

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка инженерно-технических решений, направленных на
снижение воздействия вибрации на работников машиностроительного
предприятия

Обучающийся

И.П. Андреев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.х.н., доцент, И.А. Сумарченкова

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2022

Аннотация

Тема бакалаврской работы «Разработка инженерно-технических решений, направленных на снижение воздействия вибрации на работников машиностроительного предприятия».

В разделе «Общая характеристика предприятия» рассмотрен адрес местонахождения предприятия, структура управления предприятием, технологическая схема осуществляемого производственного процесса.

В разделе «Анализ безопасности объекта» выполнен анализ безопасности процесса изготовления вала редуктора промежуточного.

В разделе «Разработка инженерно-технических мероприятий по уменьшению воздействия вибрации» предложены инженерно-технические мероприятия по уменьшению уровня вибрации.

В разделе «Охрана труда» представлена процедура реализации мероприятий по улучшению условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки рабочих мест по условиям труда, и оценки уровней профессиональных рисков.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» разработаны меры по снижению выбросов пыли и газа в атмосферу, произведён подбор пыле- и газоулавливающего оборудования.

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» проведён анализ возможных техногенных аварий и рассмотрено обеспечение устойчивости функционирования объекта в чрезвычайных ситуациях.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» произведён расчет эффективности предложенных инженерно-технических мероприятий по уменьшению воздействия вибрации.

Работа состоит из семи разделов на 58 страницах и содержит 13 таблиц и 13 рисунков.

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение | 4 |
| Термины и определения | 6 |
| Перечень сокращений и обозначений..... | 7 |
| 1 Общая характеристика предприятия | 8 |
| 2 Анализ безопасности объекта..... | 13 |
| 2.1 Анализ безопасности оборудования | 13 |
| 2.2 Анализ результатов специальной оценки условий труда и (или) производственного контроля, источников, создающих повышенный уровень вибрации на рабочих местах персонала | 14 |
| 2.3 Уровень производственного травматизма на предприятии..... | 18 |
| 2.4 Анализ обеспеченности персонала средствами индивидуальной и коллективной защиты..... | 21 |
| 3 Разработка инженерно-технических мероприятий по уменьшению воздействия вибрации | 25 |
| 4 Охрана труда | 31 |
| 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность..... | 34 |
| 6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях | 41 |
| 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности..... | 44 |
| Заключение | 50 |
| Список используемых источников..... | 55 |

Введение

Актуальность работы состоит в снижении вибрации, передаваемой от станочного оборудования и инструмента на машиностроительном предприятии.

На состояние здоровья работников, выполняющих в основном ручную работу, влияет целый ряд профессиональных рисков, включая различные физические факторы.

Для миллионов работников строительной, ремонтной, горнодобывающей, лесной, транспортной, сельскохозяйственной и автомобильной промышленности последствия длительного воздействия вибрации на рабочем месте могут привести к различным проблемам со здоровьем.

Заболевания, связанные с вибрациями, в связи с их частым возникновением представляют собой серьезную проблему для здоровья. По мнению экспертов, требуются годы постоянного воздействия, чтобы повреждение тканей стало очевидным. Проблема осложняется тем, что вибрационные повреждения всего тела часто ошибочно принимают за другие распространенные заболевания, связанные с работой.

Риски, связанные с вибрацией, можно контролировать, и большинство сотрудников могут быть защищены от ухудшения здоровья, вызванного вибрацией.

Цель работы – разработка инженерно-технических мероприятий по уменьшению уровня вибрации.

Задачи:

- рассмотреть адрес местонахождения предприятия, структуру управления предприятием;
- проанализировать технологическую схему осуществляемого производственного процесса;

- выполнить анализ безопасности процесса изготовления вала редуктора промежуточного;
- предложить методы и средства по уменьшению уровня вибрации;
- рассмотреть процедуру реализации мероприятий по улучшению условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки рабочих мест по условиям труда, и оценки уровней профессиональных рисков;
- разработать меры по снижению выбросов пыли и газа в атмосферу;
- произвести подбор пыле- и газоулавливающего оборудования;
- проанализировать возможные техногенных аварий;
- разработать процедуру обеспечения устойчивости функционирования объекта в чрезвычайных ситуациях;
- произвести расчет эффективности предложенных инженерно-технических мероприятий по уменьшению воздействия вибрации.

Термины и определения

В настоящей ВКР применяют следующие термины с соответствующими определениями.

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

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

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию [19].

Гигиена труда – «раздел гигиены, изучающий трудовую деятельность работающих и производственную среду с точки зрения их возможного влияния на организм работающих и разрабатывающий меры, направленные на оздоровление условий труда и предупреждение производственно обусловленных и профессиональных заболеваний» [19].

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

Оценка условий труда – «комплекс процедур идентификации опасных и вредных производственных факторов и рисков их воздействия на организм работающего, а также последующей оценки данных рисков» [19].

Условия труда – совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника [19].

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

АППЗ – система автоматической противопожарной защиты.

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации.

ИПР – индекс профессионального риска.

КПП – контрольно-пропускной пункт.

ПДК – предельно-допустимая концентрация.

ПК – пожарный кран.

СИЗ – средство индивидуальной защиты.

СОЖ – смазочно-охлаждающая жидкость.

СОУТ – специальная оценка условий труда.

ТО – техническое обслуживание.

ТП – тяговая подстанция.

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

ЧПУ – числовое программное управление.

1 Общая характеристика промышленного предприятия

Объектом исследования является ООО «СТД».

Юридический адрес предприятия: 445027, Самарская область, г. Тольятти, ул. Фрунзе, д. 17, кв. 164.

Структура управления предприятием ООО «СТД» представлена на рисунке 1.

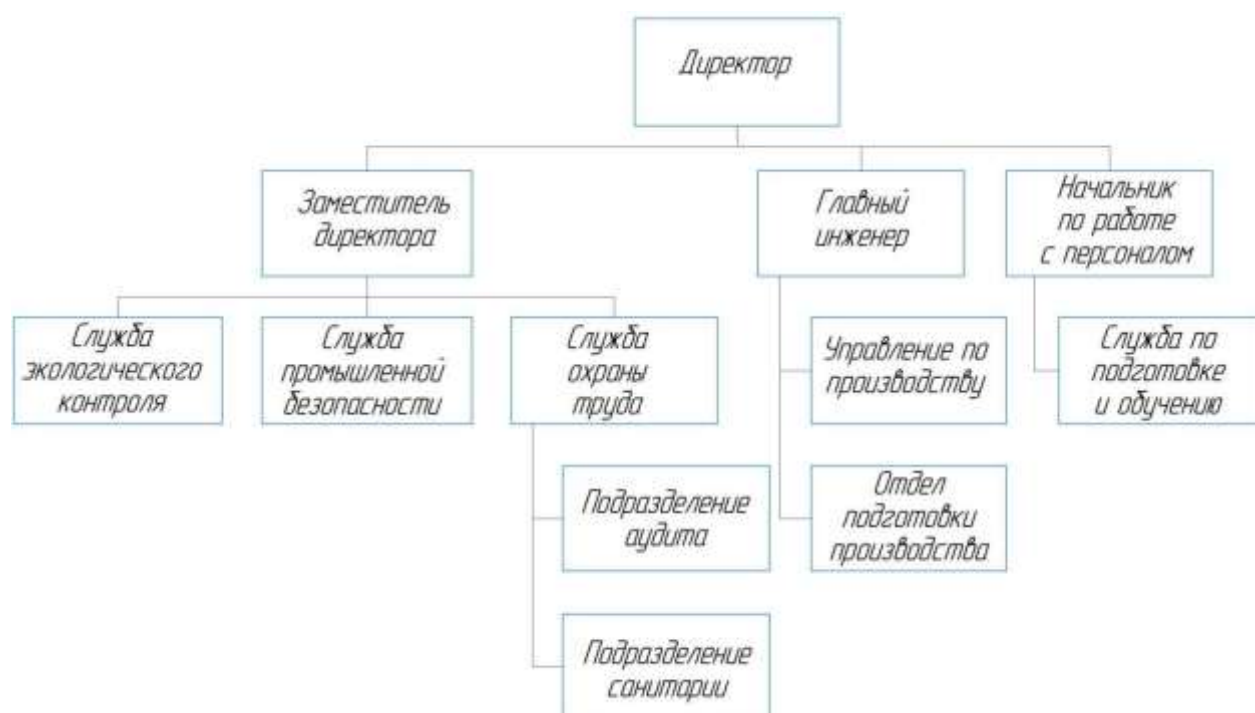


Рисунок 1 – Структура управления предприятием

Здания и сооружения:

- офис;
- производственный корпус с КПП;
- автомойка;
- котельная;
- ремонтные мастерские;
- дизельная электростанция и ТП;

– склад.

Производимая деталь – вал редуктора промежуточный.

Узел №652-030: Механизм реверсивный.

Номер детали: 505А-035-00-1.

Наименование детали: Вал промежуточный.

Материал: Сталь Ст. 5.

Чистый вес детали в кг: 27.9.

Наименование и содержание операций и способ восстановления:

- точение посадочной поверхности;
- наплавка посадочной поверхности;
- точение направленной поверхности;
- контроль размеров.

Перед заготовительной операцией необходимо проконтролировать полученный пруток на соответствие габаритных размеров габаритам требуемой заготовки.

Также в случае необходимости произвести правку, отрихтовать.

На заготовительном этапе заготовку необходимо отрезать в размер 429 мм на абразивно-отрезном полуавтомате МФ352.

Далее для возможности базирования заготовки при токарной обработки необходимо произвести фрезерно-центровочную операцию(эта операция включает в себя подрезку торца и образование центровых отверстий , для дальнейшего использования их как баз закрепления).

На предварительном этапе необходимо обработать наружные цилиндрические поверхности , проточить канавки Ж и Е согласно эскизу.

После предварительной обработки разумно предусмотреть термообработку. Перед предварительной обработкой ее размещать нецелесообразно, поскольку придется производить большой съем закаленного материала.

Термообработка представляет собой высокий отпуск и производится с целью снятия остаточных технологических напряжений и выравниванию

структуры материала перед промежуточным этапом обработки, что позволит обеспечить заданную точность.

На промежуточном этапе необходимо обработать ряд поверхностей, помимо основных, но которые включены в конструкцию детали. Это точение наружных цилиндрических поверхностей и фрезерование двух шпоночных пазов под сегментную шпонку и фрезерование выступа, а также нарезать резьбу.

На окончательном этапе необходимо обработать основные поверхности методом шлифования с целью получения заданной точности и шероховатости поверхностей изделия.

В технологический процесс необходимо включить операции контроля и мойки. После термообработки необходим контроль твердости закаленной поверхности детали. После промежуточной обработки разумно включить контроль качества материала, наличие пор, трещин и т. д. После окончательной обработки необходима слесарная операция, мойка, контроль геометрических размеров, контроль качества материала, упаковка.

Технологическая карта (маршрут обработки) изготовления вала представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Технологическая карта (маршрут обработки) изготовления вала

| № операции | Содержание операции | Оборудование | Режущий инструмент | Приспособление |
|-----------------------|--|--|--|--|
| 025 Токарная с ЧПУ | Точить наружные диаметры $\phi 22.4, \phi 18.8, \phi 20$, снять 3 фаски $1 \times 30^\circ$, проточить две канавки вид Ж и е согласно эскизу | токарно-винторезный станок с ЧПУ 16K20Ф3 | Упорный резец со СМП, канавочные резцы | Самоцентрирующий трехкулачковый патрон, задний центр |
| 030 | Термообработка Высокий отпуск | Камерная печь | - | Клещи, поддон |

Продолжение таблицы 1

| № операции | Содержание операции | Оборудование | Режущий инструмент | Приспособление |
|------------------------------|---|-----------------------------------|--|--|
| 035 | Контрольная | - | - | - |
| 040 Токарная с ЧПУ | Точить наружные диаметры $\phi 18.4$ | токарно-винторезный станок 16К20 | Упорный резец со СМП | Самоцентрирующий трехкулачковый патрон, задний центр |
| 045 Вертикально-фрезерная | Фрезеровать выступ 10b12x3 | Вертикально-фрезерный станок 6P12 | Концевая фреза | Призмы, машинные тиски |
| 050 Шпоночно-фрезерная | Фрезеровать шпоночный паз 5P9x19 | Шпоночно-фрезерный станок 612 | Пазовая концевая фреза. | Спец. Приспособление 16к20-xxx |
| 055 Токарная с ЧПУ | Сверлить отверстие $\phi 6.5$, нарезать резьбу М8, править центровое отверстие | токарно-винторезный станок 16К20 | Спиральное сверло, метчик, шлиф. головка | Самоцентрирующий трехкулачковый патрон |
| 060 Слесарная | Удалить заусенцы после фрезерования | Тиски | Напильник | - |
| 065 Моечная | Промыть деталь | - | - | - |
| 070 Контроль-ная | Контролировать полученные размеры | - | Штангенциркуль, линейка | - |
| 075 Круглошлифовальная | Шлифовать окончательно | Круглошлифовальный станок 3М151 | Шлифовальный круг | Центра, поводок |
| 080 | Мойка | | | |
| 085 | Контрольная Контроль геометрических размеров и качества материала. | | | |
| 090 | Упаковка | | | |

Так при точении базовой поверхностью являются центровые отверстия. При фрезеровании – наружные цилиндрические поверхности, торцы и ступеньки вала.

Вывод по разделу.

В разделе рассмотрен адрес местонахождения предприятия, структура управления предприятием, технологическая схема осуществляемого производственного процесса.

Исследуемый технологический процесс: процесс изготовления вала редуктора промежуточного.

Все поверхности детали с одного установка обработать невозможно. При различных способах механической обработки необходимо использовать базирование по разным поверхностям. Также является важным придерживаться принципа постоянства баз.

Станки, на которых ведётся обработка:

- токарный станок – для обработки наружных поверхностей;
- центровальный – для выполнения центровых отверстий;
- вертикально – фрезерный – для фрезерования шпоночного паза;
- кругло – шлифовальный – для шлифования поверхностей.

Необходимыми приспособлениями являются станочные приспособления, обеспечивающие обработку вала в центрах, и призмы для установки детали на вертикально – фрезерный станок для фрезерования шпоночного паза.

2 Анализ безопасности объекта

2.1 Анализ безопасности оборудования

Покрытие всех подъездных путей является твердым. Пешеходные дорожки в организации имеют твердое покрытие, ширину не менее 1м и наименьшее количество пересечений с проездами.

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха обеспечивают снижение содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ до значений, не превышающих предельно-допустимые концентрации (далее – ПДК).

В производственных помещениях полы ровные и прочные, имеют покрытия с нескользящей поверхностью, удобной для очистки.

Кузнечно-прессовый и сварочный участки размещаются в помещениях со стенами и полами, выполненными из негорючих материалов. В помещениях, где используются кислоты, щелочи и нефтепродукты, полы выполнены устойчивыми к воздействию этих веществ.

Для ограничения доступа работников и посторонних лиц в зоны повышенной опасности обеспечивается их ограждение.

Все токоведущие части оборудования закрыты, и исключен доступ к частям, находящимся под напряжением.

Металлические части электрических устройств оборудования, которые могут оказаться под напряжением, заземлены [15].

Аппараты и трубопроводы во избежание накопления статического электричества имеют заземление. Эксплуатационный персонал регулярно проверяет его исправность [15].

Ремонтные работы на электрооборудовании производятся только после снятия напряжения на пусковых устройствах

Обеспечивается надёжная изоляция всех, проводов, связанных с питанием источника тока, наличие геометрически закрытых включающих

устройств, заземление корпусов сварочных аппаратов. Заземлением оборудованы: корпуса источников питания, аппаратного ящика, вспомогательное электрическое оборудование. Сечение заземляющих проводов – не менее 25 мм². Подключением, отключением и ремонтом оборудования занимается только дежурный электрик [15].

Машины и механизмы применяются только в соответствии с их назначением, находятся в исправном состоянии, имеют инвентарный номер и дату испытаний. Вращающиеся части обрабатывающего оборудования ограждены специальными элементами ограждения в заводском исполнении, металлические части машин с электрическим приводом заземлены.

Средства малой механизации, ручной инструмент содержатся в технически исправном состоянии, используются по назначению и по разрешению компетентного лица (ответственного производителя работ).

Во время перерывов в работе технологические приспособления, инструмент, материалы и другие мелкие предметы, находящиеся на рабочем месте, закрыты и убраны.

При возникновении неисправности инструмента, приспособлений прекращаются работы с ними и принимаются меры к их устранению.

Производственное оборудование, приспособления и инструменты, применяемые для организации рабочего места, соответствуют требованиям безопасности труда.

2.2 Анализ результатов специальной оценки условий труда и (или) производственного контроля, источников, создающих повышенный уровень вибрации на рабочих местах персонала

Работодатель обязан, в частности, определять уровень воздействия вибрации на рабочем месте [4]. Рабочее место считается опасным, если оно связано с постоянным воздействием вибрации в виде вибрации рук или всего тела [3].

Первоначально необходимо определить продолжительность и интенсивность воздействия вибрации [3].

Результат оценки производственных рисков на рабочем месте токаря представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результат оценки производственных рисков на рабочем месте токаря

| Объект оценки профессиональных рисков | Идентификация опасностей (код опасности) | Подверженность | Последствия | Причины |
|---|--|-----------------------|--|--|
| Оборудование, инструменты, вещества и материалы | Шм01. Опасность повреждения мембранной перепонки уха, связанная с воздействием шума высокой интенсивности; | Регулярно (ежедневно) | Потеря трудоспособности, инвалидность, профзаболевание | Воздействие шума при работе на оборудовании |
| Оборудование, инструменты, вещества и материалы | Вб02. Опасность, связанная с воздействием общей вибрации; | Регулярно (ежедневно) | Потеря трудоспособности, инвалидность, профзаболевание | Воздействие общей вибрации при использовании станков |
| Процессы | Мх21. Опасность травмирования, в том числе в результате выброса подвижной обрабатываемой детали, падающими или выбрасываемыми предметами, движущимися частями оборудования | Регулярно (ежедневно) | Случаи временной нетрудоспособности | Опасность травмирования во время работы на оборудовании |
| Оборудование, инструменты, вещества и материалы | Вб01. Опасность от воздействия локальной вибрации при использовании ручных механизмов | Регулярно (ежедневно) | Потеря трудоспособности, инвалидность, профзаболевание | Воздействие локальной вибрации при использовании станков |

Продолжение таблицы 2

| Объект оценки профессиональных рисков | Идентификация опасностей (код опасности) | Подверженность | Последствия | Причины |
|---|--|-----------------------|--|---|
| Оборудование, инструменты, вещества и материалы | Мх09. Опасность затягивания в подвижные части машин и механизмов | Регулярно (ежедневно) | Случаи временной нетрудоспособности | Травмирование в следствии воздействия подвижных частей станка |
| Процессы | Мх10. Опасность наматывания волос, частей одежды, средств индивидуальной защиты; | Регулярно (ежедневно) | Случаи временной нетрудоспособности | Опасность наматывания волос/СИЗ (подвижные части оборудования) |
| Процессы | Эл02. Опасность поражения током вследствие контакта с токоведущими частями, которые находятся под напряжением из-за неисправного состояния (косвенный контакт) | Регулярно (ежедневно) | Очень тяжелые, один смертельный случай | Электротравмы из-за нарушения правил безопасности при работе с электрооборудованием |
| Процессы | Тп01. Опасность, связанная с перемещением груза вручную; | Регулярно (ежедневно) | Случаи временной нетрудоспособности | Перемещение заготовок |
| Процессы | Мх18. Опасность пореза частей тела, в том числе острыми кромками металлической стружки (при механической обработке металлических заготовок и деталей); | Регулярно (ежедневно) | Легкая травма, достаточно оказания первой помощи | Порез об острые кромки деталей/инструментов/о металлическую стружку |
| Оборудование, инструменты, вещества и материалы | Хф05. Опасность воздействия на кожные покровы смазочных масел; | Регулярно (ежедневно) | Легкая травма, достаточно оказания первой помощи | Воздействие СОЖ/смазочных масел на кожные покровы |

Продолжение таблицы 2

| Объект оценки профессиональных рисков | Идентификация опасностей (код опасности) | Подверженность | Последствия | Причины |
|---------------------------------------|---|-----------------------|--|---|
| Процессы | Тп04. Опасность, связанная с рабочей позой; | Регулярно (ежедневно) | Потеря трудоспособности, инвалидность, профзаболевание | Периодическое нахождение в рабочей позе "стоя" |
| Помещения | Мх01. Опасность падения из-за потери равновесия, в том числе при спотыкании или подскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам; | Регулярно (ежедневно) | Легкая травма, достаточно оказания первой помощи | Падение при перемещении по территории организации |

Как видно из результатов оценки производственных рисков на рабочем месте токаря присутствует опасность от воздействия локальной вибрации при использовании ручных механизмов и станков [2].

Результат специальной оценки условий труда на рабочем месте токаря представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результат специальной оценки условий труда на рабочем месте токаря

| Индивидуальный номер рабочего места | Профессия / должность / специальность работника | химический | аэрозоли преимущественно фиброгенного действия | шум | вибрация общая | вибрация локальная | параметры микроклимата | тяжесть трудового процесса | Итоговый класс (подкласс) условий труда | Повышенный размер оплаты труда (да/нет) |
|-------------------------------------|---|------------|--|-----|----------------|--------------------|------------------------|----------------------------|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 06054 | Токарь | - | 2 | 2 | 2 | 3.1 | 2 | 2 | 3.1 | да |

Как видно из результатов СОУТ на рабочем месте токаря условия труда по параметрам локальной вибрации отнесены к вредным (3 класс) 1 степени (подкласс 3.1).

Воздействие вибраций зависит от их частоты и интенсивности. Вибрации в низкочастотном спектре приводят к нарушениям мышечной и скелетной системы (повреждению суставов) [2].

Высокочастотная часть повреждает периферические кровеносные сосуды и нервную систему (нарушение кровообращения в пальцах и кистях или даже онемение и потеря хватки). Даже низкий уровень вибрации может вызвать дискомфорт и снизить производительность.

2.3 Уровень производственного травматизма на предприятии

Проанализируем уровень производственного травматизма в ООО «СТД». На исследуемом объекте за последние 5 лет произошло три случая травматизма (рисунок 2).

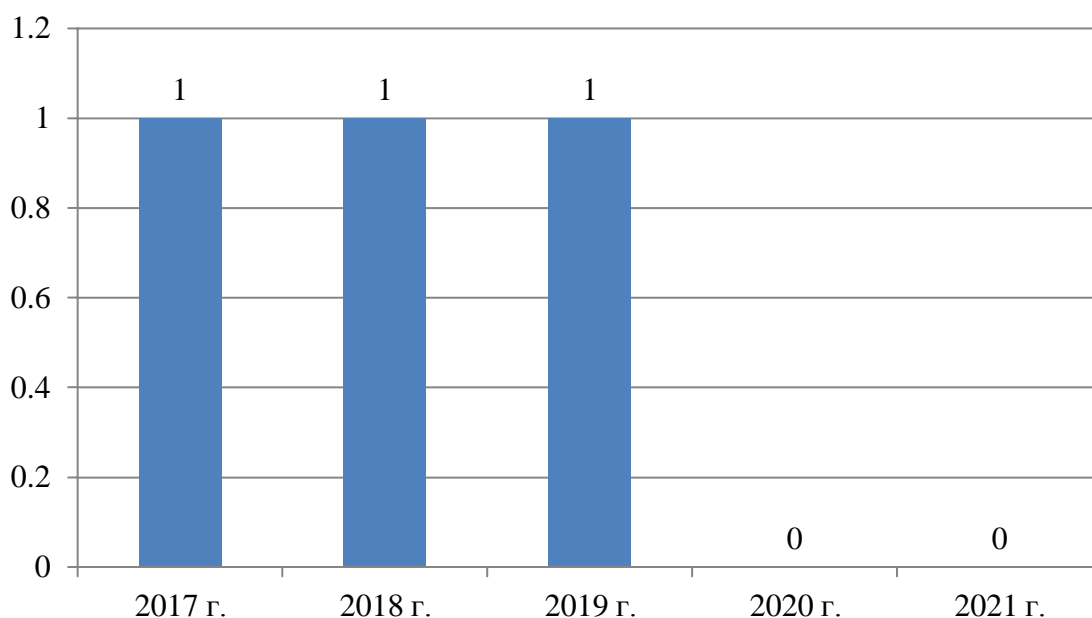


Рисунок 2 – Уровень производственного травматизма в ООО «СТД» по годам

Из данных диаграммы на рисунке 3 видно, что последние два года подряд в ООО «СТД» наблюдается «нулевой» травматизм.

С целью выявления причин травматизма в ООО «СТД» рассмотрим статистику причин производственного травматизма.

Данные статистики причин производственного травматизма в ООО «СТД» представлены на рисунке 3.

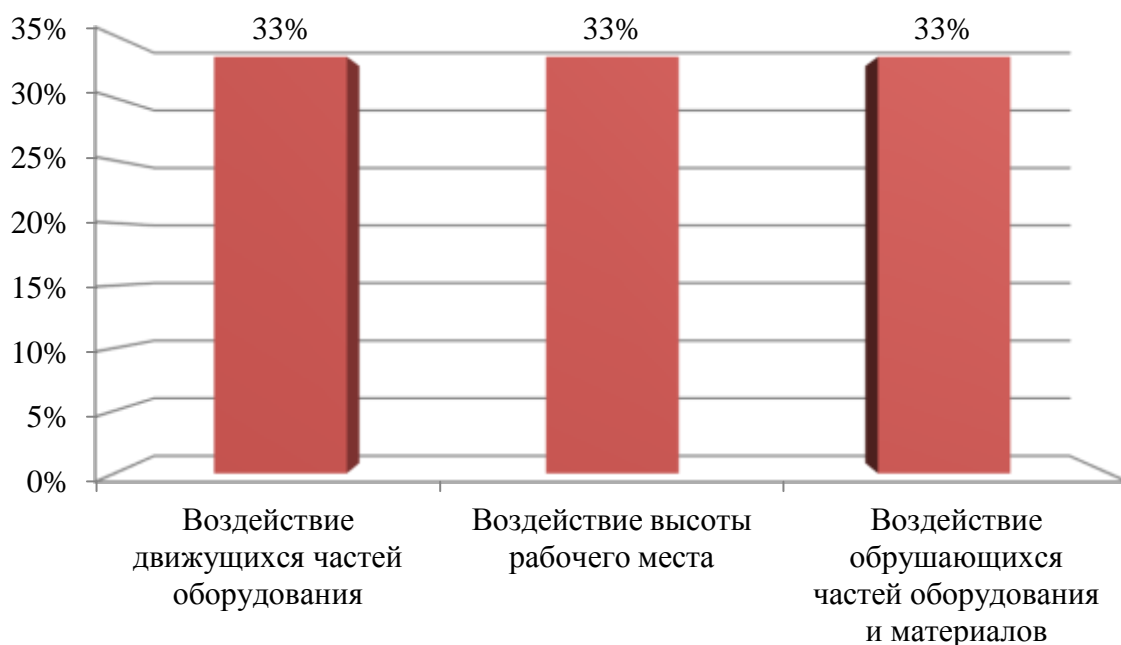


Рисунок 3 – Показатели статистики причин производственного травматизма в ООО «СТД»

Из данных диаграммы на рисунке 4 видно, что с 2017 по 2019 годы в ООО «СТД» причинами травматизма являлись:

- воздействие движущихся частей оборудования в 33,3% случаев;
- воздействие высоты рабочего места в 33,3% случаев;
- воздействие обрушающихся частей оборудования и материалов в 33,3% случаев.

С целью выявления наиболее опасных работ в ООО «СТД» рассмотрим статистику производственного травматизма по видам работ, которая представлена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Показатели статистики травматизма по видам работ

Зависимость травматизма от стажа работы травмированного работника ООО «СТД» изображена на рисунке 5.

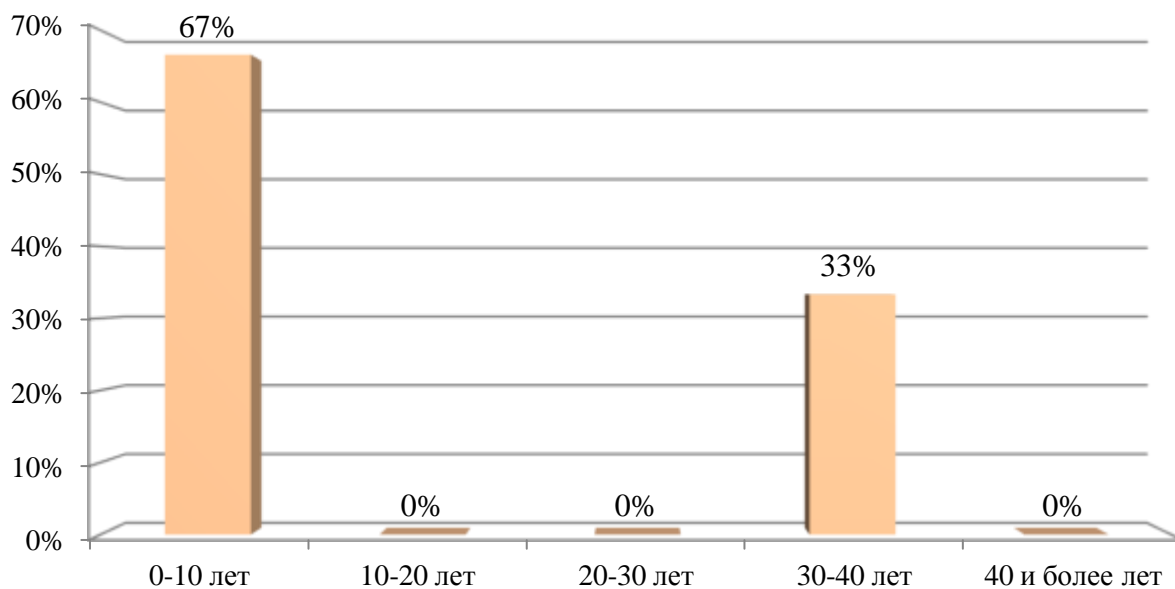


Рисунок 5 – Зависимость травматизма от стажа работы травмированного работника ООО «СТД»

Зависимость травматизма от возраста травмированного работника ООО «СТД» изображена на рисунке 6.

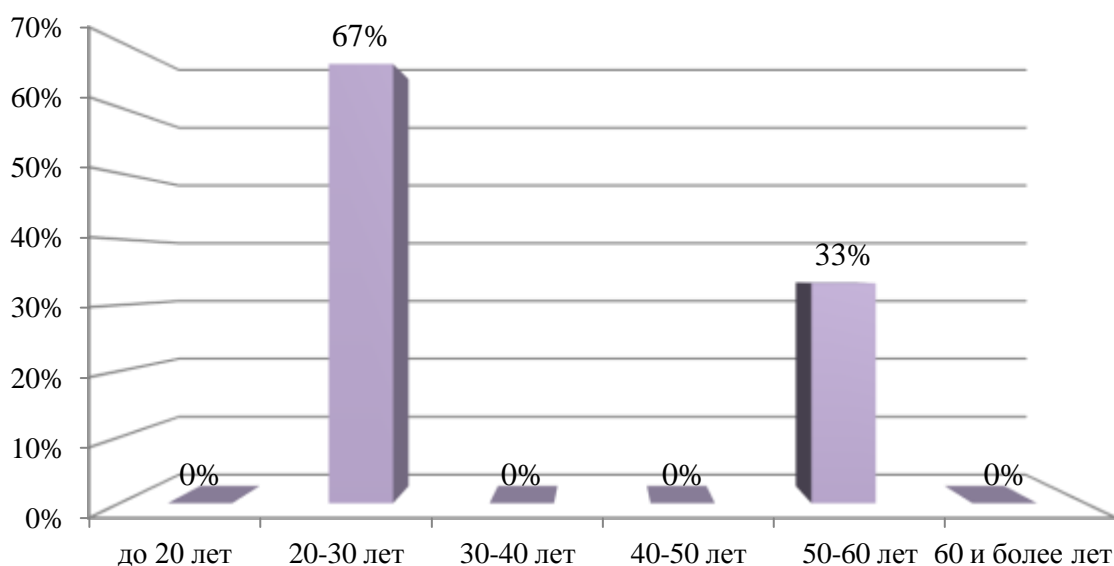


Рисунок 6 – Зависимость травматизма от возраста травмированного работника ООО «СТД»

Из рисунка 6 видно, что работники ООО «СТД» молодого и с небольшим стажем работы наиболее часто получали травмы.

По результатам анализа уровень производственного травматизма в ООО «СТД», можно сделать вывод, что в группе повышенного риска получения производственной травмы являются работники производственных машиностроительных подразделений ООО «СТД» и складского хозяйства предприятия молодого возраста (до 30 лет) и с небольшим стажем работы.

2.4 Анализ обеспеченности персонала средствами индивидуальной и коллективной защиты

Работникам, занятым на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, выдаются бесплатно сертифицированные

специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты по установленным нормам в соответствии с Правилами обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты.

Применяемые средства защиты должны соответствовать ГОСТ 12.4.011-89 [14], СП 51.13330.2011 [1] и другим нормативам.

Средства защиты должны отвечать требованиям технической эстетики и эргономики, не должны быть источником опасных и вредных производственных факторов.

Средства защиты должны обеспечивать:

- удаление опасных и вредных веществ и материалов из рабочей зоны;
- снижение уровня вредных факторов до установленных санитарными нормами безопасных пределов;
- защиту работников от действия опасных и вредных производственных факторов, условиям работы, а также защиту от загрязнений.

Анализ обеспеченности токаря объекта средствами индивидуальной защиты проведён в таблице 4.

Таблица 4 – Анализ обеспеченности токаря объекта средствами индивидуальной защиты

| Наименование типовых норм | Наименование СИЗ | Количество | Анализ обеспеченности |
|---|--|------------|-----------------------|
| Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 14 декабря 2010 г. N 1104н [6] | «Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий» [6] | 1 | Выдано |
| | «Ботинки кожаные с защитным подноском» [6] | 1 пара | Выдано |
| | «Очки защитные» [6] | До износа | Выдано |
| | «Каска защитная» [6] | До износа | Выдано |
| | «Подшлемник под каску» [6] | До износа | Выдано |

Выбор средств защиты производится с учетом требований безопасности для каждого конкретного вида работ.

«Выдаваемая спецодежда, спецобувь и другие защитные средства должны иметь сертификат соответствия» [14].

Так же работодателем должна обеспечиваться охрана труда по части мероприятий коллективной защиты рабочих, санитарно-бытовыми помещениями в соответствии с действующими нормами и характером выполняемых работ. В качестве средств коллективной защиты при работах на обрабатывающих станках используются оградительные конструкции и знаки безопасности. Рабочим созданы необходимые условия труда, питания и отдыха.

Средства защиты приводятся в готовность до начала рабочего процесса. Без оформленной в установленном порядке технической документации средства защиты не допускаются к применению.

Выводы по разделу.

Производственное оборудование, приспособления и инструменты, применяемые для организации рабочего места, соответствуют требованиям безопасности труда.

Все токоведущие части оборудования закрыты, и исключен доступ к частям, находящимся под напряжением.

Металлические части электрических устройств оборудования, которые могут оказаться под напряжением, заземлены.

Аппараты и трубопроводы во избежание накопления статического электричества имеют заземление. Эксплуатационный персонал регулярно проверяет его исправность.

Как видно из результатов СОУТ на рабочем месте токаря условия труда по параметрам локальной вибрации отнесены к вредным (3 класс) 1 степени (подкласс 3.1).

Воздействие вибраций зависит от их частоты и интенсивности. Вибрации в низкочастотном спектре приводят к нарушениям мышечной и

скелетной системы (повреждению суставов). Высокочастотная часть повреждает периферические кровеносные сосуды и нервную систему (нарушение кровообращения в пальцах и кистях или даже онемение и потеря хватки). Даже низкий уровень вибрации может вызвать дискомфорт и снизить производительность.

По результатам анализа уровень производственного травматизма в ООО «СТД», можно сделать вывод, что в группе повышенного риска получения производственной травмы являются работники производственных машиностроительных подразделений ООО «СТД» и складского хозяйства предприятия молодого возраста (до 30 лет) и с небольшим стажем работы.

Выдаваемые работникам средства индивидуальной защиты должны соответствовать их полу, росту и размерам, характеру и условиям выполняемой работы и обеспечивать безопасность труда.

Работодатель обязан обеспечить информирование работников о полагающихся им средствах индивидуальной защиты, организовать надлежащий учет и контроль за выдачей работникам средств индивидуальной защиты в установленные сроки.

Во время работы работники, профессии которых предусмотрены в типовых отраслевых нормах, обязаны пользоваться и правильно применять выданные им средства индивидуальной защиты, а работодатель должен принимать меры к тому, чтобы работники во время работы действительно пользовались выданными им средствами индивидуальной защиты. Работники не должны допускаться к работе без предусмотренных в типовых отраслевых нормах средств индивидуальной защиты, в неисправной, не отремонтированной, загрязненной специальной одежде и специальной обуви, а также с неисправными средствами индивидуальной защиты.

3 Разработка инженерно-технических мероприятий по уменьшению воздействия вибрации

Разработаем инженерно-технических мероприятий по уменьшению воздействия вибрации. Используем «Матрицы дел Эйзенхауэра». Применение «Матрицы дел Эйзенхауэра» с равным успехом возможно, как при долгосрочном, так и при краткосрочном планировании (таблица 5).

Таблица 5 – Матрицы дел Эйзенхауэра

| Важность/ срочность | Срочно | Не срочно |
|------------------------|---|--|
| Важно | 1. ИПР > 70 баллов 2. Опасности, связанные с пожарной безопасностью 3. Опасности с высокими баллами последствий (70 и более баллов) | ИПР < 20 баллов Повторяющиеся более 3 раз опасности |
| Неважно | 20 баллов < ИПР < 70 баллов | Мероприятия по инициативе работодателя при ИПР < 20 баллов |

Корректирующие мероприятия по снижению производственных рисков на рабочем месте токаря представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Корректирующие мероприятия по результатам оценки производственных рисков на рабочем месте токаря

| Идентификация опасностей (код и наименование опасности) | Срочность мероприятий по профилактике риска | Корректирующие мероприятия | Индекс профессионального риска (ИПР) до / после мероприятий | | | | | | | |
|--|---|--|---|-------|----|-------|----|-------|------|-------|
| | | | Вр | | Пд | | Пс | | Итог | |
| | | | до | после | до | после | до | после | до | после |
| Опасность: Мх09. Опасность затягивания в подвижные части машин и механизмов; Травмирование подвижными частями станка | Возможный риск, необходимо уделить внимание | Своевременное проведение инструктажей по охране труда. | 3 | 1 | 6 | 6 | 3 | 3 | 54 | 18 |

Продолжение таблицы 6

| Идентификация опасностей (код и наименование опасности) | Срочность мероприятий по профилактике риска | Корректирующие мероприятия | Индекс профессионального риска (ИПР) до / после мероприятий | | | | | | | |
|---|--|---|---|-------|----|-------|----|-------|------|-------|
| | | | Вр | | Пд | | Пс | | Итог | |
| | | | до | после | до | после | до | после | до | после |
| Опасность: Мх21. Опасность травмирования, в том числе в результате выброса подвижной обрабатываемой детали, падающими или выбрасываемыми предметами, движущимися частями оборудования. Комментарии аудитора: Опасность травмирования во время работы на оборудовании | Возможны й риск, необходимо уделить внимание | Разместить памятки/инструкции и по охране труда в зоне проведения работ. Размещение на оборудовании предупреждающих знаков в соответствии с ГОСТ 12.4.026-2015 | 3 | 1 | 6 | 6 | 3 | 3 | 54 | 18 |
| Опасность: Мх10. Опасность наматывания волос, частей одежды, средств индивидуальной защиты; Комментарии аудитора: Опасность наматывания волос/СИЗ (подвижные части оборудования) | Возможны й риск, необходимо уделить внимание | | 3 | 1 | 6 | 6 | 3 | 3 | 54 | 18 |
| Опасность: Вб02. Опасность, связанная с воздействием локальной вибрации; Комментарии аудитора: Воздействие вибрации при управлении станочным оборудованием | Возможны й риск, необходимо уделить внимание | Заменить ручное управление станочным оборудованием и инструментом на дистанционное | 1 | 0,2 | 6 | 6 | 7 | 7 | 42 | 8,4 |

Методы и способы снижения воздействия вибрации на работника представлены на рисунке 7.



Рисунок 7 – Методы и способы снижения воздействия вибрации на работника

Снизить воздействие вибрации можно, уменьшив одно или оба из следующих факторов:

- вибрацию, передаваемую на руку;
- время, затрачиваемое на удержание вибрирующего оборудования или заготовок [20].

Наибольший уровень вибрации в процессе изготовления вала редуктора промежуточного приходится на токарные операции при обработке наружных поверхностей детали.

Снизить вибрацию при проведении данных операций можно двумя способами:

- более качественный выбор и заготовки;
- заменить ручное управление станочным оборудованием и инструментом на дистанционное (ЧПУ).

В технологическом процессе изготовления промежуточного вала редуктора токарные операции по обработке наружных поверхностей детали производятся на токарном станке 16К20 [16] (рисунок 8).

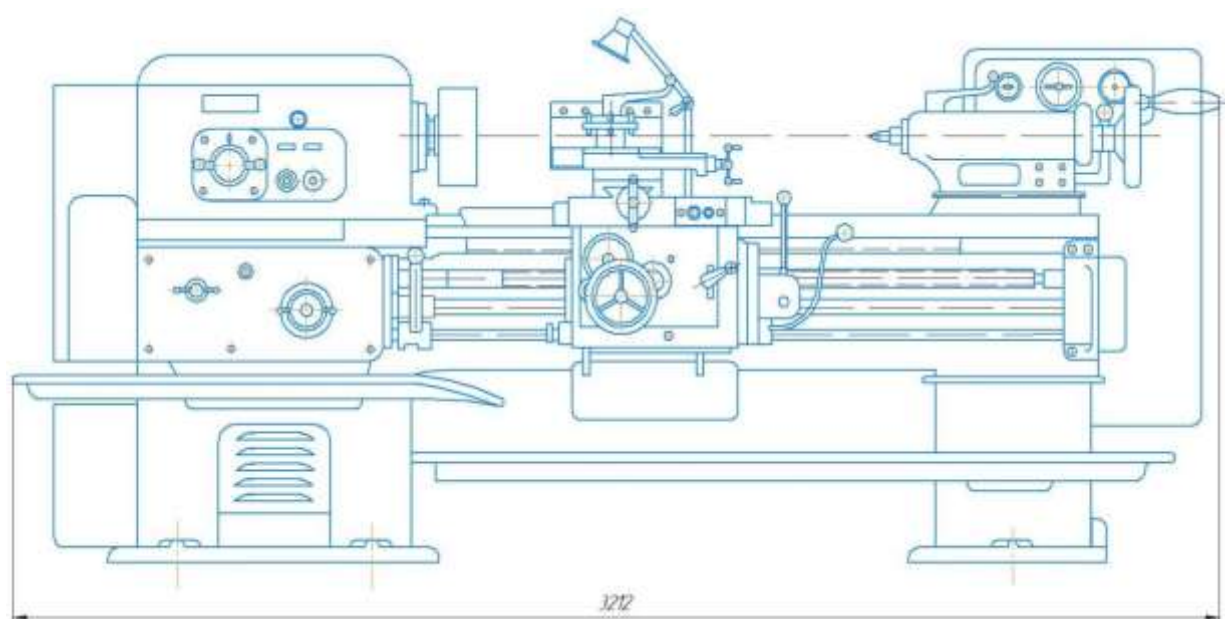


Рисунок 8 – Токарный станок 16К20

Токарный станок 16К20 необходимо заменить на токарный станок с ЧПУ.

Выбран токарный станок DMC DL 10TM (рисунок 9).



Рисунок 9 – Токарный станок DMC DL 10TM

Схема токарного станка DMC DL 10TM представлена на рисунке 10.

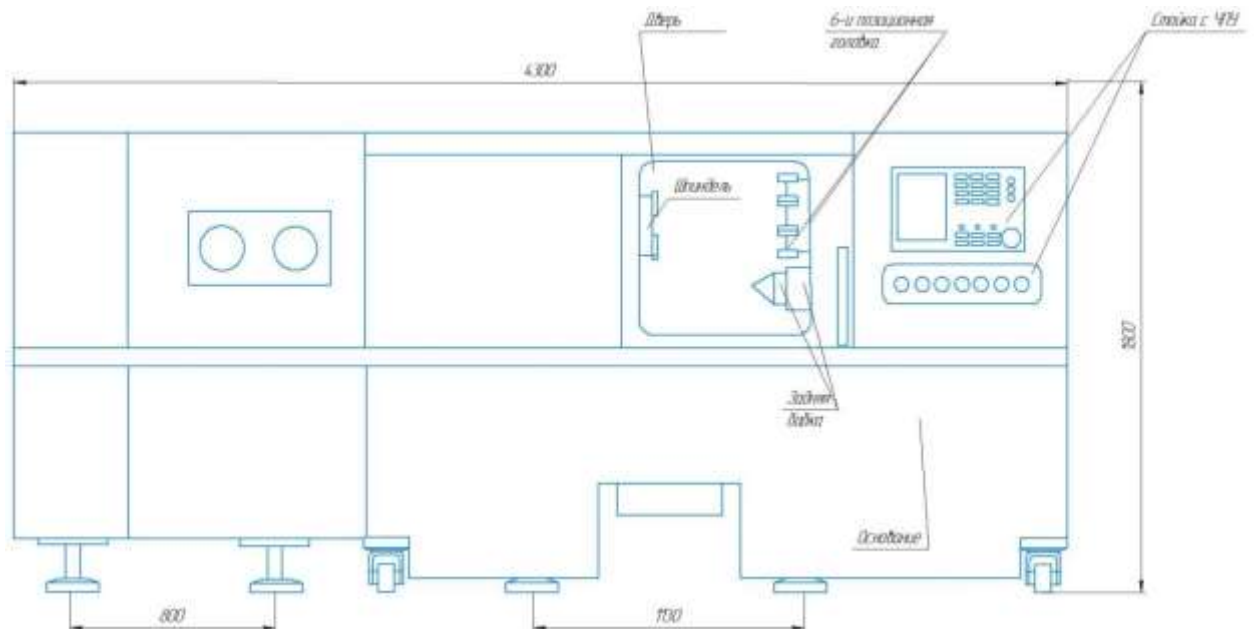


Рисунок 10 – Схема токарного станка DMC DL 10TM

Станок относится к классу точности П, допустимая перегрузка не более номинальной мощности привода в течение 1/5 сменного времени [18].

Механический шум по уровню звукового давления не более 75 дБ на расстоянии 1 м от станка и высоте 1.5 м (аэродинамический шум от неоднородности потока и вихревых эффектов не более 80 дБ) [18].

Станок перед приемо-сдаточном испытании установить по уровню с точностью 0,1 мм/м, компоненты вибрации шпиндельной сборки на максимальной частоте вращения не более:

- виброскорости 4,5 мм/с;
- виброускорения 6,3 мм/с [18].

Двигатель соответствует классу вибрации Н по ГОСТ 20815-93.

Вывод по разделу.

В разделе разработан комплекс инженерно-технических мероприятий по уменьшению воздействия вибрации в процессе изготовления вала редуктора промежуточного.

В технологическом процессе изготовления промежуточного вала редуктора токарные операции по обработке наружных поверхностей детали производятся на токарном станке 16К20, поэтому предложено заменить его на токарный станок с ЧПУ DMC DL 10TM.

Наклонная станина токарного станка DMC DL 10TM обеспечивает высокую жесткость и минимизацию вибраций при тяжелых режимах обработки, а также эффективное стружкоудаление и высокую точность при прецизионной обработке.

Благодаря прочной конструкции и высокому крутящему моменту обеспечивается стабильность обработки труднообрабатываемых материалов.

4 Охрана труда

Мероприятия по производственному контролю на предприятии:

- контроль безопасности процесса выполнения работ;
- контроль за состоянием воздуха рабочей зоны и физических факторов производственной среды;
- контроль за эффективностью работы вентиляционных систем;
- контроль за санитарно-техническим состоянием производственных и санитарно-бытовых помещений;
- контроль за состоянием спецодежды и СИЗ (соответствие виду работ, исправность, условия хранения, обеспеченность).
- обеспечение предварительным при поступлении на работу и периодическими медицинскими осмотрами работников, имеющих контакт с производственными вредностями.

Типовой перечень ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков, утвержден приказом Минздравсоцразвития России от 29 октября 2021 года № 771н (далее – Перечень) [7].

Относительно повышенного уровня локальной вибрации на рабочем месте токаря и «в соответствии с указанным Перечнем к мероприятиям по охране труда в организации относятся:

- внедрение систем автоматического и дистанционного управления и регулирования производственным оборудованием, технологическими процессами;
- модернизация оборудования, а также технологических процессов на рабочих местах с целью снижения до допустимых уровней содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, механических колебаний (шум, вибрация, ультразвук, инфразвук)» [7].

Регламентированная процедура реализации мероприятий по улучшению условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки рабочих мест по условиям труда, и оценки уровней профессиональных рисков представлена на рисунке 11.

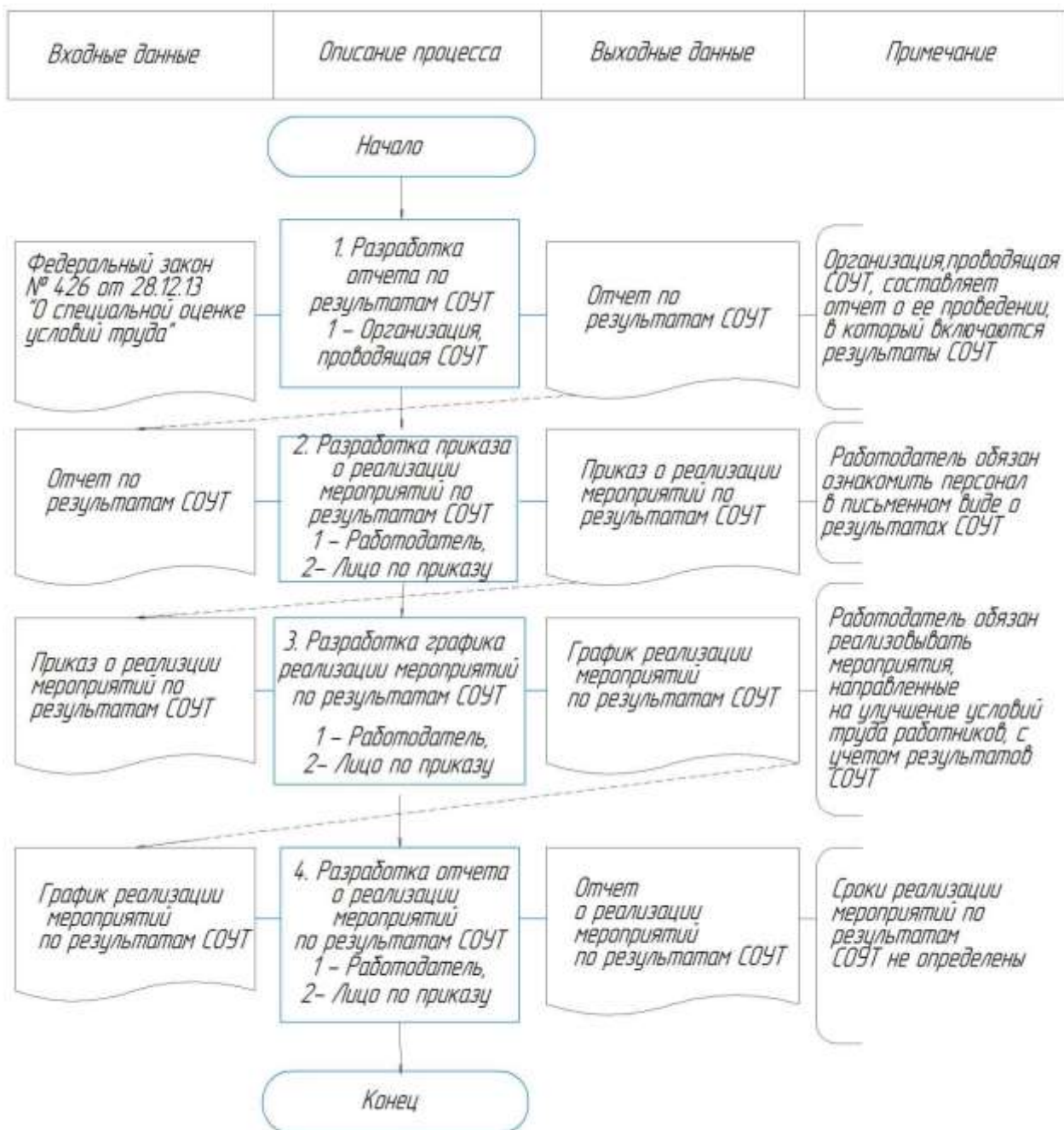


Рисунок 11 – Регламентированная процедура реализации мероприятий по улучшению условий труда

Безопасность труда включает в себя комплекс технических и организационных мероприятий, реализация которых направлена на обеспечение безопасных условий труда, прежде всего путем предупреждения и устранения причин несчастных случаев (предупреждения травматизма).

Вывод по разделу.

В разделе разработана регламентированная процедура реализации мероприятий по улучшению условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки рабочих мест по условиям труда, и оценки уровней профессиональных рисков.

Охрана труда – это комплекс законодательных, технических, санитарно-гигиенических и организационных мер, направленных на обеспечение здоровых и безопасных условий труда.

На предприятии осуществляется контроль за безопасностью технологических процессов и состоянием воздуха рабочей зоны, а также физических факторов производственной среды.

На предприятии проводятся мероприятия улучшения санитарно-технического состояния производственных и санитарно-бытовых помещений.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

ООО «СТД» воздействует на окружающую среду при обращении с отходами [5]. Отходы минеральных масел моторных 406 110 01 31 3 образуются при замене моторных масел в двигателях автотранспорта и спецтехники, в цехе №32 [8]. Расчетное количество образования отхода определяется расчетно-аналитическим методом по формуле:

$$M = \frac{N \times V \times k \times p \times L}{L_n} \quad (1)$$

где N – количество однотипных машин, ед.;

V – объем масла, заливаемого в картер двигателя автотранспорта, л;

k – коэффициент слива масла;

p – плотность моторного масла, т/м³;

L – среднегодовой пробег однотипных машин, км (м-час);

L_n – нормативный пробег до замены масла.

Расчет образования отхода моторных минеральных масел в цехе приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Расчет образования моторных минеральных масел в цехе

| Марка транспортного средства | Кол-во единиц транспорта, шт. | Емкость картера двигателя, л | Плотность | Среднегодовой пробег машин, км (мото-час) | Нормативный пробег до ТО, км, м-час | Коэффициент слива масел | Расчетный годовой норматив образования отхода, т/год |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------|---|-------------------------------------|-------------------------|--|
| ЗИЛ-ВМ 131М | 1 | 21,65 | 0,9 | 1021 | 14000 | 0,9 | 0,0013 |
| ПАЗ-3205 | 3 | 20,9 | 0,9 | 86132 | 14000 | 0,9 | 0,3125 |
| ПАЗ-4234 | 1 | 20,9 | 0,9 | 23411 | 14000 | 0,9 | 0,0283 |
| Автопогрузчик А-4045 | 1 | 125 | 0,9 | 500 | 1000 | 0,9 | 0,0506 |
| Погрузчик L-34 | 1 | 8,5 | 0,9 | 500 | 1000 | 0,9 | 0,0034 |
| Погрузчик одноковшовый | 1 | 45 | 0,9 | 500 | 1000 | 0,9 | 0,0182 |

При обслуживании спецтехники на участке ремонта и сборки изделий по данным предприятия образуется 0,75 т/год отхода минеральных масел моторных. Усредненный норматив образования отхода составит: 1,517 т/год.

Отход, образующийся и накапливается в металлической емкости на площадке с твердым покрытием цеха вместимость 1,5 м³, общая вместимость 1,5 м³, и на асфальтированной площадке, на территории, вместимостью 5 м³, общая вместимость 5 м³. Отход, образующийся на участке ремонта и сборки изделий накапливается в 2-х специальных емкостях, объемом 1,5 м³, общая вместимость 3 м³.

Результаты расчёта обтирочного материала, загрязненного нефтью или нефтепродуктами (отход образуется при ремонте автотранспорта, обслуживание станочного парка и спецтехники) представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты расчёта

| Оборудование | Количество шт. | Число смен в год | Норма г/смена | Расчетный годовой норматив образования отхода, т/год |
|--------------------------------|----------------|------------------|---------------|--|
| Механический участок 1 | | | | |
| Токарный винторезный станок | 59 | 24 | 70 | 0,1110 |
| Вертикальный фрезерный станок | 30 | 24 | 170 | 0,1371 |
| Вертикально-сверлильный | 31 | 24 | 70 | 0,0583 |
| Универсальный фрезерный станок | 21 | 24 | 170 | 0,0960 |
| Заточные | 20 | 24 | 35 | 0,0188 |
| Токарный револьверный станок | 3 | 24 | 120 | 0,0097 |
| Горизонтально-расточной | 4 | 24 | 70 | 0,0075 |
| Консольно-фрезерный станок | 3 | 24 | 70 | 0,0056 |
| Точильно-шлифовальный | 19 | 24 | 80 | 0,0409 |
| Резьбо-шлифовальный | 2 | 24 | 80 | 0,0043 |
| Внутришлифовальный | 1 | 24 | 80 | 0,0022 |
| Плоскошлифовальный | 12 | 24 | 80 | 0,0258 |
| Кругло-шлифовальный | 8 | 24 | 80 | 0,0172 |
| Отрезной круглопильный | 3 | 24 | 70 | 0,0056 |
| Координатный расточной | 11 | 24 | 70 | 0,0207 |
| Зубофрезерный | 4 | 24 | 70 | 0,0075 |
| Вальцы | 1 | 24 | 70 | 0,0019 |

Предлагаемое ежегодное образование промышленных отходов представлено в таблице 9.

Таблица 9 – Предлагаемое ежегодное образование отходов

| Наименование вида отходов | Код по ФККО | Класс опасности | Наименование технологического процесса, в результате которого образуются отходы | Норматив образования отходов, тонн на единицу производимой продукции | Ежегодное образование отходов, тонн в год |
|--|-----------------|-----------------|--|--|---|
| Отходы минеральных масел индустриальных | 406130 01313 | 3 | Образуется при замене отработанного масла | 0,024253 т/ шт | 5,5783 |
| Смазочно-охлаждающие масла отработанные при металлообработке | 361211 01313 | 3 | Образуется в процессе замены отработанного масла используемого для охлаждения деталей и режущего инструмента при металлообработке на фрезерных станках | 0,000255 т/ л | 3,672 |
| Шлам шлифовальный маслосодержащий | 361222 03393 | 3 | Образуется при «мокрое» шлифовании деталей с использованием СОЖ и шлифовальных кругов | 0,0278 т/шт | 0,889 |
| Отходы, содержащие незагрязненные черные металлы (в том числе чугунную и/или стальную пыль), несортированные | 461010 03204 | 4 | Образуется при ремонте и замене агрегатов автотранспорта и спецтехники, при эксплуатации станочного парка | 8,8 т/шт | 8,8 |
| Пыль (порошок) от шлифования черных металлов с содержанием металла 50% и более | 361221 01424 | 4 | Образуется в процессе металлообработки | 0,0018 т/ шт | 0,306 |

Продолжение таблицы 9

| Наименование вида отходов | Код по ФККО | Класс опасности | Наименование технологического процесса, в результате которого образуются отходы | Норматив образования отходов, тонн на единицу производимой продукции | Ежегодное образование отходов, тонн в год |
|--|-----------------|-----------------|---|--|---|
| Абразивные круги отработанные, лом отработанных абразивных кругов; | 456100 01515 | 5 | Образуется при расходе шлифовальных, отрезных и обдирочных кругов | 0,000242 т/шт. | 0,144 |

Данные по источникам выбросов в атмосферу и наименованиям загрязняющих веществ представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Данные по источникам выбросов в атмосферу и наименованиям загрязняющих веществ

| Наименование загрязняющего вещества | Класс опасности | Данные об источнике выбросов | Масса выбросов загрязняющих веществ | | |
|--|-----------------|---|-------------------------------------|----------|---|
| | | | г/сек | т/год | |
| | | | | всего | в том числе в пределах нормативов допустимых выбросов |
| Свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец) | 1 | Источник №2 (Вентиляционная труба) Рабочее место пайки | 0,0000044 | 0,000004 | 0,000004 |
| диАлюминий триоксид (в пересчете на алюминий) | 2 | Источник №25 (Неорганизованный выброс) Металлообрабатывающее оборудование | 0,0960000 | 0,416160 | 0,416160 |
| диАлюминий триоксид (в пересчете на алюминий) | 2 | Источник №29 (Вентиляционная труба) | 0,0008333 | 0,000600 | 0,000600 |
| Хром (Хром шестивалентный) (в пересчете на хрома (VI) оксид) | 1 | Оборудование напыления | 0,0000394 | 0,000026 | 0,000026 |

Продолжение таблицы 10

| Наименование загрязняющего вещества | Класс опасности | Данные об источнике выбросов | Масса выбросов загрязняющих веществ | | |
|--|-----------------|--|-------------------------------------|----------|---|
| | | | г/сек | т/год | |
| | | | | всего | в том числе в пределах нормативов допустимых выбросов |
| Азота диоксид (Азот (IV) оксид) | 3 | Источник №35 (Неорганизованный выброс) Пост ТО и ТР | 0,0001676 | 0,000036 | 0,000036 |
| Азот (II) оксид (Азота оксид) | 3 | | 0,0000272 | 0,000006 | 0,000006 |
| Сера диоксид (Ангидрид сернистый) | 3 | | 0,0000225 | 0,000005 | 0,000005 |
| Углерод оксид | 4 | | 0,0030132 | 0,000557 | 0,000557 |
| Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод) | 4 | | 0,0004899 | 0,000068 | 0,000068 |
| Керосин | ОБУВ | | 0,0000846 | 0,000015 | 0,000015 |
| Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид) | 2 | Источник №38 (Вентиляционная труба) Металлообрабатывающее оборудование | 0,0000290 | 0,000455 | 0,000455 |
| Хром (Хром шестивалентный) (в пересчете на хрома (VI) оксид) | 1 | | 0,0000157 | 0,000187 | 0,000187 |
| Азота диоксид (Азот (IV) оксид) | 3 | | 0,0001181 | 0,000638 | 0,000638 |
| Углерод оксид | 4 | | 0,0010473 | 0,005655 | 0,005655 |
| Фториды газообразные | 2 | | 0,0000591 | 0,000319 | 0,000319 |
| Фториды плохо растворимые | 2 | | 0,0001039 | 0,001235 | 0,001235 |
| Пыль неорганическая: 70-20% 8102 | 3 | | 0,0000441 | 0,000238 | 0,000238 |

Для сокращения выбросов из источника №38 (Вентиляционная труба от металлообрабатывающего оборудования) в атмосферу – предложено заменить существующий пылеулавливающее оборудование (агрегат ЗИЛ-900М) на вентиляционный агрегат ПУ – 1500.

На рисунке 12 изображен пылеулавливающий агрегат ПУ – 1500.

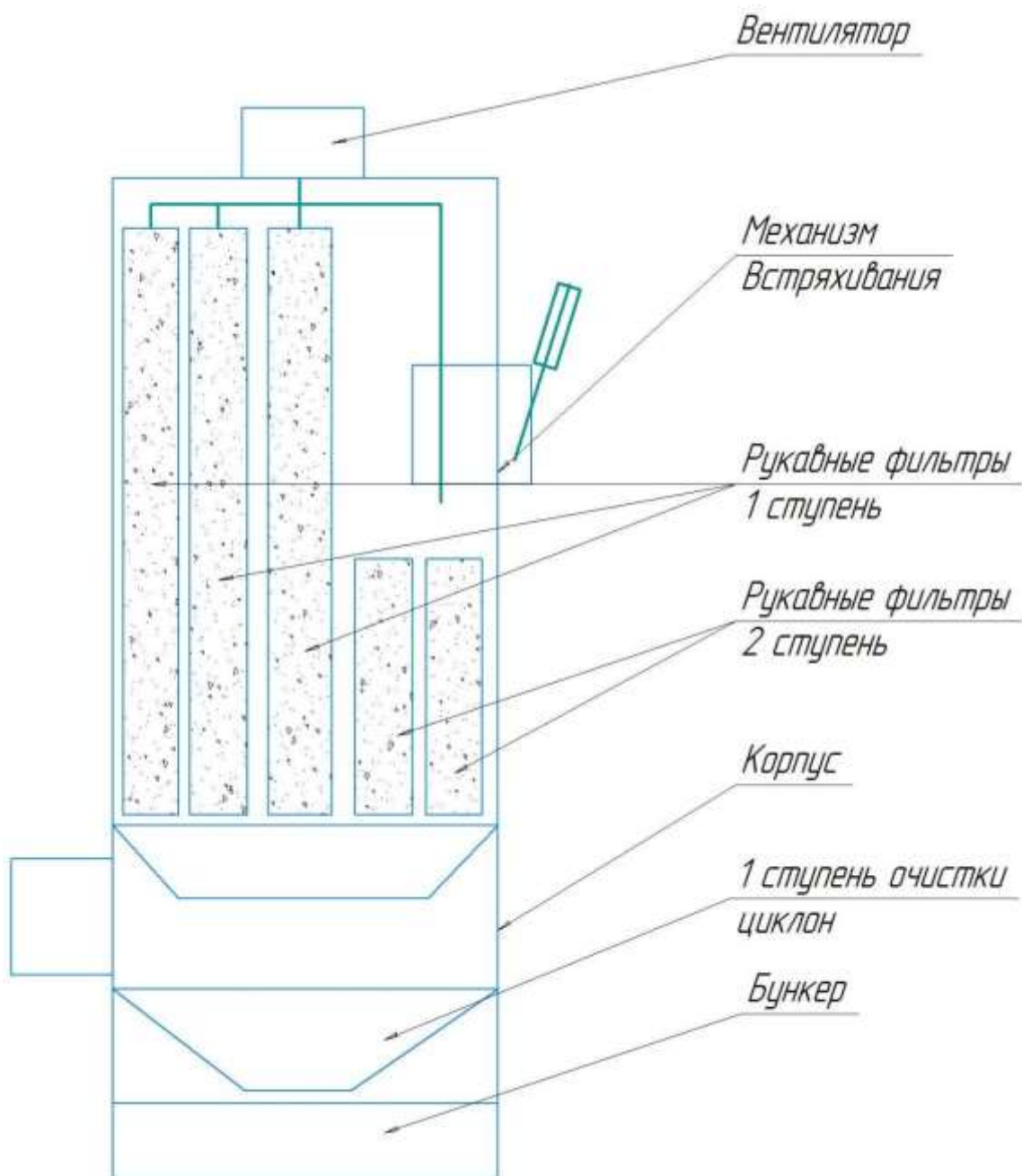


Рисунок 12 – Вентиляционный пылеулавливающий агрегат ЗИЛ-1500

«Вентиляционный пылеулавливающий агрегат ЗИЛ-1500 от вентиляционного пылеулавливающего агрегата ЗИЛ-900М отличается наличием двухступенчатой степенью очистки воздуха» [11].

Вывод по разделу.

В разделе произведён расчет образования отхода в цехе и представлены данные по источникам выбросов в атмосферу и наименованиям загрязняющих веществ.

Заточка инструмента, механическая резка металла, сверлильные и токарные работы – при выполнении этих операций в атмосферу выбрасываются: алюминия оксид, железа оксид, пыль неорганическая 70%, эмульсодержащая.

Газовая резка металла – выделяемые вещества: Железа оксид, Марганец и его соединения, Азот (IV) оксид (Азота диоксид), Углерод оксид.

Очистка заготовок чугуновой дробью (организованный источник № 22). При этом в атмосферу выбрасывается пыль металлическая.

Удаление литников, заточка инструмента (неорганизованный источник № 25). При этом в атмосферу выбрасываются вещества: диАлюминий триоксид (в пересчете на алюминий), Пыль абразивная (Корунд белый, Монокорунд).

Отпуск после закалки, снятие напряжений, нагрев под закалку и закалка (организованный источник № 26 – источник законсервирован).

Закаливание деталей и заготовок (организованный источник № 27). В атмосферу выбрасывается масло минеральное.

Для сокращения выбросов из источника №38 (Вентиляционная труба от металлообрабатывающего оборудования) в атмосферу – предложено заменить существующий пылеулавливающее оборудование (агрегат ЗИЛ-900М) на вентиляционный агрегат ПУ – 1500.

6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Возможными и наиболее опасными аварийными ситуациями могут являться пожары и загорания.

Возможные причины пожаров:

- нарушения противопожарного режима при огневых работах;
- нарушение заземления электрооборудования;
- неисправность электрических проводов, электроосветительной аппаратуры, электрооборудования, грозоотводов;
- курение в неустановленных местах.

Противопожарные мероприятия при проведении токарных работ должны выполняться в соответствии с техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности (от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ) и другими нормативными документами [17].

В случае возникновения возгорания, неисправности, изменения состояния инженерного оборудования, вся информация при помощи протокола обмена данными передается по линии связи RS485 на пульт контроля и управления С2000М АУПС или АППЗ. Пульт контроля и управления обрабатывает и преобразует полученную информацию, формирует команды управления согласно запрограммированному алгоритму.

Управление исполнительными механизмами и устройствами противодымной защиты (двигателями вентиляторов и приводов клапанов) осуществляется от систем автоматической пожарной сигнализации посредством применения сертифицированных шкафов управления.

Автоматическое включение насосной станции системы внутреннего противопожарного водоснабжения осуществляется по сигналу от АУПС, дистанционное – от кнопок расположенных в шкафах ПК, ручной пуск осуществляется со щита управления насосами.

Процедура обеспечения устойчивости функционирования объекта в чрезвычайных ситуациях изображена на рисунке 13.

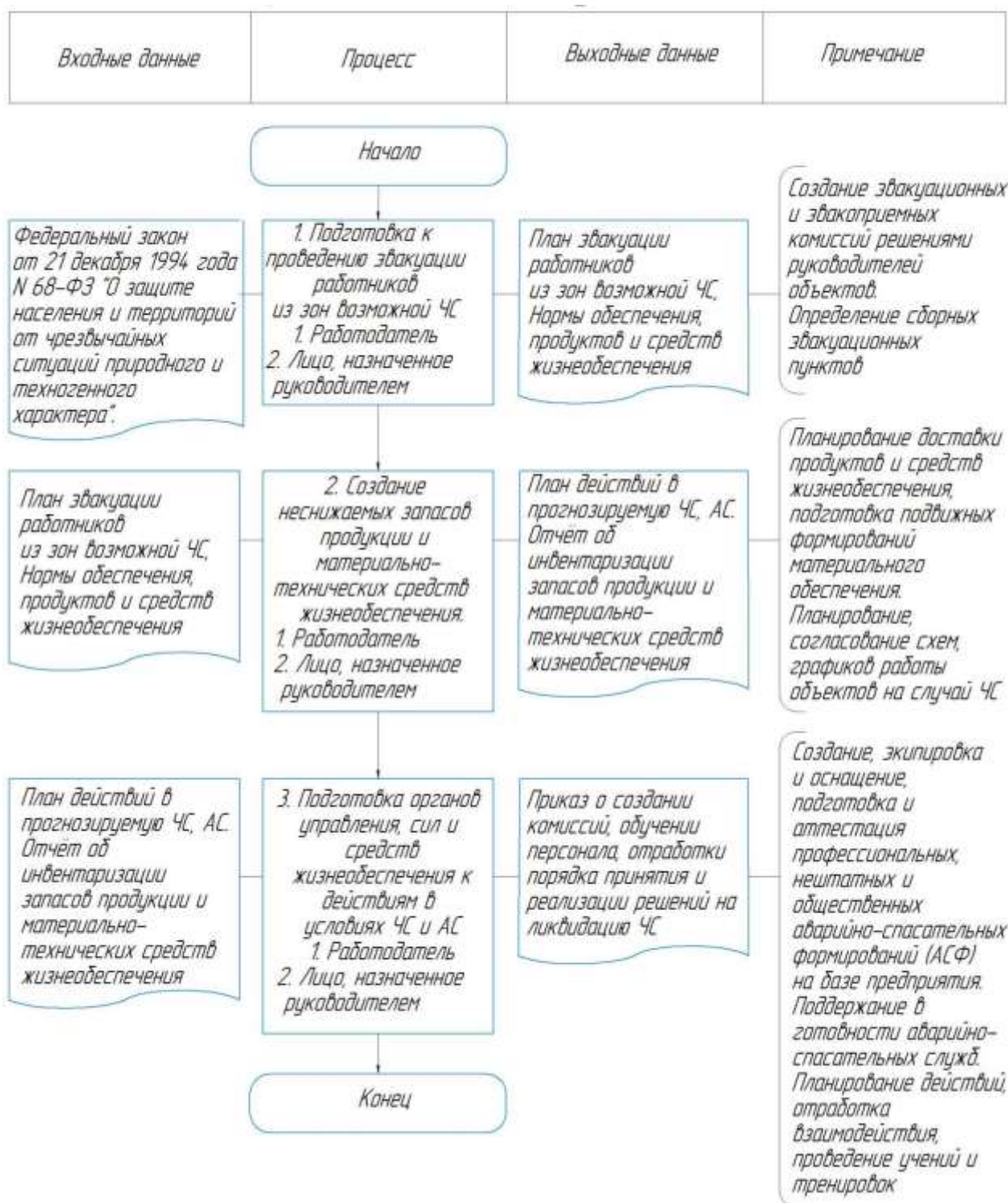


Рисунок 13 – Процедура обеспечения устойчивости функционирования объекта в чрезвычайных ситуациях

В соответствии с п. 4.2.7 и п. 4.2.8 СП 10.13130.2009 предусматривается ручной и автоматический запуск системы внутреннего противопожарного водопровода [12].

В соответствии с СП 7.13130.2013 предусматривается управление системой общеобменной вентиляции и огнезадерживающими клапанами. Отключения систем общеобменной вентиляции осуществляется при помощи коммутационного устройства УУК-24-01 [10].

В соответствии с СП 7.13130.2013 управление огнезадерживающими клапанами производится автоматически от АУПС; дистанционно – из диспетчерской с пульта контроля и управления С2000М, блока контроля индикации С2000-БКИ или от ручных пожарных извещателей, установленных на путях эвакуации. Открытие/закрытие огнезадерживающих клапанов, а также их контроль осуществляется адресными модулями С2000-СП4, установленными в непосредственной близости от клапана.

В соответствии с СП 3.13130.2009 для данного объекта проектом предусмотрена система оповещения людей о пожаре – 2 ого типа (световые и звуковые (сирены) оповещатели. Для отображения состояния технических средств АУПС и АППЗ используется блок индикации и управления С2000-БКИ, установленный в помещении диспетчерского поста [13].

Вывод по разделу.

В разделе проведён анализ возможных техногенных аварий.

Возможными и наиболее опасными аварийными ситуациями могут являться пожары и загорания.

Разработана процедура обеспечения устойчивости функционирования объекта в чрезвычайных ситуациях.

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В работе разработан комплекс инженерно-технических мероприятий по уменьшению воздействия вибрации в процессе изготовления вала редуктора промежуточного.

В технологическом процессе изготовления промежуточного вала редуктора токарные операции по обработке наружных поверхностей детали производятся на токарном станке 16К20, поэтому предложено заменить его на токарный станок с ЧПУ DMC DL 10TM.

Наклонная станина токарного станка DMC DL 10TM обеспечивает высокую жесткость и минимизацию вибраций при тяжелых режимах обработки, а также эффективное стружкоудаление и высокую точность при прецизионной обработке.

План реализации данных мероприятий представлены в таблице 11.

Таблица 11 – План реализации комплекса инженерно-технических мероприятий по уменьшению воздействия вибрации в процессе изготовления вала редуктора промежуточного

| Мероприятие | Цель | Дата |
|--|--|----------|
| В технологическом процессе изготовления промежуточного вала редуктора токарные операции по обработке наружных поверхностей детали проводить на токарном станке с ЧПУ DMC DL 10TM | Обеспечить снижение воздействия локальной вибрации на рабочем месте токаря | 2023 год |
| Своевременное проведение инструктажей по охране труда | | 2023 год |
| Разместить памятки/инструкции по охране труда в зоне проведения работ | | 2023 год |
| Разместить на оборудовании предупреждающие знаки в соответствии с ГОСТ 12.4.026-2015 | | 2023 год |

Предложенный комплекс инженерно-технических мероприятий по уменьшению воздействия вибрации в процессе изготовления вала редуктора промежуточного приведёт к улучшению условий труда на рабочих местах токаря.

Рассчитаем социально-экономическую эффективность от снижения опасных и вредных факторов на исследуемом предприятии.

«Данные для расчета социально-экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда представлены в таблице 12» [9].

Таблица 12 – Данные для расчета социально-экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда

| Наименование показателя | усл. обозн. | ед. измер. | Данные | |
|---|--------------------------|------------|--------|-----|
| | | | 1 | 2 |
| «годовая среднесписочная численность работников» [9] | ССЧ | чел. | 351 | 345 |
| «число единиц производственного оборудования, не соответствующего требованиям безопасности» [9] | М | шт. | 10 | 0 |
| «Общее количество единиц производственного оборудования» [9] | М | шт. | 20 | 20 |
| «Количество рабочих мест, условия труда на которых не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [9] | К | шт. | 10 | 0 |
| «численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после внедрения мероприятий» [9] | Ч | чел. | 10 | 0 |
| «общее количество рабочих мест» [9] | К | шт. | 10 | 0 |
| «Плановый фонд рабочего времени в днях» [9] | Фплан | дни | 247 | 247 |
| «Ставка рабочего» [9] | Т _{чс} | руб/час | 300 | 300 |
| «Коэффициент доплат » [9] | <i>k_{допл.}</i> | % | 15 | 0 |
| «Продолжительность рабочей смены» [9] | Т | час | 8 | 8 |
| «Количество рабочих смен» [9] | S | шт | 1 | 1 |

Стоимость затрат на реализацию мероприятий приведена в таблице 13.

Таблица 13 – Стоимость затрат на реализацию мероприятия

| Виды работ | Стоимость, руб. |
|--|-----------------|
| Покупка токарных станков с ЧПУ DMC DL 10TM в количестве 5 штук | 20000000 |
| Обучение работников | 100000 |
| Итого: | 20100000 |

«Рассчитаем показатели санитарно-гигиенической эффективности мероприятий по охране труда по формулам, представленным ниже» [9].

«Увеличение количества производственного оборудования (ΔM), соответствующего требованиям безопасности» [9]:

$$\Delta M = \frac{M_1 - M_2}{M} \cdot 100\% \quad (2)$$

где « M_1 , M_2 – число единиц производственного оборудования, не соответствующего требованиям безопасности до и после внедрения мероприятий, шт.» [9];

M – «общее количество единиц производственного оборудования, шт.» [9];

$$\Delta M = \frac{10 - 0}{20} \cdot 100\% = 50\%$$

«Увеличение числа производственных помещений (ΔB), отвечающих требованиям безопасной их эксплуатации» [9]:

«Сокращение количества рабочих мест (ΔK), условия труда на которых не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [9]:

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

«где K_1 , K_2 – количество рабочих мест, условия труда на которых не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после проведения мероприятий, шт.» [9];

« K_3 – общее количество рабочих мест, шт.» [9].

$$\Delta K = \frac{10 - 0}{351} \cdot 100\% = 3\%$$

«Уменьшение численности занятых ($\Delta Ч$), работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [9]:

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

«где $Ч_1, Ч_2$ – численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после внедрения мероприятий, чел. » [9];

«ССЧ – годовая среднесписочная численность работников, чел.» [9].

$$\Delta Ч = \frac{10 - 0}{351} \cdot 100\% = 2,84\%$$

«Среднедневная заработная плата» [9]:

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

где « $T_{чс.}$ – часовая тарифная ставка, (руб/час)» [9];

« $k_{допл.}$ – коэффициент доплат за условия труда, (%)» [9].

« T – продолжительность рабочей смены, (час)» [9].

« S – количество рабочих смен» [9].

$$ЗПЛ_{днб} = \frac{300 \times 8 \times 1 \times (100 + 15)}{100} = 2760 \text{ руб.};$$

$$ЗПЛ_{днп} = \frac{300 \times 8 \times 1 \times (100 + 0)}{100} = 2400 \text{ руб.}$$

«Среднегодовая заработная плата» [9]:

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

«где ЗПЛ_{дн} – среднедневная заработная плата одного работающего (рабочего), (руб)» [9].

«Ф_{план} – плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, (дн.)» [9].

$$ЗПЛ_{год б}^{осн} = 2760 \times 247 = 681720 \text{ руб.};$$

$$ЗПЛ_{год н}^{осн} = 2400 \times 247 = 592800 \text{ руб.}$$

«Годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда» [9]:

$$\mathcal{E}_{усл тр} = (Ч_1 - Ч_2) \cdot (ЗПЛ_{год1} - ЗПЛ_{год2}) \quad (7)$$

«где ЗПЛ_{дн} – среднедневная заработная плата одного работающего (рабочего), руб.

Ф_{план} – плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, дн.

ЗПЛ_{год} – среднегодовая заработная плата работника, руб.

Ч₁, Ч₂– численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после проведения мероприятий, чел» [9].

$$\mathcal{E}_{усл тр} = (10 - 0) \cdot (681720 - 592800) = 3853200 \text{ руб.}$$

«Общий годовой экономический эффект (Э_г) от мероприятий по улучшению условий труда представляет собой экономию приведенных затрат от внедрения данных мероприятий» [9]:

$$\mathcal{E}_г = \mathcal{E}_з \quad (8)$$

$$\mathcal{E}_г = 3853200 \text{ руб.}$$

Выполним расчет экономического эффекта от реализации комплекса инженерно-технических мероприятий по уменьшению воздействия вибрации в процессе изготовления вала редуктора промежуточного.

«Срок окупаемости затрат на проводимые мероприятия определяется соотношением суммы произведенных затрат к общему годовому экономическому эффекту» [9].

$$T_{\text{ед}} = \frac{Z_{\text{ед}}}{Э_{\text{г}}} \quad (9)$$
$$T_{\text{ед}} = \frac{20100000}{3853200} = 5,2 \text{ года}$$

Вывод по разделу.

В разделе произведена оценка экономической эффективности реализации комплекса инженерно-технических мероприятий по уменьшению воздействия вибрации в процессе изготовления вала редуктора промежуточного.

По результатам оценки экономической эффективности реализации комплекса инженерно-технических мероприятий по уменьшению воздействия вибрации в процессе изготовления вала редуктора промежуточного определено, что ООО «СТД» сможет сэкономить 3853200 рублей за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда. При единовременных затратах в 20100000 рублей срок окупаемости единовременных затрат на покупку токарных станков с ЧПУ DMC DL 10TM в количестве 5 штук и обучение персонала составит 5,2 года.

Заключение

В первом разделе рассмотрен адрес местонахождения предприятия, структура управления предприятием, технологическая схема осуществляемого производственного процесса.

Исследуемый технологический процесс: процесс изготовления вала редуктора промежуточного.

Все поверхности детали с одного станка обработать невозможно. При различных способах механической обработки необходимо использовать базирование по разным поверхностям. Также является важным придерживаться принципа постоянства баз.

Станки, на которых ведётся обработка:

- токарный станок – для обработки наружных поверхностей;
- центровальный – для выполнения центровых отверстий;
- вертикально – фрезерный – для фрезерования шпоночного паза;
- кругло – шлифовальный – для шлифования поверхностей.

Необходимыми приспособлениями являются станочные приспособления, обеспечивающие обработку вала в центрах, и призмы для установки детали на вертикально – фрезерный станок для фрезерования шпоночного паза.

Производственное оборудование, приспособления и инструменты, применяемые для организации рабочего места, соответствуют требованиям безопасности труда.

Все токоведущие части оборудования закрыты, и исключен доступ к частям, находящимся под напряжением.

Металлические части электрических устройств оборудования, которые могут оказаться под напряжением, заземлены.

Аппараты и трубопроводы во избежание накопления статического электричества имеют заземление. Эксплуатационный персонал регулярно проверяет его исправность.

Как видно из результатов СОУТ на рабочем месте токаря условия труда по параметрам локальной вибрации отнесены к вредным (3 класс) 1 степени (подкласс 3.1).

Воздействие вибраций зависит от их частоты и интенсивности. Вибрации в низкочастотном спектре приводят к нарушениям мышечной и скелетной системы (повреждению суставов). Высокочастотная часть повреждает периферические кровеносные сосуды и нервную систему (нарушение кровообращения в пальцах и кистях или даже онемение и потеря хватки). Даже низкий уровень вибрации может вызвать дискомфорт и снизить производительность.

По результатам анализа уровень производственного травматизма в ООО «СТД», можно сделать вывод, что в группе повышенного риска получения производственной травмы являются работники производственных машиностроительных подразделений ООО «СТД» и складского хозяйства предприятия молодого возраста (до 30 лет) и с небольшим стажем работы.

Выдаваемые работникам средства индивидуальной защиты должны соответствовать их полу, росту и размерам, характеру и условиям выполняемой работы и обеспечивать безопасность труда.

Работодатель обязан обеспечить информирование работников о полагающихся им средствах индивидуальной защиты, организовать надлежащий учет и контроль за выдачей работникам средств индивидуальной защиты в установленные сроки.

Во время работы работники, профессии которых предусмотрены в типовых отраслевых нормах, обязаны пользоваться и правильно применять выданные им средства индивидуальной защиты, а работодатель должен принимать меры к тому, чтобы работники во время работы действительно пользовались выданными им средствами индивидуальной защиты. Работники не должны допускаться к работе без предусмотренных в типовых отраслевых нормах средств индивидуальной защиты, в неисправной,

неотремонтированной, загрязненной специальной одежде и специальной обуви, а также с неисправными средствами индивидуальной защиты.

В третьем разделе разработан комплекс инженерно-технических мероприятий по уменьшению воздействия вибрации в процессе изготовления вала редуктора промежуточного.

В технологическом процессе изготовления промежуточного вала редуктора токарные операции по обработке наружных поверхностей детали производятся на токарном станке 16K20, поэтому предложено заменить его на токарный станок с ЧПУ DMC DL 10TM.

Наклонная станина токарного станка DMC DL 10TM обеспечивает высокую жесткость и минимизацию вибраций при тяжелых режимах обработки, а также эффективное стружкоудаление и высокую точность при прецизионной обработке.

Благодаря прочной конструкции и высокому крутящему моменту обеспечивается стабильность обработки труднообрабатываемых материалов.

В четвёртом разделе разработана регламентированная процедура реализации мероприятий по улучшению условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки рабочих мест по условиям труда, и оценки уровней профессиональных рисков.

Охрана труда – это комплекс законодательных, технических, санитарно-гигиенических и организационных мер, направленных на обеспечение здоровых и безопасных условий труда.

На предприятии осуществляется контроль за безопасностью технологических процессов и состоянием воздуха рабочей зоны, а также физических факторов производственной среды.

На предприятии проводятся мероприятия улучшения санитарно-технического состояния производственных и санитарно-бытовых помещений.

В пятом разделе произведён расчет образования отхода в цехе и представлены данные по источникам выбросов в атмосферу и наименованиям загрязняющих веществ.

Заточка инструмента, механическая резка металла, сверлильные и токарные работы – при выполнении этих операций в атмосферу выбрасываются: алюминия оксид, железа оксид, пыль неорганическая 70%, эмульсодержащая.

Газовая резка металла – выделяемые вещества: Железа оксид, Марганец и его соединения, Азот (IV) оксид (Азота диоксид), Углерод оксид.

Очистка заготовок чугуновой дробью (организованный источник № 22). При этом в атмосферу выбрасывается пыль металлическая.

Удаление литников, заточка инструмента (неорганизованный источник № 25). При этом в атмосферу выбрасываются вещества: диАлюминий триоксид (в пересчете на алюминий), Пыль абразивная (Корунд белый, Монокорунд).

Отпуск после закалки, снятие напряжений, нагрев под закалку и закалка (организованный источник № 26 – источник законсервирован).

Закаливание деталей и заготовок (организованный источник № 27). В атмосферу выбрасывается масло минеральное.

Для сокращения выбросов из источника №38 (Вентиляционная труба от металлообрабатывающего оборудования) в атмосферу – предложено заменить существующий пылеулавливающее оборудование (агрегат ЗИЛ-900М) на вентиляционный агрегат ПУ – 1500.

В шестом разделе проведён анализ возможных техногенных аварий.

Возможными и наиболее опасными аварийными ситуациями могут являться пожары и загорания.

Разработана процедура обеспечения устойчивости функционирования объекта в чрезвычайных ситуациях.

В седьмом разделе произведена оценка экономической эффективности реализации комплекса инженерно-технических мероприятий по уменьшению

воздействия вибрации в процессе изготовления вала редуктора промежуточного.

По результатам оценки экономической эффективности реализации комплекса инженерно-технических мероприятий по уменьшению воздействия вибрации в процессе изготовления вала редуктора промежуточного определено, что ООО «СТД» сможет сэкономить 3853200 рублей за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда. При единовременных затратах в 20100000 рублей срок окупаемости единовременных затрат на покупку токарных станков с ЧПУ DMC DL 10TM в количестве 5 штук и обучение персонала составит 5,2 года.

Реализация предложенных инженерно-технических мероприятий по уменьшению воздействия вибрации в процессе изготовления вала редуктора промежуточного экономически выгодно для ООО «СТД».

Список используемых источников

1. Защита от шума [Электронный ресурс] : СП 51.13330.2011. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084097?ysclid=17499c2nm304888681> (дата обращения: 13.07.2022).
2. Игнатович И.А., Серикбаев Б.К. Сравнительный анализ методов оценки профессионального риска на рабочем месте токаря // ОмГТУ. 2014. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-metodov-otsenki-professionalnogo-riska-na-rabochem-meste-tokarya> (дата обращения: 22.08.2022).
3. Ишметьев Е.Н., Чистяков Д.В., Панов А.Н., Бодров Е.Э., Врабел М. Системы виброзащиты, виброконтроля и вибродиагностики промышленного оборудования // ЭС и К. 2019. №1 (42). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemy-vibrozaschity-vibrokontrolya-i-vibrodiagnostiki-promyshlennogo-oborudovaniya> (дата обращения: 22.08.2022).
4. Левашов С. П. Методологические аспекты формирования системы менеджмента профессионального риска // Вестник Курганского государственного университета. 2007. №1 (9). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-aspekty-formirovaniya-sistemy-menedzhmenta-professionalnogo-riska> (дата обращения: 22.08.2022).
5. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 17.07.2022).
6. Об утверждении типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам машиностроительных и металлообрабатывающих производств, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением [Электронный ресурс] : Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 14 декабря 2010 г. № 1104н. URL:

<https://docs.cntd.ru/document/902254967?ysclid=1749bb7nth40067715> (дата обращения: 02.07.2022).

7. Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней [Электронный ресурс] : Приказ Минздравсоцразвития России от 29 октября 2021 года № 771н. URL: <https://docs.cntd.ru/document/727092795?marker=6540IN> (дата обращения: 18.07.2022).

8. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22 мая 2017 г. № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 17.07.2022).

9. Об утверждении Методики расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 01.08.2012 № 39н. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902363899> (дата обращения: 15.07.2022).

10. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 7.13130.2013. URL: <http://sniprf.ru/sp7-13130-2013?ysclid=1749vnrii1564761877> (дата обращения: 04.06.2022).

11. Промышленный пылеулавливающий агрегат ЗИЛ-900 [Электронный ресурс]. URL: <https://rustan.ru/pileulavlivayushiy-agregat-zil-900.htm> (дата обращения: 04.08.2022).

12. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод [Электронный ресурс] : СП 10.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249684?marker=7D20K3> (дата обращения: 18.07.2022).

13. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 3.13130.2009. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/675> (дата обращения: 17.07.2022).

14. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.4.011-89. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200000277?ysclid=17497kvr5n86130462> (дата обращения: 13.07.2022).

15. Таталёв П.Н., Малышев П.Ф. Комплект устройства защиты оператора заточного станка (кузозс) // Известия СПбГАУ. 2017. №1 (46). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/komplekt-ustroystva-zaschity-operatora-zatochnogo-stanka-kuzozs> (дата обращения: 22.08.2022).

16. Технические характеристики, принцип работы и схемы токарного станка 16К20 [Электронный ресурс]. URL: <https://vseochpu.ru/tokarnyj-stanok-16k20/?ysclid=1749gal7xd413863738> (дата обращения: 19.06.2022).

17. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699 (дата обращения: 13.07.2022).

18. Токарный станок с ЧПУ (Turret LM type) DMC DL 10ТМН [Электронный ресурс]. URL: <https://deg.ru/catalog/id695?ysclid=1749h1b3aj241320309> (дата обращения: 19.06.2022).

19. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 06.10.2021 года) [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683 (дата обращения: 26.07.2022).

20. Хорошайло В.В. Повышение виброустойчивости растачивания на токарно-винторезных станках // ТАПИ. 2016. №1 (27). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-vibroustoychivosti-rastachivaniya-na-tokarno-vintoreznyh-stankah> (дата обращения: 22.08.2022).