснабжение

Внутренний пожарный водопровод, совмещенный с хозяйственно-питьевым водопроводом.

(наличие, тип, характеристика)

в) автоматическая установка пожарной сигнализации

Адресная АПС «Сигнал-20» – обнаружение пожара

(наличие, тип, характеристика)

г) автоматическая установка пожаротушения

Отсутствует

(наличие, тип, характеристика)

д) система противодымной защиты

Отсутствует

(наличие, тип, характеристика)

е) система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

СОУЭ второго типа

(наличие, тип, характеристика)

Продолжение Приложения А

ж) противопожарное состояние путей эвакуации и эвакуационных выходов

Эвакуационные пути и выходы соответствуют требованиям

(количество, параметры)

4. План взаимодействия с территориальными органами безопасности, территориальными органами МВД России и территориальными органами Росгвардии по защите объекта (территории) от террористических угроз

Отсутствует

(наличие, реквизиты документа)

VII. Выводы и рекомендации

-

VIII. Дополнительная информация с учетом особенностей объекта (территории)

-

(наличие на объекте (территории) режимно-секретного органа, его численность (штатная и фактическая), количество сотрудников объекта (территории), допущенных к работе со сведениями, составляющими государственную тайну, меры по обеспечению режима секретности и сохранности секретных сведений)

-

(наличие на объекте (территории) локальных зон безопасности)

-

(другие сведения)