

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 Обеспечение средствами коллективной защиты работников от
опасных и вредных производственных факторов (на примере шумо- и
виброопасного производства)

Студент

Р.А. Павлов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, Д.Ю. Воронов

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2022

Аннотация

Тема бакалаврской работы: Обеспечение средствами коллективной защиты работников от опасных и вредных производственных факторов (на примере шумо- и виброопасного производства).

Объект исследования – предприятие по производству пенобетонных стеновых блоков, которое осуществляется по резательной технологии с последующей автоклавной обработкой.

В разделе «Анализ средств коллективной защиты работников от шума» проведён обзор существующих средств коллективной защиты работников от шума.

В разделе «Анализ средств коллективной защиты работников от вибраций» проведён обзор существующих средств коллективной защиты работников от вибраций.

В разделе «Анализ производственных рисков» проводится идентификация рисков, определение источников риска, прорабатываются возможные отказы, сценарии развития ситуаций с применением методов Анализ дерева событий (ЕТЛ), Анализ дерева отказов (FTA), Анализ видов и последствий отказов (FMEA).

В разделе «Разработка перспективных средств коллективной защиты работников от вибраций и шума» разработано перспективное средство коллективной защиты работников от вибраций и шума.

В разделе «Охрана труда» разработана регламентированная процедура проведения внепланового инструктажа по охране труда.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» произведена идентификация экологических аспектов организации, выявлены и исследованы источники загрязнения атмосферы и наименование загрязняющих веществ, разработана регламентированная процедура постановки производственных объектов, которые оказывают негативное воздействие, на государственный учет.

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» рассмотрены аварийные ситуации, которые могут возникнуть на исследуемом объекте, разработана регламентированная процедура по проведению мероприятий, направленных на обеспечение безопасности персонала организации.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» по результатам анализа безопасности оборудования составлен план мероприятий по обеспечению безопасности производства и произведён расчет социально-экономической эффективности от снижения шума на исследуемом предприятии и разработанных мероприятий по обеспечению безопасности труда.

Работа состоит из восьми разделов на 64 страницах и содержит 4 таблицы и 20 рисунков.

Содержание

Введение	5
Термины и определения.....	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Анализ средств коллективной защиты работников от шума.....	9
2 Анализ средств коллективной защиты работников от вибраций	14
3 Анализ производственных рисков	17
4 Разработка перспективных средств коллективной защиты работников от вибраций и шума	21
5 Охрана труда.....	27
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	30
7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях	37
8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	40
Заключение	51
Список используемых источников	61

Введение

Наша способность слышать звук основана на удивительном механизме. Каждый звук состоит из вибраций. Они передаются по воздуху в виде волн, улавливаются и обрабатываются нашим ухом. Мы называем этот процесс слушанием.

Ухо направляет звуковые волны в слуховой проход, через который они достигают барабанной перепонки, заставляя последнюю вибрировать. Эти вибрации передаются в заполненную жидкостью улитку, наш настоящий орган слуха, через слуховые кости (молоток, наковальня и стремя).

Таким образом, в жидкости улитки возникают колебания, подобно тому, как камень, брошенный в воду, создает волны. Эти колебания передаются во внутреннее ухо, которое выстлано тонкими сенсорными клетками (волосковыми клетками). Назначение их крошечных волосков - преобразовывать механические колебания в электрические импульсы на конце цепи передачи.

Слуховой нерв передает эти импульсы в мозг, где они обрабатываются в фактическое акустическое изображение.

Повышенный уровень шума, такой как музыка с высоким децибелом или громкие звуки дорожного движения, может привести к угнетению волосков на волосковых клетках. Затем эти волоски будут проводить звук менее эффективно, по крайней мере, до тех пор, пока они не вернутся в свое вертикальное положение. Шум взрыва или многолетнее непрерывное воздействие шума на рабочем месте могут привести к их разрушению или полному разрушению. Результатом будет непоправимая потеря слуха, так как эти волосы больше не вырастут.

Слух – один из основных источников сенсорной информации нашего мозга. Неприятный шум отвлекает нас. В результате мы испытываем потерю концентрации, усталость, снижение работоспособности из-за повышенной

физической нагрузки, дефицит внимания и нарушение способности к вербальному общению.

Тугоухость неизлечима. Слуховые аппараты могут обеспечить лишь ограниченное улучшение. Это делает защиту от шума еще более важной.

Вибрации – это механические колебания, которые представляют опасность для здоровья человека при непрерывном воздействии на систему рука-рука (вибрации руки-руки) или на все тело (вибрации всего тела). Вибрации могут вызвать проблемы с кровообращением, заболевания костей или суставов, неврологические или мышечные заболевания, боли в спине или повреждение позвоночника.

Риск для здоровья, создаваемый вибрационными нагрузками, зависит от места введения в организм человека (например, ступни, ягодицы, руки), интенсивности вибрации и эффекта многократного ежедневного воздействия в течение нескольких лет.

Регулярное и частое воздействие вибрации кисти может привести к двум формам постоянного ухудшения здоровья, известным как:

- синдром вибрации кисти;
- синдром запястного канала.

Симптомы и последствия включают:

- покалывание и онемение в пальцах, которые могут привести к неспособности выполнять мелкую работу (например, сборку мелких деталей) или повседневные задачи (например, застегивание пуговиц);
- потеря силы в руках, что может повлиять на способность безопасно выполнять работу.

Симптомы и того, и другого могут появляться и исчезать, но при продолжительном воздействии вибрации они могут стать длительными или постоянными и вызывать боль, беспокойство и нарушение сна. Это может произойти всего через несколько месяцев воздействия, но в большинстве случаев это произойдет в течение нескольких лет.

Цель работы – разработать перспективное средство коллективной защиты работников от вибраций и шума.

Задачи:

- провести обзор существующих средств коллективной защиты работников от шума;
- провести обзор существующих средств коллективной защиты работников от вибраций;
- провести идентификацию рисков, определение источников риска, прорабатываются возможные отказы, сценарии развития ситуаций с применением методов Анализ дерева событий (ЕТЛ), Анализ дерева отказов (ФТА), Анализ видов и последствий отказов (FMEA);
- разработать перспективное средство коллективной защиты работников от вибраций и шума;
- разработать регламентированную процедуру проведения внепланового инструктажа по охране труда;
- идентификация экологических аспектов организации;
- выявить и исследовать источники загрязнения;
- разработать регламентированную процедуру постановки производственных объектов, которые оказывают негативное воздействие, на государственный учет;
- рассмотреть аварийные ситуации, которые могут возникнуть на исследуемом объекте;
- разработать регламентированную процедуру по проведению мероприятий, направленных на обеспечение безопасности персонала организации;
- произвести оценку эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Термины и определения

В настоящей ВКР применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Безопасные условия труда – условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов (статья 209 ТК РФ) [19].

Безопасность труда – «вид деятельности по обеспечению безопасности трудовой деятельности работающих (преимущественно от поражения опасных производственных факторов)» [19].

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия (статья 209 ТК РФ) [19].

Условия труда – совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника (статья 209 ТК РФ) [19].

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

АПС – автоматическая пожарная сигнализация.

ВКР – выпускная квалификационная работа.

НПА – нормативные правовые акты.

СИЗ – средство индивидуальной защиты.

ТК – трудовой кодекс.

ЧС – чрезвычайная ситуация.

ЕТА – анализ дерева событий.

FTA – анализ дерева неисправностей.

QRA – количественный анализ рисков.

NPZ – зоны шумового периметра.

WBV – вибрация всего тела.

1 Анализ средств коллективной защиты работников от шума

Шум – это нежелательные звуки (например, шум машин, звуковые сигналы, шум от взрыва или удара, музыка с высоким децибелом, раздражающий звук речи), которые могут привести к нарушению слуха или другому ущербу для здоровья.

Потеря слуха, вызванная шумом, возглавляет статистику профессиональных заболеваний. Сильный шум на рабочем месте может повлиять на слух работников. В России около 5 миллионов сотрудников подвергаются воздействию шума, который представляет риск нарушения слуха.

Виды средств коллективной защиты работников от шума представлены на рисунке 1.

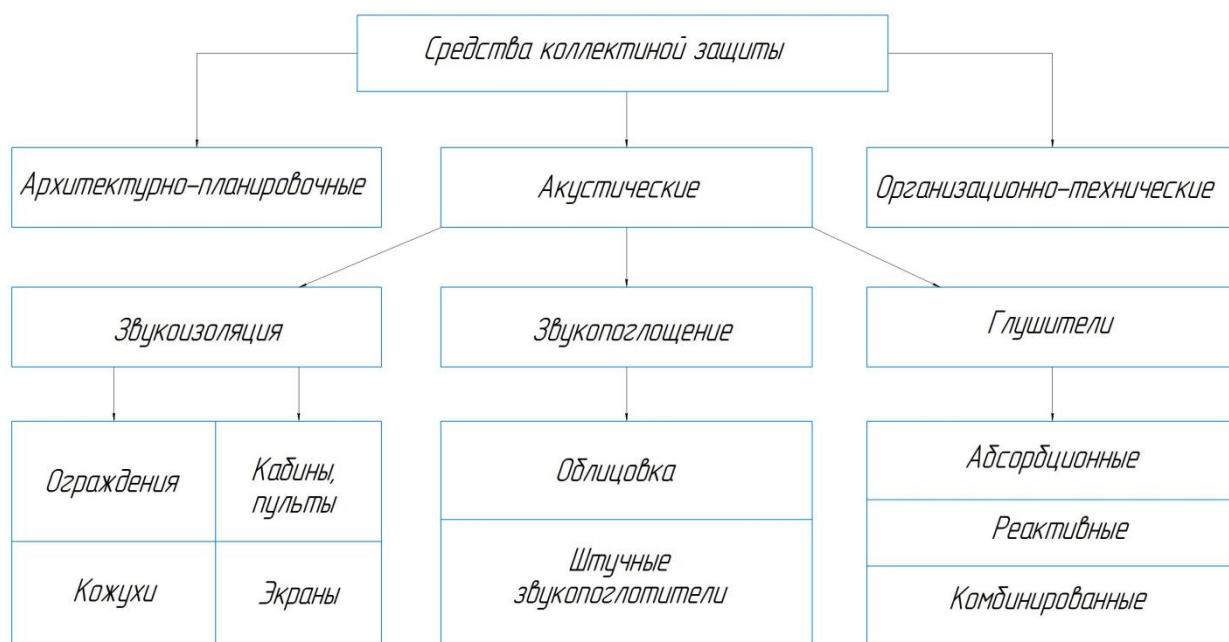


Рисунок 1 – Виды средств коллективной защиты работников от шума

Наиболее эффективной мерой контроля является полное устранение источника шума, например, путем прекращения использования шумной машины, изменения способа выполнения работ таким образом, чтобы не

создавался опасный шум, или путем недопущения возникновения опасности на рабочем месте.

Если устранение опасностей и связанных с ними рисков не представляется разумно осуществимым, необходимо минимизировать риск с помощью одного или нескольких действий:

- замена – минимизировать риск, заменив опасное оборудование или опасный технологическую операцию чем-то, что создает меньший риск (Например, заменить существующее оборудование на более тихие установки);
- изоляция – свести к минимуму риск, изолировав или отделив опасность или опасную технологическую операцию от работника, подвергающегося ее воздействию (например: изолирование источника шума от работников с помощью расстояния, барьеров, ограждений и звукопоглощающих поверхностей, строительство ограждений или звуконепроницаемых покрытий вокруг источников шума, использование барьеров или экранов для блокирования прямого пути звука, размещение источников шума дальше от рабочих и использование пультов дистанционного управления для управления шумной установкой на расстоянии);
- инженерный контроль – это меры физического контроля, направленные на минимизацию риска (например, модификация установки и процессов, чтобы уменьшить шум).

Если риск сохраняется, его необходимо свести к минимуму путем введения административного контроля, насколько это практически осуществимо. Любой оставшийся риск должен быть сведен к минимуму с помощью подходящих средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Оборудование представляют собой основной источник шума на рабочем месте. Отсюда следует, что требование снижения шума «у источника», то есть на рассматриваемом оборудовании, является ключевым фактором в концепции контроля шума.

Барьерная защита.

Расстояние между источником шума и приемником шума также можно считать барьером. Удвоение расстояния от источника шума снижает уровень шума на 6 дБ.

Планирование расположения и организации источников шума на рабочем месте может снизить опасность шума.

По возможности стационарные источники шума, такие как генераторы и компрессоры, должны располагаться как можно дальше от работников.

Когда это возможно, штабеля, материалы и другое оборудование могут размещаться или храниться вокруг источников шума, чтобы уменьшить опасность для работников. Следует воспользоваться эффектом экранирования любого близлежащего объекта.

Кроме того, шумное оборудование не должно работать дольше, чем необходимо, и должно быть выключено, когда оно не используется.

Повышенное внимание к техническому обслуживанию инструментов и оборудования позволит снизить уровень шума на рабочем месте. Поддержание установки и оборудования в надлежащем состоянии не только увеличивает срок их службы, но и делает их более безопасными в использовании и тихими. Во многих случаях отсутствие технического обслуживания создает или усугубляет шумовую опасность. Детали могут расшататься, создавая больше шума из-за неправильной эксплуатации или воздействия о другие детали. Шумы скрежета также могут возникать в результате недостаточной смазки. Особенно важно обеспечить надлежащее техническое обслуживание устройств шумоподавления, которые добавляются или встраиваются в оборудование. Незакрепленные и изношенные детали следует починить как можно скорее.

Некоторые проблемы могут проявляться в виде ослабления или повышенной вибрации. Кроме того, проскальзывающие ремни вызывают скрежет при запуске.

В идеале на рабочем месте должна быть установлена система проверки и обслуживания различных станков и электроинструментов.

Зоны шумового периметра (NPZ) – это еще один административный контроль, позволяющий ограничить воздействие шумных процессов или оборудования как можно меньшим числом работников. NPZ – это зоны, где уровень шума 90 (85) дБ (А) или более огорожен и помечен, чтобы не допускать всех работников, которые не должны там находиться.

NPZ можно настроить с помощью измерителя уровня звука, чтобы определить безопасное расстояние от источника (90 дБ (А)), и NPZ можно настроить на этом расстоянии. Шум не исходит от источника на одном и том же уровне во всех направлениях. Шум от машин может быть выше в одном направлении, чем в другом, поскольку шум также может поглощаться или отражаться от поверхностей. Поэтому измерения следует проводить в нескольких точках в районе, где могут работать люди. Как только будут определены уровни шума, составляющие 90 дБ (А) или более, необходимо выделить эту область в качестве зоны периметра шума.

Исключить всех работников, которым не нужно находиться в этой зоне.

Следующие простые методы борьбы с шумом находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Во многих случаях они позволяют быстро и дешево значительно снизить уровень шума, практически не влияя на нормальную работу или использование установки.

Затухание шума. Типичные области применения:

- лотки бункеров;
- конвейеры.

Существует два основных метода:

- демпфирование неограниченного слоя – на поверхность приклеивается слой битумного (или аналогичного) герметика с высоким демпфированием;
- демпфирование ограниченного слоя – создается ламинат.

Демпфирование в ограниченном слое более прочное и, как правило, более эффективное.

Защита от акустического шума – к ним относятся: звукоизоляция, звукопоглощение, шумоподавление (шумоподавление).

Структурное демпфирование может быть увеличено путем закрытия профиля оборудования путем прикрепления к нему экранов со звукопоглощающим покрытием (например, из слоя минеральной ваты) и установки перегородок внутри закрытых полостей с заполнением ячеек между перегородками песком, гравием или дробью.

Можно либо изготовить панели из имеющейся в продаже звуконепроницаемой стали, либо купить самоклеящийся стальной лист. Данные устройства можно просто приклеить к существующим ограждениям оборудования (внутри или снаружи), покрывающим около 80% площади плоской поверхности, чтобы обеспечить снижение излучаемого шума на 5-25 дБ (рисунок 2).

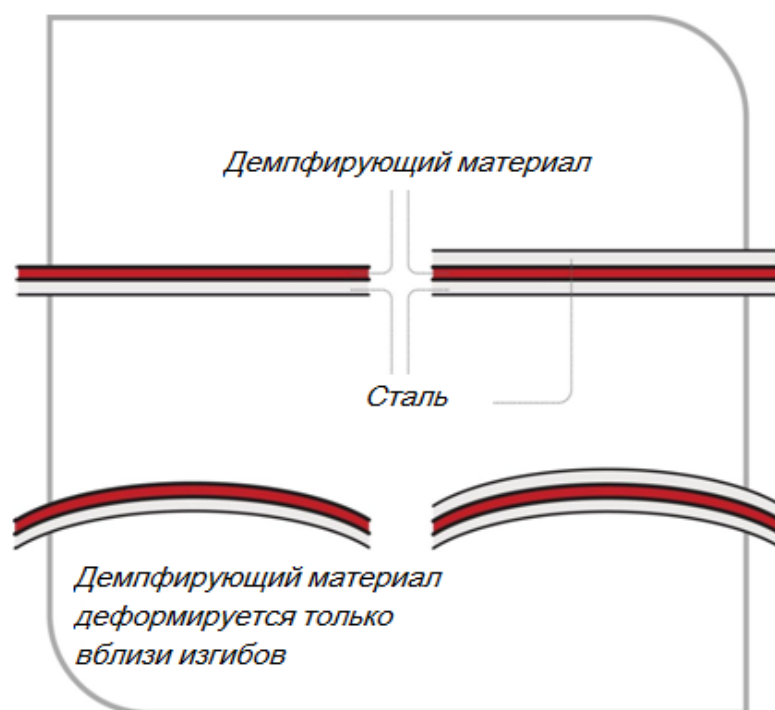


Рисунок 2 – Пример применения звукопоглощающего материала

Когда звуковая энергия встречается с ограждением, часть ее проходит через ограждение, часть отражается, часть преобразуется в тепловую энергию, часть излучается колеблющимся барьером, а часть преобразуется в звук тела, который распространяется внутри ограждения в помещении.

Величина излучаемой звуковой энергии намного меньше звуковой энергии, действующей на ограждение со стороны источника шума, поскольку часть звуковой энергии отражается от ограждения.

Для большинства строительных конструкций и материалов существуют таблицы с экспериментальными данными об их звукоизоляционной способности в активной полосе частот. При проектировании ограждений зданий и сооружений одним из критериев выбора материалов стен, потолков, перегородок является их звукоизоляционная способность.

Эффективность снижается при использовании более толстых листов; при толщине листа более 3 мм добиться существенного снижения шума становится все труднее.

Вместо установки глушителей часто можно добиться снижения воздушного шума от воздуховода или отверстия на 10-20 дБ, облицовав последний изгиб воздуховода звукопоглощающим материалом (пенопластом или каменной ватой/ стекловолокном). В качестве альтернативы, соорудите простой прямоугольный изгиб с абсорбирующей подкладкой, чтобы он подходил к отверстию. В идеале любая сторона изгиба должна быть выровнена по длине, эквивалентной удвоенному диаметру воздуховода. Там, где скорость потока высока (более 3 м/с), рассмотрите возможность использования абсорбента с тканевой поверхностью. Вибрацию воздуховода обычно можно устранить с помощью демпфирования.

Пневматические выхлопы. Почти всегда можно постоянно снижать шум пневматических выхлопных газов на 10-30 дБ, устанавливая эффективные глушители. Практические моменты, которые могут иметь значение между успехом и неудачей, следующие: противодавление: установите муфту большего размера и глушитель засорение: установите

сквозной глушитель, который не может засоряться (и не имеет противодавления), и несколько выпусков.

Шумные цепные приводы часто можно заменить непосредственно более тихими зубчатыми ремнями. В ассортименте доступных зубчатых ремней есть также бесшумные конструкции, в которых используются различные профили зубьев для минимизации шума. Существует также конструкция ремня для применений, где шум имеет решающее значение, в которой используется шевронный рисунок зубьев для обеспечения очень бесшумного хода. При использовании этого подхода часто возможно снижение уровня шума в диапазоне от 6 до 20 дБ.

Электродвигатели. Большинство компаний имеют большое количество электродвигателей, используемых на чем угодно, от вентиляторов до насосов и станков. Однако не очень широко известно, что в качестве прямой замены доступны двигатели общего назначения (с небольшой надбавкой или без нее), которые на 10 дБ (А) или более тише, чем обычные агрегаты. Наилучший подход заключается в том, чтобы подавать эти двигатели в систему в течение определенного периода времени, чтобы все сменные двигатели были бесшумными двигателями.

Вывод по разделу.

В качестве средств коллективной защиты работников от шума очень эффективно устройство звукопоглощающих экранов и демпфирование защитных кожухов оборудования.

Демпфирование в ограниченном слое более прочное и, как правило, более эффективное.

Структурное демпфирование может быть увеличено путем закрытия профиля оборудования путем прикрепления к нему экранов со звукопоглощающим покрытием (например, из слоя минеральной ваты) и установки перегородок внутри закрытых полостей с заполнением ячеек между перегородками песком, гравием или дробью.

2 Анализ средств коллективной защиты работников от вибраций

Имеются данные о том, что работники, которые используют вибрационную установку и одновременно подвергаются воздействию шума, с большей вероятностью страдают от потери слуха, чем работники, подвергающиеся воздействию только того же уровня шума.

Считается также, что воздействие как вибрации, так и шума увеличивает проблемы с опорно-двигательным аппаратом.

Работники могут подвергаться воздействию профессиональной вибрации при использовании механических или пневматических ручных инструментов или другого оборудования, а также при управлении большими транспортными, строительными или сельскохозяйственными транспортными средствами. Вибрация, которая создается при использовании ручных инструментов с приводом и передается от инструмента к системе «рука-рычаг», называется вибрацией, передаваемой от руки.

Вибрация рук – это вибрация, передаваемая в руки и предплечья рабочих. Это может быть вызвано использованием ручных электроинструментов (таких как шлифовальные машины или дорожные выключатели), оборудования с ручным управлением (такого как газонокосилки с электроприводом или напольные пилы, управляемые пешеходами) или удержанием материалов, обрабатываемых машинами с ручной подачей (такими как шлифовальные машины с подставкой или кузнечные молотки).

Можно уменьшить воздействие вибрации, уменьшив одно или оба из следующих факторов:

- вибрацию, передаваемую на руку;
- время, затрачиваемое на удержание вибрирующего оборудования или заготовок.

Виды средств коллективной защиты работников от вибрации представлены на рисунке 3.

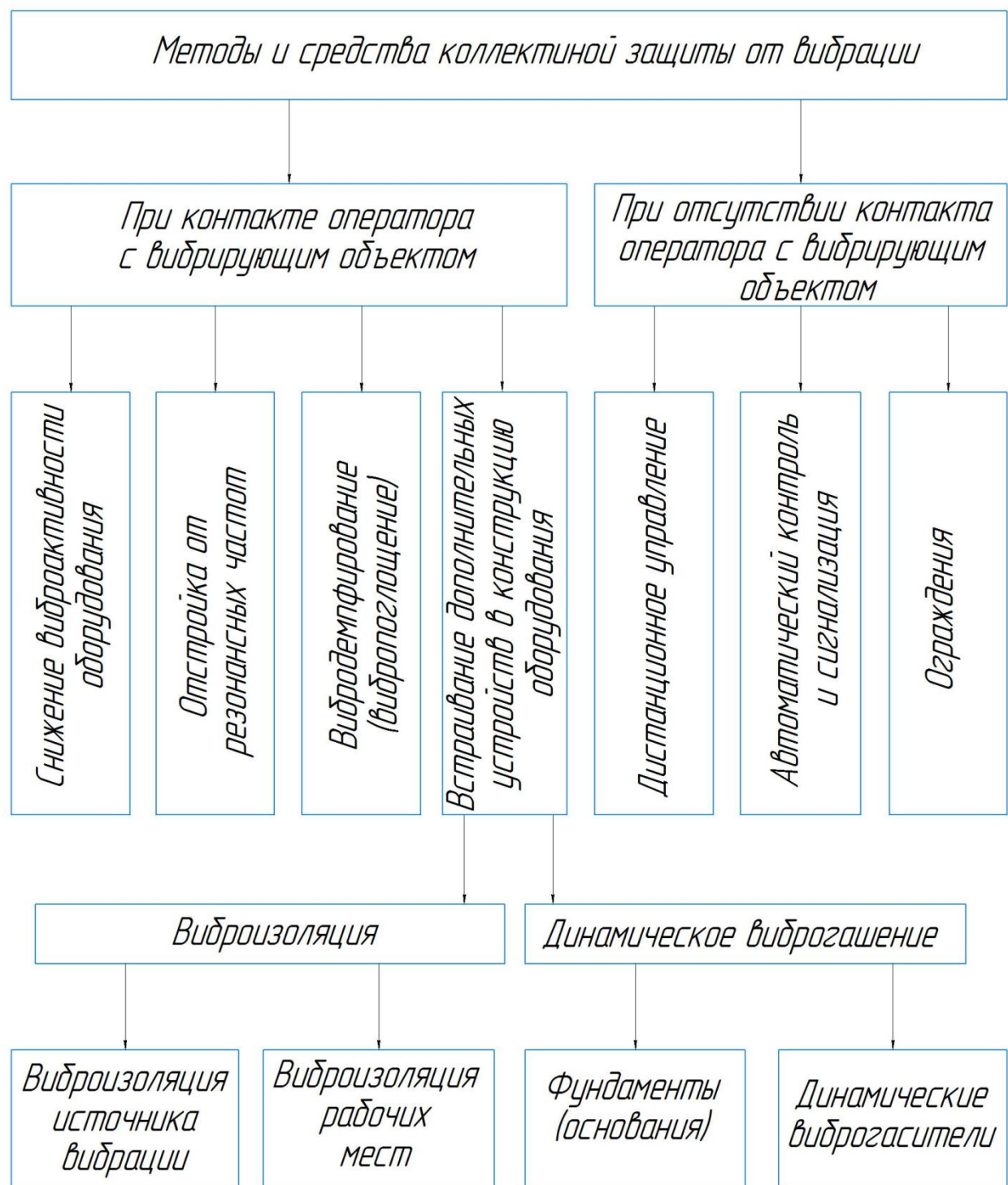


Рисунок 3 – Виды средств коллективной защиты работников от вибрации

Установка двигателей, насосов, редукторов и других элементов установки на резиновых пробковых (или аналогичных) прокладках может быть очень эффективным способом уменьшения передачи вибрации.

Пример вибродемпфирования производственного оборудования представлено на рисунке 4.

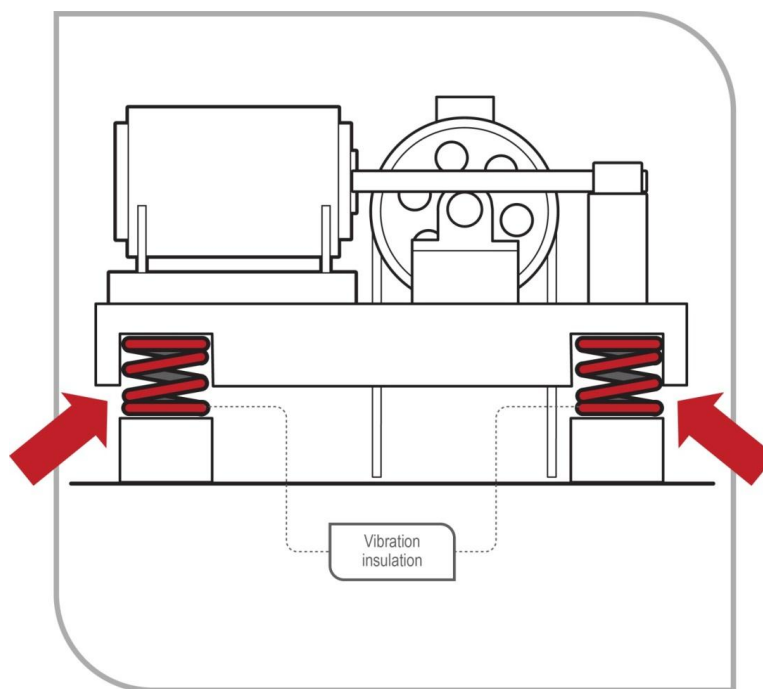


Рисунок 4 – Пример вибродемпфирования производственного оборудования

Однако недавние исследования также показали, что вибрация может передаваться через платформы, на которых стоят рабочие, и в этих ситуациях точкой соприкосновения являются ноги. Рабочие также могут подвергаться воздействию вибрации всего тела.

Для снижения вибрации также используются виброизолирующие прокладки в местах крепления различных частей оборудования.

Виброизолирующие прокладки.

Типичные области применения:

- ножки машины;
- насосы;
- мезонинные установки.

Пример применения виброизолирующих прокладок представлен на рисунке 5.

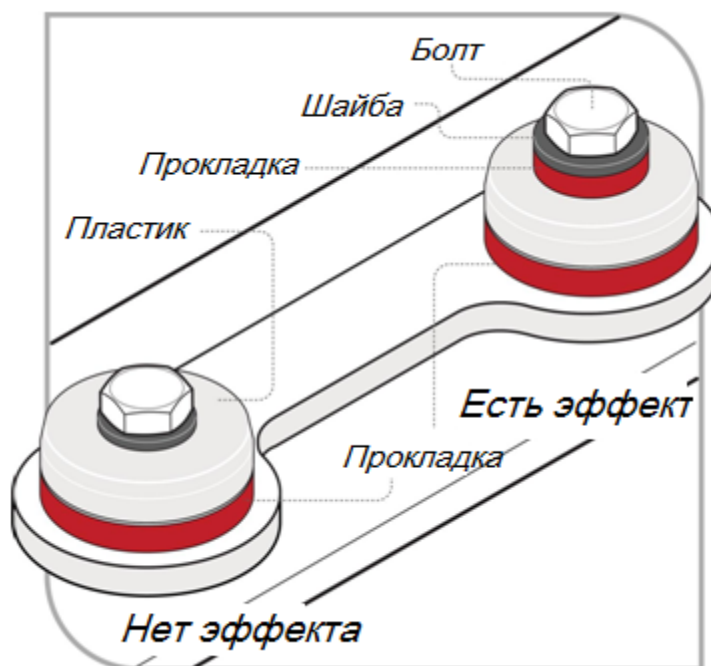


Рисунок 5 – Пример применения виброизолирующих прокладок

Вибрация всего тела (WBV) – это вибрация, передаваемая всему телу поддерживающей его поверхностью, например, через сиденье или пол.

Воздействие WBV происходит в профессиях, где рабочие управляют грузовиками, большими землеройными машинами или где они используют ручные инструменты, где амплитуда вибрации достаточно велика, чтобы передаваться на другие части тела, например, у рабочих, использующих отбойные молотки.

С этим обычно сталкиваются водители, операторы и пассажиры мобильных установок при передвижении по неровным поверхностям. WBV также может быть испытан стоя, например, стоя на платформах, прикрепленных к бетонодробильной установке. WBV включает в себя резкие удары, такие как удары и толчки.

Следует рассмотреть меры по устранению или минимизации воздействия WBV (в следующем порядке):

- у источника вибрации;
- вдоль путей передачи вибрации;

- в месте, где вибрация воздействует на работника.

Пример реализации комплексной вибро- и шумоизоляции в производственном помещении представлен на рисунке 6.

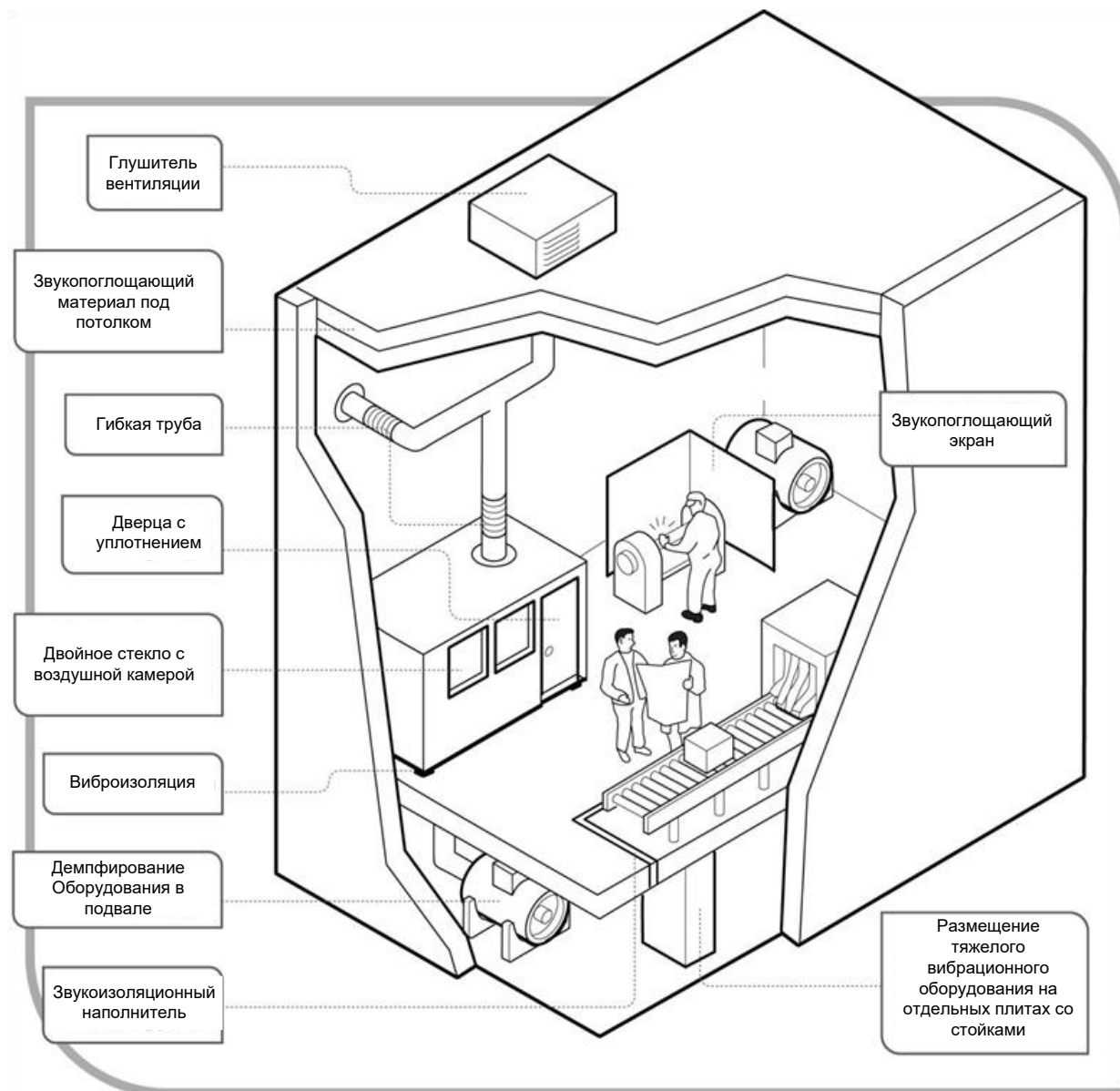


Рисунок 6 – Пример реализации комплексной вибро- и шумоизоляции в производственном помещении

Выводы по разделу.

Вибрация может передаваться через платформы, на которых стоят рабочие, и в этих ситуациях точкой соприкосновения являются ноги. Рабочие также могут подвергаться воздействию вибрации всего тела.

Работники могут подвергаться воздействию профессиональной вибрации при использовании механических или пневматических ручных инструментов или другого оборудования, а также при управлении большими транспортными, строительными или сельскохозяйственными транспортными средствами. Вибрация, которая создается при использовании ручных инструментов с приводом и передается от инструмента к системе «рука-рычаг» или вибрации всего тела.

Можно уменьшить воздействие вибрации, уменьшив одно или оба из следующих факторов:

- вибрацию, передаваемую на руку;
- время, затрачиваемое на удержание вибрирующего оборудования или заготовок.

Для устранения или минимизации воздействия вибрации на работника необходимо снизить уровень вибрации (в следующем порядке):

- у источника вибрации;
- вдоль путей передачи вибрации;
- в месте, где вибрация воздействует на работника.

3 Анализ производственных рисков

На исследуемом предприятии производство пенобетонных стеновых блоков осуществляется по резательной технологии с последующей автоклавной обработкой.

Сырьё для пенобетона портландцемент, песок, пенообразователь привозятся на предприятие автотранспортом и загружаются в расходные бункера, вода поступает непосредственно из водопровода в ёмкость.

Предприятие производит пенобетон по трёх стадийному способу (классическая схема). Из песка, цемента, извести и воды предварительно готовят цементно-известково-песчаное тесто, смешивая их в определённом соотношении (из расчётов) в бетономешалке. Одновременно в пеногенераторе готовится пена из воды и пенообразователя. Для приготовления пены применяется пеногенератор Санни-025 (рисунок 7).



Рисунок 7 – Пеногенератор Санни-025

Затем при помощи насосов цементно-известково-песчаное тесто и пена перекачиваются в пенобетоносмеситель для перемешивания. Для получения пенобетонной массы применяем пенобетоносмеситель Фомм-Проф-500. В

установках Фомм-Проф-500 пенобетон производится по классической технологии. Сначала в установку загружается вода, цемент, песок и известь, и производится цементно-известково-песчаный раствор. Потом из пеногенератора подается пена и производится пенобетон в пеносмесителе (рисунок 8).



Рисунок 8 – Пенобетоносмеситель Фомм-Проф-500

Произведенный пенобетон под действием избыточного воздушного давления подается в место заливки или в формы для производства пеноблоков.

Формы и опалубка для изготовления изделий из пенобетона должны удовлетворять требованиям соответствующей нормативно-технической документации. Перед формованием изделий из пенобетона формы и опалубку проверяются на герметичность и исправность бортов, плоскости днища и их соединений, а также на правильность внутренних размеров. Применяем для формирования пенобетонного массива размерами 1,2×0,8×0,6 м. Состоит из неразборного металлического борта и поддона, на поддоне закреплена опалубочная фанера с прорезами для нижних струн с целью исключения недореза. Форма снабжена проушинами для строповки. Конструкция формы проста в изготовлении, долговечна и удобна в использовании. Распалубка

производится одним работником. Объём 0,6 м³, масса 210 кг. Внутренняя и внешняя поверхности форм и опалубки должны быть четкими, внутренняя поверхность смазана.

Чистку и смазку форм и опалубок осуществляют специальными механизмами и устройствами. Смесь не должна иметь неприятного запаха и оказывать отрицательное действие на окружающую среду, должна быть экономичной и пригодной для нанесения механическим способом. Укладка в формы и опалубку пенобетонной смеси осуществляется с применением бетононасоса.

Подъем и транспортировку форм с отформованными изделиями производится с помощью траверсы, которая крепится к крюку тельфера мостового крана. Строповка груза осуществляется за 4 точки.

После формования из пенобетонной смеси массива его выдерживают некоторое время, после чего разрезают на изделия нужного размера. Продолжительность выдерживания составляет не менее 1,5 ч.

Для резки сырцов применяется резательная установка Бобр-4 (рисунок 9).



Рисунок 9 – Резательная установка Бобр-4

Установка работает в автоматическом режиме и обслуживается одним оператором.

Для подачи пенобетонного массива на резательный стол используется тот же унифицированный захват, который может устанавливаться на мостовой кран.

Тепловлажностная обработка осуществляется автоклавированием при давлении 0,8-1,3 МПа и температуре 175-191°С в среде насыщенного или перегретого водяного пара (в автоклаве диаметром 3,6 м) (рисунок 10).



Рисунок 10 – Автоклав

Для ускорения твердения и улучшения свойств изделий и конструкций из пенобетона, кроме внешнего теплового воздействия, можно использовать различные химические добавки.

Распалубка и хранение изделий. После выгрузки из автоклава изделия выдерживают в распалубочном отделении в течение 0,5-1ч. Изделия хранят на складе готовой продукции в штабелях высотой не более 2,5 м.

Штатная ведомость оборудования исследуемого предприятия представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Штатная ведомость оборудования исследуемого предприятия

Наименование оборудования	Количество
Вибросито ВС-3	1
Пенобетономешалка «Фомм-Проф-500»	1
Пеногенератор «Санни-025»	1
Формовочный агрегат	2
Тарельчатый питатель СМ-86А	3
Резательная установка Бобр-4	1
Автоклав	1
Компрессор	1
Ленточный транспортер «УМАТП-22»	1
Шнековый транспортер «WAM»	2
Мостовой кран	1
Вилочный погрузчик	1

В системах автоматического управления тепловым режимом в автоклавах применяют программное управление, обеспечивающее режим подъема, стабилизации и понижения температуры, пуска и выпуска теплоносителя – пара, перепуск пара из одного автоклава в другой по определенному графику и др.

Автоклавы запарочных отделений обычно связаны в единую систему. Опыт эксплуатации показал, что исполнительные механизмы на паровых магистралях необходимо ставить быстродействующими, постоянно закрытыми, что обеспечивает безопасность нахождения рабочих внутри автоклава после окончания тепловлажностной обработки.

Прогрев холодного автоклава на первой стадии запаривания производится за счет перепускного пара. Открывается вентиль пуска пара из другого охлаждаемого автоклава. Все остальные, паропроводы перекрыты.

Через 3-5 мин после начала прогрева открывается вентиль линии конденсата, и из автоклава удаляется образующийся конденсат и воздух. Линия конденсата открыта 54-56 мин. Перепуск продолжается 20-25 мин, затем перекрывается паропровод конденсатоотвода и производится повышение давления и изотермическая выдержка на уровне $1,2 \times 10^6 - 1,8 \times 10^6$ Па.

Схема управления автоклавом представлена на рисунке 11.

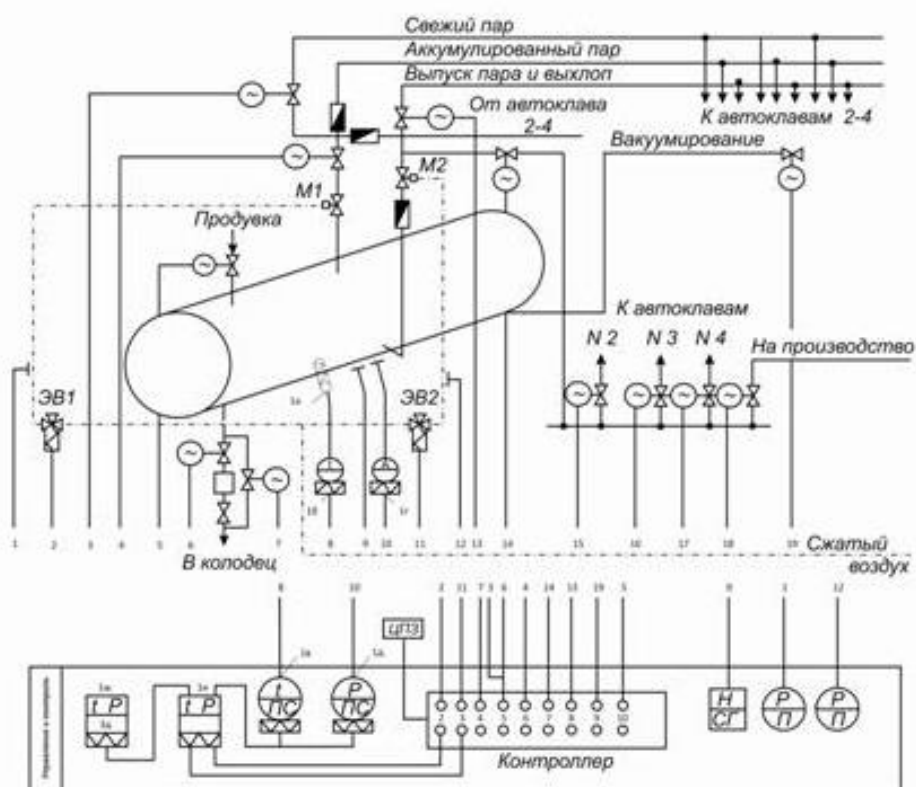


Рисунок 11 – Управление автоклавом

При автоклавной обработке пенобетонных изделия для снижения их остаточной влажности предусмотрена операция вакуумирования через клапан M5, (M11). Предусмотрен также контроль давления 1б, (3б) и учет расхода пара 2б, (4б). В системе трубопроводов предусмотрена специальная перепускная магистраль с клапанами M4, M10 в начальный период выпуска пара автоклав соединен через нижний спускной клапан M6 M12, M1, M7 с атмосферной трубкой это должен обеспечить частичное удаление находящихся в автоклаве воздуха и образующего при запаривании конденсата. После перепуска пара из другого автоклава начинается впуск свежего пара из паропровода через клапан M3 (M9). При этом происходит дальнейшим подъем температуры. После достижения требуемой температуры, в зависимости от заданной программы, изделия выдерживаются при изотермическом режиме в течение определенного времени или же начинается выпуск пара в перепускную магистраль на верхние клапаны M4 (M10). Оставшиеся после перепуска пар конденсат

удаляются из автоклава через клапаны М1 (М7), а через клапаны М6 (М12) производится выпуск пара в атмосферу. Автоматическое переключение трубопроводов автоклава для соблюдения заданного режима осуществляется при помощи программного регулятора 1в (Зв). Таким образом, каждый автоклав обслуживается одним регулятором, который работает в комплекте с регулирующим клапанами, входящими в систему трубопроводов автоклава. Регуляторы прошли предварительные производственные испытания и показали полную пригодность для автоматического регулирования процессе запаривания в автоклавах по заданной программе.

Температура в автоклаве измеряется при помощи термобаллона, связанного капилляром со спиральной трубчатой пружиной регулятора 1а, 3а. Свободный конец пружины связан с устройством для записи температуры и с регулирующей заслонкой, преобразующей импульс изменения температуры в изменение давления регулирующего воздуха. Получаемый таким образом импульс давления воздуха далее усиливается на командном аппарате 1г(3г) и поступает к регулирующим клапанам. При установке термобаллона следует принять меры к тому, чтобы уменьшить влияние на показания прибора излучений стенок автоклава. Поэтому рекомендуется изолировать термобаллон от стенок автоклава экраном из массы, одинаковой по составу с запариваемым материалом. При этом за счет изоляции термобаллона от стенок автоклава, а также испарение влаги из массы экрана при понижении давления в автоклаве, влияние температуры стенок автоклава значительно снижается.

Если к началу подъема температуры в автоклаве отсутствует давление в перепускной магистрали, или же разность давлений в перепускной магистрали и в автоклаве не превышает $1,5-2 \text{ кгс/см}^2$, регулятор автоматически закрывает клапан М2 (М8) перепуска в автоклав и открывает клапан М3 (М9) впуска свежего пара на величину, необходимую для поддержание I заданной скорости подъема температуры.

Во время выпуска пара при понижении разности давлений в автоклаве и перепускной магистрали до 1,5-2 кгс/см², регулятор закрывает клапан М4 (М10) выпуска пара на перепуск и открывает клапан М1 (М7) для сброса конденсата и выпуска пара в атмосферу М6 (М12). Регулятор автоматически записывает температуры на круговой диаграмме.

Заданный тепловой режим в современных автоклавах достигают применением контрольно-измерительных приборов и самопишущих программных регуляторов, автоматически поддерживающих заданный режим повышения, выдержки и повышения температуры и давления. При отсутствии автоматики равномерное повышение температуры в автоклаве можно обеспечить с помощью обводных трубок (диаметр $\frac{3}{4}$ -1) и проссельных диафрагм (диаметр 11,5-20 мм).

Современный завод по производству пенобетона практически полностью автоматизирован. Электронное управление технологическим процессом позволяет четко отслеживать значения температуры и давления. Благодаря этому готовые пенобетонные блоки характеризуются минимальной температурной, карбонизационной и влажностной усадкой (не выше 0,3-0,5 мм/м).

Управление рисками – это систематический процесс, направленный на устранение или минимизацию потенциального вреда для людей.

Первым шагом в процессе управления рисками является выявление всех опасностей, связанных с опасными уровнями вибрации и шума.

Оценка риска включает в себя рассмотрение того, что может произойти, если кто-то подвергнется опасности, и вероятность того, что это произойдет.

Количественный анализ рисков (QRA) – это системный подход к оценке вероятности, последствий и риска неблагоприятных событий. QRA, основанный на анализе событий (ETA) и дерева неисправностей (FTA), использует два основных допущения. Первое предположение связано со значениями вероятности входных событий, а второе предположение касается

взаимозависимости между событиями (для ЕТА) или базовыми событиями (для FTA). Традиционно в FTA и ЕТА используются четкие вероятности; однако для устранения неопределенностей предполагается распределение вероятностей входных событий.

Анализ дерева событий (ЕТА) и анализ дерева неисправностей (FTA) – это два различных метода QRA, которые определяют логическую взаимосвязь между событиями, приведшими к аварии, и оценивают риск, связанный с аварией. Термин «событие» часто используется при анализе деревьев неисправностей и деревьев событий для QRA. ЕТА – это метод, используемый для описания последствий события (инициирующего события) и оценки вероятности (частоты) возможных исходов события. FTA представляет основные причины возникновения нежелательного события и оценивает вероятность (вероятность), а также вклад различных причин, ведущих к нежелательному событию.

Проанализируем риски при помощи анализа дерева неисправностей (FTA). Анализ дерева неисправностей – это один из аналитических методов отслеживания событий, которые могут способствовать этому. Дерево неисправностей представляет собой логическую диаграмму, основанную на принципе множественной причинности, которая отслеживает все ветви событий, которые могут привести к аварии или сбою.

Необходимо использовать приведенные выше рекомендации, чтобы определить, когда работники будут подвергаться риску воздействия шума или вибрации и может ли быть риск.

После того, как определили вероятность риска, вам следует более внимательно изучить, какие работники или группы работников могут подвергаться риску и что можно сделать для снижения этих рисков. Для этого следует:

- провести осмотр рабочего места, выяснить, кто подвергается воздействию вибрации и что вызывает это воздействие;

- оценить время, которое работники проводят под воздействием вибрации;
- спросить работников оборудования, чувствуют ли они покалывание или онемение во время или после воздействия вибрации, если они это подтверждают, то воздействие вибрации может причинить им вред.

Источником вибрации может являться резательная установка Бобр-4. Результаты оценки рисков воздействия вибрации на работников приведены на рисунке 12.

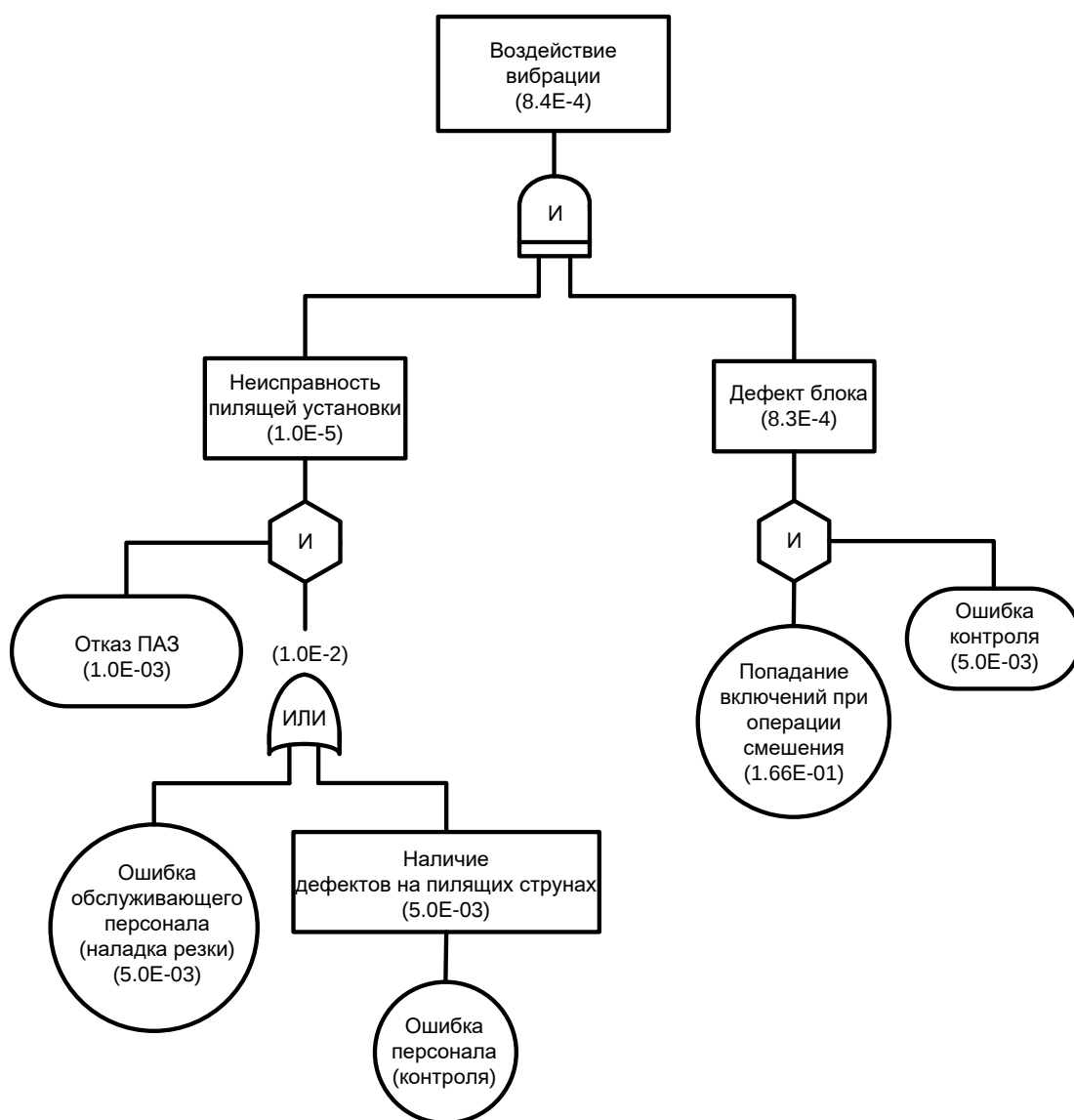


Рисунок 12 – Результаты оценки рисков воздействия вибрации на работников

Решив, что сотрудники подвержены воздействию вибрации, которое необходимо минимизировать, необходимо рассмотреть, как можно снизить риски, связанные с вибрацией, окончательно определить приоритеты и предпринять те шаги, которые являются разумно осуществимыми.

Источником повышенного шума может являться компрессор. Результаты оценки рисков воздействия шума на работников приведены на рисунке 13.

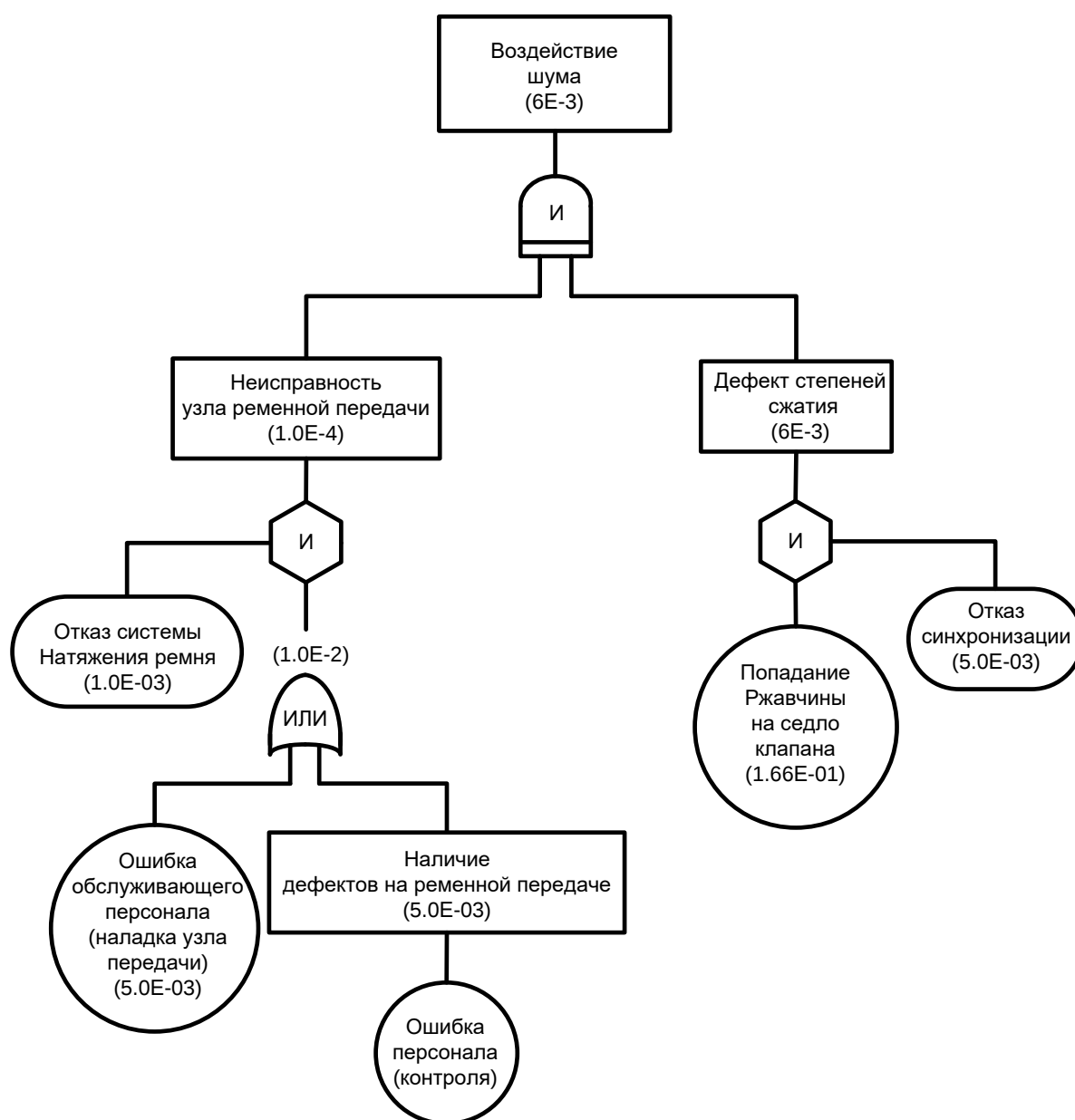


Рисунок 13 – Результаты оценки рисков воздействия шума

Вывод по разделу.

Анализ рисков проводился при помощи анализа дерева неисправностей (FTA). Дерево неисправностей представляет собой логическую диаграмму, основанную на принципе множественной причинности, которая отслеживает все ветви событий, которые могут привести к аварии или сбою.

Современный завод по производству пенобетона практически полностью автоматизирован, но на производстве должны находиться работники, которые контролируют производственный процесс.

Источником повышенной вибрации может являться резательная установка Бобр-4. Для снижения вибрации необходимо более качественно подходить к выбору пилящих струн и наладке резки, а также к контролю состава цементно-известково-песчаного теста.

Источником повышенного шума может являться компрессор. Для снижения повышенного уровня шума, исходящего от компрессора необходимо выполнить ограждение его при помощи звукопоглощающих экранов.

4 Разработка перспективных средств коллективной защиты работников от вибраций и шума

Современный завод по производству пенобетона практически полностью автоматизирован, но на производстве должны находиться работники, которые контролируют производственный процесс.

Обычно беруши и другие виды средств индивидуальной защиты (СИЗ) используются для контроля воздействия на работника шумного оборудования и рабочих зон. Однако, как правило, инженерный и административный контроль всегда должен быть предпочтительным методом снижения уровня шума на рабочих площадках. Только в тех случаях, когда эти меры контроля оказываются неосуществимыми, следует рассматривать СИЗ для ушей в качестве постоянного решения.

Результаты измерений шума на исследуемом объекте представлены в таблице 2

Таблица 2 – Результаты замеров уровней шума от компрессора

Компрессор	УЗД, дБ								УЗ, L дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
на 1 м	75,3	70,0	69,0	73,1	70,5	71,0	70,9	60,9	77,4

Человеческое ухо может воспринимать акустические раздражители в почти невообразимо широком диапазоне звукового давления. Чтобы получить меньшие и более выполнимые цифры, интенсивность входного звука выражается в децибелах (дБ), логарифмической единице.

В зависимости от требуемой степени защиты должны быть определены следующие предельные значения: (а) предельное значение предупреждения, которое устанавливает уровень шума, при котором существует очень небольшой риск ухудшения слуха для незащищенного уха при восьмичасовом воздействии; и (б) предельное значение опасности, которое

устанавливает уровень шума, превышение которого может привести к ухудшению слуха и глухоте в результате ежедневного восьмичасового воздействия на незащищенное ухо. В свете имеющихся знаний могут быть рекомендованы следующие значения: (а) предельное значение предупреждения 85 дБ(А); и (б) опасное предельное значение 90 дБ(А).

Чувствительность человеческого уха также подчиняется приблизительно логарифмическому закону. В результате увеличение уровня звукового давления на 10 дБ будет восприниматься как вдвое более громкое. Увеличения на 3 дБ достаточно, чтобы удвоить риск нарушения слуха.

Инженерное управление шумом на рабочих местах изменяет оборудование или рабочую зону, чтобы сделать ее более тихой. [5]

Примерами технических средств контроля являются:

- замена существующего оборудования более тихим оборудованием;
- дооснащение существующего оборудования демпфирующими материалами, глушителями или ограждениями;
- установка барьеров;
- и техническое обслуживание.

Для снижения шума при техническом переоснащении производства необходимо интересоваться у производителей оборудования об уровнях шума их оборудования и учитывать эти уровни при покупке. Например, шумоподавляющие пильные полотна могут снизить уровень шума вдвое при резке каменных блоков.

Экономически эффективным способом снижения шума на производстве является покупка бесшумного оборудования.

Производственные допуски данного оборудования более жесткие, шестерни лучше сцепляются, используются более тихие охлаждающие вентиляторы.

Оборудование можно сделать тише с помощью простых модификаций, таких как добавление новых глушителей или звукопоглощающих материалов.

Оборудование также работает намного тише, когда оно находится в исправном состоянии.

Простое техническое обслуживание позволяет снизить уровень шума на целых 50%.

Шумное оборудование может быть размещено как можно дальше от рабочих и жителей.

Уровень шума быстро падает с удалением от источника.

Вокруг шумного оборудования могут быть установлены временные барьеры/ограждения (например, фанера со звукопоглощающими материалами). Эти барьеры могут значительно снизить уровень шума и являются относительно недорогими.

Ударное оборудование представляет наибольшую шумовую опасность для операторов и рабочих поблизости, в то время как оборудование, работающее на сжатом воздухе (компрессор, оборудование подачи сырья) подвергало большее число людей воздействию шума.

В целом, электронное оборудование работает тише, чем дизельное оборудование, а оборудование с гидравлическим приводом работает тише, чем пневматическое. [7]

Эффективным способом снижения уровня шума является размещение шумного оборудования за специально построенными барьерами. Барьеры могут быть построены на рабочей площадке из обычных строительных материалов (фанера, блоки, штабеля или отходы) или барьеры могут быть изготовлены из коммерческих панелей, которые облицованы звукопоглощающим материалом для достижения максимально возможного экранирующего эффекта.

Для снижения повышенного уровня шума, исходящего от компрессора необходимо выполнить ограждение его при помощи звукопоглощающих экранов. [8]

Для повышения звукоизоляции и уменьшения массы ограждения используется многослойное ограждение. Для этого пространство между

слоями заполняют пористо-волокнистыми материалами и оставляют воздушный зазор шириной 40-60 мм. Чем ниже эластичность промежуточного материала, тем ниже передача вибраций на второй облицовочный слой и тем выше звукоизоляция (на практике двойное ограждение снижает уровень шума на 60 дБ). [6]

В шумных помещениях уровень звука значительно возрастает из-за его отражения от строительных конструкций и оборудования. Долю отраженного звука можно уменьшить, применив специальную акустическую обработку помещения, которая заключается в облицовке внутренних поверхностей звукопоглощающими материалами.

Различные амортизаторы, типы и задние стенки, а также цветовые вариации предлагают максимум вариантов дизайна. Амортизаторы могут устанавливаться горизонтально, вертикально или даже косо. Их также очень легко резать и манипулировать ими.

На рисунке 14 представлена панель Rieder из древесно-стружечного материала.



Рисунок 14 – Панель Rieder из древесно-стружечного материала

Система Rieder состоит из элементов поглотителя древесно-стружечного материала и сердцевины. Сторона шумозащитного барьера,

обращенного к источнику шума, отделана высокопоглощающим материалом из древесной щепы. Звукоизоляция зависит от материала носителя. Монолитные бетонные сердечники от Rieder имеют высокую насыпную плотность, что придает им отличные звукоизоляционные свойства до 51 дБ. Кроме того, благодаря твердому материалу-носителю работники, находящиеся вблизи источника шума, также защищены от низкочастотных звуковых волн, которые вредны для организма человека.

Пример исполнения барьера с толщиной 12 см и поглощением 20 дБ изображен на рисунке 15.

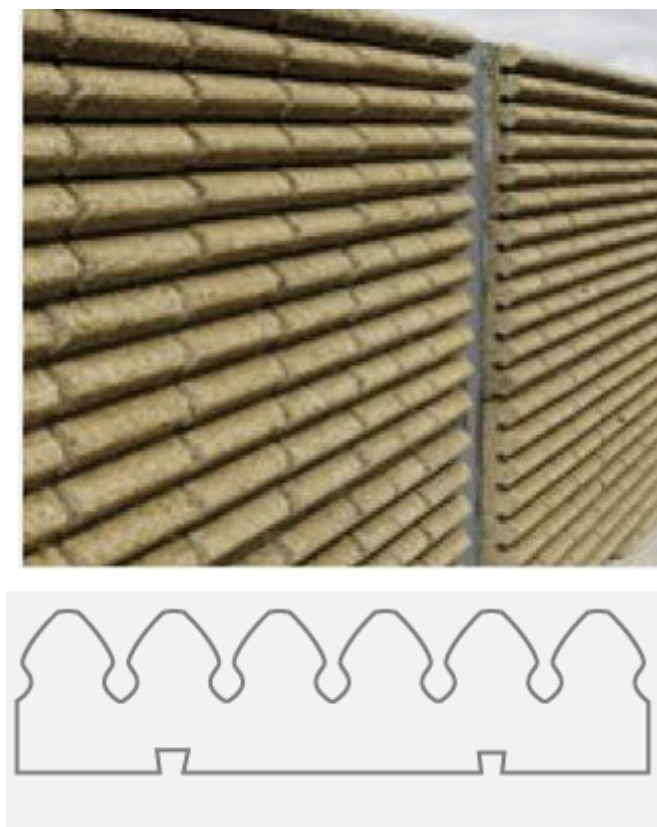


Рисунок 15 – Пример исполнения барьера с толщиной 12 см и поглощением 20 дБ

Пример исполнения барьера с толщиной 16 см и поглощением 30 дБ изображен на рисунке 16.

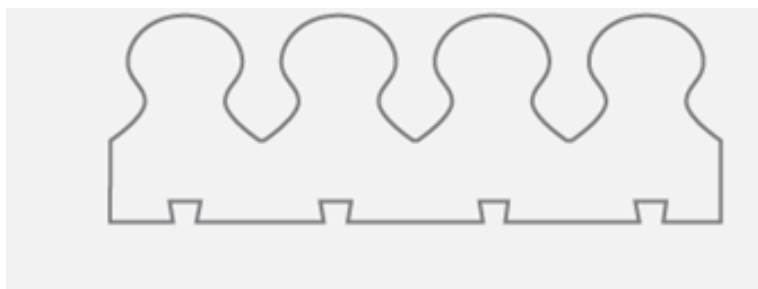


Рисунок 16 – Пример исполнения барьера с толщиной 16 см и поглощением 30 дБ

Именно благодаря этим очень высоким значениям поглощения отражения могут быть сведены к минимуму.

Пример расположения звукопоглощающих барьеров на исследуемом предприятии представлено на рисунке 17.

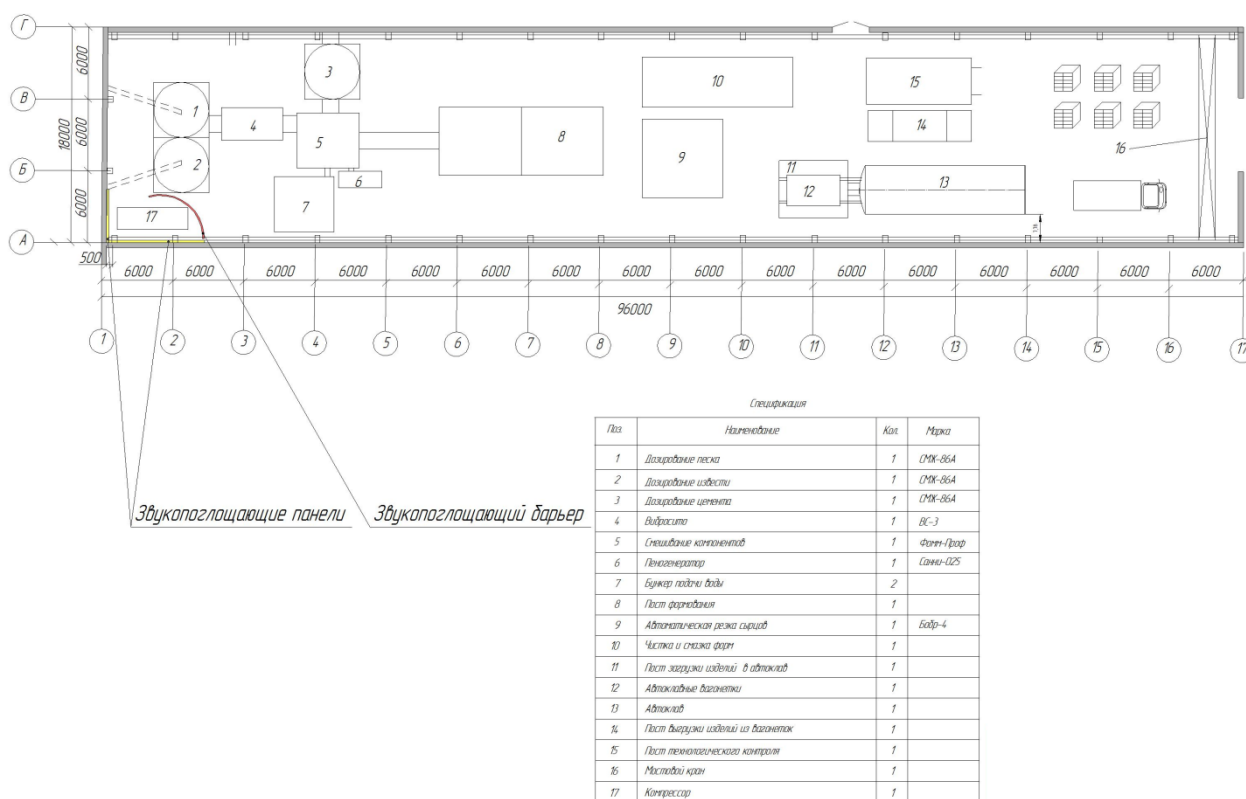


Рисунок 17 – Расположение звукопоглощающих барьеров на исследуемом предприятии

В зависимости от требований Rieder предлагает различные системы защиты людей от шума. Ассортимент продукции «Roads by Rieder» включает в себя широкий спектр мер по защите от шума. Модульные компоненты могут комбинироваться различными способами – в зависимости от условий.

Rieder Group является пионером в области инновационных решений. В настоящее время в центре внимания исследований находится дальнейшее повышение способности поглощения элементов шумозащиты. [9]

Вывод по разделу.

Эффективным способом снижения уровня шума является размещение шумного оборудования за специально построенными барьерами. Барьеры могут быть построены на рабочей площадке из обычных строительных материалов (фанера, блоки, штабеля или отходы) или барьеры могут быть изготовлены из коммерческих панелей, которые облицованы звукопоглощающим материалом для достижения максимально возможного экранирующего эффекта.

Для снижения повышенного уровня шума, исходящего от компрессора рекомендовано выполнить ограждение его при помощи звукопоглощающих экранов.

Выбрано исполнения барьера Rieder с толщиной 16 см и звукопоглощением 30 дБ.

Долю отраженного звука можно уменьшить, применив специальную акустическую обработку помещения, которая заключается в облицовке внутренних поверхностей стен здания (рядом с компрессором) панелями Rieder из древесно-стружечного материала толщиной 12 см и поглощением 20 дБ.

Чтобы быть эффективным, длина барьера должна быть больше его высоты. Источник шума не должен быть виден, а барьер должен располагаться как можно ближе либо к источнику шума, либо к работнику.

5 Охрана труда

Проанализировав нормативно-правовую основу охраны труда было выяснено, что проведение всех видов инструктажей по охране труда регулируется статьёй 219 ТК РФ [19], внеплановых инструктажей – пунктом 2.1.6 Постановления Минтруда России, Минобразования России от 13.01.2003 № 1/29 «Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций» [9].

«Внеплановый инструктаж, в том числе на рабочем месте, проводят:

- при изменении технологических процессов, замене или модернизации оборудования, приспособлений, инструмента и других факторов, влияющих на условия и безопасность труда;
- при перерывах в работе данного работающего (для работ с вредными и/или опасными условиями труда – более 30 календарных дней, а для остальных работ – более двух месяцев);
- при введении в действие новых или изменении инструкций по охране труда на рабочем месте, инструкций по безопасному выполнению работ, иной технологической документации, а также при изменении законодательных и иных нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, касающиеся порядка выполнения работ, порученных данному работающему (работающим);
- при нарушении работающими требований охраны труда, если эти нарушения создали реальную угрозу наступления тяжких последствий (несчастный случай на производстве, авария и т.п.);
- по требованию должностных лиц органов государственного надзора и контроля, общественного контроля;
- по решению руководителя организатора обучения (или уполномоченного им на то должностного лица)» [9].

Процедура внепланового инструктажа изображена на рисунке 18.

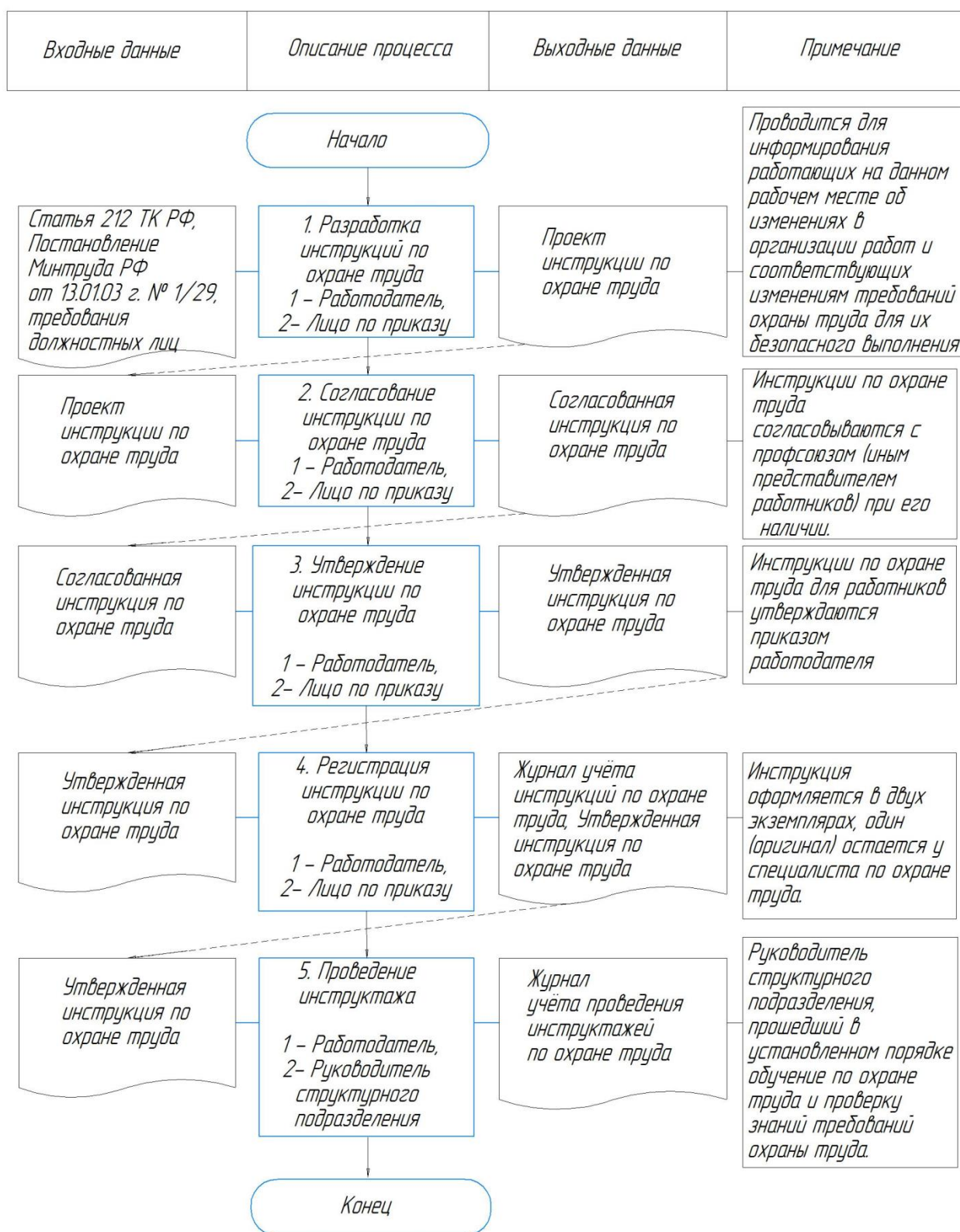


Рисунок 18 – Регламентированная процедура проведения внепланового инструктажа по охране труда

Формы проведения внепланового инструктажа и проверки знаний по безопасности труда определены в ГОСТ 12.0.004-2015.

«Внеплановый инструктаж проводят аналогично первичному инструктажу на рабочем месте для информирования работающих на данном рабочем месте об изменениях в организации работ и соответствующих изменениям требований охраны труда для их безопасного выполнения» [3].

«Внеплановый инструктаж может быть при необходимости распоряжением организатора обучения заменен на целевое специальное обучение и проверку знаний требований охраны труда» [15].

«Внеплановый инструктаж проводят по программам, разработанным и утвержденным организатором обучения в установленном порядке, либо непосредственно по новым инструкциям по охране труда и (или) безопасному выполнению работ на данном рабочем месте, или по иным необходимым для инструктажа локальным нормативным актам и документам в соответствии с целями внепланового инструктажа» [15].

«Внеплановый инструктаж проводит руководитель подразделения или непосредственный руководитель (производитель) работ (мастер, прораб и т.п.), прошедший в установленном порядке обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда как инструктор по охране труда» [1].

«Проведение всех видов инструктажей регистрируется в соответствующих журналах проведения инструктажей с указанием подписи инструктируемого и подписи инструктирующего, а также даты проведения инструктажа» [2].

Вывод по разделу.

Проведение внепланового инструктажа по охране труда является основной формой реагирования на изменении условия и безопасность труда при изменении технологических процессов, замене или модернизации оборудования, а также изменения инструкций по охране труда и выявлении нарушений работником требований правил безопасности труда.

6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Негативное воздействие на окружающую среду исследуемого объекта производится путём выброса цементно-известковой пыли при производстве пенобетонных стеновых блоков.

Перечень НПА, которые регламентируют порядок государственного учета объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду:

- ст. 4.2, 69, 69.2 Федерального закона от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [10];
- постановление Правительства Российской Федерации от 23.06.2016 № 572 «Об утверждении Правил создания и ведения государственного реестра объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду» [11];
- приказ Минприроды России от 23.12.2015 № 553 «Об утверждении формы заявки о постановке объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, на государственный учет, содержащей сведения для внесения в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, в том числе в форме электронных документов, подписанных усиленной квалифицированной электронной подписью» [12];
- приказ Минприроды России от 23.12.2015 № 554 «Об утверждении порядка формирования кодов объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, и присвоения их соответствующим объектам» [13].

«Критерии, на основании которых осуществляется отнесение объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий, устанавливаются Правительством Российской Федерации» [4].

Регламентированная процедура постановки объектов, оказывающих негативное воздействие, на государственный учет изображена на рисунке 19.

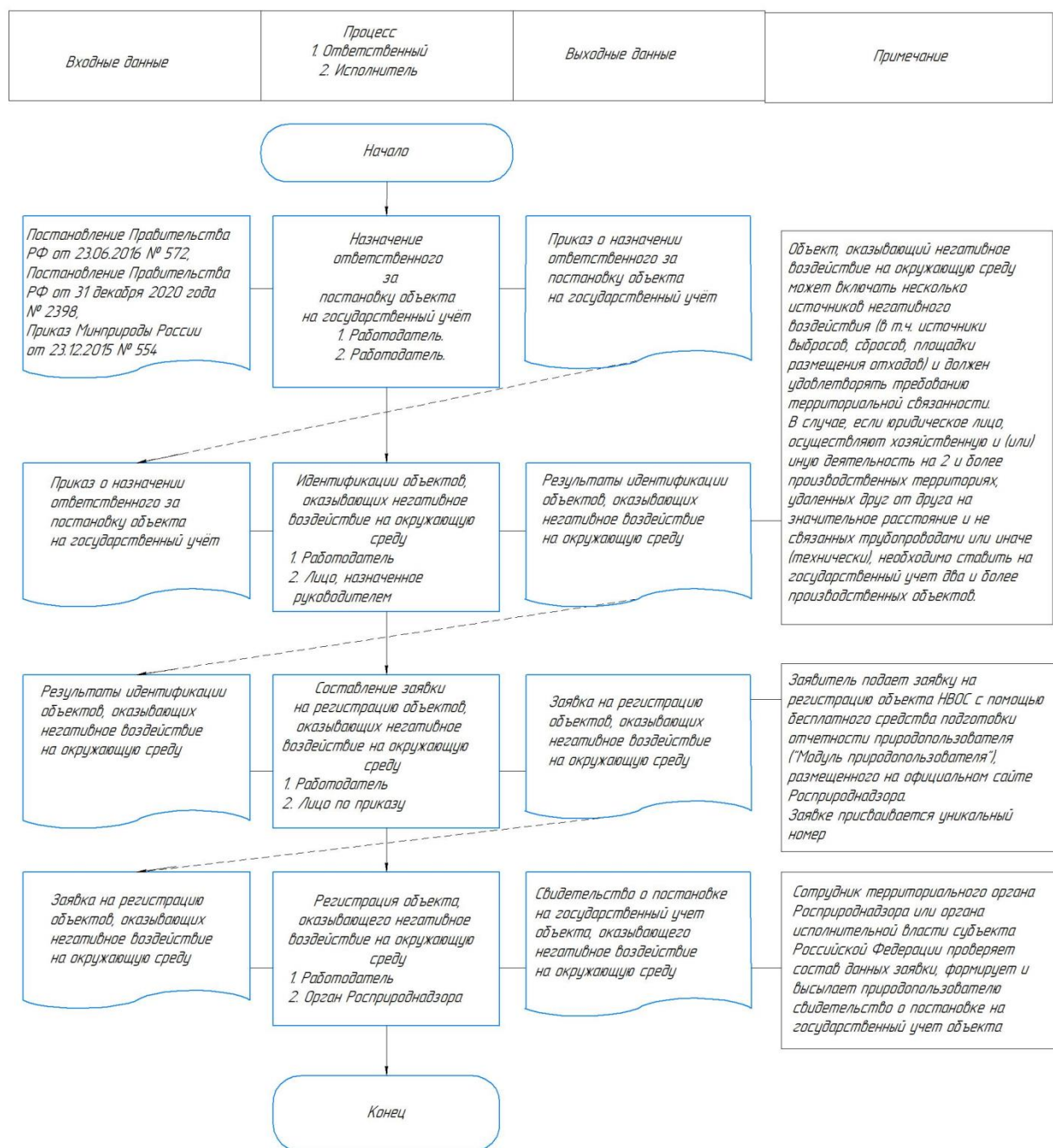


Рисунок 19 – Процедура постановки объектов, оказывающих негативное воздействие, на государственный учет

Для удаления пыли предусмотрена система аспирации от технологического оборудования (МО1-МО6).

Скорость воздуха в системе аспирации принята 17-21 м/с для исключения осаждения пыли в системе трубопроводов.

Для очистки воздуха от крупных частиц и пыли за пределами здания предусмотрена площадка, на которой устанавливаются циклоны завода «Формула» марки ЦДО-В-1800 и ЦДО-В-1000. Циклоны ЦН-15-600х6УП устанавливаются над бункером.

Вытяжные вентиляторы установлены за пределами здания на открытом воздухе, которые сетью трубопроводов соединены с циклонами. Выброс воздуха производится вертикально на 2 метра выше уровня земли.

От горячего автоклава в проекте предусмотрена местная естественная вытяжка через зонт (система МО7).

Выводы по разделу.

Мусор, производственные отходы, непригодные для использования детали, узлы, агрегаты и тому подобное необходимо своевременно убирать на специально отведенные места. Территория должна быть оборудована водоотводами и водостоками. Люки водоотводов и прочих подземных сооружений должны находиться в закрытом положении.

Отходы строительно-монтажных материалов подлежат сбору и отправке в мусоросборник согласно установленному на производственной площадке порядка. [10]

Дополнительные мероприятия по защите окружающей природной среды не требуются.

7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Аварийными ситуациями на исследуемом объекте являются пожары и загорания.

Пожары и загорания, которые могут возникнуть на исследуемом объекте, носят локальный характер, и зона их действия ограничивается ограждающими конструкциями здания.

По огнестойкости – II степень, т.к. его конструкции (несущие и ограждающие) выполнены из железобетонных материалов.

Конструктивная схема здания – полный каркас из сборных ж/б элементов: колонны с шагом 6 м по средним осям, по наружным осям шаг колонн 6м, подстропильные фермы, ж/б плиты покрытия.

Фундаменты – сборные ж/б стаканного типа. Геометрические оси торцевых колонн средних и крайних рядов каркаса имеют нулевую привязку.

Привязка колонн по крайним продольным координационным осям – 0 мм. Отметка низа стропильной конструкции – 10,8м. [11]

Подвесные краны передвигаются по монорельсам, закрепленным с помощью перекидных балок. В поперечном направлении устойчивость здания обеспечивается жесткостью заделанных в фундамент колонн и жестким диском покрытия. В продольном направлении рамы связаны подстропильными фермами, жестким диском покрытия и стальными связями.

Структура АПС здания представляет собой радиально организованную структуру пожарных оповещателей (дымовые, тепловые и ручные извещатели о пожаре), соединённых между собой пожарным шлейфом. Пожарные извещатели подключаются к приёмно-контрольному прибору «Сигнал-10» который осуществляет обмен данными с пультом управления «С2000М» по интерфейсу RS-485. При возникновении пожара подается сигнал в систему управления вентиляционным оборудованием, которые обеспечивают отключение общеобменной вентиляции и запуск вентиляторов противоподымной защиты. [12]

Регламентированная процедура по проведению мероприятий, направленных на обеспечение безопасности персонала организации изображена на рисунке 20.

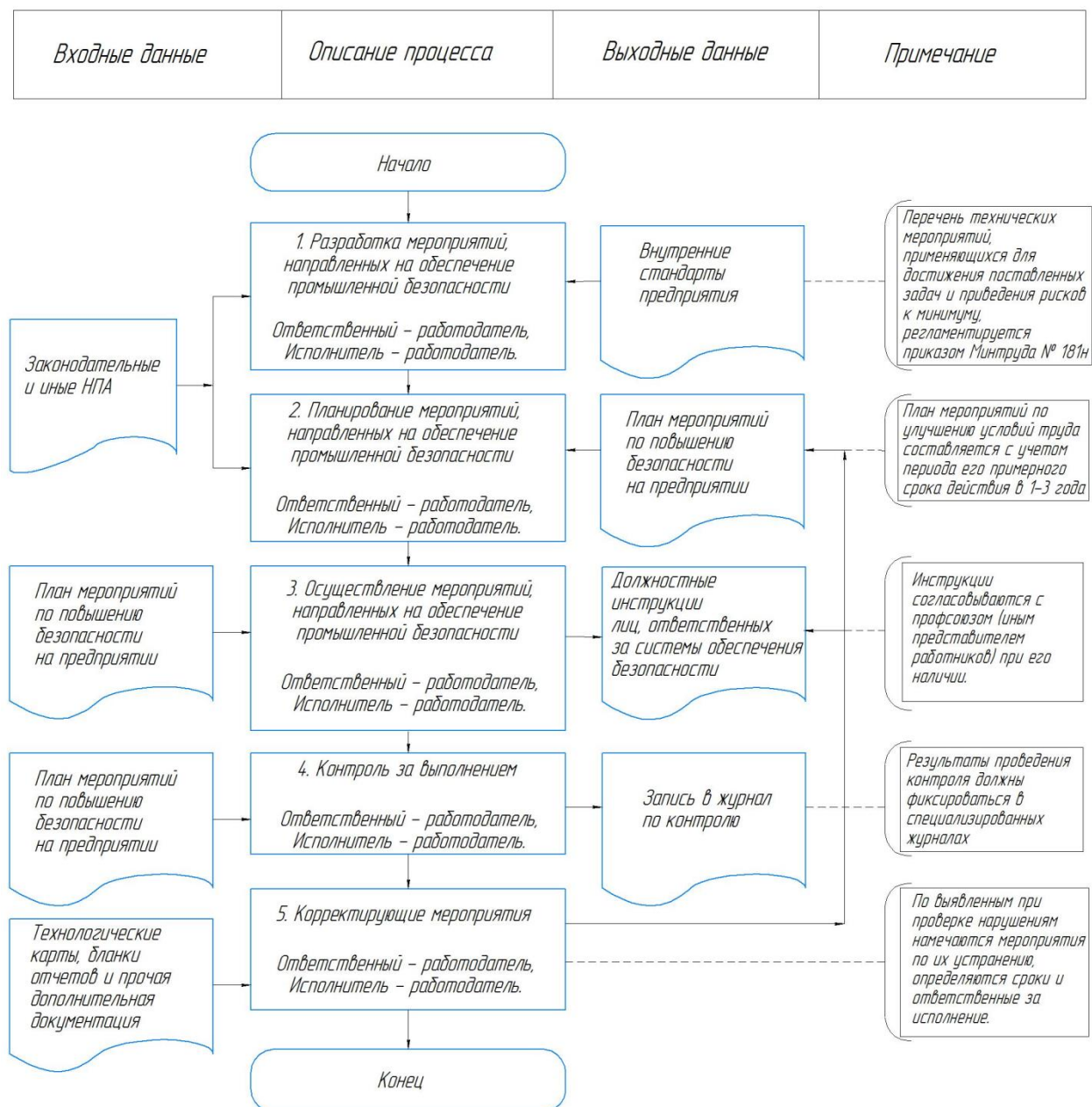


Рисунок 20 – Регламентированная процедура по проведению мероприятий, направленных на обеспечение безопасности персонала организации

Применение риск ориентированного подхода при оценке соответствия объекта защиты предполагает не только получение результатов по

количественной мере пожарного риска, но и помогает правильно определить мероприятия, которые необходимы для понижения риска

Вывод по разделу.

Мероприятия по предупреждению ЧС:

- оснащение предприятия средствами пожаротушения согласно норм положенности;
- обучение персонала при объявлении ЧС и пожарах.

Использованные обтирочные материалы должны убираться в металлические ящики с плотными крышками, а по окончании рабочего дня удаляться из производственных помещений.

Разлитое масло необходимо удалять при помощи песка или опилок, которые после уборки следует сыпать в металлические ящики с крышками, установленные вне помещения. Участки работ, на которых в соответствии с технологией происходит выделение вредных веществ (газа, пыли, паров и так далее), а также тепла и шума, должны располагаться в отдельных помещениях, изолированных от других стенами до потолка.

8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Для снижения повышенного уровня шума, исходящего от компрессора рекомендовано выполнить ограждение его при помощи звукопоглощающих экранов. Выбрано исполнения барьера Rieder с толщиной 16 см и звукопоглощением 30 дБ. Долю отраженного звука можно уменьшить, применив специальную акустическую обработку помещения, которая заключается в облицовке внутренних поверхностей стен здания (рядом с компрессором) панелями Rieder из древесно-стружечного материала толщиной 12 см и поглощением 20 дБ. Чтобы быть эффективным, длина барьера должна быть больше его высоты. Источник шума не должен быть виден, а барьер должен располагаться как можно ближе либо к источнику шума, либо к работнику. [13]

Рассчитаем социально-экономическую эффективность от снижения шума на исследуемом предприятии.

«Оценка снижения уровня травматизма, профессиональной заболеваемости по результатам выполнения плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности» [10].

«Данные для расчета социально-экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда представлены в таблице 3» [14].

Таблица 3 – Данные для расчета социально-экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда

Наименование показателя	усл.обоз н.	ед. измер.	Данные	
			1	2
«численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [14]	Ч _і	чел.	10	1

Продолжение таблицы 3

Наименование показателя	усл.обоз н.	ед. измер.	Данные	
			1	2
«годовая среднесписочная численность работников» [14]	ССЧ	чел.	25	25
«число единиц производственного оборудования, не соответствующего требованиям безопасности» [14]	М	шт.	1	0
«количество производственных помещений, которые не отвечающих требованиям безопасной их эксплуатации до и после внедрения мероприятий» [14]	К	шт.	1	0
«Плановый фонд рабочего времени в днях» [14]	Фплан	дни	248	248
«Ставка рабочего» [14]	Т _{чс}	руб/час	250	250
«Коэффициент доплат » [14]	$k_{допл.}$	%	20	4
«Продолжительность рабочей смены» [14]	Т	час	8	8
«Количество рабочих смен» [14]	S	шт	1	1

«Рассчитаем показатели санитарно-гигиенической эффективности мероприятий по охране труда по формулам, представленным ниже» [14].

«Увеличение количества производственного оборудования (ΔM), соответствующего требованиям безопасности» [14]:

$$\Delta M = \frac{M_1 - M_2}{M} \cdot 100\% \quad (1)$$

где « M_1 , M_2 — число единиц производственного оборудования, не соответствующего требованиям безопасности до и после внедрения мероприятий, шт. » [14];

M – «общее количество единиц производственного оборудования, шт. » [14];

$$\Delta M = \frac{1 - 0}{15} \cdot 100\% = 6,7\%$$

«Увеличение числа производственных помещений (ΔB), отвечающих требованиям безопасной их эксплуатации» [14]:

$$\Delta B = \frac{B_1 - B_2}{B} \cdot 100\%, \quad (2)$$

«где B_1 , B_2 — количество производственных помещений, которые не отвечающих требованиям безопасной их эксплуатации до и после внедрения мероприятий, шт. » [10];

« B – общее число производственных помещений, шт.» [14].

$$\Delta B = \frac{1-0}{1} \cdot 100\% = 100\%$$

«Сокращение количества рабочих мест (ΔK), условия труда на которых не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [14]:

$$\Delta K = \frac{K_1 - K_2}{K_3} \cdot 100\% \quad (3)$$

«где K_1 , K_2 — количество рабочих мест, условия труда на которых не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после проведения мероприятий, шт.» [14];

« K_3 — общее количество рабочих мест, шт.» [14].

$$\Delta K = \frac{10 - 0}{25} \cdot 100\% = 40\%$$

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

$$\Delta Ч = \frac{Ч_1 - Ч_2}{ССЧ} \cdot 100\%, \quad (4)$$

«где $Ч_1$, $Ч_2$ – численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после внедрения мероприятий, чел. » [14];

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

$$\Delta Ч = \frac{10-0}{25} \cdot 100\% = 40\%$$

«Среднедневная заработная плата» [14]:

$$ЗПЛ_{днб} = \frac{T_{чсб} \times T \times S \times (100 + k_{доп})}{100} \quad (5)$$

где « $T_{чс}$ – часовая тарифная ставка, (руб/час)» [22];

« $k_{допл.}$ – коэффициент доплат за условия труда, (%)» [14].

« T – продолжительность рабочей смены, (час)» [14].

« S – количество рабочих смен» [14].

$$ЗПЛ_{днб} = \frac{250 \times 8 \times 1 \times (100 + 20)}{100} = 2400 \text{ руб.};$$

$$ЗПЛ_{днп} = \frac{250 \times 8 \times 1 \times (100 + 4)}{100} = 2080 \text{ руб.}$$

«Среднегодовая заработная плата» [14]:

$$ЗПЛ_{год}^{осн} = ЗПЛ_{дн} \times \Phi_{пл} , \quad (6)$$

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

« $\Phi_{план}$ – плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, (дн.)» [14].

$$ЗПЛ_{год б}^{осн} = 2400 \times 248 = 595200 \text{ руб.};$$

$$ЗПЛ_{год п}^{осн} = 2080 \times 248 = 515840 \text{ руб.}$$

«Годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда» [14]:

$$\mathcal{E}_3 = \Delta \mathcal{C}_i \times ЗПЛ_{год}^б - \mathcal{C}_{i}^п \times ЗПЛ_{год}^п, \quad (7)$$

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

« $\Phi_{\text{план}}$ – плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, (дн.)» [14].

« $ЗПЛ_{\text{год}}$ – среднегодовая заработная плата работника, (руб.)» [14].

« $Ч_1, Ч_2$ – численность работников, (чел.)» [14].

Так как годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда будет исходить только от разности доплат а работу в неблагоприятных условиях труда принимаем, количество работников одинаковым.

$$\Theta_3 = 10 \times 595200 - 10 \times 515840 = 793600 \text{ руб.}$$

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

Стоимость затрат на реализацию мероприятия приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Стоимость затрат на реализацию мероприятия

Виды работ	Стоимость, руб.
Проведение замены ременной передачи компрессора	20000
Установка возле компрессора барьера Rieder с толщиной 16 см и звукопоглощением 30 дБ	150000
Облицовка внутренних поверхностей стен здания (рядом с компрессором) панелями Rieder из древесно-стружечного материала толщиной 12 см и поглощением 20 дБ	120000
Поддержание состояния защитных ограждений оборудования	10000
Итого:	300000

«Срок окупаемости затрат на проводимые мероприятия определяется соотношением суммы произведенных затрат к общему годовому экономическому эффекту» [15].

«Коэффициент экономической эффективности – это величина, обратная сроку окупаемости» [16].

$$T_{\text{ед}} = Z_{\text{ед}} / \Xi_{\text{г}} \quad (8)$$

«где $Z_{\text{ед}}$ – единовременные затраты на проведение мероприятий по улучшению условия труда, (руб.)» [14].

$$T_{\text{ед}} = 300000 / 793600 = 0,38 \text{ года}$$

«Коэффициент экономической эффективности затрат» [14]:

$$E = 1 / T_{\text{ед}} \quad (9)$$

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

$$E = 1 / 0,38 = 2,63 \text{ год}^{-1}$$

Вывод: за счёт установка возле компрессора барьера Rieder с толщиной 16 см и звукопоглощением 30 дБ и облицовки внутренних поверхностей стен здания (рядом с компрессором) панелями Rieder из древесно-стружечного материала толщиной 12 см и поглощением 20 дБ ООО «Лайт» сможет за счёт социально-экономической эффективности от снижения шума на исследуемом предприятии сэкономить 793600 рублей ежегодно.

Заключение

В качестве средств коллективной защиты работников от шума очень эффективно устройство звукопоглощающих экранов и демпфирование защитных кожухов оборудования.

Демпфирование в ограниченном слое более прочное и, как правило, более эффективное.

Структурное демпфирование может быть увеличено путем закрытия профиля оборудования путем прикрепления к нему экранов со звукопоглощающим покрытием (например, из слоя минеральной ваты) и установки перегородок внутри закрытых полостей с заполнением ячеек между перегородками песком, гравием или дробью. [21]

Вибрация может передаваться через платформы, на которых стоят рабочие, и в этих ситуациях точкой соприкосновения являются ноги. Рабочие также могут подвергаться воздействию вибрации всего тела.

Работники могут подвергаться воздействию профессиональной вибрации при использовании механических или пневматических ручных инструментов или другого оборудования, а также при управлении большими транспортными, строительными или сельскохозяйственными транспортными средствами. Вибрация, которая создается при использовании ручных инструментов с приводом и передается от инструмента к системе «рука-рычаг» или вибрации всего тела. [18]

Можно уменьшить воздействие вибрации, уменьшив одно или оба из следующих факторов:

- вибрацию, передаваемую на руку;
- время, затрачиваемое на удержание вибрирующего оборудования или заготовок.

Для устранения или минимизации воздействия вибрации на работника необходимо снизить уровень вибрации (в следующем порядке):

- у источника вибрации;

- вдоль путей передачи вибрации;
- в месте, где вибрация воздействует на работника.

Анализ рисков проводился при помощи анализа дерева неисправностей (FTA). Дерево неисправностей представляет собой логическую диаграмму, основанную на принципе множественной причинности, которая отслеживает все ветви событий, которые могут привести к аварии или сбою.

Современный завод по производству пенобетона практически полностью автоматизирован, но на производстве должны находиться работники, которые контролируют производственный процесс.

Источником повышенной вибрации может являться резательная установка Бобр-4. Для снижения вибрации необходимо более качественно подходить к выбору пилящих струн и наладке резки, а также к контролю состава цементно-известково-песчаного теста.

Источником повышенного шума может являться компрессор. Для снижения повышенного уровня шума, исходящего от компрессора необходимо выполнить ограждение его при помощи звукопоглощающих экранов. [17]

Эффективным способом снижения уровня шума является размещение шумного оборудования за специально построенными барьерами. Барьеры могут быть построены на рабочей площадке из обычных строительных материалов (фанера, блоки, штабеля или отходы) или барьеры могут быть изготовлены из коммерческих панелей, которые облицованы звукопоглощающим материалом для достижения максимально возможного экранирующего эффекта.

Для снижения повышенного уровня шума, исходящего от компрессора рекомендовано выполнить ограждение его при помощи звукопоглощающих экранов.

Выбрано исполнения барьера Rieder с толщиной 16 см и звукопоглощением 30 дБ.

Долю отраженного звука можно уменьшить, применив специальную акустическую обработку помещения, которая заключается в облицовке внутренних поверхностей стен здания (рядом с компрессором) панелями Rieder из древесно-стружечного материала толщиной 12 см и поглощением 20 дБ.

Чтобы быть эффективным, длина барьера должна быть больше его высоты. Источник шума не должен быть виден, а барьер должен располагаться как можно ближе либо к источнику шума, либо к работнику.

Проведение внепланового инструктажа по охране труда является основной формой реагирования на изменении условия и безопасность труда при изменении технологических процессов, замене или модернизации оборудования, а также изменения инструкций по охране труда и выявлении нарушений работником требований правил безопасности труда. [19]

Мусор, производственные отходы, непригодные для использования детали, узлы, агрегаты и тому подобное необходимо своевременно убирать на специально отведенные места. Территория должна быть оборудована водоотводами и водостоками. Люки водоотводов и прочих подземных сооружений должны находиться в закрытом положении.

Отходы строительно-монтажных материалов подлежат сбору и отправке в мусоросборник согласно установленному на производственной площадке порядка.

Дополнительные мероприятия по защите окружающей природной среды не требуются.

Мероприятия по предупреждению ЧС:

- оснащение предприятия средствами пожаротушения согласно норм положенности;
- обучение персонала при объявлении ЧС и пожарах.

Использованные обтирочные материалы должны убираться в металлические ящики с плотными крышками, а по окончании рабочего дня удаляться из производственных помещений.

Разлитое масло необходимо удалять при помощи песка или опилок, которые после уборки следует сыпать в металлические ящики с крышками, установленные вне помещения. Участки работ, на которых в соответствии с технологией происходит выделение вредных веществ (газа, пыли, паров и так далее), а также тепла и шума, должны располагаться в отдельных помещениях, изолированных от других стенами до потолка. [20]

Вывод: за счёт установка возле компрессора барьера Rieder с толщиной 16 см и звукопоглощением 30 дБ и облицовки внутренних поверхностей стен здания (рядом с компрессором) панелями Rieder из древесно-стружечного материала толщиной 12 см и поглощением 20 дБ ООО «Лайт» сможет за счёт социально-экономической эффективности от снижения шума на исследуемом предприятии сэкономить 793600 рублей ежегодно.

Список используемых источников

1. Анализ дерева событий [Электронный ресурс] : ГОСТ Р МЭК 62502-2014. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200114221> (дата обращения: 09.01.2022).
2. Васильев А. В. Снижение низкочастотного шума и вибрации силовых и энергетических установок // Известия Самарского научного центра РАН. 2003. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/snizhenie-nizkochastotnogo-shuma-i-vibratsii-silovyh-i-energeticheskikh-ustanovok> (дата обращения: 25.04.2022).
3. Давыдова Е.В., Давыдова А.А., Дубинец И.Д., Соколова Т.А. Некоторые клинические варианты производственного виброшумового воздействия // Здоровье и образование в XXI веке. 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-klinicheskie-varianty-proizvodstvennogo-vibroshumovogo-vozdeystviya> (дата обращения: 25.04.2022).
4. Егоров В.Н., Степаненко А.Ф., Качан Т.Д. О гигиенических аспектах риска формирования хронических профессиональных заболеваний // Вестник РУДН. Серия: Медицина. 2008. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-gigienicheskikh-aspektah-riska-formirovaniya-hronicheskikh-professionalnyh-zabolevaniy> (дата обращения: 25.04.2022).
5. Елисеев С.В., Хоменко А.П., Логунов А.С. Динамический синтез в задачах построения систем защиты человека-оператора транспортных средств от вибраций и ударов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2009. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamicheskii-sintez-v-zadachah-postroeniya-sistem-zaschity-cheloveka-operatora-transportnyh-sredstv-ot-vibratsiy-i-udarov> (дата обращения: 25.04.2022).
6. Картышев О.А. Применение средств коллективной защиты от шума для улучшения условий труда на рабочих местах инженерно-технического состава авиапредприятий // Научный вестник МГТУ ГА. 2011. №173. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-sredstv-kollektivnoy-zaschity-ot-shuma-dlya-uluchsheniya-usloviy-truda-na-rabochih-mestah-inzhenerno-tehnicheskogo-sostava> (дата обращения: 25.04.2022).

7. Кобзев К.О., Кобзева Н.Д., Курьята Р.В. Вредные факторы для здоровья человека и окружающей среды // Молодой исследователь Дона. 2019. №6 (21). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vrednye-factory-dlya-zdorovya-cheloveka-i-okruzhayuschey-sredy> (дата обращения: 25.04.2022).

8. Кочергина К. А., Гармонов С. Ю., Мавлеев А. И., Кочергин А. В. Система сохранения полезной информации и защиты слуха человека на производстве // Вестник Казанского технологического университета. 2010. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-sohraneniya-poleznoy-informatsii-i-zaschity-sluha-cheloveka-na-proizvodstve> (дата обращения: 25.04.2022).

9. Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций [Электронный ресурс] : Постановление Минтруда РФ и Минобразования РФ от 13.01.2003 №1/29. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901850788> (дата обращения: 13.02.2022).

10. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 18.02.2022).

11. Об утверждении Правил создания и ведения государственного реестра объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 23.06.2016 № 572. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102402856> (дата обращения: 15.02.2022).

12. Об утверждении формы заявки о постановке объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, на государственный учет, содержащей сведения для внесения в

государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, в том числе в форме электронных документов, подписанных усиленной квалифицированной электронной подписью [Электронный ресурс]: Приказ Минприроды России от 23.12.2015 № 554. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420332789> (дата обращения: 24.02.2022).

13. Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года № 2398. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573292854?ysclid=l3ld1d60pm> (дата обращения: 05.02.2022).

14. Об утверждении Методики расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 01.08.2012 № 39н. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902363899> (дата обращения: 05.01.2022).

15. Организация обучения безопасности труда. Общие положения [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.004-2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136072> (дата обращения: 22.02.2022).

16. Перчун А.А., Аверьянов Г.С., Бельков В.Н., Хамитов Р.Н. Эффективные средства защиты от вибраций и ударов // Решетневские чтения. 2012. №16. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnye-sredstva-zaschity-ot-vibratsiy-i-udarov> (дата обращения: 25.04.2022).

17. Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 486.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566348486> (дата обращения: 10.01.2022).

18. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699 (дата обращения: 13.02.2022).

19. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 21.12.2021).

20. Чеботарёв А.Г., Булгакова М.В., Хахилева О.О. Гигиеническая оценка шума и патологии органа слуха у рабочих горно-металлургических предприятий // Горная промышленность. 2017. №2 (132). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gigienicheskaya-otsenka-shuma-i-patologii-organa-sluha-u-rabochih-gorno-metallurgicheskikh-predpriyatiy> (дата обращения: 25.04.2022).