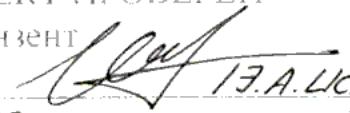


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(национальный исследовательский университет)  
Филиал ФГБОУ ВНО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-Катаве  
Кафедра «Технологические процессы и оборудование  
машиностроительного производства»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

  
И.А. Усманов  
09 июня 2016 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

  
С.В. Сергеев  
2016 г.

Проектирование участка механической обработки детали «Пробка»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОМУ КВАЛИФИКАЦИОННОМУ ПРОЕКТУ  
ЮУрГУ - 151001.2016.139.000 ПЗ ВКП

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности,  
к.т.н., доцент

  
В.Г. Некрутов  
2016 г.

Руководитель проекта,  
преподаватель

  
С.Н. Молин  
2016 г.

Организационно-экономический  
раздел, ст. преподаватель

  
И.В. Мартынова  
2016 г.

Автор проекта  
студент группы УДФ-л-622

  
М.Н. Арифонов  
2016 г.

Строительный раздел,  
к.т.н., доцент

  
Е.Р. Гордеев  
2016 г.

Нормоконтролер,  
ст. преподаватель


  
А.В. Поршин  
2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
Филиал ГОУ ВПО «ЮУрГУ» в г. Усть-Катаве

Специальность 151001 Технология машиностроения  
Кафедра Технологические процессы и оборудование машиностроительного  
производства

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

 /С.В. Сергеев/  
\_\_\_\_\_ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускной квалификационный проект студента  
Агафонова Михаила Павловича

Группа УК-Фл-622

- 1 Тема проекта Участок механической обработки детали «Пробка 2185.02.515»  
утверждена приказом по филиалу от \_\_\_\_\_ марта 2016 г. № \_\_\_\_\_
- 2 Срок сдачи студентом законченного проекта 1 июня 2016 г.
- 3 Исходные данные к проекту
  - 1 Чертеж детали
  - 2 Чертеж узла
  - 3 Существующий технологический процесс изготовления детали
  - 4 Годовая программа выпуска деталей – 5000 шт.
  - 5 Материал преддипломной практики

4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

## АННОТАЦИЯ

## ОГЛАВЛЕНИЕ

## ВВЕДЕНИЕ

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ. 1.1 Описание узла изделия. 1.2 Служебное назначение детали. 1.3 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения. 1.4 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений. 1.5 Задачи проектирования. Выводы по разделу один.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ. 2.1 Выбор вида и метода получения заготовки. 2.2 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса. 2.3 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса. 2.4 Аналитический расчет количества переходов. 2.5 Табличный расчет количества переходов. 2.6 Размерный анализ разработанного технологического процесса. 2.7 Нормирование технологических операций. Выводы по разделу два.

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ. 3.1 Проектирование зажимного приспособления для фрезерования лысок. 3.2 Проектирование приспособления для контроля торцевого бонения. 3.3 Проектирование комбинированного режущего инструмента (сверло-зенкер-зенковка). 3.4 Автоматизация загрузки фрезерного станка. 3.5 Манипулятор. 3.6 Расчет болтов и шпонок на срез. Выводы по разделу три.

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ. 4.1 Определение количества оборудования и работающих. 4.2 Выбор типов и определение количества транспортных средств. 4.3 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей. 4.4 Выбор способов транспортирования стружки. 4.5 Планировка оборудования. 4.6 Выбор типа, формы и определение размеров здания. Выводы по разделу четыре.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. 5.1 Анализ производственных факторов. 5.2 Проектирование искусственного освещения на участке. Повышение устойчивости работы цеха в условиях чрезвычайных ситуаций. Выводы по разделу пять.

6 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ. 6.1 Организация работы на участке. 6.2 Технико-экономическое обоснование результатов работы. Выводы по разделу шесть.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

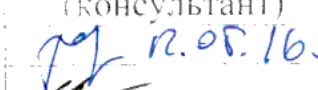

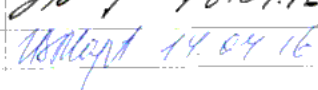
## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

## ПРИЛОЖЕНИЕ

5	Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
1	Чертеж детали Пробка <u>2185.02.515</u>	0,5 л
2	Размерный анализ(схема первой проекции) СБ	1,0 л
3	Приспособление для фрезерования лысок СБ	1,0 л
4	Комбинированный режущий инструмент(сверло-зенкер-зенковка) СБ	0,5 л
5	Приспособления для контроля торцевого биения СБ	1 л
6	Автоматизированный фрезерный комплекс ГБ	2 л
7	Планировка участка ГБ	1 л
8	Таблица сравнения технологий . Плакат	1 л
9	Технико-экономические показатели Плакат	1 л

Всего 9 листов

6 Консультанты по проекту, с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Строительный	Гордеев Е.Н.	 12.05.16.	
Безопасность жизнедеятельности	Некрутов В.Г.	 18.04.16	
Экономический	Мартынова И.В.	 14.04.16.	



7 Дата выдачи задания \_\_\_\_\_  
 Руководитель Юдин Сергей Николаевич  
 (ф.и.о.)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_  
 Студент-дипломник Агафонов Михаил Павлович  
 (ф.и.о.)

  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)

  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов дипломного проекта (работы)	Срок выполнения этапов проекта	Отметка о выполнении
Введение	31.03.2016	
Обзорный анализ		
Технологический раздел	14.04.2016	
Конструкторский раздел	05.05.2016	
Строительный раздел	18.05.2016	
Безопасность жизнедеятельности	19.05.2016	
Организационно-экономический раздел	26.05.2016	
Оформление проекта	30.05.2016	
Направление на рецензию	01.06.2016	

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / С.В. Сергеев /

Руководитель проекта \_\_\_\_\_ / С.П. Юдин /

Студент-дипломник \_\_\_\_\_ / М.П. Агафонов /

(подпись)





(подпись)

(подпись)

## АННОТАЦИЯ

Агафонов, М.П. Проектирование технологического процесса обработки детали «Пробка» - Усть-Катав; ЮУрГУ, Филиал в г. Усть-Катаве, ТП и ОМП, 2016, 82с, 8 илл., Библиографический список – 11 наименований, 9 листов чертежей ф А1, 45 листов карт технологического процесса

На базе существующего технологического процесса разработан более прогрессивный процесс с применением современных станков с ЧПУ; разработана конструкция приспособления с пневмоприводом, позволяющая значительно сэкономить время на закрепление заготовок; разработаны прогрессивные конструкции режущего инструмента; разработано приспособление для контроля допуска биения торца относительно наружного диаметра, автоматизирована подача деталей на фрезерную операцию.

151001.2016.139.000 ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Агафонов		
Провер.		Юдин		
Реценз.		Исмагилов		
Н. Контр.		Иршин		
Утверд.		Сергеев		
Участок механической обработки детали «Пробка»				
			Лит.	Лист
			1	82
Филиал ФГБОУ ВПО ЮУрГУ в г. Усть-Катаве Кафедра ТПОМП				

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ .....	9
1.1 Описание изделия.....	
1.2 Служебное назначение изделия.....	
1.3 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения.....	
1.4 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....	
1.5 Задачи проектирования.....	11
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	12
2.1 Выбор вида и метода получения заготовки.....	
2.2 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса.....	
2.3 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса.....	13
2.4 Аналитический расчет количества переходов.....	14
2.5 Табличный расчет количества переходов.....	15
2.6 Размерный анализ разработанного технологического процесса.....	17
2.7 Расчет режимов резания.....	25
2.8 Нормирование технологических операций.....	33
Выводы.....	
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	36
3.1 Проектирование зажимного приспособления для фрезерования лысок.....	
3.2 Проектирование приспособления для контроля торцевого биения.....	39
3.3 Проектирование комбинированного режущего инструмента(сверло-зенкер-зенковка).....	42
3.4 Автоматизация загрузки фрезерного станка.....	44
3.5 Манипулятор.....	48
3.6 Расчет болтов и шпонок на срез.....	
Выводы.....	
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	51
4.1 Определение количества оборудования и работающих.....	
4.2 Выбор типов и определение количества транспортных средств.....	55
4.3 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей.....	57
4.4 Выбор способа транспортирования стружки.....	
4.5 Планировка оборудования.....	58
4.6 Выбор типа, формы и определение размеров здания.....	59
Выводы.....	
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	65
5.1 Анализ производственных факторов.....	
5.2 Проектирование искусственного освещения на участке.....	67
5.3 Повышение устойчивости работы цеха в условиях чрезвычайных ситуаций.....	70

													Лист							
																				5
Изм.	Лист	Исполн	Проверк	Дата	151001.2016.134.000 ПЗ															

Выводы	
6.ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	71
6.1 Организация работы на участке .....	72
6.2 Техничко-экономическое обоснование результатов работы.....	73
Выводы	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	74
ПРИЛОЖЕНИЕ А. РАСЧЕТ В ПРОГРАММЕ «EkRas».....	



## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время предъявляются особые требования к проектированию промышленных предприятий, к срокам и качеству выполнения проектных работ. Проектирование становится сферой, аккумулирующей новейшие научные достижения и преобразующей их в действующие производственные силы. От того, насколько быстро и качественно совершенствуются этот процесс, зависит во многом эффективность производства и темпы научно-технического прогресса.

Основой проекта участка, цеха и завода в целом является детально разработанная технологическая часть, что отводит главную роль инженеру-технологу при проектировании машиностроительного производства. Но круг задач, стоящих перед инженером-технологом, не ограничивается только умением проектировать технологические процессы. В настоящее время испытывается потребность в гибких технологиях, в способности к оперативной перестройке производственного механизма. Процесс функционирования современного цеха, предприятия является в высшей степени динамичным, что и определяет основные требования к решениям при формировании структуры и конструкций производственных зданий.

Изготовление деталей типа «пробка» представляет собой сложную и трудоемкую отрасль производства в машиностроении.

Целью проекта является то, что технология изготовления при серийном производстве должна обеспечивать высокую долговечность передач и максимальное снижение трудоемкости, а наиболее совершенные технологические процессы с использованием автоматизации труда должны повысить производительность и качество изготавливаемых деталей.

Актуальность: повысить конкурентоспособность на мировом рынке, так как за счет внедрения нового современного оборудования значительно сокращаются затраты на изготовление и производство деталей, повышается качество продукции.

# 1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1 Описание узла изделия

Деталь входит в узел изделия насоса регулятора, который предназначен для топливопитания и регулирования основного контура двигателя и подачи топлива в форсажную камеру на режимах малых расходов. Работает как совместно с электронной системой автоматического управления, так и самостоятельно при отказе электронной системы.

## 1.2 Служебное назначение детали

Деталь пробка является деталью насоса регулятора и предназначена для регулирования подачи давления, работает в диапазоне температур от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+110^{\circ}\text{C}$ . Деталь ввертывается резьбой M20x1,5-6e в корпус регулятора.

## 1.3 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения

Рассмотрев назначение детали в узле, проведем анализ на соответствие требований чертежа детали требованиям ее назначения. С целью избегания перекоса резьбы, обеспечения собираемости задан допуск симметричности 0,015 мм. Для обеспечения герметичности поверхности канавки и торца задано торцевое биение, так как здесь устанавливается резиновое уплотнительное кольцо. Центральное отверстие  $\text{Ø}6$  служит для протока топлива.

Для предотвращения «сваривания» резьбы с ответной деталью в тех. требованиях чертежа предусмотрено покрытие резьбы ВАП-2. В процессе транспортирования и хранения агрегата на резьбовую часть обязательно навертывается предохранительный колпачок. Исходя из условий работы, конструктивно принят материал 30X13.

## 1.4 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

Высокие темпы развития машиностроительной промышленности неразрывно связаны с разработкой, проектированием и изготовлением новых видов оборудования. К такому оборудованию относятся токарные станки, на которых могут обрабатываться детали типа крышка.

Современным аналогом токарно-винторезного станка 16K20 или 1K62 является универсальный токарный станок GH-1840ZX DRO с УЦИ ( $D=460$  мм,  $L=1015$ ), показанный на рисунке 1. Данное оборудование производства фирмы Jet, разработанное в Швеции, предназначено для обработки заготовок из металла, пластика и древесины. Представляет соответствующие условия резки для эконо-

					151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

мичной обработки всех обычно применяемых материалов, начиная с алюминия и его сплавов, цветных металлов и заканчивая высокопрочными сталями. Станок характеризуется оптимальным диапазоном оборотов, позволяющим применять оснастку из быстрорежущей стали, а также металлокерамики.

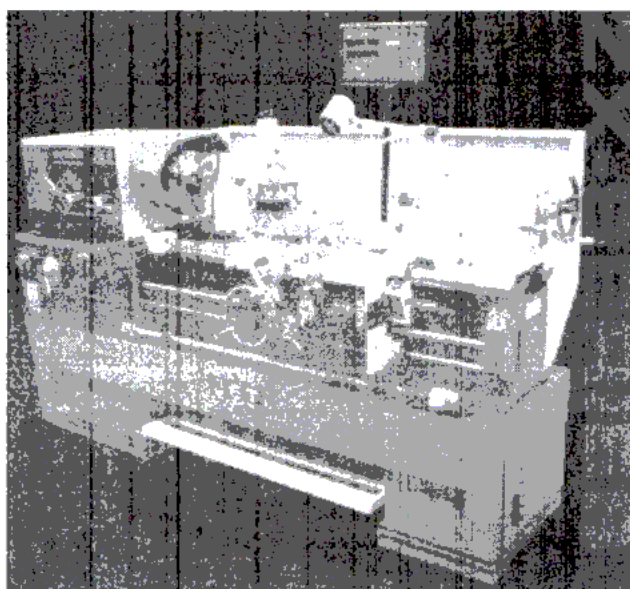


Рисунок 1 – Токарно-винторезный станок GH-1840ZX DRO

Спад в отечественном машиностроении и резкое падение объемов промышленного производства были, прежде всего, вызваны изношенностью и отсталостью материально-технической базы и станочного парка предприятий станкостроения и машиностроения, недостатком квалификационного персонала и возможностей для его подготовки. В машиностроении четко обозначилась тенденция к производству изделий малыми сериями, при которой обострился

вопрос обеспечения загрузки производственных мощностей. При продвижении новых изделий, технологий и оборудования предприятия машиностроения и металлообработки также сталкиваются с такой проблемой, как острый дефицит инвестиций и капиталовложений в эту отрасль.

Российская станкоинструментальная отрасль пережила глубокий спад: для полноценного возвращения на рынок потребуется время. Сейчас отечественные производители находят очень удачные технические решения, и способны выпускать станки и оборудование мирового класса. Но их стоимость зачастую выше импортных аналогов. В большинстве случаев потребитель выбирает более дешевый зарубежный станок, выпускающийся серийно.

Одна из тенденций станкостроения – создание гибких, программно-управляемых ОЦ с возможностью последующей автоматизации производства. Современные станки ведущих зарубежных компаний обеспечивают колоссальную производительность при высокой точности. К сожалению, в номенклатуре отечественных производителей значительную долю по-прежнему занимают ши-

рокоуниверсальные станки с ручным управлением. Правда, в последние годы разработаны новые модели российских фрезерных и токарно-фрезерных ОЦ с ЧПУ Siemens, Heidenhain и Fanuc. Так, рязанский станкостроительный завод выпустил новый многоцелевой вальцефрезерный станок модели РТЗ11Ф5 с ЧПУ Sinumerik 840D для точения и фрезерования ручья валиков. Один из факторов, сдерживающих развитие отечественного станкостроения – низкая стоимость нормо-часа рабочего-станочника.

Современные обрабатывающие центры – инновационный, технологически емкий, высокопроизводительный и наиболее дорогостоящий вид оборудования. Проблема обновления станочного парка – остро стоит перед большинством отечественных машиностроительных предприятий.

Беспорный лидер в области производства ОЦ – Япония. Так, заводы Mori Seiki Co, Ltd выпускают в месяц до 700 ОЦ. Охвачены все производственные ниши: от простой токарной обработки до обработки сложных корпусных деталей.

### 1.5 Задачи проектирования

В данном выпускном квалификационном проекте задачами проектирования являются:

- анализ исходных данных
- проектирование технологического процесса
- проектирование станочного приспособления
- проектирование режущего инструмента
- проектирование приспособления для контроля торцевого биения
- проектирование автоматизированного комплекса для загрузки станка
- планировка участка
- обеспечение безопасности жизнедеятельности
- определение экономических показателей

					151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Выбор вида и метода получения заготовки

В современном производстве одним из основных направлений развития технологии механической обработки является использование заготовки с экономически конструктивными формами, обеспечивающими возможность применения наиболее рациональных и экономичных способов их обработки, то есть обработка с наибольшей производительностью и наименьшими отходами металла в стружку. Это направление требует непрерывного повышения точности поверхности заготовок с приближенными конструктивными формами и размерами к готовым деталям.

В качестве заготовки для детали «Пробка», учитывая конструкцию детали, тип производства и прочие параметры предлагается использовать пруток, показанный на рисунке 2.

### 2.2 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса

Анализ конструкции на технологичность представляет собой комплекс мероприятий по обеспечению необходимого уровня технологичности конструкции по установленным показателям и направлен на повышение производительности труда, снижение затрат и сокращение времени на изготовление изделия при обеспечении необходимого его качества.

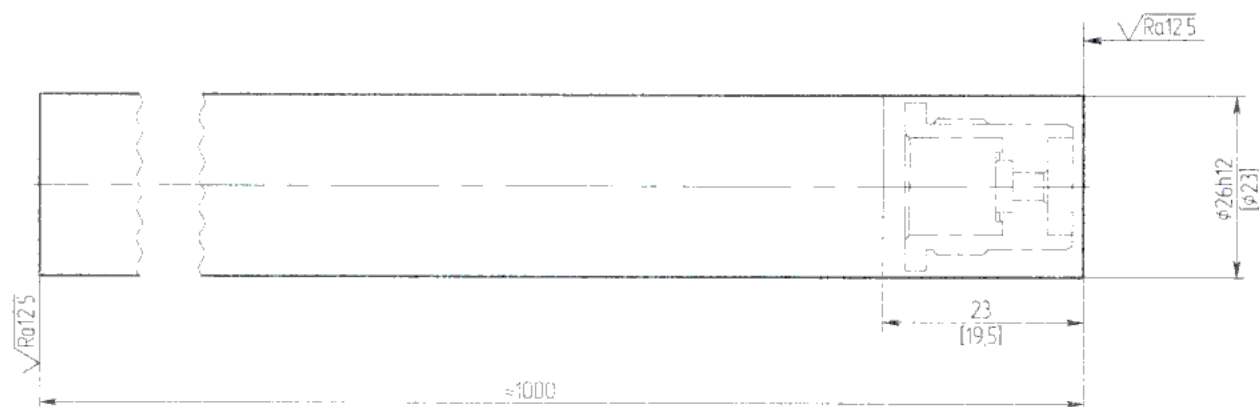


Рисунок 2 – Пруток

Трудоёмкость и себестоимость детали зависят не только от конструкции, но и от выбранного тех. процесса, его оснащённости и режимов обработки.

Деталь имеет небольшую массу, что также обеспечивает ее технологичность.

Для изготовления детали в основном используется стандартный режущий инструмент. Для контроля применяется универсальный измерительный инструмент и некоторые специальные шаблоны.

					151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12



Обработка деталей «Пробка» ведется по единичному технологическому процессу. Заданная точность и шероховатость поверхностей обеспечивается обычными методами обработки.

Базовый техпроцесс позволяет с достаточной вероятностью получать качественные детали, отвечающие всем требованиям чертежа.

Однако применение ручных операций, таких как малопроизводительная фрезерная, токарная, револьверная операции увеличивают трудоемкость обработки и затраты на изготовление детали. За счет применения станочных приспособлений с ручным зажимом соответственно увеличивается вспомогательное время.

Базовый технологический процесс в технологическом оснащении устарел и требует усовершенствования.

В проектном варианте в качестве изготовления детали, снижение трудоемкости необходимо достигнуть путем применения нового, усовершенствованного оборудования, проектирования оснастки, которая полностью или частично заменяет ручной труд. В совокупности это позволит улучшить технико-экономические показатели, снизить затраты на изготовление детали.

Обработка детали «Пробка» выполняется в следующей последовательности:

5 Заготовительная операция (пруток).

10,20,140,150 Револьверная операция. Обработка происходит на револьверном станке 1341. Требуется применить на данных операциях более современное оборудование.

25,90-130 Токарная операция. Обработка происходит на станке 1У61М. Необходимо объединить все эти операции и применить современный токарный станок с ЧПУ, что повысит производительность обработки.

30,210,360,390 Промывочная операция

40,80,220,340,400 Контрольная операция

50-70 Обработка шлиц на штамповочном оборудовании. Требуется упростить обработку и принять фрезерную операцию

160,180,200,380 Слесарная операция

170,190 Фрезерная операция

230-330 Термообработка в вакууме

350 Доводочная операция

370 Шлифовальная операция

410,420 Покрытие

### 2.3 Разработка предполагаемого варианта технологического процесса

Исходными данными для проектирования технологического процесса будут являться: чертеж детали и расчеты, проведенные в процессе выполнения курсовой работы.

Альбом карт технологического процесса заполняется в соответствии с требованиями ЕСТПП на специальных бланках: титульный лист – форма 2 по ГОСТ 3.1105-84; маршрутная карта – форма 1, 1б по ГОСТ 3.1118-82; операционная карта – форма 3 по ГОСТ 3.1404-86; карта эскизов – форма 7,8 по ГОСТ

					151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

3.1105-84; карта технического контроля – форма 2, 2а по ГОСТ 3.1502-85. Все расчетные данные, и текстовая информация заносится в соответствующие графы

#### 2.4. Аналитический расчет количества переходов

Для одной из поверхностей определим количество переходов. Выбираем поверхность  $\varnothing 18e8$   $Ra=0,8$  мкм.

Заготовка прутков  $\varnothing 26h12$   $Ra=3,2$

Определяем уточнение по диаметру детали

$$\varepsilon_{\Delta}^{\phi} = \frac{Td_{з}}{Td_{д}}$$

где  $Td_{з}$  – допуск на соответствующий размер заготовки,  $Td_{з}=0,21$  мм;

$Td_{д}$  – допуск на соответствующий размер готовой детали,  $Td_{д}=0,027$  мм.

$$\varepsilon_{\Delta}^{\phi} = \frac{0,21}{0,027} = 7,78.$$

Определяем уточнение детали по шероховатости

$$\varepsilon_{\Delta}^{Ra} = \frac{Ra_{з}}{Ra_{д}}$$

где  $Ra$  – шероховатость на соответствующий размер заготовки,  $Ra=3,2$  мкм;

$Ra_{д}$  – шероховатость на соответствующий размер готовой детали,  $Ra_{д}=0,8$  мкм.

$$\varepsilon_{\Delta}^{Ra} = \frac{3,2}{0,8} = 4.$$

Т.к. уточнение по диаметру численно больше, то расчет будем вести по достижимой точности при обработке.

Для получения окончательного размера выбираем способ получения: шлифование круглое чистовое.

Припуск под шлифовку  $Z=0,2$  мм

Определяем допуски предшествующего перехода:

$$T_{\text{чист.точ.}} = \frac{0,2}{2...4} = 0,1...0,05.$$

Первая операция черновое точение  $T_{\text{черн.т.}} = 0,084$

$$\varepsilon_{\text{черн.т.}} = \frac{0,21}{0,084} = 2,5$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

$$\varepsilon_{\text{чис.шл.}} = \frac{0,084}{0,027} = 3,11$$

Проверка:  $\varepsilon_{\text{чис.шл.}} \cdot \varepsilon_{\text{черн.т.}} = 2,5 \cdot 3,11 = 7,78$  – это равно 7,78, поэтому условие выполняется.

Для обработки  $\varnothing 18e8$  выбираем следующие переходы:

- черновое точение  $\varnothing 18,2_{-0,084}$  (h10) Ra=1,6
- чистовое шлифование  $\varnothing 18e8$  Ra=0,8

## 2.5. Табличный расчет количества переходов

Для остальных поверхностей определяем количество переходов табличным методом, в соответствие с таблицей 1.1

Таблица 1.1 – Количество переходов

Размер	Переходы
$\varnothing 23d9$	1. Черновое точение IT13 Ra25 2. Черновое точение IT11 Ra12,5 3. Чистовое точение IT9 Ra6,3 4. Чистовое точение $\varnothing 23d9$ IT9 Ra3,2
19h11	1. Фрезерование в размер $19_{-0,13}$ IT11 Ra12,5
M20×1,5-6e	1. Точение черновое под резьбу IT11 Ra12,5 2. Точение чистовое под резьбу $\varnothing 19,95_{-0,05}$ IT9 Ra6,3 3. Нарезание резьбы M20×1,5-6e IT10 Ra3,2
$\varnothing 15H13$	1. Растачивание в размер $\varnothing 15^{+0,27}$ IT13 Ra25
$\varnothing 6H9$	1. Обработка отверстия комбинированным инструментом $\varnothing 5,96^{+0,03}$ IT9 Ra=6,3 2. Доводка отверстия $\varnothing 6^{+0,03}$ IT9 Ra3,2
$\varnothing 6,2 \pm 0,15$	1. Растачивание в размер $\varnothing 6,2 \pm 0,15$ Ra25 IT13
$\varnothing 8^{+0,4}$	1. Растачивание в размер $\varnothing 8^{+0,4}$ Ra25 IT13
$\varnothing 15H13$	1. Сверление $\varnothing 10^{+0,22}$ IT13 Ra25 2. Растачивание в размер $\varnothing 15^{+0,27}$ IT13 Ra25
$\varnothing 18h13$	1. Точение черновое IT14 Ra25 2. Точение чистовое в размер $\varnothing 18_{-0,27}$ IT13 Ra25
0,25*; 2°30'	1. Фрезерование шлицов в размер Ra3.2
1*	1. Растачивание в размер Ra25 IT13
$1,5 \pm 0,12$	1. Фрезерование в размер Ra25 IT14



Продолжение таблицы 1.1

1±0,2	1. Шлифование в размер 1±0,2 Ra3.2 IT10
7,5 <sub>-0,2</sub>	1. Точение чистовое 1. Шлифование в размер 7,5 <sub>-0,2</sub> Ra1,6 IT8
16,5±0,2	1. Подрезка торца 2. Точение с выдерживанием размера 16,5±0,05 Ra25 IT14
3±0,12	1. Точение правого торца 2. Отрезка детали 3,5мм 3. Подрезка торца в размер 3±0,12 Ra25 IT14
1,2±0,12	1. Точение канавки в размер 1,2±0,12 Ra25 IT14
3,5±0,15	1. Подрезка торца 2. Растачивание в размер 3,5±0,15 Ra625 IT14
10±0,18	1. Подрезка торца 2. Растачивание с обратной стороны в размер Ra625 IT14
0,5±0,2	1. Растачивание в размер Ra25 IT12
0,4×45°	1. Точение фаски в размер Ra25 IT12

2.5.1 Формирование операций с выбором оборудования

05 Заготовительная операция

Резка прутков и заправка концов

10 Токарная (токарный QTN-100MY)

а) подрезать торец Ra6,3, точить  $\varnothing 23e8$

б) расточить отверстие  $\varnothing 15H13$  на глубину 3,5±0,1

в) обработка отверстия  $\varnothing 5,96H9$  на глубину 10±0,1; фаски 1±0,2

г) точить  $\varnothing 18,2_{-0,084}$  на длине 7<sub>-0,1</sub>;  $\varnothing 19,95_{-0,05}$

д) точить канавку  $\varnothing 18h13$ ; 1,2±0,12

е) нарезать резьбу M20×1,5-6e

ж) отрезать деталь

20 Слесарная (Верстак. Установка МУ-1)

а) заправить заход и выход резьбы

б) калибровать резьбу

30 Токарная (токарный QTN-100MY)

а) подрезать торец в размер 3±0,05

б) сверлить отверстие  $\varnothing 10^{-0,22}$  на длину 8 мм

в) расточить канавку  $\varnothing 8^{+0,4}$ ;  $\varnothing 15H13$  на глубину 9,5±0,05

г) расточить фаску и подрезать торец 0,5±0,2 и 0,4×45°

д) расточить отверстие  $\varnothing 6,2\pm 0,15$  на глубину 1±0,12

40 Фрезерная (фрезерный ОФ-55А)

а) фрезеровать лыски в размер 19<sub>-0,13</sub>

50 Фрезерная с ПУ (Обрабатывающий центр MCV-300)

а) фрезеровать шлицы в размер 0,25±0,05; 2°30'; 90°

60 Слесарная (Верстак. Установка МУ-1)

а) зачистить заусенцы после фрезеровки

70 Промывочная (моечная машина)

80 Контрольная (контрольный стол)

90 Термическая (термопечь)

100 Контрольная (контрольный стол)

110 Доводочная (установка МУ-1)

а) довести отверстие  $\varnothing 6H9$

120 Промывочная (моечная машина)

130 Шлифовальная (шлифовальный 3110М)

140 Слесарная (верстак)

150 Промывочная (моечная машина)

160 Контрольная (контрольный стол)

170,180 Покрытие Хим.Пас и ВАП-2.

## 2.6 Размерный анализ разработанного технологического процесса

### 2.6.1 Преобразование и кодирование чертежа детали

Для удобства выполнения размерного анализа необходимо чертеж детали, преобразовать в удобный для расчета вид. Для этого необходимо каждый размер обозначить буквой, каждую поверхность цифрой.

На основании таблицы 1.2 строятся схемы линейных и диаметральных размеров, а также схема пространственных отклонений, показанные на рисунках 3,4.

На данных изображениях показаны расчеты максимальных и минимальных припусков, а также межоперационных размеров, получаемых в каждой технологической операции.

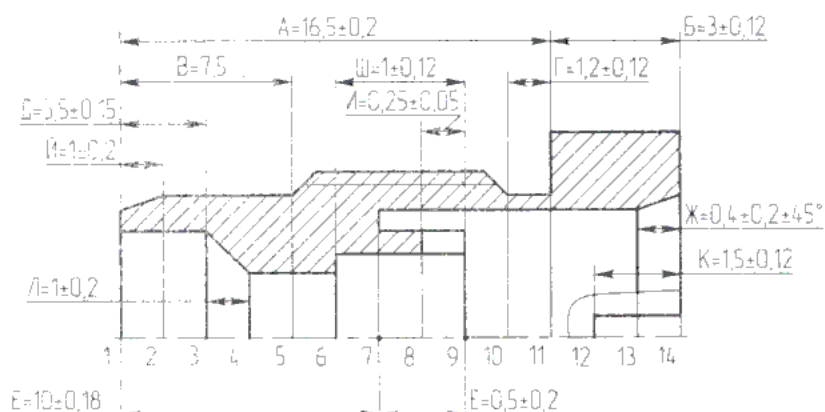


Рисунок 3 – Преобразование чертежа детали в первой проекции

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.139.000 ПЗ

Лист

17

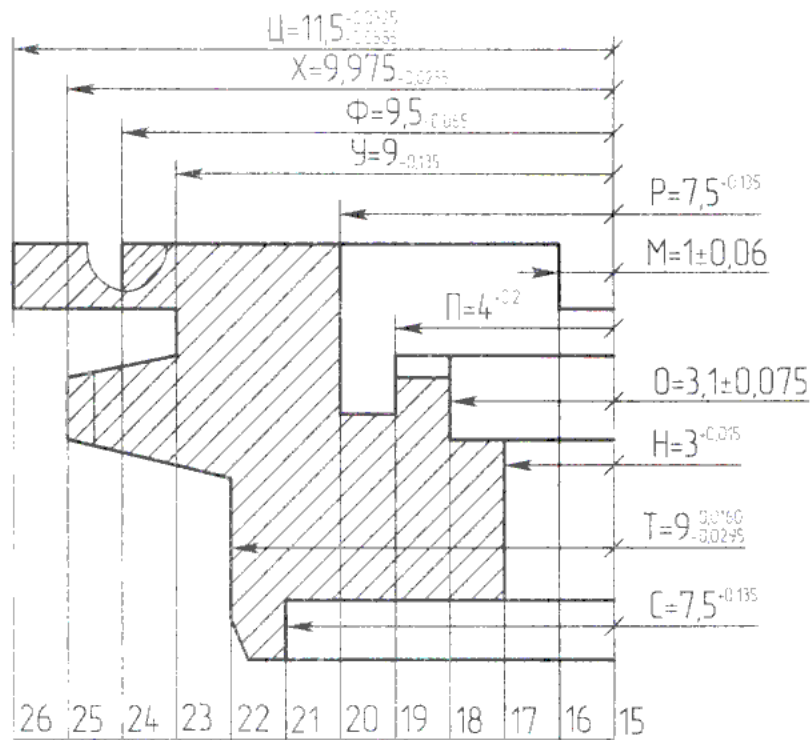


Рисунок 4– Преобразование чертежа детали во второй проекции

### 2.6.2 Составление маршрута обработки.

Для технологической обработки детали «Пробка» необходимо составить маршрут обработки, в соответствие с таблицей 1.2.

Таблица 1.2 – Технологический процесс обработки

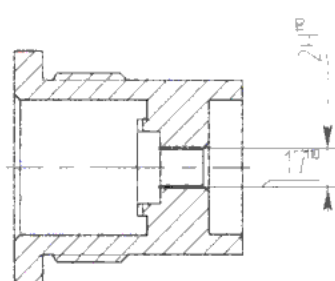
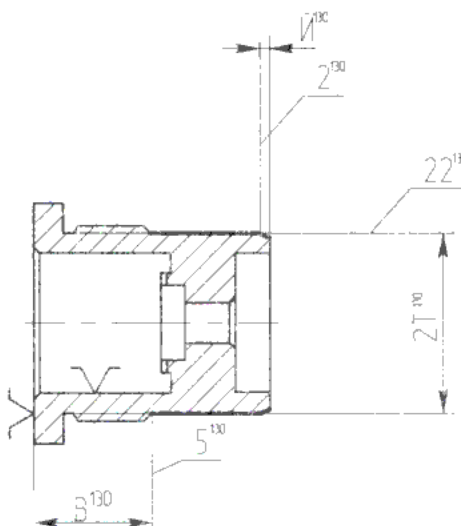
Но- мер опе- рации	Эскиз	Допуски и тех- нические требования
10 Токарная		$TA^{10}=0,1$ $TC^{10}=0,4$ $TV^{10}=0,1$ $TT^{10}=0,14$ $TD^{10}=0,2$ $TL^{10}=0,25$ $T2H^{10}=0,03$ $T2C^{10}=0,27$ $T2T^{10}=0,084$ $T2Ц^{10}=0,052$ $T2У^{10}=0,27$ $T2X^{10}=0,05$ $\pm 11^{10}, 17^{10}=0,02$ $\pm 1^{10}, 15^{10}=0,02$ $\circ 22^{10}, 17^{10}=0,01$ $\circ 25^{10}, 17^{10}=0,01$ $\pm 11^{10}, 22^{10}=0,03$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Продолжение таблицы 1.2

<p>30 Токарная</p>		<p> <math>TЖ^{30}=0,25</math>  <math>TБ^{30}=0,1</math>  <math>TШ^{30}=0,14</math>  <math>TЕ^{30}=0,25</math>  <math>TЦ^{30}=0,1</math>  <math>T2O^{30}=0,3</math>  <math>T2П^{30}=0,4</math>  <math>T2P^{30}=0,27</math>  <math>○20^{30}, 17^{30}=0,02</math>  <math>○18^{30}, 18^{10}=0,02</math>  <math>○19^{30}, 18^{10}=0,02</math> </p>	
	<p>40 Фрезерная</p>		<p><math>T2Φ^{10}=0,13</math></p>
		<p>50 Фрезерная с ПУ</p>	
<p>90 термообр</p>			<p><math>Tα=0...0,03</math></p>

Продолжение таблицы 1.2

<p>110 Доводочная</p>		<p><math>T_{2H}^{110}=0,03</math></p>
<p>130 Шлифовальная</p>		<p><math>T_{2T}^{130}=0,027</math>  <math>T_{1Y}^{130}=0,4</math>  <math>T_{1B}^{130}=0,12</math>  <math>\circ 22^{130}, 17^{110}=0,01</math></p>

2.6.3 Проверка точности замыкающих звеньев

- по схеме линейных размеров:

$$T_A = T_{A^{10}} + T_{\alpha_1^{90}} + T_{\alpha_{11}^{90}} = 0,1 + 0,03 + 0,03 = 0,16 < 0,4$$

$$T_B = T_{B^{30}} + T_{\alpha_{11}^{90}} + T_{\alpha_{11}^{90}} = 0,1 + 0,03 + 0,03 = 0,16 < 0,4$$

$$T_C = T_{C^{50}} + T_{\alpha_{12}^{90}} + T_{\alpha_{14}^{90}} = 0,14 + 0,03 + 0,03 = 0,2 < 0,4$$

$$T_{\Gamma} = T_{\Gamma^{30}} + T_{\alpha_{13}^{90}} + T_{\alpha_{14}^{90}} = 0,25 + 0,03 + 0,03 = 0,31 < 0,4$$

$$T_{\Gamma} = T_{\Gamma^{10}} + T_{\alpha_{10}^{90}} + T_{\alpha_{11}^{90}} = 0,14 + 0,03 + 0,03 = 0,2 < 0,4$$

$$T_{\Delta} = T_{\Delta^{50}} + T_{\alpha_8^{90}} + T_{\alpha_9^{90}} = 0,06 + 0,03 + 0,03 = 0,12 \sim 0,1$$

$$T_{\text{Е}} = T_{\text{Е}^{30}} + T_{\alpha_7^{90}} + T_{\alpha_9^{90}} = 0,25 + 0,03 + 0,03 = 0,31 < 0,4$$

$$T_{\text{Ш}} = T_{\text{Ш}^{30}} + T_{\alpha_6^{90}} + T_{\alpha_9^{90}} = 0,14 + 0,03 + 0,03 = 0,2 < 0,24$$

$$T_{\text{Е}} = T_{A^{10}} + T_{B^{10}} + T_{\text{Щ}^{31}} + T_{\alpha_1^{90}} + T_{\alpha_7^{90}} = 0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,03 + 0,03 = 0,36 = 0,36$$

$$T_{\text{Л}} = T_{\text{Л}^{10}} + T_{\alpha_3^{90}} + T_{\alpha_4^{90}} = 0,25 + 0,03 + 0,03 = 0,31 < 0,4$$

$$T_{\text{Д}} = T_{\text{Д}^{10}} + T_{\alpha_1^{90}} + T_{\alpha_3^{90}} = 0,2 + 0,03 + 0,03 = 0,26 < 0,4$$

$$T_{\text{В}} = T_{\text{В}^{10}} + T_{\alpha_1^{90}} + T_{\alpha_5^{90}} = 0,1 + 0,03 + 0,3 = 0,16 < 0,4$$

Условия точности обеспечиваются.

- по схеме диаметральных размеров

$$T_{\text{Д}} = T_{\text{Д}^{10}} + T_{\alpha_{26}^{90}} = 0,026 + 0 = 0,026 = 0,026$$

$$T_{\text{Х}} = T_{\text{Х}^{10}} + T_{\alpha_{25}^{90}} = 0,025 + 0 = 0,025 < 0,0255$$

$$TУ = TУ^{10} + T\alpha_{23}^{90} = 0,135 + 0 = 0,135 = 0,135$$

$$TС = TС^{10} + T\alpha_{21}^{90} = 0,135 + 0 = 0,135 = 0,135$$

$$TР = TР^{30} + T\alpha_{20}^{90} = 0,135 + 0 = 0,135 = 0,135$$

$$TП = TП^{30} + T\alpha_{19}^{90} = 0,2 + 0 = 0,2 = 0,2$$

$$TО = TО^{30} + T\alpha_{18}^{90} = 0,15 + 0 = 0,15 = 0,15$$

$$TМ = TМ^{50} + T\alpha_{16}^{90} = 0,12 + 0 = 0,12 = 0,12$$

Условие точности выполняется.

## 2.6.4 Расчет межоперационных размеров

### 1.4.7.1 Схема линейных размеров.

$$1. [Z_5^{130}] = B^{130} - B^{10} + \alpha_1^{90} - \alpha_3^{90}$$

$$\Delta\sigma B^{130} = \frac{0 - 0,2}{2} = -0,1 \quad \Delta\sigma B^{10} = \frac{0 - 0,1}{2} = -0,05$$

$$\Delta\sigma \alpha_1^{90} = \Delta\sigma \alpha_3^{90} = 0,015$$

$$\Delta\sigma Z_5^{130} = -0,1 - (-0,05) + 0,015 - 0,015 = -0,05$$

$$\frac{\omega Z_5^{130}}{2} = 0,1 \quad \frac{\omega B^{10}}{2} = 0,05 \quad \frac{\omega \alpha_1^{90}}{2} = \frac{\omega \alpha_3^{90}}{2} = 0,015$$

$$\frac{\omega Z_5^{130}}{2} = -0,1 + 0,05 + 0,015 + 0,015 = 0,18$$

$$Z_5^{130 \text{ ном}} = Z_5^{130 \text{ мин}} + \Delta\sigma Z_5^{130} + \frac{\omega Z_5^{130}}{2} = 0,35 + (-0,05) + 0,18 = 0,48$$

$$B^{10 \text{ ном}} = B^{130 \text{ ном}} - Z_5^{130 \text{ ном}} + \alpha_1^{90 \text{ ном}} - \alpha_3^{90 \text{ ном}} = 7,5 - 0,48 + 0 - 0 = 7,02$$

$$B^{10 \text{ max}} = 7,02 + (-0,05) + 0,05 = 7,02$$

$$Z_5^{130 \text{ max}} = Z_5^{130 \text{ мин}} + Ra = 0,35 + 0,05 = 0,4$$

$$B^{10} = 7_{-0,1}$$

$$2. [A] = A^{10} + \alpha_1^{90} - \alpha_{11}^{90}$$

$$\Delta\sigma A = 0 \quad \Delta\sigma \alpha_1^{90} = \Delta\sigma \alpha_{11}^{90} = 0,015$$

$$\Delta\sigma A^{10} = 0 - 0,015 + 0,015 = 0$$

$$A^{10 \text{ ном}} = 16,5 - 0 + 0 = 16,5$$

$$A^{10 \text{ max}} = 16,5 + 0 + 0,05 = 16,55$$

$$A^{10} = 16,5 \pm 0,05$$

$$3. [B] = B^{30} + \alpha_{14}^{90} - \alpha_{11}^{90}$$

$$\Delta\sigma B = 0 \quad \Delta\sigma \alpha_{14}^{90} = \Delta\sigma \alpha_{11}^{90} = 0,015$$

$$\Delta\sigma B^{30} = 0 - 0,015 - 0,015 = -0,03$$

$$B^{30 \text{ ном}} = 3 - (-0,03) + 0,05 = 3,08$$

$$B^{30 \text{ max}} = 3,08 + (-0,03) + 0,05 = 3,1$$

$$B^{30} = 3,1_{-0,1}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

$$4. [K] = K^{50} - \alpha_{12}^{90} - \alpha_{14}^{90}$$

$$\Delta o K = 0 \quad \Delta o \alpha_{12}^{90} = \Delta o \alpha_{14}^{90} = 0,015$$

$$\Delta o K^{50} = 0 + 0,015 - 0,015 = 0$$

$$K^{50}_{ном} = 1,5 + 0 - 0 = 1,5$$

$$K^{50}_{max} = 1,5 + 0 + 0,07 = 1,57$$

$$K^{50} = 1,5 \pm 0,07$$

$$5. [Ж] = Ж^{30} - \alpha_{13}^{90} - \alpha_{14}^{90}$$

$$\Delta o Ж = 0 \quad \Delta o \alpha_{13}^{90} = \Delta o \alpha_{14}^{90} = 0,015$$

$$\Delta o Ж^{30} = 0 + 0,015 - 0,015 = 0$$

$$Ж^{30}_{ном} = 0,4 + 0 - 0 = 0,4$$

$$Ж^{30}_{max} = 0,4 + 0 + 0,125 = 0,524$$

$$Ж^{30} = 0,4 \pm 0,125$$

$$6. [\Gamma] = \Gamma^{10} - \alpha_{10}^{90} - \alpha_{11}^{90}$$

$$\Delta o \Gamma = 0 \quad \Delta o \alpha_{10}^{90} = \Delta o \alpha_{11}^{90} = 0,015$$

$$\Delta o \Gamma^{10} = 0 + 0,015 + 0,015 = 0,03$$

$$\Gamma^{10}_{ном} = 1,2 + 0 + 0 = 1,2$$

$$\Gamma^{10}_{max} = 1,2 + 0,03 + 0,07 = 1,3$$

$$\Gamma^{10} = 1,23 \pm 0,07$$

$$7. [И] = И^{50} - \alpha_8^{90} - \alpha_9^{90}$$

$$\Delta o И = 0 \quad \Delta o \alpha_8^{90} = \Delta o \alpha_9^{90} = 0,015$$

$$\Delta o И^{50} = 0 + 0,015 - 0,015 = 0$$

$$И^{50}_{ном} = 0,25 + 0 - 0 = 0,25$$

$$И^{50}_{max} = 0,25 + 0 + 0,03 = 0,28$$

$$И^{50} = 0,25 \pm 0,03$$

$$8. [\ddot{E}] = \ddot{E}^{30} - \alpha_7^{90} + \alpha_9^{90}$$

$$\Delta o \ddot{E} = 0 \quad \Delta o \alpha_7^{90} = \Delta o \alpha_9^{90} = 0,015$$

$$\Delta o \ddot{E}^{30} = 0 + 0,015 - 0,015 = 0$$

$$\ddot{E}^{30}_{ном} = 0,5 + 0 - 0 = 0,5$$

$$\ddot{E}^{30}_{max} = 0,5 + 0 + 0,125 = 0,625$$

$$\ddot{E}^{30} = 0,5 \pm 0,125$$

$$9. [\Pi] = \Pi^{30} - \alpha_6^{90} + \alpha_9^{90}$$

$$\Delta o \Pi = 0 \quad \Delta o \alpha_6^{90} = \Delta o \alpha_9^{90} = 0,015$$

$$\Delta o \Pi^{30} = 0 - 0,015 + 0,015 = 0$$

$$\Pi^{30}_{ном} = 1 + 0 - 0 = 1$$

$$\Pi^{30}_{max} = 1 + 0 + 0,07 = 1,07$$

$$\Pi^{30} = 1 \pm 0,07$$

$$10. [D] = D^{10} + \alpha_1^{90} - \alpha_3^{90}$$

$$\Delta \sigma D = 0 \quad \Delta \sigma \alpha_1^{90} = \Delta \sigma \alpha_3^{90} = 0,015$$

$$\Delta \sigma D^{10} = 0 - 0,015 + 0,015 = 0$$

$$D^{10}_{\text{ном}} = 3,5 - 0 + 0 = 3,5$$

$$D^{10}_{\text{max}} = 3,5 + 0 + 0,1 = 3,6$$

$$D^{10} = 3,5 \pm 0,1$$

$$11. [L] = L^{10} + \alpha_3^{90} - \alpha_4^{90}$$

$$\Delta \sigma L = 0 \quad \Delta \sigma \alpha_3^{90} = \Delta \sigma \alpha_4^{90} = 0,015$$

$$\Delta \sigma L^{10} = 0 - 0,015 + 0,015 = 0$$

$$L^{10}_{\text{ном}} = 1 - 0 + 0 = 1$$

$$L^{10}_{\text{max}} = 1 + 0 + 0,125 = 1,125$$

$$L^{10} = 1 \pm 0,125$$

$$12. [Ц] = A^{10} + B^{30} - Ц^{30} + \alpha_1^{90} + \alpha_7^{90}$$

$$\Delta \sigma C = 0 \quad \Delta \sigma \alpha_1^{90} = \Delta \sigma \alpha_7^{90} = 0,015 \quad \Delta \sigma A^{10} = 0 \quad \Delta \sigma B^{30} = -0,05$$

$$\Delta \sigma Ц^{30} = 0 - 0 + (-0,05) + 0,015 + 0,015 = -0,02$$

$$Ц^{30}_{\text{ном}} = 16,5 - 10 + 3,1 + 0 + 0 = 9,6$$

$$Ц^{30}_{\text{max}} = 9,6 + (-0,02) + 0,05 = 9,63$$

$$Ц^{30} = 9,58 \pm 0,05$$

$$13. [Z_{14}^{30}] = Ч^{10} - A^{10} - B^{30}$$

$$\Delta \sigma Ч^{10} = 0 \quad \Delta \sigma A^{10} = 0 \quad \Delta \sigma B^{30} = -0,05$$

$$\Delta \sigma Z_{14}^{30} = 0 - 0 + (-0,05) = -0,05$$

$$\frac{\omega Ч^{10}}{2} = 0,2 \quad \frac{\omega A^{10}}{2} = 0,05 \quad \frac{\omega B^{30}}{2} = 0,05$$

$$\frac{\omega Z_{14}^{30}}{2} = 0,2 + 0,05 + 0,05 = 0,3$$

$$Z_{14}^{30} = Z_{14}^{30}_{\text{ном}} + \Delta \sigma Z_{14}^{30} + \frac{\omega Z_{14}^{30}}{2} = 0,05 + 0,05 + 0,3 = 0,4$$

$$Ч^{10}_{\text{ном}} = 0,4 + 16,5 + 3,1 = 20$$

$$Ч^{10}_{\text{max}} = 20 + 0 + 0,2 = 20,2$$

$$Ч^{10} = 20 \pm 0,2$$

### 1.3.7.2 Схема диаметральных размеров

$$1. [Ц] = Ц^{10} - \alpha_{26}^{90}$$

$$Ц^{10}_{\text{ном}} = Ц^{10}_{\text{ном}} - \alpha_{26}^{90}_{\text{ном}} = 11,5 - 0 = 11,5$$

$$\Delta \sigma Ц^{10} = -0,0455 - 0 = -0,0455$$

$$Ц^{10}_{\text{max}} = 11,5 + (-0,0455) + 0,13 = 11,4675$$

$$Ц^{10} = 11,5 \begin{matrix} -0,0325 \\ -0,0585 \end{matrix}$$



$$2. [X] = X^{10} + \alpha_{25}^{90}$$

$$X^{10}_{\text{ном}} = X_{\text{ном}} - \alpha_{25}^{90} = 9,975 - 0 = 9,975$$

$$\Delta \sigma X = -0,01275 \quad \Delta \sigma \alpha_{25}^{90} = 0 \quad \frac{\omega X^{10}}{2} = 0,01275$$

$$\Delta \sigma X^{10} = -0,01275 - 0 = -0,01275$$

$$X^{10}_{\text{max}} = 9,975 + (-0,01275) + 0,01275 = 9,975$$

$$X^{10} = 9,975^{-0,0255}$$

$$3. [Y] = Y^{10} + \alpha_{23}^{90}$$

$$Y^{10}_{\text{ном}} = Y_{\text{ном}} - \alpha_{23}^{90} = 9 - 0 = 9$$

$$\Delta \sigma Y = -0,0675 \quad \Delta \sigma \alpha_{23}^{90} = 0 \quad \frac{\omega Y^{10}}{2} = 0,0675$$

$$\Delta \sigma Y^{10} = -0,0675 - 0 = -0,0675$$

$$Y^{10}_{\text{max}} = 9 + (-0,0675) + 0,0675 = 9$$

$$Y^{10} = 9^{-0,135}$$

$$4. [C] = C^{10} - \alpha_{21}^{90}$$

$$C^{10}_{\text{ном}} = C_{\text{ном}} + \alpha_{21}^{90} = 7,5 + 0 = 7,5$$

$$\Delta \sigma C = 0,0675 \quad \Delta \sigma \alpha_{21}^{90} = 0 \quad \frac{\omega C^{10}}{2} = 0,0675$$

$$\Delta \sigma C^{10} = 0,0675 + 0 = 0,0675$$

$$C^{10}_{\text{max}} = 7,5 + 0,0675 + 0,0675 = 7,635$$

$$C^{10} = 7,5^{+0,135}$$

$$5. [P] = P^{30} - \alpha_{20}^{90}$$

$$\Delta \sigma P = 0,0675 \quad \Delta \sigma \alpha_{20}^{90} = 0 \quad \frac{\omega P^{30}}{2} = 0,0675$$

$$\Delta \sigma P^{30} = 0,0675 + 0 = 0,0675$$

$$P^{30}_{\text{ном}} = P_{\text{ном}} + \alpha_{20}^{90} = 7,5 + 0 = 7,5$$

$$P^{30}_{\text{max}} = 7,5 + 0,0675 + 0,0675 = 7,635$$

$$P^{30} = 7,5^{+0,135}$$

$$6. [\Pi] = \Pi^{30} + \alpha_{19}^{90}$$

$$\Pi^{30}_{\text{ном}} = \Pi_{\text{ном}} - \alpha_{19}^{90} = 4 - 0 = 4$$

$$\Delta \sigma \Pi = 0,1 \quad \Delta \sigma \alpha_{19}^{90} = 0 \quad \frac{\omega \Pi^{30}}{2} = 0,1$$

$$\Delta \sigma \Pi^{30} = 0,1 - 0 = 0,1$$

$$\Pi^{30}_{\text{max}} = 4 + 0,1 + 0,1 = 4,2$$

$$\Pi^{30} = 4^{-0,2}$$

Изм.	Лист	Чертеж	Путь	Дата
------	------	--------	------	------

$$7. Z_{22}^{10} = T^{10} - T^{1,0} + \alpha_{22}^{90} \cdot 22^{130} \cdot 15 - 22^{10} \cdot 15$$

$$Z_{22}^{10} \text{ min} = 1^{10} \text{ min} - 1^{1,0} \text{ max} + \alpha_{22}^{90} \text{ min} - 22^{130} \cdot 15 \text{ max} - 22^{10} \cdot 15 \text{ max}$$

$$T^{10} \text{ min} = Z_{22}^{10} \text{ min} + T^{130} \text{ max} - \alpha_{22}^{90} \text{ min} + 22^{130} \cdot 15 \text{ max} + 22^{10} \cdot 15 \text{ max} = 0,03 + 8,984 - 0 + 0,01 + 0,02 - 9,054$$

$$T^{10} = 9,096_{-0,042}$$

$$8. Z_{17}^{10} = H^{10} - H^{1,0} + \alpha_{17}^{90} \cdot 17^{110} \cdot 15 - 17^{10} \cdot 15$$

$$Z_{17}^{10} \text{ min} = H^{10} \text{ min} - H^{1,0} \text{ max} + \alpha_{17}^{90} \text{ min} - 17^{110} \cdot 15 \text{ max} - 17^{10} \cdot 15 \text{ max}$$

$$H^{10} \text{ max} = H^{1,0} \text{ min} - Z_{17}^{10} \text{ min} + \alpha_{17}^{90} \text{ min} - 17^{110} \cdot 15 \text{ max} - 17^{10} \cdot 15 \text{ max} = 3 - 0,005 + 0 - 0,005 - 0,01 = 2,98$$

$$H^{10} = 2,98^{+0,015}$$

## 2.7. Расчет режимов резания

Для каждой операции технологического процесса необходимо рассчитать режимы резания, основное время и мощность двигателя необходимую на резание.

Произведем расчет для операции 10 – токарной с ЧПУ.

2-й переход: подрезать торец, точить поверхность

Вспомогательное время по таблице:  $S=0,1$  мм/об.

Скорость резания определяется по формуле

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

где  $K_1=0,8$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала,

$K_2=0,9$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки,

$K_3=1,0$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента,

$$V = 84 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 60,48 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя определяется по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

где  $D$  – максимальный диаметр обработки,  $D=23$  мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 60,48}{3,14 \cdot 23} = 837,44 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и принимаем ближайшее меньшее значение из стандартного ряда.  $n_n=800$  об/мин.

Для выбранной частоты вращения пересчитываем фактическое значение скорости резания по формуле

Изм.	Лист	Масштаб	Год	Дата	151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
						25

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_n}{1000},$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 23 \cdot 800}{1000} = 57,8 \text{ м/мин.}$$

Определим мощность двигателя, необходимую для процесса резания, по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V_{\phi}}{1020 \cdot 60},$$

где  $P_z$  – максимальная сила резания при точении, определяется по формуле

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

где  $C_p=40$ ,  $x=1,0$ ,  $y=0,75$ ,  $n=0$ ,  $K_p=0,9$  – коэффициенты от силы резания,  $t$  – глубина резания,  $t=1,5$  мм

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 1,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 57,8^0 \cdot 0,9 = 64,02 \text{ Н,}$$

$$N_p = \frac{64,02 \cdot 57,8}{1020 \cdot 60} = 0,06 \text{ кВт.}$$

Для обеспечения работоспособность станка при выполнении данной операции, необходимо чтобы было выполнено следующее условие:

$$N_p \leq N_{\text{дв}} \cdot \eta = 5,5 \cdot 0,75 = 4,12 \text{ кВт.}$$

Условие выполняется, а значит, станок для выполнения данной операции подойдет

3 переход: центровать торец.

Выбираем подачу по таблице:  $S=0,1$  мм/об.

$$V = 28 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 20,47 \text{ м/мин,}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 20,47}{3,14 \cdot 8} = 815 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и принимаем ближайшее меньшее значение из стандартного ряда.  $n_n=800$  об/мин.

Для выбранной частоты вращения пересчитываем фактическое значение скорости резания

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 800}{1000} = 20 \text{ м/мин.}$$

					151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Определим мощность двигателя, необходимую для процесса резания при глубине резания  $t=1$  мм

$$N_p = \frac{M_z \cdot n}{9750}$$

где  $M_z$  — максимальный крутящий момент при сверлении, определяется по формуле:

$$M_z = 10 \cdot C_m \cdot D^3 \cdot S^y \cdot K_p,$$

$$M_z = 10 \cdot 0,041 \cdot 8^3 \cdot 0,1^0 \cdot 0,9 = 23,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$N_p = \frac{23,6 \cdot 800}{9750} = 1,93 \text{ кВт.}$$

Для обеспечения работоспособность станка при выполнении данной операции, необходимо чтобы было выполнено следующее условие:

$$N > N_p \Rightarrow n = 5,5 \cdot 1,75 = 4,12 \text{ кВт.}$$

Условие выполняется, а значит, станок для выполнения данной операции подойдет.

4 переход: расточить отверстие.

Выбираем подачу по таблице:  $S=0,1$  мм/об.

$$V = 53 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 38,16 \text{ м/мин,}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 38,16}{3,14 \cdot 15} = 810,2 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и принимаем ближайшее меньшее значение из стандартного ряда.  $n_n=800$  об/мин.

Для выбранной частоты вращения пересчитываем фактическое значение скорости резания

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 15 \cdot 800}{1000} = 37,7 \text{ м/мин}$$

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 2,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 37,7^0 \cdot 0,9 = 160 \text{ Н}$$

$$N_p = \frac{160 \cdot 37,7}{1020 \cdot 60} = 0,1 \text{ кВт.}$$

Изм.	Лист	Колум.	Подпись	Дата
------	------	--------	---------	------

Для обеспечения работоспособность станка при выполнении данной операции, необходимо чтобы было выполнено следующее условие:

$$N_p \leq N_{\text{дв}} \cdot \eta = 5,5 \cdot 0,75 = 4,12 \text{ кВт.}$$

Условие выполняется, а значит, станок для выполнения данной операции подойдет.

5 переход: обработать отверстия и фаску.

Выбираем по вичу по таблице:  $S=0,02$  мм/об.

$$V = 22 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 15,84 \text{ м/мин,}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 15,84}{3,14 \cdot 5,96} = 846 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и принимаем ближайшее меньшее значение из стандартного ряда.  $n_{\text{ш}}=800$  об/мин.

Для выбранной частоты вращения пересчитываем фактическое значение скорости резания

$$V_p = \frac{3,14 \cdot 5,96 \cdot 800}{1000} = 15 \text{ м/мин.}$$

Определим мощность двигателя, необходимую для процесса резания при глубине резания  $t=2,5$  мм

$$N_p = \frac{M_z \cdot n}{9750}$$

где  $M_z$  – максимальный крутящий момент при сверлении, определяется по формуле:

$$M_z = 10 \cdot C_m \cdot D^4 \cdot S^3 \cdot K_p,$$

$$M_z = 10 \cdot 0,041 \cdot 5,96^2 \cdot 0,02^3 \cdot 0,9 = 13,1 \text{ Н·м}$$

$$N_p = \frac{13,1 \cdot 800}{9750} = 1,07 \text{ кВт.}$$

Для обеспечения работоспособность станка при выполнении данной операции, необходимо чтобы было выполнено следующее условие:

$$N_p \leq N_{\text{дв}} \cdot \eta = 5,5 \cdot 0,75 = 4,12 \text{ кВт.}$$

Условие выполняется, а значит, станок для выполнения данной операции подойдет.

6 переход: точить поверхности

Выбираем подачу по таблице:  $S=0,1$  мм/об.

Скорость резания

$$V = 84 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 60,48 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 60,48}{3,14 \cdot 23} = 837,44 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и принимаем ближайшее меньшее значение из стандартного ряда.  $n_n=800$  об/мин.

Для выбранной частоты вращения пересчитываем фактическое значение скорости резания

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 23 \cdot 800}{1000} = 57,8 \text{ м/мин.}$$

$t$  — глубина резания.  $t=2,4$  мм

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 2,4^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 57,8^0 \cdot 0,9 = 153,64 \text{ Н,}$$

$$N_p = \frac{153,64 \cdot 57,8}{1020 \cdot 60} = 0,14 \text{ кВт.}$$

Для обеспечения работоспособность станка при выполнении данной операции, необходимо чтобы было выполнено следующее условие:

$$N_p \leq N_{\text{пр}} \cdot \eta = 5,5 \cdot 0,75 = 4,12 \text{ кВт.}$$

Условие выполняется, а значит, станок для выполнения данной операции подойдет.

7 переход: точить канавку.

Выбираем подачу по таблице:  $S=0,05$  мм/об.

$$V = 32 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 23,04 \text{ м/мин,}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 23,04}{3,14 \cdot 18} = 407,64 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и принимаем ближайшее меньшее значение из стандартного ряда.  $n_n=400$  об/мин.

Для выбранной частоты вращения пересчитываем фактическое значение скорости резания

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 400}{1000} = 22,6 \text{ м/мин}$$

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 0,975^1 \cdot 0,05^{0,75} \cdot 22,6^0 \cdot 0,9 = 37 \text{ Н}$$

$$N_p = \frac{22,6 \cdot 37}{1020 \cdot 60} = 0,014 \text{ кВт.}$$

Для обеспечения работоспособность станка при выполнении данной операции, необходимо чтобы было выполнено следующее условие:

$$N_p \leq N_{\text{пр}} \cdot \eta = 5,5 \cdot 0,75 = 4,12 \text{ кВт.}$$

Условие выполняется, а значит, станок для выполнения данной операции подойдет.

Необходимо нарезать резьбу

Подача равна шагу резьбы  $S=1,5$  мм/об.

$$V = 14 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 14 \text{ м/мин,}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 14}{3,14 \cdot 20} = 223 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и принимаем ближайшее меньшее значение из стандартного ряда.  $n_n=200$  об/мин.

Для выбранной частоты вращения пересчитываем фактическое значение скорости резания

$$i_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 200}{1000} = 12,6 \text{ м/мин}$$

где  $P_z$  – максимальная сила резания при точении, определяется по формуле

$$P_z = \frac{10C_p \cdot P^1}{i^n} K_p,$$

где  $C_p=148$ ,  $y=1,7$ ,  $n=0,75$ ,  $K_p=0,9$  – коэффициенты от силы резания,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат.

$$P_r = \frac{10 \cdot 148 \cdot 1,5^{1,7}}{8^{0,75}} \cdot 0,9 = 557,4 \text{ Н},$$

$$N_p = \frac{557,4 \cdot 12,6}{1020 \cdot 60} = 0,11 \text{ кВт.}$$

Для обеспечения работоспособность станка при выполнении данной операции, необходимо чтобы было выполнено следующее условие:

$$N_p \leq N_{др} \cdot \eta = 5,5 \cdot 0,75 = 4,12 \text{ кВт.}$$

Условие выполняется, а значит, станок для выполнения данной операции подойдет.

9 пер. обд: отрезать деталь

Выбираем подачу по таблице:  $S=0,05 \text{ мм/об.}$

$$V = 41 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 29,52 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 29,52}{3,14 \cdot 23} = 408,75 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и принимаем ближайшее меньшее значение из стандартного ряда.  $n_n=400 \text{ об/мин.}$  Для выбранной частоты вращения пересчитываем фактическое значение скорости резания

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 23 \cdot 400}{1000} = 28,9 \text{ м/мин}$$

$$P_r = 10 \cdot 40 \cdot 3^1 \cdot 0,05^{0,75} \cdot 28,9^0 \cdot 0,9 = 114,2 \text{ Н}$$

$$N_p = \frac{114,2 \cdot 28,9}{1020 \cdot 60} = 0,054 \text{ кВт.}$$

Для обеспечения работоспособность станка при выполнении данной операции, необходимо чтобы было выполнено следующее условие:

$$N_p \leq N_{др} \cdot \eta = 5,5 \cdot 0,75 = 4,12 \text{ кВт}$$

Условие выполняется, а значит, станок для выполнения данной операции подойдет.

Аналогично рассчитываются режимы резания для остальных операций. В соответствие с таблицей 1.3.



Таблица 3 - Режимы резания

Номер операции	Наименование операции и содержание перехода	Режимы резания				
		t, мм.	S, мм/об.	n, об/мин.	V, м/мин.	N <sub>с</sub> , кВт.
1	2	3	4	5	6	7
39	Токарная	0,5	0,1	800	57,8	0,06
	1 подрезать торец	1,0	0,1	800	20	1,93
	3 центровать торец	4			25	
	4 сверлить отверстие	2,5	0,1	800	18,8	0,03
	5 расточить канавку	5	0,1	400	8	0,22
	6 расточить фаску и торец	0,5	0,1	400	18,8	0,07
	7 расточить отверстие	0,6	0,1	800	15,6	0,06
40	Фрезерная 1. Фрезеровать шестигранник	1,5	60	500	125,6	0,045
39	Фрезерная 1 фрезеровать шлицы	1,5	60	500	6,394	0,02
	2 фрезеровать наз	3	60	500	2	0,04
139	Шлифовальная 1 Шлифовать поверхность	0,1	0,05	190	11	0,03
		0,4	0,05	190	11	0,03
	шлифовать фаску					

## 2.8 Нормирование технологических операций

Определим для каждой операции основное время обработки по формуле

$$T_o = \sum T_{oi}, \text{ мин} \quad (1.16)$$

где  $T_{oi}$  – основное (главное) время обработки на каждом из переходов, определяемое по формуле

$$T_{oi} = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i, \quad (1.17)$$

где  $L$  – длина обработки, мм;

$S$  – подача, мм/об;

$n$  – число оборотов, об/мин;

$i$  – число переходов

Произведем расчет для операции 10 – токарной с ЧПУ.

$$T_{o2} = \frac{40}{0,1 \cdot 800} \cdot 2 = 1 \text{ мин.}$$

$$T_{o3} = \frac{10}{0,1 \cdot 800} \cdot 1 = 0,125 \text{ мин.}$$

$$T_{o4} = \frac{14}{0,1 \cdot 800} \cdot 2 = 0,35 \text{ мин.}$$

$$T_{o5} = \frac{18}{0,02 \cdot 800} \cdot 1 = 1,125 \text{ мин.}$$

$$T_{o6} = \frac{21}{0,1 \cdot 800} \cdot 2 = 0,525 \text{ мин.}$$

$$T_{o7} = \frac{4}{0,05 \cdot 400} \cdot 1 = 0,2 \text{ мин.}$$

$$T_{o8} = \frac{10}{1,5 \cdot 200} \cdot 8 = 0,27 \text{ мин.}$$

$$T_{o9} = \frac{15,5}{0,05 \cdot 400} \cdot 1 = 0,775 \text{ мин.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

$$T_0 = 1 + 0,125 + 0,35 + 1,125 + 0,525 + 0,2 + 0,27 + 0,775 = 4,37 \text{ мин.}$$

Штучное время обработки определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_0 + T_{всп} + T_{тех} + T_{орг} + T_{от.л.}, \quad (1.18)$$

где  $T_{всп}$  – вспомогательное время, определяется по формуле:

$$T_{всп} = T_{уст} + T_{п.о.} + T_{к.о.}, \quad (1.19)$$

где  $T_{уст}$  – время на установку и снятие детали,  $T_{уст}=1,12$  мин;

$T_{п.о.}$  – время на подвод и отвод инструмента к детали,  $T_{п.о.}=0,05$  мин;

$T_{к.о.}$  – время на контрольный обмер детали,  $T_{к.о.}=0,1$  мин;

$T_{тех}$  – время на техническое обслуживание,  $T_{тех}=0,07$  мин;

$T_{орг}$  – организационное время,  $T_{орг}=0,22$  мин;

$T_{от.л.}$  – время на отдых и личные нужды,  $T_{от.л.}=0,22$  мин.

$$T_{шт0} = 4,37 + 1,27 + 0,07 + 0,22 + 0,22 = 6,15 \text{ мин.}$$

Штучное калькуляционное время определяется по формуле

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (1.20)$$

где  $T_{пз}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$n$  – число деталей в партии находится по формуле

$$n = \frac{T_{пз}}{T_{шт} \cdot \alpha}, \quad (1.21)$$

где  $\alpha$  – коэффициент допустимых потерь на переналадку,  $\alpha=0,05$ .

$$n = \frac{25}{6,15 \cdot 0,05} = 81 \text{ шт}$$

$$T_{шт.к0} = 6,15 + \frac{25}{81} = 6,44 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитываются нормы времени для остальных операций. В соответствии с таблицей 1.4.

Изм.	Дата	Выполнил	Проверил	Дата

Таблица 1.4 – Нормы времени

Но- мер опе- рации	Наименова- ние операции	То, мин.	Твсп , мин.	Тп. з., мин.	Тшт. , мин.	Тшт.к., мин.
30	Токарная	4	1,5 0,87	25	2,6	2,89
40	Фрезерная	7	0,6 0,76	25	1,54	1,83
50	Фрезерная	2	4,7 1,24	25	6,44	6,73
130	Шлифоваль- ная		1,2 0,86	18	2,22	2,43

Выводы по разделу два :

В технологической части дипломного проекта:

1. разработан новый технологический процесс;
2. выполнен размерный анализ, который позволяет определить припуски на обработку и размеры заготовки;
3. рассчитаны режимы резания и нормы времени на операции .

## 3. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

### 3.1 Проектирование зажимного приспособления

#### 3.1.1 Теоретическая схема базирования

Разработанная схема базирования, показанная на рисунке 5, позволяет лишить деталь 5 степеней свободы в процессе обработки. Для фрезерования лысок проектируем фрезерное пневматическое приспособление.

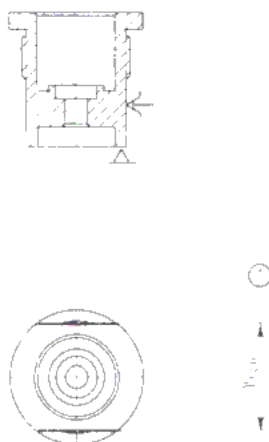


Рисунок 5 - Теоретическая схема базирования

#### 3.1.2 Проектирование схемы приспособления

Рассмотрим схему фрезерного приспособления, показанную на рисунке 6.

Сжатый воздух из стандартной пневмосети под давлением 0.4 Мпа через штуцер 12 подается в нижнюю полость пневмокамеры. Под действием сжатого воздуха поршень 7, преодолевая усилие пружин 16, перемещается вверх вместе с цангой 11, в свою очередь стакан 10 сжимает лепестки цанги 11, осуществляя зажим детали. При прекращении подачи воздуха пружины 16 возвращают поршень 7, и цангу 11 в исходное положение, осуществляя разжим детали.

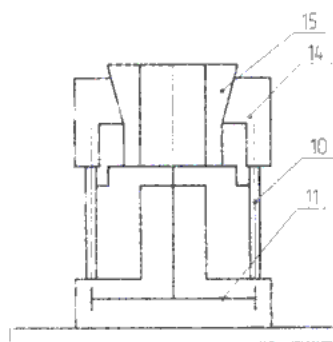


Рисунок 6 - Схема приспособления

Изм.	Лист	М. А. Ковалев	11.07.2016	Лист
------	------	---------------	------------	------

### 3.3.3 Силовой и прочностной расчет основных элементов приспособления

Формула для расчета усилия цангового зажима будет выглядеть следующим образом:

$$Q=(P_1 + P_2 + P_3) \cdot \operatorname{tg}(\alpha + f), \quad (2.1)$$

где  $\alpha = \theta/2$  – угол наклона конуса цанги,

$\theta = 5^\circ$  – угол трения м/у конической частью цанги и сжимающей частью цанги.

$$P_1 = 0.375 \frac{E D^3 S \Delta Z}{l^3} \left( 0.0174 \frac{\alpha_1}{2} + \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - 229.88 \frac{\sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right) \quad (2.2)$$

$P_1$  – сила, сжимающая лепестки цанги до их соприкосновения с поверхностью заготовки

$$P_2 = \frac{1}{\Delta} \sqrt{\frac{M^2}{r^2} + q^2 K} \quad (2.3)$$

$P_2$  – сила, противостоящая вращению вдоль оси детали.

$$P_3 = \frac{P_z l_2}{l_3} \quad (2.4)$$

где  $P_z$  – сила, противостоящая вращению детали относительно опорного торца.

$K = 0.5$  – коэффициент запаса прочности.

$f = 0.3$  – коэффициент трения между цангой и обрабатываемой деталью.

$r = 0.5$  – радиус базовой зажатой части (мм).

$q = 19.28$  – сила резания при обработке (Н).

$\Delta = 0.5$  – диаметральный зазор м/у цангой и базовой поверхностью детали.

$S = 2$  – толщина изгибающегося лепестка цанги в тонком сечении (мм).

$D = 12$  – наружный диаметр изгибающихся лепестков цанги (мм).

$l = 6$  – длина лепестков цанги от места ее задела до середины конуса цанги (мм).

$\alpha_1 = 2.5^\circ$  – угол лепестка цанги.

$\Delta Z = 0.0174$  – радиус конуса цанги.

$E = 2.1 \cdot 10^4$  – модуль упругости цанги (кгс/см<sup>2</sup>)

$q = 0.25 P_z = 0.25 \cdot 19.28 \sin 3.2^\circ$  – составляющая усилия сдвигающая заготовку в м/у м/у.

$M$  – момент, передаваемый цангой (Н·м)

В процессе вращающегося движения на изготовление инструмента возникает момент резания  $M_0$  при резании.

$$M = 0,2P_z = 0,2 \cdot 19,28 = 3,86 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$P_1 = 0,375 \frac{2,1 \cdot 10^4 \cdot 33^3 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 3}{30^3} \left( 0,0174 \frac{120}{2} + \sin 120 \cos 120 - 229,88 \frac{\sin^2 120}{120} \right)$$

$$P_1 = 3439 \text{ Н}$$

$$P_2 = \frac{1}{0,5} \sqrt{\frac{3,86^2}{9,1^2} + 4,82^2 \cdot 1,5}$$

$$P_2 = 243,126 \text{ Н}$$

$$P_3 = \frac{19,28 \cdot 2}{10}$$

$$P_3 = 3,86 \text{ Н}$$

$$Q = (3439 + 243,126 + 3,86) \cdot \text{tg}(30+7) = 3096 \text{ Н}$$

Определим необходимый диаметр поршня

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{p \cdot \pi \cdot \eta}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3096}{0,4 \cdot 3,14 \cdot 0,8}} = 111,4 \text{ мм}$$

где  $p$  – давление воздуха в магистрали

Принимаем  $D_p = 125 \text{ мм}$

Тогда фактическое усилие зажима равно:

$$Q = \frac{D^2 \cdot p \cdot \pi \cdot \eta}{4},$$

$$Q = \frac{125^2 \cdot 0,4 \cdot 3,14 \cdot 0,8}{4} = 3925 \text{ Н}$$

### 3.1.4 Компоновка приспособления

Рассмотрим элементы приспособления, в соответствии с рисунком 7.

Основным элементом приспособления является основание 6, на которое устанавливаются остальные детали приспособления. Поршень 7 необходим для обеспечения зажима и разжима детали, цанга 11 является базирующим и зажимным элементом приспособления, установочные пальцы 15 базируют приспособление на столе станка, остальные элементы являются крепежными либо необходимы для обеспечения правильной работы приспособления.

### 3.1.5 Расчет приспособления на точность

Рассчитаем погрешность установки для данного приспособления по формуле

$$\delta_{\varepsilon} = K\sqrt{\delta_c^2 + \delta_{p.0}^2 + \delta_{п.0}^2 + \delta_{б.и.б}^2 + \delta_z^2 + \delta_{п.н}^2 + \delta_n^2 + \delta_i^2 + \delta_{р.и}^2 + \delta_d^2 + \delta_{и.з}^2},$$

где  $\delta_c=0.01$  мм – согласно таблице 8.1 /6, с153/;

$\delta_{p.0}=0$  мм – т.к. установочные и измерительные базы совпадают;

$\delta_{п.0}=0.01$  мм – т.к. допустимое биение опорной поверхности у приспособления относительно посадочных поверхностей – центровых отверстий – принято 0.01 мм.;

$\delta_{б.и.б}=0$  мм – т.к. при базировании заготовки в цанге зазор отсутствует;

$\delta_z=0$  мм – т.к. усилие закрепления практически не будет вызывать дополнительного смещения оси центрального отверстия заготовки относительно оси приспособления;

$\delta_{п.н}=0$  мм – т.к. у приспособления нет направляющих элементов для инструмента;

$\delta_n=0$  мм – т.к. погрешность расположения инструмента относительно приспособления (настройка на размер) не порождает биения поверхности заготовки относительно оси приспособления;

$\delta_i=0$  мм – т.к. погрешность изготовления инструмента не порождает биения поверхности заготовки;

$\delta_{р.и}=0$  мм – т.к. погрешность изготовления инструмента не порождает биения поверхности заготовки;

$\delta_d=0$  мм – т.к. при чистовой обработке припуск мал и почти одинаков по окружности;

$\delta_{и.з}=0$  мм – т.к. износ инструмента не вызывает биения поверхности заготовки относительно оси приспособления.

$$\delta_{\varepsilon} = 1.2\sqrt{0,01^2 + 0,01^2} = 0,017\text{мм.}$$

## 3.2 Проектирования контрольного приспособления

### 3.2.1 Выбор схемы контроля

Согласно рекомендации [7] применяем схему контроля, показанную на рисунке 8.

При проведении замера, деталь устанавливается в призму и поджимается роликом. Индикатор рычажного типа настраивается на ноль. Деталь в процессе контроля поворачивается в призме и производится замер, погрешность изготовления детали фиксируется на индикаторных часах.



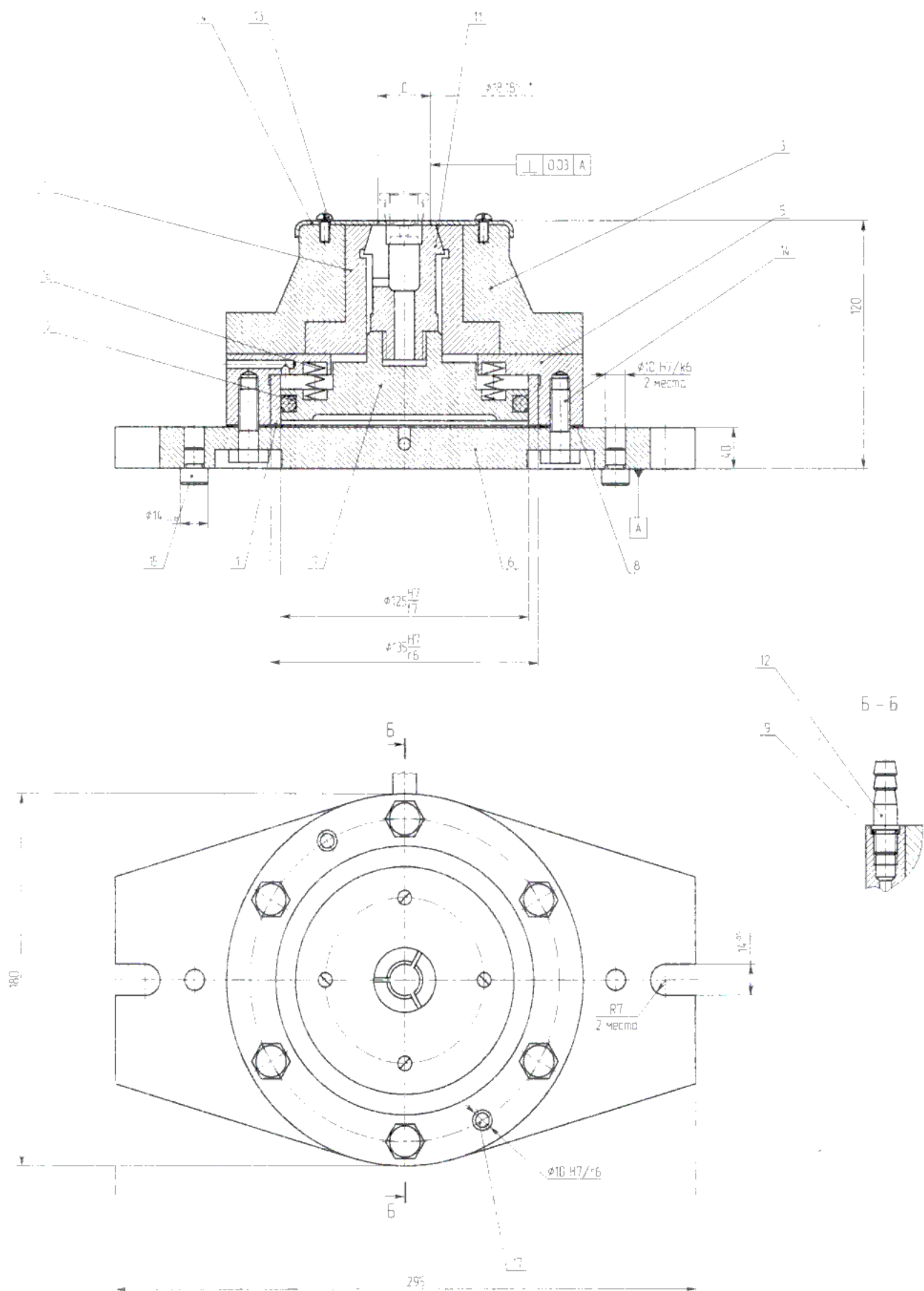


Рисунок 7 – Компоновка приспособления

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.139.000 ПЗ

Лист

40

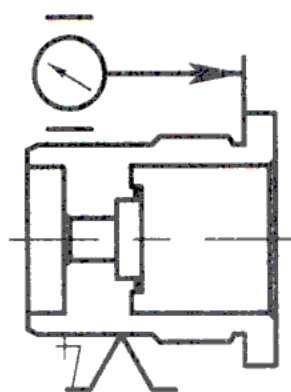


Рисунок 8 – Схема контроля



Рисунок 9 – Схема контрольного приспособления

### 3.2.2 Компоновка контрольного приспособления

Рассмотрим элементы приспособления, показанные на рисунке 10.

Приспособление состоит из стойки 5, на которую крепятся все основные элементы. В призму 6 устанавливается деталь по  $\varnothing 18e8$  и роликом 8 при помощи рычага 10 поджимается, чтобы не упасть. Индикатор часового типа 14 настраивается на ноль по эталонной детали. Рычаг 9 подводится к торцу детали и по показаниям индикатора проверяется годность данного параметра.

### 3.2.3 Расчет на точность

Погрешность измерения должна быть равна 25...30 % от значения контролируемого параметра.

Расчет погрешности измерения произведем по формуле (2.7)

$$\delta_c = K \sqrt{\delta_y^2 + \delta_s^2 + \delta_d^2},$$

где  $\delta_y$  -- погрешность установки детали в контрольном приспособлении,  $\delta_y=0.005$  мм;

$\delta_s$  -- погрешность статической настройки,  $\delta_s=0.001$  мм;

$\delta_d$  -- погрешность динамической настройки,  $\delta_d=0$ .

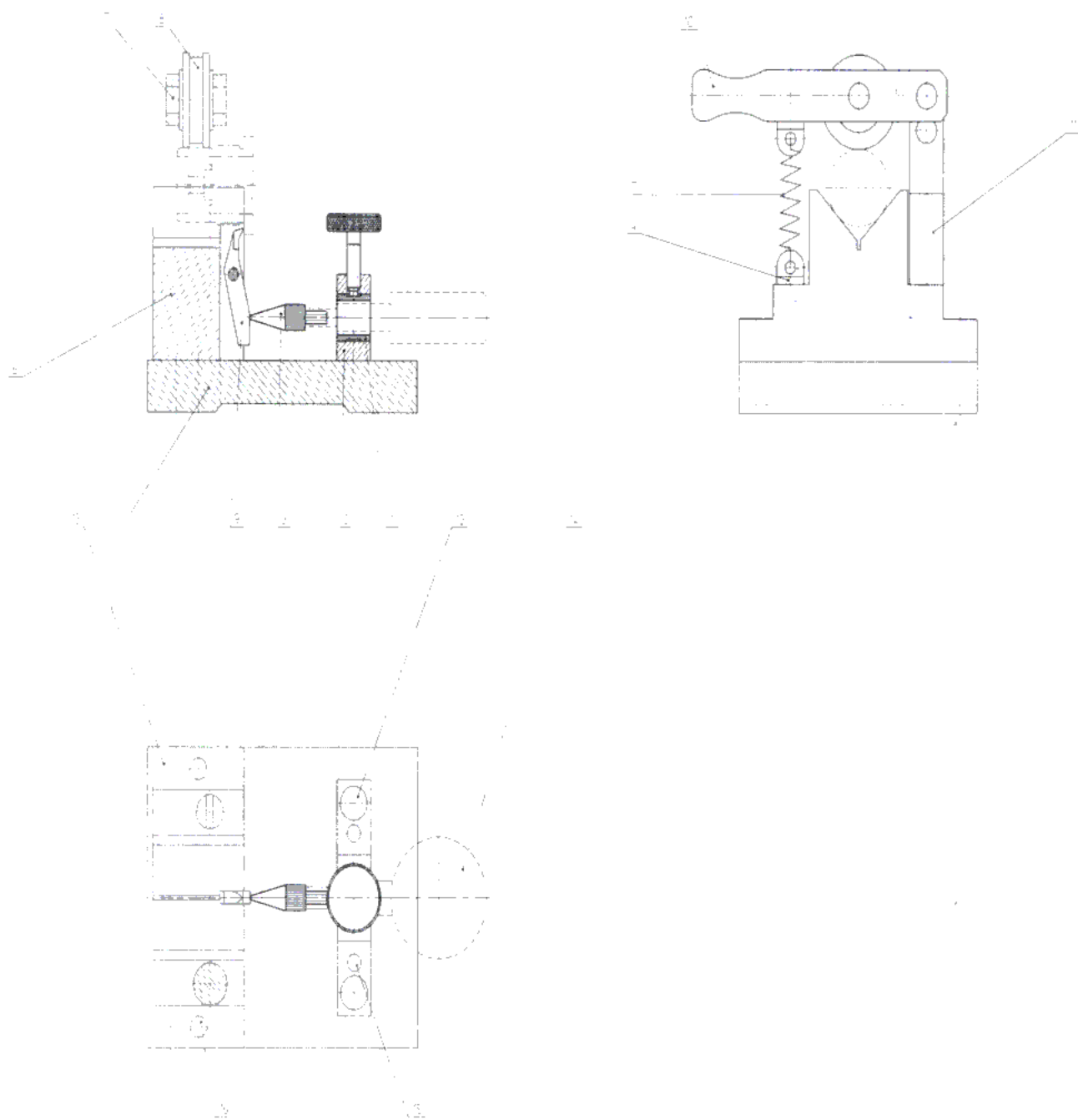


Рисунок 10 – Компоновка приспособления

$$\delta_{\varepsilon} = 1,2\sqrt{0,005^2 + 0,001^2} = 0,007\text{мм}$$

Это составляет 25% от значения контролируемого требования, а значит точность измерения – обеспечивается.

### 3.3 Проектирование режущего инструмента

В качестве режущего инструмента проектируем комбинированный инструмент для обработки отверстия, показанный на рисунке 11.

В качестве режущего инструмента конструируем комбинированный сверло – зенкер – зенковку для обработки отверстия  $\phi 5,96\text{H9}$  и фаски под углом  $25^\circ$ .

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

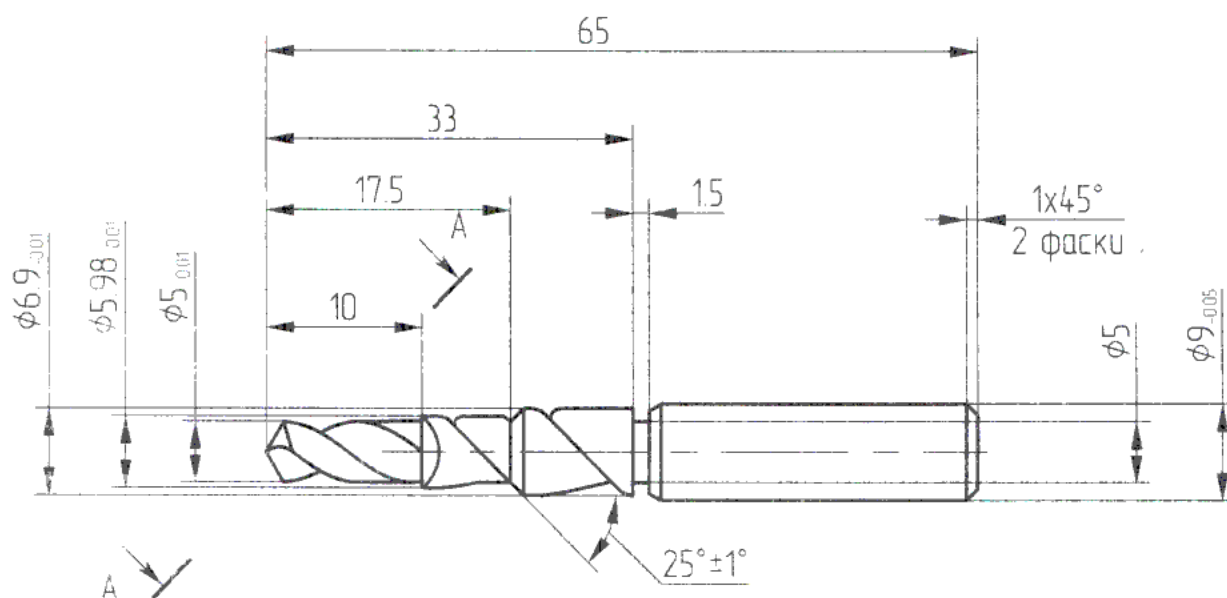


Рисунок 11 – Комбинированный инструмент

Рассчитаем необходимый диаметр хвостовика.

Принимаем:

1. Обрабатываемый материал: сталь 30X13 ГОСТ 4543-81
2. Шероховатость по задней и передней поверхности по 9 классу.
3. Принимаем конструктивно:

Передний угол  $\gamma = 10^\circ$ ;  $\alpha = 12^\circ$

Угол при вершине  $\omega = 118^\circ$

Диаметр сверла 5 мм., зенкера 5,96 мм., зенковки 6,9 мм.

Материал режущей части сталь P18.

Режимы резания на операции №10 переход 5

$S = 0,02$  мм/об

$V = 15$  м/мин

$n = 800$  об/мин

Сила резания

$P_z = 84,3$  Н

Осевая сила при сверлении - зенкерования влияет больше силы  $P_z$

$P_o = 1,411 \cdot P_z = 1,411 \cdot 84,3 = 119$  Н

Суммарный момент:

$$M_{\text{сум}} = \sqrt{\left(\frac{3}{16} P_l\right)^2 + \left(\frac{P_z D_c}{2}\right)^2}$$

$$M_{\text{сум}} = \sqrt{\left(\frac{3}{16} 119 \cdot 33\right)^2 + \left(\frac{84,3 \cdot 6,9}{2}\right)^2} = 14234 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$M_{\text{сум}} = 14234$  Н·мм

Диаметр хвостовика:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{сум}}{0,1 \cdot \sigma_u}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{14234}{0,1 \cdot 220}} = 8,65 \text{ мм}$$

$d=8,65$  мм

принимаем  $d=9$  мм.

Для хвостовика принимаем сталь 40Х с  $\sigma_u=220$  кг/мм<sup>2</sup>

### 3.4 Автоматизация загрузки фрезерного станка

При обработке лысок на фрезерном станке ОФ-55 автоматизирован процесс загрузки и разгрузки деталей в рабочей зоне станка, который показан в соответствие с рисунком 12. Комплекс состоит из зажимного приспособления 1, в которое устанавливается и закрепляется деталь; манипулятора 2, передающего детали в зажимное приспособление; поворотного стола 3; установочного приспособления 5, ориентирующего деталь на поворотном столе. Манипулятор 2 установлен на кронштейне 4, прикрепленном к поворотному столу.

Автоматический цикл состоит в следующем. Деталь, установленная в установочное приспособление на поворотном столе, при периодическом повороте стола поступает в рабочую зону манипулятора. Затем манипулятором переносится в рабочую зону станка и устанавливается в зажимном приспособлении. После обработки деталь переносится манипулятором в установочное приспособление. Приспособление остаётся свободным после снятия детали т.к. стол во время обработки не поворачивается. После установки детали в установочном приспособлении стол поворачивается и уже другая деталь переносится в рабочую зону манипулятора, затем цикл повторяется, установка детали на поворотный стол и снятие производится вручную или другими средствами автоматизации.

#### 3.4.1 Расчет усилий

Расчет диаметра поршня механизма зажима.

Расчет усилий действие сил на деталь, получаем два уравнения:

$$G=F_{тр} \text{ и } N=P,$$

где  $G$  – вес детали,  $G = 0,013$  кг;

$F$  – сила трения,  $F_{тр} = 2,8$

$$F_{тр} = f \cdot N$$

$f$  – коэффициент трения,  $f = 0,2$

Отсюда имеем:

$$P = \frac{G}{f}$$

С другой стороны

$$P \cdot l_1 = F \cdot l_2,$$

где  $l_1$  – плечо силы  $P$ ,  $l_1 = 55 \text{ мм} = 5,5 \text{ см}$

$l_2$  – плечо силы  $F$ ,  $l_2 = 21 \text{ мм} = 2,1 \text{ см}$

$$F = \frac{Q}{\cos \alpha},$$

где  $Q$  – усилие создаваемое поршнем,  $Q = 0,72 \text{ кгс}$

$\alpha$  – угол между силами,  $\alpha = 74^\circ$

Отсюда имеем:

$$Q = \frac{G \cdot l_1}{l_2 \cdot f} \cdot \cos \alpha,$$

$$Q = \frac{0,013 \cdot 5,5}{2,1 \cdot 0,2} \cdot \cos 74 = 0,72 \text{ кгс}$$

Определим поршень гидроцилиндра

$$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot p \cdot \eta,$$

где  $d$  – диаметр штока, принят конструктивно;  $d = 18 \text{ мм} = 1,8 \text{ см}$

$\eta$  – коэффициент потерь на трение;  $\eta = 0,85$

$p$  – давление масла в цилиндре,  $p = 2 \text{ кг/см}^2$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{p \cdot \eta \cdot \pi} + d^2}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,72}{2 \cdot 0,85 \cdot 3,14} + 1,8^2} = 2,01 \text{ см}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Принимаем  $D = 35$  мм.

Усилие подъёма траверсы

Вес траверсы вместе с корпусом и деталью  $G \approx 10$  кг.

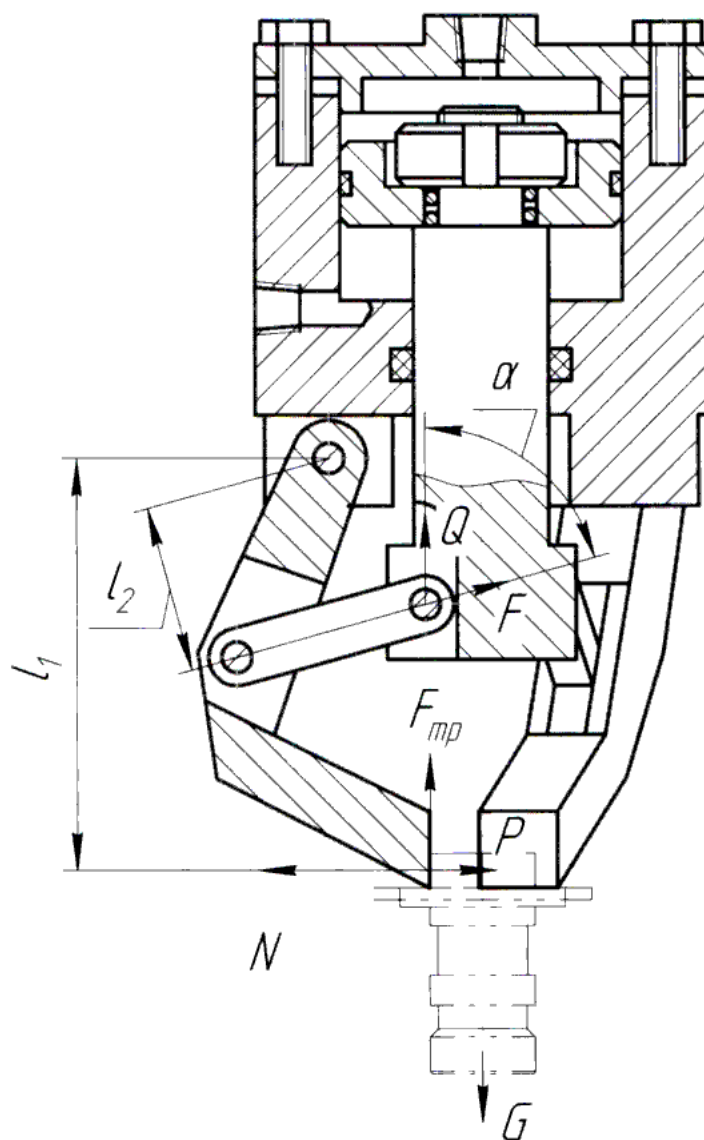


Рисунок 13 – Схема действующих сил

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\rho \cdot \eta \cdot \pi} + d^2}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,72}{2 \cdot 0,85 \cdot 3,14} + 1,8^2} = 2,01 \text{ см}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Принимаем  $D = 35$  мм.

Усилие подъёма траверсы

Вес траверсы вместе с корпусом и деталью  $G \approx 10$  кг.

Сила сопротивления движения траверсы вверх:

$$Q = G + N_{\text{тр}},$$

где  $N_{\text{тр}}$  – сила трения,  $N_{\text{тр}} = 2$  кг.

$$N_{\text{тр}} = G \cdot f$$

$$N_{\text{тр}} = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ кг}$$

$$Q = 10 + 2 = 12 \text{ кг}$$

Определим поршень гидроцилиндра

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta,$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{p \cdot \eta \cdot \pi} + d^2},$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 12}{2 \cdot 0,85 \cdot 3,14}} = 2,99 \text{ см}$$

Принимаем  $D = 35$  мм.

Усилие на штоке – рейке при повороте траверсы при давлении  $p = 2$  кг/см<sup>2</sup>:

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p$$

$$F = \frac{3,14 \cdot 5^2}{4} \cdot 2 = 39,25 \text{ кг}$$

где  $D$  – диаметр поршня,  $D = 50$  мм = 5 см

					151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47



### 3.5 Манипулятор

Манипулятор состоит из корпуса 8, в соответствии с рисунком 13, в котором на конических подшипниках 7 установлен вал – шестерня 9. Зубья шестерни сцепляются со штоком – рейкой 11, на концах которой укреплены поршни 10. Корпус 8 – кроме того, выполняет роль гидроцилиндра.

На верхнем конце вала – шестерни 9 установлена траверса 5, в которую по резьбовой поверхности входит цилиндр 6, таким образом, вал – шестерня 9 является ещё и поршнем гидроцилиндра. На другом конце траверсы 5 укреплен корпус 3. Деталь закрепляется и удерживается тремя захватами 1, расположенными под углом  $120^{\circ}$  в корпусе 3. Захваты соединены со штоком 2, на котором установлен поршень 4. Корпус 3 – кроме того, выполняет роль гидроцилиндра. Траверса 5 вместе с корпусом 3 имеет два движения: вертикальное и круговое.

Вертикальное перемещение вверх осуществляется при подаче давления в полость цилиндра 6, при этом траверса поднимается вверх. При сбросе давления в цилиндре траверса вместе с корпусом опускается вниз под собственным весом.

Круговое движение (на угол  $180^{\circ}$ ) траверса вместе с корпусом получает при подаче давления в одну из полостей перед поршнем 10. При этом поршень перемещает шток – рейку, а та в свою очередь вращает вал – шестерню вместе с траверсой, через шпонку 14 установленную на валу. Винты 13 служат для регулирования величины угла поворота вала. Винт 12 является ограничителем хода траверсы в вертикальном направлении. Захват детали производится при опускании траверсы с корпусом. Давление подается в нижнюю часть гидроцилиндра корпуса 1. Поршень 4 перемещает вверх шток 2 производя сжим захватов. Захваты обхватывают деталь. Затем происходит подъём траверсы вместе с деталью. После подъёма при повороте траверсы на  $180^{\circ}$  деталь опускается в зажимное приспособление, где и закрепляется. Давление подается в верхнюю часть гидроцилиндра корпуса 1. Поршень 4 перемещает вниз шток 2 производя разжим захватов. Траверса поднимается и поворачивается в исходное положение. Управление перемещениями траверсы, движением поворотного стола и работой зажимного приспособления производится при помощи систем автоматического управления (датчики, микропереключатели, упоры и другое) установленных на узлах и приспособлениях комплекса.

### 3.6 Расчет болтов и шпонок на срез

Болты и шпонки рассчитываются на срез по формуле:

$$[\tau_{ср}] > \tau_{ср} = K \cdot (P/S \cdot n),$$

где  $[\tau_{ср}]$  – допустимое напряжение на срез;

$\tau_{ср}$  – расчетное напряжение на срез;

$K=1,5$  – коэффициент запаса;

$P$  – нагрузка;

					151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

S – площадь сечения;

n – количество болтов (шпонок)

Расчет болта 1

Болт выполняет функцию шпонки, сила действующая на болт равна усилию гидроцилиндра подъема траверсы ( $P = 19,2 \text{ кгс}$ ). Площадь болта определить по формуле:

$$S = \pi \cdot d^2 / 4 ,$$

где  $d = 0,5 \text{ см}$  – диаметр болта

$$S = 3,14 \cdot (0,5)^2 / 4 = 0,3925 \text{ см}^2$$

$$\tau_{\text{ср}} = 1,5 \cdot (19,2 / (0,3925) \cdot 1) = 73,37 \text{ кгс/см}^2 = 7,19 \text{ МПа}$$

Выбираем болты по ГОСТ 10602-94 из стали 20  $[\tau_{\text{ср}}] = 250 \text{ МПа}$

Расчет шпонки 2.

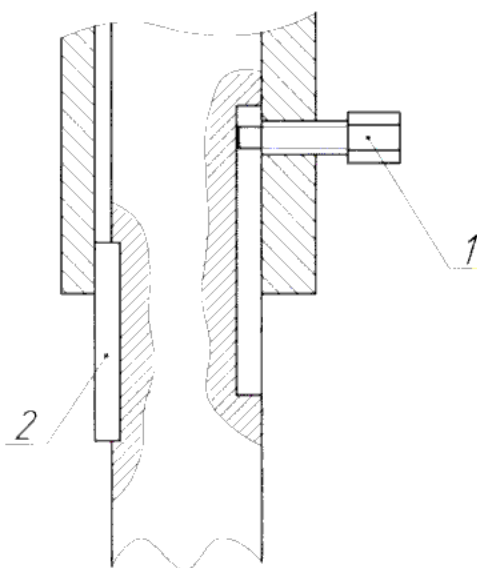


Рисунок 14 – Расположение болта и шпонки

Сила действующая на болт равна усилию гидроцилиндра поворота траверсы ( $P = 76,8 \text{ кгс}$ ). Площадь шпонки определить по формуле:

$$S = l \cdot b ,$$

где  $l = 0,7 \text{ см}$  – длина активной части шпонки

$b = 0,5 \text{ см}$  – ширина шпонки.

$$S = 0,7 \cdot 0,5 = 0,35 \text{ см}^2$$

$$\tau_{\text{ср}} = 1,5 \cdot (76,8 / (0,35) \cdot 1) = 329,14 \text{ кгс/см}^2 = 32,25 \text{ МПа}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Расчет болтов крепления механизма зажима.

Сила механизма зажима  $G = 6$  кгс.

Площадь болта определяется по формуле:

$$S = \pi \cdot d^2 / 4,$$

где  $d = 0,645$  см – диаметр болта

$$S = 3,14 \cdot (0,645)^2 / 4 = 0,37 \text{ см}^2$$

$$\tau_{ср} = 1,5 \cdot (6 / (0,37) \cdot 4) = 6,08 \text{ кгс/см}^2 = 0,6 \text{ МПа}$$

Выбираем болты по ГОСТ 10602-94 из стали 45 [ $\tau_{ср}$ ] = 300 МПа

Расчет болтов крепления крышки. Вес траверсы вместе с корпусом, деталью и ват-шо-стерней  $G \approx 13$  кг

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot Q}{n \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2)},$$

где  $Q = 13$  кг – сила действующая на болт

$D = 0,3$  см – наружный диаметр резьбы

$d = 0,416$  см – внутренний диаметр резьбы

$n = 4$  – количество болтов.

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot 13}{4 \cdot 3,14 \cdot (0,64 - 0,416)} = 11,32 \text{ кгс/см}^2 = 120,75 \text{ МПа}$$

Выбираем болты по ГОСТ 10602-94 из стали 45 [ $\sigma_p$ ] = 600 Мпа

Эксперт по разделу три

В конструкторском разделе было спроектировано приспособление для фрезерования дисков. Спроектирован комбинированный режущий инструмент и приспособление для контроля торцевого биения, а также спроектирован автоматизированный фрезерный комплекс.

Изм.	№	Дата	Подпись	Дата

## 4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

### 4.1 Определение количества оборудования и работающих.

Исходные данные для проектирования участка механической обработки детали «Пробка» сведем в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные

№ оп.	Наименование операции	Модель станка	Кол-во станков	К-т загрузки
010	Токарная с ПУ	QTN-100MY	2	0,895
020	Слесарная	Мотоустановка	1	0,160
030	Токарная с ПУ	QTN-100MY	2	0,947
040	Фрезерная	ОФ-55	1	0,100
050	Фрезерная	МСV-300	2	0,845
060	Слесарная	Мотоустановка	2	0,825
110	Доводочная	Мотоустановка	1	0,825
130	Шлифовальная	3110М	1	0,470
140	Слесарная	Мотоустановка	1	0,160

Для современного механосборочного производства характерен невысокий уровень автоматизации, потому технологическое оборудование должно обеспечивать не только автоматизацию обработки или сборки, но и стыковаться с оборудованием и техническими средствами, объединяющие отдельные виды технологического оборудования в единый автоматизированный производственный процесс.

Характер и состав технологического оборудования во многом определяются типом производства.

При выборе состава технологического оборудования современных цехов механосборочного производства, не обходимо учитывать следующие основные тенденции: интенсификацию технологических процессов; повышение качества обработки деталей и сборки машин; комплексную автоматизацию производственных процессов; повышение производительности труда и рентабельности производства.

Состав технологического оборудования:

1) Операция 10 и 30 токарная с ПУ: токарный QTN- 100MY

Технические характеристики:

Габаритные размеры:

Длина · ширина · высота

2130x1630x1800

Вес, кг.: 3800

2) Операция 40 фрезерная: фрезерный «ОФ-55»

Технические характеристики:

Длина · ширина · высота

1800x950x1250

Вес, кг.: 900

3) Операция 20, 60, 140 слесарная: мотоустановка

Технические характеристики:

Габаритные размеры:

Длина · ширина · высота

1200x600x830

Вес, кг.: 52

4) Операция 130 шлифовальная: кругло-шлифовальный «3110М»

Технические характеристики:

Габаритные размеры:

Длина · ширина · высота

870x590x2080

Вес, кг.: 450

Расчет основного технологического оборудования

Поточные методы работы в основном характерны для условий массового и крупносерийного производства. Число станков определяется для каждой операции по формуле :

$$C/p = \frac{t_{\text{шт}}}{\tau},$$

где  $t_{\text{шт}}$  - штучное время выполнения операции.

$$t_{\text{шт}} = (t_{\text{м}} + t_{\text{всп}}) \left( 1 + \frac{\alpha}{100} \right),$$

где  $\alpha = 6...10\%$  - процент потерь на обслуживании рабочего места и регламентированные перерывы в работе в зависимости от сложности наладки станков.

$$\tau = \frac{\Phi_0 \cdot 60}{N} - \text{такт выпуска деталей, мин,}$$

$$\Phi_0 = 3800.$$

					151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

$$\tau = \frac{3800 \cdot 60}{5000} = 45,6$$

$t_{шт10} = 6,15$  мин,  $t_{шт30} = 2,6$  мин,  $t_{шт20,140} = 2,5$  мин,  $t_{шт40} = 1,54$  мин,  
 $t_{шт50} = 6,44$  мин,  $t_{шт130} = 2,22$  мин,  $t_{шт60} = 3,5$  мин,  $t_{шт110} = 4,5$  мин

$C'_p / 10 = 1,96 = 2$ ,  $C'_p / 30 = 1,86 = 2$ ,  $C'_p / 20,140 = 0,16 = 1$ ,  $C'_p / 40 = 0,1 = 1$

$C'_p / 50 = 1,53 = 2$ ,  $C'_p / 110 = 0,47 = 1$ ,  $C'_p / 130 = 0,32 = 1$ ,  $C'_p / 60 = 1,64 = 2$

После этого определяем коэффициент загрузки станков на данной операции, который равен:

$$K_3 = \frac{C'_p}{C_p}$$

$K_{310} = 0,98$ ;  $K_{330} = 0,93$ ;  $K_{320,140} = 0,16$ ;  $K_{340} = 0,62$ ;  $K_{350} = 0,765$ ;  $K_{3110} = 0,47$ ;  $K_{3130} = 0,32$ ;  
 $K_{360} = 0,82$

$$K_{зср} = 0,713$$

Результаты расчетов в соответствии с типом производства при двухсменной работе составляет:  $K_{зср} \geq 0,7$  в массовом и крупносерийном производстве.

#### Определение состава и количества работающих

При детальном расчете число производственных рабочих – станочников уточняют с учетом размещения оборудования и анализа условий многостаночного обслуживания. Основное условие использования многостаночного обслуживания заключается в том, чтобы за время автоматической работы одного станка рабочий мог выполнить работу по обслуживанию других станков, то есть:

$$t_M \geq \sum_{i=1}^{m-1} t_{pi}$$

$$m \leq \frac{tm}{tp} + 1$$

1) Операция 10:  $m = 1,96$ ,

т.е. один рабочий может обслуживать 2 станка (всего 2 станка);

2) Операция 30:  $m = 1,860$ ,

т.е. один рабочий может обслуживать 2 станка (всего 2 станка);

3) Операция 20,140:  $m = 0,16$ ,

					151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53



т.е. один рабочий может обслуживать 1 станок (всего 1 станок);

4) Операция 40:  $m = 0,1$ ,

т.е. один рабочий может обслуживать 1 станок (всего 1 станок);

5) Операция 50:  $m = 1,53$ ,

т.е. один рабочий может обслуживать 1 станок (всего 2 станка);

6) Операция 60:  $m = 1,64$ ,

т.е. один рабочий может обслуживать 1 станок (всего 2 станка);

7) Операция 110:  $m = 0,47$ ,

т.е. один рабочий может обслуживать 1 станок (всего 1 станок);

8) Операция 130:  $m = 0,32$ ,

т.е. один рабочий может обслуживать 1 станок (всего 1 станок);

На первой операции принимаем:

1 станочник обслуживает 2 станка.

На второй операции принимаем:

1 станочник обслуживает 2 станка.

На третьей операции принимаем:

1 станочник обслуживает 2 станка.

На четвертой операции принимаем:

1 станочник обслуживает 1 станок.

На пятой операции принимаем:

2 станочника обслуживают 2 станка.

На шестой операции принимаем:

2 станочника обслуживают 2 станка.

На седьмой операции принимаем:

1 станочник обслуживает 1 станок.

На восьмой операции принимаем:

1 станочник обслуживает 1 станок.

Общая численность производственных рабочих равна  $R_{ст} = 10$ .

Численность вспомогательных рабочих при укрупненном проектировании принимают общим числом в зависимости от числа производственных рабочих.

Вспомогательные рабочие 20% от числа производственных рабочих:

$$R_{всп} = R_{ст} \cdot 0,2,$$

$$10 \cdot 0,2 = 2$$

Численность ИТР при укрупненном проектировании принимают общим числом в зависимости от числа основных станков цеха (15-20%):

$$R_{итр} = (C_{п1} + C_{п2} + C_{п3} + C_{п4}) \cdot 0,15,$$

$$8 \cdot 0,15 = 1,2$$

Численность служащих при укрупненном проектировании принимают общим числом в зависимости от числа производственных рабочих.

Служащие 0,5-1,4% от числа производственных рабочих:

					151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$R_{сл} = R_{ст} \cdot 0,01,$$

$$10 \cdot 0,01 = 0,1$$

#### 4.2 Выбор типов и определение количества транспортных средств

Для перемещения заготовок и деталей между операциями выбираем подвесной конвейер. С помощью него можно обслуживать станки с разной высотой загрузки [16].

При выборе типа мостового крана для участка механического цеха необходимо учесть следующее:

1) мостовые краны следует устанавливать внутри здания тогда, когда невозможно использовать менее дорогостоящих и не требующих увеличения размеров и стоимости здания грузоподъемных средств;

2) при ограниченной работе средней интенсивности при массе грузов 5...10 т и пролетах крана до 35 м;

3) применение однобалочных кранов при ограниченной работе средней интенсивности и грузоподъемности 5...10 т допускается только в тех случаях, когда установка подвесных кранов невозможна;

4) применение двухбалочных электрических кранов на всех режимах работы грузоподъемности 5...10 т допускается только при выполнении установочных операций на пониженных скоростях и отсутствии однобалочных кранов с соответствующими характеристиками;

5) дистанционное управление с помощью подвесного кнопочного пульта следует применять при скоростях передвижения кранов до 0,83 м/сек, возможности беспрепятственного и безопасного перемещения оператора и крана, отсутствии повышенных требований к точности установки груза.

Расчет потребного количества мостовых кранов проводится на основе веса перемещаемых грузов и количества крановых операций.

Потребное количество мостовых кранов определяется по формуле:

$$K = \frac{D \cdot i}{\Phi_m} \left( \frac{\frac{l_{ср}}{V_{ср}} + t_3 + t_p}{\Phi_n K_1} \right),$$

где  $D$  -- количество перевезенных грузов на годовую программу

$$D = N \frac{G_1}{G_k} = 5000 \frac{0,023}{1} = 115 \text{ шт.},$$

										Лист
										55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					151001.2016.139.000 ПЗ	



$$D = N \frac{G1}{Gк} = 5000 \frac{0,023}{1} = 115 \text{ шт.},$$

$\Phi$  – количество рабочих дней в году,  $\Phi = 240$ ;

$m$  – количество рабочих смен в сутки,  $m=2$ ;

$i$  – количество крановых операций на один перевезенный груз,  $i=1$ ;

$l_{ср}$  – средняя длина пути на одну крановую операцию,  $l_{ср}=6$ ;

$V_{ср}$  – средняя скорость движения крана,  $V_{ср}=0,8$ ;

$t_3, t_p$  – время на одну загрузку и одну разгрузку,  $t_3 = 2, t_p = 2$ ;

$\Phi_H$  – номинальный фонд времени работы крана,  $\Phi_H=480$ ;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий простои крана,  $K_1=0,85$ .

$$K = \frac{115 \cdot 2}{240 \cdot 2} \left( \frac{\frac{21}{30} + 20 + 20}{480 \cdot 0,85} \right) = 0,05,$$

Полученное количество кранов  $K$  округляется до целого числа  $K_{ц}$  в большую сторону. Принимаем  $K=1$ .

Коэффициент загрузки крана  $K_{1кр}$  по времени:

$$K_{1кр} = \frac{K}{K_H} = \frac{0,05}{1} = 0,05,$$

Для перемещения заготовок и деталей между операциями выбираем электротележку.

Определим потребное количество электротележек по формуле

$$T = \frac{Q \cdot i}{q \cdot 60 \cdot \Phi_H \cdot m \cdot K_1} \left( \frac{l_{ср}}{V_{ср}} + t_3 + t_p \right),$$

где  $Q$  – годовой грузопоток деталей (заготовок);

$q$  – заполнение электротележек за один рейс;

$i$  – количество транспортных операций с грузом на один рейс;

$\Phi_H=2070$  часов – номинальный годовой фонд времени работы электротележки-водну смену;

$K_1=0,85$  – коэффициент, учитывающий простои электротележки;

$l_{ср}$  – пробег электротележки за один рейс туда и обратно, м.;

$V_{ср}$  – средняя скорость электротележки, м/мин;

$m$  – количество рабочих смен в сутки;

$t_3, t_p$  – время одной загрузки и одной разгрузки тележки, мин.

					Лист
					56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.139.000 ПЗ

$$T = \frac{5000 \cdot 14}{50 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 2 \cdot 0,85} \cdot \left( \frac{60}{116} + 10 + 10 \right) = 0,14,$$

Принимаем  $T=1$

Для данного участка механического цеха принимаем одну электротележку ЭТМ.

#### 4.3 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей

Величину площади складов определяют исходя из необходимости хранения определенного количества запаса металла, заготовок, полуфабрикатов или деталей с учетом допустимой грузонапряженности пола складского помещения:

$$S_0 = \frac{Q_0 \cdot a_{cp}}{\Phi \cdot g_{cp} \cdot K_n},$$

где  $Q_0$  – общий черновой вес материалов или заготовок, подлежащих механи-

ческой обработке в течение года,  $Q_{03} = 0,5$  т,  $Q_{03} = 7,5$  т;

$a_{cp}$  – среднее количество дней, на которое принимается запас материала (запас материалов и заготовок должен быть невелик и содержать минимум, необходимый для бесперебойной работы станков),  $a_{cp} = 6$ ;

$\Phi$  – количество рабочих дней в году,  $\Phi = 240$ ;

$g_{cp}$  – среднедопустимая нагрузка на площадь цеха,  $g_{cp} = 2$  т/м<sup>2</sup>;

$K_n$  – коэффициент использования площади склада – отношение полезной площади склада к его общей площади, включая проходы, проезды,  $K_n = 0,35$ .

Определим площадь склада под заготовки

$$S_{03} = \frac{14 \cdot 6}{240 \cdot 2 \cdot 0,35} = 0,5 \text{ м}^2,$$

Определим площадь склада под детали

$$S_{ca} = \frac{3,2 \cdot 2}{240 \cdot 2 \cdot 0,35} = 0,05 \text{ м}^2.$$

#### 4.4 Выбор способа транспортирования стружки

В результате механической обработки металлов резанием образуется значительное количество стружки, которое можно определить как разность масс заготовки и детали из расчета годового объема выпуска.

При укрупненных расчетах массу стружки можно принимать равной 10...15% массы готовых деталей.

					151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Для облегчения транспортирования длина стружки должна быть не более 200 мм, а диаметр спирального витка - не более 25...30 мм.

Техническое решение по организации сбора и транспортирования стружки зависит от годового количества стружки, образованного на 1м<sup>2</sup> цеха. Существует три системы уборки стружки от станков: М – механизированная с использованием ручного труда, средств малой механизации; К – комбинированная, когда предусматривают линейные конвейеры вдоль станочных линий со специальной тарой в конце конвейера; А – автоматизированная с применением средств непрерывного транспорта.

Площадь участка определяется по формуле:

$$F = n_1 \cdot q_1 + n_2 \cdot q_2 + n_3 \cdot q_3,$$

где  $n_1, n_2, n_3$  – количество станков соответственно мелких, средних и крупных, шт.,  $n_1 = 5, n_2 = 8; n_3 = 0$ .

$q_1, q_2, q_3$  – удельная площадь, приходящая соответственно на один мелкий, средний и крупный станок, м<sup>2</sup>,  $q_1 = 12, q_2 = 25, q_3 = 45$

$$F = 5 \cdot 12 + 8 \cdot 25 + 0 \cdot 45 = 260 \text{ м}^2$$

Количество стружки на 1м<sup>2</sup> цеха

$$Q = \frac{0,15 \cdot 1 \cdot 280}{260} = 0,16$$

Так как  $Q = 0,16$ , принимаем механизированная с использованием ручного труда, средств малой механизации (К до 0,3). В данном случае целесообразно собирать стружку в специальные ёмкости и доставлять к месту сбора или переработки напольным транспортом.

#### 4.5 Планировка оборудования

Оборудование на участке располагается по ходу технологического процесса с учетом требуемых расстояний между станками и элементами конструкций здания, транспортных устройств. Операции скомпонованы таким образом, чтобы был выполнен основной принцип – наикратчайший путь движения детали от склада заготовок до склада готовой продукции, при отсутствии встречных и пересекающихся круговых потоков [16].

Для обеспечения безопасности и удобства, а так же нормального обслуживания оборудования рекомендуется выдерживать определенные расстояния между габаритами станков и транспортными устройствами.

Станки QTN-100MY расположены на расстоянии между боковыми стойками станков 0,9 м. Расстояние между станками составляет 1,7 м, так как станки стоят тыловыми сторонами.

					151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

За группой станков с ЧПУ идет мотоустановка расстояние между тыльными сторонами МУ-1 и ОФ-55 составляет 0,8м. Фрезерные станки расположены напротив мотоустановки на расстоянии 2,5 м. Далее расположены еще две мотоустановки, шлифовальный станок 3110М и еще мотоустановка, стол контролера КС и стол мастера СМ.

Производственную площадь участка составляет 280 м<sup>2</sup>, общая длина – 28м, общая ширина – 11 м.

Планировка участка представлена в соответствии с рисунком 18.

#### 4.6 Выбор типа, формы и определение размеров здания

В последнее время признано более целесообразным для естественного освещения применять светопрозрачные проемы в кровле в виде зенитных фонарей – плафонов из стеклопакетов, из органического стекла, стеклопластика и в идее стекложелезобетонных панелей.

Принимаем плафоны из оргстекла и стеклопластика в соответствии с рисунком 13. Они обладают повышенной прочностью и не задерживают на себе снега. Применение плафонов позволяет изменять в широких пределах значения коэффициента естественной освещенности в рабочей зоне помещений,

равномерно освещать рабочую площадь, снижать теплопотери в зимнее время и, кроме того, снижать стоимость строительства и эксплуатации. В соответствии с рисунком 17 изображена схема здания в поперечном сечении. Высота пролета здания зависит от высоты устанавливаемого оборудования.

Рассчитываем полезную высоту пролета:

$$H = H_1 + H_2,$$

где  $H_1$  – высота подкранового пути;

$H_2$  – высота, включающая габаритные размеры крана от головки подкранового рельса до верхней точки тележки крана.

$$H_1 = k + z + e + f + c,$$

где  $k$  – высота станка с наибольшим вертикальным габаритом, 2,08 м;

$z$  – промежуток между транспортируемым предметом, поднятым в верхнее положение, и верхней точкой наиболее высокого станка,  $z = 0,5$  м;

$e$  – высота наибольшего транспортируемого предмета, 1,0 м;

$f$  – высота стропальных устройств,  $f = 1,0$  м;

$c$  – расстояние от предельного верхнего положения крюка до линии, проходящей через головки подкрановых рельсов, 1,0 м.

$$H_2 = A + m + (200...400)$$

где  $A$  – габаритная высота крана,  $A = 2100$  мм;

$m$  – расстояние между верхней точкой крана и нижней поверхностью покрытия,  $m = 100$  мм.

В итоге получаем:

					151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

$$H_1 = 2,08 + 0,5 + 3,5 + 1,0 + 1,0 = 8,08 \text{ мм};$$

$$H_2 = 2100 + 100 + 200 = 2400 \text{ мм};$$

$$H = 8,08 + 2,4 = 10,48 \text{ мм}.$$

Из унифицированных размеров высоты крановых пролетов выбираем ближайшие значения  $H$  и  $H_1$ . Принимаем  $H = 10,8 \text{ м}$ ,  $H_1 = 8,4 \text{ м}$ .

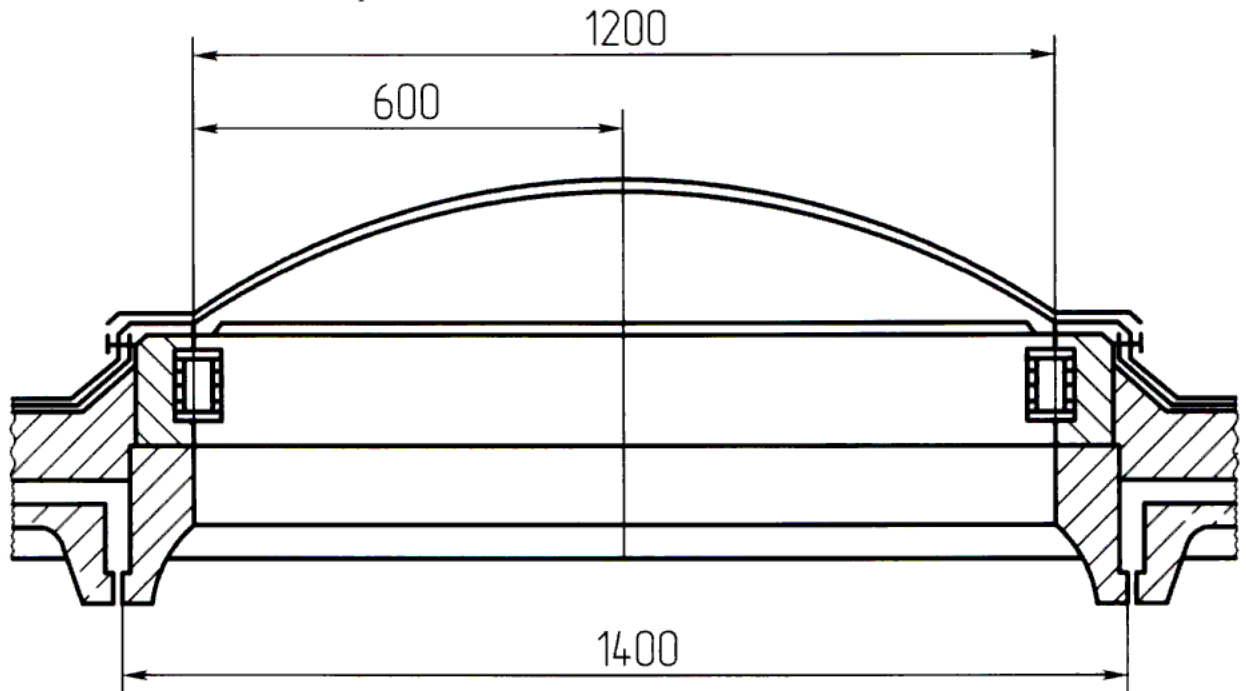


Рисунок 13 – Конструкция проема в кровле здания

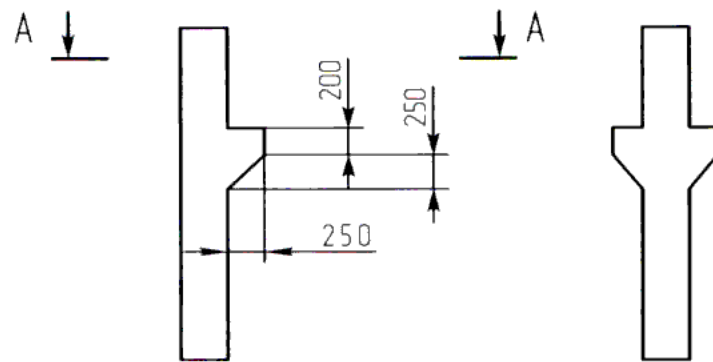
Колонны одноэтажных промышленных зданий преимущественно делают железобетонными прямоугольного сечения. Для высоты пролета 10,8 м, оборудованного мостовым краном, ставят колонны прямоугольного сечения с консолями серии КЭ-01-49. Основные размеры колонн в соответствии с рисунком 14.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.139.000 ПЗ

Лист

60



A - A

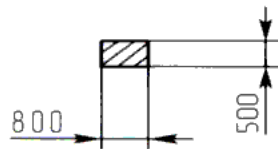


Рисунок 14 – Колонны для здания

Верхнее покрытие пола бетонное 50

Гидроизоляция

Песчано-цементная стяжка 25

Бетонная подготовка 200

Трамбованный грунт

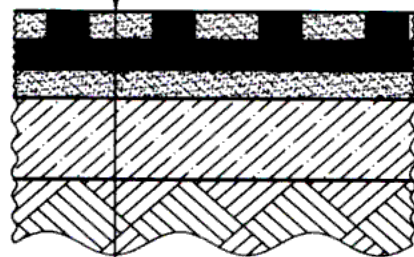


Рисунок 15 – Эскиз конструкции пола

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Защитный слой грабля 25
Гидроизоляционный ковер 25
Песчано-цементная стяжка 50
Утеплитель плитный 15
Пароизоляция (пергаментная бумага)
Песчано-цементная стяжка 50
Железобетонные плиты 450

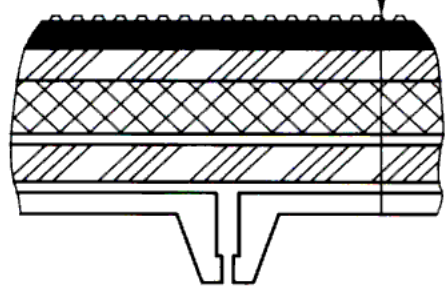


Рисунок 16 – Эскиз конструкции кровли

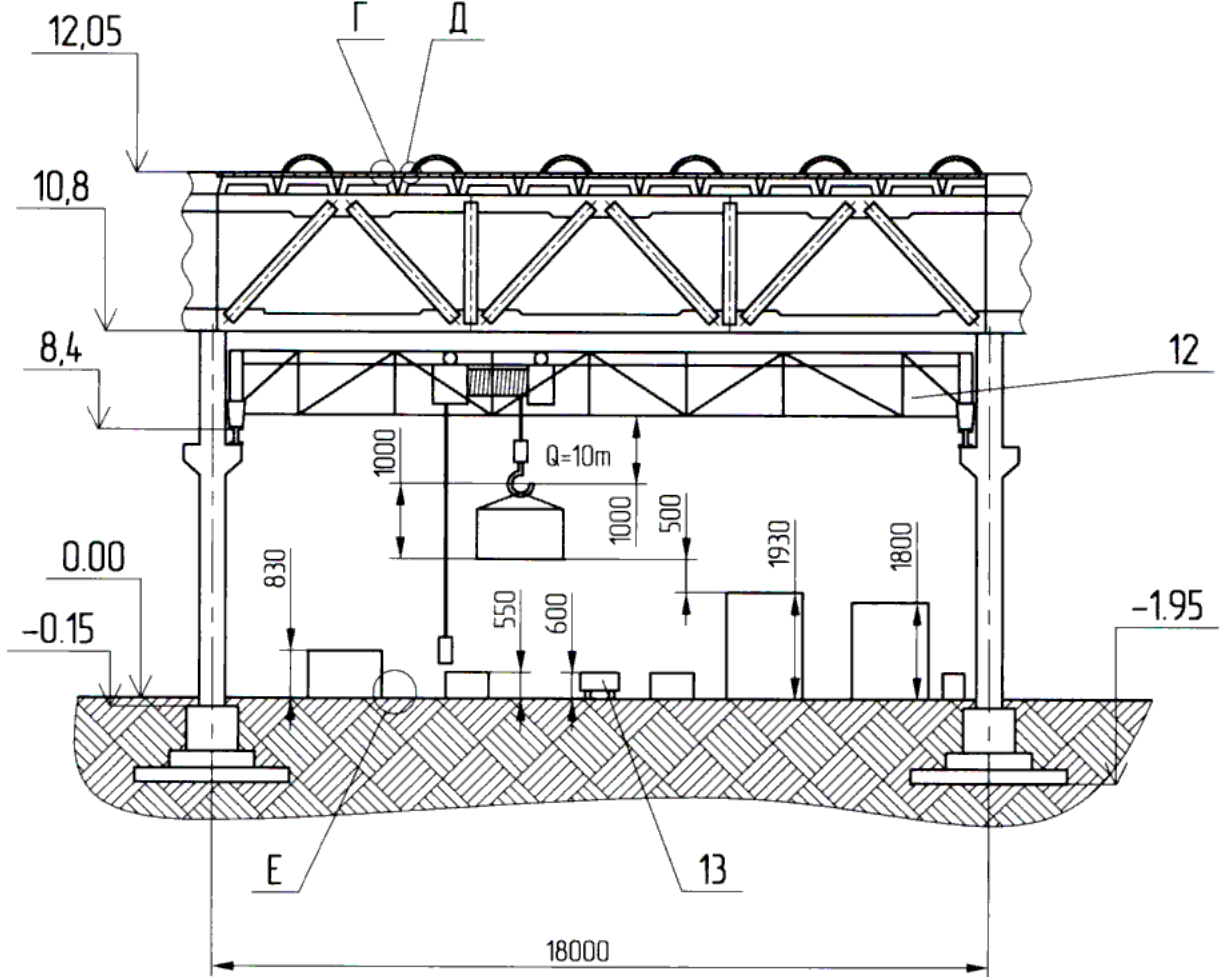


Рисунок 17 – Схема здания в поперечном сечении

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.139.000 ПЗ

Оборудование участков устанавливается непосредственно на полу. Поэтому полы в цехах представляют собой многослойную конструкцию, включающую трамбованный грунт 1, надежную бетонную подготовку 2 толщиной 200...300мм, выравнивающей песчано-цементной стяжки 3, гидроизолирующей прокладки 4 из рубероида для защиты пола и основания от производственных жидкостей, верхнего покрытия пола 5, которое должно быть не пылящимся и удобным для очистки, удовлетворяющим санитарно-гигиеническим, эксплуатационным и противопожарным требованиям.

Кровля является ограждающим утепленным покрытием. В качестве первого слоя применяется песчано-цементная стяжка 6, выравнивающая плиты покрытия и заполняющая их швы; она покрывается паронепроницающей 5 из пергамента или алюминиевых листов по дегтевой или битумной грунтовке. Затем накладывается утеплитель 4, представляющий собой плиты или других легких теплоизоляционных материалов. Чтобы создать достаточно жесткое и ровное основание для гидроизоляционного ковра, на поверхность теплоизоляционного покрытия накладывают стяжку 3 из песчано-цементного раствора или асфальта. Верхним слоем на кровле является защитный слой гравия 1, в соответствии с рисунком 16.

#### Выводы по разделу четыре

Проектирование машиностроительных цехов имеет важное значение в развитии промышленности.

Достижение максимальной эффективности машиностроительного производства, возможность выпуска конкурентоспособной продукции, гибкое реагирование на рыночную конъюнктуру невозможны без рационального подхода к проектированию предприятий. Достижение максимальной эффективности во многом зависит от рационального выбора:

1. состава цехов (подразделений);
2. номенклатуры оборудования;
3. организации транспортного и энергетического хозяйства предприятия.

Кроме того, обеспечение экологической безопасности производства и соответствия технологического процесса нормам техники безопасности также во многом закладывается на стадии проектирования предприятия.

В строительном разделе в качестве исходных данных для составления планировки участка механической обработки детали «Штуцер» были выбраны результаты экономического расчета, в том числе количество станков и производственных рабочих. На их основе осуществлен выбор типов и количества транспортных средств; способа транспортирования стружки: типа, формы и размеров здания, произведен расчет площадей для складирования заготовок и деталей.



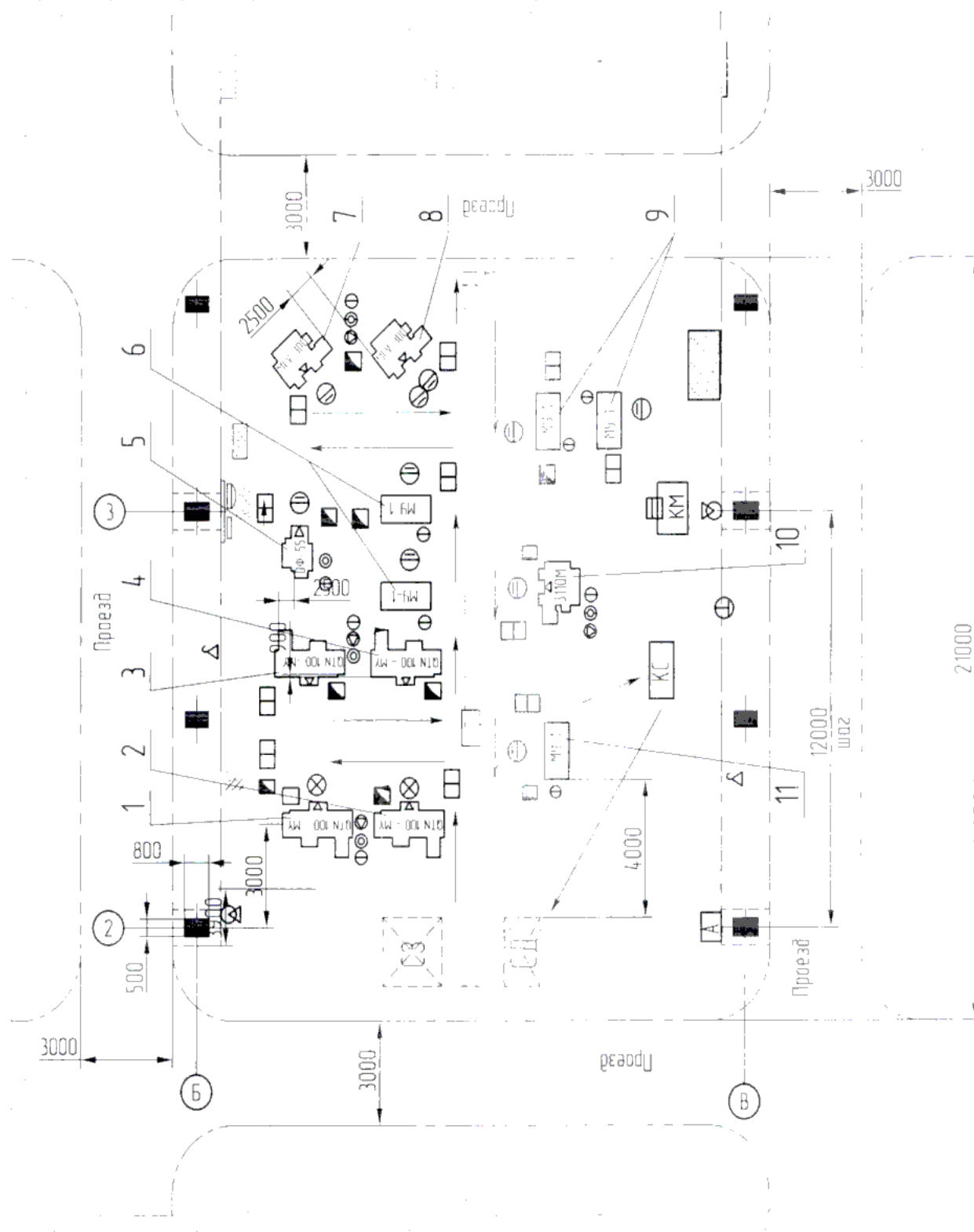


Рисунок 18 – Планировка участка

						151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			64

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В данном разделе предлагается раскрыть вопрос по разработке мероприятий по снижению энергетических воздействий, произвести расчет общего искусственного освещения для проектируемого участка, а также, раскрыть тему по обеспечению безопасности при чрезвычайных ситуациях на железнодорожном транспорте.

### 5.1 Анализ производственных факторов и меры защиты от них

Обработка металлов резанием продолжает оставаться одним из основных способов получения точных размеров и форм деталей машин и приборов. Совершенствование процесса резания, внедрение в производство режущих инструментов из особо твердых материалов позволяют значительно повысить скорости резания, а следовательно быстроходность металлорежущих станков. В связи с этим возникает ряд проблем безопасности и гигиены труда. Предупреждение травмирования движущимися частями станка, обрабатываемой деталью и режущим инструментом, предупреждение глазных травм отлетающей стружкой и порезов ленточной стружкой, обеспыливание требуют серьезного внимания. Эти задачи решаются комплексно: непрерывным повышением безопасности самих станков и роботизированных станочных комплексов, т.е. оснащением их все более совершенными средствами безопасности в процессе проектирования, изготовления и модернизации; совершенствованием организации рабочего места станочника, механизацией вспомогательных операций; повышением квалификации рабочих, совершенствованием их знаний в области безопасности труда, освоением ими передовых методов и приемов работы на станках, соблюдением на рабочих местах санитарных норм: освещенности, вентиляции, пожарной безопасности.

На производственном участке при механической обработке металлов и других материалов на металлорежущих станках присутствуют опасные производственные факторы: вращающийся инструмент (фрезы, сверла, зенкера), а также слесарные круги; мелкая стружка и абразивная пыль, получающаяся при обработке деталей кругом; приводные и передаточные механизмы (ходовые винты, ременные, цепные, зубчатые передачи), которые могут явиться источником опасности в процессе наладки, смазки, ремонта станка; электрический ток является источником опасности, либо в случаях аварийной ситуации (переход напряжения на металлоосевые элементы оборудования в нормальном состоянии не находящиеся под напряжением), либо при производстве наладочных работ металлорежущего оборудования; смазочно-охлаждающие жидкости, в качестве которых используют минеральные масла, их эмульсии, растворы кальцинированной соды. Эти вредные вещества могут находиться в воздухе производственных помещений в виде аэрозолей и пыли.

Для защиты от поражения электрическим током, при возможном касании к токоведущим частям и корпусам оборудования все без исключения электрооборудование должно быть заземлено. При работе на токарных станках наиболее

часто отмечают следующие травмы: случаи ранения ленточной (сливной) стружкой образующейся при обработке вязких металлов (сталей) на высоких режимах резания; травмирование глаз отлетающей стружкой, образующейся при точении хрупких металлов; травмирование в результате плохой видимости из-за повышенной запыленности и загрязненности рабочей зоны. Наиболее эффективным средством предупреждения порезов ленточной стружкой является изменение ее форм в процессе резания путем завивания в винтовую спираль или дробления на отдельные элементы. При дроблении стружки в процессе резания элементы, разлетаясь на значительное расстояние, представляют определенную опасность для травмирования глаз. Поэтому использование средств защиты (защитных экранов или очков) является обязательным. Для защиты от травм отлетающей стружкой станки снабжают ограждениями зоны резания со смотровыми окнами, что обеспечивает защиту от стружки, наблюдение за процессом обработки и несколько снижает запыленность в зоне дыхания токаря. Также применяют различные устройства в виде пылеотсосов и пылестружкоотсасывающих устройств. Для безопасного закрепления детали на токарных станках используют кулачковые патроны. Необходимо обращать внимание на состояние спецодежды и соблюдать правила ее ношения, исключая захват ходовыми винтами и валиками. Пруток необходимо ограждать, а режимы резания должны исключать изгиб прутка во время его вращения. Для предотвращения травм уборку стружки со станка следует осуществлять металлическим крючком с деревянной ручкой и экраном или щеткой, при уборке станка – следует отключить станок.

Движущиеся части оборудования должны быть окрашены в предупредительную яркую окраску, чтобы избежать столкновения.

Пульт управления станком должен быть размещен в удобном для работы оператора месте, с которого просматривается зона обработки. Для защиты оператора от выброса продуктов обработки при работе станка, зона обработки закрывается кожухом. Операторам, работающим на проектном оборудовании, запрещено устранять выявленные в процессе работы неисправности, следует вызвать специализированный персонал. Пусковые и переключающие устройства токарных станков должны отвечать общим требованиям, предъявляемым к таким устройствам. Из этих требований особо важное значение имеет устранение возможности их самопроизвольного (случайного) включения и выключения.

При работе на сверлильных станках наибольшую опасность представляют вращающиеся части станка – шпиндель, патрон, сверло. Эти части при отсутствии мер предосторожности могут захватить одежду или волосы станочника и нанести тяжелые увечья. Шпиндель в опасной зоне следует ограждать. Так как длина этой зоны во время сверления изменяется, ограждение должно быть раздвижным, лучше в виде телескопической трубки. При сверлении на большую глубину вязких металлов спиральными сверлами стружка из под сверла выходит двумя длинными спиралями, которые вращаются вместе со сверлом и могут нанести ранения работающему на станке. При таком сверлении целесообразно применять средства дробления стальной стружки. Рекомендуется применять пылестружкоотсасывающие устройства. При работе на сверлильных станках необходимо строго соблю-

					151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

дать правила ношения личной одежды и спецодежды: нельзя работать без головных уборов, без защитных очков, в неряшливо надетой одежде. Сметать стружки со станка следует только специальной щеткой.

При работе на фрезерных станках травмы станочнику могут быть нанесены фрезой, стружкой, обрабатываемой деталью и приспособлением для ее закрепления. Ранение фрезой может произойти главным образом во время ее вращения, при отсутствии устройств, ограждающих фрезу, и при нарушении правил эксплуатации станка. Травмирование может наступить в результате измерения детали во время работы станка либо при удалении из-под фрезы стружки руками и случайными предметами. Несчастные случаи могут произойти при закреплении детали или снятии ее со станка, когда руки рабочего находятся вблизи неогражденной фрезы. Для предупреждения травмирования необходимо ограждать фрезу, пользоваться специальной щеткой для удаления стружки со станка. Нельзя измерять деталь вблизи открытой фрезы. Для безопасности также применяют открывающиеся ограждения зоны резания (стол в зоне резания) и ограждение режущего инструмента в нерабочей его части. Большое значение имеет защита от травм отлетающей стружкой. В отличие от точения при фрезеровании любых материалов образуется только отлетающая элементная стружка различной формы. Основной поток стружки, образующийся при фрезеровании дисковыми и торцевыми фрезами можно направлять «от себя» путем соответствующего сочетания направления вращения фрезы и подачи, а при торцевом фрезеровании также путем соответствующего расположения обрабатываемой детали в отношении центра фрезы. Направленный «от себя» поток стружки можно улавливать с помощью простейших стружкосборников.

Для защиты станочников от СОЖ на станках применяются следующие приспособления. Подвод жидкости к режущему инструменту устраивается так, чтобы при надобности можно было быстро отвести питательную трубку в сторону, к специальному баку. В качестве средства против разбрызгивания охлаждающей жидкости по станку и рабочему месту применяются специальные щитки из небьющегося стекла (для наблюдения работающего за работой режущего инструмента).

В цехе имеется мостовой кран, для обеспечения безопасности в цехе предусмотрена безопасная для прохода зона окрашенная в серый цвет (ширина прохода не менее 1,5 метра) с белыми полосами по краям (ширина полос 150 мм).

## 5.2 Расчет общего искусственного освещения на участке.

Искусственное освещение будет общим, т.е. осуществляемое равномерным распределением светильников в помещении без учета расположения рабочих мест и оборудования. Искусственная освещенность нормируется величиной минимальной освещенности в зависимости от характера зрительной работы, размера объекта различения, разряда и подразряда зрительной работы контраста объекта различения с фоном и характеристики фона.

По нормам СНиП разрабатываемый участок находится в III поясе светового климата РФ (Челябинская область). Характеристика зрительной работы: общее

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

151001.2016.139.000 ПЗ

Лист

67



постоянное наблюдение за ходом производственного процесса, разряд зрительной работы VIII, подразряд зрительной работы – а, освещенность при системе общего освещения 200 лк.

Для освещения участка будут использоваться люминесцентные лампы, установленные в открытые светильники типа ОД. Выбор люминесцентных ламп обоснован их большей, по сравнению с лампами накаливания, световой отдачей (50 – 200 лм/Вт) и большим сроком службы (до 8000 – 14000 ч).

При расчете общего освещения с учетом света, отраженного потолком и стенами, применим метод светового потока. Основное уравнение метода (при расчете минимальной освещенности  $E_{min}$ ):

$$E_{min} = \frac{\Phi \cdot N \cdot U}{100 \cdot S \cdot z \cdot k},$$

где  $\Phi$  – световой поток каждой из ламп, лм

$k = 1,5$  – коэффициент запаса, учитывающий старение ламп, запыление и загрязнение светильников; его значение выбирается в зависимости от количества выделяемой в помещении пыли;

$S$  – площадь помещения,  $S = 210 \text{ м}^2$ ; (расчет в строительном разделе)

$z = 1,1$  – коэффициент неравномерности освещенности, для люминесцентных ламп;

$N$  – число ламп общего освещения в помещении:

$$N = \frac{S}{L^2}$$

$L$  – расстояние между центрами светильников, м.

Обеспечение равномерного распределения освещенности достигается в том случае, если отношение  $L/H_p$  расстояния между центрами светильников  $L$  к высоте их подвеса над рабочей поверхностью  $H_p$  составляет для светильников преимущественно рассеянного и отраженного света ОД – 1,4.

Определим высоту подвеса светильников над рабочей поверхностью по формуле:

$$H_p = H - (h_c + h_r)$$

где  $H$  – высота помещения,  $H = 10,8 \text{ м}$ ;

$h_c$  – величина свеса светильников,  $h_c = 0,2 \text{ м}$ ;

$h_r$  – высота рабочей поверхности,  $h_r = 7 \text{ м}$ .

$$H_p = 10,8 - (0,2 + 7) = 3,6 \text{ м}$$

$$L = 1,4 \cdot 3,6 = 5,04 \text{ м}$$

Принимаем  $L = 5 \text{ м}$ ;

										Лист
										68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

151001.2016.139.000 ПЗ

$$N = \frac{210}{5^2} = 8,4 \text{ шт.}$$

Принимаем общее число ламп  $N = 10$  шт.

$U$  – коэффициент использования светового потока ламп, %, т. е. отношение светового потока, падающего на расчетную поверхность к суммарному потоку всех ламп. Зависит от типа светильника, коэффициентов отражения потолка  $R_{п} = 70$ ; стен  $R_{с} = 50$  и индекса  $I$  формы помещения.

Индекс формы помещения определяется по формуле

$$I = \frac{a \cdot b}{H_p (a + b)}$$

где  $a$  и  $b$  – длина и ширина помещения, м.

$$I = \frac{21 \cdot 10}{3,6(21+10)} = \frac{210}{111,6} = 1,88,$$

Следовательно, коэффициент использования светового потока ламп  $U = 64$ .

Находим световой поток:

$$\Phi = \frac{100 \cdot E_{\text{min}} \cdot S \cdot k \cdot z}{N \cdot U}$$

$$\Phi = \frac{100 \cdot 200 \cdot 210 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{10 \cdot 64} = 10828,1 \text{ лм}$$

Принимаем люминесцентную лампу ЛБ-80, как наиболее подходящую по световому потоку.

Расположение светильников на участке показано на рисунке 5.2

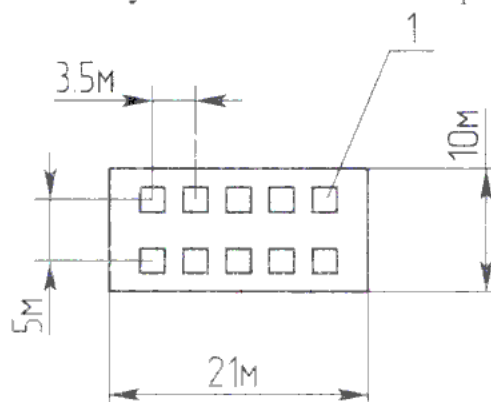


Рисунок 5.2 – Расположение светильников на участке

1 – светильники (10шт)

					151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Для соблюдения норм искусственной освещенности проводится регулярная очистка светильников от загрязнений, своевременная замена перегоревших ламп, систематический ремонт элементов светотехнической и электрической частей осветительной установки.

### 5.3 Повышение устойчивости работы цеха в условиях чрезвычайных ситуаций.

Под устойчивостью объекта в ЧС принято понимать его способность производить продукцию установленного объема и номенклатуры в условиях ЧС. Для объектов, непосредственно не производящих продукцию (материальные ценности), это понятие обусловлено выполнением своих функциональных задач в условиях воздействия дестабилизирующих факторов в чрезвычайных ситуациях.

Под повышением устойчивости работы цеха в ЧС понимается комплекс мероприятий по предотвращению или снижению угрозы жизни и здоровью персонала и материального ущерба в ЧС, а также подготовке к проведению спасательных и других неотложных работ в зоне ЧС. Одновременно с таким понятием, как устойчивость работы, употребляется и такое понятие, как подготовка цеха к работе в ЧС. Под подготовкой объекта к работе в ЧС понимается комплекс заблаговременно проводимых организационных, инженерно-технических и специальных мероприятий, осуществляемых на предприятиях в целях обеспечения их работы с учетом риска возникновения ЧС, создания условий для предотвращения производственных аварий или катастроф, противостояния воздействию поражающих факторов, предупреждения или уменьшения угрозы жизни и здоровью персонала, снижения материального ущерба, а также оперативного проведения спасательных и других неотложных работ в зоне ЧС.

Главными направлениями в системе мер по сохранению и повышению устойчивости работы в чрезвычайных ситуациях являются: - перевод потенциально опасных предприятий на современные, более безопасные, технологии и вывод их из населенных пунктов; - внедрение автоматизированных систем контроля и управления за опасными технологическими процессами; - разработка системы безаварийной остановки технологически сложных производств; - внедрение систем оповещения и информирования о ЧС; - защита людей от поражающих факторов в ЧС; - снижение количества опасных веществ и материалов на производстве; - наличие и готовность сил и средств для ликвидации ЧС; - улучшение технологической дисциплины и охраны объектов. Для реализации каждого из этих направлений проводятся организационные, инженерно-технические и специальные мероприятия.

#### Выводы по разделу пять

В данном разделе были раскрыты вопросы по анализу производственных факторов, произведен расчет общего искусственного освещения для проектируемого участка, а также, раскрыта тема по повышению устойчивости работы цеха в условиях чрезвычайных ситуаций.

									Лист
									70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

## 6 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 6.1 Организация работы на участке

Расчеты экономического раздела включают три раздела: организационный, экономический и результирующий в соответствии с приложениями А, Б, В.

При расчетах экономической части было определено, что на участке изготавливается 5 000 шт. деталей. «Пробка» Эти детали запускаются в производство партиями по 100 шт. Также в организационной части рассчитано штучно-калькуляционное время по операциям, определены сдельные расценки и посчитана трудоемкость обработки детали, которая составляет 0,64 н.-ч.

На основании расчета трудоемкости обработки было определено количество оборудования. Расчет показал, что на данный участок механической обработки требуется 12 единиц оборудования со средним коэффициентом загрузки равным 0,75.

Для работы на этом оборудовании требуется 25 производственных рабочих со средним разрядом 4,48, которые работают в две смены. Их средняя заработная плата 14343,27 руб. трудоемкость годового приведенного выпуска деталей составила 48162 нормо-часа.

### 6.2 Техничко-экономическое обоснование результатов работы

В экономической части была рассчитана цеховая себестоимость изготовления детали «Пробка», которая включает в себя стоимость материалов (за вычетом отходов), транспортно-заготовительные расходы, основную заработную плату, дополнительную заработную плату, отчисления на социальные нужды и общепроизводственные расходы. Материальные затраты включают: затраты на основные материалы – 25 руб., возврат: отходы составляют – 2 руб. Транспортно-заготовительные расходы равны 3 руб. В целом цеховая себестоимость детали составила 271,19 руб.

В результирующей части выполнен анализ применения в технологическом процессе станка модели MCV-300. За базу сравнения был принят станок модели ОФ-55.

Расчёты показали, что проектируемый вариант технологического процесса требует дополнительных капитальных вложений, но при этом технологическая себестоимость изготовления годового выпуска существенно сокращается. Применение станка с ЧПУ дает экономический эффект 206338,4 руб.; производительность растет на 24%; себестоимость изготовления снижается на 5,36%. При этом дополнительные капитальные вложения окупаются за 1,9 года.

Все данные, значения, расчёты приведены в приложениях А, Б, В.

Выводы по разделу шесть

В данном разделе были рассмотрены экономические, организационные вопросы. Произведены все расчеты связанные с организацией участка: количество необходимого оборудования, численность рабочих представлены в приложениях А, Б, В.

					151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изготовление деталей типа «пробка» представляет собой сложную и трудоемкую отрасль производства в машиностроении. Предлагаю использовать станки с ЧПУ, за счет чего обеспечивается снижение вспомогательного времени, повышение точности обработки, что повысит производительность.

В качестве заготовки принимаем пруток, т.к нет необходимости в получении точных по массе заготовок, что также увеличивает производительность.

По предполагаемой технологии приведен размерный анализ, определены припуски и операционные размеры.

На фрезерной операции выполняется фрезерование лысок, на эту операцию разработано фрезерное пневматическое приспособление.

Для контроля допуска биения торца спроектирован специальный прибор.

Для совместной обработки двух отверстий и фаски спроектирован комбинированный режущий инструмент.

Для автоматизации загрузки фрезерного станка спроектирован манипулятор.

Для реализации технологического процесса спроектирована планировка участка, станки располагаются в порядке выполнения операций, уборка стружки выполняется с помощью транспортеров, а передача деталей от станка к станку с помощью электротележек.

Себестоимость механической обработки годового приведенного выпуска деталей на станке с ЧПУ модели MCV-300 составила 550740 руб., а на станке модели ОФ-55 – 839590 руб.

Результаты расчетов показывают, что станок с ЧПУ модели MCV-300 применять экономически целесообразно на данной операции, т.к. высвобождаются рабочие в количестве 6 человек, рост производительности 24%, снижается себестоимость продукции на 5,36%.

					151001.2016.139.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Ансёров, М.А. Приспособления для металлорежущих станков: учебное пособие / М.А. Мурзин. – М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
- 2 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 2-х томах: учебное пособие / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 1982. – Т.1.– 656 с.
- 3 Капустин, Н.М. Автоматизация машиностроения: учебное пособие / Н.М. Капустин. – М.: Высшая школа, 2003. – 223 с.
- 4 Горошкин, А.К. Приспособления для металлорежущих станков: учебное пособие / А.К.Горошкин. – М.: Машиностроение, 1971. – 323 с.
- 5 Болотин, Х.А. Станочные приспособления конструирование и расчет: учебное пособие / Х. А. Болотин, Ф. П. Костромин. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1974. – 344 с.
- 6 Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / С.В.Белов, А.Ф. Косьянов. – М.: Высшая школа, 2005. – 608 с.
- 7 Справочник технолога-машиностроителя: учебное пособие в 3 т. / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1972,– Т.1. – 794 с.
- 8 Организация производства и менеджмент: методические указания / сост. Е.А. Устюгова. – Усть-Катав: Изд.ЮУрГУ, 2006. – 14 с.
- 9 Методические указания по выполнению экономической части дипломного проекта / А.А. Колпаков. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2006. – 25 с.
- 10 Решетов, Д.Н. Детали машин: учебник – 4-е изд., перераб. и доп. / Д.Н. Решетов – М: Машиностроение, 1989. – 496 с.
- 11 Марочник сталей и сплавов: справочное пособие / под. ред. Зубченко А.С. – 2-е изд. перераб. и доп. – М: Машиностроение, 2003. – 784 с.
- 12 ГОСТ 15150-69. Исполнение для различных климатических районов. – М.:Изд-во стандартов, 1971. – 19 с.