

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)

Департамент бакалавриата  
(наименование)

20.04.01 Техносферная безопасность  
(код и наименование направления подготовки)

Системы управления производственной, промышленной и экологической безопасностью  
(направленность (профиль))

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Анализ условий труда работников производственного предприятия и разработка системы мероприятий по повышению их безопасности на примере ООО «ПТК «Электросталь»»

Студент

Р.Ю. Гадаев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

доцент, И.В. Дерябин

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

Тольятти 2020

## Оглавление

Введение.....	5
Термины и определения.....	9
Перечень сокращений и обозначений.....	10
Глава 1 Состояние исследуемого вопроса.....	11
1.1 Условия труда производственных предприятий по изготовлению лопаток для паровых и газовых турбин.....	11
1.2 Правовые основы организации безопасных условий труда...	14
1.3 Нормативные требования, предъявляемые к уровню шума и вибрации на рабочих местах.....	15
1.4 Характеристика производственного предприятия ООО «ПТК «Электросталь»» и условий труда работников на предприятии.....	21
Глава 2 Анализ инновационных средств и методов защиты для обеспечения безопасности работников предприятия ООО «ПТК «Электросталь»».....	28
2.1 Звукоизолирующее ограждение.....	28
2.2 Способ работы приточно-вытяжной вентиляционной установки.....	32
2.3 Светодиодный светильник промышленный.....	34
2.4 Респиратор, содержащий контрастный слой.....	36
Глава 3 Разработка усовершенствованных средств и методов защиты для обеспечения безопасности работников предприятия ООО «ПТК «Электросталь»».....	38
3.1 Анализ имеющихся средств и мероприятий по обеспечению безопасности работников в ООО «ПТК «Электросталь»», выявление недостатков.....	38
3.2 Разработка организационно-технических мероприятий по повышению безопасности работников ООО «ПТК	

«Электросталь».....	57
Заключение.....	68
Список используемой литературы.....	69

## Введение

Актуальность темы диссертации заключается в том, что на производственном предприятии для достижения лучшего результата в процессе работы необходимо создать благоприятные условия труда, тем самым, сохранить здоровье и жизнь работников.

В настоящее время к организации условий труда предъявляются определенные требования, которые призывают к созданию оптимальных условий труда. Это связано с тем, что условия труда, как правило, выступают самим производственным процессом.

Под условиями труда понимают совокупность факторов производственной среды и трудовой процесс, который влияет на здоровье работников. Следовательно, от условий труда зависит здоровье работников, работоспособность, а также результат их деятельности.

Основными составляющими, которые оказывают влияние на организацию условий труда, выступают: продолжительность труда и перерывов; наличие мест для отдыха; наличие медицинского обслуживания и точек общественного питания, а также обеспечение работников средствами индивидуальной защиты.

От условий труда, свою очередь, зависят: физическое здоровье, работоспособность, продолжительность жизни работников. А в качестве основных параметров выступают: микроклимат в производственном помещении, освещенность на рабочем месте, электрическая безопасность, уровень шума, вибрации и запыленности.

Таким образом, необходимо разработать организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасных условий труда производственного предприятия, с учетом проведенного анализа условий труда работников. А это значит, что рассматриваемая тема является актуальной.

Объектом исследования выступает производственное предприятие ООО «ПТК «Электросталь»».

Предметом исследования являются условия труда работников на производственном предприятии ООО «ПТК «Электросталь»».

Целью исследования является анализ условий труда работников производственного предприятия и разработка системы мероприятий по повышению их безопасности на примере ООО «ПТК «Электросталь»».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать условия труда производственных предприятий по изготовлению лопаток для паровых и газовых турбин.
2. Изучить влияние уровней шума и вибрации на организм работников производственных предприятий.
3. Изучить характеристику производственного предприятия и условия труда работников.
4. Проанализировать инновационные имеющиеся средства и методы защиты для обеспечения безопасности работников.
5. Проанализировать уровни шума, вибрации и концентрации пыли, действующих на организм работников.
6. Разработать систему мероприятий по повышению безопасности работников.
7. Предложить внедрение инновационных конструкций, обеспечивающих безопасность работников производственного предприятия.

Теоретико-методологическую основу исследования составили: теоретические и практические пособия, методические указания, ГОСТы и справочники, а также обобщение известных в литературе методических решений.

Базовыми для настоящего исследования явились также: теории по охране труда и технике безопасности.

Методы исследования: основываются на комплексном подходе к анализу и разработке системы мероприятий по повышению безопасности

работников. В работе используется сравнительный и расчетно-аналитический методы анализа.

Опытно-экспериментальная база исследования: инструментарий и инженерно-технологическое оборудование производственного предприятия ООО «ПТК «Электросталь»».

Научная новизна исследования заключается в: разработке и организации эффективных средств и методов для обеспечения благоприятных условий труда на предприятии, в качестве защиты жизни и здоровья работников на основе анализа уровней шума, вибрации и концентрации пыли, действующих на организм работников на производственном предприятии.

Теоретическая значимость исследования заключается в:

- проведенном анализе условий труда на производственном предприятии с применением усовершенствованных методик и технологий исследования;
- разработке теоретических положений научных организаций по безопасности труда на предприятии;
- проведенном анализе патентных средств и методов защиты для обеспечения безопасности работников.

Практическая значимость исследования заключается в применении разработанной системы мероприятий по повышению безопасности производственного процесса на предприятии ООО «ПТК «Электросталь»».

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

- достоверными научными методами исследования;
- полученными теоретическими и практическими результатами показателей уровней шума, вибрации и запыленности на производственном объекте;

- практическим внедрением разработанных организационно-технических мероприятий по обеспечению безопасных условий труда работника.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в определении условий труда работников производственного предприятия, связанного с изготовлением деталей для паровых и газовых турбин, газотурбинных агрегатов, разработке мероприятий по повышению их безопасности, публикации научной статьи на тему: «Анализ условий труда работников производственного предприятия и разработка системы мероприятий по повышению их безопасности на примере ООО «ПТК «Электросталь»».

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования.

На защиту выносятся:

1. Описание условий труда производственных предприятий.
2. Характеристика производственного предприятия ООО «ПТК «Электросталь»» и условия труда работников на предприятии.
3. Анализ выявленных неблагоприятных условий труда на предприятии ООО «ПТК «Электросталь»», в том числе уровней шума, вибрации и концентрации пыли, оказывающих влияние на организм работников.
4. Патентный анализ средств и методов защиты для обеспечения безопасности условий труда.
5. Разработанные организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности работников.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, 3 глав, заключения, содержит 9 рисунков, 19 таблиц, список используемой литературы (41 источник). Основной текст изложен на 71 странице.

## Термины и определения

В настоящей магистерской диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

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

Безопасность труда - условия, при которых на работников не воздействуют опасные и вредные производственные факторы либо отсутствуют недопустимый производственный риск, связанный с возможностью нанесения ущерба здоровью работников.

Производственный шум - это совокупность различных шумов, возникающих в процессе производства и неблагоприятно воздействующих на организм.

Вибрация - это механические колебания машин и механизмов, которые характеризуется такими параметрами, как частота, амплитуда, колебательная скорость, колебательное ускорение. Вибрацию порождают неуравновешенные силовые колебания, возникающие при работе машин.

Запыленность - изменение состава воздуха в сторону заметного увеличения содержания в нем механической или абразивной пыли (в том числе обычно входящих в состав атмосферы) против обычной нормы.

Искусственное освещение - это получение света от неестественных источников.



## **Перечень сокращений и обозначений**

ОВПФ - опасные и вредные производственные факторы;

СНиП - санитарные нормы и правила;

ГОСТ - государственный стандарт;

СИЗ - средства индивидуальной защиты;

ПДК - предельно допустимая концентрация;

ЦНС - центральная нервная система;

ССБТ - система стандартов безопасности труда;

СН - санитарные нормы;

ЧПУ - числовое программное управление;

СОЖ - смазочно-охлаждающая жидкость.

## **1 Состояние исследуемого вопроса**

### **1.1 Условия труда производственных предприятий по изготовлению лопаток для паровых и газовых турбин**

Условия труда на производственном предприятии по изготовлению лопаток для паровых и газовых турбин играют важную роль, так как от состояния условий труда зависит трудовой процесс работников, а значит и состояние их здоровья. Производственные предприятия по изготовлению лопаток для паровых и газовых турбин занимаются достаточно ответственной деятельностью, так как основные составляющие турбин, а именно, направляющие и рабочие лопатки, являются основой турбин. А значит, работник, задействованный в изготовлении данных изделий, должен ответственно относиться к процессу работы. Для этого важно создать комфортные условия для работников, что повысит внимание в процессе работы, сократит утомляемость и увеличит работоспособность работников.

Однако на сегодняшний день на подобных предприятиях неблагоприятные условия труда очень распространены вследствие наличия опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ), оказывающих влияние на организм работников.

«Под условиями труда выступает совокупность факторов трудового процесса и производственной среды, которые влияют на работоспособность и здоровье работника во время трудовой деятельности» [2].

«Факторами трудового процесса и производственной среды являются:

- санитарно-гигиенические,
- психофизиологические,
- эстетические,
- социально-психологические» [2].

В соответствии с представленными факторами и будут оцениваться условия труда работников на предприятии.

В процессе изготовления лопаток для паровых и газовых турбин работники подвергаются воздействию санитарно-гигиенических факторов. Этими факторами являются: высокий уровень шума, высокий уровень вибрации, недостаточное освещение, а также высокая загазованность и запыленность воздуха в помещении.

Для того чтобы улучшить условия труда работников, санитарно-гигиенические факторы должны постоянно исследоваться и дорабатываться. Должны разрабатываться мероприятия для устранения факторов, негативно влияющих на организм работников.

В данном случае, высокий уровень шума влияет на органы слуха работников, на сердечнососудистую систему, влияет на психику, а также снижается иммунитет. Высокий уровень вибрации может также негативно сказываться на здоровье человека, и в результате чего, может образоваться вибрационная болезнь. Недостаток освещения на рабочем месте может привести не только к заболеванию глаз, но и к болезням нервной системы, расстройствам психики. Повышенная загазованность и запыленность оказывают негативное влияние на органы дыхания, на кожные покровы и слизистые носа и ротовой полости, также на желудочно-кишечный тракт и сердечнососудистую систему.

Следующим фактором условий труда выступает психофизиологический фактор, как правило, это сам трудовой процесс. «К нему относятся: физические нагрузки, нервно-психологические нагрузки, монотонность трудового процесса и рабочая поза» [2].

В процессе работы при изготовлении лопаток для паровых и газовых турбин на работников оказываются физические нагрузки средней тяжести, так как работники задействованы в перемещении деталей и управляют самим оборудованием. Во время работы постоянно задействованы органы слуха и зрения, напряжено внимание, а это значит, что в работе преобладают нервно-психологические нагрузки. Монотонность труда проявляется в постоянно

повторяющихся действиях работников, при изготовлении деталей, за один и тот же период времени, и в одном и том же положении тела.

Также не маловажным фактором является эстетический фактор условий труда, который представляет собой внешней и внутренний вид зданий, фасадов, окраску стен. Также к данному фактору относят удобство проезда и прохода на территории предприятия, озеленение площадок, обустройство мест парковки.

Помимо этого, к эстетическому фактору относят удобную и красивую спецодежду, а для определенных групп работников, предусматривается унифицированная одежда, благодаря чему работникам будет комфортно ощущать себя на рабочем месте в процессе работы.

И последним, но очень важным фактором является социально-психологический фактор условий труда, благодаря этому фактору формируется морально-психологический климат на предприятии между персоналом.

Любой коллектив - это в первую очередь, определенная группа людей, которых объединяют общие интересы и деятельность. Поэтому очень важно сохранить нравственное здоровье коллектива, а именно, исключить конфликты, возникающие в процессе работы, которые в свою очередь, сильно вредят рабочей атмосфере, и тем самым, мешают достижению общих целей на предприятии.

Помимо сохранения нравственного здоровья коллектива, необходимо повышать общий комфорт социальной среды. К нему относятся разнообразные поощрения за хорошие показатели труда и штрафы, за недобросовестное выполнение работы.

Таким образом, предложенная в данной диссертационной работе система организационно-технических мероприятий, поможет улучшить условия труда и обеспечит безопасность, а это наилучшим образом отразится на здоровье работников, на отношении к предприятию и коллективу.

## 1.2 Правовые основы организации безопасных условий труда

Основными документами, которые регламентируют условия труда на предприятиях, являются:

- Конституция РФ;
- Трудовой Кодекс РФ;
- Федеральный закон «О специальной оценке условий труда»;
- Санитарные нормы и правила (СНиП);
- Государственные стандарты (ГОСТ).

«Производственная среда формируется с учетом особенностей технологий и различий сотрудников предприятия по возрасту, полу, состоянию здоровья, квалификации и социальным характеристикам. Также необходимо учитывать ограничения:

- по участию работников в ряде производств, с вредными условиями труда;
- по максимальной массе перемещаемых грузов;
- по допустимым уровням шума, вибрации, запыленности» [3].

В Конституции РФ (статья 37 пункт 3) сформулировано, «что: каждый имеет право на труд в условиях, отвечающие требованиям безопасности и гигиены» [3].

«В статье 212 Трудового Кодекса РФ определены обязанности работодателя по обеспечению безопасности условий труда:

- соответствие требованиям условий труда на рабочем месте;
- режим труда и отдыха работников в соответствии с законодательством РФ;
- приобретение и выдачу за счет средств работодателя специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты (СИЗ), смывающих и обезжиривающих средств, в соответствии с нормами, работникам занятых на работах с вредными и опасными производственными факторами;

- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ по охране труда и оказанию первой медицинской помощи при несчастном случаи на производстве;
- контроль состояния условий труда на рабочих местах, а также правильность применения работниками средств индивидуальной и коллективной защиты;
- проведение аттестации рабочих мест по условиям труда с последующей сертификацией работ по охране труда в организации;
- информирование работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о существующем риске повреждения здоровья и полагающихся им компенсациях и средств индивидуальной защиты» [4].

В данных документах установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ, содержащихся в рабочей зоне, даны рекомендации по обеспечению безопасности работ, а также сформулированы требования к расположению оборудования в производственных помещениях.

### **1.3 Нормативные требования, предъявляемые к уровню шума и вибрации на рабочих местах**

Повышенный уровень шума может выступать общебиологическим раздражителем и при продолжительном воздействии может оказывать неблагоприятное влияние на организм работников на рабочем месте. Воздействие шума может быть самым разнообразным, в зависимости от его продолжительности, от уровня и характера шума, а также от индивидуальных особенностей организма работников.

Согласно ГОСТ 12.1.003 - 83, ежедневный и интенсивный уровень шума может приводить к профессиональному заболеванию, такому как, тугоухость. Симптоматикой тугоухости является постепенная потеря слуха, а именно, работник теряет способность слышать сначала на высоких частотах, а затем на низких, которые определяют способность распознавать речь. А

при очень высоком звуковом давлении может произойти разрыв барабанной перепонки.

Помимо этого, неблагоприятное воздействие повышенного уровня шума влияет даже раньше, чем на органы слуха, на различные отделы головного мозга, тем самым, нарушая работу центральной нервной системы (ЦНС). Характерными особенностями при нарушении ЦНС являются жалобы на раздражительность, апатию, ослабление памяти, утомляемость и слабость.

Также, снижается острота зрения, устойчивость ясного видения и повышается внутричерепное давление, под воздействием повышенного уровня шума. Изменения происходят в желудочно-кишечном тракте, а именно, нарушается его функциональность.

При импульсивном и прерывистом уровне шума сокращается возможность правильно воспринимать информацию, выполнять точно поставленные задачи.

Следовательно, при неблагоприятном влиянии шума на организм работников сокращается их работоспособность, производительность труда, увеличиваются вероятность возникновения несчастных случаев.

Влияние шума на организм работников на рабочем месте подробно представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Влияние шума на организм работников на рабочем месте

Показатели уровня шума	Влияние на организм повышенного уровня шума
От 35 до 50 дБ	«Оказывается психологическое воздействие. При длительном воздействии может вызвать пониженная работоспособность, усталость, нарушение сна» [5]
От 50 до 65 дБ	«Оказывает психологическое воздействие, а именно, раздражительность. При длительном воздействии вызывает изменение в нервной системе. При малой интенсивности шума происходит влияние на умственную работу, помимо этого, при возникновении шума производящим самим работником, шум не вызывает особого беспокойства, а шум возникший со стороны вызывает сильное раздражение» [5]

Продолжение таблицы 1

От 65 до 90 дБ	«Оказывает физиологическое воздействие. Сужаются сосуды, тем самым, сокращается снабжение организма кровью, учащается пульс, повышается давление, следовательно, повышается усталость. Также может наблюдаться стресс, снижение слуха и нарушение моторики желудочно-кишечного тракта» [5]
Свыше 90 дБ	«Оказывает отрицательное влияние на органы слуха, появляется заложенность и шум в ушах, ухудшается восприятие разговорной речи. Также увеличивается влияние на желудочно-кишечный тракт, появляется тошнота и головная боль» [5]
От 120 дБ и выше	«Оказывает механическое воздействие на органы слуха, что вызывает разрыв барабанной перепонки и нарушается связь между отдельными частями внутреннего уха. Следовательно, может наступить полная потеря слуха. Кроме того, влияние оказывается не только на органы слуха, но и на весь организм в целом. Звуковое давление проникает через кожные покровы и разрушает нервные клетки, разрывы мелких кровеносных сосудов» [5]

«Помимо влияния повышенного уровня шума на организм работников на рабочем месте неблагоприятное воздействие оказывает повышенный уровень вибрации, исходящий от работающего оборудования» [6].

«Согласно ГОСТ 24346-80 «Вибрация. Термины и определения» под вибрацией понимают движение точки или механической системы, при котором происходят поочередное возрастания и убывания во времени значений одной координаты» [6].

«Вибрация оценивается в уровнях скорости и ускорения колебательных движений, где скорость:  $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$  м/с, а ускорение:  $A_0 = 10^{-6}$  м/с<sup>2</sup>» [6].

Вибрация при колебательной скорости равна  $1 \cdot 10^{-4}$  м/с, при которой рабочий начинает ощущать вибрацию, а болевые ощущения возникают при скорости 1 м/с. От воздействия вибрации непродолжительного характера работники быстро утомляются, тем самым, снижается их работоспособность. «А вибрация продолжительного характера может вызывать профессиональную болезнь, такую как, виброболезнь» [6].



«Особенно вредна вибрация с частотой, равной резонансной частоте колебания тела работающего или отдельных его органов. Дело в том, что части тела и внутренние органы человека (голова, сердце, желудок и т.д.) можно рассмотреть как колебательные системы с определенной массой, соединенные между собой упругими элементами. Частота собственных колебаний этих систем лежит в диапазоне от 2 до 30 Гц. Воздействие на организм человека внешних колебаний с такими же частотами вызывает резонансные колебания внутренних органов, их механические повреждения и даже разрывы» [6].

Существует два способа вибрации, влияющей на организм рабочего:

- общая вибрация, которая передается через опорные поверхности тела, в положении стоя или сидя, оказывает влияние на сердечнососудистую и нервную систему, нарушается вестибулярный аппарат и обмен веществ;
- локальная вибрация (местная), которая передается через руки, тем самым, ухудшается кровообращение предплечья, рук и пальцев, а также сосудов сердца. Также локальная вибрация влечет за собой деформацию и снижение подвижности сосудов.

В свою очередь, выделяют общую вибрацию по источнику возникновения, которая представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Общая вибрация по источнику возникновения

Показатели	Источник возникновения вибрации
«Общая вибрация 1 категории. Транспортная вибрация» [6]	«Действует на операторов подвижных машин и транспортных средств» [6]
«Общая вибрация 2 категории. Транспортно-технологическая вибрация» [6]	«Действует на операторов, которые передвигаются по специально отведенным поверхностям производственных предприятий» [6]
«Общая вибрация 3 категории. Технологическая вибрация» [6]	«Действует на операторов стационарных машин или передается на рабочие места, не имеющие источников вибрации» [6]
«Общая вибрация общественных зданий от внешних источников» [6]	«Промышленные предприятия или передвижные промышленные установки» [6]

## Продолжение таблицы 2

«Общая вибрация общественных зданий от внутренних источников» [6]	«Инженерно-техническое оборудование и бытовые приборы» [6]
---	--

Влияние вибрации на организм работников на рабочем месте показаны в таблице 3.

Таблица 3 - Влияние вибрации на организм работников на рабочем месте

«Амплитуда колебаний вибрации, мм» [6]	«Частота вибрации, Гц» [6]	«Результат воздействия на организм» [6]
до 0,010	Различная	«Не оказывает негативное влияние на организм» [6]
0,015 - 0,045	45 - 50	«Вызывает нервное возбуждение с депрессией» [6]
0,046 - 0,101	45 - 50	«Изменение в органах слуха, центральной нервной и сердечнососудистой системе» [6]
0,102 - 0,300	50 - 150	«Возможное заболевание» [6]
0,101 - 0,300	150 - 250	«Вызывает виброболезнь» [6]

При выполнении производственных процессов, учитывается сложность снижения уровней шума и вибрации, которые вызывают раздражение и снижение работоспособности. Соответственно, необходимо определить предельно допустимые параметры шума и вибрации, при которых исключается вероятность заболеваемости работников на рабочем месте.

Нормируемые параметры шума представлены в ГОСТ 12.1.012 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрация, общие требования безопасности», которые являются обязательными для всех производственных предприятий. Предельно допустимые уровни звука на рабочих местах представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Предельно допустимые уровни шума на рабочих местах

«Категории напряженности трудового процесса» [7]	«Категории тяжести трудового процесса, дБА» [7]				
	«легкая физическая нагрузка» [7]	«средняя физическая нагрузка» [7]	«тяжелый труд 1 степени» [7]	«тяжелый труд 2 степени» [7]	«тяжелый труд 3 степени» [7]
«Напряженность легкой степени» [7]	85	85	80	80	80
«Напряженность средней степени» [7]	75	75	60	60	60
Напряженный труд 1 степени	65	65	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	55	55	-	-	-

«Согласно санитарным нормам (СН) 2.2.4/2.1.8.566 - 96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы» описаны предельно допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий» [8], которые показаны в таблице 5.

Таблица 5 - Предельно допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий

«Амплитуда колебаний вибраций, мм» [8]	«Частота вибрации, Гц» [8]	«Скорость колебательных движений, см/с» [8]	«Ускорение колебательных движений, см/с <sup>2</sup> » [8]
0,6 - 0,4	до 3	1,12 - 0,76	22 - 14
0,4 - 0,15	3 - 5	0,76 - 0,46	14 - 15
0,15 - 0,05	5 - 8	0,46 - 0,25	15 - 13
0,05 - 0,03	8 - 15	0,25 - 0,28	13 - 27
0,03 - 0,009	15 - 30	0,28 - 0,17	27 - 32
0,009 - 0,007	30 - 50	0,17 - 0,22	32 - 70
0,007 - 0,005	50 - 75	0,22 - 0,23	70 - 112
0,005 - 0,003	75 - 100	0,23 - 0,19	112 - 120
1,5 - 2	45 - 55	1,5 - 2,5	25 - 40

«Приведенные предельные значения уровней шума и вибрации могут непрерывно воздействовать на организм рабочего не более 15 % рабочего времени. Увеличение амплитуды колебаний вибраций, скорость и ускорение колебательных движений может быть не более чем в 3 раза» [8].

#### **1.4 Характеристика производственного предприятия ООО «ПТК «Электросталь»» и условий труда работников на предприятии**

ООО «ПТК «Электросталь»» является одним из развитых промышленных предприятий, которые изготавливают и поставляют комплектующие и запасные части к газовым, паровым турбинам, также газотурбинным агрегатам для предприятий газовой, химической, энергетической и металлургической промышленности.

Производственное предприятие основано в 2003 году. За период 2003-2019 гг. было изготовлено более 100 000 шт. лопаток, из них 75 000 шт. лопаток для паровых турбин и 25 000 шт. для газовых турбин.

Также, в ООО «ПТК «Электросталь»» освоено изготовление лопаток мощностью от 6 до 1000 МВт для паровых турбин и лопаток мощностью от 3 до 25 МВт для газовых турбин.

«На сегодняшний день ООО «ПТК «Электросталь»» выступает поставщиком следующей продукции:

- лопатки для газовых и паровых турбин;
- диафрагма;
- направляющие аппараты (решетки спрофилированных лопаток) турбин;
- пакеты рабочих лопаток;
- диски;
- роторы;
- другие компоненты паровых и газовых турбин» [9].

Наглядно выпускаемая продукция ООО «ПТК «Электросталь»» в процентном соотношении представлена в виде диаграммы на рисунке 1.

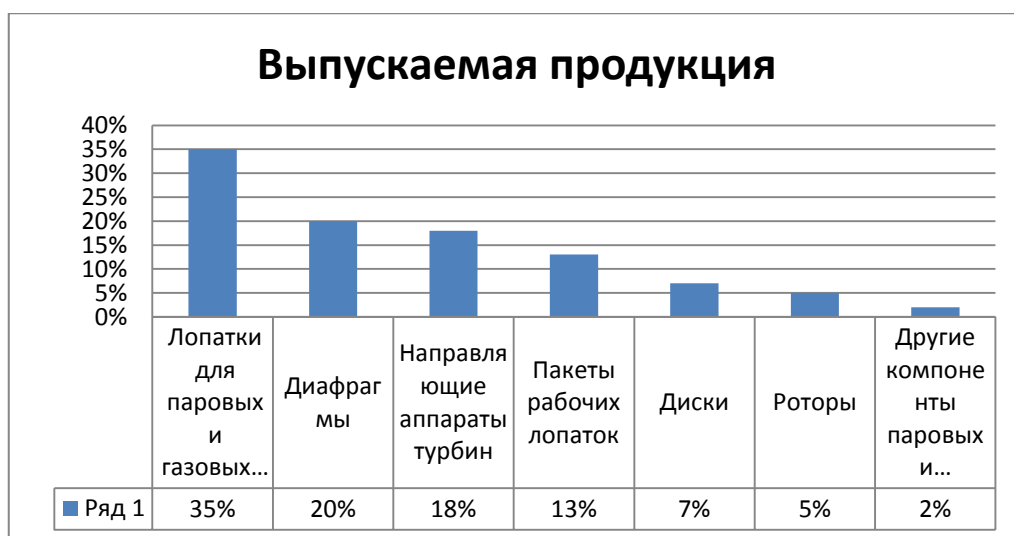


Рисунок 1 - Выпускаемая продукция ООО «ПТК «Электросталь»»

Рассматриваемое предприятие можно отнести к крупносерийному типу производства, за счет изготовления рабочих и направляющих лопаток. Технологический процесс зависит от типа производства.

«Виды услуг, предоставляемые предприятием:

- фрезерные операции;
- шлифовальные работы;
- финишные операции при изготовлении лопаток для паровых и газовых турбин» [9].

Развитие производственного предприятия непрерывно связано с изготовлением новых деталей и технологией их изготовления. Предприятие оснащено новым оборудованием, таким как:

- групповые поточные линии с использованием специализированных станков;
- четырех и пяти координатные металлообрабатывающие центры последнего поколения;
- современные многооперационные станки, в том числе, станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

Помимо станков с ЧПУ для осуществления шлифовальных работ, на предприятии применяются шлифовальные станки по металлу, которые могут

придать изделию гладкую, идеально ровную и чистую поверхность. Применение подобного оборудования позволяет проводить сложнейшие операции по обработке лопаток из жаропрочных металлов и сплавов нержавеющей сталей.

Клиентами, ООО «ПТК «Электросталь»» являются передовые предприятия такие, как: ООО «ГАЗПРОМ ЭНЕРГО», АО «ЭСК РУСГИДРО», ОГК-2, ПАО «ИРКУТСКЭНЕРГО», АО «Уральский турбинный завод» и т.д.

«Предприятие разработало и внедрило новые технологии по обработке лопаток, а именно:

- создание управляющей программы для обрабатывающих центров;
- разработка единой системы баз для обработки лопаток;
- создание минимального количества оснастки для измерений и металлообработки;
- проверка точности изготовления лопаток на координатно-измерительных машинах;
- обеспечение высокой точности изготовления элементов лопаток» [9].

«В соответствии со стратегией развития, ООО «ПТК «Электросталь»» осуществляет расширение программы повышения качества произведенной продукции, охраны труда и промышленной безопасности, в соответствии с политикой предприятия:

- соблюдение законодательства Российской Федерации в области охраны жизни и здоровья работников и обеспечения промышленной безопасности;
- планирование и проведение улучшение деятельности, с целью обеспечения охраны жизни и здоровья работников, обеспечения промышленной безопасности;
- использование рационального производственного процесса и оценки результативности;
- выпуск продукции, которая удовлетворяет всем нормам и правилам;

- создание условий для высокопроизводительного труда;
- обеспечение необходимыми ресурсами в процессе деятельности;
- построение взаимовыгодных отношений с поставщиком» [9].

На предприятии внедрена система менеджмента качества ISO 9001. Данный стандарт очень развит в России, так как подходит для предприятий разного уровня и отрасли. Сертификация ISO 9001 оценивает систему качества на предприятии на соответствии требованиям стандарта. Наличие стандарта обеспечивает: гарантию качества выпускаемой продукции и повышает престиж предприятия.

Политика предприятия является основой для достижения поставленных целей в области качества, охраны труда и промышленной безопасности.

Технологический процесс изготовления лопаток для паровых и газовых турбин также является незаменимой частью в рабочем процессе, от которого зависят условия труда работников производственного предприятия.

Основными элементами лопаточного аппарата являются перо и хвостик вильчатого типа.

Обработка пера лопатки осуществляются в три этапа:

- первый этап - черновая фрезерная обработка с припуском под чистовую обработку;
- второй этап - чистовая фрезерная обработка, которая формирует геометрию пера;
- третий этап - полировка пера лопатки шлифовальной лентой и войлочными кругами, за счет чего достигается малая шероховатость поверхности пера.

Обработка хвостика вильчатого типа проходит в два этапа:

- первый этап - черновая фрезерная обработка с припуском под чистовую обработку;
- второй этап - получистовая и чистовая фрезерная обработка для обеспечения необходимого качества.

Для обеспечения точности взаимного расположения пера и хвостика, необходимо производить их совместную черновую и чистовую фрезерную обработку.

Подробное описание технологического процесса изготовления лопаток представлено в таблице 6.

Таблица 6 - Технологический процесс изготовления лопаток

Наименование операции	Наименование оборудования	Обрабатываемый материал или деталь	Виды работ
Наименование технологического процесса: изготовление лопатки			
Операция 005. Фрезерная с ЧПУ	Вертикально-фрезерный центр DMG NVX 5100	Заготовка	«Заготовку устанавливают в тиски с губками специального профиля. Производят черновую обработку пера и хвостовика лопатки, формируют чистовую базу для следующих операций механической обработки» [10]
Операция 010. Фрезерная с ЧПУ	Вертикально-фрезерный центр DMG NVX 5100	Заготовка	«На этапе чистовой механической обработки производят чистовое фрезерование хвостовика, пера и других поверхностей лопатки, производят напайку стеллитовых пластин на входную кромку пера» [10]
Операция 015. Фрезерная с ЧПУ	Токарно-фрезерный центр DMG CTX beta 1250TC	Заготовка	«Заготовку устанавливают в тиски. Производят получистовую и чистовую обработку пера и хвостовика лопатки» [10]
Операция 020. Слесарная	Шлифовально-полировальный станок Zenitech MBG 250	Лопатка	«Отрезают перемычки, которые остались после отрезки лопатки, зачищают от заусенцев и притупляют острые кромки» [10]
Операция 025. Контроль	Средства измерения	Лопатка	«Межоперационный контроль геометрической точности и качества поверхностного слоя лопатки» [10]
Операция 030. Пайка	Установка с индукционным нагревом	Лопатка	«К лопатке на конце пера на входной кромке припаивают серебряным припоем стеллитовые пластины» [10]



Продолжение таблицы 6

Операция 035. Рентгенографический контроль	Рентгенографический аппарат	Лопатка	«Проверка качества паяного соединения стеллитовых пластин и лопатки» [10]
Операция 040. Ленточно-шлифовальная	Ленточно-шлифовальный станок ADM	Лопатка	«Производят отделочную обработку спинки лопатки» [10]
Операция 045. Ленточно-шлифовальная	Ленточно-шлифовальный станок ADM-ВР-2	Лопатка	«Производят отделочную обработку корыта» [10]
Операция 050. Шлифовально-полировочная	Шлифовально-полировальный станок Zenitech MBG 250	Лопатка	«Производят отделочную обработку утонения, комель и бандажной полки лопатки, а также войлочным кругом уменьшают шероховатость, придают «зеркальный блеск» поверхности пера» [10]
Операция 055. Моечная	Моечная машина	Лопатка	«Промывка лопаток в моечной установке от механических загрязнений и сушка» [10]
Операция 060. Контроль	Профилометр и координатно-измерительная машина	Лопатка	«Контроль качества поверхностного слоя профилометром и геометрической точности на координатно-измерительной машине» [10]
Операция 065. Магнитно-порошковая дефектоскопия (МПД)	Магнитный дефектоскоп	Лопатка	«Контроль отсутствия поверхностных дефектов магнитно-порошковым методом на поверхности лопатки» [10]
Операция 070. Проведение статического момента	Прибор для измерения статического момента	Лопатка	«Контроль массы и положения центра масс лопаток комплекта» [10]
Операция 075. Вибрационные испытания	Измеритель частот	Лопатка	«Контроль резонансной частоты колебания лопаток» [10]
Операция 080. Упаковочная	Специальная тара с индивидуальными ячейками под каждую лопатку	Лопатка	«Каждую лопатку оборачивают в воздушно-пузырчатую пленку. Если предполагается длительное хранение, то необходимо смазать их маслом» [10]

В ходе выполнения технологического процесса присутствует множество опасных факторов для здоровья рабочих» [10].

Выводы к первой главе: в данной главе проведено подробное описание условий труда на производственных предприятиях, связанных с изготовлением лопаток для паровых и газовых турбин, с описаниями факторов производственной среды. Рассмотрены правовые документы, регламентирующие условия труда на предприятиях. Также рассмотрено влияние шума и вибрации на организм работников, с указаниями ГОСТов. Приведены предельно допустимые показатели шума и вибрации на рабочем месте. Подтверждена актуальность разработки диссертационной работы на основе анализа условий труда работников производственных предприятий, на примере производственного предприятия ООО «ПТК «Электросталь»». Подробно представлен способ обработки и технологический процесс по изготовлению лопаток для паровых и газовых турбин.

## **2 Анализ инновационных средств и методов защиты для обеспечения безопасности работников предприятия ООО «ПТК «Электросталь»»**

### **2.1 Звукоизолирующее ограждение**

Конструкция инновационного звукоизолирующего ограждения представлена в описании к патенту на изобретение РФ № 2659340. Звукоизолирующее ограждение относится к средствам снижения уровня шума машин и оборудования, а именно, к предохранительным устройствам техники безопасности.

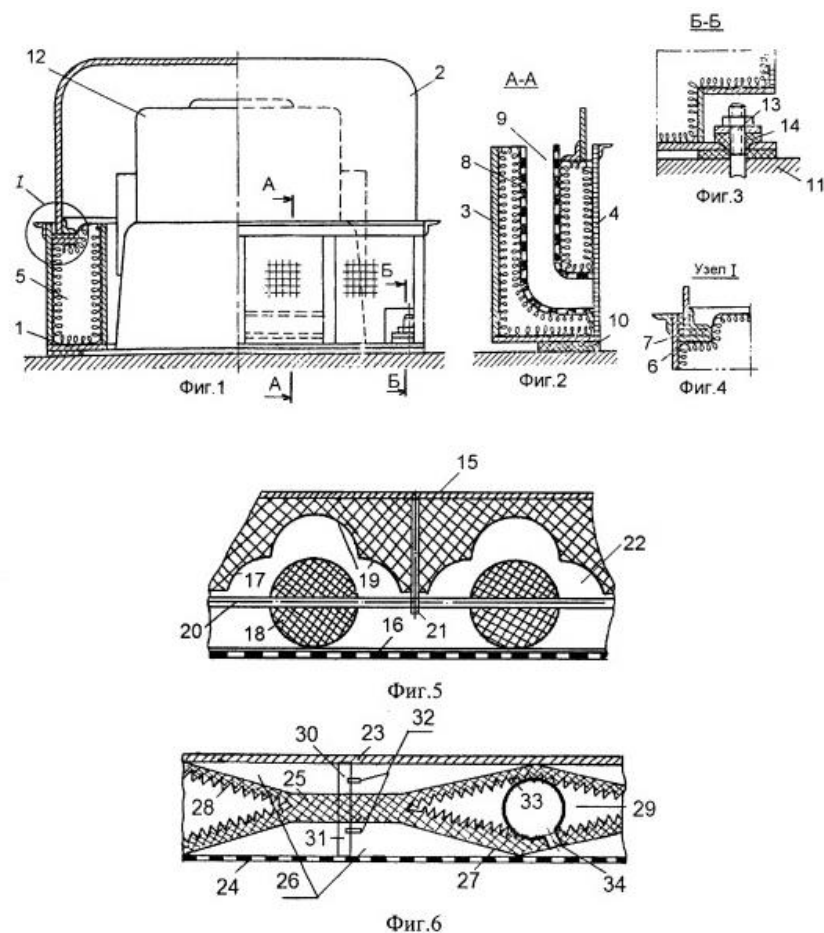
Звукоизолирующее ограждение содержит кожух, выполненный в виде короба, который устанавливается на виброизолирующие опоры. Звукоизолирующий материал установлен между стенками каркаса. Такое конструктивное исполнение приводит к достижению технического результата, заключающегося в повышении эффективности поглощения шума.

Изнутри кожух звукоизолирующего ограждения облицован звукопоглощающим элементом, который отличается тем, что содержит гладкую и перфорированную поверхности и выполнен с резонансными вставками. Звукоизолирующий материал сложной формы располагается между гладкой и перфорированной поверхностью, который представляет собой чередование пустотелых и сплошных участков. Пустотелые участки образованы призматическими поверхностями, которые имеют форму сечения в виде параллелограмма, а внутренняя поверхность имеет зубчатую структуру. Ребра призматических поверхностей установлены на гладкой и перфорированной поверхности, а вершины зубьев обращены внутрь призматических поверхностей. Пустотелые участки призматических поверхностей заполнены звукопоглотителем.

Между сплошными участками и гладкой поверхностью звукоизолирующего материала, также между сплошными участками и

перфорированной поверхностью установлены резонансные пластины с вставками, которые выполняют функцию горловин резонаторов «Гельмгольца». Кроме того, на внутренней поверхности пустотелых участков установлены дополнительные резонансные вставки. Выполнены они в форме сферических оболочек, внутренняя поверхность соединена вставками с полостями, располагающиеся между сплошными участками и перфорированной поверхностью звукопоглощающего элемента.

Звукопоглощающее ограждение представлено на рисунке 2.



Фигура 1 - общий вид звукоизолирующего ограждения; Фигура 2 - сечение А-А; Фигура 3 - сечение Б-Б; Фигура 4 - узел I; Фигура 5 - шумоизолирующий элемент

Рисунок 2 - Звукопоглощающее ограждение

Звукоизолирующее ограждение изображено на фигуре 1, которое состоит из звукоизолирующей опоры 1, установленного на опоре кожуха 2. Виброизолирующая опора 1 представляет собой короб и расположенный между стенками 3 и 4 звукопоглощающий материал 5. По периметру опоры 1, размещенный между стенками 3 и 4, кожух 2 свободно опирается на полки 6. Тачечные амортизаторы 7 закреплены на полках 6, и выполнены из упругого материала, а именно, мягкой резины. В полости звукопоглощающего материала 5 установлены вентиляционные каналы 9, с помощью сетчатых стенок 8. Стенки выполнены из акустически прозрачного материала в виде сетки или перфорированного листового материала.

Как показано на фигуре 3, установлена виброизолирующая опора 1 на сплошную упругую прокладку 10, представленную в виде губчатой резины, которая крепится к фундаменту 11. На фундамент 11 установлен источник шума, а именно, машина 12, которая закреплена при помощи болтов 13 и резинометаллических шайб 14. Кожух 2 выполнен либо состоящим из шумоизолирующих элементов, которые вписаны в его контур, либо цельным и облицованным изнутри шумоизолирующими элементами.

В кожухе 2 шумоизолирующий элемент 5 содержит гладкую 15 и перфорированную 16 поверхности, и выполнен с резонансными вставками. Между гладкой и перфорированной поверхностью располагается слой звукопоглощающего материала, который, в свою очередь, чередует сплошные 17 и пустотелые 19 участки. Пустотелые 19 участки выполнены в виде призматических поверхностей. Внутренние поверхности параллелограмма имеют зубчатую структуру 20. Полости 18 образованы из гладкой и перфорированной поверхности. Между этими поверхностями расположен звукопоглощающий элемент.

Ребра призматических поверхностей закреплены на гладкой и перфорированной поверхности, а вершины зубьев обращены внутрь. Пустотелые участки 19, образованные призматическими поверхностями, имеют полости 21, которые заполнены монтажной пеной. Между сплошными

участками сложной формы 17 и гладкой поверхностью 15 расположен слой звукопоглощающего элемента. Между сплошными участками 17 и перфорированной поверхностью расположены резонансные вставки 24. А также пластины 22 и 23, которые выполняют функцию горловин резонаторов «Гельмгольца».

«В качестве звукопоглощающего материала первого более жесткого слоя применен материал на основе сплавов, содержащих алюминий» [11].

«Последующее наполнение их гидридом титана или воздухом, с плотностью в пределах от 0,5 до 0,9 кг/м<sup>3</sup>, со следующими прочностными свойствами:

- прочность на сжатие в пределах от 5 до 10 МПа;
- прочность на изгиб в пределах от 10 до 20 МПа» [11].

«В качестве звукопоглощающего материала второго более мягкого слоя применяется:

- минеральная вата на базальтовой основе типа «ROCKWOOL»;
- минеральная вата типа «URSA»;
- базальтовая вата типа П-75;
- стекловата с облицовкой стекловолокном;
- вспененный полимер (полиэтилен или полипропилен)» [11].

«Материал перфорированной поверхности выполнен из твердых декоративных вибродемпфирующих материалов, например, пластика типа «АГАТ». Внутренняя поверхность перфорированной поверхности, обращенная в сторону звукопоглощающей конструкции, облицована акустически прозрачным материалом, например, стеклотканью типа «ЭЗ-100» или полимером типа «ПОВИДЕН»» [11].

«Шумоизолирующий элемент 5 кожуха 2 работает следующим образом: звуковая энергия, пройдя через слой перфорированной поверхности 16 и комбинированный звукопоглощающий слой сложной формы, уменьшается. Так как осуществляется переход звуковой энергии в тепловую (диссипация, рассеивание энергии), то есть, в порах звукопоглотителя,

представляющих собою модель резонаторов "Гельмгольца". Имеют место потери энергии, за счет трения колеблющейся с частотой возбуждения массы воздуха. Который находится в горловине резонатора в стенках самой горловины, имеющей вид разветвленной сети микропор звукопоглотителя. Между гладкой 15 поверхностью и сплошными участками 17 слоя звукопоглощающего материала сложной формы, а также между перфорированной 16 поверхностью и сплошными участками 3 расположены резонансные пластины 22 и 23 с резонансными вставками 24, выполняющими функции горловин резонаторов «Гельмгольца»» [11].

«Резонансные отверстия 10 (вставки), расположенные в резонансных пластинах 22 и 23, выполняют функции горловин резонаторов "Гельмгольца", частотная полоса гашения звуковой энергии которых определяется диаметром и количеством резонансных отверстий 24» [11].

Работа звукоизолирующего ограждения заключается в следующем:

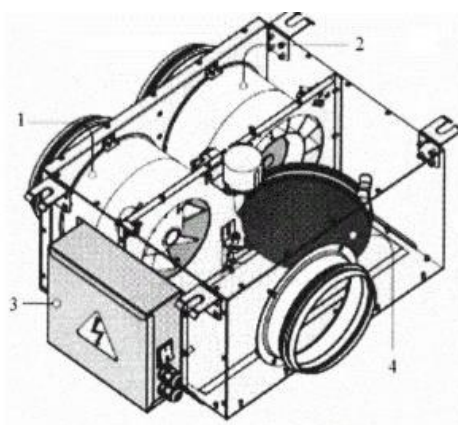
«При работе машины 12 вибрация, и шум воспринимаются виброизолирующей опорой 1. Расположенный между стенками опоры звукопоглощающий материал 5 снижает уровень шума, производимого машиной. При высоких уровнях вибраций фундамента 11 виброизоляция опоры 1 обеспечивается упругой прокладкой 10 и центрирующими резинометаллическими шайбами 14. Снижение вибрации, передаваемой от опоры 1 кожуху 2, происходит за счет поглощения энергии звукопоглощающим материалом 5 и точечными амортизаторами 7. Переход звуковой энергии в тепловую (диссипация, рассеивание энергии) происходит в порах звукопоглотителя, представляющих собой модель резонаторов "Гельмгольца". Потери энергии происходят за счет трения колеблющейся с частотой возбуждения массы воздуха, находящегося в горловине резонатора в стенках самой горловины» [11].

## 2.2 Способ работы приточно-вытяжной вентиляционной установки

Конструкция инновационной приточно-вытяжной вентиляционной установки представлена в описании к патенту на изобретение РФ № 2652539. Изобретение предназначено для осуществления приточно-вытяжной вентиляции небольших помещений при ограниченном пространстве для монтажа, а именно, вентиляции и кондиционировании воздуха на объектах промышленного, жилого и общественно-административного назначения.

«Приточно-вытяжная вентиляционная установка, состоит из корпуса, одного приточного и одного вытяжного вентилятора, заслонки с электроприводом и блока управления. В корпусе имеются приточный канал и вытяжной канал для приточного воздуха и вытяжного воздуха к соответствующим зонам входа воздуха в установку и выхода воздуха из установки. При помощи датчиков, распределенных по внутренней поверхности установки, и блока управления, осуществляют контроль и работу установки» [12].

Приточно-вытяжная вентиляционная установка представлена на рисунке 3.



1 - приточный вентилятор; 2 - вытяжной вентилятор;  
3 - блок управления; 4 - заслонка с электроприводом

Рисунок 3 - Приточно-вытяжная вентиляционная установка



Существует два режима, при которых работает установка:

- режим «приток»,
- режим «вытяжка».

С помощью приточного вентилятора, происходит приток воздуха в режиме «приток». В режиме «притока» отключен вытяжной вентилятор, а заслонка перекрывает вытяжной канал.

С помощью вытяжного вентилятора происходит вытяжка воздуха в режиме «вытяжка». При этом приточный вентилятор выключен, а заслонка перекрывает приточный канал. При работе установки в режиме «вытяжка» с помощью датчика происходит контроль уровня заданных параметров в помещении, который задается блоком управления.

При понижении уровня параметра ниже установленного блоком управления, осуществляется автоматический перевод устройства из режима «вытяжка» в режим «приток». Таким образом, автоматизируется процесс вентиляции.

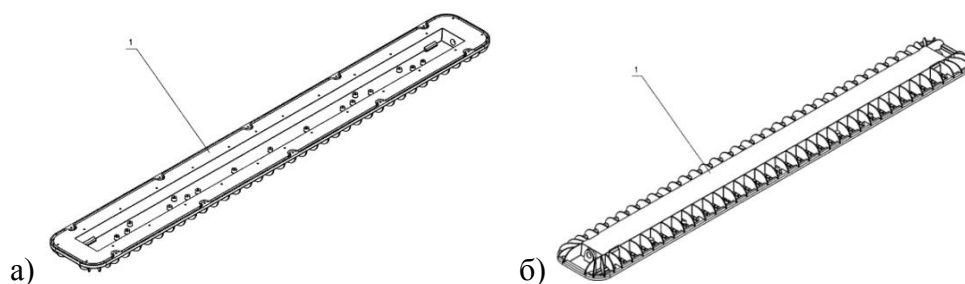
### **2.3 Светодиодный светильник промышленный**

Конструкция инновационного светодиодного промышленного светильника представлена в описании к патенту на изобретение РФ № 2622285. Изобретение относится к осветительным устройствам для неподвижных установок, в которых используются полупроводниковые точечные источники света, светодиоды, располагающиеся полосой или в ряд, а также относится к области светотехники.

Используются светодиодные промышленные светильники для освещения промышленных цехов, складов, открытых и закрытых стоянок, крупных коридоров, подвальных помещений, а также для освещения объектов, где необходим повышенный уровень защиты от внешних воздействий пыли и влаги.

Состоит светодиодный промышленный светильник из корпуса-радиатора, который изготовлен из теплопроводного полимерного композита, источника питания, светодиодных моделей и плафона.

Светодиодный светильник промышленный показан на рисунке 4.



а) вид сверху; б) вид снизу

Рисунок 4 - Светодиодный светильник промышленный

«Достоинствами светодиодного промышленного светильника являются:

- повышение надежности;
- снижение материалоемкости;
- упрощение конструкции, снижение трудоемкости изготовления;
- снижение стоимости и расходов на монтаж и эксплуатацию» [13].

«Компоновка основных элементов светильника, при которой размещение светодиодных плат выполнено по краям поверхности плафона. Источники питания размещены в центральной открытой поверхности разъема корпуса, а теплопроводящие продольные и поперечные ребра выполнены непосредственно у мест излучения тепла, а именно, по краям корпуса напротив мест установки светодиодных модулей. Кабельные вводы располагаются по передней и задней частям корпуса, что позволяет «спрятать» их в пределах габаритов светильника и уменьшить габариты светильника в местах эксплуатации. А также исключить выступающие части,

кроме того, при необходимости, это позволяет проложить силовой кабель, питающий группу светильников, внутри светильника по центральной нише источников питания. Для крепления светильника предусмотрены П-образные скобы, монтируемые по соответствующим углублениям, выполненные по наружной боковой поверхности центральной ниши корпуса, что позволяет производить быстрый монтаж и демонтаж светильника» [13].

## **2.4 Респиратор, содержащий контрастный слой**

Конструкция инновационного респиратора, содержащего контрастный слой, представлена в описании к патенту на изобретение РФ № 2669747.

«Фильтрующая лицевая респираторная маска, содержащая основу маски и систему крепления, прикрепленную к основе маски. При этом основа маски содержит:

- наружное покрывное полотно;
- внутреннее покрывное полотно;
- фильтрующий слой, расположенный между наружным и внутренним покрывным полотном;
- контрастный слой, расположенный между наружным и внутренним покрывным полотном, покрывающий носовые пазухи» [14].

Респиратор, содержащий контрастный слой показан на рисунке 5.



Рисунок 5 - Респиратор, содержащий контрастный слой

Для формирования контрастной области основы маски, часть контрастного слоя выполнена видимой с наружной поверхности наружного покровного полотна. Фильтрующий слой выполнен с другой стороны наружной поверхности наружного покровного полотна.

Через верхний сегмент периметра основы маски часть внутреннего покровного полотна сложена поверх части наружной поверхности наружного покровного полотна. Через часть внутреннего покровного полотна, которая является самым наружным слоем основы маски, виден контрастный слой. Часть, покрывающая носовые пазухи, не содержит фильтрующего слоя.

Основа маски дополнительно состоит из верхней и нижней части, при этом, нижняя часть отделена от верхней при помощи разделительной линии. Область, покрывающая носовые пазухи, располагается в верхней части основы маски. Между наружным и внутренним покровным полотном, содержится дополнительный барьерный слой.

Контрастная область снабжена скрепной частью, в которой фильтрующий слой прикреплен к наружному покровному полотну. В скрепной части, часть контрастного слоя видна через наружное покровное полотно. Также в скрепной части контрастной области основы маски, дополнительно содержится индицирующий элемент. Располагается контрастный слой между наружным покровным полотном и фильтрующим слоем.

Прикрепленный к основе маски, в непосредственной близости к верхнему сегменту периметра основы маски, дополнительно содержится носовой зажим. Основа маски, расположенная в непосредственной близости к покрывающей области носовые пазухи, содержит дополнительно основную фильтрующую область.

«При этом контрастный слой содержит наружную поверхность, площадь которого должна быть не менее 10% площади наружной поверхности основы маски, а площадь наружной поверхности контрастного слоя должна быть менее 50% площади наружной поверхности маски» [14].

«Способ изготовления респиратора, состоит из этапов:

- формирования основы маски респиратора;
- сложения части внутреннего покровного полотна через верхний сегмент периметра основы маски, и через часть наружной поверхности наружного покровного полотна. Часть внутреннего покровного полотна становится самым наружным слоем основы маски в покрывающей носовые пазухи области основы маски» [14].

Вывод ко второй главе: в данной главе проанализированы инновационные средства и методы защиты для обеспечения безопасности работников предприятия ООО «ПТК «Электросталь»», а именно, рассмотрена конструкция звукоизолирующего ограждения, с указанием способа работы и внешнего вида. Изучен способ работы приточно-вытяжной вентиляционной установки. Рассмотрена конструкция светодиодных промышленных светильников. А также подробно изучено описание конструкции респиратора, содержащий контрастный слой.

## **Глава 3 Разработка усовершенствованных средств и методов защиты для обеспечения безопасности работников предприятия ООО «ПТК «Электросталь»»**

### **3.1 Анализ имеющихся средств и мероприятий по обеспечению безопасности работников в ООО «ПТК «Электросталь»», выявление недостатков**

На предприятии ООО «ПТК «Электросталь» преобладает достаточно высокий уровень автоматизации. В процессе работы на оборудовании сокращается время изготовления деталей, увеличивается качество продукции, а человеческий фактор снижается к минимуму.

Однако, работники предприятия все же подвержены неблагоприятным воздействиям в процессе работы. Таким образом, необходимо проанализировать имеющиеся средства и организационно-технические мероприятия на предприятии, а также выявить имеющиеся недостатки.

В процессе работы работники должны быть защищены от воздействия опасных и вредных производственных факторов. Факторы не должны превышать предельно допустимые нормы и санитарно-технические правила. Благодаря этим нормам и правилам создаются условия труда, благоприятные для работы.

Так, для благоприятной работы операторов необходимо обеспечить оптимальные условия труда, такие как: работа при допустимых уровнях шума, вибрации, запыленности и освещения.

Рабочий процесс начинается с разгрузки и приемки заготовок в складском помещении. Масса среднего поддона со штучными заготовками составляет примерно 500 кг. Поэтому, для устранения производственных травм, по разгрузке и приемке заготовок, необходимо соблюдать правила безопасности при перемещении грузов большой массы.

«Перемещение грузов на предприятии должно выполняться в соответствии с требованиями Приказа Минтруда России от 17.09.2014 № 642 «Об утверждении Правил по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов»» [15].

«К выполнению работ допускаются подсобные работники, которые не имеют противопоказаний для подобного вида работ, прошедшие инструктаж и стажировку на рабочем месте» [15].

Разгрузку заготовок осуществляет подсобный рабочий, а приемку заготовок проводит начальник склада. Разгрузку поддонов с заготовками осуществляют при помощи подъемно-транспортного оборудования. Перед началом работы должно быть проверено наличие и исправность погрузочно-разгрузочных устройств, грузозахватных приспособлений и инструментов.

При выполнении операций по разгрузке и приемке заготовок с применением транспортных механизмов, может оказываться негативное воздействие на работников, за счет наличия опасных передвижных частей. Ответственность за процесс работы несет начальник склада, который следит за ходом работы и правильностью выполнения процесса.

«Согласно Приказу Минтруда России от 17.09.2014 № 642 «Об утверждении Правил по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов», существуют следующие опасные и вредные производственные факторы по разгрузке и приемке заготовок:

- движущие машины и механизмы;
- неустойчиво зафиксированные грузы;
- острые кромки и заусенцы поверхности тары;
- недостаточная освещенность;
- повышенная запыленность;
- физические перегрузки» [15].

Движущие машины и механизмы вызывают риск телесных повреждений. Острые кромки и заусенцы травмируют руки и пальцы.

Неустойчиво зафиксированные грузы могут быть следствием падения, что может привести к травмам в процессе работы.

Недостаток освещения на рабочем месте может привести не только к заболеванию глаз, но и к болезням нервной системы, расстройствам психики.

«При перемещении грузов на предприятии, средства защиты работающих от воздействия опасных и вредных производственных факторов должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.011-89» [16].

Перечень средств индивидуальной защиты, фактически выданных, по разгрузке и приемке заготовок, представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень средств индивидуальной защиты, фактически выданных, по разгрузке и приемке заготовок

Средства защиты от ОВПФ	Нормы выдачи	ГОСТ	Выполнение
Комбинезон хлопчатобумажный	1 шт.	ГОСТ12.4.110-82	Соответствует
Ботинки кожаные	1 пара	ГОСТР12.4.013-97	Соответствует
Рукавицы хлопчатобумажные	10 пар	ГОСТ12.4.010-89	Соответствует
Каска	до износа	ТУ 400-28-126-76	Соответствует

Среди фактически выданных средств индивидуальной защиты отсутствуют: комбинезон с капюшоном из пыленепроницаемой ткани, рукавицы брезентовые, рукавицы с подкладками и респиратор.

Представленные средства индивидуальной защиты не обеспечивают подсобным работникам по разгрузке и приемке заготовок, в должной мере безопасные условия труда в процессе работы. Ответственность за обеспечение работников средствами индивидуальной защиты несет работодатель.

Также, помимо штучных заготовок, на участок термической обработки поступают заготовки типа прокат. «Термическая обработка металлов - это процесс тепловой обработки металлических изделий, целью которой является изменение структуры и механических свойств обрабатываемых изделий» [17].



Помещение для термической обработки соответствует действующим санитарно-гигиеническим требованиям. Помещение оснащено аптечками с необходимыми медикаментами для оказания первой медицинской помощи.

К работе допускаются термисты-операторы, прошедшие подготовку, обучение и получили специальные удостоверения.

На участке термической обработки термисты-операторы режут заготовки типа прокат на штучные заготовки при помощи электрических термических печей.

«Конструкция электрических печей должна быть идеально герметична. При наличии в электрических печах зон с высокой температурой в них помимо обычных конструкционных и электротехнических материалов, применяют также специфические материалы, способные работать при этой температуре и обладающие необходимыми для этого свойствами. К ним относятся огнеупорные и теплоизоляционные материалы, а также материалы для нагревательных элементов» [17].

«При термической обработке металлов на термистов-операторов действуют следующие опасные и вредные производственные факторы:

- неблагоприятный микроклимат рабочей зоны;
- повышенная температура поверхностей и материалов;
- поражение электрическим током;
- повреждение кожных покровов;
- искры и брызги расплавленного металла;
- взрывоопасность;
- тяжесть и напряженность труда» [17].

В рабочей среде величины параметров микроклимата, такие как: температура, скорость движения и влажность воздуха, изменяются в диапазоне: от 15 °С до 30 °С. Это является частой причиной неблагоприятных условий труда. Продолжительное влияние подобных неблагоприятных условий, может привести к резкому ухудшению состояния рабочего, а

именно, к различным заболеваниям, вследствие чего снижается производительность труда.

«Помимо этого, источниками опасности могут быть незащищенные и неизолированные электропровода, поврежденные электродвигатели, открытые коммутаторы, незаземленное оборудование. При коротком замыкании может произойти возгорание. Электрические опасности могут привести к травмам или смерти от поражения электрическим током, причиной этого являются:

- соприкосновение человека с токоведущими деталями, которые находятся под напряжением (прямое прикосновение);
- части, которые в неисправном состоянии находятся под напряжением, особенно при повреждении или пробое изоляции (косвенное прикосновение);
- приближение человека к токоведущим частям, особенно в зоне высокого напряжения;
- изоляция, которая не подходит для предполагаемых условий применения;
- электростатические процессы, как, например, при соприкосновении человека с заряженными деталями;
- термическое излучение или процессы, как, например, выброс расплавленных частей, химические процессы при коротких замыканиях, перегрузках» [18].

«Ожоги можно получить при прикосновении к горячим изделиям или частям печи. Носителями таких опасностей являются горячий трубопровод и крышки котлов. Термические опасности могут иметь следующие последствия:

- сгорание и ошпаривание из-за прикосновения предмета или материала с экстремальными температурами, вызванными пламенем или взрывом, а также излучением источников тепла;

- нанесение вреда здоровью оператора из-за смены тепло/холод в рабочей зоне» [18].

При подготовке изделий к термической обработке и при непосредственном проведении термической обработки, рабочие должны быть изолированы от токсического воздействия на них, а именно, оснащены специальными средствами индивидуальной защиты.

Перечень средств индивидуальной защиты, фактически выданных, при термической обработке металлов представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Перечень средств индивидуальной защиты, фактически выданных, при термической обработке металлов

Средства защиты от ОВПФ	Нормы выдачи	ГОСТ	Выполнение
Комбинезон хлопчатобумажный с огнезащитной пропиткой	1 шт.	ГОСТ12.4.110-82	Соответствует
Ботинки кожаные с металлическим носком	1 пара	ГОСТР12.4.013-97	Соответствует
Рукавицы брезентовые	10 пар	ГОСТ12.4.010-89	Соответствует
Респираторы	30 шт.	ГОСТ 17269-71	Соответствует
Очки защитные	до износа	ГОСТ 12.4.013-85	Соответствует

Среди фактически выданных средств индивидуальной защиты отсутствуют: защитная каска, противогаз и дерматологические средства.

Представленные средства индивидуальной защиты не обеспечивают термистам-операторам при термической обработке, в должной мере безопасные условия труда в процессе работы. Ответственность за обеспечение средств индивидуальной защиты, при термической обработке металлов, несет работодатель.

Затем заготовки отправляются на участок механической обработки, который располагается в операторном помещении. «Механическая обработка металлов представляет собой обработку изделий из стали с помощью механического воздействия с применением резца, фрезы, сверла или другого режущего инструмента» [19].

Участок механической обработки оснащен вертикально-фрезерными центрами, шлифовально-полировочными и ленточно-шлифовальными станками.

«К выполнению работ, допускаются операторы не моложе 18 лет, имеющие профессиональные навыки, прошедшие обучение безопасным методам и приемам ведения таких работ и получившие соответствующие удостоверения» [19].

В данном случае, важно предусмотреть исправность оборудования и инструмента, проверить их работоспособность. Крепления инструмента и заготовки, независимо от размера, надежно установлены.

Установку инструмента, заготовки и приспособлений на станок и снятие их со станка, а также замеры заготовок измерительным инструментом производят после останова движущихся частей оборудования. Установка и снятие заготовок во время работы допускаются.

Согласно НПАОП 28.5-1.34-90, «на участке механической обработки металла на оператора действуют следующие негативные факторы:

- подвижные части производственного оборудования;
- движущиеся механизмы;
- острые кромки и заусенцы на краях изделий;
- падение инструмента и приспособлений;
- повышенный уровень шума;
- повышенный уровень вибрации;
- повышенное напряжение в электрической цепи;
- отсутствие или недостаток естественного освещения;
- взрывоопасность;
- физические перегрузки» [20].

Движущиеся части производственного оборудования, передвигающиеся изделия и заготовки, являются опасными источниками, вызывающими травмы рук и пальцев.

«При обработке металлов на высоких скоростях резания, стружка от станка разлетается на расстояние примерно от 3 до 5 м. Металлическая стружка, имеющая повышенную температуру, оказывает высокую опасность для работников. В результате обжигается лицо и руки, при отсутствии средств индивидуальной защиты, а острые кромки и заусенцы повреждают кожные покровы» [21].

На производственном предприятии повреждение глаз наиболее частое явление. В процессе работы оператор может быть травмирован фрезой, приспособлением для крепления детали и соответственно самой деталью. Основным источником опасности являются дисковые и торцовые фрезы без ограждений, так как может произойти вылет вставных ножей, а из-за недостаточной силы крепления, может произойти, вырыв заготовки. Так, повреждение глаз от общего числа производственных травм, в процессе токарной обработки составило 55 %, при фрезеровании - 15 %.

Случаи травматизма работников при механической обработке на металлообрабатывающем станке представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Случаи травматизма работников при механической обработке на металлообрабатывающем станке

Наименование травматизма	Количество случаев, %
«Травмы пальцев или кисти рук вследствие захвата вращающимся инструментом» [22]	65
«Травмы глаз от отлетающей стружки» [22]	20
«Травмы рук или ног при наладке станка, остановке и снятии обрабатываемой детали, креплении и снятии инструмента» [22]	10
«Травмы тела работающего деталью, вырвавшейся из крепления при обработке» [22]	5
«Травмы пальцев рук при уборке стружки» [22]	3
Другие случаи травм	1

У операторов нередко возникают заболевания кожных покровов. Возникают они при использовании смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и эмульсий, соединений никеля, хрома и кобальта. Самыми

распространенными заболеваниями являются экземы и дерматиты. Смазочно-охлаждающие жидкости могут наносить большой вред организму рабочего, при попадании их на открытые участки кожи, при вдыхании масляного тумана, при длительном нахождении в одежде, которая пропитана жидкостью. Взаимодействие кожи с СОЖ, вызывает острые и хронические кожные заболевания, а именно, масляные угри.

Источником шума на участке металлорежущего оборудования являются приводы, режущие инструменты, электродвигатели и пневматические системы. Износ оборудования, точность монтажа его отдельных деталей и узлов оказывают влияние на уровень шума. «Основным источником шума при обработке металлов резанием являются выхлопы сжатого воздуха из различных зажимных приспособлений. Шум превышает примерно на 10 дБА допустимую величину. Высокий уровень шума влияет на органы слуха работников, на сердечнососудистую систему, влияет на психику, а также снижается иммунитет» [23].

Помимо этого, производственный шум способен вызывать глухоту и тугоухость, а происходит это вследствие влияния на организм человека высокочастотного шума. Кроме того, не редко возникает звуковая травма от воздействия интенсивного импульсного шума. «Комплекс симптомов, таких как: головная боль, нарушение желудочно-кишечного тракта, сердцебиение, раздражительность, утомляемость и нарушение функций системы крови, приводят к «шумовой болезни»» [24].

Воздействие шума на работников в производственном цехе представлено в таблице 10.

Таблица 10 - Воздействие шума на работников в производственном цехе

Показатели	«Эквивалентный уровень звука, дБ» [24]						
	80	90	90	100	100	110	110
«Стаж работы, лет» [24]	5	10	15	10	15	10	15
«Доля больных тугоухостью, %» [24]	0	8	16	33	48	62	74

Уровень шума, исходящий от оборудования в производственном помещении, представлен в таблице 11.

Таблица 11 - Уровень шума, исходящий от оборудования в производственном помещении

Оборудование	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц								Уровень звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Фрезерный центр	78±4	90±5	84±4	85±5	85±6	94±5	80±5	80±5	90
Вертикально-фрезерный центр	82±3	88±3	85±3	87±3	87±3	86±3	86±4	84±4	92
Шлифовально-полировочный центр	84±4	85±4	87±4	94±1	97±0	94±1	88±4	86±4	102
Ленточно-шлифовальный центр	81±3	87±3	83±7	86±3	89±4	90±3	90±3	84±4	95

Наиболее высокий уровень звука зарегистрирован на вертикально-фрезерном, шлифовально-полировочном и ленточно-шлифовальном центрах.

«Вибрационные колебания на металлорежущих станках возникают при проявлении погрешности элементов, неуравновешенности станка и неравномерности припуска заготовки на обработку. Также импульсные возмущения могут быть связаны с разгоном станка, торможением, врезанием и выходом инструмента. Внешние колебания проходят через опоры или фундамент. А колебания внутри станка связаны с природой резания и трения. Всё это приводит к перемещению инструмента и заготовки в том направлении, которые не были заданы технологическим процессом, нарушается геометрия инструмента, и инструменты режима резания также отклоняются от заданных параметров. Вибрация при длительном воздействии на организм, оказывает неблагоприятное влияние, при которой появляются сильнейшее утомление, снижение производительности труда, рост заболеваемости, и образование профессиональной патологии - вибрационной болезни» [25].

Электрические поля промышленной частоты, за счет токоведущих частей действующих электроустановок, могут вызвать у оператора нарушение функционального состояния нервной и сердечнососудистой систем. А выражается это: в снижении качества выполняемых операций, быстрой утомляемости, недомоганиях в области сердца, а также в изменении кровяного давления и пульса.

Важно организовать рабочее место так, чтобы освещение было комфортным. «Недостаточная освещенность оказывает неблагоприятное влияние на организм оператора, а именно, приводит к быстрой утомляемости, возникают головные боли и ухудшение органов зрения» [26]

Таким образом, оператор быстро устает, тем самым, снижается производительность труда и возрастает вероятность ошибочного действия в процессе работы. Следовательно, перед началом обработки металла, механическим способом, необходимо обеспечить оператора специальными средствами индивидуальной защиты.

Перечень средств индивидуальной защиты, фактически выданных, при механической обработке металлов представлены в таблице 12.

Таблица 12 - Перечень средств индивидуальной защиты, фактически выданных, при механической обработке металлов

Средства защиты от ОВПФ	Нормы выдачи	ГОСТ	Выполнение
Комбинезон хлопчатобумажный	1 шт.	ГОСТ12.4.110-82	Соответствует
Ботинки кожаные с металлическим носком	1 пара	ГОСТР12.4.013-97	Соответствует
Рукавицы хлопчатобумажные	10 пар	ГОСТ12.4.010-89	Соответствует

Среди фактически выданных средств индивидуальной защиты отсутствуют: защитные очки, защитная каска, наушники и респиратор.

Представленные средства индивидуальной защиты не обеспечивают операторам при механической обработке, в должной мере безопасные



условия труда в процессе работы. Ответственность за обеспечение средств индивидуальной защиты, при механической обработке металлов, несет работодатель.

Затем заготовку отправляют на участок полировки, данный процесс называется, отделочной обработкой. На поверхности изделия в результате механической обработки образуется система рисок. Высота микронеровностей зависит от вида механической обработки. «Для достижения более чистой обработки применяется финишная обработка, которая состоит из трех этапов:

- шлифовка - это операция, которая позволяет удалять структуру рисок, оставшаяся после механической обработки;
- доводка - это операция, которая приводит геометрию поверхности к требованиям чертежа;
- полировка - это операция, которая позволяет получить зеркальный блеск поверхности» [27].

Шлифовка осуществляется при помощи шлифовальных станков, а полировка проводится на полировальных станках с быстродвижущимися кругами из войлока, на поверхность которого наносится полировочная паста.

Оборудование перед началом работы полностью проходит проверку. Шлифовальный круг перед установкой на станок должен быть осмотрен, во избежание трещин. Крепление деталей происходит при помощи специальных прижимных планок.

К работе допускаются работники, прошедшие обучение, вводный и первичный инструктажи на рабочем месте, а также медицинское освидетельствование.

«В процессе работы на участке полировки на рабочего влияют следующие опасные и вредные производственные факторы:

- вибрация малой амплитуды;
- абразивная пыль и аэрозоли смазочно-охлаждающей жидкости;
- зрительная нагрузка» [27].

Систематическое воздействие общей вибрации в резонансной или около резонансной зоне может стать причиной вибрационной болезни. Проявляется это в стойких нарушениях физиологических функций организма и оказывает сильнейшее воздействие на центральную нервную систему.

Результат воздействия вибрации на организм человека показан в таблице 13.

Таблица 13 - Результат воздействия вибрации на организм человека

	Функциональное состояние	Физическое
Результат воздействия	Утомляемость	Нервные заболевания
	Нарушение вестибулярной реакции	Поражение мышечных тканей суставов
	Увеличение зрительных реакций	Нарушение функций опорно-двигательного аппарата
«Последствие воздействия на организм» [27]		
«Снижение производительности труда и качества работы» [27]		«Возникновение профессиональных заболеваний. Виброблезнь» [27]

Доля больных вибрационной болезнью, в зависимости от профессии представлено в таблице 14.

Таблица 14 - Доля больных вибрационной болезнью, в зависимости от профессии

Профессия	Стаж работы, лет				
	5	10	15	20	25
Оператор	3	5	11	45	66
Полировщик	3	6	16	48	69
Шлифовщик	1	2	10	32	54

Степени вибрационной болезни показаны в таблице 15.

Таблица 15 - Степени вибрационной болезни

Степень вибрационной болезни	Признаки болезни
Начальная	«Болезнь протекает бессимптомно. Жалобы на боль в руках, онемение рук» [28]

Продолжение таблицы 15

Степень умеренно выраженных изменений	«Боль в руках имеет стойкий характер. Изменения тонуса крупных сосудов и капилляров. Болезнь тяжело поддается лечению» [28]
Степень выраженных изменений	«Приступы становятся постоянными. Сосудистые, трофические расстройства сильно выражены» [28]

В результате длительного статического напряжения мышц и однотипного движения, у рабочего развивается выраженное расширение вен на ногах.

Наличие на участке горючих веществ, источников воспламенения и окислителей может привести к пожару. «Основными источниками пожара являются электрические дуги, искры и перегретые поверхности. В процессе работы электродвигатели могут перегреваться, а токоведущие кабели плавятся» [29].

Также, еще одним опасным источником является пыль. Источником возникновения пыли выступают шлифовально-заточные операции. «В процессе работы на шлифовальных станках образуется высокодисперсная пыль от 0,5 до 3 мкм. В состав пыли входят частицы абразивного (электрокорунд и карбид кремния) и связывающего материала (силикатная, керамическая и другие связки)» [30].

Концентрация пыли, при отделочной обработке на шлифовальном оборудовании, представлена в таблице 16.

Таблица 16 - Концентрация пыли при отделочной обработке на шлифовальном оборудовании

Обрабатываемый материал	Характер обработки	Режущий инструмент	Содержание пыли, мг/м <sup>3</sup>
Латунь ЛС 59	Точение	Резец упорный, проходной	15
Бронза ОЦН 6-6-3	Точение	Резец проходной	25
Серый чугун СЧ 32	Точение	Резец проходной и проточной	15-165
Серый чугун СЧ 32	Фрезерование	Торцовая фреза	10-110
Серый чугун СЧ 32	Сверление	Спиральные сверла	10-15

Продолжение таблицы 16

Текстолит	Точение	Резец упорный, проходной	40-105
Текстолит	Фрезерование	Торцевая фреза	180-250
Медь и слюда	Точение коллекторов	Специальный многолезвийный резец	110-200

Продолжительное вдыхание пыли может привести к развитию хронического пылевого бронхита и пневмокониозов.

Также пылевые частицы обрабатываемого материала и частицы абразива оказывают отрицательное воздействие на глаза. Повреждение глаз от заточки инструмента и шлифования составляет 8 %.

Перед началом полировки рабочее место должно быть освещено должным образом, так, чтобы освещения было достаточно, и свет не слепил в глаза. Так как, недостаток освещения на рабочем месте и блики, могут привести к травмам в процессе работы. Образовавшаяся пыль ухудшает видимость и уменьшает обзор. А чрезмерная яркость металлических деталей на рабочем месте, ослабляет комфортные условия для зрения и ухудшает контрастную чувствительность.

Перечень средств индивидуальной защиты, фактически выданных, при отделочной обработке металлов представлен в таблице 17.

Таблица 17 - Перечень средств индивидуальной защиты, фактически выданных, при отделочной обработке металлов

Средства защиты от ОВПФ	Нормы выдачи	ГОСТ	Выполнение
Комбинезон хлопчатобумажный	1 шт.	ГОСТ12.4.110-82	Соответствует
Ботинки юфтевые	1 пара	ГОСТР12.4.013-97	Соответствует
Рукавицы хлопчатобумажные	10 пар	ГОСТ12.4.010-89	Соответствует
Респираторы	30 шт.	ГОСТ 17269-71	Соответствует
Очки защитные	до износа	ГОСТ 12.4.013-85	Соответствует

Среди фактически выданных средств индивидуальной защиты отсутствуют: защитная каска и наушники. Защитная маска с фильтрами заменена респиратором, лицевой щиток - защитными очками, а защитные перчатки с нитрилом на обычные хлопчатобумажные рукавицы.

Представленные средства индивидуальной защиты не обеспечивают операторам при отделочной обработке, в должной мере безопасные условия труда в процессе работы. Ответственность за обеспечение средств индивидуальной защиты, при отделочной обработке металлов, несет работодатель.

В процессе выполнения операций на готовой лопатке остаются металлическая пыль, мелкая стружка, эмульсия и минеральные масла. Перед отправкой готового изделия на склад, все эти загрязнения должны быть удалены. Процесс мойки и очистки деталей осуществляет промышленная моечная установка для деталей.

Затем лопатку проверяют, проводят определенные испытания при помощи измерительных средств, в результате чего, выдается сертификат качества. Далее готовые лопатки упаковывают и укладывают в специальную тару для транспортировки.

Итоговый анализ существующих опасных и вредных факторов на производстве, а также их предельно допустимые значения представлены в таблице 18.

Таблица 18 - Итоговый анализ опасных и вредных факторов на производстве

Фактор	Источник	Нормальные значения	Нормативный документ
Фактор физического происхождения			
Температура	Окружающая среда	От 15 до 17 °С	СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
Относительная влажность	Окружающая среда	«Не более 70 %» [31]	СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату помещений»

Продолжение таблицы 18

Скорость движения воздуха на рабочем месте	«Технологическое оборудование и окружающая среда» [31]	«Не более 0,4 м/с» [31]	СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
Падение твердых объектов на работников	Перемещаемые грузы большой массы	-	«Приказ Минтруда России от 17.09.2014 №642н «Об утверждении Правил по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов»» [31]
Падение на рабочую поверхность	Разлитые смазочные вещества (масло)	-	СП 29.13330.2011 Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88
Колющие, режущие, обдирающие части твердых материалов	Острые кромки режущего инструмента, стружка, заусенцы на заготовках	-	Инструкция по охране труда при работе на металлорежущем оборудовании
Движущие твердые объекты	Подвижные части производственного оборудования	-	Инструкция по охране труда при работе на металлорежущем оборудовании
Объекты с чрезмерно высокой температурой	Термообработка штучных заготовок из проката	-	«ПОТ Р М-005-97 «Межотраслевые правила по охране труда при термической обработке металлов»» [31]
Тепловое излучение	Электропечь при термической обработке заготовок	Не более 140 Вт/кв.м (не более 25% тела подвергается облучению)	СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
Загрязнение рабочей среды в зоне дыхания	Полировка лопаток при помощи абразивных элементов и кругов	Не более 6 мг/м <sup>3</sup> за смену	«ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны»» [31]
Повышенный уровень шума	Технологическое оборудование	Не более 80 дБА	«СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах в помещениях жилых, общественных зданиях и на территории жилой застройки»» [31]
Отраженный блеск	Поверхность пера лопатки с низкой шершавостью	Яркость бликов не более 40 кд/м <sup>2</sup>	СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение»

Продолжение таблицы 18

Повышенный уровень общей вибрации	Оборудование для механической обработки	«Для среднегеометрической частоты октавной полосы 10 Гц: вибрационная скорость не более 87 дБ, ускорение не более 97 дБ» [32]	СНиП 2.2.4/2.1.8.566-96.2.2.4 Физические факторы производственной среды
Повышенный уровень локальной вибрации	Полировка лопаток	«Для среднегеометрической частоты октавной полосы: вибрационная скорость не более 109 дБ, ускорение не более 135 дБ» [32]	СНиП 2.2.4/2.1.8.566-96.2.2.4 Физические факторы производственной среды
Электрический ток	Технологическое оборудование	-	ПУЭ 7
Факторы психофизического воздействия			
Рабочая поза	Постоянная сидячая поза при полировке лопаток	-	«ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»» [32]
Монотонные рабочие движения	Полировка лопаток	До 20 тыс. монотонных движений за смену	Приложение №20 к Методике проведения специальной оценке условий труда, утвержденной приказом Министерства труда и социальной защиты РФ

Таким образом, на рабочих местах, необходимо выполнять все требования норм и правил, для обеспечения безопасности в процессе выполнения работы.

### 3.2 Разработка организационно-технических мероприятий по повышению безопасности работников ООО "ПТК "Электросталь""

Как описывалось выше, на производственном предприятии ООО "ПТК "Электросталь"" выявлено достаточно большое количество опасных и вредных производственных факторов, которые в свою очередь, оказывают неблагоприятное воздействие на организм работников, приводят к профессиональным заболеваниям и травматизму в процессе работы. Таким образом, необходимо разработать организационно-технические мероприятия по повышению безопасности работников на производственном предприятии.

Организационно-технические мероприятия по повышению безопасности на производственном предприятии на отдельно взятых участках, а именно: складском помещении, участке термической, механической и отделочной обработок, представлены в таблице 19.

Таблица 19 - Организационно-технические мероприятия по повышению безопасности на производственном предприятии на отдельно взятых участках, а именно: складское помещение, участок термической, механической и отделочной обработки

Наименование рабочего места	Цель мероприятия	Наименование мероприятия
Складское помещение	«Снижение вредного воздействия тяжести» [33]	«Автоматизировать или механизировать рабочий процесс для повышения производительности труда и поддержания высокого уровня работоспособности. Соблюдать режим работы и отдыха» [33]. Использовать для перемещения грузов гидравлический штабелер
Участок термической обработки	«Снижение вредного воздействия неблагоприятного микроклимата, поражения электрическим током» [33]	Учитывая вредное воздействие на организм работника в условиях его воздействия использовать вентиляционную систему, а также средства индивидуальной защиты: диэлектрические перчатки и ботинки, инструменты с изолирующими рукоятками



## Продолжение таблицы 19

Участок механической обработки	«Снижение вредного воздействия шума и вибрации» [33]	Учитывая вредное воздействия шума и вибрации на организм работника в условиях его воздействия использовать ограждающий экран и средства индивидуальной защиты: защитная экипировка против шума (вкладыши, наушники и шлемы), специальные рукавицы с мягкими накладками
Участок отделочной обработки (полировки)	«Снижение вредного воздействия вибрации и запыленности» [33]	Учитывая вредное воздействия вибрации и запыленности на организм работника в условиях его воздействия использовать обеспыливающий кожух, комбинированные амортизаторы и пружины, а также средства индивидуальной защиты: рукавицы с упругодемпфирующими вкладышами, респиратор, содержащий контрастный слой

Представленные выше организационно-технические мероприятия по повышению безопасности направлены на защиту работников при перемещении грузов, повышенном уровне шума, вибрации и запыленности, по электрической безопасности и общего освещения.

### 3.2.1 Разработка мероприятий по перемещению грузов

На производственном предприятии ООО «ПТК «Электросталь» разгрузка и приемка заготовок осуществляется при помощи подсобных рабочих, и при помощи подъемно-транспортного оборудования, а именно, промышленного мостового крана. Ручная разгрузка при помощи подсобных рабочих, занимает большое количество времени и вызывает ряд опасных факторов. В свою очередь, разгрузка при помощи промышленного мостового крана, за счет достаточно габаритного грузоподъемного механизма, создаются опасные условия труда для подсобных рабочих.

Таким образом, предлагается внедрить гидравлический штабелер для размещения поддонов с заготовками в несколько рядов. Удобство гидравлического штабелера заключается в том, что имеет небольшие габариты, а это очень важно при малой площади складского помещения.

Максимальная грузоподъемность составляет от 1,5 до 2 тонн, высота достигает до 3 метров.

Внешний вид гидравлического штабелера представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 - Внешний вид гидравлического штабелера

«Основными составляющими гидравлического штабелера являются:

- рама подъемника с вилами;
- колесные опоры;
- гидравлический узел» [34].

Рама подъемника с вилами изготовлена из высококачественной стали. Колесные опоры оснащены тормозами. Гидравлический узел снабжен ручным специальным сбрасываемым клапаном, вследствие чего опускание груза на вилах становится плавным и точным. Движение к вилам от гидравлического узла идет при помощи цепного привода, так как, для того, чтобы поднять груз на максимальную высоту, необходимо до 50 качаний рычага гидравлического механизма.

### 3.2.2 Разработка мероприятий по снижению уровня шума

Источником шума на производственном предприятии ООО «ПТК «Электросталь»» является технологическое оборудование, электродвигатели и режущие инструменты. Также на уровень шума влияет износ оборудования, точность монтажа отдельных узлов и деталей.

Мероприятиями по снижению уровня шума являются:

- ослабление шума в его источнике;
- устранение причин возникновения шума;
- обеспечение работников средствами защиты от повышенного уровня

шума.

Самым эффективным способом снижения шума, по возможности, выступает замена шумных операций при обработке деталей технологическим оборудованием, на менее шумные или вовсе бесшумные. Но такой метод снижения шума не всегда является возможным.

Следующим методом по снижению уровня шума является возможность усовершенствования конструкции технологического оборудования, использование в конструкции материалов с пониженными акустическими свойствами, а также использование звукоизолирующих свойств в его источнике.

Наиболее повышенный уровень шума исходит от крупногабаритных токарных, фрезерных и шлифовальных станков в процессе обработки деталей. А источниками шума выступают электродвигатель, привод и режущий инструмент. Следовательно, для снижения уровня шума на металлообрабатывающих станках предлагается внедрить конструкцию инновационного звукоизолирующего ограждения, которое описывается в патенте на изобретение РФ № 2659340, закрывая тем самым, электродвигатель.

Особенность конструкции звукоизолирующего ограждения заключается в том, что кожух выполнен в виде короба. Изнутри кожух облицован звукопоглощающим элементом с резонансными вставками. А

также кожух имеет гладкую и перфорированную поверхности. Пустоты между стенками короба заполнены звукопоглощающим материалом.

Устанавливается звукопоглощающее ограждение на виброизолирующие опоры, которые в свою очередь, свободно устанавливаются на полки, размещенные между стенками. Тем самым, на полках закреплены амортизаторы, выполненные из резинового материала. В кожухе предусмотрена вентиляция в виде сетчатых стенок. Виброизолирующая опора прикреплена при помощи болтов и резинометаллических шайб.

Помимо прочего, важным составляющим при борьбе с повышенным уровнем шума является оснащение работников средствами индивидуальной защиты. Средства защиты должны быть подобраны правильно, в зависимости от уровня и спектра шума. Так как уровень шума от металлообрабатывающих станков превышает предельно допустимые нормы, для защиты органов слуха необходимо применение защитной экипировки против шума, а именно, вкладышей, наушников и шлемов.

### **3.2.3 Разработка мероприятий по снижению уровня вибрации**

Применяемое на сегодняшний день оборудование, на производственном предприятии ООО «ПТК «Электросталь»» имеет повышенный уровень вибрации, которая проявляется вследствие неуравновешенности элементов станка. По разгонах и торможениях станка также появляется вибрация. Внутренние колебания связаны с процессом резания или трения, а внешние колебания проходят через опоры или фундамент.

Мероприятиями по снижению вибрации являются:

- ослабление уровня вибрации в его источнике;
- виброизолирующие методы;
- обеспечение работников средствами защиты от повышенного уровня вибрации.

Основными эффективными методами по снижению уровня вибрации выступают замена ударных процессов безударными, использование специальных креплений и повышении точности изготовления деталей.

Виброизоляция заключается в применении в систему дополнительной упругой связи, а именно, установка виброизолирующих опор. Таким образом, предлагается внедрить виброизолирующие опоры, которые представлены на рисунке 7.



Рисунок 7 - Виброизолирующая опора

Виброизолирующие опоры можно регулировать по высоте станка, на неровной поверхности и устанавливаются на основу без фундамента. За счет снижения вибрации увеличивается точность обработки деталей.

Отличительной особенностью виброизолирующий опор является высокая устойчивость к деформационным нагрузкам, а также они сохраняют длительную устойчивость к агрессивным средам производства.

В качестве средств индивидуальной защиты рук от повышенного уровня вибрации выступают использование специальных рукавиц с мягкими наладонниками, с упругодемпфирующими прокладками и вкладышами, а также пластины для обхвата вибрирующих рукояток и деталей. Для защиты

ног от вибраций используют специальную обувь с амортизирующей подошвой, в случае вертикальной вибрации.

### 3.2.4 Разработка мероприятий по снижению запыленности

В рабочей зоне участка полировки расположено оборудование для полировки деталей. В процессе обработки в воздухе образуется большое количество взвесей металлической и абразивной пыли.

Взвесь механической и абразивной пыли на участке полировки и предельное количество теплоты на участке термической обработки удаляется при помощи местной вентиляции. А вредные вещества, пыль и теплота с других участков производственного предприятия удаляется за счет общеобменной вентиляции. Предлагается внедрить систему вентиляции - приточно-вытяжную. Наглядный вид приточно-вытяжной вентиляционной системы, представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 - Наглядный вид приточно-вытяжной вентиляционной системы

Приточно-вытяжная вентиляционная система - это сочетание двух систем: приточной и вытяжной. Тем самым, это позволяет соединить преимущества двух способов, а именно, обеспечивается не только хороший

воздухообмен, но и фильтрация воздуха от вредных примесей, регулируется влажностью и температура в производственном помещении.

«Кроме того, приточно-вытяжная вентиляция позволяет существенно снизить эксплуатационные расходы вследствие применения утилизации тепла для подогрева приточного воздуха. Подогрев приточного воздуха происходит за счет вытяжного воздуха комнатной температуры в специальном теплообменнике - рекуператоре» [35].

Устанавливается приточно-вытяжная вентиляционная система у каждого рабочего места, для обеспечения снижения запыленности.

### **3.2.5 Разработка мероприятий по электрической безопасности**

Основными причинами поражения работников электрическим током на производственном предприятии ООО «ПТК «Электросталь»» является воздействие электрического тока, вследствие прикосновения к токоведущим частям с поврежденной изоляцией. Также в случае, случайного прикосновения к деталям, находящимся под напряжением.

Так, защитные перчатки или рукавицы являются неотъемлемой частью средств индивидуальной защиты работников от поражения током. Следовательно, предлагается внедрить инновационные защитные перчатки с крагами, которые описываются в патенте к изобретению РФ № 123300. Внешний вид защитных перчаток с крагами представлен на рисунке 9.

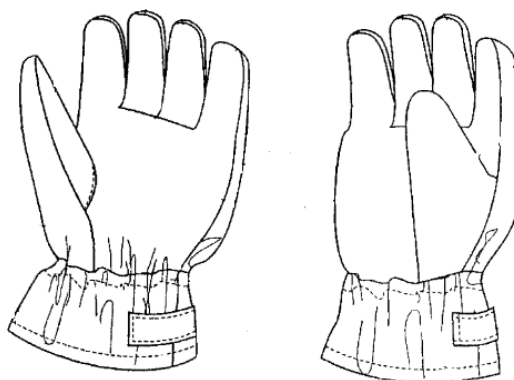


Рисунок 9 - Внешний вид защитных перчаток с крагами

Данные защитные перчатки относятся к средствам защиты от воздействия открытого пламени, контакта с нагретыми поверхностями, высоких температур, механических повреждений, а также от неблагоприятных климатических воздействий.

Защитные перчатки с крагой выполнены из двух слоев. Сшиты защитные перчатки послойно из деталей тыльной и ладонной частей, между пальцев и деталей краги. Нижний слой каждой детали выполнен в виде хлопчатобумажной подкладки, а верхний слой выполнен из огнестойкой арселеновой ткани. Текстильная застежка защитной перчатки прошита огнестойкими нитями из арселеновой ткани.

Арселон представляет собой волокнообразующий полимер, который используется для изготовления боевой одежды пожарных. Ткань устойчива при температуре от 250 °С до 300 °С, сроком до 3 лет.

Помимо прочего, защитные перчатки должны быть удобны в использовании при выполнении операций на рабочем месте. А предусмотренные эргономические характеристики защитных перчаток, позволяют пальцам независимо двигаться.

### **3.2.6 Расчет общего освещения помещения**

При расчете освещения особое внимание обратим на выбор системы освещения, количество и расположение ламп. В качестве дополнительного искусственного освещения используются люминесцентные лампы.

Рассмотрим участок полировки общей площадью 182 м<sup>2</sup>, где ширина - 13 м, длина - 14 м и высота - 6 м.

Для определения количества светильников, воспользуемся расчетом светового потока, падающего на поверхность. Расчет светового потока записывается по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot Z \cdot K}{N \cdot n} = \frac{75 \cdot 182 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{24 \cdot 0,22} = 4165 \text{ Лм}, \quad (1)$$

где  $\Phi$  - световой поток, Лм;



$E$  - нормированная минимальная освещенность, Лм. Так как, работа оператора требует точность, то  $E = 85$  Лм;

$S$  - площадь помещения, м<sup>2</sup>;

$Z$  - отношение средней освещенности к минимальному, примем

$Z = 1,1$ ;

$K$  - коэффициент запаса, в случае загрязнения светильников в процессе эксплуатации, примем  $K = 1,5$ ;

$N$  - количество ламп, шт.;

$n$  - коэффициент использования светового потока ламп.

Индекс помещений можно записать по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{H(A+B)} = \frac{182}{6(13+14)} = 1,1, \quad (2)$$

где  $A \cdot B$  - это площадь помещения, м<sup>2</sup>;

$H$  - высота, м;

$A$  - ширина, м;

$B$  - длина, м.

Так как, индекс помещения равен  $i = 1,1$ , то можно найти коэффициент использования светового потока ламп,  $n = 0,22$ .

Определим количество ламп:

$$N = \frac{S}{(L \cdot M)} = \frac{182}{3,8 \cdot 2} = 24 \text{ шт}, \quad (3)$$

где  $L$  - расстояние между опорами светильников, м;

$M$  - расстояние между параллельными рядами, м.

Расстояние между опорами светильников определим по формуле:

$$L = \frac{H}{1,75} = \frac{6}{1,75} = 3,8 \text{ м}. \quad (4)$$

Световой поток по таблице равен  $\Phi = 4250$  Лм. Соответственно, лампа люминесцентная ЛД 80.

Потребляемая мощность осветительной установки:

$$P = p \cdot N \cdot n = 80 \cdot 24 \cdot 4 = 7680 \text{ Вт}, \quad (5)$$

где  $p$  - мощность лампы, Вт.

Для данного участка полировки необходимо 24 светильника, в каждом светильнике по 4 лампы ЛД 80. Мощность лампы 80 Вт. Общая потребляемая мощность равна 7680 Вт.

Выводы к третьей главе: в данной главе разработаны усовершенствованные средства и методы защиты для обеспечения безопасности работников производственного предприятия ООО «ПТК «Электросталь»». Проанализированы имеющиеся недостатки на производственном предприятии. Подробно описан рабочий процесс работников предприятия, с определением опасных и вредных производственных факторов. Наглядно представлено воздействие шума, вибрации и запыленности на работников, а также уровень шума, исходящий от технологического оборудования. Разработаны организационно-технические мероприятия по повышению безопасности на производственном предприятии на отдельно взятых участках обработки. А именно, разработаны организационно-технические мероприятия по перемещению грузов, снижению уровней шума и вибрации, мероприятия по электрической безопасности. Также проведен расчет общего освещения участка полировки.

## Заключение

В данной магистерской диссертации подробно рассмотрены условия труда производственного предприятия ООО «ПТК «Электросталь»» по изготовлению лопаток для паровых и газовых турбин, с определением факторов трудового процесса и производственной среды. Изучены основные документы, которые регламентируют условия труда на производственном предприятии. Подробно рассмотрено влияние шума и вибрации на организм работников, с указанием ГОСТов и нормативной документации. Наглядно представлены предельно допустимые показатели шума и вибрации. А также представлена характеристика производственного предприятия и условия труда работников, с указанием технологического процесса.

Кроме того, проанализированы инновационные средства и методы защиты для обеспечения безопасности работников. Изучены конструкции инновационного звукоизолирующего ограждения, с описанием особенностей конструкции, внешнего вида и способа работы. Изучены способы работы приточно-вытяжной вентиляционной установки, светодиодных промышленных светильников, респиратора, содержащий контрастный слой.

Разработаны усовершенствованные организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности работников на предприятии. Выявлены имеющиеся недостатки условий труда работников, с указанием опасных и вредных производственных факторов на каждом отдельном участке термической, механической и отделочной обработок. Предложены для внедрения инновационные конструкции звукоизолирующего ограждения и защитных перчаток, также предложен гидравлический штабелер для перемещения грузов, виброизолирующие опоры, в качестве снижения вибрации, способ приточно-вытяжной вентиляционной системы. Приведен расчет общей освещенности участка полировки.

## Список используемой литературы

1. Горина Л.Н. Государственная итоговая аттестация по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность». Тольятти : Изд-во ТГУ, 2019. 267 с.
2. ГОСТ 12.0.003 - 2015. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. М. : Стандартинформ, 2019.
3. Конституция Российской Федерации, 1993.
4. Трудовой Кодекс Российской Федерации, 2001.
5. ГОСТ 12.1.003 - 83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования. М. : ИПК Издательство стандартов, 2002.
6. ГОСТ 24346 - 80. Вибрация. Термины и определения. М. : Стандартинформ, 2010.
7. ГОСТ 12.1.012 - 2004. Система стандартов безопасности труда. Вибрация, требования безопасности. М. : Стандартинформ, 2010.
8. СН 2.2.4/2.1.8.566 - 96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы. М. : Стандартинформ, 1996.
9. Изготовление лопаток для газовых и паровых турбин [Электронный ресурс] : Официальный сайт. URL: <http://ptkes.ru/> (дата обращения: 12.03.2020).
10. Методические указания о порядке оценки работоспособности рабочих лопаток паровых турбин в процессе изготовления, эксплуатации и ремонта [Электронный ресурс] : Отраслевой руководящий документ 153-34.1-17.462-00. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294817/4294817106.htm/> (дата обращения: 12.03.2020).
11. Звукоизолирующее ограждение : пат. 2659340 Рос. Федерация : МПК F16P 1/02, E01F 8/00 / Кочетов О.С.; заявитель и патентообладатель Кочетов О.С. - № 2017120713; заявл.14.06.2017; опубл. 29.06.2018.

12. Способ работы приточно-вытяжной вентиляционной установки : пат. 2652539 Рос. Федерация : МПК F24F 7/00 / Клапишевский А.С., Цьомик А.М.; заявитель и патентообладатель АО «Вентиляционные системы», Клапишевский А.С., Цьомик А.М. - № 2016114313; заявл. 13.04.2016; опубл. 26.04.2018.

13. Светодиодный светильник промышленный : пат. 2622285 Рос. Федерация : МПК F21S 4/00 / Пак В.А.; заявитель и патентообладатель Пак В.А. - № 2015141105; заявл. 28.09.2015; опубл. 14.06.2017.

14. Респиратор, содержащий контрастный слой : пат. 2669747 Рос. Федерация : МПК А 41D 13/11, А62В 23/02 / Даффи Д.Р.; заявитель и патентообладатель ЗМ ИННОВЕЙТИВ ПРОПЕРТИЗ КОМПАНИ, Даффи Д.Р. - № 2017103314; заявл. 13.07.2015; опубл. 15.10.2018.

15. Об утверждении правил по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда от 17.09.2014 № 642. URL: <https://rosmintrud.ru/docs/mintrud/orders/> (дата обращения: 15.03.2020).

16. ГОСТ 12.4011 - 89. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. М. : ИПК Изд-во стандартов, 2001.

17. Новиков И.И., Захаров М.В. Термическая обработка металлов и сплавов. М. : Metallurgizdat, 1962. 429 с.

18. ГОСТ 12.1.019 - 2017. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. М. : Стандартинформ, 2009.

19. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.А. Материаловедение. М. : Машиностроение, 1990. 528 с.

20. Правила по безопасности труда по обработке металлов резанием [Электронный ресурс] : НПАОП 28.5-1.34-90. М. : Стандартинформ, 1991.

21. ГОСТ 12.4.254 - 2013. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз и лица при сварке и аналогичных процессах. Общие технические условия. М. : Стандартинформ, 2014.
22. Еремин В.Г. Безопасность труда в машиностроении в вопросах и ответах. М. : Машиностроение, 2004. 192 с.
23. ГОСТ 12.2.107 - 85. Система стандартов безопасности труда. Станки металлорежущие. Допустимые шумовые характеристики. М. : Стандартинформ, 2008.
24. ГОСТ 12.4.275 - 2014. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов слуха. Общие технические требования. М. : Стандартинформ, 2016.
25. ГОСТ 12.2.009 - 99. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности. М. : Изд-во стандартов, 2000.
26. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 - 03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. М. : Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора, 2003.
27. Попов С.А. Шлифовальные работы. Учебник для СПТУ. М. : Высш. шк, 1987. 383 с.
28. Артамонова В.Г., Шаталов Н.Н. Профессиональные болезни. Учебник. М. : Медицина, 1996. 432 с.
29. ГОСТ 12.1.004 - 91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. М. : Стандартинформ, 2006.
30. ГОСТ 12.4.299 - 2015. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Рекомендации по выбору, применению и техническому обслуживанию. М. : Стандартинформ, 2016.
31. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М. : Информационно-издательский центр Минздрава России, 2001.

32. СНиП 2.2.4/2.1.8.566-96.2.2.4 Физические факторы производственной среды. М. : Стандартиформ, 2000.
33. Тимофеева С.С., Миронова С.А. Производственная безопасность / практические работы. М. : Форум, Инфра-М, 2018. 198 с.
34. Гидравлический штабелер [Электронный ресурс] : Уралгидравлика. URL: <http://tura-ural.ru/product/37783> (дата обращения: 25.03.2020).
35. Приточно-вытяжная вентиляционная система [Электронный ресурс] : АПИК. РОССОЮЗХОЛОДПРОМ. URL: [https://mir-klimata.info/archive/2019\\_2](https://mir-klimata.info/archive/2019_2) (дата обращения: 25.03.2020).
36. Гадаев Р.Ю. Анализ условий труда работников производственного предприятия и разработка системы мероприятий по повышению их безопасности на примере ООО «ПТК «Электросталь»» [Электронный ресурс] : Научно- практический электронный журнал Аллея Науки. URL: [https://alley-science.ru/sovremennye\\_tehnologii\\_upravleniya\\_organizaciyay\\_\\_\\_2\\_41\\_/](https://alley-science.ru/sovremennye_tehnologii_upravleniya_organizaciyay___2_41_/)
37. Butler G.F. A Note on Improving the Attenuation Given by a Noise Barrier J. Sound Vib, 1974. 32. № 3. P. 367-369.
38. Fujiwara K. Noise control by barriers. Part I. Noise reduction by a thick barrier. Appl. Acoust, 1977. 10. № 2. P. 147-159.
39. Halliwell N. A. Machinery noise considerations at the design stage. Phys. Technol, 1981. Vol. 12. P. 97-102. Ref.: 7.
40. Takala J. Global estimates of Fatal Occupational Accidents. Epidemiology, Sept 1999. Vol.10 No. 5. P. 640 - 646.
41. Klotter K. Non-linear vibration problems treated by the averaging method of W. Ritz. Proc. 1st U. S. Natl., Congr., Appl. Mech., Chicago, Illinois: Edwards Brothers Inc, 1951. P. 125-131.