

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)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему: «Система безопасности технологических процессов для режимов автоматизированной обработки деталей и ремонта с ЧПУ на участке обработки валов в ЗАО «ПТЗ», г. Санкт-Петербург».

Студент

А.А. Жуков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

д.п.н., профессор Н.П. Бахарев

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

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2020

Аннотация

Тема работы - Система безопасности технологических процессов для режимов автоматизированной обработки деталей и ремонта станков с ЧПУ на участке обработки валов в ЗАО «ПТЗ».

В разделе «Характеристика предприятия» представлены технические характеристики энергообеспечения производственного оборудования механического цеха, электрическая схема электроснабжения производственного оборудования механического цеха.

В разделе «Технология обеспечения электробезопасности производственного процесса на механическом участке обработки валов» рассматривается технология обеспечения электробезопасности производственного процесса на механическом участке обработки валов, схемы заземления и зануления оборудования, схема подключения устройств защиты электрооборудования механического цеха.

В разделе «Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов механического цеха, обеспечение безопасных условий труда» проведена идентификация опасных и вредных производственных факторов, воздействующих на оператора горизонтального шлице-зубофрезерного станка модели КСМ-ZFWVG250, проанализирована статистика травматизма среди работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» за последние пять лет, обеспеченности оператора горизонтального шлице-зубофрезерного станка модели КСМ-ZFWVG250 средствами индивидуальной защиты.

В разделе «Планирование рисков возникновения аварийных ситуаций» рассмотрен патент на защитное устройство станка с ЧПУ № RU2510555C1, подача заявки 05.10.2012 г., автор: Кутин Андрей Анатольевич, владелец патента: Министерство промышленности и торговли Российской Федерации.

В разделе «Охрана труда» рассмотрен порядок обеспечения безопасности работ по обслуживанию и ремонту электрооборудования, разработана

документированная процедура проведения инструктажей по охране труда с работниками, обслуживающими электрические сети и основным производственным персоналом ЗАО «Петербургский тракторный завод».

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» представлен перечень отходов механического цеха ЗАО «Петербургский тракторный завод» при ведении технологического процесса автоматизированной обработки валов, предложена схема комплексной очистки эмульсий и эмульсионных смесей смазочно-охлаждающих жидкостей и разработана программа экологического контроля загрязнений окружающей среды в ЗАО «Петербургский тракторный завод».

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» представлены возможные сценарии аварий, сведения об обращающихся опасных веществах, разработаны действия производственного персонала и аварийно-спасательных служб (формирований) по локализации и ликвидации аварийных ситуаций.

Продолжение табл. 9

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» разработан план мероприятий по улучшению условий труда операторов автоматизированных станков с ЧПУ, произведён расчёт снижения уровня травматизма работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» по результатам выполнения плана мероприятий по улучшению условий на рабочих местах операторов станков с ЧПУ и рассчитан годовой экономический эффект для ЗАО «Петербургский тракторный завод» от улучшения условий труда операторов станков с ЧПУ.

Содержание

Введение	3
1 Характеристика предприятия	5
2 Технология обеспечения электробезопасности производственного процесса на механическом участке обработки валов.....	15
производственных факторов механического цеха, обеспечение безопасных условий труда	20
4 Планирование рисков возникновения аварийных ситуаций	29
5 Охрана труда	36
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	40
7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	43
8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	45
Заключение	58
Список используемых источников	61

Введение

Автоматизация - это технология, с помощью которой процесс или процедура выполняются без человеческого присутствия. Автоматизация реализуется с помощью программного алгоритма. Чтобы автоматизировать процесс, требуется электропитание, как для привода процесса, так и для работы программы и системы управления.

Напряжение электрического тока на предприятиях имеет достаточную величину, чтобы вызвать смерть от поражения электрическим током.

Все электрические системы потенциально могут причинить вред.

Люди получают травмы, когда они становятся частью электрической цепи. Люди являются более проводящими, чем земля, а это означает, что электричество будет проходить через тело человека.

Тяжесть травмы от воздействия электричества зависит от двух факторов: уровня электрического тока (сила тока) и длительности прохождения тока через организм.

Поскольку электричество является привычной частью нашей жизни, к нему часто не относятся с достаточной осторожностью. В результате каждый год показатели количества случаев производственного травматизма по причине воздействия электрического тока на организм работников остаётся достаточно высокими.

Цель работы – повышение безопасности технологических процессов для режимов автоматизированной обработки деталей и ремонта станков с ЧПУ на участке обработки валов в ЗАО «ПТЗ».

Задачи:

- исследовать характеристику электропотребления производственного оборудования и системы их электроснабжения;
- провести анализ технологии обеспечения электробезопасности производственного процесса на механическом участке обработки валов, схемы заземления и зануления оборудования, схемы

подключения устройств защиты электрооборудования механического цеха;

- проанализировать опасные и вредные производственные факторы, воздействующих на операторов станков с ЧПУ;
- проанализировать статистику травматизма среди работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» за последние пять лет
- исследовать обеспеченность работников средствами защиты;
- разработать план мероприятий по улучшению условий труда операторов станков с ЧПУ ЗАО «Петербургский тракторный завод».

1 Характеристика предприятия

Акционерное общество «ПЕТЕРБУРГСКИЙ ТРАКТОРНЫЙ ЗАВОД» располагается по адресу: Санкт-петербург, проспект Стачек, дом 47, литер АВ».

«АО «Петербургский тракторный завод» — одно из старейших машиностроительных предприятий России, является родоначальником отечественного тракторостроения. Первые тракторы были изготовлены в 1924 году» [14].

«Сейчас завод серийно производит 8 модификаций сельскохозяйственных тракторов «Кировец» модернизированной серии К-744Р мощностью от 300 до 450 л.с., одну модель сельскохозяйственных тракторов «Кировец» новой серии К-4 мощностью 240 л.с., 17 видов дорожно-строительных и специальных машин, изготовленных на базе промышленных тракторов «Кировец»» [14].

Механический цех предназначен для высококачественной обработки поверхностей изделий механическим и химическим способом.

В цехе размещены: станочное отделение, вспомогательные и бытовые помещения. Станочные отделение относится к пыльному помещению, так как при механической шлифовке постоянно и в больших количествах выделяется пыль, которая удаляется системой вентиляции.

Транспортные операции осуществляются с помощью мостовых кранов, грузовых лифтов и наземных электротележек.

На обрабатываемом участке предусмотрено штатное оборудование. Токарная обработка является самой распространенной технологической операцией. Как правило, на токарном участке устанавливают необходимое количество токарно-винторезных, токарно-револьверных станков. Для серийных партий современное производство использует токарные станки с ЧПУ.

Схема размещения оборудования в механическом цехе ЗАО «ПТЗ» изображена на рисунке 1.

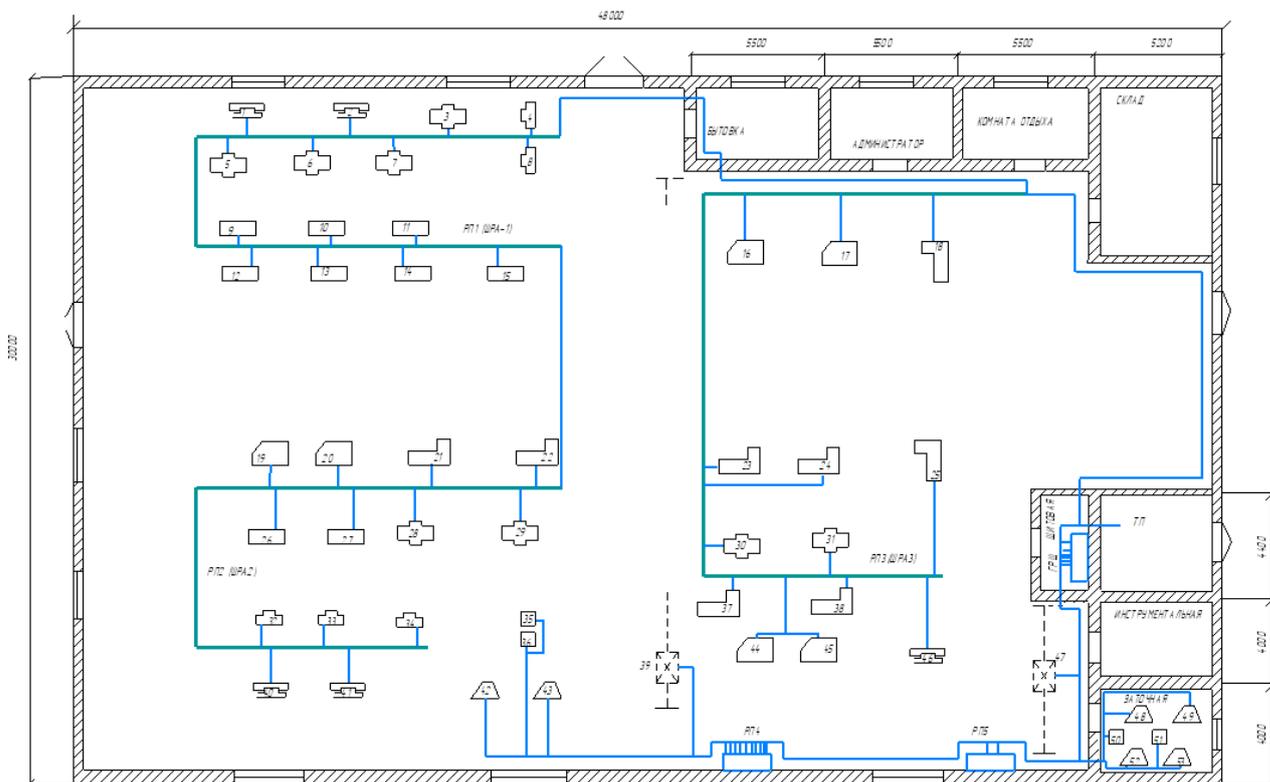


Рисунок 1 – Схема размещения оборудования в механическом цехе ЗАО «ПТЗ»

Технические характеристики энергообеспечения производственного оборудования механического цеха указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики энергообеспечения производственного оборудования механического цеха

Наименование электрооборудования	п, шт.	P_H , кВт	K_H	$\cos\varphi$	$\sin\varphi$
Станок токарный с ЧПУ 16K20Ф3	5	14	0,14	0,5	0,87
Станок токарный п/авт.с ЧПУ 1740Ф3.31Н58	5	12,5	0,17	0,65	0,76
Станок токарно-винторезный 1K62Д	4	12	0,17	0,65	0,76
Станок зубофрезерный ZFWZ630F4	9	10	0,17	0,65	0,76
Станок вертикальный фрезерный с ЧПУ ГФ2171С5.06	5	12,4	0,14	0,5	0,87
Станок круглошлифовальный ХШ4-10	6	9,4	0,14	0,5	0,87
Станок наждачный	7	3,4	0,14	0,5	0,87
Кран-балка	2	25	0,1	0,5	0,87
Вентилятор	1	4,5	0,6	0,8	0,6
Станок внутришлифовальный	2	12,4	0,14	0,5	0,87

Для обработки плоскостей, фасонной обработки, пазов и других операций в обрабатывающем цехе организуют фрезерный участок с различными подтипами фрезерного оборудования.

На участке автоматизированной обработки валов механического цеха используется горизонтальный шлице-зубофрезерный станок модели КСМ-ZFWVG250.

Горизонтальный шлице-зубофрезерный станок модели КСМ-ZFWVG250 предназначен для нарезания на валах прямобоочных и эвольвентных шлиц, а так же зубьев шестерен, выполненных заодно с валом.

Нарезание шлиц и зубьев шестерен производится червячной фрезой методом обкатки.

Обрабатываемое изделие закрепляется на станке в центрах и приводится во вращение при помощи хомутика.

Станок работает по замкнутому полуавтоматическому циклу и в режиме наладки. Система управления станком выполнена на базе программируемого контроллера S7-300 производства фирмы SIEMENS с модулем позиционирования FM 357-2LX по пяти осям координат: вращение шпинделя изделия, вращение инструментального шпинделя, осевая и радиальная подача инструментального шпинделя, перемещение задней бабки. При переналадке станка на обработку нового изделия угол поворота фрезерного суппорта устанавливается вручную.

Программное обеспечение станка позволяет производить обработку двух венцов на разных участках вала в течении одного цикла, при условии, что данные венцы обрабатываются одной фрезой.

Область применения станка обширная: станок может быть использован в единичном, серийном и массовом виде производства.

Общий вид станка представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 - Общий вид станка

Заготовка устанавливается в центрах между ведущей и задней бабкой. Вращение заготовке передается при помощи хомутика.

По горизонтальным направляющим станины вдоль оси заготовки перемещается каретка, несущая инструментальную стойку, которая имеет движение для выполнения подачи на резание.

Независимый привод шпинделя инструмента и шпинделя заготовки обеспечивает их точное взаимосвязанное вращение.

Программируемое согласованное перемещения по всем осям позволяет достигать высокой точности обработки.

Станок может работать в одном из двух режимов «Наладка» или «Полуавтомат». Выбор режима работы станка осуществляется кнопками расположенными на панели оператора. Для смены режима все механизмы станка должны быть остановлены.

Главное движение резания осуществляется от асинхронного электродвигателя фирмы SIEMENS. Через постоянные шестерни, многозаходную червячную передачу движение передается на инструментальный шпиндель. Число оборотов шпинделя определяется частотой вращения двигателя.

Круговая подача заготовки осуществляется от трехфазного серводвигателя с редуктором с передаточным отношением 1:32, который через сильфонную муфту связан с зубчатой передачей. Шестерня смонтирована непосредственно на шпинделе заготовки. Необходимые параметры круговой подачи обеспечиваются соответствующей частотой вращения вала серводвигателя, управляемого от следящего привода. Ускоренное вращение при выверке изделия осуществляется тем же двигателем.

Цепь привода осевых подач инструмента (движение вдоль оси заготовки).

Все осевые перемещения инструмента осуществляется от трехфазного серводвигателя через планетарный редуктор с передаточным отношением 1:10. Вращение после редуктора посредством сильфонной муфтой передается на шарико-винтовую пару. Винт имеет вращательное движение, а осевое перемещение гайки передается каретке, с которой она жестко связана.

Цепь привода радиальных подач инструмента (изменение межцентрового расстояния).

Все радиальные перемещения инструмента осуществляется от трехфазного серводвигателя через встроенный планетарный редуктор с передаточным отношением 1:10. Вращение после редуктора передается на шарико-винтовую пару. Винт имеет вращательное движение, а осевое

перемещение гайки передается стойке суппортной, с которой она жестко связана.

Цепь привода задней бабки.

Перемещения задней бабки осуществляются от трехфазного серводвигателя. Вращение после редуктора передается на шарико-винтовую пару. Винт имеет вращательное движение, а осевое перемещение гайки передается задней бабке, с которой она жестко связана.

Станина является основанием, на котором смонтированы узлы станка.

Основание станка коробчатой формы. Внутри нее расположен резервуар масла гидросистемы. Сплошные поперечные перегородки, жестко связывающие наружные стенки, разделяют пространство основания на ряд отдельных шин и резервуаров.

Разделение всей отливки основания на отдельные отсеки снижает интенсивность звуковых явлений, возникающих в результате резонирования внутренней полости.

Вдоль верхней части основания расположены прямоугольные направляющие, по которым перемещается каретка стола. На правом торце станины закреплена бабка изделия.

Между 2 и 3 направляющей станины проходит винт привода осевых перемещений инструмента.

Между 3 и 4 направляющей станины проходит винт привода перемещения задней бабки.

Система охлаждения должна обеспечивать охлаждение режущего инструмента и заготовки, а так же смыв стружки с поверхностей резания и удаление ее из зоны резания в специальные ящики.

Гидробак системы охлаждения расположен сзади станины и повернут к ней. Емкость резервуара под СОЖ - 85л. СОЖ, смывая стружку в магнитный транспортёр стекает по полости станины в бак.

Регулировка подачи СОЖ от насоса производится поворотом рукоятки шарового крана.

Конструкция сопла позволяет легко установить необходимое пространственное положение. Поток охлаждающе жидкости из сопла дополнительно регулируется краном, установленным в рабочей зоне.

Уровень СОЖ в баке визуально контролируется по маслоуказателю и электронно по датчику уровня, установленным на баке.

В состав узла входят щитки и кожуха ограждения рабочей зоны. Две двери ограждения со стороны рабочего места перемещаются в зависимости от расположения зоны обработки.

Транспортер стружки.

Для удаления стружки из зоны резания за пределы станка в станине предусмотрено окно для гидросмыва стружки. Стружка под напором жидкости, используемой в системе охлаждения смывается через данное окно в приемный короб магнитного транспортера. Далее стружка перемещается по магнитному конвейеру и свободно падает в специальный ящик.

Слева к станине привернута делительная коробка, в которой расположены шпиндель изделия и привода: вращения изделия, осевых перемещений и перемещений задней бабки.

Разрез по шпинделю установлен горизонтально в двух опорах скольжения. Задняя опора цилиндрическая, передняя коническая. На нерабочем конце шпинделя установлена приводная цилиндрическая шестерня, которая получает вращение от привода вращения изделия.

Привод вращения изделия.

Привод вращения изделия крепится на кронштейне к задней стенке к делительной коробки и состоит из трехфазного серводвигателя с редуктором с передаточным отношением 1:32, передающего вращение на цилиндрическую передачу. Необходимые параметры круговой подачи обеспечиваются соответствующей частотой вращения вала серводвигателя, управляемого от следящего привода. Ускоренное вращение шпинделя при наладке осуществляется тем же двигателем.

Привод осевых подач расположен рядом с приводом вращения изделия и состоит из трехфазного серводвигателя с редуктором с передаточным отношением 1:10, промежуточного вала и ШВП.

Винт ШВП имеет вращательное движение, а осевое перемещение гайки передается каретке через гайку, с которой она жестко связана.

Необходимые параметры осевой подачи обеспечиваются соответствующей частотой вращения вала серводвигателя, управляемого от следящего привода. Ускоренный подвод-отвод каретки осуществляется тем же двигателем.

Привод подач задней бабки.

Привод подач задней бабки расположен внутри делительной коробки, на передней ее стенке. Он состоит из трехфазного серводвигателя и ШВП.

Винт ШВП имеет вращательное движение, а осевое перемещение гайки передается задней бабке через балку, с которой жестко связана гайка ШВП.

Необходимые параметры подачи обеспечиваются соответствующей частотой вращения вала серводвигателя, управляемого от следящего привода.

Ускоренный подвод-отвод бабки осуществляется тем же двигателем.

Задняя бабка.

Задняя бабка имеет сменный центр, крепящийся к пиноли тремя винтами М10. Перемещение задней бабки осуществляется с пульта управления, посредством привода подач. Отжим-зажим – автоматический с помощью гидроцилиндра.

Перемещение пиноли с центром, зажим пиноли на корпус бабки осуществляется с помощью гидроцилиндров. Перемещение – с пульта управления, либо с педального переключателя; зажим пиноли- автоматический, по окончанию передвижения.

Электроснабжение цех получает от собственной комплектной трансформаторной подстанции (КТП), подключенной к подстанции глубокого ввода (ПГВ) комбината и расположенной за пределами здания на расстоянии 10м.

Электропитание цеха обеспечивается от встроенной в помещение цеха трансформаторной подстанции, в качестве которой используется комплектная трансформаторная подстанция внутренней установки (КТП).

КТП состоит из двух трёхфазных понижающих трансформаторов высшего 10 кВ и низшего 0,4 кВ напряжения и шкафов распределительных устройств (РУ). Шкафы РУ изготовляют вводными, секционными и линейными. Они состоят из шинной и коммутационной частей, разделённых металлическими перегородками.

Электрическая схема электроснабжения технологического оборудования участка обработки валов в механическом цехе ЗАО «ПТЗ» изображена на рисунке 3.

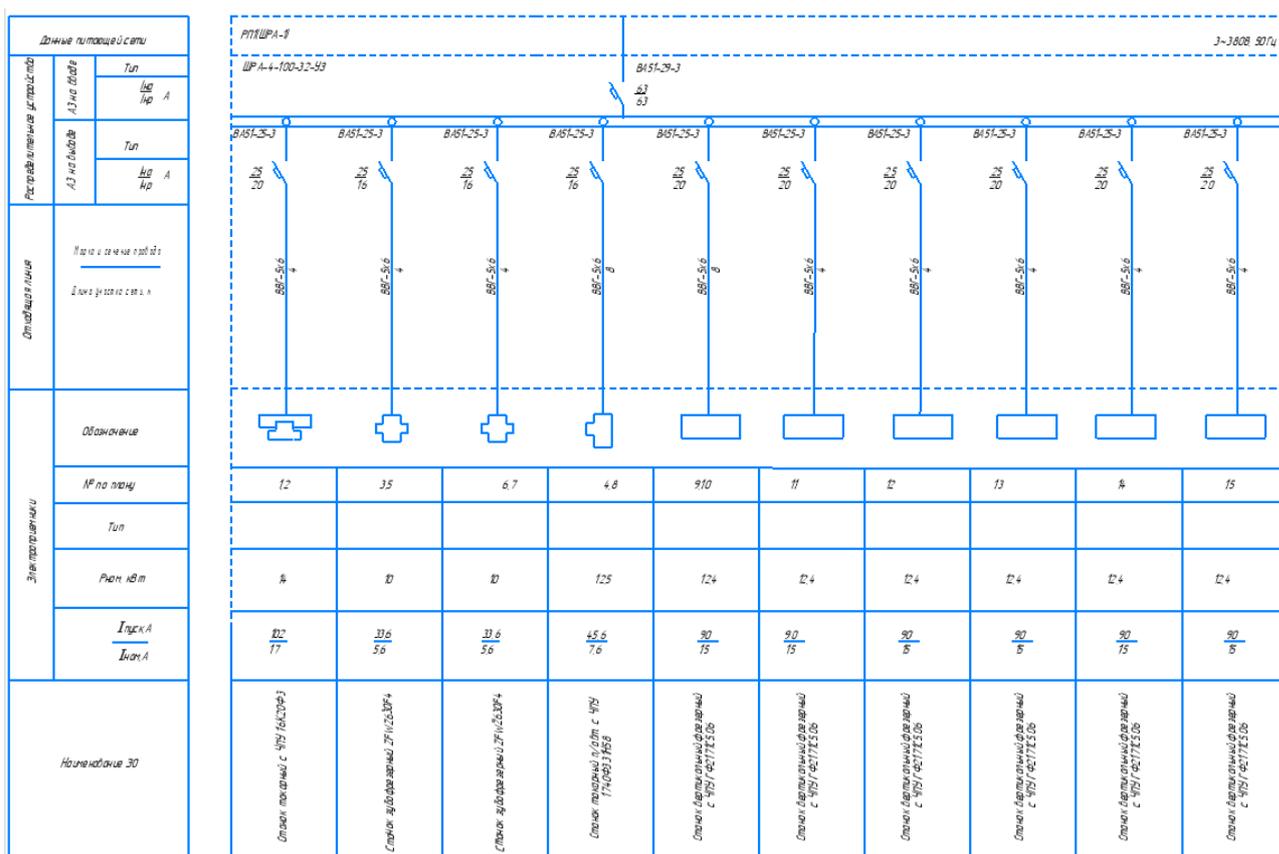


Рисунок 3 – Электрическая схема электроснабжения технологического оборудования участка обработки валов в механическом цехе ЗАО «ПТЗ»

В шкафах РУ напряжением до 1 кВ размещены коммутационная и защитная аппаратура: выдвижные универсальные и установочные автоматические выключатели, релейная аппаратура, измерительные приборы, а также измерительные трансформаторы тока. Схемы управления, защиты и сигнализации оборудования КТП выполнена на оперативном переменном токе. На подстанции установлены два трёхфазных силовых трансформатора ТМ 100 – 10 / 0,4 кВ.

По категории надежности ЭСН – это потребитель 3 категории, а вентиляция и ОУ- 2 категории.

Передача, распределение и потребление электроэнергии на промышленных предприятиях должны производиться с высокой экономичностью, надежностью и требуемым качеством электроэнергии.

В цеховых электрических сетях используется огромное количество проводникового материала и электрической аппаратуры, поэтому выбор питания определяется не только качеством и особенностями работы электрооборудования, но и технико-экономические показатели всей системы электроснабжения.

В цеховых сетях различают питающую и распределительную сети. Линии сети, отходящие от цеховой трансформаторной подстанции или вводного устройства, образуют питающую сеть, а линии, непосредственно подводящие электроэнергию к потребителям - распределительную сеть.

Силовой кабель — предназначен для передачи энергии высокого напряжения в осветительных и силовых электроустановках. Обычно он имеет 1-4 жилы. Существует цветовая маркировка. Ниже перечислим цвета, которыми маркируют провод и соответствующее назначение жилы:

- голубой – нулевой (нейтральный) провод;
- желто-зеленый – защитный проводник (заземляющий);
- желто-зеленый с голубыми метками – заземляющий проводник, который совмещен с нулевым;
- черный – фазный провод. .

2 Технология обеспечения электробезопасности производственного процесса на механическом участке обработки валов

Персонал, допущенный в установленном на предприятии порядке к работе на горизонтальном шлице-зубофрезерном станке модели КСМ-ZFWVG250, а так же к его наладке и ремонту обязан ознакомиться с правилами эксплуатации и ремонта станка и указаниями по безопасности труда, которые содержатся в настоящем руководстве, руководстве по эксплуатации электрооборудования и в эксплуатационной документации, прилагаемой к комплектующим изделиям, входящим в состав станка.

«При эксплуатации станков с ЧПУ каждому этапу производственного процесса соответствуют свои правила, соблюдая которые можно минимизировать риск получения производственной травмы или профессионального заболевания» [20].

Станок должен быть обесточен при выполнении следующих работ:

- установка или замена режущего инструмента;
- при замене масла системы гидравлики и смазки или охлаждающей жидкости системы охлаждения;
- при чистке и обтирке станка;
- при обнаружении любой неисправности в работе станка;
- при ремонте станка.

Персонал обязан строго соблюдать предупреждающие знаки опасности установленные на шлице-зубофрезерном станке модели КСМ-ZFWVG250.

Технология обеспечения электробезопасности производственного процесса на механическом участке обработки валов обеспечивается защитными мероприятиями от прикосновения к частям электроустановок.

«Защитные мероприятия от прикосновения к частям электроустановок, нормально находящихся без напряжения, но оказавшихся иод напряжением вследствие нарушения изоляции токоведущих частей электроустановки, следующие: заземление и зануление корпусов электрооборудования и

конструктивных металлических частей электроустановок; устройство защитного отключения, обеспечивающего автоматическое отключение установки, в которой произошло замыкание фазы на корпус; устройство изоляционных площадок для обслуживания электрооборудования, если выполнение первых двух пунктов затруднено» [15].

«Основным мероприятием защиты человека от поражения электрическим током при прикосновении к корпусам электроустановок, в которых по какой-либо причине нарушена изоляция, является защитное заземление и зануление. Зануление от заземления отличается соединением корпуса электроустановки с нейтралью, например, трансформатора через нейтральный провод. Так как защитное зануление имеет меньшее сопротивление для токов короткого замыкания I_k , то создаются условия для более надежного и более быстрого отключения повреждений электроустановки» [15].

На рисунке 4 изображены схемы заземления и зануления.

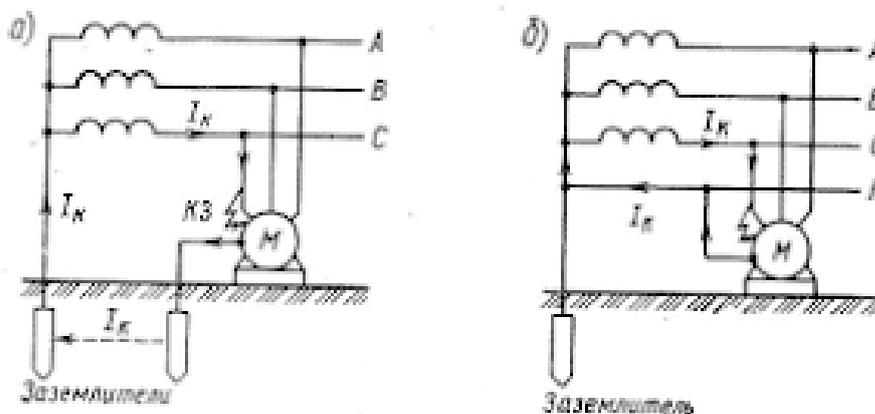


Рисунок 4 - Схемы заземления (а) и зануления (б)

«Защитное отключение обеспечивает обесточение электроустановки в пределах времени не более 2 с, если на данной электроустановке произошло короткое замыкание на корпус» [15].

В качестве внешнего заземляющего устройства используется 23 вертикальных электродов (уголок стальной 50×50×5; глубина заложения 0,7 м), горизонтальный электрод - полоса стальная 40×4 длиной 46 м.

Кроме того, в соответствии с ПУЭ допускается применение другого цвета для фазного проводника, например, коричневого.

В качестве распределительных устройств используются шкафы типа ПР.

Согласно ПУЭ в установках напряжением до 1000 В сопротивление заземляющего устройства $R_{зз} \leq 4 \text{ Ом}$.

Вид заземления – выносной контур, состоящий из вертикальных заземлителей диаметром 12 мм, длиной 3 м и заземляющей полосы 40×4 мм, заложённой на глубине 0,7 м. Площадь контура $A \times B = 7 \times 7 \text{ м}^2$. Длина периметра $L_{\Pi} = 28 \text{ м}$. Грунт в районе заземления суглинок, удельное сопротивление грунта $\rho = 100 \text{ Ом м}$.

На рисунке 5 представлена схема подключения устройств защиты электрооборудования механического цеха.

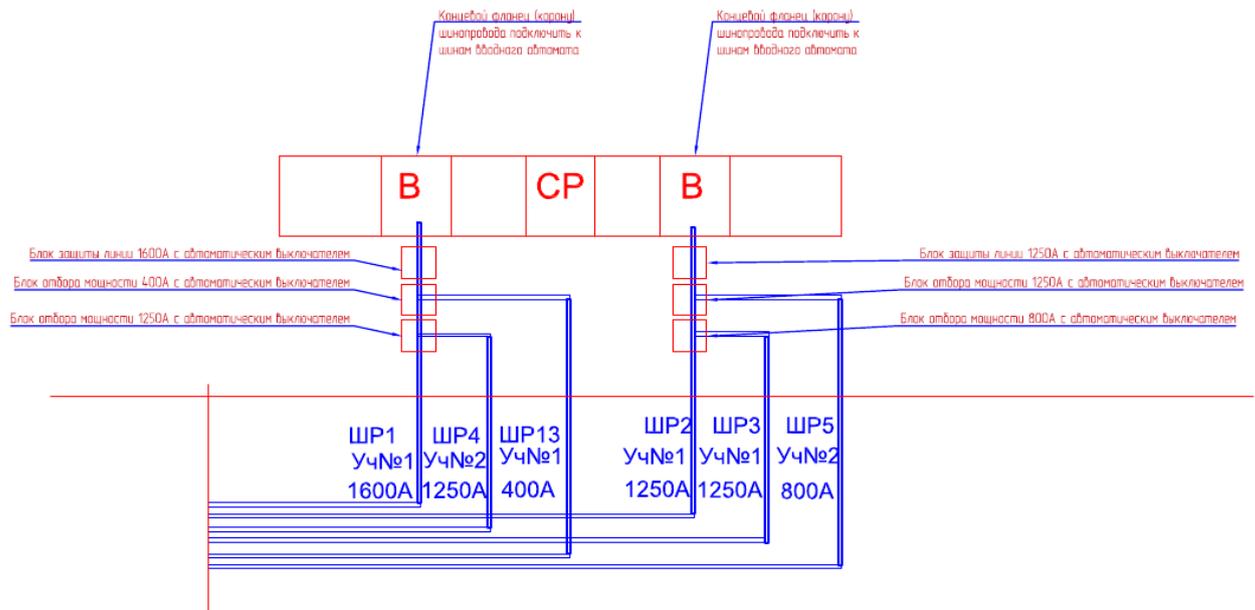


Рисунок 5 - Схема подключения блоков и автоматов защиты электрооборудования механического цеха

Электрические привода круговых и осевых подач детали и инструмента в автоматизированном станке с ЧПУ оснащены устройствами защиты, которые обеспечивают отключение преобразователей тока данных приводов от сети при коротком замыкании или пробое.

В качестве защитной аппаратуры на объекте установлены выключатели серии ВА.

«При существующей тенденции к оснащению станков бесконтактными элементами управления электрооборудование содержит все еще большое количество релейно-контактных аппаратов. К числу таких элементов относят автоматические выключатели (или как их еще называют автоматы), которые предназначены для защиты электрических цепей от токов короткого замыкания, а также тепловые и температурные реле, предназначенные для защит от перегрузок, контакторы и магнитные пускатели для дистанционного управления двигателями, различные кнопки, выключатели и переключатели, а также контактные путевые выключатели, применяемые для контроля передвижения рабочих органов станков» [16].

«Недостатком всей релейно-контактной аппаратуры является невысокая надежность и быстродействие, снижающие безотказность работы станков и автоматических линий» [16].

3 Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов механического цеха, обеспечение безопасных условий труда

Гигиенические требования, предъявляемые к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту, должны соответствовать СП 2.2.2.1327-03.

Шум на рабочих местах не должен превышать допустимых параметров в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96.

Инфразвук на рабочих местах не должен превышать допустимых параметров в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.583-96.

Производственная вибрация на рабочих местах должна соответствовать санитарным нормам СН 2.2.4/2.1.8.566-96.

Электромагнитные поля в производственных условиях не должны превышать норм указанных в СанПиН 2.2.4.1191-03.

Станок имеет местное освещение зоны обработки. Светильник легко устанавливается в требуемое положение, надежно фиксируется и имеет индивидуальный выключатель на пульте управления. Освещенность рабочего места должна соответствовать СанПин 2.2.1.1312-03.

Произведём идентификацию опасных и вредных производственных факторов, воздействующих на оператора горизонтального шлице-зубофрезерного станка модели KCM-ZFWVG250.

При ведении технологического процесса автоматизированной обработки валов **на оператора** горизонтального шлице-зубофрезерного станка модели KCM-ZFWVG250 воздействуют следующие опасные и вредные производственные факторы:

- «неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [11];

- «движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы» [11];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха (в том числе пониженной или повышенной ионизацией) и (или) аэрозольным составом воздуха» [11];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий» [11];
- «масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную» [11];
- «активное наблюдение за ходом производственного процесса» [11].

Из выявленных опасных и вредных производственных факторов, **воздействующих на оператора** горизонтального шлице-зубофрезерного станка модели KCM-ZFWVG250 преобладают факторы, непосредственно связанные с безопасностью производственного оборудования.

Исследуем статистику травматизма среди работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» за последние пять лет.

За анализируемый статистический период с **работниками** ЗАО «Петербургский тракторный завод» произошло 25 случаев производственного травматизма.

В период с 2015 по 2019 год статистика количества травматизма среди работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» за последние пять лет представлена на рисунке 6.

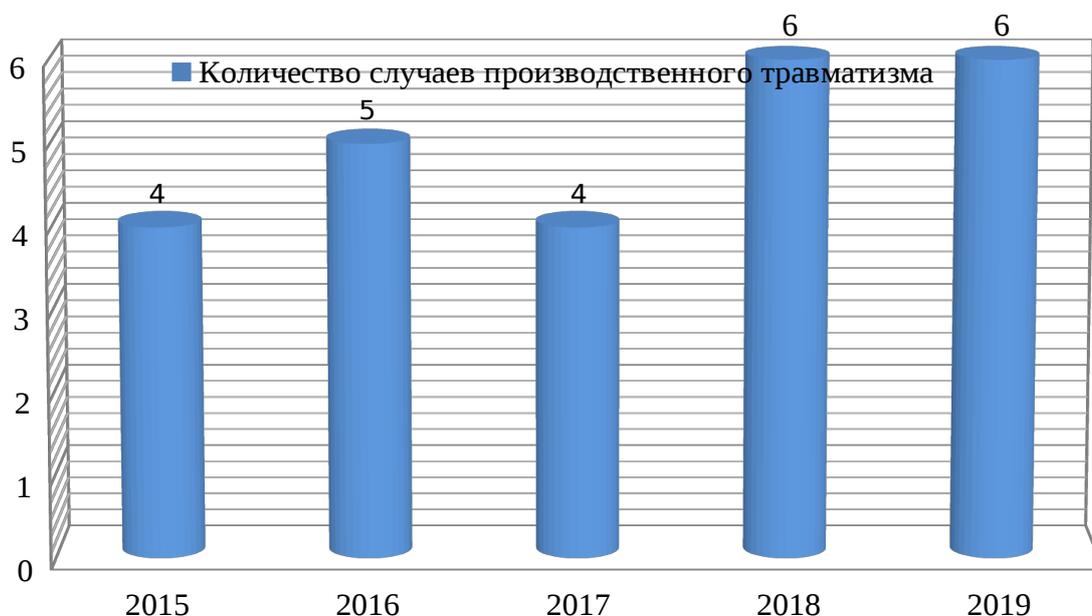


Рисунок 6 – Статистика количества травматизма среди работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» за последние пять лет

За 2019 год статистика по причинам травматизма среди работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» следующая:

- поражение электрическим током – 2 случая (соответствует количеству за аналогичный период прошлого года);
- падение с высоты – 1 случай (соответствует количеству за аналогичный период прошлого года);
- воздействие высокой температуры – 1 случай (соответствует количеству за аналогичный период прошлого года);
- воздействие предметов – 1 случай (соответствует количеству за аналогичный период прошлого года);
- дорожно-транспортное происшествие – 1 случай (на 1 случай выше количества за аналогичный период прошлого года).

Статистика по причинам травматизма среди работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» за 2019 год представлена на рисунке 7.

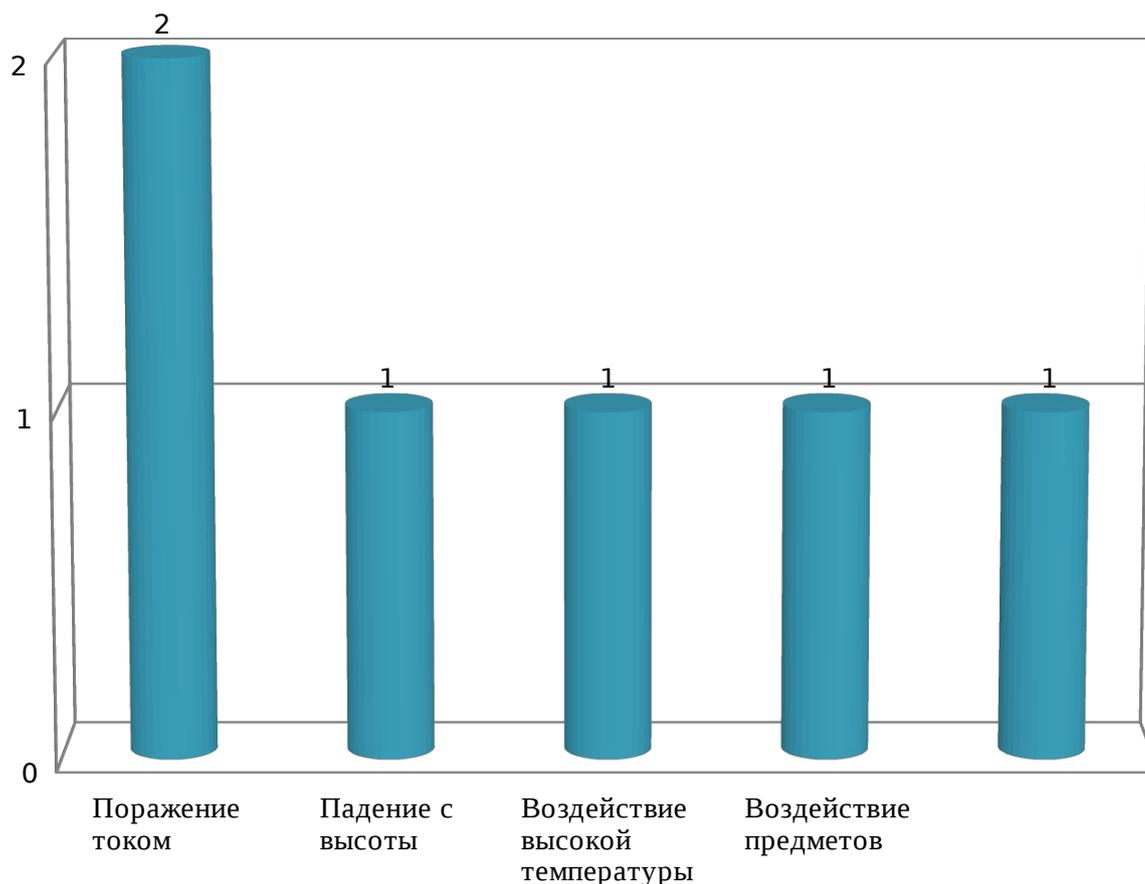


Рисунок 7 – Статистика по причинам травматизма среди работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» за 2019 год

За 2019 год статистика по видам работ, на которых фиксировался травматизм среди работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» следующая:

- обеспечение производственного процесса предприятия – 1 случай (на 1 случай ниже количества за аналогичный период прошлого года);
- обслуживание оборудования – 1 случай (на 1 случай выше количества за аналогичный период прошлого года);
- ремонт оборудования – 1 случай (на 1 случай выше количества за аналогичный период прошлого года);
- перемещение изделий – 1 случай (соответствует количеству за аналогичный период прошлого года);
- вспомогательные работы – 1 случай (соответствует количеству за аналогичный период прошлого года);

- транспортные работы – 1 случай (на 1 случай ниже количества за аналогичный период прошлого года).

Статистика по видам работ, на которых фиксировался травматизм среди работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» представлена на рисунке 8.

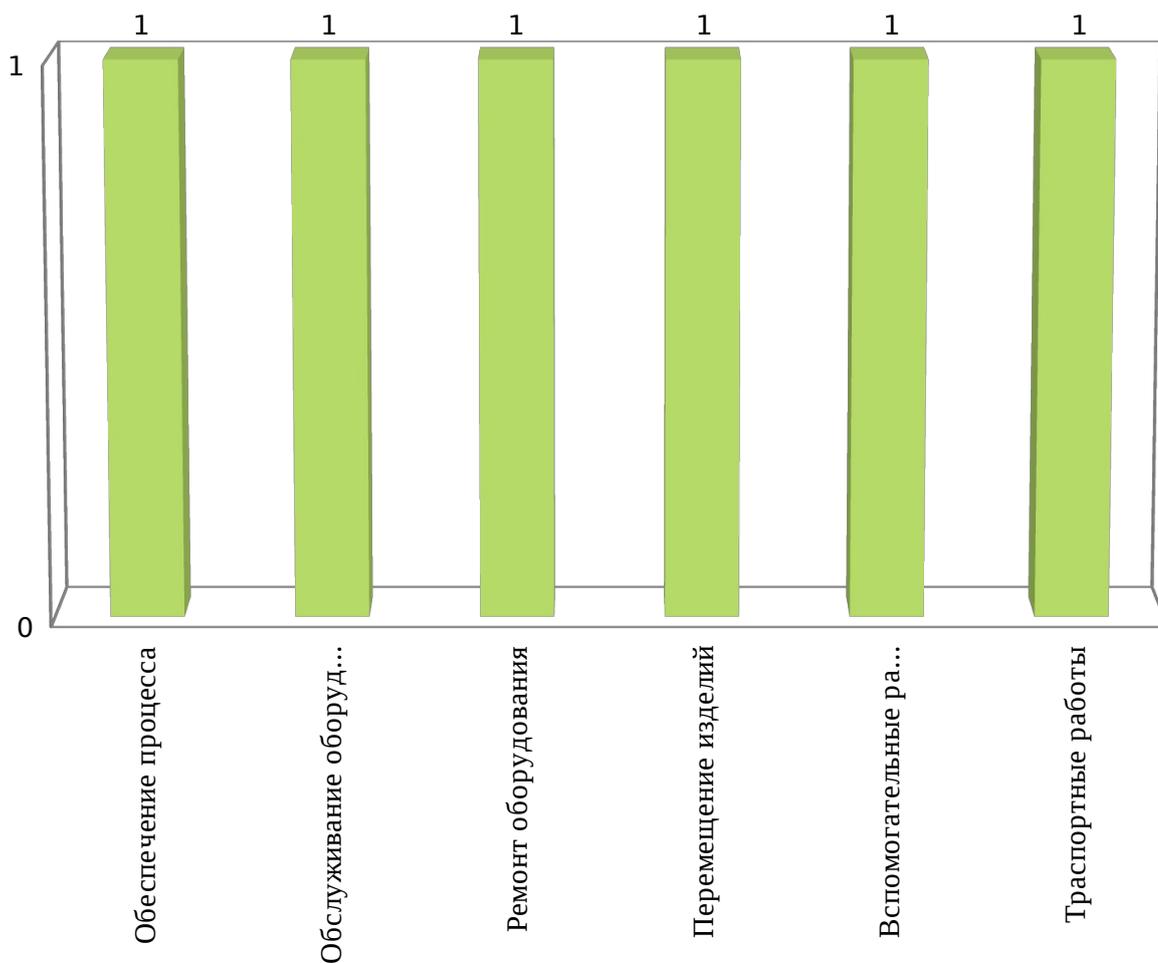


Рисунок 8 – Статистика по видам работ, на которых фиксировался травматизм среди работников ЗАО «Петербургский тракторный завод»

Статистика зависимости количества случаев производственного травматизма от стажа работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» представлена на рисунке 9.

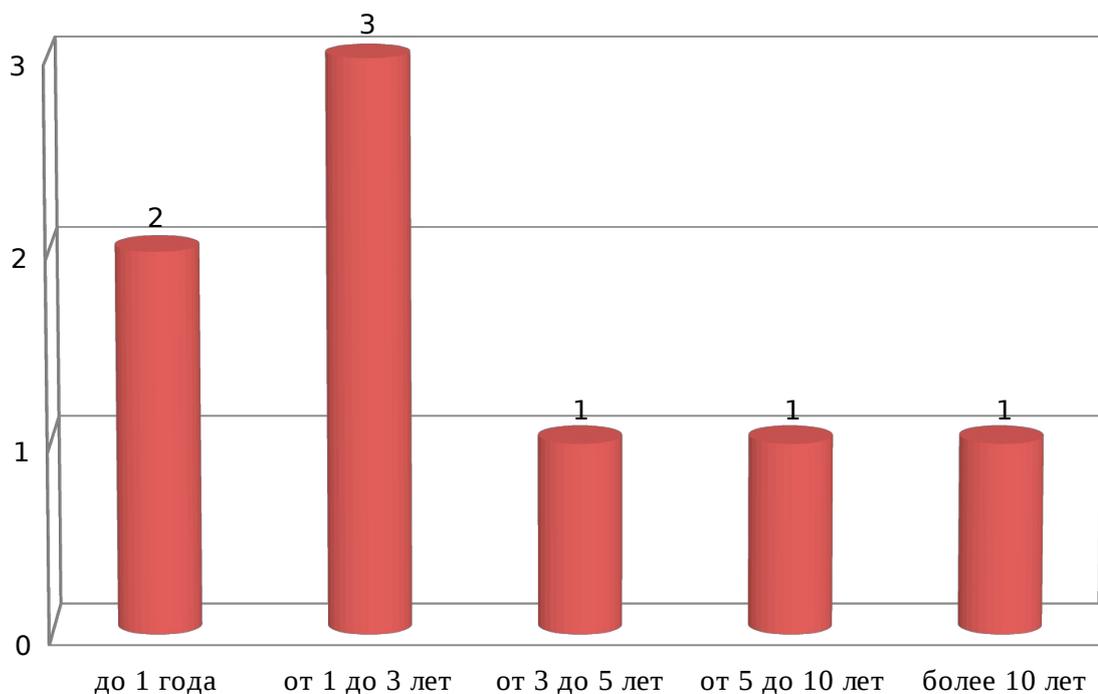


Рисунок 9 – Статистика зависимости количества случаев производственного травматизма от стажа работников ЗАО «Петербургский тракторный завод»

Статистика зависимости количества случаев производственного травматизма от возраста работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» представлена на рисунке 10.

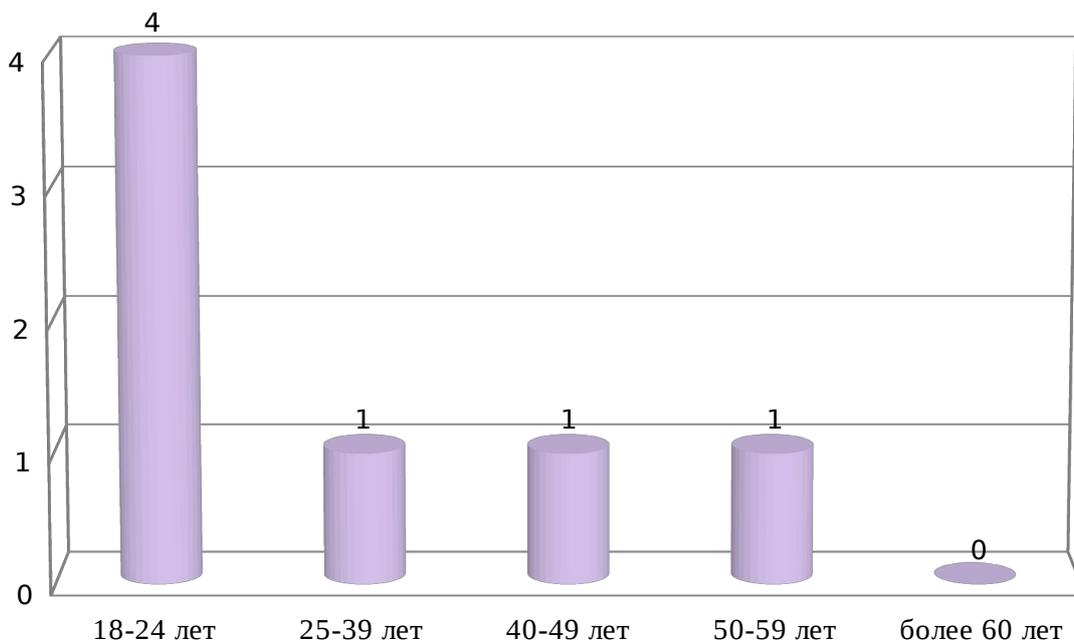


Рисунок 10 – Статистика зависимости количества случаев производственного травматизма от возраста работников ЗАО «Петербургский тракторный завод»

Статистика зависимости количества случаев производственного травматизма от категории работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» представлена на рисунке 11.

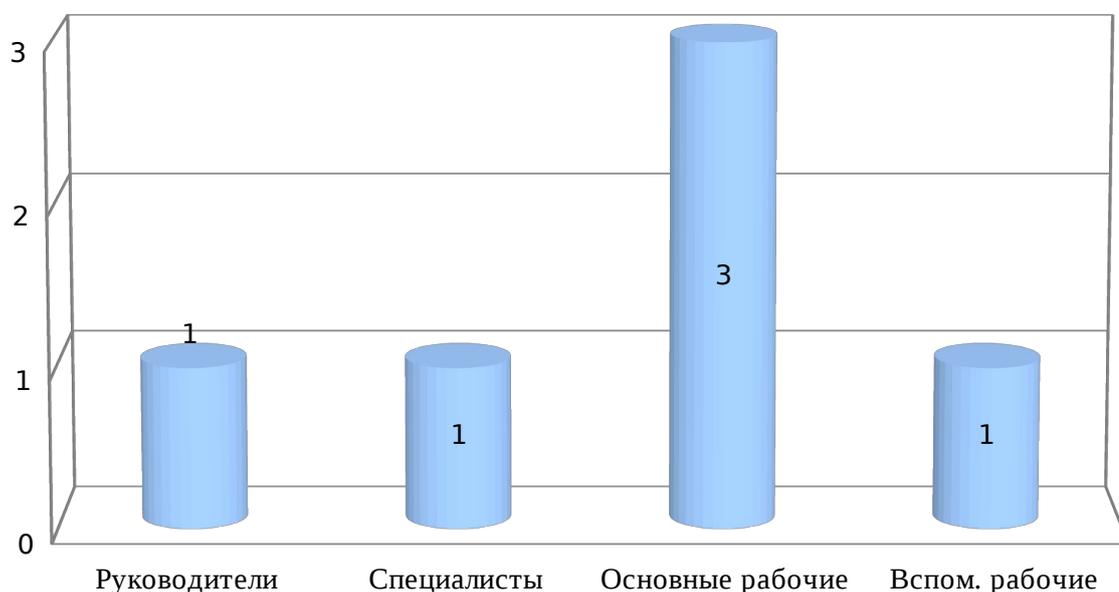


Рисунок 11 – Статистика зависимости количества случаев производственного травматизма от категории работников ЗАО «Петербургский тракторный завод»

Проведя анализ статистики случаев производственного травматизма среди работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» сделаны выводы:

- количество случаев травматизма среди работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» растёт с каждым годом;
- основными причинами производственного травматизма является не обеспеченная безопасность технологического оборудования;
- самые высокие показатели травматизма выявлены среди основных работников 18-24 лет со стажем работы до 3 лет.

В качестве мероприятий по обеспечению техносферной безопасности на рабочем месте оператора горизонтального шлице-зубофрезерного станка модели KCM-ZFWVG250 при ведении технологического процесса автоматизированной обработки валов необходимо повысить безопасность горизонтального шлице-зубофрезерного станка модели KCM-ZFWVG25.

Проведём анализ обеспеченности оператора горизонтального шлице-зубофрезерного станка модели КСМ-ZFWVG250 средствами индивидуальной защиты.

При ведении технологического процесса автоматизированной обработки валов **оператор** горизонтального шлице-зубофрезерного станка модели КСМ-ZFWVG250 согласно п.29 Приказа Минтруда России от 09.12.2014 № 997н «Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сквозных профессий и должностей всех видов экономической деятельности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением» обеспечен следующими видами специальной одежды и обуви:

- «костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий;
- перчатки с полимерным покрытием;
- очки защитные;
- средство индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующее;
- фартук из полимерных материалов с нагрудником» [4].

4 Планирование рисков возникновения аварийных ситуаций

В качестве мероприятий по обеспечению техносферной безопасности на рабочем месте оператора горизонтального шлице-зубофрезерного станка модели KCM-ZFWVG250 при ведении технологического процесса автоматизированной обработки валов было предложено повысить безопасность горизонтального шлице-зубофрезерного станка модели KCM-ZFWVG25 путём внедрения в конструкцию электропитания автоматического станка защитных устройств, защищающих работников от электрического пробоя на корпус.

Рассмотрим патент на защитное устройство станка с ЧПУ № RU2510555C1, подача заявки 05.10.2012 г., автор: Кутин Андрей Анатольевич, владелец патента: Министерство промышленности и торговли Российской Федерации.

«Изобретение относится к электротехнической промышленности, в частности к электрическим схемам, и может быть использовано в составе схемы включения и аварийной блокировки металлорежущих станков, в том числе зубообрабатывающих станков с числовым программным управлением (ЧПУ)» [17].

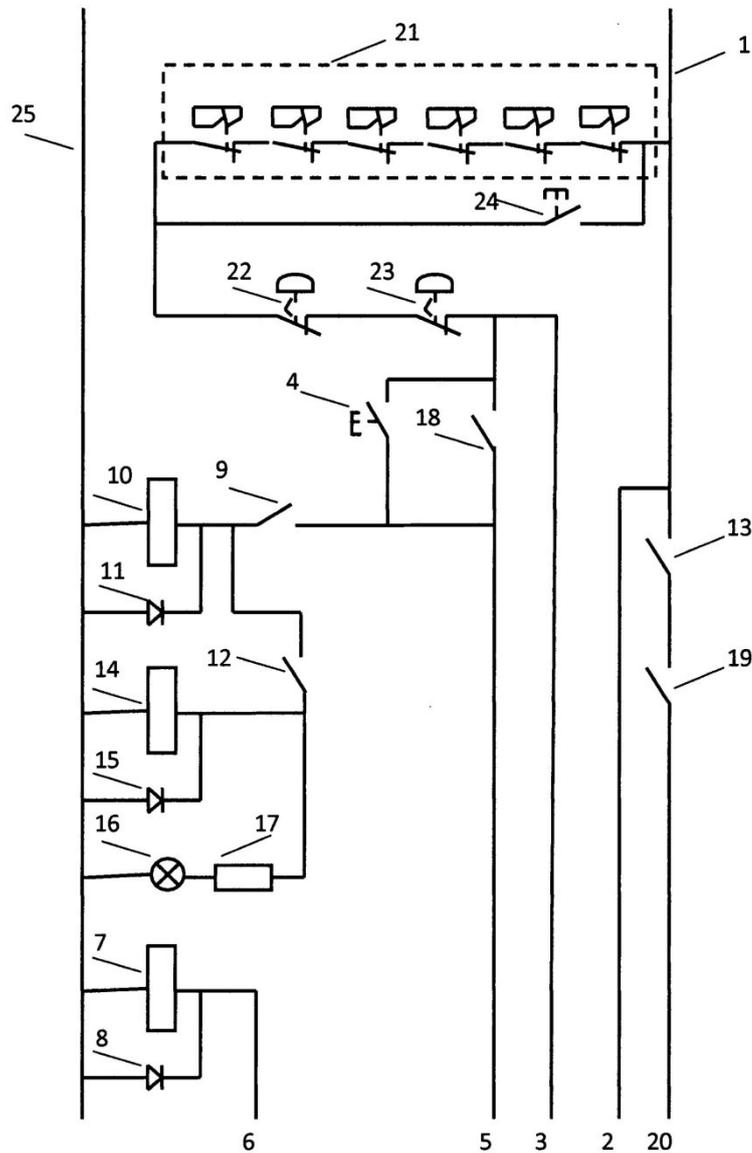
«Основными характеристиками защитного устройства являются: алгоритм подачи питания на систему управления, управление аварийными режимами (аварийный стоп, выключатели аварийного конечного положения, подача запрещающего сигнала с ЧПУ)» [17].

«Факторами, влияющими на работу схемы включения, помимо прочих, являются грубые ошибки системы ЧПУ (ошибка серво, обратной связи, датчика, короткое замыкание в системе ЧПУ)» [17].

«Техническим результатом, на решение которого направлено заявленное изобретение, является обеспечение обратной связи с системой ЧПУ станка посредством релейно-контактной архитектуры, что в итоге влияет на повышение надежности и безопасности системы, ее быстродействие и снижение себестоимости изделия, а также возможность гибкого

интегрирования данного устройства в защитную цепь включения разнообразного станочного оборудования» [17].

На рисунке 12 изображена схема изобретения № RU2510555C1 защитного устройства станка с ЧПУ.



1 – цепь питания; 2 – выход питания ЧПУ станка; 3 – выход аварийных выключателей; 4 – клавиша включения станка; 5 – выход включения станка; 6 – вход включения устройства; 7 – обмотка реле; 8 – защитный диод; 9 – контакт; 10 – обмотка реле; 11 – защитный диод; 12,13 – контакты; 14 – обмотка реле; 15 – защитный диод; 16 – лампа включения; 17 – резистор; 18,19 – контакты; 20 – вывод питания силовых цепей; 21 – блок аварийных конечных выключателей положения; 22,23 – грибовидные выключатели; 24 – не фиксируемая клавиша.

Рисунок 12 - Схема изобретения № RU2510555C1 защитного устройства станка с ЧПУ

«Данный технический результат достигается посредством того, что защитное устройство станка, содержащее цепь питания, два соединенных параллельно предохранительных реле, два защитных диода, три нормально разомкнутых контактных выключателя и один нормально замкнутый контактный выключатель, резистор, при этом одно из предохранительных реле последовательно соединено с двумя нормально разомкнутыми контактными выключателями, а второе - последовательно соединено с одним из нормально разомкнутых контактных выключателей» [17].

«Предохранительные реле выполнены с возможностью коммутационного подключения к дополнительным цепям управления защитой, а указанные реле выполнены с возможностью последовательного включения, согласно изобретения, снабжено, по меньшей мере, двумя нормально замкнутыми грибовидными аварийными выключателями, реле обратной связи с параллельно подключенным защитным диодом и нормально разомкнутым контактом, выполненная с возможностью соединения с системы ЧПУ станка» [17].

«При этом нормально разомкнутый контакт последовательно соединен с первым предохранительным реле, цепь питания к предохранительным реле проходит через блок нормально замкнутых аварийных конечных выключателей положения, каждый из которых, по меньшей мере, выполнен в виде одного выключателя, соединенных параллельно перемычкой, имеющей нормально разомкнутый не фиксируемый контакт с клавишей, последовательно соединенный, по меньшей мере, с двумя нормально замкнутыми грибовидными аварийными выключателями, которые соединены параллельно с выходом, предназначенным для подключения к системе ЧПУ «аварийный стоп» и нормально разомкнутым контактным выключателем второго предохранительного реле, который параллельно замкнут перемычкой с нормально разомкнутым контактным выключателем с не фиксируемой клавишей» [17].

«Выход упомянутого контактного выключателя второго предохранительного реле соединен параллельно с выходом на систему ЧПУ «станок включен» и со входом нормально разомкнутого контактного выключателя реле обратной связи» [17].

«Выход упомянутого контактного выключателя реле обратной связи соединен параллельно с катушкой первого предохранительного реле и входом нормально разомкнутого контактного выключателя первого предохранительного реле» [17].

«Выход упомянутого контактного выключателя первого предохранительного реле соединен параллельно с катушкой второго предохранительного реле и с резистором лампы включения устройства, при этом предохранительные реле оснащены параллельно подключенными защитными диодами, от входа цепи питания параллельно с блоком нормально замкнутых аварийных конечных выключателей» [17].

«Цепь питания соединена с выходом системы ЧПУ, параллельно с ним подключены последовательно нормально разомкнутые контакты первого и второго предохранительных реле, выход с которых подключен к выходу устройства для подключения к системе ЧПУ, а выходы предохранительных реле и реле обратной связи, предохранительных диодов и лампы включения соединены с шиной фазы «0»» [17].

Внедрение в конструкцию электропитания автоматических станков с ЧПУ защитных устройств, защищающих работников от электрического пробоя на корпус позволит обеспечить безопасность рабочих мест **операторов** станков с ЧПУ при ведении технологического процесса автоматизированной обработки валов.

5 Охрана труда

Нормативными правовыми актами РФ, регламентирующими охрану труда и электробезопасность на машиностроительных предприятиях являются:

- Правила по охране труда на предприятиях и в организациях машиностроения (ПОТ Р О-14000-001-98);
- Правила устройства электроустановок, ПУЭ (шестое и седьмое издание);
- Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, ПТЭЭП (Приказ Минэнерго России 13.01.2003 г. № 6);
- Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (Приказ Минтруда России от 24 июля 2013 г. № 328н);
- Порядок обучения и проверки знаний требований охраны труда работников организаций (Постановление Минтруда и Минобразования России 13.01.2003 г. № 1/29).

Рассмотрим порядок обеспечения безопасности работ по обслуживанию и ремонту электрооборудования.

Порядок обеспечения безопасности работ по обслуживанию и ремонту электрооборудования представлен в Правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок, утверждённых приказом Минтруда России от 24.07.2013 г. № 328н.

«Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ в электроустановках, являются:

- оформление работ нарядом, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- выдача разрешения на подготовку рабочего места и на допуск к работе с учетом требований пункта 5.14 Правил;
- допуск к работе;
- надзор во время работы;

- оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончания работы» [5].

«Работниками, ответственными за безопасное ведение работ в электроустановках, являются:

- выдающий наряд, отдающий распоряжение, утверждающий перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- выдающий разрешение на подготовку рабочего места и на допуск с учетом требований пункта 5.14 Правил;
- ответственный руководитель работ;
- допускающий;
- производитель работ;
- наблюдающий;
- члены бригады» [5].

«При выводе в ремонт агрегатов (котлов, турбин, генераторов) и отдельных технологических установок (систем золоудаления, сетевых подогревателей, дробильных систем) допускается выдавать один наряд для работы на всех (или части) электродвигателях этих агрегатов (установок) и один наряд для работ в РУ на всех (или части) присоединениях, питающих электродвигатели этих агрегатов (установок)» [5].

«В электроустановках напряжением до 1000 В со всех токоведущих частей, на которых будет проводиться работа, напряжение должно быть снято отключением коммутационных аппаратов с ручным приводом, а при наличии в схеме предохранителей - снятием последних. При отсутствии в схеме предохранителей предотвращение ошибочного включения коммутационных аппаратов должно быть обеспечено такими мерами, как запирающие рукоятки или дверцы шкафа управления, закрытие кнопок, установка между контактами коммутационного аппарата изолирующих накладок. При снятии напряжения коммутационным аппаратом с дистанционным управлением необходимо разомкнуть вторичную цепь включающей катушки» [5].

«На приводах (рукоятках приводов) коммутационных аппаратов с ручным управлением (выключателей, отделителей, разъединителей, рубильников, автоматов) во избежание подачи напряжения на рабочее место должны быть вывешены плакаты «Не включать! Работают люди»» [5].

В таблице 2 разработана документированная процедура проведения инструктажей по охране труда с работниками, обслуживающими электрические сети и основным производственным персоналом ЗАО «Петербургский тракторный завод».

Таблица 2 – Документированная процедура проведения инструктажей по охране труда с работниками, обслуживающими электрические сети и основным производственным персоналом ЗАО «Петербургский тракторный завод»

Вид инструктажа	Ответственное лицо	Исполнитель	Документ на входе	Документ на выходе
1	2	3	4	5
Вводный инструктаж	Руководитель ЗАО «Петербургский тракторный завод»	Лицо, ответственное за проведение инструктажей по охране труда, назначенное приказом руководителя ЗАО «Петербургский тракторный завод»	Постановление Минтруда РФ и Минобразования РФ от 13.01.2003 № 1/29; программа вводного инструктажа; организационный приказ по персоналу	Журнал учета вводного инструктажа
Первичный инструктаж	Руководитель ЗАО «Петербургский тракторный завод»	Начальник отделения (цеха, отдела) ЗАО «Петербургский тракторный завод»	Программа первичного инструктажа; приказ о приеме на работу	Журнал учета первичного инструктажа
Повторный инструктаж	Руководитель ЗАО «Петербургский тракторный завод»	Лицо, ответственное за проведение инструктажей по охране труда, назначенное приказом руководителя ЗАО «Петербургский тракторный завод»	Программа первичного инструктажа, график проведения повторных инструктажей	Журнал учета повторного инструктажа

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Внеплановый инструктаж	Руководитель ЗАО «Петербургский тракторный завод»	Лицо, ответственное за проведение инструктажей по охране труда, назначенное приказом руководителя ЗАО «Петербургский тракторный завод»	«Приказ о проведении внеплановых инструктажей, новые инструкции по охране труда и (или) безопасному выполнению работ» [5]	Журнал учета внепланового инструктажа
Целевой инструктаж при работах по наряду	Руководитель ЗАО «Петербургский тракторный завод»	«Работник, выдающий наряд» [5] «ответственный руководитель работ» [5] «производитель работ (наблюдающий) - членам бригады» [5]	«Программа целевого инструктажа, инструкция по охране труда и (или) безопасному выполнению работ» [5]	«При работе по наряду целевые инструктажи должны быть подписаны работниками, проводшими и получившими инструктаж, в таблицах наряда» [5]
Целевой инструктаж при работах по распоряжению	Руководитель ЗАО «Петербургский тракторный завод»	«Работник, отдающий распоряжение» [5] «производитель работ - членам бригады» [5].	Программа целевого инструктажа, инструкция по охране труда и (или) безопасному выполнению работ	«При работе по распоряжению целевые инструктажи должны быть оформлены подписями работников, проводших и получивших инструктаж, в журнале учета работ по нарядам и распоряжениям» [5]

Факт прохождения инструктажей по охране труда регистрируется в соответствующих журналах с обязательным указанием подписи инструктируемого и подписи инструктирующего, а также даты проведения.

6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

В результате производственной деятельности ЗАО «Петербургский тракторный завод» в механическом цехе при ведении технологического процесса автоматизированной обработки валов образуются отходы, при обращении с которыми могут иметь место негативное воздействие на окружающую среду.

«Каждый этап обработки металлического изделия сопровождается тем или иным видом загрязняющих выбросов. Чаще всего пылевые загрязнения сопряжены с механической обработкой металлов, а это такие процессы, как резание, фрезерование, сверление, шлифование, полирование. Особенность абразивной обработки состоит в том, что отходы представлены мелкими твердыми частицами как самого металла, так и абразивных инструментов» [18].

«Интенсивность образования загрязняющих частиц зависит от представленных факторов:

- Вид материала, подвергающегося обработке
- Режим работы оборудования
- Мощность и производительность станка
- Геометрические параметры изделия и инструмента
- Использование/неиспользование смазочно-охлаждающих жидкостей» [18].

«При такой обработке применяются расчётные методы для определения количества выброса от оборудования, которые характеризуются удельными величинами (например, масса пыли, выделяемая за период времени на единицу оснащения)» [18].

«Полировка, шлифовка, зачистка металла сопровождаются наибольшим пылевыделением. При этом большая часть пыли исходит от обрабатываемого изделия, а оставшиеся 30-40 процентов – материал абразивного инструмента. А полировка матерчатыми или войлочными головками требует присутствия

дополнительных полирующих материалов (пасты ГОИ), которые также дают примеси пыли» [18].

«Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) используются не только для охлаждения, но и в какой-то мере для связывания частиц образующейся пыли. Но вместе с тем на выходе вместо пыли образуется тонкодисперсный аэрозоль. В зависимости от основной фазы и физико-химических свойств СОЖ выделяют: масляные, водные и специальные. Соответственно и состав аэрозоля в процессе обработки будет различным. На его количество влияют прежде всего форма и размер изделия, находящегося в обработке, режим расхода и подачи жидкости. Удельные показатели загрязняющих выделений определяются в этом случае массой вещества на единицу мощности станка» [18].

Перечень отходов механического цеха ЗАО «Петербургский тракторный завод» при ведении технологического процесса автоматизированной обработки валов указан в таблице 3.

Таблица 3 - Перечень отходов механического цеха ЗАО «Петербургский тракторный завод» при ведении технологического процесса автоматизированной обработки валов

Код отхода	Наименование отхода	Количество, т.	Способ утилизации
1	2	3	4
3 класс опасности			
5410020502033	«масла промышленные отработанные» [6]	3,15	Переработка
5410031502033	«остатки смазочно-охлаждающих масел для механической обработки, потерявших потребительские свойства» [6]	1,21	Вывоз
5440020106033	«эмульсии и эмульсионные смеси для шлифовки металлов отработанные, содержащие масла или нефтепродукты в количестве 15% и более» [6]	12,74	Утилизация
5490270101033	«обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел 15% и более)» [6]	0,83	Вывоз
4 класс опасности			
36140101204	«окалина при термической резке черных металлов» [6]	0,78	Вывоз
36311001494	«отходы песка от очистных и пескоструйных устройств» [6]	3,46	Очистка

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
36319511394	«отходы зачистки пылеулавливающего оборудования при очистке металлов методом обдувки» [6]	0,98	Вывоз
45620051424	«отходы абразивных материалов в виде пыли» [6]	0,63	Вывоз
46810102204	«лом и отходы черных металлов, загрязненные нефтепродуктами (содержание нефтепродуктов менее 15%)» [6]	6,35	Переработка
46810511514	«лом и отходы стальных изделий, загрязненных нефтепродуктами (содержание нефтепродуктов менее 15%)» [6]	3,78	Переработка
3511011101004	«отходы, содержащие чугун (в том числе чугунную пыль), несортированные» [6]	0,75	Переработка
3512011101004	«отходы, содержащие сталь (в том числе стальную пыль), несортированные» [6]	1,34	Переработка
5 класс опасности			
46110001515	«лом и отходы чугунных изделий незагрязненные» [6]	7,58	Переработка
3512010101995	«лом стальной несортированный» [6]	10,36	Переработка
3512012001995	«стружка стальная незагрязненная» [6]	1,50	Переработка
3513010001995	«лом черных металлов несортированный» [6]	4,46	Переработка

Для снижения негативного воздействия эмульсий и эмульсионных смесей смазочно-охлаждающих жидкостей необходимо вместо утилизации производить комплексную очистку данных эмульсионных смесей.

Схема комплексной очистки эмульсий и эмульсионных смесей смазочно-охлаждающих жидкостей разработана в патенте на изобретение № RU2196809C1.

«Изобретение относится к области очистки водосмешиваемых смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), содержащих механические примеси (шлифовальный шлам, стружка, окалина прокатных станов и пр.) и инородные включения (свободное масло, колонии бактерий) в результате использования СОЖ на операциях шлифования, лезвийной обработки, обработки давлением, проката и может быть использовано на металлообрабатывающих и металлургических производствах при наличии централизованных систем очистки (ЦСО)» [19].

Схема очистки представлена на рисунке 13.

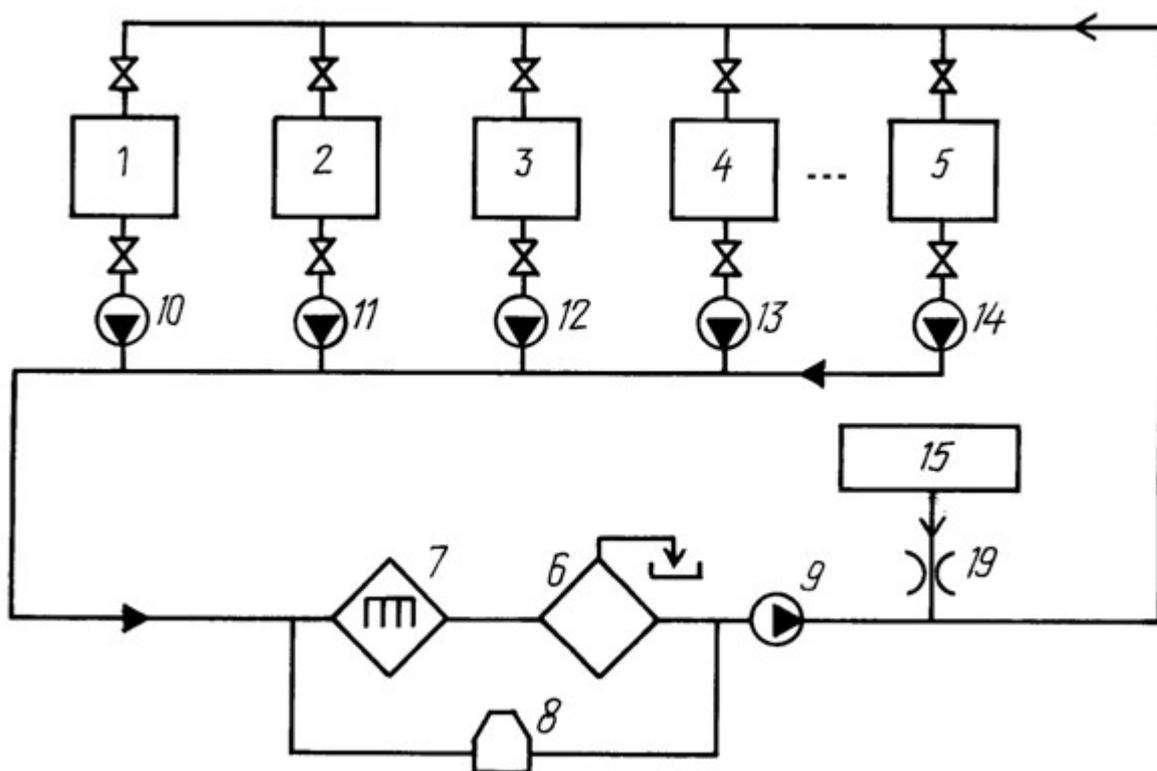


Рисунок 13 - Схема комплексной очистки эмульсий и эмульсионных смесей смазочно-охлаждающих жидкостей

«Для решения технической задачи предложен комплекс очистки (СОЖ), содержащий по крайней мере одну централизованную систему очистки (ЦСО) СОЖ, имеющую накопительную емкость, комбинацию полнопоточных очистителей СОЖ, модуль приготовления и коррекции состава СОЖ, насосы и трубопроводы с запорной арматурой, снабжен дополнительной группой очистителей СОЖ, посредством насосов подключенной к ЦСО, и включающей флотатор, имеющий маслоъемный барабан, магнитный сепаратор, резервный трехфазный разделитель «масло-жидкость-твердый осадок», выполненный в виде центробежного сепаратора, установленного с магнитным сепаратором и флотатором по байпасной схеме, и насос, при этом выход дополнительной группы очистителей соединен с одной или более ЦСО, и оборудование дополнительной группы выполнено с обеспечением производительности очистки СОЖ в пределах 1-10% от суммарной производительности подключенный к ней ЦСО)» [19].

В таблице 4 представлена программа экологического контроля загрязнений окружающей среды в ЗАО «Петербургский тракторный завод».

Таблица 4 – Программа экологического контроля загрязнений окружающей среды в ЗАО «Петербургский тракторный завод»

Наименование процесса	Лицо, ответственное за выполнение	Дата выполнения выполнения
Инвентаризация источников загрязнения атмосферы, почвы и сточных вод	Главный эколог ЗАО «Петербургский тракторный завод»	3 квартал 2020 г.
Разработка инструкций, регламентирующих экологическую безопасность процессов обращения с отходами	Главный инженер	3 квартал 2020 г.
Контроль за соблюдением инструкций, регламентирующих экологическую безопасность процессов обращения с отходами	Главный эколог ЗАО «Петербургский тракторный завод»	постоянно
Своевременная сдача статистической отчетности по загрязнению атмосферы, почвы и сточных вод	Главный эколог ЗАО «Петербургский тракторный завод»	в соответствии со сроками сдачи
Своевременное внесение платежей за негативное воздействие на окружающую среду	Главный бухгалтер ЗАО «Петербургский тракторный завод»	в соответствии со сроками оплаты
Контроль за параметрами выбросов вредных веществ в атмосферу, почву и сточных вод	Главный эколог ЗАО «Петербургский тракторный завод»	в соответствии со сроками контроля
Контроль за техническим состоянием установок пылеочистки	Главный эколог ЗАО «Петербургский тракторный завод»	постоянно
Контроль за техническим состоянием установок очистки сточных вод	Главный эколог ЗАО «Петербургский тракторный завод»	постоянно

Учет объёма выбросов вредных веществ в атмосферу, почву и сточных вод а также образующихся отходов в ЗАО «Петербургский тракторный завод» главным экологом предприятия.

7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

На ЗАО «Петербургский тракторный завод» возможны следующие сценарии аварий:

- пролив/выброс опасного вещества;
- пожар пролива опасного вещества;
- взрыв паров опасного вещества;
- пожар-вспышка паров опасного вещества.

Объект отнесен к категории ОПО по признаку обращения опасных веществ.

Сведения об опасных веществах представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Сведения об обращающихся опасных веществах

Опасное вещество	Характеристика
1	2
Грунтовка ПраймеЛид	Летучие компоненты: уайт-спирит, нефрас С ₄ 150/200, ксилол.
Эмаль Акрем-металл	Летучие компоненты: бутилакрилат, стирол, диэтиленгликоль.
Эмаль ПФ-188 красная или желтая	Летучие компоненты: ксилол, скипидар, сольвент, уайт-спирит.
Грунтовка ГФ-0119	Летучие компоненты: ксилол, сольвент, уайт-спирит.
Сольвент	Легковоспламеняющаяся жидкость. Взрывоопасен. По степени воздействия на организм человека относится к малоопасным веществам 4-го класса опасности. Общее наркотическое действие на нервную систему (утомляемость, головная боль, головокружение).
Уайт-спирит	Легковоспламеняющаяся жидкость. Представляет собой бензин-растворитель для лакокрасочной промышленности с характерным запахом керосина. Взрывоопасен. По степени воздействия на организм человека относится к малоопасным веществам 4-го класса опасности. Попадание на кожу вызывает ее иссушение и появление трещин. Пары вызывают сонливость и головокружение. раздражает органы дыхания.
Бутилакрилат	Легковоспламеняющаяся жидкость. По степени воздействия на организм человека относится к умеренно опасным веществам 3-го класса опасности. Раздражает кожу, глаза, слизистые оболочки. Обладает наркотическим и раздражающим действием, вызывает нарушения липидно-жирового обмена и дерматиты.

Продолжение таблицы 5

1	2
Скипидар	Легковоспламеняющаяся жидкость. По степени воздействия на организм человека относится к малоопасным веществам 4-го класса опасности. Пары действуют раздражающе на глаза и дыхательные пути, возбуждают нервную систему. При длительном воздействии вызывает воспалительные заболевания почек, раздражает кожу.
Ксилол	Легковоспламеняющаяся жидкость. По степени воздействия на организм человека относится к умеренно опасным веществам 3-го класса опасности. Ксилол обладает наркотическим действием, оказывает раздражающее (дыхательные пути), наркотическое (в больших концентрациях) действие.
Стирол	Легковоспламеняющаяся жидкость. По степени воздействия на организм человека относится к умеренно опасным веществам 3-го класса опасности. Вызывает раздражение слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта, расстройства.
Нефрас С ₄ 150/200	Легковоспламеняющаяся жидкость. По степени воздействия на организм человека относится к малоопасным веществам 4-го класса опасности. Действует как наркотик. При попадании на кожу вызывает сухость кожи, а также дерматиты и экземы.
Диэтиленгликоль	Легковоспламеняющаяся жидкость. По степени воздействия на организм человека относится к умеренно опасным веществам 3-го класса опасности. Токсичен. При попадании в организм вызывает острое отравление, действует на почки, печень.

При авариях на ОПО АО «Петербургский тракторный завод» для проведения работ в области пожарной безопасности и промышленной безопасности привлекается федеральное казенное учреждение «11 отряд федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы по городу Санкт-Петербургу (договорной)».

При авариях на ОПО АО «Петербургский тракторный завод» для проведения аварийно-спасательных работ и работ по ликвидации разливов нефтепродуктов привлекается 90-ПСЧ.

Организация предупреждения пожаров, их тушения, спасения людей и имущества при пожарах, а также ликвидация возможных чрезвычайных ситуаций осуществляется силами и средствами 90-ПСЧ в соответствии с договором №612-084ДП от 24 декабря 2015 г.

Действия производственного персонала и аварийно-спасательных служб (формирований) по локализации и ликвидации аварийных ситуаций представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Действия производственного персонала и аварийно-спасательных служб (формирований) по локализации и ликвидации аварийных ситуаций

Место возникновения аварии и стадии ее развития	Опознавательные признаки аварии	Способы и средства локализации и ликвидации аварии	Исполнители и порядок их действий
1	2	3	4
<p>Разгерметизация транспортно й тары, окрасочной аппаратуры, переполнение емкостного оборудования, выброс и истечение опасных веществ, образование пролива, испарение с образованием парогазового облака без воспламенения, поражение, интоксикация персонала, загрязнение окружающей среды.</p>	<p>Визуальное обнаружение утечки горючих материалов. Запах горючих материалов. Образование пролива.</p>	<p>Система оповещения людей об аварийной ситуации. Средства индивидуальной защиты. Песок для засыпки пролива. Специальный контейнер для опасных отходов.</p>	<p>Первый заметивший аварию:</p> <ul style="list-style-type: none"> - окриком предупреждает об этом остальной рабочий персонал. <p>Производственный персонал:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принимает меры по ограничению площади разлива; - немедленно надеть противогазы; - исключение возникновения источников зажигания; - при локальной разгерметизации технологического оборудования необходимо немедленно освободить его путем перемещения опасных веществ в пустую резервную емкость. - Продуть поврежденный участок системы азотом; - собирает разливы в отдельную тару, место разлива промывает мыльным раствором или моющим средством, промывает горячей водой и протирает сухой ветошью; - ликвидирует зеркало пролива, засыпав песком; - незамедлительно собирает и утилизирует поверхностный слой загрязненной земли; - производит оцепление места аварии выставлением постов и предупредительных знаков на путях к опасной зоне; - эвакуирует пострадавших и лиц не занятых в локализации из зоны аварии;

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
			<p>Начальник склада (ответственный руководитель работ):</p> <ul style="list-style-type: none"> - прибывает к месту аварийной ситуации; - докладывает о принятых мерах главному инженеру; - выявляет число и местонахождение людей в опасной зоне, организует вывод людей из опасной зоны, не занятых в локализации и ликвидации аварийной ситуации, и оказание первой помощи возможным пострадавшим; - принимает меры по оцеплению района аварии и опасной зоны; - организует встречу оперативных служб; - контролирует правильность действий персонала и выполнение своих распоряжений; - руководит действиями производственного персонала. <p>90-ПСЧ (при необходимости):</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу выезжает на место аварии; - по прибытии к месту аварии производит развертывание сил и средств; - в средствах защиты дежурит со средствами пожаротушения на случай загорания до полной ликвидации аварии. <p>Скорая помощь (при необходимости):</p> <ul style="list-style-type: none"> - по вызову прибывает на место аварии; <p>оказывает первую помощь пострадавшим, доставляет в медицинское учреждение.</p>

Осуществление газоспасательных работ, работ по ликвидации разливов нефтепродуктов проводится силами и средствами 90-ПСЧ.

Взаимодействие с 90-ПСЧ осуществляется при возникновении пожара и чрезвычайной ситуации, и заключается в оповещении, встрече и сопровождении пожарного подразделения и аварийно-спасательного формирования к месту аварии, указании мест подключения к источникам

водоснабжения, информировании об особенностях объекта, на котором возникла авария.

Целью взаимодействия при возникновении аварии является обеспечение максимальной защиты персонала предприятия и третьих лиц, территории и материальных средств от последствий аварии.

Привлекаемые на договорной основе противоаварийные силы являются силами постоянной готовности.

Данные противоаварийные силы находятся на постоянном дежурстве и предназначены для быстрого прибытия и проведения в минимально возможный короткий срок аварийно-спасательных работ.

Также противоаварийные силы могут быть задействованы для принятия оперативных мер по предупреждению возникновения и развития чрезвычайных ситуаций.

8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В качестве мероприятий по обеспечению техносферной безопасности на рабочем месте оператора горизонтального шлице-зубофрезерного станка модели КСМ-ZFWVG250 при ведении технологического процесса автоматизированной обработки валов было предложено повысить безопасность горизонтального шлице-зубофрезерного станка модели КСМ-ZFWVG25 путём внедрения в конструкцию электропитания автоматического станка защитных устройств, защищающих работников от электрического пробоя на корпус.

План мероприятий по улучшению условий труда операторов автоматизированных станков с ЧПУ представлен в таблице 7.

Таблица 7 - План мероприятий по улучшению условий труда операторов автоматизированных станков с ЧПУ ЗАО «Петербургский тракторный завод»

Рабочее место	Мероприятия	Цель мероприятий
Оператор автоматизированных станков с ЧПУ	Внедрение в конструкцию горизонтальных шлице-зубофрезерных станков модели КСМ-ZFWVG25 защитных устройств, защищающих работников от электрического пробоя на корпус	Обеспечение электробезопасности операторов автоматизированных станков с ЧПУ при возникновении электрического пробоя на корпус автоматизированных станков с ЧПУ

Произведём расчет размера скидок и надбавок для ЗАО «Петербургский тракторный завод к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от производственного травматизма

Данные для расчетов представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Данные для расчета экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда

Показатель	усл. обоз.	ед. изм.	2017	2018	2019
Среднесписочная численность работающих	N	чел	1240	1230	1200
Количество страховых случаев за год	K	шт.	4	6	6
Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом	S	шт.	4	6	6
Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем	T	дн	90	135	132
Сумма обеспечения по страхованию	O	руб	220000	405000	400000
Фонд заработной платы за год	ФЗП	руб	630000000	630000000	624000000
Число рабочих мест, на которых проведена аттестация рабочих мест по условиям труда	q11	шт	340	320	480
Число рабочих мест, подлежащих аттестации по условиям труда	q12	шт.	346	324	482
Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда по результатам аттестации	q13	шт.	310	310	300
Число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры	q21	чел	1205	1208	1190
Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры	q22	чел	1240	1230	1200
Плановый фонд рабочего времени в днях	Фплан	дни	248	248	248
Коэффициент доплат	$k_{допл.}$	%	8/4	8/4	8/4
Продолжительность рабочей смены	T	час	8	8	8
Количество рабочих смен	S	шт	1	1	1

$$a_{cmp} = \frac{O}{V}, \quad (1)$$

где O – сумма обеспечения страхования ЗАО «Петербургский тракторный завод» от последствий травматизма за три года;

V – внесение ЗАО «Петербургский тракторный завод» страховых взносов за своих работников:

$$V = \sum \PhiЗП \times t_{cmp}, \quad (2)$$

где $t_{стр}$ – тариф для ЗАО «Петербургский тракторный завод» на страхование от травмирования работников.

$$V = \sum 624000000 \times 0,014 = 8736000 \text{ руб}$$

$$a_{cmp} = \frac{400000}{8736000} = 0,046$$

Рассчитаем $V_{стр}$ - количество несчастных случаев с работниками ЗАО «Петербургский тракторный завод», признанных страховыми:

$$v_{cmp} = \frac{K \times 1000}{N}, \quad (3)$$

где K - количество несчастных случаев с работниками ЗАО «Петербургский тракторный завод», признанные страховыми;

N – общее количество работников ЗАО «Петербургский тракторный завод»;

$$v_{cmp} = \frac{6 \times 1000}{1200} = 5$$

Рассчитаем $C_{стр}$ - среднее количество нетрудоспособных дней на один несчастный случай, признанный страховым.

$$c_{cmp} = \frac{T}{S}, \quad (4)$$

где T – общее число нетрудоспособных дней, признанных страховыми;

S – число несчастных случаев с работниками ЗАО «Петербургский тракторный завод», которые признаны страховыми;

$$c_{cmp} = \frac{132}{6} = 22$$

Рассчитаем коэффициенты условий труда в ЗАО «Петербургский тракторный завод» и проведенных медицинских осмотров работников:

Произведём расчёт q_1 - коэффициента условий труда в ЗАО «Петербургский тракторный завод».

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

где q_{11} - общее число работников ЗАО «Петербургский тракторный завод», которые подверглись оценке условий труда;

q_{12} - общее число работников ЗАО «Петербургский тракторный завод»;

q_{13} - общее число работников ЗАО «Петербургский тракторный завод», которые работают во вредных условиях труда;

Произведём расчёт q_2 - коэффициента проведения медицинских осмотров работников ЗАО «Петербургский тракторный завод».

$$q_1 = \frac{480 - 300}{482} = 0,37$$

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

где q_{21} - число работников ЗАО «Петербургский тракторный завод», направленные на проведения медицинских осмотров;

q_{22} - общее число работников ЗАО «Петербургский тракторный завод».

$$q_2 = \frac{1190}{1200} = 0,99$$

Рассчитаем размер скидки для ЗАО «Петербургский тракторный завод» на страхование работников:

$$C(\%) = 1 - \left\{ \frac{\left(\frac{a_{стр}}{a_{езд}} + \frac{b_{стр}}{b_{езд}} + \frac{c_{стр}}{c_{езд}} \right)}{3} \right\} \times q_1 \times q_2 \times 100, \quad (7)$$

$$C(\%) = \left[(0,046 / 0,05 + 5 / 3,30 + 22 / 80,77) / 3 \right] \times 0,37 \times 0,99 \times 100 = 4$$

Рассчитаем страховой тариф для ЗАО «Петербургский тракторный завод» на 2020 г. с учетом скидки:

$$t_{cmp}^{2020} = t^{2019} - t^{2019} \times C \quad (8)$$

$$t_{cmp}^{2020} = 1,4 - 1,4 \times 0,04 = 1,34$$

$$V^{2020} = \Phi З П^{2019} \times t_{cmp}^{2019} \quad (9)$$

$$V^{2020} = 624000000 \times 0,0134 = 8361600 \text{ руб.},$$

Рассчитаем экономию ЗАО «Петербургский тракторный завод» на страховании своих работников:

$$\mathcal{E} = V^{2020} - V^{2019} \quad (10)$$

$$\mathcal{E} = 8736000 - 8361600 = 374400 \text{ руб.},$$

Произведём расчёт снижения уровня травматизма работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» по результатам выполнения плана мероприятий по улучшению условий на рабочих местах операторов станков с ЧПУ.

Данные для расчетов представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Данные для расчета социально-экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда

Наименование показателя	усл.обозн.	ед. измер.	Данные	
			1	2
1	2	3	4	5
численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям	Чі	чел.	6	1
годовая среднесписочная численность работников	ССЧ	чел.	1200	1200

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Число пострадавших от несчастных случаев на производстве	Чнс	чел.	6	1
Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями	Днс	дн	132	18
Плановый фонд рабочего времени в днях	Фплан	дни	248	248
Число пострадавших от несчастных случаев на производстве	Чнс	чел.	6	1
Ставка рабочего	Т _{чс}	руб/час	135	118
Коэффициент доплат	k _{допл.}	%	8	4
Продолжительность рабочей смены	T	час	8	8
Количество рабочих смен	S	шт	1	1
страховой тариф по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний	t _{страх}	%	1,4	1,34

Рассчитаем изменения числа работников ЗАО «Петербургский тракторный завод», работающих во вредных условиях труда:

$$\Delta\text{Ч}_i = \text{Ч}_i^6 - \text{Ч}_i^п, \quad (11)$$

где Ч_i^6 — общее число работников ЗАО «Петербургский тракторный завод», которые работают во вредных условиях труда, до улучшения условий труда;

$\text{Ч}_i^п$ — общее число работников ЗАО «Петербургский тракторный завод», которые работают во вредных условиях труда, после улучшения условий труда.

$$\Delta\text{Ч}_i = 6 - 1 = 5 \text{ чел.}$$

Рассчитаем коэффициент частоты травматизма в ЗАО «Петербургский тракторный завод» после улучшения условий труда операторов станков с ЧПУ:

$$\Delta\text{Кч} = 100\% - (\text{Кч}^п / \text{Кч}^6) \times 100\% = 100\% - (0,83/5) \times 100\% = 83,4\%, \quad (12)$$

где Кч^6 — коэффициент частоты травматизма работников ЗАО «Петербургский тракторный завод», которые работают во вредных условиях труда, до улучшения условий труда;

$K_{ч}^n$ — коэффициент частоты травматизма работников ЗАО «Петербургский тракторный завод», которые работают во вредных условиях труда, после улучшения условий труда.

$$K_{ч} = \frac{1000 \times Ч}{ССЧ}, \quad (13)$$

где Ч – число несчастных случаев на производстве среди работников ЗАО «Петербургский тракторный завод»,

ССЧ – общее число работников ЗАО «Петербургский тракторный завод».

$$K_{ч.б} = \frac{1000 \times Ч}{ССЧ} = \frac{1000 \times 6}{1200} = 5$$

$$K_{ч.нр} = \frac{1000 \times Ч}{ССЧ} = \frac{1000 \times 1}{1200} = 0,83$$

Рассчитаем коэффициент тяжести травматизма работников ЗАО «Петербургский тракторный завод», которые работают во вредных условиях труда, после улучшения условий труда:

$$\Delta K_m = 100 - \frac{K_m^n}{K_m^б} \times 100, \quad (14)$$

где $K_{т}^б$ — коэффициент тяжести травматизма работников ЗАО «Петербургский тракторный завод», которые работают во вредных условиях труда, до улучшения условий труда;

$K_{т}^n$ — коэффициент тяжести травматизма работников ЗАО «Петербургский тракторный завод», которые работают во вредных условиях труда, после улучшения условий труда.

$$\Delta K_m = 100 - \frac{18}{22} \times 100 = 18,18$$

Рассчитаем коэффициент тяжести травматизма работников ЗАО «Петербургский тракторный завод», которые работают во вредных условиях труда, после улучшения условий труда:

$$K_m = \frac{D_{nc}}{Ч_{nc}}, \quad (15)$$

где $Ч_{nc}$ – число несчастных случаев среди работников ЗАО «Петербургский тракторный завод»,

D_{nc} – общее число нетрудоспособных дней, признанных страховыми.

$$K_m^6 = \frac{132}{6} = 22 \text{ чел.},$$

$$K_m^6 = \frac{18}{1} = 18 \text{ чел.}$$

Произведём оценку снижения размера выплаты льгот, компенсаций работникам ЗАО «Петербургский тракторный завод» за вредные условия труда

Рассчитаем среднюю дневную зарплату работников ЗАО «Петербургский тракторный завод»:

$$\square_{\square} ЗПЛ_{\text{дн}} = \frac{T_{\text{чс}} \times T \times S \times (100 + k_{\text{доп}})}{100}, \quad (16)$$

где $T_{\text{чс}}$ – часовая ставка работников ЗАО «Петербургский тракторный завод»;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент доплат в ЗАО «Петербургский тракторный завод» к основной зарплате;

T – продолжительность рабочей смены в ЗАО «Петербургский тракторный завод»;

S – количество смен в ЗАО «Петербургский тракторный завод».

$$\begin{aligned} ЗПЛ_{\text{днб}} &= \frac{T_{\text{чсб}} \times T \times S \times (100 + k_{\text{доп}})}{100} = i \\ \frac{135 \times 8 \times 1 \times (100 + (25 + 8 + 30))}{100} &= 1760,4 \text{ руб.}; \\ ЗПЛ_{\text{днн}} &= \frac{T_{\text{чсб}} \times T \times S \times (100 + k_{\text{доп}})}{100} = i \end{aligned}$$

$$i \frac{118 \times 8 \times 1 \times (100 + (15 + 4 + 30))}{100} = 1405,56 \text{ руб.}$$

Рассчитаем экономию средств ЗАО «Петербургский тракторный завод» за счет снижения заработной платы, и за счёт снижения числа работников, работающих во вредных условиях труда:

$$\begin{aligned} \text{Э}_3 = \Delta\text{Ч}_i \times \text{ЗПЛ}_{\text{год}}^6 - \text{Ч}_{i}^n \times \text{ЗПЛ}_{\text{год}}^n &= 5 \times 471505,54 - 1 \times \\ &\times 362779,96 = 1994747,74 \text{ руб.}, \end{aligned} \quad (17)$$

где $\Delta\text{Ч}_i$ — снижения числа работников ЗАО «Петербургский тракторный завод», которые работают во вредных условиях труда, до улучшения условий труда;

$\text{ЗПЛ}_{\text{год}}^6$ — средняя годовая зарплата данного работника ЗАО «Петербургский тракторный завод», до улучшения условий труда;

Ч_{i}^n — снижения числа работников цеха электроснабжения ЗАО «Петербургский тракторный завод», которые работают во вредных условиях труда, после улучшения условий труда;

$\text{ЗПЛ}_{\text{год}}^n$ — средняя годовая зарплата данного работника ЗАО «Петербургский тракторный завод», после улучшения условий труда.

Средняя годовая заработная плата работников ЗАО «Петербургский тракторный завод», которые работают во вредных условиях труда, до улучшения условий труда:

$$\begin{aligned} \text{ЗПЛ}_{\text{год}} &= \text{ЗПЛ}_{\text{год}}^{\text{осн}} + \text{ЗПЛ}_{\text{год}}^{\text{доп}}, & (18), \\ \text{ЗПЛ}_{\text{год}}^6 &= \text{ЗПЛ}_{\text{год}6}^{\text{осн}} + \text{ЗПЛ}_{\text{год}6}^{\text{доп}} = 436579,2 + 34926,34 = 471505,54 \text{ руб.}; \\ \text{ЗПЛ}_{\text{год}}^n &= \text{ЗПЛ}_{\text{год}n}^{\text{осн}} + \text{ЗПЛ}_{\text{год}n}^{\text{доп}} = 348826,88 + 13953,08 = 362779,96 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Средняя зарплата данного работника ЗАО «Петербургский тракторный завод»:

$$ЗПЛ_{год}^{осн} = ЗПЛ_{дн} \times \Phi_{пл} , \quad (19)$$

где $ЗПЛ_{дн}$ – средняя дневная зарплата одного работника ЗАО «Петербургский тракторный завод» за день, руб.;

$\Phi_{пл}$ – плановый фонд рабочего времени на 2020 год, дни.

$$ЗПЛ_{годб}^{осн} = ЗПЛ_{днб} \times \Phi_{пл} = 1760,4 \times 248 = 436579,2 \text{ руб.};$$

$$ЗПЛ_{годп}^{осн} = ЗПЛ_{днп} \times \Phi_{пл} = 1405,56 \times 248 = 348826,88 \text{ руб.}$$

Средняя дополнительная зарплата работников ЗАО «Петербургский тракторный завод»:

$$ЗПЛ_{год}^{доп} = \frac{ЗПЛ_{год}^{осн} \times k_d}{100}, \quad (20)$$

где k_d – коэффициент отношения основной зарплаты к дополнительной.

$$ЗПЛ_{годб}^{доп} = \frac{ЗПЛ_{годб}^{осн} \times k_d}{100} = \frac{436579,2 \times 8}{100} = 34926,34 \text{ руб.};$$

$$ЗПЛ_{годп}^{доп} = \frac{ЗПЛ_{годп}^{осн} \times k_d}{100} = \frac{348826,88 \times 4}{100} = 13953,08 \text{ руб.}$$

Рассчитаем годовой экономический эффект для ЗАО «Петербургский тракторный завод» от улучшения условий труда операторов станков с ЧПУ:

$$\mathcal{E}_r = \mathcal{E}_{стр} + \mathcal{E}_з = 374400 + 1994747,74 = 2369147,74 \text{ руб.} \quad (21)$$

Рассчитаем срок окупаемости затрат ЗАО «Петербургский тракторный завод» на улучшение условий труда операторов станков с ЧПУ:

$$T_{\text{ед}} = Z_{\text{ед}} / \Delta_r = 1000000 / 2369147,74 = 0,42 \text{ года.} \quad (22)$$

Рассчитаем коэффициент эффективности затрат ЗАО «Петербургский тракторный завод» на улучшение условий труда операторов станков с ЧПУ:

$$E = 1 / T_{\text{ед}} = 1 / 0,42 = 2,38 \text{ год}^{-1} \quad (23)$$

Произведём оценку производительности труда операторов станков с ЧПУ ЗАО «Петербургский тракторный завод» в связи с улучшением условий труда.

Рассчитаем изменение полезного фонда рабочего времени операторов станков с ЧПУ ЗАО «Петербургский тракторный завод»:

$$\Delta \Phi = \Phi^{np} - \Phi^b = 1781,1 - 1682,15 = 98,95 \quad (24)$$

где Φ^b – фонд рабочего времени до улучшения условий труда операторов станков с ЧПУ ЗАО «Петербургский тракторный завод»;

Φ^{np} – фонд рабочего времени после улучшения условий труда операторов станков с ЧПУ ЗАО «Петербургский тракторный завод».

Рассчитаем фактический годовой фонд рабочего времени операторов станков с ЧПУ ЗАО «Петербургский тракторный завод»:

$$\Phi_b = \Phi_{\text{план}} - П_{\text{рвб}} = 1979 - 296,85 = 1682,15 \text{ ч;}$$

$$\Phi_n = \Phi_{\text{план}} - П_{\text{рвн}} = 1979 - 197,9 = 1781,1 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени:

$$\Pi_{рв} = \Phi_{план} \times k_{прв}, \quad (26)$$

где $k_{прв}$ – коэффициент потерь рабочего времени.

$$\Pi_{рвб} = \Phi_{план} \times k_{првб} = 1979 \times 0,15 = 296,85 \text{ ч};$$

$$\Pi_{рвп} = \Phi_{план} \times k_{првп} = 1979 \times 0,10 = 197,9 \text{ ч}.$$

Заключение

Цель - повышение безопасности технологических процессов для режимов автоматизированной обработки деталей и ремонта станков с ЧПУ на участке обработки валов в ЗАО «ПТЗ» достигнута.

На участке автоматизированной обработки валов механического цеха используется горизонтальный шлице-зубофрезерный станок модели KCM-ZFWVG250.

Горизонтальный шлице-зубофрезерный станок модели KCM-ZFWVG250 предназначен для нарезания на валах прямобочных и эвольвентных шлиц, а также зубьев шестерен, выполненных заодно с валом.

Технология обеспечения электробезопасности производственного процесса на механическом участке обработки валов обеспечивается защитными мероприятиями от прикосновения к частям электроустановок.

Из выявленных опасных и вредных производственных факторов, воздействующих на оператора горизонтального шлице-зубофрезерного станка модели KCM-ZFWVG250 преобладают факторы, непосредственно связанные с безопасностью производственного оборудования.

Проведя анализ статистики случаев производственного травматизма среди работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» сделаны выводы:

- количество случаев травматизма среди работников ЗАО «Петербургский тракторный завод» растёт с каждым годом;
- основными причинами производственного травматизма является не обеспеченная безопасность технологического оборудования;
- самые высокие показатели травматизма выявлены среди основных работников 18-24 лет со стажем работы до 3 лет.

В качестве мероприятий по обеспечению техносферной безопасности на рабочем месте оператора горизонтального шлице-зубофрезерного станка модели KCM-ZFWVG250 при ведении технологического процесса

автоматизированной обработки валов необходимо повысить безопасность горизонтального шлице-зубофрезерного станка модели KCM-ZFWVG25.

Внедрение в конструкцию электропитания автоматических станков с ЧПУ защитных устройств, защищающих работников от электрического пробоя на корпус позволит обеспечить безопасность рабочих мест **операторов** станков с ЧПУ при ведении технологического процесса автоматизированной обработки валов.

Для снижения негативного воздействия эмульсий и эмульсионных смесей смазочно-охлаждающих жидкостей необходимо вместо утилизации производить комплексную очистку данных эмульсионных смесей.

Годовой экономический эффект для ЗАО «Петербургский тракторный завод» от улучшения условий труда операторов станков с ЧПУ составит 2369147,74, а срок окупаемости затрат ЗАО «Петербургский тракторный завод» на улучшение условий труда операторов станков с ЧПУ – 0,42 года.

Список используемых источников

1. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 №197-ФЗ URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 22.04.2020).

2. О специальной оценке условий труда [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.12.2013 №426-ФЗ URL: <http://docs.cntd.ru/document/499067392> (дата обращения: 25.04.2020).

3. Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций (с изменениями на 30 ноября 2016 года) [Электронный ресурс] : Постановление Минтруда РФ от 13 января 2003 года № 1/29. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901850788> (дата обращения: 22.04.2020).

4. Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сквозных профессий и должностей всех видов экономической деятельности, 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] : Приказа Минтруда России от 9 декабря 2014 года №997н. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420240108> (дата обращения: 06.05.2020).

5. Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 24.07.2013 г. № 328н (ред. от 15.11.2018 г.). URL: <http://docs.cntd.ru/document/499037306> (дата обращения: 06.05.2020).

6. 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: 22.05.2020).

7. Об утверждении Порядка ведения государственного кадастра отходов

[Электронный ресурс] : Приказ Минприроды России от 30 сентября 2011г. №792. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902305590> (дата обращения: 22.05.2020).

8. Об утверждении Рекомендаций по разработке планов локализации и ликвидации аварий на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 26.12.2012 № 781. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902389563> (дата обращения: 18.05.2020).

9. Правила по охране труда при размещении, монтаже, техобслуживании и ремонте технологического оборудования [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 23.06.2016 №310н (введены в действие 19.10.2016). URL: <http://docs.cntd.ru/document/420365226> (дата обращения: 12.05.2020).

10. Положение об организации обучения и проверки знаний рабочих организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 29.01.2007 № 37. URL: <https://tk-servis.ru/news/1449644068> (дата обращения: 13.05.2020).

11. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.003-2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 04.05.2020).

12. Электробезопасность. Термины и определения [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 12.1.009-2009. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200079431> (дата обращения: 22.04.2020).

13. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 12.1.019-2009. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200080203> (дата обращения: 22.04.2020).

14. АО «Петербургский тракторный завод» [Электронный ресурс]. URL: <https://peterburgsky-traktornyy-zavod.inni.info/> (дата обращения: 19.04.2020).

15. Эксплуатация электрооборудования. Основы электробезопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://www.electroengineer.ru/2011/07/blog->

post_08.html (дата обращения: 22.04.2020).

16. Назначение и состав электрооборудования [Электронный ресурс]. URL: <https://elenergi.ru/naznachenie-i-sostav-elektrooborudovaniya.html> (дата обращения: 11.05.2020).

17. Защитное устройство станка [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2510555C1_20140327 (дата обращения: 15.05.2020).

18. Обработка металлов и экология [Электронный ресурс]. URL: <http://metallurg.su/obrabotka-metallov-i-ekologiya.html> (дата обращения: 22.05.2020).

19. Комплекс очистки смазочно-охлаждающей жидкости [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2196809C1_20030120 (дата обращения: 22.05.2020).

20. Охрана труда при работе на станках с ЧПУ [Электронный ресурс]. URL: <https://vseochpu.ru/tehnika-bezopasnosti-pri-rabote-na-stankah-s-chpu/> (дата обращения: 22.05.2020).

21. Work safely with or near electricity [electronic resource]. URL: <http://www.ehsdb.com/electrical-safety.php> (date of application: 07.05.2020).

22. Safety. Detection. Control [electronic resource]. URL: https://sensotek.ru/images/ReeR/New%20catalogue%202017/pdf/Safety_Guide_EN_G.pdf (date of application: 09.05.2020).

23. Safety Rules for Working with Electrical Equipment [electronic resource]. URL: <https://electrical-engineering-portal.com/21-safety-rules-for-working-with-electrical-equipment> (date of application: 01.05.2020).

24. Electrical Shock Hazards [electronic resource]. URL: <https://ehs.princeton.edu/book/export/html/75> (date of application: 01.05.2020).

25. Managing electrical risks in the workplace [electronic resource]. URL: https://www.worksafe.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0007/59677/es-code-of-practice-risk-management.pdf (date of application: 03.05.2020).