

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

Институт машиностроения

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

Направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Профиль «Безопасность технологических процессов и производств»

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка мероприятий по обеспечению безопасности технологического процесса изготовления детали «Шпиндель» на ОАО «БелЗАН»

Студент(ка)	<u>А.Г. Бодров</u> (И.О. Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>К.Ш. Нуров</u> (И.О. Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Нормоконтроль	<u>В.В. Петрова</u> (И.О. Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н. Горина  
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) \_\_\_\_\_  
(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Тольятти 2016

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой «УПиЭБ»

\_\_\_\_\_ Л.Н. Горина \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение бакалаврской работы**

Студент Бодров Александр Георгиевич

1. Тема Разработка мероприятий по обеспечению безопасности технологического процесса изготовления детали «Шпиндель» на ОАО «БелЗАН»
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 03.06.2016
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе технологические карты, перечень оборудования, планировка рабочих мест, планы ликвидации аварийных ситуаций, план мероприятия по улучшению условий и охраны труда, проект образования и размещения отходов, результаты аналитического контроля за состоянием окружающей среды, планировки зданий, план эвакуации и т.д.
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов)

Аннотация,

Введение,

1. Характеристика производственного объекта,
2. Технологический раздел,
3. Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов, обеспечения безопасных условий труда
4. Научно-исследовательский раздел,
5. Раздел «Охрана труда»,
6. Раздел «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность»,
7. Раздел «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях»,
8. Раздел «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности»,

Заключение

Список использованной литературы

Приложения

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

  1. Эскиз объекта (участок, рабочее место) . Спецификация оборудования
  2. Технологическая схема.

3. Таблица идентифицированных ОВПФ с привязкой к оборудованию и количественной характеристикой в сравнении с нормируемой.
  4. Диаграммы с анализом травматизма.
  5. Схема предлагаемых изменений (конструктивных, технических, технологических, планировочных, перестановка оборудования, средства защиты и т.д.)
  6. Лист по разделу «Охрана труда».
  7. Лист по разделу Охрана окружающей среды и экологическая безопасность
  8. Лист по разделу «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях».
  9. Лист по разделу «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности».
6. Консультанты по разделам: нормоконтроль – В.В. Петрова.
7. Дата выдачи задания « 17 » марта 2016 г.

Руководитель бакалаврской работы

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(И.О. Фамилия)

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой «УПиЭБ»

Л.Н. Горина

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**  
**выполнения бакалаврской работы**

Студента Бодрова Александра Георгиевич  
по теме Разработка мероприятий по обеспечению безопасности технологического процесса  
изготовления детали «Шпиндель» на ОАО «БелЗАН»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Аннотация	17.03.16- 18.03.16	18.03.16	Выполнено	
Введение	19.03.16- 20.03.16	20.03.16	Выполнено	
1. Характеристика производственного объекта	21.03.16- 31.03.16	31.03.16	Выполнено	
2. Технологический раздел	01.04.16- 15.04.16	15.04.16	Выполнено	
3. Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов, обеспечения безопасных условий труда	16.04.16- 20.04.16	20.04.16	Выполнено	
4. Научно-исследовательский раздел	21.04.16- 21.05.16	21.05.16	Выполнено	
5. Раздел «Охрана труда»	22.05.16- 24.05.16	24.05.16	Выполнено	
6. Раздел «Охрана окружающей среды и экологи-	24.05.16-	25.05.16	Выполнено	

гическая безопасность»	25.05.16			
7. Раздел «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях»	25.05.16- 25.05.16	25.05.16	Выполнено	
8. Раздел «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности»	26.05.16- 27.05.16	27.05.16	Выполнено	
Заключение	28.05.16- 29.05.16	29.05.16	Выполнено	
Список использованной литературы	30.05.16- 31.05.16	31.05.16	Выполнено	
Приложения	31.05.16- 02.06.16	02.06.16	Выполнено	

Руководитель бакалаврской работы

Задание принял к исполнению

_____	К.Ш. Нуров
(подпись)	(И.О. Фамилия)
_____	А.Г. Бодров
(подпись)	(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

В бакалаврской работе представлен перспективный технологический процесс изготовления детали «Шпиндель». Дано служебное назначение детали и технологическая характеристика изделия.

Выбран оптимальный технологический процесс на основе анализа опасных и вредных производственных факторов и технико-экономического анализа.

Выбрано оборудование и средства технологического оснащения с целью обеспечения максимальной безопасности работников, осуществляющих данный технологический процесс.

Предложены мероприятия по улучшению условий труда и окружающей среды.

Страниц 77, рисунков 5, таблиц 15, формул 61.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА.....	5
1.1 Общие требования соблюдения предприятием ОАО «БелЗАН» политики в области охраны труда.....	5
1.2 Характеристика детали «Шпиндель».....	6
1.3 Требование к промышленному помещению механического участка....	8
1.4 Выбор оборудования и методов обработки отдельных поверхностей с альтернативными вариантами.....	11
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	13
2.1 Специальные требования к станкам различных групп.....	13
2.2 Формирование структуры вариантов технологического процесса.....	16
2.3 Выбор оборудования и средств технологического оснащения.....	30
2.4 Анализ производственной безопасности на участке изготовления детали «Шпиндель».....	34
3 Мероприятия, направленные на устранение выявленных опасных и вредных производственных факторов.....	36
4 Оценка экономической эффективности предлагаемого технологического процесса изготовления детали «Шпиндель».....	49
4.1 Технико-экономический анализ вариантов технологических операций	49
4.2 Расчет себестоимости технологического процесса .....	54
4.3 Расчет экономической эффективности проекта.....	56
5 ОХРАНА ТРУДА.....	61
6 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	68
7 ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ .....	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	75

## ВВЕДЕНИЕ

Данный дипломный проект выполнен в соответствии с выданным заданием. Рассмотрен вопрос о разработке мероприятий по обеспечению безопасности при изготовлении детали типа «Шпиндель».

Процесс обработки на металлорежущих станках является источником образования опасных и вредных производственных факторов, способных оказывать неблагоприятное воздействие на работников. Задачей разработанного дипломного проекта является повышение безопасности работников, осуществляющих данный технологический процесс, улучшение технико-экономических показателей технологических процессов, повышение качества изготовления продукции и эксплуатационных свойств. На базе уже сформированного технологического процесса создают новые технологии, соответствующие уровню развития промышленности. Безопасность и эффективность производства во многом зависит от внедрения нового оборудования, оснастки и машин, позволяющих повышать производительность труда и снизить уровень травматизма и себестоимость продукции. Работа по повышению безопасности и производительности обработки в совокупности с преобразованием в этой отрасли является составляющей необходимой частью современного машиностроительного производства.

Технологический процесс механической обработки деталей является одним из этапов общего производственного процесса. Для осуществления технологического процесса механической обработки деталей используется следующее оборудование: токарные, токарные станки с ЧПУ, фрезерные, сверлильные, шлифовальные. Также создана гибкая и эффективная система управления, позволяющая полную реализацию возможностей машиностроения



# **1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА**

## **1.1 Общие требования соблюдения предприятием ОАО «БелЗАН» политики в области охраны труда**

Настоящие Правила по охране труда при обработке металлов обязательны к применению для организаций всех организационно-правовых форм, независимо от сферы деятельности и ведомственной подчиненности при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации цехов и участков; при проектировании, изготовлении, монтаже и наладке нового оборудования; эксплуатации, техническом обслуживании, ремонте и модернизации действующего оборудования для холодной обработки металлов.

При организации и эксплуатации цехов и участков обработки металлов, кроме настоящих Правил, соблюдаются действующие стандарты Системы стандартов безопасности труда (ССБТ) и другие нормативные правовые акты по охране труда, утвержденные в установленном порядке.

Планировка и содержание территории предприятия ОАО «БелЗАН» соответствуют требованиям санитарных, строительных и противопожарных норм проектирования и содержания промышленных предприятий.

Разработка технологической документации, организация и выполнение технологических процессов обработки металлов соответствуют требованиям ГОСТ 3.1120 и настоящих Правил.

Производственное оборудование, приспособления используемое для холодной обработки металлов, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.009, ГОСТ 12.2.049, ГОСТ 12.2.107 и настоящих Правил.

Применяемое электрооборудование, электроприборы и их эксплуатация должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0., ГОСТ 12.1.019, ГОСТ 12.1.030, Правилам устройства электроустановок (ПУЭ), Правилам эксплуатации электроустановок потребителей и Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

Устройство и эксплуатация грузоподъемных механизмов должны соответствовать Правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, Правилам устройства и безопасной эксплуатации лифтов и Санитарным правилам по устройству и оборудованию кабин машинистов кранов.

Предельно допустимые концентрации веществ, выделяющихся при обработке в воздух рабочей зоны, не должны превышать значений, установленных ГОСТ 12.1.005 и нормативными правовыми актами Министерства здравоохранения России.

Оборудование, основные и вспомогательные помещения цехов должны окрашиваться согласно Указаниям по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий.

Сигнально-предупредительная окраска элементов оборудования, транспортных средств и строительных конструкций зданий, а также знаки безопасности должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.026.

Выполнение требований настоящих Правил в действующих цехах и участках, которые потребуют значительных капитальных затрат или длительного периода времени, должно осуществляться в сроки, согласованные с соответствующими государственными надзорными органами по охране труда, органами санитарно-эпидемиологического и пожарного надзора, но не позднее трех лет со дня утверждения Правил.

## **1.2 Характеристика детали «Шпиндель»**

Шпиндель металлорежущего станка одна из наиболее ответственных деталей. Качество изготавливаемых на станке деталей в значительной степени зависит от качества шпинделя и его опорных шеек, жесткости шпинделя и его положения в опорах. Основное служебное назначение шпинделя станка - сообщать обрабатываемой заготовке или режущему инструменту вращательное движение с определенными угловой скоростью и крутящим моментом.

В современных станках они очень высокие, поэтому к качеству изготовления как самого шпинделя, так и шпиндельного узла с его опорами в целом предъявляют высокие требования.

Деталь относится к классу валов. Изготавливается из конструкционной легированной стали 40Х, которая обладает высокой прочностью, хорошей обрабатываемостью, малой чувствительностью к концентрации напряжений. Для повышения износостойкости деталь подвергается термической обработке. Химический состав и механические свойства стали 40Х ГОСТ 4543-71 приведены в таблице 1.1, 1.2.

Таблица 1.1 Химический состав стали 40Х ГОСТ 4543-71, содержание в %

С	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
				не более			
0,36-0,44	0,17-0,37	0,50-0,80	0,80-1,10	0,30	0,30	0,035	0,035

Таблица 1.2 Механические свойства стали 40Х ГОСТ 4543-71

Марка материала	Плотность $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$\sigma_b$ , МПа	E, МПа	G, МПа	$a_n \cdot 10^5$ , Дж/м <sup>2</sup>	НВ
Сталь 40Х	7,85	600	218500	80800	3	<207

Шпиндель имеет отверстие  $\varnothing$  38 мм выполненное по 6 качеству с шероховатостью Ra 0,4 мкм. Наружные цилиндрические поверхности  $\varnothing$  35 мм и  $\varnothing$  25 мм выполнены по 6 качеству с шероховатостью Ra 0,2 мкм. Для сообщения режущему инструменту или обрабатываемой заготовке вращательного движения на шпинделе выполнены шлицы. Центрирование выполняется по боковым сторонам шлицев. На одной из ступени выполнена метрическая резьба М30 с шагом 1,5 мм. Для закрепления обрабатываемой заготовки или режущего инструмента на диаметре 58 мм выполнены два резьбовых отверстия М8-7Н.

Радиальное биение поверхности  $\varnothing$  22 мм относительно базы А должно быть не более 0,03 мм. Отклонение соосности поверхностей  $\varnothing$  38 мм,  $\varnothing$  35 мм и  $\varnothing$  25 мм относительно базы А не должно быть более 0,006 мм.

### **1.3 Требование к промышленному помещению механического участка**

При проектировании, строительстве новых и реконструкции действующих цехов и участков, монтаже основного, дополнительного и вспомогательного оборудования, средств механизации и автоматизации процессов холодной обработки металлов должны соблюдаться требования настоящих Правил, соответствующих стандартов ССБТ, Строительных норм и правил (СНиП), Санитарных норм (СН), Правил пожарной безопасности.

Здания отдельно стоящих цехов, а также цехов и участков в общем комплексе с другими цехами, строятся из негорячего, огнестойкого материала на расстоянии, определяемом расчетом рассеивания вредных веществ, но не менее 50 м от жилых застроек и размещать с подветренной стороны для ветров преобладающего направления по отношению к жилой застройке.

Механический участок располагается в одноэтажных зданиях с застекленными окнами и светоаэрационными фонарями и соответствовать требованиям СНиП 2.09.02.

На входных дверях и въездных воротах этих помещений указаны категории помещений по взрывной и пожарной опасности, вывешены знаки безопасности, предупреждающие о наличии вредных веществ, об опасности пожара или взрыва. Знаки безопасности должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.026.

Ширина здания и его планировка обеспечивает свободный доступ свежего воздуха во все пролеты.

Объем и площадь помещения на одного работающего в цехе должна составлять соответственно не менее 15 м<sup>3</sup> и 4,5 м<sup>2</sup>, исключая площади и объем, занимаемые оборудованием и коммуникациями, в том числе проходами и проездами.

В цехах и на участках предусмотрены проходы и проезды для движения людей и транспортных средств.

Каждое производственное помещение имеет основной проход шириной не менее 2 м, выходящий на лестничную клетку или непосредственно наружу.

Ширина проездов обеспечивает безопасность движения транспортных средств и устанавливается с учетом максимальных габаритов транспортных средств с грузом плюс 0,8 м при одностороннем движении, но не менее 2,5 м; двукратной максимальной ширине используемых транспортных средств плюс 1,5 м при двустороннем движении, но не менее 4 м.

Размеры въездных ворот цеха и транспортных коридоров соответствуют максимальным габаритам используемых транспортных средств или выпускаемых изделий и должны обеспечивать свободный проход с двух сторон шириной не менее 0,7 м.

Границы проходов и проездов отмечены контрастными по отношению к цвету пола полосами шириной не менее 50 мм или другими техническими средствами.

В цехе (участке) должно быть не менее двух выходов, устроенных в местах, наиболее целесообразных для выхода обслуживающего персонала.

Расстояние от наиболее удаленных рабочих мест до ближайшего эвакуационного выхода и между выходами согласно СНиП 2.09.02.

Входные двери должны открываются наружу и имеют ширину не менее 0,8 м.

Входы и выходы, проходы и проезды внутри и снаружи производственных помещений и на примыкающей к ним территории, освещены, свободны и безопасны для движения людей и транспорта.

Загромождение проходов и проездов или использование их для складирования грузов запрещается.

Ворота, двери и другие проемы в капитальных стенах, имеющие выход наружу и предназначенные для различных целей, утеплены и имеют тамбуры или тепловые воздушные завесы. Двери имеют приспособления для принудительного закрывания.

Открывание и закрывание тяжелых и больших ворот механизировано. Для исключения их самопроизвольного открывания и закрывания имеют фиксаторы.

Полы цехов имеющие механические участки делают ровными, нескользкими, влаго- и маслонепроницаемыми, устойчивыми к механическим воздействиям и легко очищаться от различных загрязнений.

Полы в проездах, проходах, на участках складирования грузов должны иметь прочное и твердое покрытие.

Уборка рабочих мест, проездов и проходов производится в течение всего рабочего дня и после каждой смены.

Необходимо по мере загрязнения (но не реже одного раза в месяц) производить уборку и очистку помещений, металлоконструкций, наружных поверхностей воздухопроводов вентиляционных систем и другого оборудования.

В случае применения воды для удаления пыли со стен, ферм и металлоконструкций электротехнические устройства на время уборки должны быть отключены и укрыты.

Стекла окон и светоаэрационных фонарей должны регулярно очищаться от пыли и грязи, но не реже одного раза в три месяца. Рекомендуется механизировать этот процесс. При очистке стекол следует предусмотреть меры защиты от возможного падения осколков стекла.

## 1.4 Выбор оборудования и методов обработки отдельных поверхностей с альтернативными вариантами

Методы обработки всех поверхностей детали заносим таблицу 1.6.

Таблица 1.6 Методы обработки поверхностей детали

Номер поверхности	Методы обработки	Квалитет точности	Допуск обработки, мкм	Шероховатость обработанной поверхности, Ra мкм
1	2	3	4	5
1	1. Точить	h 12	630	3,2
2	1. Точить	h 12	120	3,2
3	1. Точить	h 12	210	6,3
	2. Точить	h 10	84	3,2
	3. Шлифовать	h 8	33	1,6
4	1. Точить	h12	210	6,3
	2. Точить	h10	84	3,2
	3. Шлифовать	h 8	33	1,6
	4. Шлифовать	k 6	13	0,4
	5. Полировать	k 6	13	0,2
5	1. Точить	h 12	210	3,2
	2. Точить	h 10	84	3,2
6	1. Точить	h 12	250	6,3
	2. Точить	h 10	84	3,2
	3. Нарезать резьбу	g 6	13	3,2
7	1. Точить	h 12	250	6,3
	2. Точить	h 10	100	3,2
	3. Шлифовать	h 8	39	1,6
	4. Шлифовать	k 6	16	0,4

	<i>Продолжение таблицы 1.6.</i>			
8	1. Точить	h 12	250	6,3
	2. Точить	h 10	100	3,2
	4. Шлифовать	h 8	39	0,8
9	1. Точить	h 12	100	3,2
10	1. Точить	h 12	300	3,2
11	1. Точить	h 12	100	3,2
12	1. Точить	h 12	630	3,2
13	1. Расточить	h 12	250	3,2
14	1. Сверлить	H 12	250	6,3
	2. Рассверлить	H 12	250	3,2
	2. Расточить	H 11	160	1,6
	3. Шлифовать	H 8	39	0,8
	4. Шлифовать	H6	16	0,4
15	1. Точить	h 12	100	3,2
16, 19	1. Сверлить	H 12	150	6,3
17, 20	1. Зенковать	H 12	100	3,2
18, 21	1. Нарезать резьбу	7H	15	3,2
22	1. Точить	h 12	210	3,2
23	1. Точить	h 12	250	3,2
24	1. Точить	h 12	210	3,2
25	1. Точить	h 12	210	3,2
26-43	1. Фрезеровать	h 11	110	3,2
	2. Шлифовать	h 8	18	1,6

Таким образом, для изготовления детали «Шпиндель» применяется широкая гамма металлорежущего оборудования, поэтому в следующих разделах необходимо разработать мероприятия по снижению и устранению негативного воздействия данного оборудования на организм человека.



## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Специальные требования к станкам различных групп

#### Станки токарной группы

В универсальных станках, предназначенных для обработки заготовок диаметром до 630 мм включительно, зона обработки ограждается защитным устройством (экраном). Со стороны, противоположной рабочему месту, зона обработки также имеет экран.

Зажимные патроны универсальных токарных и токарно-револьверных станков имеют ограждения, при необходимости легко отводимые при установке и снятии заготовок, не ограничивающие технологических возможностей станков.

В токарных и карусельных станках, предназначенных для обработки более крупных деталей, время торможения не устанавливается.

У токарных станков при определении времени торможения шпинделя устанавливается зажимной патрон, диаметр которого соответствует частоте вращения, на которой производится проверка. Заготовка в зажимной патрон не устанавливается.

В токарно-карусельных станках планшайба имеет ограждение, не затрудняющее обслуживание станка.

Допускается применение ограждения в виде перил (или цепи) высотой 1000 мм, предусматривающее удобное перемещение при установке и съеме заготовок и надежное закрепление его во время работы станка.

Устанавливаемые на планшайбах токарно-карусельных станков устройства, на которых закрепляют обрабатываемую деталь, должны удерживаться в основном с помощью жестких упоров и силой трения, создаваемой крепежными винтами.

В планшайбах карусельных станков должно предусматриваться ограничительное устройство, не допускающее вылета зажимных устройств с вращающимися планшайбами.

У многошпиндельных токарных патронных полуавтоматов входящий в загрузочную позицию шпиндель имеет время торможения не более 3 с после окончания поворота шпиндельного блока и надежно удерживаться от вращения до следующего поворота блока

Для безопасного наблюдения за обработкой внутренних поверхностей крупногабаритных деталей карусельные станки оборудованы специальными площадками.

Ходовые валики и винты токарных станков закрыты специальными ограждениями.

При скоростном точении заготовок с применением центров используются вращающиеся центры.

Режущий инструмент следует устанавливать с минимальным вылетом. Для установки режущего инструмента по высоте необходимо использовать набор подкладок различной толщины, длина и ширина которых должна быть не менее опорной части резца. Закрепление резца должно осуществляться не менее чем двумя болтами по всей плоскости резца.

Для снижения травматизма от порезов ленточной (сливной) стружкой необходимо применять приспособления для дробления или завивания стружки

#### Станки сверлильной группы

В станках с программным управлением автоматическая установка и закрепление инструмента в шпинделе, кроме станков с программным управлением, имеющих револьверные головки.

Устройство (противовес или пружина) для возврата шпинделя станка в исходное положение, обеспечивает его перемещение на всей длине хода.

На столах станков предусматривается возможность надежного закрепления изделий и приспособлений.

При сверлении отверстий в детали используются стационарные или ручные зажимные приспособления (зажимные устройства, упоры, направляющие, кондукторы и др.). Не допускается удерживать деталь непосредственно в руках.

Приспособления для закрепления инструмента должны обеспечивать надежный зажим, точное центрирование инструмента и не иметь выступающих частей.

Вертикально-сверлильные и радиально-сверлильные станки оснащены устройствами, предупреждающими самопроизвольное опускание траверсы, хобота, кронштейна.

#### Станки расточной группы

Шпоночный паз на шпинделях горизонтально-расточных станков не должен доходить до первого торца шпинделя или его выход у торца должен перекрываться (например, короткой шпонкой).

Допускается шпоночный паз доводить до переднего торца шпинделя, но в этом случае его острые кромки на выходе торца шпинделя должны быть закруглены для устранения возможности захвата одежды работающего.

Клинья, винты и другие элементы, используемые для закрепления инструмента, не должны выступать над периферией шпинделя. Если это требование невозможно реализовать, то поверхность, представляющую опасность, следует закрывать защитным устройством.

В станках с программным управлением должны быть автоматические установка и закрепление инструмента в шпинделе.

Время до останова шпинделя (без инструмента) после его выключения не должно превышать 6 с.

## Станки фрезерной группы

Зона обработки деталей в универсальных фрезерных консольных станках, а также в станках с крестовым столом ограждена защитным устройством (экраном)

В универсальных фрезерных станках консольных и с крестовым столом (ширина стола 320 мм и более), а также во всех фрезерных станках с программным управлением закрепление инструмента должно осуществляться автоматически.

В горизонтально-фрезерных станках высотой не более 2500 мм задний конец шпинделя вместе с выступающим концом винта для закрепления инструмента, а также выступающий из поддержки конец фрезерной оправки должны ограждаться быстросъемными кожухами.

Передаточные валы, карданные соединения, выступающие задние концы шпинделей и шомполов фрезерных станков должны быть ограждены.

В универсальных фрезерных станках консольных и с крестовым столом (ширина стола до 630 мм) время остановки шпинделя (без инструмента) после его выключения не должно превышать 6 с.

Конструкция консольно-фрезерных станков должна предусматривать удобное и безопасное удаление стружки из пространства между консолью и станиной или укрытие этой зоны для исключения попадания в нее стружки.

На станках с ручным перемещением кареток конечные выключатели не устанавливаются.

При установке и снятии фрез должны применяться специальные приспособления, предотвращающие порезы рук.

### **2.2 Формирование структуры вариантов технологического процесса**

В базовом технологическом процессе общее число операций 55, в том числе станочных 8, слесарных 1, операций термообработки 1, контрольная 1.

присутствуют три этапа обработки: черновой (операция 010, 040, 050), получистовой (операция 010), чистовой (операция 040, 050).

В технологическом процессе имеют место три формообразующие операции – 010, 015, 025. На токарно-винторезной операции 010 обрабатываются ступенчатые поверхности, нарезается резьба М30×1,5 мм, сверлится, рассверливается и растачивается отверстие Ø 38 мм. На радиально-сверлильной операции 015 сверлятся два отверстия Ø 6 мм. На шлицефрезерной операции 025 фрезеруются 6 шлицев. В технологическом процессе имеет место принцип дифференциации, что обуславливается применением универсального оборудования. Формирование структуры нового технологического процесса осуществляем на основе базового технологического процесса. Разработка маршрутной [13] технологии представлена в таблицах 2.1 и 2.2.

Таблица 2.1 Базовый маршрут технологического процесса обработки шпинделя №1

№ операции	Наименование операции	Содержание операции
005	Заготовительная	Отрезать заготовку
010	Токарно-винторезная: - черновая - получистовая	Точить цилиндрические поверхности согласно чертежа с припуском под шлифовку 0,5 мм на диаметр
015	Радиально-сверлильная	Сверлить 2 отверстия согласно чертежа
020	Слесарная	Нарезать резьбу в двух отверстиях
025	Шлицефрезерная	Фрезеровать 6 шлицев согласно чертежа
030	Термическая	HRC 40...45
035	Токарно-винторезная	Править центровочные гнезда
040	Круглошлифовальная	Шлифовать цилиндрические поверхности согласно чертежа
045	Шлицешлифовальная	Шлифовать шлицы согласно чертежа
050	Внутришлифовальная: - предварительная - окончательная	Шлифовать отверстие согласно чертежа
055	Контрольная	

Таблица 2.2 Предлагаемый маршрут техпроцесса обработки шпинделя №2

№ операции	Наименование операции	Содержание операции
1	2	3
005	Заготовительная	Отрезать заготовку
010	Токарно-винторезная	Подрезать торцы, центровать, сверлить, рассверлить. Точить наружную поверхность согласно чертежа
015	Токарно-винторезная с ЧПУ: - черновая - получистовая	Точить цилиндрические поверхности согласно чертежа с припуском под шлифовку 0,5 мм на диаметр
020	Вертикально-сверлильная	Сверлить и нарезать резьбу в двух отверстиях согласно чертежа
025	Шлицефрезерная	Фрезеровать 6 шлицев согласно чертежа
030	Термическая	HRC 40...45
035	Токарно-винторезная	Править центровочные гнезда
040	Круглошлифовальная	Шлифовать цилиндрические поверхности согласно чертежа
045	Шлицешлифовальная	Шлифовать шлицы согласно чертежа
050	Внутришлифовальная: - предварительная - окончательная	Шлифовать отверстие согласно чертежа
055	Контрольная	

В таблице 2.3 и 2.4 представлено построение операций [13] с разработкой схем обработки.

Таблица 2.3 Маршрутно-операционная карта базового технологического процесса №1

Номер операции	Наименование операции	Уст. поз.	Номер перехода	Наименование перехода	Оборудование	Режущий инструмент	Приспособление	Схемы базирования установки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
010	Токарно-винторезная	1	1	Подрезать то-рець 12	Токарно-винторезный станок 16К20	Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 18880-73	Трехкулачковый патрон ГОСТ26 75-80	
			2	Точить по-верхность 10		Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18879-73		
			3	Точить по-верхность 11		Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 1880-73		
			4	Центровать		Сверло центр.Р6М5 ГОСТ 14952-75		
		2	1	Подрезать то-рець 1		Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 18880-73		
			2	Центровать		Сверло центро-вочное Р6М5 ГОСТ 14952-75		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
010	Токарно-винторезная	3	1	Точить поверхность 8	Токарно-винторезный станок 16К20	Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18879-73	Поводковый патрон	
			2	Точить поверхность 7		Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18879-73		
			3	Точить поверхность 6		Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18879-73		
			4	Точить поверхность 5		Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18879-73		
			5	Точить поверхность 4		Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 1880-73		
			6	Точить поверхность 3		Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 1880-73		
			7	Точить поверхность 2		Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 1880-73		
			8	Точить поверхность 9		Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 1880-73		
			9	Точить поверхность 18		Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 1880-73		
			10	Точить поверхность 21		Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 1880-73		
			11	Точить поверхность 19		Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 1880-73		
			12	Точить поверхность 20		Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 1880-73		
			13	Нарезать резьбу на поверхности 6		Резец резьбовой Т15К6 ГОСТ 18885-73		



1	2	3	4	5	6	7	8	9
010	Токарно-винторезная	4	1	Сверлить поверхность 14	Токарно-винторезный станок 16К20	Сверло Р6М5 ГОСТ 10903-77	Трехлачковый патрон ГОСТ 2675-80	
			2	Расточить поверхность 14		Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18063-72		
			3	Расточить поверхность 13		Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 18880-73		
			4	Точить поверхность 15				
015	Радиально-сверлильная	1	1	Центровать	Радиально-сверлильный станок 2А554	Сверло центр Р6М5 ГОСТ 14952-75	Призма неподвижная ГОСТ 12196-66, призма подвижная ГОСТ 12193-66	
			2	Центровать		Сверло Р6М5 ГОСТ 10903-77		
			3	Сверлить		Сверло Р6М5 ГОСТ 10903-77		
			4	Сверлить				
020	Слесарная	1	1	Зенковать	Радиально-сверлильный станок 2А554	Зенковка	Призма ГОСТ 12196-66, призма подвижная ГОСТ 12193-66	
			2	Зенковать		Зенковка		
			3	Нарезать резьбу		Метчик Р6М5 ГОСТ 3266-81		
			4	Нарезать резьбу		Метчик Р6М5 ГОСТ 3266-81		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
025	Шлице-фрезерная	1	1	Фрезеровать пов. 32,26,33	Шлицефрезерный станок 53А50	Фреза дисковая Р6М5 ГОСТ 3755-78	Патрон поводковый	
			2	Фрезеровать пов. 34,27,35				
			3	Фрезеровать пов. 36,28,37				
			4	Фрезеровать пов. 38,29,39				
			5	Фрезеровать пов. 40,30,41				
			6	Фрезеровать пов. 42,31,43				
030	Термообработка			HRC 40...45				
035	Токарно-винторезная	1	1	Правка центрового отверстия	Токарно-винторезный станок 16К20	Сверло центровочное Р6М5 ГОСТ 14952-75	Трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80, люнет	
		2	1	Точить фаску				

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
040	Круглошлифовальная	1	1	Шлифовать пов. 7	Круглошлифовальный станок 3У131	Шлифовальный круг ПВД24А40НСМ 25К8 35м/с ГОСТ 2424-92	Патрон поводковый, люнет	
			2	Шлифовать пов. 8				
			3	Шлифовать пов. 4				
			4	Шлифовать пов. 3				
			5	Полировать пов. 7, 4				
045	Шлицешлифовальная	1	1	Шлифовать пов. 32,35	Шлицешлифовальный станок 3451В	Шлифовальный круг ЗП 24А16ПС25К8 35м/с ГОСТ 2424-92	Патрон поводковый, люнет	
			2	Шлифовать пов. 34,37				
			3	Шлифовать пов. 36,39				
			4	Шлифовать пов. 38,41				
			5	Шлифовать пов. 40,43				
			6	Шлифовать пов. 42,33				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
050	Внутришлифовальная	1	1	Шлифовать пов. 14	Внутришлифовальный станок 3К227	Шлифовальный круг ПВ 24А16ПС25К8А 35м/с ГОСТ 2424-92	Трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80	
055	Контрольная							

Таблица 2.4 Маршрутно-операционная карта предлагаемого технологического процесса №2

Номер операции	Наименование операции	Уст. поз.	Номер перехода	Наименование перехода	Оборудование	Режущий инструмент	Приспособление	Схемы базирования и установки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
010	Токарно-винторезная	1	1	Подрезать торец 1	Токарно-винторезный станок 16К20	Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 18880-73	Трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80	
			2	Центровать		Сверло центр. Р6М5 ГОСТ 14952-75		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
010	Токарно-винторезная	2	1	Точить пов. под люнет	Токарно-винторезный станок 16К20	Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18879-73	Трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80, люнет	
			3	1		Подрезать торец 12		
		2	Точить пов. 10	Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18879-73				
		3	Точить пов. 11	Сверло центр. Р6М5 ГОСТ 14952-75				
		4	Центровать	Сверло Р6М5 ГОСТ 10903-77				
		5	Сверлить	Сверло Р6М5 ГОСТ 10903-77				
		6	Рассверлить	Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18063-72				
		7	Расточить пов. 14	Резец канавочный Т15К6 ГОСТ 18874-73				
		8	Точить пов. 13	Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 18880-73				
9	Точить пов. 15							

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
015	Токарно-винторезная с ЧПУ	1	1	Точить пов.3-8	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	Резец проходной Т15К6 ГОСТ 21151-75	Трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80, вращающийся центр ГОСТ 8742-75	
			2	Точить пов.2-9		Резец канавочный Т15К6 К01-4112-000		
			3	Точит пов.26		Резец резьбовой		
			4	Точить пов.23-25				
			5	Нарезать резьбу на пов.6				
020	Вертикально-сверлильная	1	1	Центровать 2 отверстия	Вертикально-сверлильный 2Н125	Сверло центр. Р6М5 ГОСТ 14952-75	Призма неподвижная ГОСТ 12196-66, призма подвижная ГОСТ 12193-66	
			2	Сверлить 2 отверстия		Сверло Р6М5 ГОСТ 10903-77		
			3	Зенковать 2 отверстия		Зенковка		
			4	Нарезать резьбу		Метчик Р6М5 ГОСТ 3266-81		

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
025	Шлицефрезерная	1	1	Фрезеровать пов. 32,26,33	Шлицефрезерный станок 53А50	Фреза дисковая Р6М5 ГОСТ 3755-78	Патрон поводковый	
2			Фрезеровать пов. 34,27,35					
3			Фрезеровать пов. 36,28,37					
4			Фрезеровать пов. 38,29,39					
5			Фрезеровать пов. 40,30,41					
6			Фрезеровать пов. 42,31,43					
030	Термообработка HRC 40...45							
035	Токарно-винторезная	1	1	Правка центрального отверстия	Токарно-винторезный станок 16К20	Сверло центровочное Р6М5 ГОСТ 14952-75	Трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80, люнет	
			2	1				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
040	Круглошлифовальная	1	1	Шлифовать пов. 7	Круглошлифовальный станок 3У131	Шлифовальный круг ПВД 24А40НСМ25К7 35м/с ГОСТ 2424-92	Патрон поводковый, люнет	
			2	Шлифовать пов. 8				
			3	Шлифовать пов. 4				
			4	Шлифовать пов. 3				
			5	Полировать пов. 7, 4				
045	Шлицешлифовальная	1	1	Шлифовать пов. 32,35	Шлицешлифовальный станок	Шлифовальный круг ЗП24А16ПС25К 8 35м/с ГОСТ2424-92	Патрон поводковый	
			2	Шлифовать пов. 34,37				
			3	Шлифовать пов. 36,39				
			4	Шлифовать пов. 38,41				
			5	Шлифовать пов. 40,43				
			6	Шлифовать пов. 42,33				



1	2	3	4	5	6	7	8	9
050	Внутришлифовальная	1	1	Шлифовать пов. 14	Внутришлифовальный станок 3К227	Шлифовальный круг ПВ24А16ПС25К 8А 35м/с ГОСТ 2424-92	Трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80	
			2	Шлифовать пов. 14				
055	Контрольная							

### 2.3 Выбор оборудования и средств технологического оснащения

В базовом технологическом процессе обработка торцов, цилиндрических поверхностей, сверление центровых отверстий и отверстия Ø 38 мм производится за четыре установки на токарно-винторезном станке модели 16К20. в предлагаемом технологическом процессе обработку торцов, сверление центровых отверстий и отверстия Ø 38 мм производим на токарно-винторезном станке модели 16К20 за два установки. Обработку цилиндрических поверхностей вала и нарезание резьбы предлагается производить на токарно-винторезном станке с ЧПУ модели 16К20Ф3. Обработку двух отверстий и нарезание резьбы производим на вертикально-сверлильном станке модели 2Н125. В базовом технологическом процессе сверление двух отверстий и нарезание резьбы производится на двух операциях на радиально-сверлильном станке модели 2А554.

В мелкосерийном и серийном производстве с частой сменой объекта изготовления получили наибольшее распространение автоматизированные станки с ЧПУ. Станок с ЧПУ позволяет осуществлять взаимное перемещение детали и инструмента по командам без применения материального аналога обрабатываемой детали (кулачков, шаблонов, копиров). Программа работы станка записывается на перфоленту, перфокарту или набирается на штекерной панели. В последних моделях станков с ЧПУ составление управляющей программы осуществляется оператором с помощью клавиатуры микро-ЭВМ, а редактирование программы – в режиме диалога с графическим дисплеем. Ввиду того, что программа составляется заранее, то благодаря быстрой смене программноносителя станок с ЧПУ переналаживается в короткое время на обработку другой детали.

Основные преимущества станков с ЧПУ следующее: простота модификации технологического процесса путем внесения корректирующих команд на программноноситель или в запоминающее устройство микро-ЭВМ;

выгодные режимы обработки с использованием максимальных возможностей станка; исключение предварительных ручных разметочных и пригоночных работ; повышение точности и идентичности деталей; повышение производительности труда за счет сокращения вспомогательного и машинного времени обработки; сокращение числа перестановок деталей при обработке и сроков подготовки производства [19].

Функции станочника упрощаются и сводятся к установке и съему детали, контролю за циклом обработки, смене инструмента. Благодаря автоматическому позиционированию устраняются ошибки оператора при установке координат. Коэффициент использования станков с ЧПУ выше, чем универсальных, благодаря сокращению времени наладки, смены инструментов, контроля и повышению процента машинного времени в цикле работы станка (до 75%), поэтому срок окупаемости станков с ЧПУ составляет 2-3 года.

Таблица 2.5 Средства технологического оснащения базового ТП обработки детали “Шпиндель”

№ и наименование операции	Наименование и модель станка	Наименование приспособления	Наименование инструмента	Наименование измерительного средства
1	2	3	4	5
005 заготовительная	Отрезной автомат 8А544	Тиски ГОСТ 14904-40	Ленточное полотно	Рулетка ГОСТ 7502-98
010 токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 16К20	3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80, вращающийся центр ГОСТ 8742-75	Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 18880-73, резец проходной Т15К6 ГОСТ 18879-73, сверло центр. Р6М5 ГОСТ 14952-75, резец отрезной Т15К6 ГОСТ 18884-73, сверло Р6М5 ГОСТ 10903-77, резец расточной Т15К6 ГОСТ 18063-72, резец резьбовой Т15К6 ГОСТ 18885-73	Штангенциркуль ГОСТ 166-80 Штангенглубиномер ГОСТ 162-80 калибр-кольцо ГОСТ 24939-81

1	2	3	4	5
015 радиально-сверлильная	Радиально-сверлильный станок 2А554	Призма неподвижная ГОСТ 12196-66 призма подвижная ГОСТ 12193-66	Сверло центровочное Р6М5 ГОСТ 14952-75, сверло Р6М5 ГОСТ 10903-77	Калибр-пробка ГОСТ 14807-69
020 слесарная	Радиально-сверлильный станок 2А554	Призма неподвижная ГОСТ 12196-66 призма подвижная ГОСТ 12193-66	Зенковка Метчик Р6М5 ГОСТ 3266-81	Калибр-пробка ГОСТ 24939-81
025 шлицефрезерная	Шлицефрезерный станок 53А50	Центр вращающийся и не вращающийся ГОСТ 8742-75	Фреза дисковая Р6М5 ГОСТ 3755-78	Калибр-скоба ГОСТ 24964-81 калибр-скоба ГОСТ 24966-81
030 термическая				
035 токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 16К20	3- кулачковый патрон ГОСТ 2675-80, люнет	Сверло центровочное Р6М5 ГОСТ 14952-75, резец подрезной Т15К6 ГОСТ 18880-73	
040 круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3У131	Центр вращающийся и не вращающийся ГОСТ 8742-75	Шлифовальный круг ПВД24А40НСМ25К8 35м/с ГОСТ 2424-92	Индикатор ГОСТ 577-68, микрометр ГОСТ 6507-78
045 шлицевальная	Шлицевальный станок	Центр вращающийся и не вращающийся ГОСТ 8742-75	Шлифовальный круг 3П24А16ПС25К8 35м/с ГОСТ 2424-92	калибр-скоба ГОСТ 24966-81
050 внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок 3К227	3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80	Шлифовальный круг ПВД24А16ПС25К8А 35м/с ГОСТ 2424-92	Нутромер ГОСТ 9244-75

Таблица 2.6 Средства технологического оснащения предлагаемого ТП № 2  
обработки детали “Шпиндель”

№ и наименование операции	Наименование и модель станка	Наименование приспособления	Наименование инструмента	Наименование измерительного средства
1	2	3	4	5
005 заготовительная	Отрезной автомат 8А544	Тиски ГОСТ 14904-40	Ленточное полотно	Рулетка ГОСТ 7502-98
010 токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 16К20	3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80	Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 18880-73, резец проходной Т15К6 ГОСТ 18879-73, сверло центр. Р6М5 ГОСТ 14952-75, сверло Р6М5 ГОСТ 10903-77, резец расточной Т15К6 ГОСТ 18063-72, резец резьбовой Т15К6 ГОСТ 18885-73	Штангенциркуль ГОСТ 166-80 Штангенглубиномер ГОСТ 162-80 калибр-кольцо ГОСТ 24939-81
015 токарно-винторезная с ЧПУ	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80, вращающийся центр ГОСТ 8742-75	Резец проходной Т15К6 ГОСТ 21151-75, резец канавочный Т15К6 КО1-4112-000, резец резьбовой Т15К6	Штангенциркуль ГОСТ 166-80 калибр-кольцо ГОСТ 24939-81
020 вертикально-сверлильная	Вертикально-сверлильный станок 2Н125	Призма неподвижная ГОСТ 12196-66 призма подвижная ГОСТ 12193-66	Сверло центровочное Р6М5 ГОСТ 14952-75, сверло Р6М5 ГОСТ 10903-77, зенковка, метчик Р6М5 ГОСТ 3266-81	Калибр-пробка ГОСТ 14807-69 Калибр-пробка ГОСТ 24939-81
025 шлицефрезерная	Шлицефрезерный станок 53А50	Центр вращающийся и не вращающийся ГОСТ 8742-75	Фреза дисковая Р6М5 ГОСТ 3755-78	Калибр-скоба ГОСТ 24964-81 калибр-скоба ГОСТ 24966-81

1	2	3	4	5
030 термическая				
035 то- карно- винторезная	Токарно- винторезный станок 16К20	3- кулачко- вый патрон ГОСТ 2675-80, люнет	Сверло центровочное Р6М5 ГОСТ 14952-75, резец подрезной Т15К6 ГОСТ 18880-73	
040 круг- лошлифо- вальная	Круг- лошлифо- вальный ста- нок 3У131	Центр вра- щающийся и не вращающийся ГОСТ 8742-75	Шлифовальный круг ПВД24А40НСМ25К 8 35м/с ГОСТ 2424-92	Индикатор ГОСТ 577-68, микрометр ГОСТ 6507-78
045 шлицевшлиф овальная	Шлицешл ифовальный станок	Центр вра- щающийся и не вращающийся ГОСТ 8742-75	Шлифовальный круг ЗП24А16ПС25К8 35м/с ГОСТ 2424-92	калибр- скоба ГОСТ 24966-81
050 внут- ришлифо- вальная	Внутри- шлифоваль- ный станок 3К227	3-х кулачко- вый патрон ГОСТ 2675-80	Шлифовальный круг ПВ24А16ПС25К8А 35м/с ГОСТ 2424-92	Нутромер ГОСТ 9244-75

#### 2.4 Анализ производственной безопасности на участке изготовления детали «Шпиндель»

Опасные и вредные производственные факторы присущи всем видам применяемых станков металлообрабатывающего парка [19]. Проанализируем особенности их возникновения по отдельным технологическим операциям.

При выполнении работ на: токарно-винторезном станке модели 16К20, токарном станке с ЧПУ модели 16К20Ф3, шлицефрезерном станке модели 53А50, вертикально-сверлильном станке модели 2Н125 опасные и вредные производственные факторы одинаковы:

- работа металлорежущего оборудования связана с движением его органов и узлов при выполнении технологической операции;
- движение элементов станка и оснастки с различными скоростями резания имеет поступательное, вращательное и другие сложные траектории, формируя опасные зоны;

- вырыв заготовки из зоны резания;
- поломка режущего инструмента в процессе обработки;
- образование сливных и других видов стружек;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- избыточное тепло, возникающее в процессе обработки на токарных, фрезерных, сверлильных операциях, вследствие затупления инструмента, несоблюдения режимов резания, что может привести к возникновению пожара;
- недостаточное освещение рабочей зоны;
- низкий уровень организации рабочего места;
- несвоевременное производство профилактических работ.

Опасные и вредные производственные факторы присущи шлифовальной операции, выполняемой на шлифовальных станках модели 3К227, 3У131, 3451В:

- вырыв заготовки из зоны резания;
- поломка шлифовального инструмента в процессе обработки;
- разрушение шлифовального круга от его неправильной установки;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- загазованность, запыленность – возникающая на шлифовальных станках;
- недостаточное освещение рабочей зоны;
- низкий уровень организации рабочего места;
- несвоевременное производство профилактических работ.

Все вышперечисленные опасные и вредные производственные факторы могут стать причинами профзаболеваний и несчастных случаев.

### **3 МЕРОПРИЯТИЯ НАПРАВЛЕННЫЕ НА УСТРАНЕНИЕ ВЫЯВЛЕННЫХ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТРОВ**

Основные задачи создания безопасных условий труда при механической обработке изделий должны решаться комплексом мероприятий:

- безопасностью станков (закладывается при проектировании станков);
- совершенствованием организации рабочего места оператора станка;
- механизацией вспомогательных операций;
- повышением квалификации рабочих и совершенствованием их знаний в области безопасности труда;
- повышением дисциплины труда;
- обеспечением допустимых значений факторов производственной среды.

#### **Освещение**

Освещение производственных помещений проектируемого цеха должно быть правильно и рационально спроектировано и соответствовать нормативной документации. Это оказывает положительное психофизическое воздействие на производственный персонал, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомляемость и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Естественное и искусственное освещение производственных помещений должно соответствовать СНиП23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

Для освещения проектируемого цеха будем использовать смешанное освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Естественный свет обеспечивает оптимальный спектральный состав, который способствует правильной цветопередаче, что весьма благоприятно для



зрительных условий работы. Естественное освещение будет осуществляться через аэрационные и верхние фонари, через проемы в перекрытиях и проемы в местах перепада высот смежных зданий, то есть будет верхним.

Искусственное освещение будет комбинированным, то есть к общему равномерному освещению (световой поток распределяется равномерно по всей площади без учета расположения рабочих мест) добавляется местное. Применение местного освещения вызвано тем, что в цехе выполняются точные зрительные работы: слесарные и контрольные.

Кроме этого в проектируемом цехе будут установлены: аварийное освещение для продолжения работы при внезапном отключении рабочего освещения; эвакуационное освещение на лестничных клетках и вдоль основных проходов производственных помещений для обеспечения эвакуации людей при авариях и отключении рабочего освещения.

Для общего освещения в проектируемом цехе будем применять газоразрядные лампы дневного света, так как они энергетически более экономичны, обладают большим сроком службы и от них можно получить световой поток практически в любой части спектра, подбирая инертные газы и пары металлов.

Для местного освещения в проектируемом цехе будем применять лампы накаливания, так как они удобны в эксплуатации, не требуют дополнительных устройств для включения в сеть и в них не возникает стробоскопический эффект при вращении подвижных станочных деталей.

В проектируемом цехе для газоразрядных ламп будем использовать открытые светильники группы 1Л типа ШОД, а для ламп накаливания – светильники прямого света группы 1Н типа СО.

Для хорошего освещения производственного помещения необходимо также выбрать цветовое оформление помещения и оборудования, которое обеспечит гармоничное единство помещения и оборудования, создаст оптимальные условия зрительной работы. Потолки в проектируемом цехе будут выкрашены в белый цвет, стены и оборудование в светлые тона с

использованием светло-синего и светло-зеленого цвета, которые благоприятно влияют на человека: оказывают успокаивающее действие, снимают напряжение.

Произведем расчет искусственного общего освещения цеха. Задачей расчета является определение мощности ламп, установленных в цехе и подбор по этой мощности стандартных моделей.

### Расчет искусственного общего освещения

Расчет общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента использования светового потока. Световой поток группы люминесцентных ламп определяется по формуле:

$$\Phi_{\kappa} = \frac{E_n \cdot S \cdot z \cdot k_3}{N \cdot a \cdot \eta_u},$$

Где  $E_n$  – нормированная минимальная освещенность по СНиП 23-05-95, лк;

$S$  – площадь помещения;

$z$  – коэффициент неравномерности освещения;

$k_3$  – коэффициент запаса;

$N$  – количество светильников;

$a$  – число ламп в светильнике;

$\eta_u$  – коэффициент использования светового потока.

Принимаем разряд III, подразряд В зрительной работы (работа высокой точности при размере различения объекта 0,3...0,5 мм, контраст объекта различения с фоном и характеристика фона – средние), то  $E_n = 200$  лк.

Площадь помещения  $S = 24 \text{ м} \cdot 18 \text{ м} = 432 \text{ м}^2$ .

Коэффициент неравномерности освещения  $z$  примем равным 1,1. Коэффициент запаса для механических цехов для газоразрядных ламп  $k_3 = 1,5$ . Число светильников примем  $N = 100$  штук.

Коэффициент использования светового потока ламп зависит от типа светильника, отражающей способности стен  $\rho_c$  и потолка  $\rho_n$ , показателя помещения  $j$ .

Показатель помещения определяется по формуле:

$$j = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)},$$

где  $A$  и  $B$  – длина и ширина помещения соответственно, м;

$H_p$  – высота светильников над рабочей поверхностью, м.

$$H_p = H - h_3,$$

где  $H$  – высота помещения, м;

$h_3$  – включает высоту рабочей поверхности над полом и величину свеса светильника, м.

$$H_p = H - h_3 = 12 - (1 + 1,5) = 9,5 \text{ м.}$$

$$j = \frac{24 \cdot 18}{9,5 \cdot (24 + 18)} = 1,08.$$

Отражающая способность свежесбеленного потолка  $\rho_n=0,7$ , отражающая способность свежесбеленных стен без занавес на окнах  $\rho_c=0,5$ , коэффициент использования светового потока  $\eta_u$  для светильника ШОД при  $j=1,08$ ;  $\rho_n=0,7$ ;  $\rho_c=0,5$  равен 0,37.

$$\Phi_k = \frac{200 \cdot 432 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{100 \cdot 2 \cdot 0,37} = 1926 \text{ лм.}$$

По результату расчета светового потока по ГОСТ 6825-91 выбираем ближайшую стандартную лампу ЛБ-20 со световым потоком 1180 лм. Уточняем число светильников:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot z \cdot k_3}{\Phi_k \cdot a \cdot \eta_u} = \frac{200 \cdot 432 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{1926 \cdot 2 \cdot 0,37} = 100.$$

Принимаем количество светильников равным 100. Расположение светильников показано на рисунке 3.1.

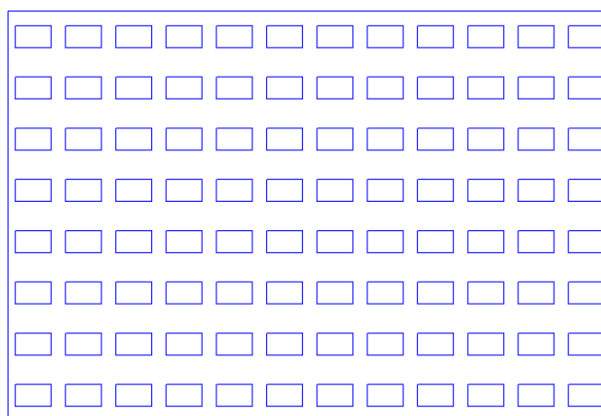


Рисунок 3.1– Схема размещения светильников

В качестве источников для освещения: верхнее естественное освещение будет осуществляться через аэрационные и зенитные фонари, проемы в перекрытиях и через проемы в местах перепада высот смежных зданий.

Естественное освещение будет комбинированным. Площадь остекления составляет 20% от площади пола,  $\frac{2}{3}$  которой приходится на боковой остекление и  $\frac{1}{3}$  на верхнее ( $S_{\text{остек.}}=288\text{м}^2$ ,  $S_{\text{бок.остек.}}=192\text{м}^2$ ,  $S_{\text{вер.остек.}}=96\text{ м}^2$ ) Для местного освещения будем использовать лампы накаливания.

### Воздушная среда в цехе

В производственных помещениях при работе станков, машин, оборудования, от технологического процесса и нахождения работающих людей выделяются избыточные количества тепла и влаги, а также загрязняющие воздух газы, пары, пыль.

Нормализация чистоты воздуха рабочей зоны достигается разработкой технологических процессов, исключаящих либо минимизирующих вредные выделения, а также подачей в рабочую зону чистого воздуха с помощью вентиляции.

Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочем месте в производственном помещении регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96. Создание в рабочей зоне надлежащих метеорологических условий

благоприятно воздействует на организм, способствует хорошему самочувствию, повышает безопасность работы, обеспечивает высокую работоспособность.

В проектируемом механическом цехе процессы обработки сопровождаются пылевыведением, интенсивность которого зависит от вида обрабатываемого металла, используемого инструмента, сухого или влажного метода обработки. При обработке детали типа «цапфа» при использовании некоторых инструментов применяются СОЖ. В результате механического разбрызгивания и испарения СОЖ, так как температура режущего инструмента, орошаемого СОЖ, может достигать несколько сот градусов, ее компоненты поступают в воздух в виде масляных и иных аэрозолей, а также сложных парогазовых смесей. Вдыхание их может быть причиной раздражающего влияния на органы дыхания, легочную ткань, а также неблагоприятного воздействия на другие системы организма. Поэтому предусмотрено наличие общей и местной вентиляции, а также естественной вентиляции.

При проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха будем соблюдать требования СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Механическая вентиляция. Для планируемого помещения будем использовать приточно-вытяжную вентиляцию. В этой системе воздух подается в помещение приточной вентиляцией, а удаляется вытяжной вентиляцией, работающими одновременно.

Место для забора свежего воздуха сделаем с наветренной стороны по отношению к выбросным отверстиям, вдали от мест загрязнения. Место для вытяжки воздуха из цеха выберем механический участок, в котором образуются пары СОЖ. Загрязненный воздух будем удалять из верхней части помещения на высоте 4 м от пола. Подачу приточного воздуха будем осуществлять на высоте 0,5 м на участке складирования – наименее загрязненном месте.

Для сокращения эксплуатационных расходов на нагревание подаваемого в цех воздуха в холодное время года сделаем приточно-вытяжную вентиляцию

с рециркуляцией. Она характерна тем, что 15% воздуха, отсасываемого из помещения вытяжной системой, повторно попадает в это помещение через приточную систему, соединенную с вытяжной системой. Регулировка количества свежего осуществляется клапаном 1, вторичного – клапаном 2 (рисунок 3.2).

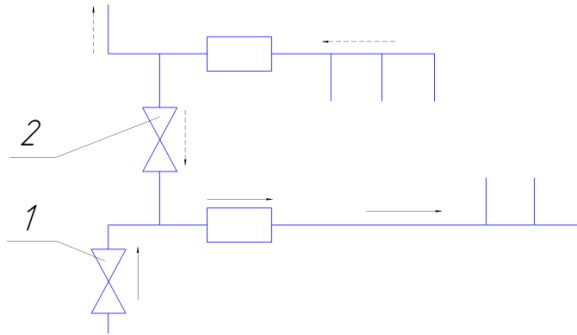


Рисунок 3.2. – Схема приточно-вытяжной вентиляции с рециркуляцией

1- клапан, 2 - клапан

В проектируемом цехе будет организована вентиляция, осуществляемая аэрацией.

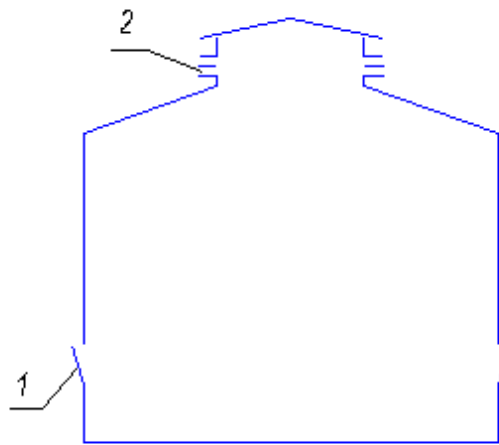


Рисунок 3.3.– Схема аэрации здания.

Расчет расхода воздуха при аэрации здания вычисляется по формуле:

$$G = \mu F \sqrt{2\rho\Delta p}$$

Где  $G$ -массовый секундный расход воздуха, кг/с;

$\mu$  - коэффициент расхода;

$F$ -площадь проема,  $\text{м}^2$

$\rho$ -плотность воздуха в исходном состоянии,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\Delta p$  –разность давления внутри и снаружи помещения, Па;

$$\Delta p = 101,5 - 101 = 0,5 \text{ Па}$$

$$G = 0,6 \cdot 1 \sqrt{2 \cdot 1,225 \cdot 0,5} = 0,66 \text{ кг/с.}$$

Мероприятия по созданию аэрации в производственном помещении заключаются в следующем:

В здании цеха будут сделаны три ряда проемов со створками.

В летнее время свежий воздух поступает в помещение через нижний ярус оконных проемов 1, располагаемых на небольшой высоте от пола (1,5-2 м), а удаляется через проемы 3 в фонаре здания.

Поступление наружного воздуха в зимнее время осуществляется через проемы 2, расположенные на высоте 4 – 7 м от пола. Высота принимается с таким расчетом, чтобы холодный наружный воздух, опускаясь до рабочей зоны, успел достаточно нагреться за счет перемешивания с теплым воздухом помещения. Изменение положения створок регулирует воздухообмен. Створки в фонарях и окнах, через которые регулируется аэрация, расположенные выше 3 м от пола (проемы 2 и 3), снабжены групповыми регулировочными механизмами с электрическим приводом.

Местная вентиляция. Местная приточная вентиляция служит для улавливания и удаления абразивной пыли, паров СОЖ непосредственно у источника их образования. На рабочих местах, где выполняются слесарные работы на полировальных бабках, будут установлены вытяжные шкафы, почти полностью укрывающие источник выделения вредных веществ (рисунок 3.4).

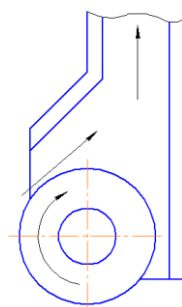


Рисунок 3.4 – Устройство местной вентиляции для полировальной бабки.

Расчет расхода воздуха удаляемого из вытяжного шкафа при механической вытяжке определяется по формуле:

$$L = 3600vF$$

Где  $v$ -средняя скорость всасывания в сечениях открытого проема, м/с;  
 $F$ -площадь проема, м<sup>2</sup>.

$$L = 3600 \cdot 0,2 \cdot 0,25 = 180\text{м}^3/\text{с}$$

### Вибрация

Вибрация относится к факторам, обладающим высокой биологической активностью. При действии общей вибрации страдает нервная система и анализаторы, у рабочих вибрационных профессий отмечаются головокружения, расстройство координации движения, вестибулярно-вегетативная неустойчивость, нарушение зрения. При действии локальной вибрации возникают спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушения снабжения кровью конечностей. Допустимые нормы вибрации регламентируются в СН 2.2.4/2.1.8.566-96 и указаны в таблице 34.

Таблица 3.1. Гигиенические нормы вибрации

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000	
Локальная виб-рация	-	-	115	109	109	109	109	109	109	109	109
Общая вибрация на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий	108	99	93	92	92	92	-	-	-	-	



В проектируемом цехе предполагается наличие общей вибрации в частотном диапазоне 40-50 Гц с уровнем виброскорости, уровень допустимый. Источником общей вибрации является работающее оборудование. На проектируемом производстве есть слесарные операции, на которых выполняется ручное полирование профиля пера лопаток. На этих рабочих местах предполагается наличие локальной вибрации в частотном диапазоне 40-70 Гц с уровнем виброскорости, превышающем допустимый. Для защиты от вибрации предусмотрена виброизоляция установленного оборудования: между фундаментом станка и фундаментом здания прокладывается виброизоляционный материал (войлок и резина). На наружные части станков, подверженные вибрации, напыляется звукопоглощающая многокомпонентная мастика на основе битума с добавлением пластификаторов и наполнителей. На слесарных рабочих местах применяются индивидуальные средства защиты – перчатки с упругодемпфирующими вкладышами для обхвата вибрирующих деталей, так как иными способами невозможно уменьшить воздействие локальной вибрации на рабочего.

### Шумовое воздействие

Интенсивный шум на производстве способствует снижению внимания и увеличению ошибок при выполнении работы, исключительное сильное влияние оказывает на быстроту реакции, приводит к снижению производительности труда и ухудшению качества работы. Шум является стрессовым фактором и может привести к нарушению регуляции центральной нервной системы и другим заболеваниям.

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены в СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Педельно допустимый уровень шума на постоянных рабочих местах в производственных помещениях равен 85 дБА.

Уровень шума, возникающий от нескольких некогерентных источников, работающих одновременно, подсчитывается на основании принципа энергетического суммирования излучений отдельных источников:

### Электробезопасность

Электробезопасность – это система организационно–технических мероприятий по обеспечению защиты людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги и статического электричества. Электрооборудование, его монтаж и эксплуатация должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.038-90 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования».

Основными мерами защиты от поражения током в проектируемом цехе являются: заземление, защитное отключение.

Защитному заземлению подлежат все металлические нетоковедущие части оборудования, которые из-за неисправности изоляции могут оказаться под напряжением и к которым возможно прикосновение людей. В цехе используются станки, работающие под напряжением 380В, поэтому сопротивление растеканию тока заземления будет равно 3 Ом. Станки заземляются с помощью железобетонных фундаментов, к которым привариваются соединительные проводники. Оборудование, не имеющее фундаментов (полировальная бабка, слесарный стол), заземляется с помощью ввинченных в землю стальных стержней, к которым привариваются соединительные проводники.

Защитные устройства обеспечивают отключение оборудования при возникновении опасности поражения током, которые срабатывают при превышении силы тока за 0,1с.

Для защиты от статического электричества, которое возникает в ременных передачах станков, предусмотрено заземление электропроводных частей производственного оборудования.

## Механическое травмирование

В проектируемом цехе на установленном оборудовании используются оградительные и предохранительные защитные средства блокировочного типа, которые препятствуют проникновению человека в опасную зону, а также обеспечивают связь ограждения и тормозного устройства станков. Другими словами при открытом ограждении станка невозможно начать обработку. Установленные в цехе станки обеспечивают высокую безопасность работы, благодаря встроенному скребковому транспортеру стружки. Оградительные устройства установлены для изоляции систем привода станков, зоны обработки и частичного ограждения режущего инструмента.

## Противопожарные мероприятия

Проектируемый цех по степени пожарной безопасности относится к категории Д – производство, связанное с обработкой негорючих веществ и материалов в холодном состоянии. По степени огнестойкости данный цех относится к II степени, так как его конструкции выполнены из несгораемого материала – каркасного железобетона. Для зданий II степени огнестойкости необходимо, чтобы предел огнестойкости несущих элементов здания соответствовал R 45, межэтажных перекрытий REI 45, внутренние стены REI 90. R– несущая способность; E– теплоизолирующая способность; I – способность распространения огня. Пожары на участках машиностроительных заводов представляют большую опасность для работающих и могут причинить огромный материальный ущерб.

Анализ причин возникновения пожаров на машиностроительных заводах показывает, что наиболее распространенными являются:

- нарушение технологического режима – 33%;
- неисправность электрооборудования – 16%;
- плохая подготовка оборудования к ремонту – 13%;

- самовозгорание промасленной ветоши и других материалов, склонных к самовозгоранию – 10%;

- несоблюдение графика планового ремонта и коррозии оборудования–8%.

Мероприятиями по снижению причин возникновения пожара при неисправности электрооборудования являются своевременные профилактические осмотры и ремонт токопроводящих элементов. Такие же мероприятия проводятся для снижения возможности возникновения пожара из-за неисправности и неправильной эксплуатации оборудования.

Мероприятия режимного характера включают в себя – запрещение курения в не установленных местах. Для этого выделены специальные помещения, оснащенные контейнерами с песком.

Для предупреждения возгорания промасленной ветоши, которая появляется вследствие работ производимых со смазкой, предусматривается складирование ветоши в специальных местах и затем своевременно вывозится за пределы предприятия. Наиболее допустимое расстояние до выхода 50м. широкие проходы 6м, и проезды обеспечивают возможность быстрой эвакуации в случае пожара. В цехе установлен пожарный щит, окрашенный в красный цвет со следующим набором пожарного оборудования: стволы – 2шт., топоры – 2 шт., ломы – 2 шт., ведра – 2 шт., прокладки из кошмы – 3 шт.

Рядом со щитом ставится бочка с водой или ящик с песком. Кроме того, около оборудования у наиболее опасных в пожарном отношении мест в цехе должно быть установлено 10 огнетушителей ОУ-8 и ОХП-10, из расчета один огнетушитель на 100 м<sup>2</sup> производственной площади.

При проектировании цеха несущие конструкции здания, колонны выполнены из сборного железобетона. Пол из листового железа. На случай пожара в производственных помещениях предусмотрена возможность эвакуации людей через эвакуационные выходы (двери, проходы) ведущие наружу. Участок приготовления СОЖ располагается у наружной стены цеха и огораживается кирпичной кладкой. Непосредственно на участке установлены огнетушители ОХП-10.

## 4 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДЛАГАЕМОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «ШПИНДЕЛЬ»

### 4.1 Технико-экономический анализ вариантов технологических операций

В существующих на участке условиях производства возможны три варианта обработки наружных поверхностей шпинделя: 1 – на универсальном токарно-винторезном станке; 2 – на универсальном токарно-винторезном станке и на токарном станке с ЧПУ; 3 – на токарном станке с ЧПУ.

Заработная плата станочника с учетом всех видов доплат и начислений

$$Z_o = \frac{1}{60} K_{ц1} H_{оч} t_{шк} K_M, \quad (4.1)$$

где  $H_{оч}$  – норматив часовой заработной платы станочника соответствующего разряда, руб/ч;

$t_{шк}$  – штучно-калькуляционное время на операцию, мин;

$K_M$  – коэффициент, учитывающий оплату основного рабочего при многостаночном обслуживании,  $K_M=0,35$

Заработная плата наладчика с учетом всех видов доплат и начислений

$$Z_{ep} = \frac{K_{ц1} H_{нг} t_{шк} m}{60 k_{он} F_d}, \quad (4.2)$$

где  $H_{нг}$  – норматив годовой заработной платы наладчика соответствующего разряда, руб/год;

$m$  – число смен работы станка;

$k_{он}$  – число станков, обслуживаемых наладчиком в смену;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч

Амортизационные отчисления от стоимости оборудования

$$A_o = \frac{K_{u2} \Phi H_a t_{\text{ук}}}{100 \cdot 60 F_o}, \quad (4.3)$$

где  $\Phi$  – стоимость оборудования, руб;

$H_a$  – общая норма амортизационных отчислений, %

С учетом затрат на трансформирование и монтаж станка стоимостью оборудования

$$\Phi = 1,122Ц, \quad (4.4)$$

где  $Ц$  – оптовая цена оборудования

Затраты на ремонт и обслуживание оборудования

$$P_o = \frac{K_{u3} (H_m K_m + H_э K_э) t_{\text{ук}}}{60 F_o K_m}, \quad (4.5)$$

где  $H_m, H_э$  – нормативы годовых затрат на ремонт соответственно механической и электрической частей оборудования, руб/год;

$K_m, K_э$  – категория сложности ремонта соответственно механической и электрической частей оборудования;

$K_t$  – коэффициент, зависящий от класса точности оборудования

Затраты на силовую электроэнергию

$$Л_o = \frac{K_{u5} Ц_э N_э \eta_{зо} t_{\text{ук}}}{60}, \quad (4.6)$$

где  $Ц_э$  – цена электроэнергии;

$N_э$  – установленная мощность электродвигателей станка, кВт;

$\eta_{зо}$  – общий коэффициент загрузки электродвигателей

Затраты на содержание и амортизацию производственных площадей

$$П_л = \frac{K_{u6} H_n П_y K_{cy} t_{\text{ук}}}{60 F_o}, \quad (4.7)$$

где  $H_n$  – норматив издержек, приходящихся на  $1\text{ м}^2$  производственной площади, руб/ $\text{м}^2$ ;

$П_y$  – удельная площадь, приходящаяся на станок и равная габаритной площади станка, умноженной на коэффициент, учитывающий добавочную площадь;

$K_{cy}$  – коэффициент, учитывающий площадь для систем управления станком с ЧПУ

Затраты на подготовку и эксплуатацию управляющих программ

$$P_{np} = \frac{0,37K_{ц7}\chi}{N_2}, \quad (4.8)$$

где  $\chi$  - стоимость программы, руб.

Таблица 4.1 Исходные данные

Вариант	1	2		3
1	2	3	4	5
Модель станка	16K20	16K20	16K20Ф 3	16K20 Ф3
Штучно-калькуляционное время	27,35	7,69	8,78	12,47
Разряд станочника	5	4	3	3
Разряд наладчика	-	-	5	5
Количество станков, шт, обслужи- ваемых в смену:				
- станочником	1	1	2	2
- наладчиком	-	-	7	7
Действительный годовой фонд времени работы станка Fд, ч	4015	4015	3890	3890
Оптовая цена станка	160000	160000	630000	630000
Масса станка, кг	2835	2835	4000	4000
1	2	3	4	5
Размеры станка в плане, мм	2505×11 90	2505×1 190	3360×17 10	3360×1 710
Площадь в плане, м <sup>2</sup>	3,0	3,0	5,75	5,75
Установленная мощность электродвигателей, кВт	11,0	11,0	10,0	10,0
Категория ремонтной сложности:				
Механической части	11,0	11,0	14	14
Электрической части	8,5	8,5	26	26

Заработная плата станочника с учетом всех видов доплат и начислений

$$З_{о4} = \frac{8 \cdot 20,8 \cdot 12,47 \cdot 1}{60} = 34,58 \text{ руб}$$

Заработная плата наладчика с учетом всех видов доплат и начислений

$$З_{сп3} = \frac{8 \cdot 43540 \cdot 8,78 \cdot 2}{60 \cdot 7 \cdot 3890} = 3,74 \text{ руб}$$

$$З_{сп4} = \frac{8 \cdot 43540 \cdot 12,47 \cdot 2}{60 \cdot 7 \cdot 3890} = 6,32 \text{ руб}$$

Амортизационные отчисления от стоимости оборудования

$$A_{о4} = \frac{8 \cdot 1,122 \cdot 750000 \cdot 11,6 \cdot 12,47}{100 \cdot 60 \cdot 3890} = 41,72 \text{ руб}$$

Затраты на ремонт и обслуживание оборудования

$$P_{о1} = \frac{10(30,8 \cdot 11 + 7,3 \cdot 8,5) \cdot 27,35}{60 \cdot 4016 \cdot 1} = 0,45 \text{ руб}$$

$$P_{о2} = \frac{10(30,8 \cdot 11 + 7,3 \cdot 8,5) \cdot 7,69}{60 \cdot 4016 \cdot 1} = 0,13 \text{ руб}$$

$$P_{о3} = \frac{10(30,8 \cdot 14 + 7,3 \cdot 2,6) \cdot 8,78}{60 \cdot 3890 \cdot 1} = 0,17 \text{ руб}$$

Затраты на силовую электроэнергию

$$Л_{о1} = \frac{40 \cdot 2 \cdot 11 \cdot 0,26 \cdot 27,35}{60} = 104,29 \text{ руб}$$

$$Л_{о2} = \frac{40 \cdot 2 \cdot 11 \cdot 0,26 \cdot 7,69}{60} = 29,32 \text{ руб}$$

Затраты на содержание и амортизацию производственных площадей

$$П_{л1} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 3,5 \cdot 27,35}{60 \cdot 4016} = 0,1 \text{ руб}$$

$$П_{л2} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 3,5 \cdot 7,69}{60 \cdot 4016} = 0,03 \text{ руб}$$

$$П_{л3} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 5,75 \cdot 3 \cdot 8,78}{60 \cdot 3890} = 0,05 \text{ руб}$$

$$П_{л4} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 5,75 \cdot 3 \cdot 12,47}{60 \cdot 3890} = 0,07 \text{ руб}$$

Затраты на подготовку и эксплуатацию управляющей программы

$$П_{пр3,4} = \frac{8 \cdot 0,37 \cdot 36}{120} = 0,89 \text{ руб}$$

Технологическая себестоимость



$$C_{on} = 236,38 \text{ руб}$$

$$C_{on} = 146,09 \text{ руб}$$

$$C_{on3} = 153,78 \text{ руб}$$

Для станка 16К20 коэффициент машиночаса  $K_{мч}=1,0$ , для станка 16К20Ф3 принимаем  $K_{мч}=4,5$ . При двухсменном режиме работы в условиях мелкосерийного производства  $H_0=0,312$ руб/ч. Тогда

$$C_{on1} = 96,09 + \frac{10 \cdot 0,312 \cdot 1 \cdot 27,35}{60} = 97,51 \text{ руб}$$

$$C_{on2} = 23,48 + \frac{10 \cdot 0,312 \cdot 1 \cdot 7,69}{60} = 23,88 \text{ руб}$$

В случае необходимости приобретения станков в связи со значительной разницей по капитальным вложениям сравниваемые варианты оцениваем по приведенным затратам

$$K_{o1} = \frac{15 \cdot 1,122 \cdot 160000 \cdot 27,35}{60 \cdot 4015} = 305,72 \text{ руб}$$

$$K_{o2} = \frac{15 \cdot 1,122 \cdot 160000 \cdot 7,69}{60 \cdot 4015} = 85,96 \text{ руб}$$

$$K_{o4} = \frac{8 \cdot 1,122 \cdot 650000 \cdot 12,47}{60 \cdot 3890} = 311,72 \text{ руб}$$

$$W_1 = 236,38 + 0,12 \cdot 305,72 = 273,07 \text{ руб}$$

Результаты расчетов показывают экономическую целесообразность обработки шпинделя по второму варианту, т.е. на токарно-винторезном станке 16К20 и на станке с ЧПУ модели 16К20Ф3.

## 4.2 Расчет себестоимости технологического процесса

При разработке новой технологии необходимо стремиться к выбору такого варианта технологических процессов, который обеспечивает высокое качество обработки при минимальных затратах живого и овеществленного труда. В основе выбора оптимального варианта технологии лежит определение сравнительной экономической эффективности различных методов обработки в конкретных организационно-технических условиях. В машиностроительном производстве в зависимости от применяемых приемов труда, способов технологической обработки и форм организации производства могут быть использованы различные методы экономического сравнения вариантов.

На первом этапе сравнение нескольких вариантов выполнения технологических процессов с базовым можно проводить по методу трудоемкости обработки. Лучшим признается вариант с наименьшими затратами штучного времени по всем операциям технологического процесса. Нормы времени устанавливаются на каждую технологическую операцию расчетно-аналитическим методом с учетом числа технологических переходов, режимов резания, применяемых средств технологического оснащения и других производственных.

Штучное время на изделие по новому варианту должно быть ниже, чем по базовому предприятию. Подробные рекомендации по определению трудоемкости обработки приведены в специальной и другой методической и справочной литературе. Следует иметь в виду, что метод сравнения вариантов технологии по трудоемкости имеет на практике ограниченную область применения. Он предназначен, главным образом, для экономической оценки технологических процессов, выполняемых по сходным методам обработки на одностипных станках.

На производстве наиболее распространен метод сравнения вариантов по технологической себестоимости изделия. При обработке

деталей на металлорежущих станках технологическая себестоимость может быть определена по следующей сумме затрат:

$$C_{пл} = \left[ M + 3_0 \left( 1 + \frac{K_1 + K_2}{100} \right) + 3_0 \frac{\alpha}{100} + (3_0 + 3_0) \frac{\beta}{100} \right] \cdot \left( 1 + \frac{K_3}{100} \right); \quad (4.9)$$

где  $M$  - затраты на сырье и основные материалы, руб.;

$3_0$  - основная заработная плата, руб.;

$K_1$  - косвенные затраты цеха (на содержание оборудования и цеховые расходы), %;

$K_2$  - общезаводские расходы, %;

$\alpha$  - дополнительная заработная плата основных рабочих, %;

$3_0$  - дополнительная плата, руб.;

$\beta$  - начисления по социальному страхованию, %;

$K_3$  – внепроизводственные расходы, %

Завершающим этапом экономического обоснования оптимального варианта технологического процесса является использование метода приведенных затрат. Для каждого из сравниваемых вариантов определяется сумма приведенных затрат по формуле

$$3_{np} = C_i + E_y K_i, \quad (4.10)$$

где  $3_{np}$  - приведенные затраты на производство единицы продукции, руб.;

$C_i$  - себестоимость изделия или его части по данному варианту, руб.;

$E_y$  - нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

$K_i$  - удельные капитальные вложения, приходящиеся на единицу продукции, руб

При сравнении вариантов технологии оптимальным признается тот из них, для осуществления которого требуются минимальные приведенные затраты

$$3_{np}(C_i K_i) \rightarrow \min,$$

Метод приведенных затрат является наиболее универсальным и может применяться во всех без исключения случаях, в том числе при сравнении принципиально новых технологических процессов, а также в условиях

использования гибких производственных систем, робототехнических комплексов, роторно-конвейерных линий и т.д. При этом должны быть только учтены особенности расчета составляющих приведенных затрат, соответствующие конкретной технологии и организации современного машиностроительного производства.

### 4.3 Расчет экономической эффективности проекта

Таблица 4.2 Сводная ведомость оборудования по базовому техпроцессу № 1

Наименование операции	Модель станка	Тшт., мин	Стоимость оборудования, руб
1	2	3	5
010 Токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 16К20	27,35	160000
015 Радиально-сверлильная	Вертикально-сверлильный станок 2А554	4,54	300000
020 Слесарная	Вертикально-сверлильный станок 2А554	4,61	350000
025 Шлицефрезерная	Шлицефрезерный станок 53А50	4,57	420000
035 Токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 16К20	2,45	160000
040 Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3К227	5,87	315000
045 Шлицешлифовальная	Шлицешлифовальный станок 3451В	4,37	365000
050 Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок 3У131	3,46	340000
Итого		57,22	2410000

Таблица 4.3 Сводная ведомость оборудования предлагаемого технологического процесса № 2

Наименование операции	Модель станка	Тшт., мин.	Стоимость оборудования, руб.
010 Токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 16К20	7,69	160000
015 Токарно-винторезная с ЧПУ	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	2,97	630000
020 Вертикально-свердильная	Вертикально-сверлильный станок 2Н125	3,51	183000
025 Шлицефрезерная	Шлицефрезерный станок 53А50	4,57	420000
035 Токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 16К20	2,45	160000
040 Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3К227	5,87	315000
045 Шлицешлифовальная	Шлицешлифовальный станок 3451В	4,37	365000
050 Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок 3У131	3,46	340000
Итого		34,89	2573000

Таблица 4.4 Сводная ведомость персонала № 1

Наименование операции	Наименование рабочего	Разряд работ	Тарифная ставка, руб./час
010 Токарно-винторезная	Токарь	5	26,35
015 Радиально-сверлильная	Сверловщик	4	22,9
020 Слесарная	Слесарь	3	20,8
025 Шлицефрезерная	Фрезеровщик	4	22,9
030 Токарно-винторезная	Токарь	2	18,1
035 Круглошлифовальная	Шлифовщик	5	26,35
040 Шлицешлифовальная	Шлифовщик	4	22,9
045 Внутришлифовальная	Шлифовщик	4	22,9
Итого		4,4	22,9

Таблица 4.5 Сводная ведомость персонала № 2

Наименование операции	Наименование рабочего	Разряд работ	Тарифная ставка, руб./час
1	2	3	4
010 Токарно-винторезная	Токарь	4	22,9
015 Токарно-винторезная с ЧПУ	Оператор	3	20,8
020 Вертикально-сверлильная	Сверлильная	3	20,8
025 Шлицефрезерная	Фрезеровщик	4	22,9
035 Токарно-винторезная	Токарь	2	18,10
040 Круглошлифовальная	Шлифовщик	5	26,35
045 Шлицешлифовальная	Шлифовщик	4	22,9
050 Внутришлифовальная	Шлифовщик	4	22,9
Итого		3,6	22,21

Определяем заработную плату на единицу изделия по формуле:

$$z_o = \frac{\sum T_{um} \cdot Ч_{ср}}{60}, \quad (4.11)$$

где Чс.ср. – средняя часовая тарифная ставка

$$z_{o1} = \frac{57,22 \cdot 22,9}{60} = 21,83 \text{ руб}$$

$$z_{o2} = \frac{34,89 \cdot 22,21}{60} = 12,91 \text{ руб}$$

Рассчитаем дополнительную зарплату:

$$z_{o1} = 21,83 \cdot 0,5 = 10,92 \text{ руб}$$

$$z_{o2} = 12,91 \cdot 0,5 = 6,46 \text{ руб}$$

Расчет стоимости материала на единицу продукции:

$$M = \sum_1^n (C_{p.mi} \cdot Ц_{m.i} - C_{отх.i} \cdot Ц_{отх.i}) \quad (4.12)$$

где Ср.м.і– черновая масса заготовки (10,2 кг),

Цм.і– цена одного килограмма материала (43 руб./кг),

Сотх.і– масса отходов (7,6 кг),

Цотх.і– цена одного килограмма отходов (3руб/кг)

Так как оба тех процесса используют в виде заготовки прокат из одинакового материала следовательно стоимость материала будет одинакова

$$M = 10,2 \cdot 43 - 7,6 \cdot 3 = 415,8 \text{ руб}$$

Расчет себестоимости изготовления детали производим по зависимости:

$$C_{п1} = \left[ M + z_o \cdot \left( 1 + \frac{K_1 + K_2}{100} \right) + z_o \cdot \frac{\alpha}{100} + (z_o + z_{o.}) \cdot \frac{\beta}{100} \right] \cdot \left( 1 + \frac{K_3}{100} \right) =$$

$$\left[ 415,8 + 21,83 \cdot \left( 1 + \frac{57,6 + 13,1}{100} \right) + 21,83 \cdot \frac{50}{100} + (21,83 + 10,92) \cdot \frac{34}{100} \right] \cdot \left( 1 + \frac{1,5}{100} \right) = 482,25 \text{ руб}$$

$$C_{п2} = \left[ 415,8 + 12,91 \cdot \left( 1 + \frac{57,6 + 13,1}{100} \right) + 12,91 \cdot \frac{50}{100} + (12,91 + 6,46) \cdot \frac{34}{100} \right] \cdot \left( 1 + \frac{1,5}{100} \right) = 457,65 \text{ руб}$$

где, К<sub>1</sub>– общецеховые расходы (57,6%),

К<sub>2</sub>– общезаводские расходы (13,1%),

К<sub>3</sub> – внепроизводственные расходы (1,5%),

$\beta$  – единый социальный налог (34%),

$\alpha$  – дополнительная зарплата (50%),

Определение приведенных затрат

$$Z_{np} = C_i + E_y K_i, \quad (4.13)$$

где  $Z_{np}$  - приведенные затраты на производство единицы продукции, руб.;

$C_i$  - себестоимость изделия или его части по данному варианту, руб.;

$E_y$  - нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

$K_i$  - удельные капитальные вложения, приходящиеся на единицу продукции, руб

$$K_i = \frac{\sum C_{об}}{N}, \quad (4.14)$$

где  $\sum C_{об}$  – суммарная стоимость оборудования, руб.;

$N$  – годовая программа, шт ( $N=1500$  шт.)

$$K_{i1} = \frac{2410000}{1500} = 1607 \text{ руб}$$

$$K_{i2} = \frac{2573000}{1500} = 1715 \text{ руб}$$

Как видно, для предлагаемого ТП требуются меньшие приведенные затраты, следовательно он более выгоден.

Одним из наиболее универсальных показателей эффективности сравниваемых решений служит годовой экономический эффект, определяемый как разность приведенных затрат по старому и новому вариантам:

$$\mathcal{E}_r = (Z_{pp1} - Z_{pp2}) \quad (4.15)$$

где  $\mathcal{E}_r$  – годовой экономический эффект от внедрения новых решений, руб.;

$$\mathcal{E}_{r1-2} = (723,3 - 714,9) = 8,4 \text{ руб.}$$

Из расчетов следует, что применение второго варианта технологического процесса обеспечивает годовой экономический эффект в 8,4 рублей.

Таким образом предлагаемый технологический процесс не только безопаснее, но и экономически эффективнее.



## 5 ОХРАНА ТРУДА

Требования безопасности перед началом работы

Надеть спецодежду, застегнуться, заправить одежду так, чтобы не было свисающих концов, надеть главный убор. Подготовить оборудование для работы.

Проверить наличие, исправность инструмента и разложить его в порядке, удобном для работы. Отрегулировать освещение так, чтобы рабочая зона была достаточно освещена, а свет не ослеплял глаза.

Проверить станок на холостом ходе:

- Исправность органов управления (механизмов главного движения, подачи, пуска, остановки и прочее).
- Исправность системы смазывания и охлаждения.
- Исправность фиксации рычагов включения и переключения (убедиться, что возможность самовольного переключения с холостого хода на рабочий исключена).
- Отсутствие слабины в подвижных частях станка, в особенности в шпинделе, продольных и поперечных ползках суппорта.

Проверить исправность и наличие всех ограждений и приспособлений, надежность закрепления резательного инструмента.

При выявлении неисправностей инструмента, оборудования станка, не приступая к работе, необходимо сообщить об этом руководителю работ.

Проверка исправности оборудования, инструмента, защитных устройств, защитного заземления, ограждений проводится визуально.

Требования безопасности во время выполнения работы

Требования безопасности при обработке резанием должны быть изложены в технологических документах и выполняться на протяжении всего технологического процесса.

Использовать инструмент и приспособление только по назначению.

Во время установки (навинчивание) патрона или планшайбы на шпиндель необходимо подкладывать под них на станок деревянные прокладки с выемкой по форме патрона (планшайбы); навинчивать только вручную.

Свинчивать патрон (планшайбу) ударами кулачков о подставку допускается только при ручном вращении патрона.

При обработке деталей длиной, равной 12 диаметрам и более, а также при скоростном и силовом резании деталей длиной, равной 8 диаметрам и более, необходимо применить дополнительные опоры (люнеты).

Надежно и жестко закреплять детали в патроне станка. После закрепления детали вынуть из патрона торцовый ключ. Не допускать, чтобы кулачки выступали за боковую поверхность патрона. Если кулачки выступают, необходимо заменить патрон или установить специальные защитные приспособления.

В случае наличия на станке гидравлических, пневматических или электромагнитных устройств для закрепления деталей, необходимо защищать от механических повреждений трубки подачи воздуха, жидкости, электроэнергии.

При обработке заготовок в центрах необходимо применять безопасные хомуты или поводковые патроны.

Во время закрепления заготовок в центрах:

- протереть и смазать центровые отверстия;
- применять токарные центры, отвечающие размерам отверстий;
- не допускать упора центра в дно центрального отверстия заготовки;
- не затягивать туго задний центр;
- надежно закреплять заднюю бабку;
- надежно закреплять заготовку в хомутах, чтобы она не прокручивалась в процессе обработки.

процессе обработки.

При скоростной обработке запрещается работать с недвижимым центром.

При проверке правильности установки заготовки в патроне необходимо пользоваться куском мела.

При обработке металлов, дающих стружку, не допускать наматывания ее на обрабатываемую заготовку, инструмент, патрон; в этих случаях пользуются специальными резцами. Снимать стружку необходимо от себя и в сторону от патрона.

Поверхность обрабатываемой заготовки необходимо размещать ближе к патрону.

Для защиты глаз от стружки и брызг охлаждающей жидкости необходимо пользоваться защитным экраном или очками.

Вылет резца при закреплении его в резцедержателе не должен превышать 1,5 высоты его держателя. Крепить резец необходимо не менее чем двумя болтами резцедержателя.

При центрировании деталей на станке и их измерении, а также при выполнении операций по шлифованию наждаком, зачистке или отпиливанию - резец необходимо отводить от патрона на безопасное расстояние.

В случае вибрации станка его необходимо остановить и ликвидировать причины вибрации (изменить режим обработки, проверить правильность закрепления детали и др.).

Подводить резец к обрабатываемой детали необходимо осторожно и только во время работы станка, а отводить до остановки станка.

В случае подрезки торцов обработку необходимо начинать от центра, при этом резец должен быть установлен по осям центров.

Резцы с напаянными пластинами из твердых сплавов необходимо тщательно контролировать; запрещается пользоваться резцами, пластины которых имеют трещины или признаки отрыва от тела резца.

Нельзя допускать накопления стружки возле станка во время работы.

Работник должен остановить станок и выключить электродвигатель:

- в случае выявления неисправностей устройств и электродвигателя;
- во время обзора, чистки, смазка станка;
- во время установления и снятие тяжелых заготовок;

- во время измерения обрабатываемых деталей, если нет специальных устройств для измерений на ходу.

Во время каждого включения станка необходимо убедиться, что пуск станка никому не угрожает.

Запрещается:

- чистить и смазывать части станка во время его работы;
- устанавливать заготовки во время работы станка;
- ремонтировать станок и его механизмы, а также подкручивать болты и гайки во время его работы;
- тормозить вращающиеся части станка рукой;
- во время работы станка подавать рукой в шпиндель обрабатываемый прут;
- пользоваться напильником и другими инструментами без деревянных ручек;
- удалять стружку из станка рукой;
- допускать уборщицу проводить уборки во время работы станка;
- допускать к станку лиц, не имеющих к нему отношения.

Готовые заготовки и детали необходимо складывать на специальных стеллажах, не загромождать рабочее место и подходы к нему.

Требования безопасности после окончания работы

Остановить станок, выключить электродвигатель.

Привести в порядок рабочее место:

- Уборка стружки осуществляется механизировано.

Образующуюся стружку подручными средствами (крючками) удаляют в желоб контейнера с последующей ее транспортировкой за пределы цеха на переработку.

- Резцы, измерительные приспособления и инструменты сложить в специально отведенном месте.
- Убрать из станка готовые детали, заготовки.

Смазать станок, после его выключения.

Снять спецодежду, вымыть лицо, руки с мылом, при возможности принять душ.

Не разрешается мыть руки керосином, бензином, вытирать их грязным тряпьем.

Сообщить руководителю работ обо всех недостатках, имевших место во время работы.

Для защиты операторов станков на токарно-винторезной, шлицефрезерной, вертикально-сверлильной операции от попадания в опасные зоны металлообрабатывающего оборудования применены ограждения в виде различных подвижных экранов. Использование таких средств защиты требует обязательного применения блокирующих устройств при выходе их из рабочего положения. Блокирующие устройства в этом случае исключают возможность работы оборудования или отдельных его элементов при нахождении оператора вблизи опасной зоны. Эти устройства выполнены в виде жестких упоров. При срабатывании блокировок система управления переводится на ручной режим работы. В качестве органа аварийного останова используют кнопку. Она имеет выступающий грибовидный толкатель увеличенного размера, окрашена в красный цвет, имеет указатели нахождения и подпись о назначении.

Запрещено выполнять ремонтные работы, связанные с обслуживанием станка без отключения питания. При выполнении работ в рабочем пространстве станка в месте включения питания вывешивается плакат с предупреждающей надписью «Не включать. В рабочем пространстве производится работа».

Снижение шума зубчатых передач осуществляется повышением плавности зацепления и уменьшения трения между зубьями, ременных – устранением проскальзывания ремня, цепных – помещением в звукоизолирующие кожухи, подшипников качения – созданием достаточного слоя мазки.

Мероприятия по снижению шума и вибраций является плановый профилактический ремонт, в который входят: замена изношенных узлов и

смазка необходимых частей оборудования. Уменьшение уровня вибрации осуществляется за счет использования между агрегатом и конструкцией здания упругих элементов – виброизоляторов.

Для увеличения освещенности рабочей зоны применяют лампы ДРЛ, где выполняются работы, требующие общего наблюдения за ходом технологического процесса, а также при работах средней точности.

В процессе работы существует необходимость замены деталей и режущего инструмента. Для исключения включения станка при таком роде работ предусмотрена электронная блокировка. В подвижные ограничения (ограждения) встроен концевой выключатель, контакты которого при закрытом ограждении включаются в электронную схему управления станка и не допускают включения электродвигателя. При снятом или неправильно установленном ограждении контакты размыкаются и электронная цепь привода оказывается разорванной.

На шлифовальных операциях, чтобы предохранить рабочего от травмирования при разрыве шлифовального круга, последний закрывают защитным кожухом из расчета, что зазор по диаметру не превышает 15 мм, а зазор между кожухом и фланцем не более 5 мм.

На шлифовальных операциях для предотвращения травм при разрыве шлифовального круга проводятся следующие мероприятия:

- визуальный осмотр шлифовального круга для обнаружения дефекта (перед началом работы);
- простукивание круга деревянным молотком (если звук глухой, значит, имеется наличие трещин);
- проверка соответствия маркировки на максимальное значение скорости резания;
- производят предварительную балансировку круга с целью предотвращения дисбаланса, а после правки окончательную балансировку.

Чтобы обезопасить руки оператора от порезов об острые кромки, деталь снимать с обработки разрешается только в защитных перчатках.

На участке в качестве смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) используется 3% «Укринол - 1». СОЖ применяется для смазки и охлаждения обрабатываемой поверхности. Использование СОЖ на шлифовальных операциях позволяет снизить температуру в зоне резания и уменьшить при этом избыточное тепло, загазованность, запыленность, паровыделение.

При попадании смазочно-охлаждающей жидкости на кожу она вызывает раздражение. Поэтому при работе со смазочно-охлаждающей жидкостью необходимо использовать индивидуальные средства защиты – хлопчатобумажные и резиновые перчатки. Попадая на быстро вращающиеся части смазочно-охлаждающая жидкость распыляется в пространстве и раздражающе воздействует на органы дыхания и органы зрения. Для защиты используем откидные экраны, кожухи, резиновые щетки. Отвод СОЖ производится в специальные баки, оснащенные устройствами очистки.

Общецеховые мероприятия по устранению ОПФ и ВПФ на участке следующие: требуемое состояние воздуха в цехе обеспечивается приточно-вытяжной вентиляцией; для поддержания заданной температуры до 20°C применяется система водяного отопления; при освещении производственного помещения используется совмещенное освещение, при котором естественное боковое освещение дополняется комбинированным искусственным. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. «Средства индивидуальной защиты работ. Общие требования и классификация»; регулярность проведения инструктажей и бесед по технике безопасности с обслуживающим персоналом при использовании наглядной агитации, не реже чем 1 раз в 3 месяца.

Многие технологические операции связаны со статической электризацией. Статическое электричество – это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности или в объеме диэлектриков или на изолированных проводниках. Средства коллективной защиты от статического электричества на данном виде производства применяются заземляющие устройства. Защита от токов короткого замыканий – плавкий предохранитель.

## 6 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Деятельность любого промышленного предприятия не может быть безотходной и приводит к загрязнению атмосферного воздуха, водоемов и почвы. Источниками загрязнения атмосферного воздуха является оборудование промышленных предприятий. Источником загрязнения водоемов являются производственные, бытовые и дождевые сточные воды. Источником загрязнения почвы являются отходы пяти классов опасности, образующиеся в результате производства и потребления, а так же проливы нефтепродуктов, растворителей, красок, растворов гальванических производств и т.д. Отходы производства и потребления (остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов), образующихся в процессе производства и потребления подразделяются: По классам опасности: чрезвычайно опасные; высокоопасные; умеренно опасные; малоопасные; практически неопасные. По видам: бытовые; пищевые; биологические; химические и т.д. По видам опасности: пожаро- и взрывоопасные; горючие; радиоактивные; химические реакционно-способные; коррозионно-активные; опасные по степени воздействия на человека. По способам удаления отходов: захоронения; переработка; хранение. В процессе изготовления детали типа «Шпиндель» возникают следующие отходы: стружка; СОЖ.

А также возникают следующие вторичные отходы: отработанное масло; опилки; ветошь; отработанный инструмент (сверла, резцы, зенкера, фрезы и т.д.); СОЖ, загрязненная маслом и стружкой.

Часть этих отходов (отработанное масло, ветошь, СОЖ загрязненная маслом и стружкой) являются пожароопасными. Поэтому они хранятся в специальных пожароопасных емкостях, с огнеупорными стенками. Образующиеся в процессе производства отходы направляются в места сбора и временного хранения, откуда, по мере накопления, вывозятся для захоронения или переработки на полигоны и предприятия соответствующего профиля.



Площадки для сбора и временного хранения отходов покрыты неразрушимым и непроницаемым для токсичных веществ материалом; освещены; обеспечены первичными средствами пожаротушения и подъездами для погрузочно-разгрузочных работ. Передача отходов сторонним организациям для их дальнейшего захоронения, переработки, использования, обезвреживания осуществляется только при наличии у них разрешающих документов на осуществление данного вида деятельности. Для всех подразделений предприятия, проектным управлением разрабатываются проекты нормативов образующихся отходов и лимиты на их размещение, на основании которых главным управлением природных ресурсов по Башкирской области ежегодно выдаются лимиты на размещение, передачу и переработку отходов. Основным документом в сфере обращения с отходами является государственный статистический отчет по форме 2-ТП (отходы) «Сведения об образовании, использовании, обезвреживании, транспортировке и размещении отходов производства и потребления», который предъявляется в природоохранные органы.

Правильное использование и хранение отходов в значительной степени предотвращает загрязнение окружающей среды. Именно поэтому к хранению и переработке отходов надо подходить очень ответственно и проводить мероприятия по предупреждению незапланированного загрязнения окружающей среды

Обработку твердых отходов целесообразно проводить в местах образования отходов, что сокращает затраты на погрузочно-разгрузочные работы, высвобождает транспортные средства.

Эффективность использования лома и отходов металлов зависит от их качества. Загрязнение и засорение отходов приводит к большим потерям при переработке, поэтому сбор, хранение и сдача их регламентируются специальными стандартами. Основные операции первичной обработки металлоотходов – сортировка, разделка и механическая обработка.

## 7 ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Возможные чрезвычайные ситуации, обусловленные террористическими актами различного вида

Источником терроризма любого вида является, как правило, социальная среда, но по критериям последствий чрезвычайные ситуации, обусловленные террористическими актами, могут носить характер техногенных, биолого-социальных или социальных.

- аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ на радиационно (ядерно) опасных объектах;
- создание зон комбинированных поражений в результате подрыва ядерных боеприпасов;
- радиоактивное загрязнение окружающей среды путем распыления радиоактивных аэрозолей и пыли, а также растворения радиоактивных веществ в водоисточниках;
- аварии с выбросом (разливом), угрозой выброса (разлива) АХОВ на химически опасных объектах;
- аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ на объектах их хранения;
- химическое заражение окружающей среды различными способами;
- аварии и катастрофы на различных видах транспорта;
- аварии на магистральных трубопроводах;
- пожары, взрывы на объектах инфраструктуры;
- аварии на электроэнергетических сетях и на коммунальных сетях жизнеобеспечения, приводящие к массовому нарушению условий жизнедеятельности населения;
- гидродинамические аварии.

Чрезвычайные ситуации биолого-социального характера: эпидемии, эпизоотии, эпифитотии, поражение сельскохозяйственных растений вредителями.

Чрезвычайные ситуации социального характера:

- захват заложников;
- захват различных транспортных средств - наземных, морских, воздушных;
- провоцирование массовых беспорядков среди населения;
- дестабилизация обстановки в обществе с использованием СМИ и других информационных средств;
- создание условий для дестабилизации экономики и финансовой системы государства.

Характер воздействия террористических актов на население и окружающую среду зависит от вида возможной ЧС, обусловленной данным террористическим актом, но с учетом тщательности его подготовки, что может привести к усилению негативных последствий.

Специфика мероприятий по защите населения и территорий в чрезвычайных ситуациях, обусловленных террористическими актами

Разработка и принятие правовых и нормативно-технических документов в области защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях, обусловленных террористическими актами различного характера, является основой правовых мероприятий.

Основными правовыми документами в области борьбы с терроризмом в настоящее время являются:

- Концепция национальной безопасности Российской Федерации, объявленная Указом Президента РФ от 17.12.1997 г. № 1300;
- Федеральный закон «О борьбе с терроризмом» от 25.06.1998 г. № 130-ФЗ. Закон определяет правовые и организационные основы борьбы с терроризмом в Российской Федерации, порядок координации деятельности осуществляющих

борьбу с терроризмом федеральных органов исполнительной власти, общественных объединений и организаций, независимо от форм собственности, должностных лиц и отдельных граждан, а также права, обязанности и гарантии граждан в связи с осуществлением борьбы с терроризмом;

- ряд постановлений и распоряжений Правительства РФ:

1) «О мерах по противодействию терроризму»,

2) «О федеральной антитеррористической комиссии» и др.;

- рекомендации МЧС РФ «О создании на территориях муниципальных образований гражданских организаций и их использовании в борьбе с терроризмом»;

- приказ Минздрава РФ и МЧС РФ «О совершенствовании системы оказания экстренной медицинской помощи лицам, пострадавшим от террористических актов»;

- различные правовые документы субъектов РФ по вопросам борьбы с терроризмом с учетом специфики данных регионов.

Для противодействия терроризму на нашем предприятии был проведен и проводится ряд мер:

1. Установлено круглосуточное дежурство на предприятии.

2. Установлено видеонаблюдение территории в том числе и ночью.

3. Проверено состояние ограждения территории, проведен соответствующий ремонт, обеспечено равномерное и достаточное освещение всей территории.

4. Исключить возможность проникновения на территорию предприятия посторонних лиц, а также работников предприятия, не связанных с работой в данный день.

5. Установлено на КПП при входе на предприятие объявление с текстом: «Вход на предприятие - только по предъявлении документа». Вход осуществляется по системе магнитных пропусков и через металлодетектор. В здании АБК, в производственных помещениях вывешены предупреждающие листовки. В диспетчерском пункте - список телефонов (домашних, сотовых)

всех руководителей предприятия, а также телефоны спецслужб (МЧС, ФСБ, МВД)

6. Разработана схема оповещения инженерно-технических работников на случай чрезвычайных ситуаций, проведен с ними подробный инструктаж с записью в журнале учета проведения инструктажей.

7. Содержатся в технически исправном состоянии средства и системы связи

8. Уточнен список работников предприятия по цехам с указанием адресов и домашних телефонов.

9. Проведен инструктаж с водительским составом по действиям при обнаружении подозрительного предмета, оставленного в салоне автобуса.

10. Проведен инструктаж по действиям сотрудников при получении телефонного сообщения об угрозе террористического акта.

11. Проведен инструктаж по действиям сотрудников и работников при обнаружении подозрительных предметов на территории предприятия или получении сообщения о закладке взрывного устройства.

12. Проводятся осмотры транспортных средств на предмет обнаружения посторонних предметов при въезде и выезде, при уборке салона и мойке автомобилей, Обеспечивается 100% осмотр.

13. Произведена ревизия средств пожаротушения, укомплектованы недостающими инструментами производственные цеха и автобусы, Особое внимание уделено АЗС и складам хранения ГСМ.

14. Проводиться проверка подвальных, чердачных, складских помещений, бокса стоянки АТС, территорию АЗС на предмет наличия подозрительных предметов при передаче дежурства охраны предприятия в начале и окончании рабочего дня производится проверка рабочих мест силами рабочих.

Таким образом, своевременное выполнение данных мероприятий и требований позволяет вовремя обнаружить угрозу и принять все возможные меры для защиты персонала и самого предприятия от террористического акта.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основании задания, исходных данных и материалов собранных на базовом предприятии был разработан прогрессивный технологический процесс изготовления шпинделя.

В результате проведенной работы был разработан более безопасный технологический процесс, достигнуто снижения технологической себестоимости изготовления детали на 55 %, а также трудоемкость изготовления корпуса снизилось на 55 %.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анкундинов Г.И. Синтез структуры сложных объектов. Логико - комбинаторный подход. Л., ЛГУ, 1986.
2. Брахман Т.Р. Многокритериальность и выбор альтернатив в технике. - М.: «Советское радио», 1984.
3. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов. М.: «Наука»,-1964.
4. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М., "Наука", 1968.
5. Гмурман В.Е.. Теория вероятностей и математическая статистика. - М.: Высшая школа, 1972.
6. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с., ил.
7. Козьяков А.Ф., Морозова Л.Л. Охрана труда в машиностроении: Учеб.для учащихся сред. спец. учеб. заведений. – М.: Машиностроение, 1990 – 256 с., ил.
8. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: Учеб.:пособие для техникумов по предмету «Основы учения о резании металлов и режущий инструмент»- 5изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение,1990-448с.
9. Методическое пособие «Штамповка» А.В. Дмитриев СамГТУ
10. Режимы резания металлов. Справочник. Под ред. И.В. Барановского, изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1972
11. Справочник нормировщика/А.В. Ахумов, Б.М. Генкин и др.; Под общ.ред. А.В. Ахумова. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1987 – 458 с.
12. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 656 с., ил.

13. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985, 796 с., ил.
14. Технология машиностроения: Сборник задач и упражнений: Учеб. пособие /В.И. Аверченков и др.; Под общ.ред. В.И. Аверченкова и Е.А. Польского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:ИНФРА-М, 2006. – 288 с. – (Высшее образование)
15. Технология машиностроения (специальная часть): Учебник для машиностроительных специальностей вузов/А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 480 с.
16. Безопасность жизнедеятельности. Конспект лекций. Ч. 2/ П.Г. Белов, А.Ф.Козьяков. С.В. Белов и др.; Под ред. С.В. Белова. –М.: ВАСОТ. 1993.
17. Безопасность жизнедеятельности/ Н.Г. Занько. Г.А. Корсаков, К. Р. Малаян и др. Под ред. О.Н. Русака. –С.-П.: Изд-во Петербургской лесотехнической академии, 1996.
18. Белов С.В., Морозова Л.Л., Сивков В.П. Безопасность жизнедеятельности. Ч. 1.—М. ВАСОТ, 1992
19. Охрана труда в машиностроении/Е.Я. Юдин, С.В. Белов, С. К. Баланцев и др.;
20. Яговкин Н.Г., Батищев В.И. Методология поддержки принятия решений при управлении интегративными крупномасштабными производственными системами. – Самара: Российская Академия наук, Самарский научный центр, 2008.
21. Larkin J.H. Enriching formal knowledge: A model for learning to solve problems in physics. *In*: J.R.Anderson, Ed., Cognitive skills and their acquisition. Hillsdale, MJ: Erlbaum, 1981.
22. Larkin J.H. McDermott J. Simon D.P. and Simon H.A. Models of competence in solving physics problems. *Cognitive Science*, 4, 317-345 (1980).



23. Gaines B.R. The learning of perceptual-motor skills by man and machines and its relationship to training. *Instructional Science*, 1, 263-312 (1972).
24. Jay T.B. The cognitive approach to computer courseware design and evaluation. *Educational Technology*, 23(1), 22-26 (1983).
25. Wheaton G.R. Rose A.M. Fingerman P.W. Korotkin A.L. and Holding D.H. Evaluation of the effectiveness of training devices: Literature review and preliminary model. Alexandria, VA: U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, Memorandum 76-6, 19.