

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**  
 Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический  
 Направление подготовки Машиностроение,  
 Профиль «Технология, оборудование и автоматизации машиностроительных производств»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.241.34.00.001

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Фисенко Евгений Вадимович		

УДК: 621.873.1-21.002

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н., доцент	Проскоков Андрей Владимирович	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н., доцент	Проскоков Андрей Владимирович	к.т.н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ЮТИ	Лизунков Владислав Геннадьевич	К.пед.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ЮТИ	Солодский Сергей Анатольевич	К.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП Машиностроение Профиль «Технология, оборудование и автоматизации машиностроительных производств»	Сапрыкина Наталья Анатольевна	к.т.н.		

Юрга – 2020 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефте- газодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт Юргинский технологический  
Направление подготовки Машиностроение  
Профиль «Технология, оборудование и автоматизации машиностроительных производств»

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ Сапрыкина Н.А.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
10А61	Фисенко Евгений Вадимович

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.241.34.00.001	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 8/с от 31.01.2020г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Рабочий чертеж корпуса ....</li><li>2. Служебное назначение.</li><li>3. Программа выпуска 1000 деталей в год.</li></ol>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аналитический обзор по теме ВКР.</li> <li>2. Разработка технологического процесса изготовления корпуса.</li> <li>3. Конструирование приспособления. Расчет требуемого количества оборудования и рабочих.</li> <li>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта.</li> <li>5. Социальная ответственность.</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чертеж детали и заготовки (2 лист А1).</li> <li>2. Карты технологических наладок (5 листа А1).</li> <li>3. Приспособление (1 листа А1).</li> </ol>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А.

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Проскоков Андрей Владимирович	К.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Фисенко Евгений Вадимович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10А61	Фисенко Евгений Вадимович

<b>Институт</b>	<b>ЮТИ ТПУ</b>	<b>Направление</b>	15.03.01 «Машиностроение»/ «Технология, оборудование и автоматизации машиностроительных производств»
<b>Уровень образования</b>	бакалавр		

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<i>1. Стоимость приобретаемого оборудование, фонд оплаты труда, производственных расходов</i>	<i>1) Стоимость приобретаемого оборудования 19450000 руб. 2) Фонд оплаты труда годовой 87252,4 руб. 3) Производственные расходы 28290539,6 руб</i>
---	--

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Исходных экономических характеристик.
2. Расчет капитальных вложений.
3. Расчет сметы затрат на производство и реализацию продукции.
4. Экономическое обоснование технологического процесса.

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)**

1. Затраты на покупные комплектующие, ЗП исполнителей, итоговые затраты

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	23.04.2020
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОЦТ	Лизунков В. Г.	К.пед.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
10А61	Фисенко Евгений Вадимович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10А61	Фисенко Евгений Вадимович

<b>Институт</b>	Юргинский технологический институт	<b>Отделение</b>	Промышленных технологий
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление</b>	Машиностроение

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)	Технологический процесс механической обработки детали, выполняемый на металлорежущих станках. Применяемые режущие инструменты – лезвийные и абразивные режущие инструменты. Также в технологическом процессе есть слесарные операции. Заготовки в цехе перемещаются в таре с помощью мостового крана.

<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	недостаточное освещение; электрический ток; движущиеся органы станков; шум вибрация стружка промышленная пыль СОЖ
2. Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте	Расчет и выбор освещения на рабочем месте.
3. Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места. Вентиляция и кондиционирование:	Определение параметров микроклимата рабочего места.
4. Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	Разработка методов защиты от выявленных вредных факторов.
5. Психологические особенности поведения человека при его участии в	Анализ психологических особенностей поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте.

производстве работ на данном рабочем месте.	
6. Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций	анализ возможных чрезвычайных ситуаций; мероприятия по ликвидации чрезвычайных ситуаций.
7. Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды	виды возможных загрязнений и методы их ликвидации меры охраны экологической безопасности
<b>Перечень графического материала:</b>	
Представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (при необходимости)	-

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н., доцент	Солодский С.А	кандидат		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Фисенко Евгений Вадимович		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 99 страниц, 12 рисунков, 22 таблицы, 21 источник, 2 приложения, 8 листов графического материала.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ДЕТАЛЬ, ЗАГОТОВКА, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ, МЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СЕБЕСТОИМОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ, БАЗИРОВАНИЕ, ПРИПУСК, ЗАГОТОВКА.

Тема ВКР: Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.241.34.00.001.

Аналитическая часть содержит описание существующего производства, служебное назначение изделия, определения типа производства, анализ конструкции изделия на технологичность, описание базового технологического процесса.

Технологическая часть включает выбор заготовки и метода ее получения, выбор баз, разработку маршрута технологического процесса, выбор оборудования и средств технологического оснащения, расчет припусков на обработку, расчет режимов резания, нормирование технологического процесса.

Конструкторская часть содержит описание конструкций, расчет приспособлений и инструментов.

Организационная часть включает расчет технико-экономических показателей.

Раздел «Социальная ответственность» посвящен вопросам безопасной работы на участке, пожарной безопасности и экологии.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитана себестоимость изготовления детали.

Текстовая часть дипломной работы выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2007, графический материал с помощью программы КОМПАС-3D V13. Работа представлена на CD-R диске (в конверте на обороте обложки).



## ABSTRACT

Final qualifying work 99 with., 12 figures, 22 tables, 21 sources, 2 appendices, 8 a graphic material.

Key words: technological process, a detail, the preparation, the cutting tool, speed of cutting, the measuring tool, the process equipment, the cost price of manufacturing, base, basing, an allowance, preparation.

The purpose of work: designing of technological process of manufacturing of case KC-4372.241.34.00.001.

During performance of work the analysis of working technological process of reception of preparation and machining of a detail has been made.

In a technological part of work the method of reception of preparation is chosen, technological process of machining of a detail is developed, calculations of allowances and modes of cutting are executed.

In a design part two adaptations are designed, two special cutting tools are designed.

In section « Social responsibility » the necessary complex of actions under the safety precautions, a labour safety and protection of an environment is developed.

In section « Financial management, resource efficiency and resource» the cost price of manufacturing of the given detail is designed.

The text document of final qualifying work is executed in text editor Microsoft Word 2007, the graphic part of work is executed in system of solid-state modelling COMPASS - 3D V13

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	12
1. Расчеты и аналитика	13
1.1 Аналитическая часть	14
1.2 Формулировка проектной задачи	19
1.3 Поиск оптимального варианта решения проектной задачи	20
1.4 Технологическая часть	21
1.5 Конструкторская часть	60
1.6 Организационная часть	63
2. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	66
2.1 Расчет объема капитальных вложений	67
2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	70
2.3 Экономическое обоснование технологического проекта	76
3. Социальная ответственность	78
3.1 Характеристика объекта исследования	79
3.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов на рабочем участке	80
3.3 Обеспечение требуемого освещения на участке	83
3.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата на участке	85
3.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	87
3.6 Психологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте	91
3.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций	92
3.8 Обеспечение экологической безопасности и охрана окружающей среды	94
3.9 Заключение	96
Заключение	97
Список использованных источников	98
Приложение А (Спецификация на сборочный чертеж приспособления ФЮРА.10А61029.004СБ)	
Приложение Б (Комплект документов на технологический процесс обработки детали ФЮРА.10А61029.001)	

					<i>ФЮРА.10А61029.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Фисенко</i>				<i>Технологический процесс изготовления детали</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Проскоков</i>							
<i>Н. Контр.</i>					<i>ЮТИ ТПУ гр. 10А61</i>			
<i>Утверд.</i>								

Графический материал:

На отдельных  
листах

ФЮРА.10А61029.001 Корпус.

ФЮРА.10А61029.002 Карта наладок.

ФЮРА.10А61029.003 Карта наладок.

ФЮРА.10А61029.004 Карта наладок.

ФЮРА.10А61029.005 СБ Приспособление сверлильно-фрезерное.

Сборочный чертеж.

					ФЮРА.10А61029.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение определяет состояние производственного потенциала Российской Федерации, обеспечивает устойчивое функционирование жизненно важных комплексов отраслей промышленности и секторов экономики, а также строительной индустрии и наполнения потребительского рынка. От уровня развития машиностроения напрямую зависят важнейшие удельные показатели валового внутреннего продукта страны, уровень экологической безопасности промышленного производства, производительность труда.

Развитый машиностроительный комплекс, высокий уровень его технологий, конкурентоспособность выпускаемых машин и механизмов являются неременным условием динамического развития экономики.

Задача машиностроения заключается в создании совершенных конструкций машин и передовой технологии её изготовления. Основное направление в развитии технологического процесса - это создание принципиально новых технологических процессов и замена существующих процессов более точными и экономичными.

Главное внимание уделяется вопросам сокращения сроков подготовки производства и повышению качества продукции машиностроения. В значительной степени качество и технико-экономические показатели выпускаемой продукции зависят от подготовки производства, важной составной частью которой является проектирование технологического процесса

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается проектирование технологического процесса механической обработки деталей «Корпус», с заводским номером КС-4372.241.34.00.001 выпускаемого на предприятии ООО «Юргинский машзавод».

Целью разработки ВКР является сокращение сроков технологической подготовки производства, снижение трудоемкости изготовления детали, рост производительности труда, разработки оптимального технологического процесса для данного типа производства.

Проектируемый технологический процесс должен являться оптимальным вариантом решения проектной задачи. Предлагается применить технологический процесс, который даёт возможность использовать высокопроизводительное оборудование и инструмент, обеспечивающие стабильность качества, применить приспособления, спроектированные для данной детали. Проектирование технологического процесса позволит повысить коэффициент загрузки оборудования без его переналадки, повысить производительность и снизить себестоимость изделия.

# 1. РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

Студент гр. 10А61

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

Е.В. Фисенко

\_\_\_\_\_  
(Дата)

Руководитель

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

А.В. Проскоков

\_\_\_\_\_  
(Дата)

Нормоконтроль

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

\_\_\_\_\_  
(Дата)

## 1.1 Аналитическая часть

### 1.1.1 Описание существующего производства

Предлагаемая деталь « Корпус» КС-4372.241.34.00.001 изготавливается на механическом участке в механообрабатывающем цехе №43 ООО «Юргинского машиностроительного завода». Данный участок предназначен для механической обработки деталей на металлорежущем оборудовании.

Механообрабатывающий цех №43 производит механическую обработку. В данном цехе обрабатываются различные детали (корпусные и типа тел вращения) для изделий грузоподъемной техники (кранов).

Корпус КС-4372.241.34.00.001 – базовая деталь усилителя потока.

### 1.1.2 Служебное назначение детали

Корпус крана КС-4372.241.34.00.001 – является основной частью усилителя потока, предназначенного для дополнительной подачи потока жидкости от насоса к гидроцилиндрам поворота передними колесами пропорционально потоку, задаваемому насосом-дозатором. В корпус усилителя потоков ввинчиваются два штуцера. Пропорциональность величин потоков, поступающих от насоса-дозатора через малый дроссель и от питающего насоса через большой дроссель, обеспечивается с помощью золотника, поддерживающего одинаковое давление жидкости перед малым и большим дросселями.

Вес детали – 6,5 кг. Корпус изготавливается из серого чугуна СЧ30. Химический состав серого чугуна (ГОСТ 1412–85) приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 Химический состав чугуна

Массовая доля элементов в %				
С	Si	Mn	S	P
			Не более	
3,00-3,20	1,30-1,90	0,70-1,00	0,12	0,2

Физико-механические свойства чугуна СЧ30, [19]

Твердость по Бринеллю: 187НВ;

Усадка при литье: 1,3%;

Свариваемость – не применяется для сварных конструкций;

Предел прочности при растяжении: 300 МПа;

Плотность: 7300 кг/м<sup>3</sup>;

Относительное удлинение после разрыва: 1% (растяжение);

Относительное сужение: 1% (растяжение);

Модуль упругости при растяжении: 1300000 МПа.

### 1.1.3 Производственная программа выпуска детали и изделия

Для каждого типа производства характерны свои маршруты изготовления деталей. Поэтому прежде чем приступить к проектированию технологического процесса механической обработки детали, необходимо, исходя, из заданной производственной программы и характера подлежащей обработке детали

установить тип производства и соответствующую ему форму организации выполнения технологического процесса.

Годовая производственная программа приведена в таблице 1.2, где на запасные части берется 5...10 процентов. Принимаем 5 процентов.

Таблица 1.2 - Годовая программа выпуска изделий

Наименование детали	Марка материала	Процент на запасные части, %	Число деталей			Масса, т	
			на основную программу	на запасные части	всего	детали	На программу с запасными частями
«Корпус» КС-4372.241.34.00.001	СЧ30 ГОСТ 1412-85	5-10	950	50	1000	$6,5 \cdot 10^{-3}$	6,5

Тип производства для механической обработки деталей определяется по таблице 2.1 [18]. Полученные данные соответствуют мелкосерийному типу производства.

Для мелкосерийного типа производства деталей необходимо рассчитать размер партии запуска:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (1.1)$$

где  $n$  – размер партии запуска, шт.;

$F$  – число рабочих дней в году,  $F=250$ ;

$a$  – периодичность запуска в днях,  $a=3, 6, 12, 24$ .

$$n = \frac{1000 \cdot 24}{250} = 96 \text{ шт.}$$

#### 1.1.4 Анализ технологичности изделия и чертежа детали

Технологичность – это совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Технологичность – важнейшая техническая основа, обеспечивающая использование конструкторских и технологических резервов для выполнения задач по выполнению технико-экономических показателей изготовления и качества изделий, и обуславливается:

- рациональным выбором исходных заготовок и материалов;
- технологичностью формы детали;
- рациональной простановкой размеров;
- назначением оптимальной точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований.

Технологичность детали оценивается с точки зрения возможности применения простых инструментов, методов обработки и измерений, удобства и надежности базирования детали для обработки.

#### 1.1.4.1 Качественная оценка технологичности

Материал детали позволяет применять высокопроизводительные методы обработки. Деталь жесткая и не ограничивает режимы резания.

В конструкции детали имеются базовые поверхности, достаточные по размерам и расстоянию.

На рабочем чертеже детали выполнено достаточно видов, разрезов и сечений для определения конструкции детали. Рабочий чертеж выполнен в соответствии с требованиями ЕСКД.

Конструкция корпуса допускает обработку плоскостей и отверстий на проход. Обрабатываемые поверхности имеют свободный доступ инструмента. Обработка внутренних поверхностей корпуса не требуется

Наличие радиусов закругления повышает стойкость инструмента. Целесообразная простановка размеров между осями отверстий расположенных на поверхности, от оси детали до оси отверстий с торца, что облегчит наладку станка и сокращает трудоемкость обработки.

Точность размеров, формы и относительного расположения поверхностей, а также их шероховатость соответствуют требованиям, предъявленным к детали. Эта точность достигается небольшим количеством последовательных операций с применением в основном стандартного инструмента и универсального оборудования.

Отсутствуют отверстия, которые можно использовать под технологические базы. Введение постоянных технологических баз позволяет повысить точность и сократить трудоемкость обработки ступенчатых соосных поверхностей.

Нетехнологичным элементом в конструкции корпуса является наличие большого числа отверстий малого диаметра и их пересечение друг с другом. Наличие в центральных отверстиях большого числа канавок различной ширины. В остальном деталь можно считать технологичной.

#### 1.1.4.2 Количественная оценка технологичности изделия

Количественную оценку технологичности изделия производим по коэффициенту использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}}, \quad (1.2)$$

где  $m_{\text{дет}}$  – масса готовой детали;

$m_{\text{заг}}$  – масса заготовки;



Коэффициент использования материала для КС-4372.241.34.00.001:

$$K_{им} = \frac{m_d}{m_3} = \frac{6,5}{8,7} = 0,74 \geq 0,7$$

$K_{им} = 0,74$ , что свидетельствует о удовлетворительном использовании материала.

Как показал количественный анализ – деталь не технологична.

Общая технологичность:

На основе качественной и количественной оценке технологичности приходим к выводу, что в целом конструкция корпуса КС-4372.241.34.00.001 является технологичной.

#### 1.1.5 Описание базового технологического процесса

Базовый технологический маршрут обработки корпуса КС-4372.241.34.00.001 представлен в таблице 1.4:

Оборудование соответствует мелкосерийному и среднесерийному типу производства. Обозначение баз соответствует ГОСТ 21495-75« Базирование и базы в машиностроении».

Базовый технологический процесс пооперационный, разработан для мелкосерийного производства. По ходу технологического процесса механической обработки деталь на первых операциях базируется на черновые базы – на необработанные плоскости. В тех.процессе не соблюдаются принципы базирования( принцип постоянства баз), что затруднит выполнение хонингования золотникового канала.

В результате анализа можно принять такие пути улучшения технологического процесса:

- а) Использовать более точный метод получения заготовки;
- б) Применить более прогрессивные и режущие инструменты и оборудование;
- в) Применить принцип постоянства баз.

К недостаткам можно отнести то, что в базовом технологическом процессе отсутствуют некоторые виды на операционных эскизах.

По ходу выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать свой технологический процесс механической обработки корпуса КС-4372.241.34.00.001

Таблица 1.4 - Базовый технологический процесс

№ операции	Наименование и содержание операции	Оборудование
005	Фрезерная Фрезеровать прибыль, отступив 2-3мм от основного металла	Фрезерный станок СФП-500А8
007	Слесарная	Верстак слесарный
010	Фрезерная	Сверлильно-

	Фрезеровать плоскость в размер $93,5^{+0,7}$	фрезерный станок СФП-500А8
011	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак слесарный
012	Фрезерная Фрезеровать плоскость в размер $124\pm 0,5$	Сверлильно- фрезерный станок СФП-500А8
015	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак слесарный
020	Контроль	
025	Термообработка Искусственное старение	
045	Расточная 1. Фрезеровать плоскости в размер $110\pm 1$ , $100\pm 1$ , $91\pm 1$ 2. Сверлить отверстие $\varnothing 17,5$ мм 3. Зенкеровать отверстие $\varnothing 18,25$ 4. Развернуть отверстие $\varnothing 18,5$ Н9 5. Зенкеровать отв. $\varnothing 20,3$ 6. Развернуть отверстие $\varnothing 20,5^{+0,13}$ 7. Нарезать резьбу М20х1,5-6Н 8. Сверлить отверстие $\varnothing 24$ мм 9. Зенкеровать отверстие $\varnothing 25,25$ 10. Развернуть отверстие $\varnothing 25,5$ Н9 11. Сверлить отверстие $\varnothing 14,25$ мм 12. Нарезать резьбу М27х1,5-6Н 13. Сверлить отверстие $\varnothing 8,5$ мм 14. Развернуть отверстие под резьбу К1/8" 15. Нарезать резьбу К1/8" 16. Фрезеровать поверхность в размер $55\pm 1$ 17. Сверлить отверстие $\varnothing 6,8$ мм 18. Развернуть отверстие $\varnothing 7$ 19. Нарезать резьбу М10-7Н	Сверлильно- фрезерно- расточной станок ИР500МФ4
070	Расточная 1. Сверлить 8 отверстий $\varnothing 8,5$ мм 2. Нарезать резьбу М10-7Н 3. Сверлить отверстие $\varnothing 23,9$ мм 4. Зенкеровать отверстие 5. Нарезать резьбу М22х1 6. Сверлить отверстие $\varnothing 17$ мм 7. Зенкеровать отверстие $\varnothing 18,7$ мм 8. Развернуть отверстие $\varnothing 19$ 9. Зенкеровать отв. $\varnothing 19,55$	Сверлильно- фрезерно- расточной станок ИР500МФ4

	10. Развернуть отверстие $\varnothing 19,8H9$ 11. Зенкеровать отв. $\varnothing 32$ 12. Развернуть отверстие $\varnothing 32H11$	
085	Слесарная 1. Притупить острые кромки R0,5 по $\varnothing 19,8H9$ в местах пересечения с канавками 2. Нарезать резьбу в 4-х отв. K1/8", в 4-х отв. K3/8", M22x1-6H 3. Скруглить R0,4 <sup>+0,2</sup>	Верстак слесарный
090	Контроль	
115	Хонинговальная Хонинговать отв. в размер $\varnothing 20H9$ до Ra0,16	GEHRING
120	Хонинговальная Хонинговать отв. в размер $\varnothing 20^{+0,2}$ до Ra0,16	GEHRING
135	Контрольная	Плита контрольная
136	Промывка	

## 1.2 Формулировка проектной задачи

Задачей данной выпускной квалификационной работы (ВКР) является разработка технологического процесса механической обработки корпуса в условиях мелкосерийного производства. Необходимо применять более прогрессивные виды оборудования и технологической оснастки, добиваясь тем самым повышения производительности труда и уменьшения себестоимости продукции.

При разработке технологического процесса механической обработки необходимо применить принцип концентрации операции, что позволит уменьшить количество применяемого оборудования. Чтобы выполнить требования чертежа по обеспечению заданных требований по отклонению от плоскостности, для окончательной обработки плоскости крышки и корпуса редуктора необходимо применить плоское шлифование. Универсальные приспособления заменить специальными: применять современные виды инструмента, использовать более точные методы получения заготовки, снижая припуски на механическую обработку.

Целью данной ВКР является расширение и закрепление теоретических знаний, обучение правильно и самостоятельно решать инженерные и исследовательские задачи, возникающие при проектировании технологических процессов изготовления изделий машиностроения и средств технологического оснащения.

В соответствии с поставленной целью, в процессе написания ВКР решаются следующие задачи:

- развитие и закрепление навыков ведения самостоятельной творческой инженерной работы;

- закрепление методики проектирования технологических процессов механической обработки деталей;
- приобретение опыта анализа существующих видов технологической оснастки;
- овладение технико-экономическим анализом применяемых решений.

В данной ВКР необходимо разработать технологический процесс механической обработки корпуса редуктора в сборе КС-4372.308.10.001/002 в мелкосерийном производстве.

Основанием для разработки является задание на проектирование технологического процесса механической обработки.

Целью разработки ВКР является сокращение сроков технологической подготовки производства, снижение трудоемкости изготовления детали, рост производительности труда, разработки оптимального технологического процесса для данного типа производства.

### 1.3 Поиск оптимального варианта решения проектной задачи

При разработке технологического процесса механической обработки перед технологом всегда возникает задача: выбрать из нескольких вариантов один наиболее оптимальный, тем более, что современные способы механической обработки, большое разнообразие станков, новые методы обработки и получения заготовок способствуют расширению числа вариантов.

Для решения поставленной задачи был проанализирован заводской технологический процесс обработки детали корпус КС-4372.241.34.00.001 и рассмотрены различные варианты маршрута обработки.

Намечая технологический маршрут обработки, придерживаемся следующих правил:

- с целью экономии труда и времени технологической подготовки производства использовать типовые процессы обработки деталей;
- по возможности не проектировать обработку на уникальных станках, применение дорогостоящих станков должно быть технологически и экономически обосновано;
- обрабатывать наибольшее количество поверхностей данной детали за одну установку.

Чтобы решить вопрос о целесообразности составленного технологического маршрута, при выполнении ВКР нужно провести технико-экономическое сравнение различных вариантов.

В ходе выполнения ВКР подлежат решению задачи, которые будут рассмотрены в отдельных частях пояснительной записки. Для осуществления технологического процесса в условиях мелкосерийного производства можно отметить следующее:

- рациональность выбора заготовки и соответствие реальной заготовки чертежу;
- правильность выбора черновых и чистовых баз, соблюдение принципа постоянства технологических баз;

- правильность установки последовательности операций процесса для достижения заданной точности детали;
- степень оснащённости операций высокопроизводительными инструментами и приспособлениями, обеспечивающими заданную точность и производительность;
- соответствие режимов резания нормативным.

Следует также предусмотреть мероприятия по безопасности и экологичности проекта, охраны атмосферы, воды.

Все выше перечисленные мероприятия позволят сократить производственные расходы, повысить качество, снизить себестоимость изготовления изделия.

## 1.4 Технологическая часть

### 1.4.1 Выбор заготовки и метода ее получения

Исходными данными для выбора способа получения отливок при разработке технологии литья является масса отливаемой детали, серийность и технические условия на ее изготовление. В технических условиях содержатся требования, предъявляемые к отливке по качеству сплава, точности размеров, указываются условия испытания и приемки отливок. Техническим условиям, требованиям, предъявляемым к отливке «корпуса» по качеству, точности размеров, а также экономической целесообразности при мелкосерийном виде производства отливок возможно применение двух способов: литье в песчано-глинистые формы и литьё в песчано-глинистые формы с машинной формовкой. Произведем расчет обоих методов по методике [1].

#### 1.4.1.1 Литье в песчано-глинистую форму с ручной формовкой

- класс ожидаемой размерной точности отливки 12;
- степень коробления формы отливки 7;
- степень ожидаемой точности размеров поверхностей отливки 17;
- ожидаемая шероховатость поверхностей отливки в зависимости от степени точности размеров отливки  $R_a=80$  ;
- вероятный ряд припусков на механическую обработку 9.

Определяем припуски на поверхности и допуски на размеры заготовки [2]:

Таблица 1.5 - Припуски и допуски на размеры заготовки

Размер детали, мм	Припуск на сторону, мм	Общий припуск, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
100±1	3,1	3,1	103,1	±1,4
110±1	3,1	3,1	113,1	±1,4
110±1	3,1	6,2	116,2	±1,4
120 <sub>-0,5</sub>	2,7	5,4	125,4	±1,4

По приведённым выше размерам конструируем заготовку, и рассчитываем

её массу, применив графическую программу «Компас-3D V13».

Масса заготовки :  $m_3=8,6$ кг

- класс размерной точности отливки 12;
- допуск массы отливки для класса точности 12 не более 24%.

Коэффициент использования материала определяем по формуле 1.2:

$$K_{им} = \frac{m_d}{m_3} = \frac{6,5}{8,6} = 0,76;$$

где  $m_d$  - масса детали,  $m_d=6,5$ кг.

1.4.1.2Литье в песчано-глинистую форму с машинной формовкой

- класс ожидаемой размерной точности отливки 10;
- степень коробления формы отливки 7;
- степень ожидаемой точности размеров поверхностей отливки 14;
- ожидаемая шероховатость поверхностей отливки в зависимости от степени точности размеров отливки  $R_a=50$  ;
- вероятный ряд припусков на механическую обработку 7.

Таблица 1.6 - Припуски и допуски на размеры заготовки

Размер детали, мм	Припуск на сторону, мм	Общий припуск, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
100±1	2,8	2,8	102,8	±1,2
110±1	2,8	2,8	112,8	±1,2
110±1	2,8	5,6	115,6	±1,2
120 <sub>-0,5</sub>	2,5	5,0	125	±1,2

По приведённым выше размерам конструируем заготовку, и рассчитываем её массу, применив графическую программу «Компас-3D V13».

Масса заготовки :  $m_3=8,2$ кг

- класс размерной точности отливки 10;
- допуск массы отливки для класса точности 9 не более 12%.

Коэффициент использования материала определяем по формуле (1.2):

$$K_{им} = \frac{6,5}{8,2} = 0,79$$

1.4.1.3Выбор варианта получения заготовки

Произведем расчет технологической себестоимости обоих методов:

$$S_T = \frac{m_{дет}}{K_{им}} \cdot [C_{заг} + C_c \cdot (1 - K_{им})], \quad (1.3)$$

где  $K_{им}$  - проектный коэффициент использования материала заготовки;

$C_{заг}$  - стоимость 1 кг материала заготовки,  $C_{заг}=32$ руб;

$C_c = 0,495$ руб/кг – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке чугуна

Литье в песчано-глинистую форму:

$$S_T = 6,5/0,76 \cdot [32 + 0,495 \cdot (1 - 0,76)] = 274,4 \text{ руб.}$$

Литье в песчано-глинистую форму с машинной формовкой:

$$S_T = 6,5/0,79 \cdot [32 + 0,495 \cdot (1 - 0,79)] = 264,1 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость получения заготовки литьем в песчано-глинистые формы с машинной формовкой меньше технологической себестоимости первого варианта. Учитывая этот фактор, в качестве метода получения заготовки выбираем литьё в песчано-глинистые формы с машинной формовкой.

#### 1.4.2 Выбор баз

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров поверхностей, полученных в процессе обработки, выбор режущего и мерительного инструмента, станочных приспособлений, производительность обработки.

В качестве технологических баз при обработке корпуса используются следующие поверхности:

Операция 005 Фрезерная

Установ А. Заготовка базируется по трём плоскостям.

На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю,  $\varepsilon_6 = 0$ .

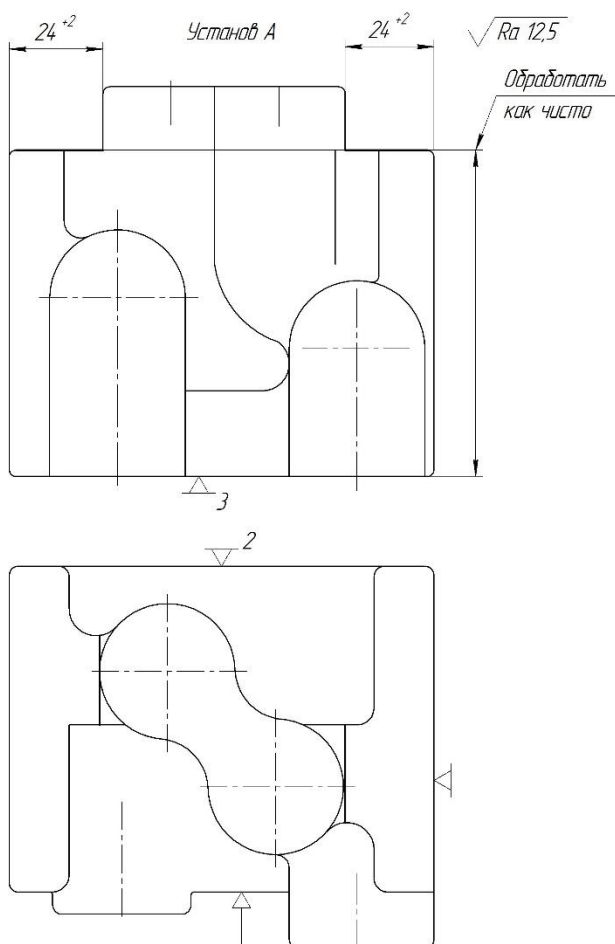


Рисунок 1.1 Схема базирования заготовки

Установ Б. Заготовка базируется по трём плоскостям.

На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю,  $\varepsilon_6=0$ .

Установ Б

$\sqrt{Ra\ 12,5}$

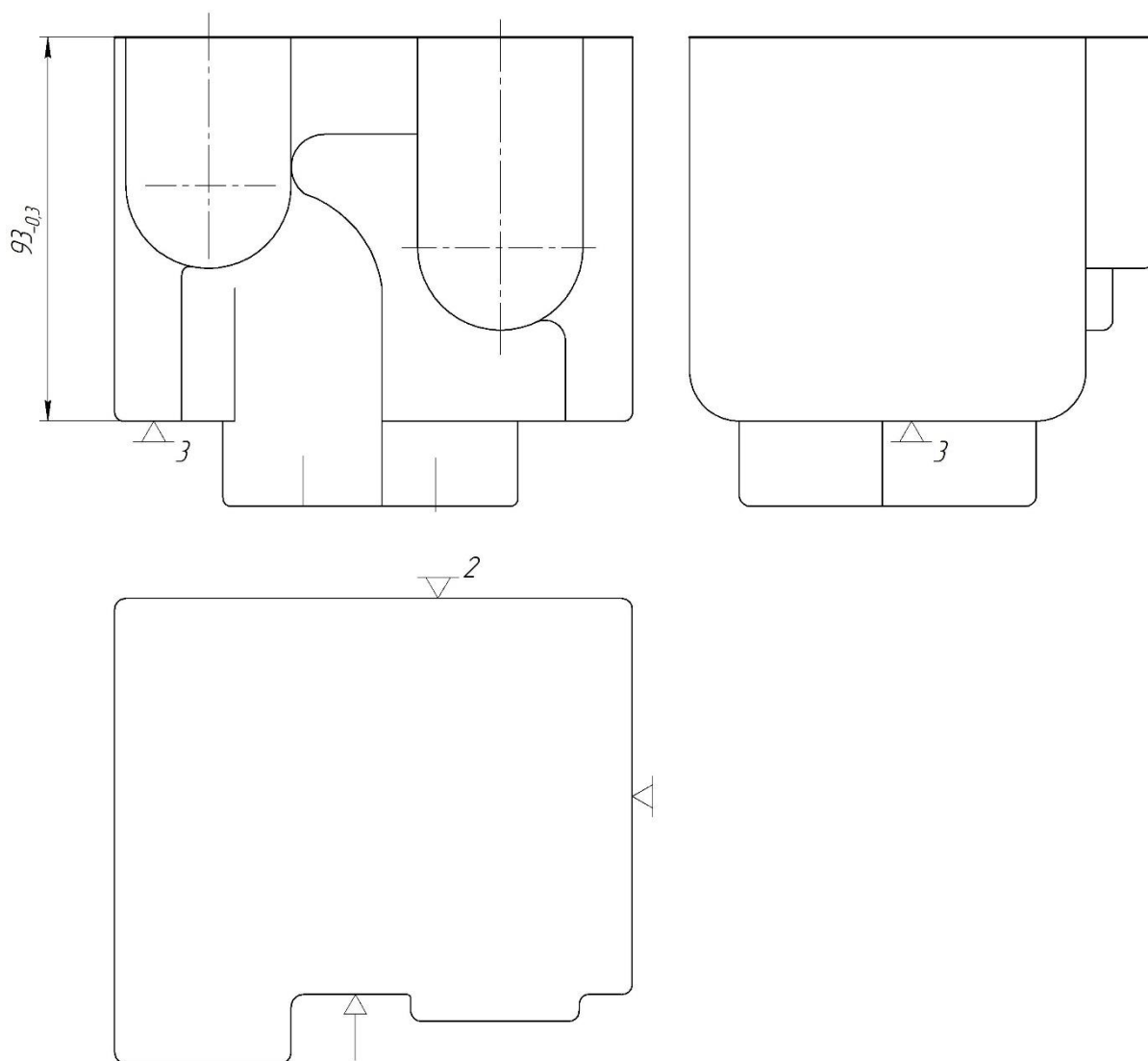


Рисунок 1.2 Схема базирования заготовки



### Операция 015 Фрезерная

Установ А. Заготовка базируется по трём плоскостям.

Установ Б. Заготовка базируется по трём плоскостям.

На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю,  $\varepsilon_6=0$ .

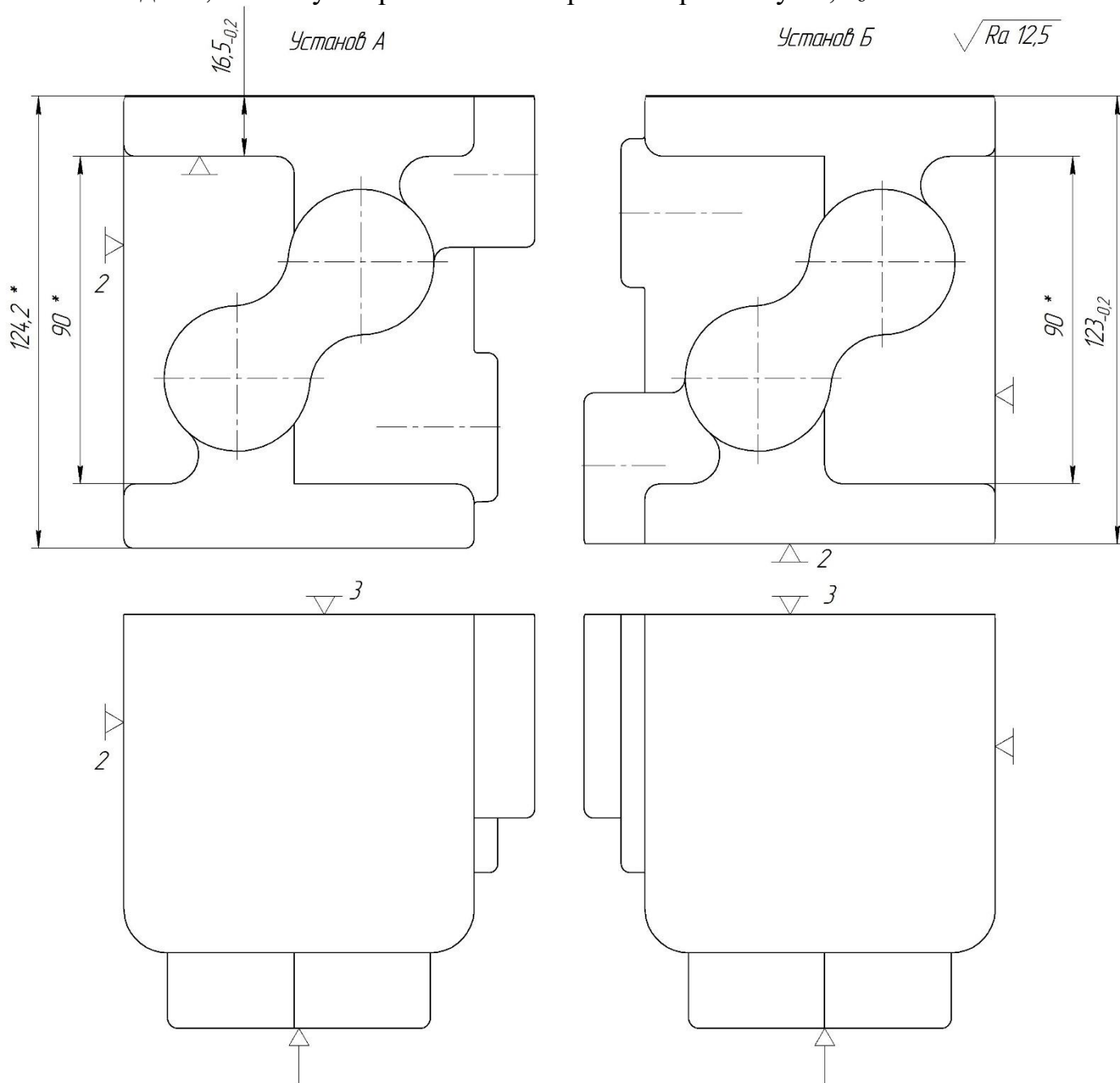


Рисунок 1.3 Схема базирования заготовки

### Операция 030 Сверильно-фрезерная с ЧПУ

Заготовка базируется по трём плоскостям в специальном приспособлении.

На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю.

На высотные размеры измерительная и технологическая базы не совпадают, поэтому погрешность базирования равна допуску на размер между базами,  $\varepsilon_6=0,3$ .

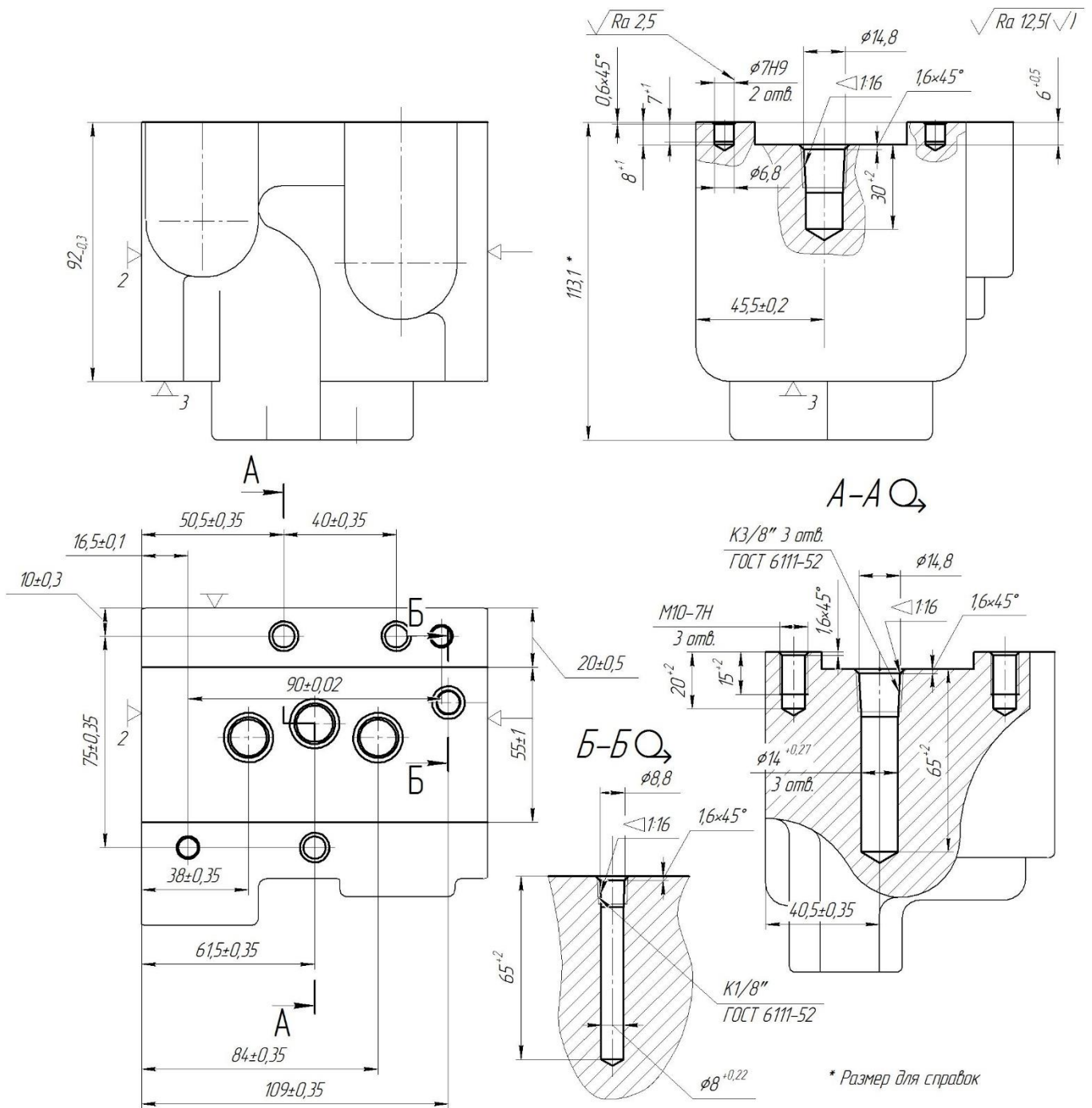


Рисунок 1.4 Схема базирования заготовки

### Операция 040 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ

Заготовка базируется по плоскости цилиндрическому и ромбическому пальцам в специальном приспособлении. Операция выполняется на трех позициях.

Погрешность базирования на диаметральные размеры равна  $\epsilon_D=0$ .

Погрешность базирования на высотные размеры( глубину) будет равна допуску на размер между измерительной и технологической базой  $110_{-0,3}$ , и составит  $\epsilon_6=0,3$  мм.

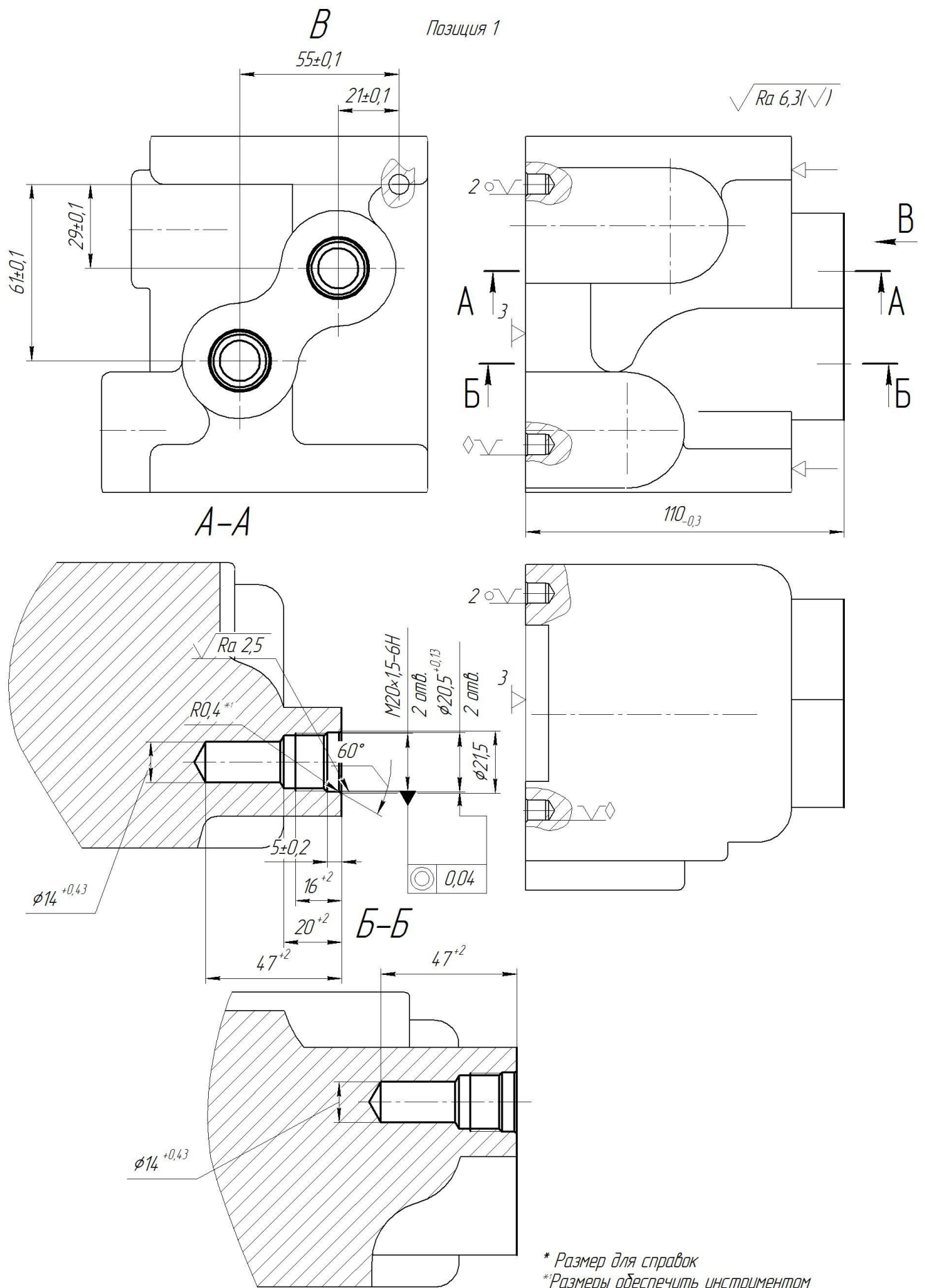


Рисунок 1.5 Схема базирования заготовки

Погрешность базирования на линейные размеры:

Деталь базируется отверстием  $\varnothing 7H9^{+0,036}$ , на палец  $\varnothing 7f7^{(-0,013)_{-0,028}}$

$$\varepsilon = S_{\min} + \delta_A + \delta_B, \quad (1.4)$$

где  $\delta_A$  – допуск на размер базового отверстия;

$\delta_B$  – допуск на размер пальца;

$S_{\min}$  – минимальный гарантированный зазор.

$$\delta_A = 36 \text{ мкм}, \delta_B = 15 \text{ мкм}, S_{\min} = 0 - (-13) = 13 \text{ мкм}.$$

$$\varepsilon_h = 36 + 15 + 13 = 64 \text{ мкм}$$

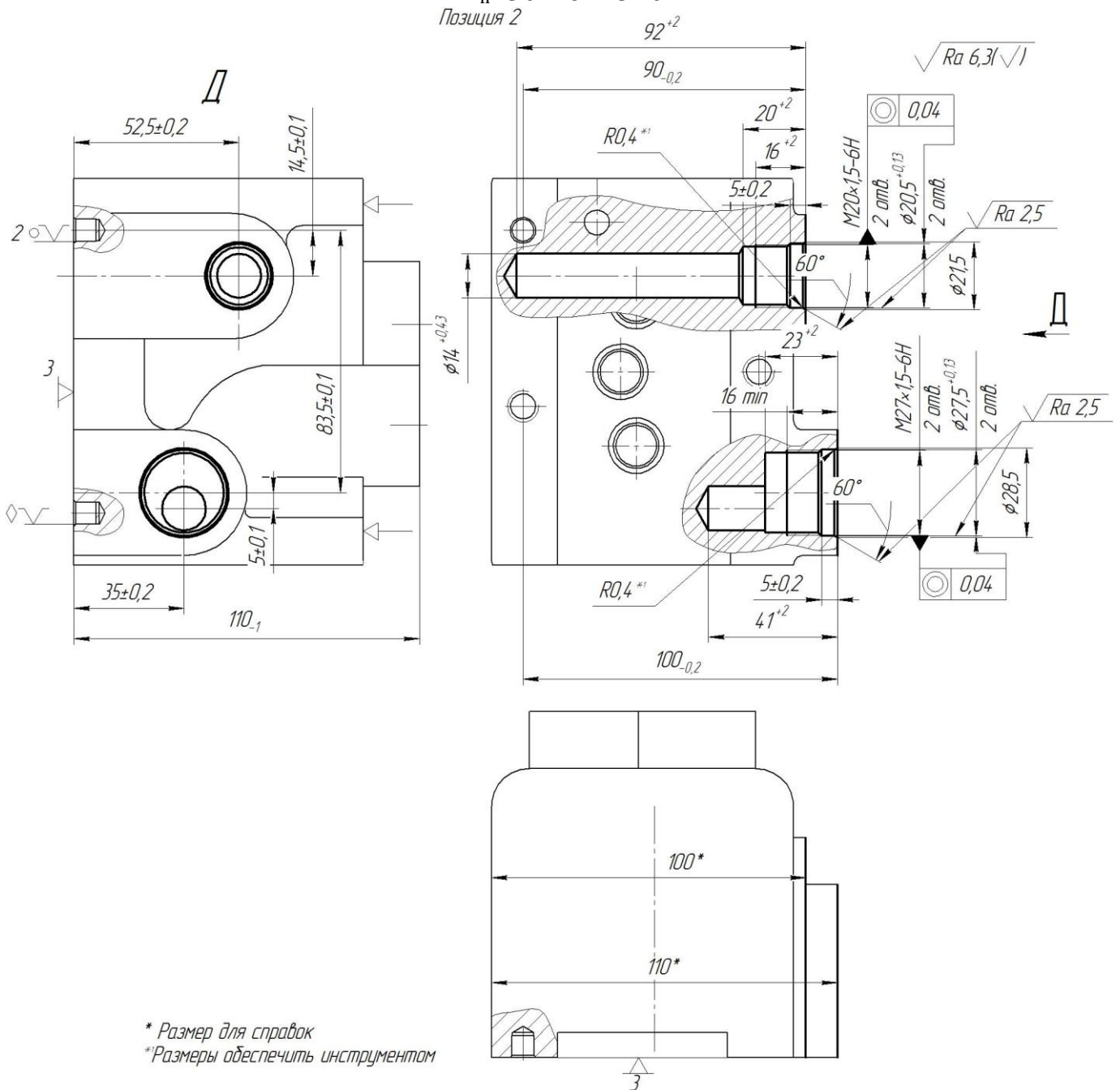


Рисунок 1.6 Схема базирования заготовки

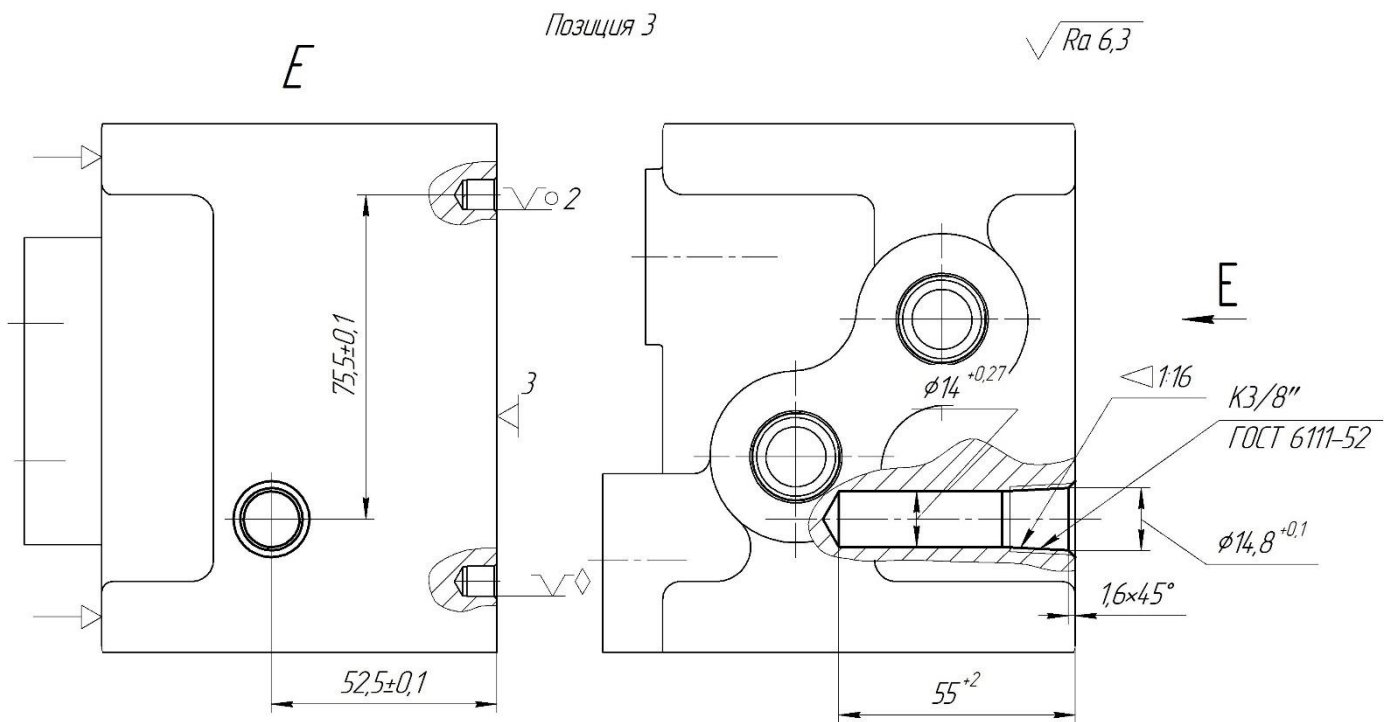


Рисунок 1.7 Схема базирования заготовки

#### Операция 045 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ

Заготовка базируется по плоскости цилиндрическому и ромбическому пальцам в специальном приспособлении. Операция выполняется на двух позициях.

Погрешность базирования на диаметральные и высотные размеры равна  $\varepsilon_D=0$ .

Погрешность базирования на линейные размеры определяем по формуле (1.4) и составляет  $\varepsilon_6 = 0,064\text{мм}$ .

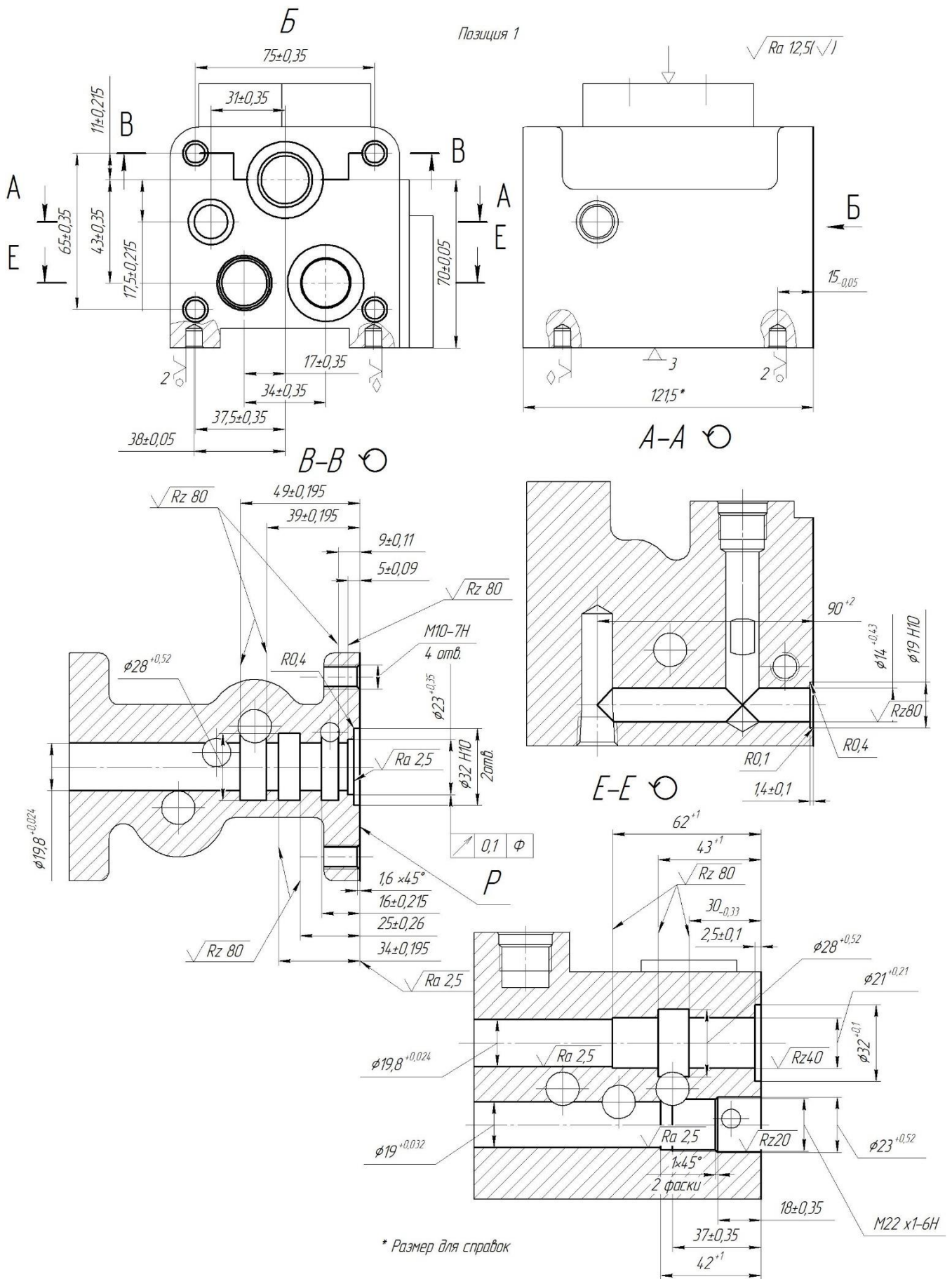


Рисунок 1.8 Схема базирования заготовки

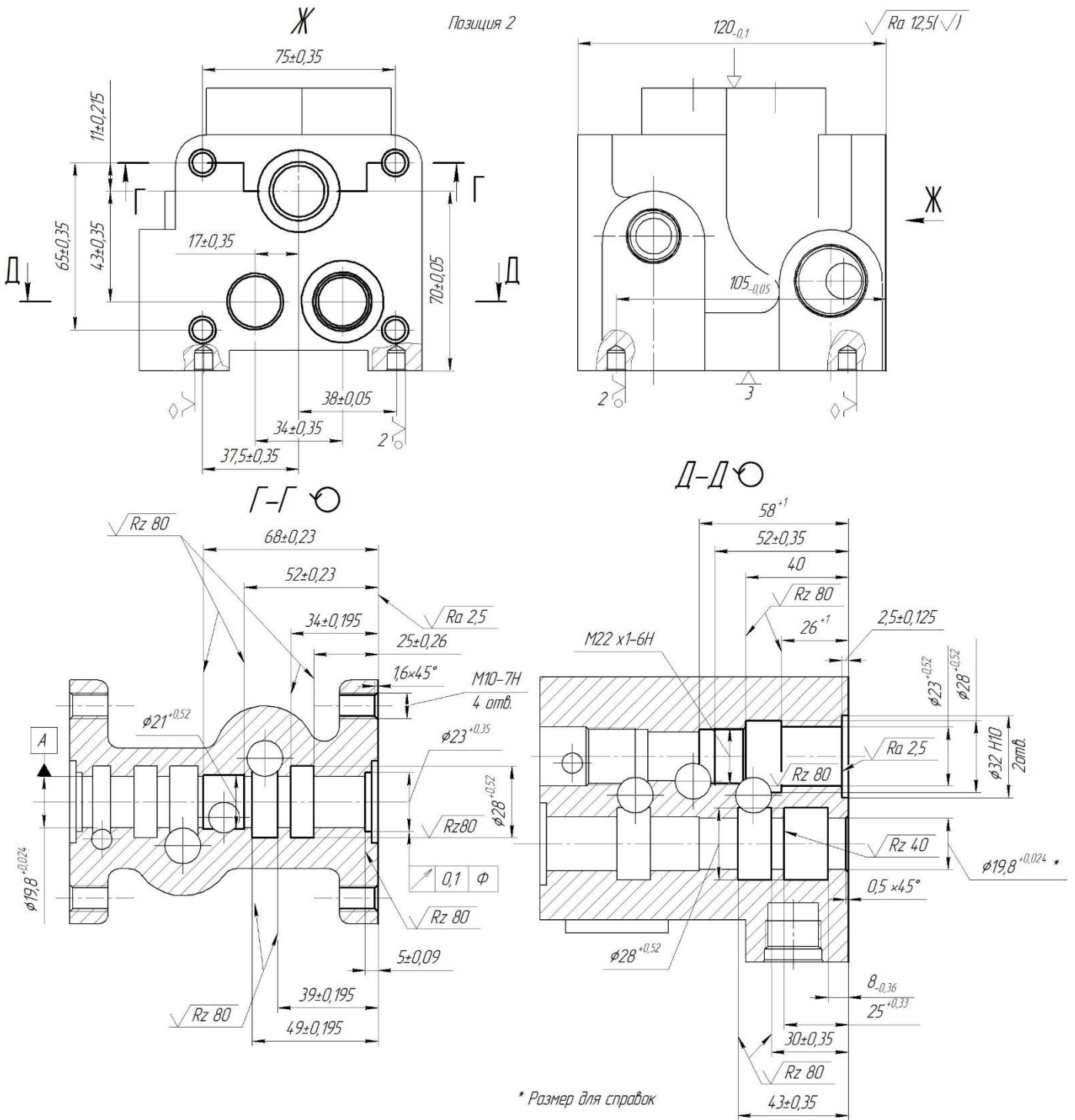


Рисунок 1.9 Схема базирования заготовки

### Операция 050 Хонинговальная

Заготовка базируется по плоскости цилиндрическому и ромбическому пальцам. Погрешность базирования на диаметральные размеры равна  $\varepsilon_D=0$ .

Погрешность базирования на линейные размеры определяем по формуле (1.4) и составляет  $\varepsilon_6 = 0,064\text{мм}$ .

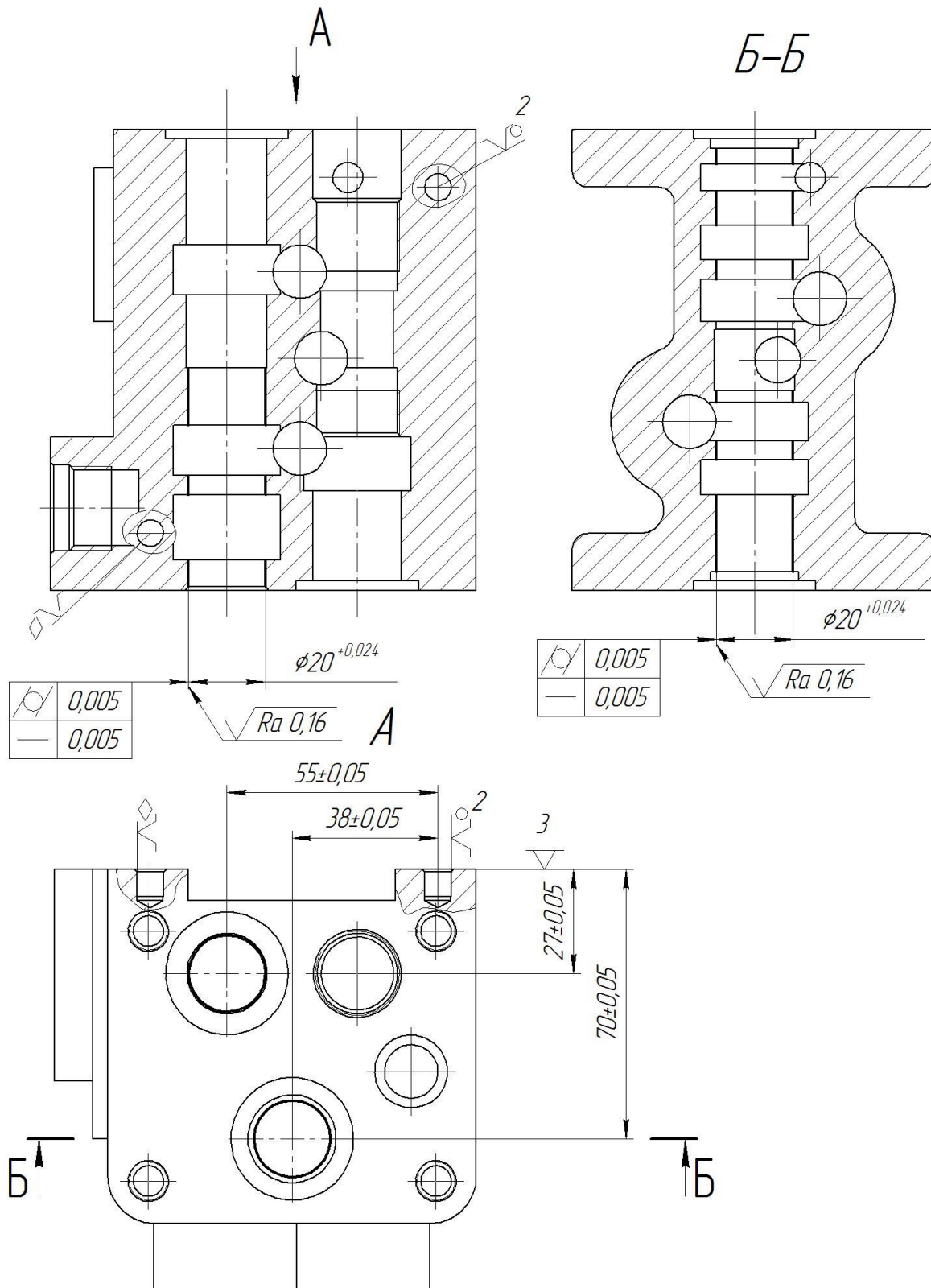


Рисунок 1.10 Схема базирования заготовки



### 1.4.3 Технологический процесс механической обработки детали

Таблица 1.7– Предлагаемый технологический процесс

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Наименование станка
Корпус ФЮРА.10А61029.001		
005	<p style="text-align: center;">Фрезерная</p> <p>Установ А - фрезеровать две плоскости как чисто выдерживая размер <math>24^{+0,5}</math> мм</p> <p>Установ Б - фрезеровать плоскость в размер <math>93_{-0,3}</math> мм</p>	Вертикально-фрезерный станок модели 6Р13
010	<p style="text-align: center;">Слесарная</p> <p>- Удалить заусенцы</p>	Верстак
015	<p style="text-align: center;">Фрезерная</p> <p>Установ А - фрезеровать плоскость в размер <math>16,5_{-0,2}</math> мм</p> <p>Установ Б - фрезеровать плоскость в размер <math>123_{-0,2}</math> мм</p>	Вертикально-фрезерный станок модели 6Р13
020	<p style="text-align: center;">Слесарная</p> <p>- Удалить заусенцы</p>	Верстак
025	<p style="text-align: center;">Термообработка</p> <p>Искусственное старение</p>	
030	<p style="text-align: center;">Сверлильно-фрезерная с ЧПУ</p> <p>- фрезеровать плоскость в размер <math>92_{-0,3}</math> мм</p> <p>- фрезеровать паз глубиной <math>6^{+0,5}</math> мм и шириной <math>55 \pm 1</math> мм на проход, выдерживая размер <math>20 \pm 0,5</math> мм</p> <p>- центровать 9 отверстий <math>\varnothing 3H14</math>, глубиной 3 мм</p> <p>- сверлить 2 отверстия <math>\varnothing 6,8 H12</math> на глубину <math>8^{+1}</math> мм</p> <p>- развернуть 2 отверстия <math>\varnothing 7H9</math> на глубину <math>7^{+1}</math> мм</p> <p>- сверлить 3 отверстия <math>\varnothing 8,5H14</math> мм на глубину <math>20^{+2}</math> мм под резьбу М10-7Н</p> <p>- сверлить отверстие <math>\varnothing 8H14</math> мм на глубину <math>65^{+2}</math> мм</p> <p>- сверлить отверстие <math>\varnothing 14 H14</math> мм на глубину <math>30^{+2}</math> мм</p> <p>- сверлить 2 отверстия <math>\varnothing 14H14</math> мм на глубину <math>65^{+2}</math> мм</p> <p>- развернуть коническое отверстие до <math>\varnothing 8,8H11</math> с конусностью 1:16 под резьбу К1/8"</p> <p>- развернуть 3 конических отверстия до <math>\varnothing 14,8H11</math> с конусностью 1:16 под резьбу К3/8"</p> <p>- зенковать фаски <math>1,6 \times 45^\circ</math> в 7 отверстиях</p> <p>- нарезать резьбу в 3-х отверстиях М10-7Н на</p>	Вертикальный сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ 450S

	<p>глубину 15<sup>+2</sup>мм</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нарезать в отверстиях резьбу К1/8"</li> <li>- нарезать резьбу К3/8" в 3-х отверстиях</li> </ul>	
035	<p style="text-align: center;">Слесарная</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Удалить заусенцы</li> </ul>	Верстак
040	<p style="text-align: center;">Сверлильно-фрезерная с ЧПУ</p> <p>Позиция 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фрезеровать плоскость в размер 110<sub>-1</sub>мм</li> <li>- сверлить 2 отверстия Ø14<sup>+0,43</sup>мм на глубину 47<sup>+2</sup>мм</li> <li>- сверлить 2 отверстия Ø17<sup>+0,43</sup>мм мм на глубину 20<sup>+2</sup> мм</li> <li>- зенкеровать 2 отверстия комбинированным зенкером в размеры: Ø18,5<sup>+0,13</sup> мм на глубину 20<sup>+2</sup>мм (под резьбу М20х1,5) с образованием фаски 45°; Ø20,5<sup>+0,13</sup> мм на глубину 5±0,2 мм с образованием фаски 30°.</li> <li>- нарезать резьбу в 2-х отверстиях М20х1,5-7Н на глубину 16<sup>+2</sup>мм</li> </ul> <p>Позиция 2 - поворот заготовки( против часовой) на 90°</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фрезеровать плоскость в размер 90<sub>-0,2</sub>мм</li> <li>- фрезеровать плоскость в размер 100<sub>-0,2</sub>мм</li> <li>- сверлить отверстие Ø14<sup>+0,43</sup>мм на глубину 92<sup>+2</sup>мм</li> <li>- сверлить отверстие Ø17<sup>+0,43</sup>мм на глубину 20<sup>+2</sup>мм</li> <li>- зенкеровать отверстие комбинированным зенкером в размеры: Ø18,5<sup>+0,13</sup> мм на глубину 20<sup>+2</sup>мм (под резьбу М20х1,5) с образованием фаски 45°; Ø20,5<sup>+0,13</sup> мм на глубину 5±0,2 мм с образованием фаски 30°.</li> <li>- нарезать резьбу в отверстиях М20х1,5-7Н на глубину 16<sup>+2</sup>мм</li> <li>- сверлить отверстие Ø24,5<sup>+0,43</sup>мм на глубину 20<sup>+2</sup> мм</li> <li>- зенкеровать отверстие комбинированным зенкером в размеры: Ø25,5<sup>+0,13</sup> мм на глубину 23<sup>+2</sup>мм (под резьбу М27х1,5) с образованием фаски 45°; Ø27,5<sup>+0,13</sup> мм на глубину 5±0,2 мм с образованием фаски 30°.</li> <li>- сверлить отверстие Ø14<sup>+0,43</sup>мм на глубину 41<sup>+2</sup>мм</li> <li>- нарезать резьбу в отверстиях М27х1,5-7Н на</li> </ul>	Горизонтальный обрабатывающий центр модели 500Н

	<p>глубину <math>16^{+2}</math>мм</p> <p>Позиция 3 - поворот заготовки (по часовой) на <math>180^\circ</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сверлить отверстие <math>\varnothing 14^{+0,43}</math>мм на глубину <math>55^{+2}</math>мм</li> <li>- развернуть коническое отверстие до <math>\varnothing 14,8H11</math> с конусностью 1:16 под резьбу К3/8”</li> <li>- зенковать фаску <math>1,6 \times 45^\circ</math></li> <li>- нарезать резьбу К3/8” в отверстии</li> </ul>	
045	<p>Сверлильно-фрезерная с ЧПУ</p> <p>Позиция 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фрезеровать плоскость в размер <math>15_{-0,05}</math>мм</li> <li>- центровать 8 отверстий <math>\varnothing 3H14</math>, глубиной 3мм</li> <li>- сверлить 4 отверстия <math>\varnothing 8,5H14</math> мм на проход под резьбу М10-7Н</li> <li>- зенковать фаски <math>1,6 \times 45^\circ</math> в 4 отверстиях</li> <li>- нарезать резьбу в 4-х отверстиях М10-7Н на проход</li> <li>- сверлить отверстие <math>\varnothing 14^{+0,43}</math>мм на глубину <math>90^{+2}</math>мм</li> <li>- цековать отверстие <math>\varnothing 19 H10</math>мм на глубину <math>1,4 \pm 0,1</math>мм</li> <li>- сверлить отверстие <math>\varnothing 23^{+0,52}</math>мм на глубину <math>18 \pm 0,35</math>мм</li> <li>- сверлить отверстие <math>\varnothing 23^{+0,52}</math>мм на глубину <math>3 \pm 0,2</math>мм</li> <li>- сверлить отверстие <math>\varnothing 21^{+0,21}</math>мм на глубину <math>42^{+1}</math>мм</li> <li>- сверлить отверстие <math>\varnothing 21^{+0,21}</math>мм на глубину <math>62^{+1}</math>мм</li> <li>- цековать отверстие <math>\varnothing 23^{+0,35}</math> мм на глубину <math>5 \pm 0,09</math>мм</li> <li>- цековать 2 отверстия <math>\varnothing 32H10</math> мм на глубину <math>2,5 \pm 0,1</math> мм</li> <li>- сверлить 3 отверстия <math>\varnothing 18^{+0,43}</math>мм на проход</li> <li>- зенкеровать 3 отверстия <math>\varnothing 18,7H11</math> мм на проход</li> <li>- зенкеровать 2 отверстия <math>\varnothing 19,5H11</math> мм на проход</li> <li>- развернуть отверстие <math>\varnothing 19^{+0,032}</math> мм на проход</li> <li>- развернуть 2 отверстия <math>\varnothing 19,8^{+0,024}</math> мм на проход</li> <li>- фрезеровать 4 кольцевые канавки <math>\varnothing 28^{+0,52}</math> мм, выдерживая размеры согласно эскиза</li> <li>- нарезать резьбу в отверстие М22х1-6Н на глубину <math>37 \pm 0,35</math>мм</li> </ul> <p>Позиция 2- поворот заготовки (по часовой) на <math>180^\circ</math></p>	<p>Горизонтальный обрабатывающий центр модели 500 Н</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- фрезеровать плоскость в размер 105<sup>-0,05</sup>мм</li> <li>- центровать 4 отверстия Ø3Н14, глубиной 3мм</li> <li>- сверлить 4 отверстия Ø8,5 Н14 мм на проход под резьбу М10-7Н</li> <li>- зенковать фаски 1,6×45° в 4 отверстиях</li> <li>- нарезать резьбу в 4-х отверстиях М10-7Н на проход</li> <li>- рассверлить отверстие Ø23<sup>+0,52</sup>мм на глубину 40±1мм</li> <li>- рассверлить отверстие Ø23<sup>+0,52</sup>мм на глубину 3±0,2мм</li> <li>- рассверлить отверстие Ø21<sup>+0,21</sup>мм на глубину 58<sup>+1</sup>мм</li> <li>- цековать отверстие Ø23<sup>+0,35</sup> мм на глубину 5±0,09мм</li> <li>- цековать 2 отверстия Ø32Н10 мм на глубину 2,5±0,1 мм</li> <li>- зенковать фаску 0,5×45°</li> <li>- фрезеровать кольцевую канавку Ø21<sup>+0,52</sup> мм, выдерживая размеры согласно эскиза</li> <li>- фрезеровать 5 кольцевых канавок Ø28<sup>+0,52</sup> мм, выдерживая размеры согласно эскиза</li> <li>- нарезать резьбу в отверстие М22х1-6Н на глубину 52±0,35мм</li> </ul>	
050	<p style="text-align: center;">Хонинговальная</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- хонинговать отверстие Ø20<sup>+0,024</sup>мм, выдерживая размеры 70±0,05мм и 38±0,05мм</li> <li>- хонинговать отверстия Ø20<sup>+0,024</sup>мм, выдерживая размеры 55±0,05мм и 27±0,05мм</li> </ul>	Хонинговальный станок с ЧПУ модели СС740
055	<p style="text-align: center;">Слесарная</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Удалить заусенцы</li> </ul>	Верстак
060	<p style="text-align: center;">Промывочная</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Очистить деталь от стружки</li> </ul>	
065	<p style="text-align: center;">Контрольная</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Контролировать размеры детали.</li> </ul>	Плита

#### 1.4.4 Выбор оборудования и средств технологического оснащения

##### 1.4.4.1 Выбор оборудования

Операция 005, 015 Фрезерная

Вертикально-фрезерный консольный станок модели 6Р13

Размеры рабочей поверхности стола( ширина × длина)

400×1600

Наибольшие перемещения стола:

продольное

1000

поперечное

300

вертикальное	420
Перемещение гильзы со шпинделем	80
Наибольший угол поворота шпиндельной головки, °	± 45
Внутренний конус шпинделя( конусность 7:24)	50
Число скоростей шпинделя	18
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5–1600
Число подач стола	18
Подача стола, мм/мин:	
продольная и поперечная	25–1250
вертикальная	8,3–416,6
Скорость быстрого перемещения стола, мм/мин:	
продольного и поперечного	3000
вертикального	1000
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	11
Габаритные размеры:	
длина	2560
ширина	2260
высота	2120
Масса( без выносного оборудования), кг	4200

#### Операция 030 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ

#### Вертикальный сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ 450S

Размеры рабочей поверхности стола, мм	480x900
Наибольшая масса детали, устанавливаемой на столе станка (вместе с приспособлением), кг	400
Наибольшее перемещение стола, мм:	
продольное (координата X)	600
поперечное (координата Y)	450
вертикальное( установочное)	-
Перемещение ползуна( координата Z), мм	450
Скорость быстрого перемещения узлов по координатам:	
X, Y, Z, м/мин	20-30
A, мин <sup>-1</sup>	-
Пределы подач по координатам:	
X, Y, Z, мм/мин	1-15000
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	0-8000
Мощность двигателя главного движения, кВт	до 15
Количество инструментов в магазине, шт	24
Наибольший диаметр инструмента, мм	100
Время смены инструмента, сек	10
Конус шпинделя	50
Отклонение от круглости при контурном фрезеровании цилиндрической поверхности, мм	0,005

Максимальная масса инструмента, кг	8
Количество одновременно управляемых координат:	
при линейной интерполяции	3
при круговой интерполяции	2
при линейно-круговой интерполяции	3
Габаритные размеры станка с электро- и гидрооборудованием, мм	
длина	2200
ширина	3185
высота	2830
Масса станка с электро- и гидрооборудованием, кг	4000
Класс точности	П
Установленная мощность, кВт	23

Операция 040 и 045 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ  
Обрабатывающий центр модели 500Н.

### Параметры стола

Размеры поверхности стола, мм	Ø500
Количество Т-образных пазов стола	8
Ширина паза стола, мм	18H11
Диаметр крепежных отверстий	M16-7H
Диаметр центрального отверстия, мм	25H7
Количество фиксируемых отверстий	4
Наибольшая частота вращения стола (ось В), об/мин	360
Наибольший крутящий момент, Нм	500
Тормозной момент, Нм	1500*

### Шпиндель

Конус шпинделя	SK 40 (HSK 63)*
Число ступеней частот вращения шпинделя	регул. бесступ.
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	0-4000
Номинальный крутящий момент на шпинделе, Нм	140
Мощность главного привода, кВт	11

### Перемещение

Наибольшее программируемое перемещение по координатам	
Х - продольное перемещение стола, мм	620
У - вертикальное перемещение шпиндельной бабки, мм	750
Z - поперечное перемещение колонны, мм	430
В - вращение стола, град.	360
Точность позиционирования по осям Х, У, Z, мм	0,02
Дискретность задания перемещения, мм	0,001
Число управляемых осей координат	4
Число одновременно управляемых осей координат	3
Наибольшее усилие подачи по координатам Х, У, Z, Н	8000

Пределы рабочих подач по координатам X,Y, Z, мм/мин	1...15 000
Число ступеней рабочих подач	регул. бесступ.
Скорость быстрого перемещения по координатам X, Y, Z, м/мин	24
<b>Инструментальный магазин</b>	
Емкость инструментального магазина, шт.	32
Время смены инструмента, с	14
Наибольшая масса оправки, устанавливаемой в магазине, кг	8
Наибольшая длина инструмента, устанавливаемого в шпинделе станка, мм	280
Система ЧПУ	SIEMENS SINUMERIK840 D
Масса, кг	9000
Габаритные размеры, мм	2310x3525x3200

#### Операция 050 Хонинговальная

#### Хонинговальный станок с ЧПУ модели СС740

#### Технические характеристики

Количество шпинделей	1
Ход шпинделя, мм	30...1000
Расстояние от оси шпинделя до колонны, мм	300...500
Скорость возвратно-поступательного движения шпинделя, м/мин	0...20
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	0...500
Наибольший крутящий момент на шпинделе, Нм	60...1000
Наибольшее осевое усилие на шпинделе, Н	1280...10 000
Суммарная мощность всех электродвигателей, кВт	5,5
Емкость бака СОЖ, л	150...450
Длина, мм	1850
Ширина, мм	1650
Высота, мм	1700
Масса станка, кг	1700
Система ЧПУ	SIEMENS SINUMERIK 840D

#### 1.4.4.2 Выбор средств технологического оснащения

##### а) операция 005 и 015 Фрезерная

- фреза торцевая насадная  $\varnothing 125$ ,  $z=9$ , 1Ф/3895-125, ТУ2.035.00223131.149-95 (ТИЗ)( торцевая насадная с механическим креплением твёрдосплавных пластин);

- пластина SPCW120408 (сплав AP10TT– аналог BK80M) – 9 шт.;

- тиски;

- штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-80;
- очки 0 ГОСТ 12.4.013-85;
- тара 505-190.

б) операция 030 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ

- фреза торцевая насадная1 Ф/3825-100 ТУ2.035.0223131.177-92 (ТИЗ);
- пластина SENW1204 AFFN( сплав AP10TT) – 8 шт.;
- фреза концевая с механическим креплением твердосплавных пластин 1Ф /4301-02 Ø 30, z=4, ТУ3918-02-0223131-96 (ТИЗ);
- сверло центровочное специальное Ø9, P6M5 ГОСТ10903-77;
- сверло Ø6,8 HSS/E TiAlN, 114600 6,8( GARANT);
- сверло Ø8,0 HSS/E TiAlN, 114600 8,0 (GARANT);
- сверло Ø8,5 HSS/E TiAlN, 114600 8,5( GARANT);
- развертка Ø7H7, VHM, TiAlN, 164341 7,0 (GARANT);
- сверло со сменной головкой KUB K2 5×D, 14,0мм, (головка Ø14,0 BK8425), 232200 (КОМЕТ);
- зенковка 2353-0123 ГОСТ 14953-80;
- развертка К1/8" 2373-0032 ГОСТ 6226-71
- развертка К3/8" 2373-0034 ГОСТ 6226-71
- метчик М10-7Н 2620-1436 ГОСТ 3266-81
- метчик К1/8" 2680-0004 ГОСТ 6227-80
- метчик К3/8" 2680-0007 ГОСТ 6227-80
- оправка для фрезы 40-190 ОСТ2 П15-2-84 - 1 шт.;
- оправка 40-28-168,4 ОСТ2 П15-2-84 – 1шт;
- втулка 40-3 ОСТ2 П12-7 – 84 – 5шт. ;
- втулка 40-2 ОСТ2 П12-7 – 84 – 1шт. ;
- патрон 1-40-2-100 ГОСТ 26539-85 – 5шт. ;
- патрон М6-М16-Tr36 х2 ГОСТ 8255-86;
- пробка ПР, НЕ 7Н9 СТП 406-4308-76;
- пробка ПР, НЕ М10-7Н ГОСТ17756-72;
- пробка К1/8"СТП 406-4312-76;
- пробка К3/8"СТП 406-4312-76;
- пробка резьбовая К1/8"СТП 406-4212-77;
- пробка резьбовая К3/8"СТП 406-4212-77;
- штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-80;
- штангенглубиномер 101–1635;
- приспособление специальное;
- смазочно-охлаждающая жидкость ЛЗ-СОЖ-15 (МНД) ГОСТ 28549.7;
- очки 0 ГОСТ 12.4.013-85;
- тара 505-190.

в) операция 040 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ

- фреза торцевая насадная1 Ф/3825-100 ТУ2.035.0223131.177-92 (ТИЗ);
- пластина SENW1204 AFFN( сплав AP10TT) – 8 шт.;
- сверло со сменной головкой KUB K2 5×D, 14,0мм, (головка Ø14,0 BK8425), 232200 (КОМЕТ);
- сверло со сменной головкой KUB K2 3×D, 17мм, (головка Ø17,0 BK8425),



232200 (КОМЕТ);

- сверло со сменной головкой HiPer-DriLL 3×D, 24,5мм, (головка Ø24,5 HB 7530 TiAlN-PVD), 231605 (GARANT);

- зенкер комбинированный специальный;
- зенкер комбинированный специальный;
- зенковка 2353-0123 ГОСТ 14953-80;
- развертка К3/8" 2373-0034 ГОСТ 6226-71;
- метчик М20х1,5-6Н 2620-1436 ГОСТ 3266-81;
- метчик М27х1,5-6Н 2620-1436 ГОСТ 3266-81
- метчик К3/8" 2680-0007 ГОСТ 6227-80;
- оправка для фрезы 40-190 ОСТ2 П15-2-84 - 1 шт.;
- оправка 40-28-168,4 ОСТ2 П15-2-84 – 3шт;
- втулка 40-3 ОСТ2 П12-7 – 84 – 4шт. ;
- патрон 1-40-2-100 ГОСТ 26539-85 – 1шт. ;
- патрон М16-М27-Tr48 х2 ГОСТ 8255-86– 2шт.;
- пробка ПР 20,5Н11 СТП 406-4308-76;
- пробка НЕ 20,5Н11 СТП 406-4308-76;
- пробка ПР 25,5Н11 СТП 406-4308-76;
- пробка НЕ 25,5Н11 СТП 406-4308-76;
- пробка ПР М20х1,5-6Н ГОСТ17756-72;
- пробка НЕ М20х1,5-6Н ГОСТ17756-72;
- пробка ПР М27х1,5-6Н ГОСТ17756-72;
- пробка НЕ М27х1,5-6Н ГОСТ17756-72;
- пробка К3/8"СТП 406-4312-76;
- пробка резьбовая К3/8"СТП 406-4212-77;
- штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-80;
- штангенглубиномер 101–1635;
- приспособление специальное ФЮРА.10А61029.005СБ;
- смазочно-охлаждающая жидкость ЛЗ-СОЖ-15 (МНД) ГОСТ 28549.7;
- очки 0 ГОСТ 12.4.013-85;
- тара 505-190.

г) операция 045 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ

- фреза торцевая насадная 1Ф/3825-100 ТУ2.035.0223131.177-92( ТИЗ);
- пластина SENW1204 AFFN (сплав AP10TT) – 8 шт.;
- сверло центровочное специальное Ø9, P6M5 ГОСТ10903-77;
- сверло Ø8,5 HSS/E TiAlN, 114600 8,5( GARANT);
- сверло со сменной головкой KUB K2 5×D, 14,0мм, (головка Ø14,0 BK8425), 232200 (КОМЕТ);

- сверло со сменной головкой KUB K2 5×D, 18мм, (головка Ø18,0 BK8425), 232200 (КОМЕТ);

- сверло со сменной головкой HiPer-DriLL 3×D, 21мм, (головка Ø21,0 HB 7530 TiAlN-PVD), 231605 (GARANT);

- сверло со сменной головкой HiPer-DriLL 3×D, 23мм, (головка Ø23,0 HB 7530 TiAlN-PVD), 231605 (GARANT);

- зенковка 2353-0123 ГОСТ 14953-80;

- метчик М10-7Н 2620-1436 ГОСТ 3266-81
  - цековка Ø19 ГОСТ 26258-87;
  - цековка Ø23 ГОСТ 26258-87;
  - цековка Ø32 ГОСТ 26258-87;
  - зенкер Ø18,7 Р6М5, ГОСТ 12489-71;
  - зенкер Ø19,5 Р6М5, ГОСТ 12489-71;
  - развёртка Ø19 2363-3461 Н7 ГОСТ 1672-80;
  - развёртка Ø19,8 2363-3462 Н7 ГОСТ 1672-80;
  - метчик М22х1-6Н 2620-1436 ГОСТ 3266-81;
  - фреза ММ TS195-Н60А-06Т06 (ISCAR);
  - зенковка 2353-0142 ГОСТ 14953-80;
  - оправка для фрезы 40-190 ОСТ2 П15-2-84 - 1 шт.;
  - оправка 40-28-168,4 ОСТ2 П15-2-84 – 4шт;
  - втулка 40-3 ОСТ2 П12-7 – 84 – 8шт. ;
  - патрон 1-40-2-100 ГОСТ 26539-85 – 2шт. ;
  - патрон М16-М27-Tr 48х2 ГОСТ 8255-86– 1шт.;
  - пробка ПР 19,8<sup>+0,024</sup> СТП 406-4308-76;
  - пробка НЕ 19,8<sup>+0,024</sup> СТП 406-4308-76;
  - пробка ПР 19Н8 СТП 406-4308-76;
  - пробка НЕ 19Н8СТП 406-4308-76;
  - пробка ПР 21Н12 СТП 406-4308-76;
  - пробка НЕ 21Н12 СТП 406-4308-76;
  - пробка ПР 32Н10 СТП 406-4308-76;
  - пробка НЕ 32Н10 СТП 406-4308-76;
  - пробка ПР, НЕ М10-7Н ГОСТ17756-72;
  - штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-80;
  - штангенглубиномер 101–1635;
  - приспособление специальное;
  - смазочно-охлаждающая жидкость ЛЗ-СОЖ-15 (МНД) ГОСТ 28549.7;
  - очки 0 ГОСТ 12.4.013-85;
  - тара 505-190.
- д) операция 050 Хонинговальная
- приспособление специальное;
  - хонинговальная головка;
  - алмазный брусок АС50/40 - 40/28М1 ГОСТ 16606-71 - 3 шт.;
  - колодка 258-394;
  - головка 257-482;
  - футляр 386-1466;
  - втулка 361-916
  - пневматическая пробка ГОСТ 14866-76;
  - кругломер, тип 1, класс точности 2, модель 298 ТУ2-034-22-87;
  - прямомер БВ-6249, класс точности , ТУ2-034-24-88;
  - очки 0 ГОСТ 12.4.013-85;
  - тара 505-190.

#### 1.4.5 Расчет припусков на механическую обработку

Припуск - это слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали. Любая заготовка, предназначенная для механической обработки, изготавливается с припуском на размеры готовой детали. В величину припуска, снимаемого при первых, черновых операциях, входит также дефектный слой. Дефектный слой включает в себя выпуклости, вмятины, раковины, трещины, погрешности формы и размеров заготовки. У проката дефектный слой от 0,5 до 1,5 мм [4]. Припуск на обработку поверхностей детали может быть назначен по соответствующим справочным таблицам, ГОСТам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков (РАМОП). РАМОП предусматривает расчет припусков по всем последовательно выполняемым технологическим переходам (промежуточные припуски).

Расчёт припусков на механическую обработку отверстия  $\varnothing 20^{+0,024}$  производится расчётно-аналитическим методом, для всех остальных поверхностей табличным методом.

Определить припуски и допуски для размера  $\varnothing 20^{+0,024}$ , с шероховатостью поверхности Ra0,16.

Данный метод основан на определении минимального припуска, который определяется по формуле:

$$2Z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (1.5)$$

где  $R_{z_{i-1}}$  – шероховатость поверхности, получаемая на предшествующем технологическом переходе;

$h_{i-1}$  – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем технологическом переходе;

$\Delta_{\Sigma_{i-1}}$  – суммарное пространственное отклонение, полученное на предшествующем технологическом переходе;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Для удобства расчёта данным методом предусмотрено заполнение специальной таблицы.

Последовательность выполняемых переходов: сверление, зенкерование, развёртывание, хонингование.

Определение  $R_z$ ,  $h$ :

Сверление	12 квалитет,	$R_z = 50\text{мкм}$ ,	$h = 70\text{мкм}$ .
Зенкерование	10 квалитет,	$R_z = 32\text{мкм}$ ,	$h = 40\text{мкм}$ .
Развёртывание	9 квалитет,	$R_z = 6,4\text{мкм}$ ,	$h = 20\text{мкм}$ .
Хонингование	8 квалитет,	$R_z = 0,64\text{мкм}$ ,	–

Определение  $\varepsilon$ ,  $\Delta_{\Sigma}$ :

Погрешность установки заготовки  $\varepsilon = 120\text{мкм}$ .

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta_y 1)^2 + C_o^2}, \quad (1.6)$$

где  $\Delta_y$  – увод сверла,  $\Delta_y = 0,7\text{мкм/мм}$ ;

$C_o$  – смещение оси отверстия относительно номинального положения,  $C_o = 30\text{мкм}$ .

Для сверления:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(0,7 \cdot 133)^2 + 30^2} = 97,8\text{мкм}.$$

Для последующих переходов полученное значение  $\Delta_{\Sigma}$  нужно помножить на коэффициент уточнения, то есть:

$$\Delta_{\Sigma i} = k_y \Delta_{\Sigma i-1}. \quad (1.7)$$

Для зенкерования:

$$K_y = 0,04, \text{ тогда } \Delta_{\Sigma} = 0,04 \cdot 97,8 = 3,9\text{мкм}.$$

Для развертывания:

$$K_y = 0,03, \text{ тогда } \Delta_{\Sigma} = 0,03 \cdot 3,9 = 0,2\text{мкм}.$$

Для хонингования:

$$K_y = 0,02, \text{ тогда } \Delta_{\Sigma} = 0,02 \cdot 0,2 = 0,004\text{мкм}.$$

Определение  $2Z_{\min}$ :

Для зенкерования:

$$2Z_{\min} = 2 \left[ (50 + 70) + \sqrt{97,8^2 + 120^2} \right] = 550\text{мкм}.$$

Для развёртывания:

$$2Z_{\min} = 2 \left[ (32 + 40) + \sqrt{3,9^2 + 120^2} \right] = 384\text{мкм}.$$

Для хонингования:

$$2Z_{\min} = 2 \left[ (10 + 20) + \sqrt{0,2^2 + 120^2} \right] = 300\text{мкм}.$$

За расчётный размер принимаем максимальный предельный размер обрабатываемой поверхности:  $20 + 0,024 = 20,024\text{мм}$ .

Определение наибольших предельных размеров для каждого перехода:

Для хонингования:

$$D_{\max} = 20,024\text{мм}.$$

Для развёртывания:

$$D_{\max} = 20,024 - 0,300 = 19,724\text{мм}.$$

Для зенкерования:

$$D_{\max} = 19,724 - 0,384 = 19,4\text{мм}.$$

Для сверления:

$$D_{\max} = 19,4 - 0,550 = 18,85\text{мм}.$$

Округляем принятые размеры до знака допуска:

$D_{\max} = 20,024$  – округленный размер для хонингования по 8-му качеству (допуск  $T = 42\text{мкм}$ );

$D_{\max} = 19,73\text{мм}$  – округленный размер для развёртывания по 9-ому качеству (допуск  $T = 62\text{мкм}$ );

$D_{\max} = 19,4\text{мм}$  – округленный размер для зенкерования по 10-ому качеству (допуск  $T = 100\text{мкм}$ );

$D_{\max} = 18,90\text{мм}$  – округленный размер для сверления по 12-ому качеству (допуск  $T = 250\text{мкм}$ ).

Определение минимальных предельных размеров:

Для хонингования:

$$D_{\min} = 20,024 - 0,024 = 20\text{мм.}$$

Для развёртывания:

$$D_{\min} = 19,73 - 0,062 = 19,668\text{мм.}$$

Для зенкерования:

$$D_{\min} = 19,4 - 0,100 = 19,3\text{мм.}$$

Для сверления:

$$D_{\min} = 18,90 - 0,250 = 18,65\text{мм.}$$

Определение  $2Z_{\max}$ :

$$2Z_{\max i} = 2Z_{\max i} + TD_{i-1} - TD_i, \quad (1.8)$$

Для зенкерования:

$$2Z_{\max} = 550 + 250 - 100 = 700\text{мкм.}$$

Для развёртывания:

$$2Z_{\max} = 384 + 100 - 62 = 422\text{мкм.}$$

Для хонингования:

$$2Z_{\max} = 300 + 62 - 24 = 338\text{мкм.}$$

Определение общих минимального и максимального припусков:

$$2Z_{\min \text{ общ}} = 550 + 384 - 300 = 634\text{мкм};$$

$$2Z_{\max \text{ общ}} = 700 + 422 + 338 = 1460\text{мкм.}$$

Проверка правильности расчёта:

$$2Z_{\max \text{ общ}} - 2Z_{\min \text{ общ}} = TD_z - TD_d, \quad (1.9)$$

$$1460 - 634 = 826 = 250 - 24 = 226\text{мкм.}$$

Результаты расчёта представлены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Припуски на механическую обработку

Маршрут обработки	Элементы $Z_{min}$ , МКМ				Расчётные величины		Допуск на выполнение размера, МКМ	Принятые размеры по операциям, мм		Предельный припуск, мм	
	$R_z$	h	$\Delta\Sigma$	$\varepsilon$	$2Z_{min}$ , МКМ	$\varnothing_{max}$ , мм		$d_{max}$	$d_{min}$	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
Сверление по Н12	50	70	97,8	–	–	18,9	250	18,90	18,65	–	–
Растачивание по Н10	32	40	3,9	0	550	19,4	100	19,4	19,3	0,700	0,550
Развёртывание по Н9	64	20	0,2	0	384	19,8	62	19,73	19,668	0,422	0,384
Хонингование	0,64	–	0,004	0	300	20,024	24	20,024	20,0	0,338	0,300

#### 1.4.6 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания и назначение режимов обработки производим по [7,8,11,12].

Операция 005 Фрезерная. Установ Б.

Первый переход: Фрезеровать поверхность в размер 93<sub>-0,3</sub>мм.

Глубину резания принимаем –  $t = 1,5$ мм.

Ширину фрезерования –  $B = 102$ мм.

Назначаем подачу на зуб:  $S_z = 0,2$  мм/зуб.

Скорость резания находим по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v, \quad (1.10)$$

где  $T$  – период стойкости фрезы, принимаем равным  $T = 180$ мин;

$C_v, q, x, y, u, p, m$  – коэффициент и показатели степени, ( $C_v = 445, q = 0,2, x = 0,15, y = 0,35, u = 0,2, p = 0, m = 0,32$ );

$K_v$  – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания, который определяется по формуле:

$$K_v = K_{MV} K_{IV} K_{ПV}, \quad (1.11)$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент на обрабатываемый материал, который определяется по формуле:

$$K_{MV} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v}, \quad (1.12)$$

где  $n_v$  – показатель степени,  $n_v = 1,25$ .

$K_{IV}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента,  $K_{IV} = 0,83$ ;

$K_{ПV}$  – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания,  $K_{ПV} = 1,0$ .

$$K_{MV} = \left( \frac{190}{187} \right)^{1,25} = 1,02.$$

$$K_v = 1,02 \cdot 0,83 \cdot 1,0 = 0,84.$$

$$V = \frac{445 \cdot 125^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,35} \cdot 102^{0,2} \cdot 9^0} \cdot 0,84 = 122,1 \text{ м/мин.}$$

Определяем частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \quad (1.13)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 122,1}{3,14 \cdot 125} = 31 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя в соответствии с паспортными данными станка:  $n_{ст} = 315$  об/мин.

Находим действительную скорость резания по формуле:

$$V_d = \frac{\pi D n_{ст}}{1000}, \quad (1.14)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 315}{1000} = 123,6 \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу определяем по формуле:

$$S_M = S_z z n_{\text{ст}}, \quad (1.15)$$

$$S_M = 0,2 \cdot 9 \cdot 315 = 567 \text{ мм/мин.}$$

Корректируем минутную подачу в соответствии с паспортными данными станка:  $S_M = 560 \text{ мм/мин.}$

Силу резания определяем по формуле:

$$P_z = \frac{10 C_P t^x S_z^y B^u z}{D^q n_{\text{ст}}^w} K_{\text{MP}}, \quad (1.16)$$

где  $C_P, x, y, u, q, w$  – коэффициент и показатели степени, ( $C_P = 54,5, x = 0,9, y = 0,74, u = 1,0, q = 1,0, w = 0$ );

$K_{\text{MP}}$  – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, который определяется по формуле:

$$K_{\text{MP}} = \left( \frac{\text{HB}}{190} \right)^n, \quad (1.17)$$

где  $n$  – показатель степени,  $n = 1$ .

$$K_{\text{MP}} = \left( \frac{187}{190} \right)^1 = 0,98.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 1,5^{0,9} \cdot 0,2^{0,74} \cdot 102^1 \cdot 9}{125^{1,0} \cdot 315^0} \cdot 0,98 = 1717 \text{ Н.}$$

Крутящий момент определяем по формуле:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100}, \quad (1.18)$$

$$M_{\text{кр}} = \frac{1717 \cdot 125}{2 \cdot 100} = 1073 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Мощность, затрачиваемую на резание, определяем по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z V_d}{1020 \cdot 60}, \quad (1.19)$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{1717 \cdot 123,6}{1020 \cdot 60} = 3,46 \text{ кВт.}$$

Проверка на достаточность привода станка производится по формуле:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}}, \quad (1.20)$$

где  $N_{\text{шп}}$  – мощность привода станка, которая определяется по формуле:

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{ст}} \eta, \quad (1.21)$$

где  $N_{\text{ст}}$  – мощность станка,  $N_{\text{ст}} = 11 \text{ кВт}$ ;

$\eta$  – КПД привода,  $\eta = 0,9$ .

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,9 = 9,9 \text{ кВт.}$$

Так как  $3,46 < 9,9$ , следовательно, условие выполняется.

Основное время определяем по формуле:



$$T_o = \frac{L}{S_M} i, \quad (1.22)$$

где  $i$  – число проходов,  $i = 1$ ;

$L$  – длина рабочего хода, которая определяется по формуле:

$$L = l + l_{вр} + l_{пер}, \quad (1.23)$$

$$L = 130 + 62,5 + 6 = 198,5 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{198,5}{560} = 0,35 \text{ мин.}$$

По методике [7,8,11,12] проводим расчеты для последующих переходов и операций. Для инструмента фирмы GARANT расчет режимов резания проводим при помощи модуля расположенного на сайте <http://www.toolscout.de/ToolScout/CuttingData/direct.shtml>. Расчет режимов резания сводим в таблицу 1.9.

Таблица 1.9 – Режимы резания

№	Содержание перехода	$i$	$t$ , мм	$S_M$ , мм/мин	$S$ , мм/об	$V$ , м/мин	$n$ , об/мин	$T_o$ , мин
Операция 005 Фрезерная								
1	Установ А Фрезеровать две плоскость как чисто выдерживая размер $24^{+0,5}$ мм	2	1,0	560	-	123,6	315	0,68
2	Установ Б Фрезеровать плоскость в размер $93_{-0,3}$ мм	1	1,5	560	-	123,6	315	0,35
Операция 015 Фрезерная								
1	Установ А Фрезеровать плоскость в размер $16,5_{-0,2}$ мм	1	1,2	560	-	123,6	315	0,3
2	Установ Б Фрезеровать плоскость в размер $123_{-0,2}$ мм	1	1,2	560	-	123,6	315	0,3
Операция 030 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ								
1	Фрезеровать плоскость в размер $92_{-0,3}$ мм	2	1	600	-	125,6	400	0,73
2	Фрезеровать паз глубиной $6^{+0,5}$ мм и шириной $55 \pm 1$ мм на проход, выдерживая	2	6	520	-	122,4	1300	0,65

	размер 20±0,5мм							
3	Центровать 9 отверстий Ø3 Н14, глубиной 3мм	9	1,5	-	0,1	14,3	1500	0,54
4	Сверлить 2 отверстия Ø6,8Н12 на глубину 8 <sup>+1</sup> мм	2	3,4	-	0,08	32	1500	0,26
5	Развернуть 2 отверстия Ø7Н9 на глубину 7 <sup>+1</sup> мм	2	0,1	-	0,12	7,9	360	0,78
6	Сверлить 3 отверстия Ø8,5Н14 мм на глубину 20 <sup>+2</sup> мм под резьбу М10-7Н	3	4,25	-	0,11	32	1200	0,68
7	Сверлить отверстие Ø8 Н14 мм на глубину 65 <sup>+2</sup> мм	1	4	-	0,11	30,1	1200	0,56
8	Сверлить отверстие Ø14Н14 мм на глубину 30 <sup>+2</sup> мм	1	7	-	0,2	65,9	1500	0,15
9	Сверлить 2 отверстия Ø14Н14 мм на глубину 65 <sup>+2</sup> мм	1	7	-	0,2	65,9	1500	0,26
10	Развернуть коническое отверстие до Ø8,8Н11 с конусностью 1:16 под резьбу К1/8"	1	0,4	-	0,15	6,9	250	0,5
11	Развернуть 3 конических отверстия до Ø14,8Н11 с конусностью 1:16 под резьбу К3/8"	3	0,4	-	0,15	11,6	250	1,5
12	Зенковать фаски 1,6×45° в 7 отверстиях	7	1,6	-	0,2	12,5	250	1,1
13	Нарезать резьбу в 3-х отверстиях М10-7Н на глубину 15 <sup>+2</sup> мм	3	0,75	-	1,45	3,9	125	0,32
14	Нарезать в отверстиях резьбу К 1/8"	1	0,7	-	0,9	4,4	125	0,11
15	Нарезать резьбу К	3	1,1	-	1,4	6,6	125	0,30

	3/8" в 3-х отверстиях							
Операция 040 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ								
Позиция 1								
1	Фрезеровать плоскость в размер 110 <sub>-1</sub> мм	1	2,7	600	-	125,6	400	0,3
2	Сверлить 2 отверстия Ø14 <sup>+0,43</sup> мм на глубину 47 <sup>+2</sup> мм	2	7	-	0,2	65,9	1500	0,4
3	Сверлить 2 отверстия Ø17 <sup>+0,43</sup> мм на глубину 20 <sup>+2</sup> мм	2	8,5	-	0,2	69,3	1300	0,3
4	Зенкеровать 2 отверстия комбинированным зенкером в размеры: Ø18,5 <sup>+0,13</sup> мм на глубину 20 <sup>+2</sup> мм (под резьбу М20х1,5) с образованием фаски 45°; Ø20,5 <sup>+0,13</sup> мм на глубину 5±0,2мм с образованием фаски 30°.	2	0,75	-	0,25	25,7	400	0,8
5	Нарезать резьбу в 2-х отверстиях М20х1,5-7Н на глубину 16 <sup>+2</sup> мм	2	0,75	-	1,45	6,2	100	0,37
Позиция 2								
6	Фрезеровать плоскость в размер 90 <sub>-0,2</sub> мм	1	2,7	600	-	125,6	400	0,15
7	Фрезеровать плоскость в размер 100 <sub>-0,2</sub> мм	1	2,7	600	-	125,6	400	0,12
8	Сверлить отверстие Ø14 <sup>+0,43</sup> мм на глубину 92 <sup>+2</sup> мм	1	7	-	0,2	65,9	1500	0,35
9	Сверлить отверстие Ø17 <sup>+0,43</sup> мм на глубину 20 <sup>+2</sup> мм	1	8,5	-	0,2	69,3	1300	0,16
10	Зенкеровать отверстие комбинированным	1	0,75	-	0,25	25,7	400	0,4

	зенкером в размеры: Ø18,5 <sup>+0,13</sup> мм на глубину 20 <sup>+2</sup> мм (под резьбу М20х1,5) с образованием фаски 45°; Ø20,5 <sup>+0,13</sup> мм на глубину 5±0,2 мм с образованием фаски 30°.							
11	Нарезать резьбу в отверстии М20х1,5-7Н на глубину 16 <sup>+2</sup> мм	1	0,75	-	1,45	6,2	100	0,18
12	Сверлить отверстие Ø24,5 <sup>+0,43</sup> мм на глубину 20 <sup>+2</sup> мм	1	12,2	-	0,35	84,6	1100	0,14
13	Зенкеровать отверстие комбинированным зенкером в размеры: Ø25,5 <sup>+0,13</sup> мм на глубину 23 <sup>+2</sup> мм (под резьбу М27х1,5) с образованием фаски 45°; Ø27,5 <sup>+0,13</sup> мм на глубину 5±0,2 мм с образованием фаски 30°.	1	0,5	-	0,25	21,6	250	0,6
14	Сверлить отверстие Ø14 <sup>+0,43</sup> мм на глубину 41 <sup>+2</sup> мм	1	7	-	0,2	65,9	1500	0,22
15	Нарезать резьбу в отверстии М27х1,5-7Н на глубину 16 <sup>+2</sup> мм	1	0,75	-	1,45	6,7	80	0,18
Позиция 3 - поворот заготовки (по часовой) на 180°								
16	Сверлить отверстие Ø14 <sup>+0,43</sup> мм на глубину 55 <sup>+2</sup> мм	1	7	-	0,2	65,9	1500	0,24
17	Развернуть коническое отверстие до Ø14,8Н11 с	1	0,4	-	0,15	11,6	250	0,55

	конусностью 1:16 под резьбу К3/8"							
18	Зенковать фаску 1,6×45°	1	1,6	-	0,2	12,5	250	0,15
19	Нарезать резьбу К 3/8" в отверстии	1	1,1	-	1,4	6,6	125	0,12
Операция 045 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ								
Позиция 1								
1	Фрезеровать плоскость в размер 15 <sub>-0,05</sub> мм	1	1,5	600	-	125,6	400	0,3
2	Центровать 8 отверстий Ø3Н14, глубиной 3мм	8	1,5	-	0,1	14,3	1500	0,72
3	Сверлить 4 отверстия Ø8,5Н14 мм на проход под резьбу М10-7Н	4	4,25	-	0,11	32	1200	0,9
4	Зенковать фаски 1,6×45° в 4 отверстиях	4	1,6	-	0,2	12,5	250	0,6
5	Нарезать резьбу в 4-х отверстиях М10-7Н на проход	4	0,75	-	1,5	3,9	125	0,5
6	Сверлить отверстие Ø14 <sup>+0,43</sup> мм на глубину 90 <sup>+2</sup> мм	1	7	-	0,12	65,9	1500	0,56
7	Цековать отверстие Ø19Н10мм на глубину 1,4±0,1 мм	1	2,5	-	0,2	18,7	315	0,16
8	Сверлить отверстие Ø23 <sup>+0,52</sup> мм на глубину 18±0,35мм	1	11,5	-	0,35	86,6	1200	0,07
9	Сверлить отверстие Ø23 <sup>+0,52</sup> мм на глубину 3±0,2мм	1	11,5	-	0,35	86,6	1200	0,03
10	Сверлить отверстие Ø21 <sup>+0,21</sup> мм на глубину 42 <sup>+1</sup> мм	1	10,5	-	0,3	85,7	1300	0,15
11	Сверлить отверстие Ø21 <sup>+0,21</sup> мм на глубину 62 <sup>+1</sup> мм	1	10,5	-	0,3	85,7	1300	0,2
12	Сверлить 3 отверстия Ø18 <sup>+0,43</sup> мм	3	9	-	0,2	67,8	1200	1,2

	на проход							
13	Цековать отверстие $\text{Ø}23^{+0,35}$ мм на глубину $5\pm 0,09$ мм	1	2,5	-	0,2	22,7	315	0,23
14	Цековать 2 отверстия $\text{Ø}32\text{H}10$ мм на глубину $2,5\pm 0,1$ мм	1	4,5	-	0,15	20,1	200	0,3
15	Зенкеровать 3 отверстия $\text{Ø}18,7\text{H}11$ мм на проход	3	0,35	-	0,28	23,4	400	2,6
16	Зенкеровать 2 отверстия $\text{Ø}19,5\text{H}11$ мм на проход	2	0,4	-	0,28	24,4	400	1,6
17	Развернуть отверстие $\text{Ø}19^{+0,032}$ мм на проход	1	0,15	-	0,35	14,9	250	1,02
18	Развернуть 2 отверстия $\text{Ø}19,8^{+0,024}$ мм на проход	2	0,15	-	0,35	15,5	250	2,1
19	Фрезеровать 4 кольцевые канавки $\text{Ø}28^{+0,52}$ мм, выдерживая размеры согласно эскиза	9	6	400	-	79,5	1300	2,25
20	Нарезать резьбу в отверстие М22х1-6Н на глубину $37\pm 0,35$ мм	1	0,5	-	0,95	6,9	100	0,2
Позиция 2 - поворот заготовки (по часовой) на $180^\circ$								
21	Фрезеровать плоскость в размер $105_{-0,05}$ мм	1	1,5	600	-	125,6	400	0,3
22	Центровать 4 отверстия $\text{Ø}3\text{H}14$ , глубиной 3 мм	4	1,5	-	0,1	14,3	1500	0,36
23	Сверлить 4 отверстия $\text{Ø}8,5\text{H}14$ мм на проход под резьбу М10-7Н	4	4,25	-	0,11	32	1200	0,9
24	Зенковать фаски $1,6\times 45^\circ$ в 4 отверстиях	4	1,6	-	0,2	12,5	250	0,6

25	Нарезать резьбу в 4-х отверстиях М10-7Н на проход	4	0,75	-	1,5	3,9	125	0,5
26	Рассверлить отверстие $\varnothing 23^{+0,52}$ мм на глубину $40 \pm 1$ мм	1	2,5	-	0,35	86,6	1200	0,12
27	Рассверлить отверстие $\varnothing 23^{+0,52}$ мм на глубину $3 \pm 0,2$ мм	1	2,5	-	0,35	86,6	1200	0,3
28	Рассверлить отверстие $\varnothing 21^{+0,21}$ мм на глубину $58^{+1}$ мм	1	1,5	-	0,3	85,7	1300	0,06
29	Цековать отверстие $\varnothing 23^{+0,35}$ мм на глубину $5 \pm 0,09$ мм	1	2,5	-	0,2	22,7	315	0,23
30	Цековать 2 отверстия $\varnothing 32$ Н10 мм на глубину $2,5 \pm 0,1$ мм	1	4,5	-	0,15	20,1	200	0,3
31	Зенковать фаску $0,5 \times 45^\circ$	1	0,5	-	0,2	16,4	250	0,08
32	Фрезеровать кольцевую канавку $\varnothing 21^{+0,52}$ мм, выдерживая размеры согласно эскиза	3	6	400	-	79,5	1300	0,6
33	Фрезеровать 5 кольцевых канавок $\varnothing 28^{+0,52}$ мм, выдерживая размеры согласно эскиза	13	6	400	-	79,5	1300	3,25
34	Нарезать резьбу в отверстие М22х1-6Н на глубину $52 \pm 0,35$ мм	1	0,5	-	0,95	6,9	100	0,2

Операция 050 Хонинговальная

Обработать отверстие  $\varnothing 20^{+0,024}$ .

- припуск на обработку  $h = 0,2$  мм/диаметр;
- радиальная подача брусков  $S_p = 0,2$  мкм/дв.ход;
- окружная скорость  $V_{окр} = 50$  м/мин;
- возвратно-поступательная скорость хонинговальной головки  $V_{в-п} = 10$  м/мин;
- рекомендуемое давление абразивных брусков  $P = 0,3$  МПа.
- основное время определяем по формуле [2]:

$$T_o = \frac{L}{V_{B-П}} \cdot \frac{h}{S_p} \cdot K, \quad (1.24)$$

где  $K = 1,1 \dots 1,3$  – коэффициент, учитывающий «выхаживание» и износ брусков, принимаем  $K = 1,2$ ;

$L$  – длина хода хонинговальной головки, которая определяется по формуле [2]:

$$\begin{aligned} L &= l_d + 2 l_{пер} - l_{бр} \text{мм}, \\ L_1 &= l_d + 2 l_{пер} - l_{бр} = 110 + 2 \cdot 15 - 55 = 85 \text{мм}. \\ L_2 &= l_d + 2 l_{пер} - l_{бр} = 57 + 2 \cdot 15 - 55 = 32 \text{мм}. \end{aligned} \quad (1.25)$$

$$T_{O1} = \frac{0,085}{10} \cdot \frac{0,2}{0,002} \cdot 1,2 = 1,02 \text{мин.}$$

$$T_{O2} = \frac{0,032}{10} \cdot \frac{0,2}{0,002} \cdot 1,2 = 0,38 \text{мин.}$$

$$T_o = T_{O1} + T_{O2} = 1,02 + 0,38 = 1,4 \text{ мин.}$$

#### 1.4.7 Нормирование технологического процесса

Норма времени [7,8]:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n}, \quad (1.26)$$

где  $T_{шт-к}$  – штучно-калькуляционное время выполнения работ на станках, мин;

$T_{шт}$  – норма штучного времени, мин;

$T_{п-з}$  – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

Для станков с ЧПУ [7]:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_v \cdot K_{цв}) \cdot \left( 1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right), \quad (1.27)$$

где  $T_{ца} = T_o + T_{мв}$ , – время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

$T_o$  – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{мв}$  – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменение величины и направления подачи, время технологических пауз.), мин;

$T_v$  – вспомогательное время, мин;

$K_{цв}$  – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{отд}$  – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_v = T_{уст} + T_{опер} + T_{изм}, \quad (1.28)$$

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

$T_{опер}$  – время, связанное с операцией, мин;

$T_{изм}$  – время на измерение, мин.

$$T_{п-з} = T_{п-31} + T_{п-32} + T_{п-3.обр}, \quad (1.29)$$



где  $T_{П-31}$  – время на организационную подготовку, мин;  
 $T_{П-32}$  – время на наладку станка, мин;  
 $T_{П-3.ОБР}$  – нормы времени на пробную обработку, мин.  
 Для универсальных станков:

$$T_{шт} = (T_0 + T_B \cdot K_{тв}) \cdot \left( 1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right), \quad (1.30)$$

где  $T_0$  – основное время на обработку одной детали, мин;  
 $T_B$  – вспомогательное время, мин;  
 $K_{тв}$  – поправочный коэффициент вспомогательного времени;  
 $A_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места, %;  
 $A_{отд}$  – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_B = T_{уст} + T_{пер} + T_{изм}, \quad (1.31)$$

где  $T_{уст}$  – время на установку и снятие детали, мин;  
 $T_{пер}$  – время, связанное с переходом, мин;  
 $T_{изм}$  – время на измерение, мин.

$$T_{П-3} = T_{П-31} + T_{П-32} + T_{П-3.ОБР}, \quad (1.32)$$

где  $T_{П-31}$  – время на организационную подготовку, мин;  
 $T_{П-32}$  – время на наладку станка, мин;  
 $T_{П-3.ОБР}$  – нормы времени на пробную обработку, мин.

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы [7,8] и приведены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 - Нормирование технологического процесса

Наименование операции	Содержание работы	Время, мин и коэффициенты
005	Фрезерная	
	Основное время	1,03
	Вспомогательное время:	
	- Время на установку и снятие изделия	0,7
	- Время, связанное с переходом	0,6
	- Время на измерение	0,2
	Суммарное вспомогательное время:	1,5
- Время на обслуживание рабочего места	8% $t_{оп}$	
- Время перерывов на отдых и личные надобности	5% $t_{оп}$	
- Подготовительно-заключительное время на партию	14,5	
Штучное время	2,85	
Штучно-калькуляционное время	3,0	
015	Фрезерная	
	Основное время	0,6
	Вспомогательное время:	
- Время на установку и снятие изделия	0,6	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Время, связанное с переходом</li> <li>- Время на измерение</li> </ul> <p>Суммарное вспомогательное время:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Время на обслуживание рабочего места</li> <li>- Время перерывов на отдых и личные надобности</li> <li>- Подготовительно-заключительное время на партию</li> </ul> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>0,8</p> <p>0,2</p> <p>1,6</p> <p>8% <math>t_{оп}</math></p> <p>5% <math>t_{оп}</math></p> <p>14,5</p> <p>2,48</p> <p>2,63</p>
030	<p>Сверлильно-фрезерная с ЧПУ</p> <p>Основное время</p> <p>Вспомогательное время:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Время на установку и снятие изделия</li> <li>- Время, связанное с переходом</li> <li>- Время на измерение</li> </ul> <p>Суммарное вспомогательное время:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Время на обслуживание рабочего места</li> <li>- Время перерывов на отдых и личные надобности</li> <li>- Подготовительно-заключительное время на партию</li> </ul> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>8,44</p> <p>0,6</p> <p>2,3</p> <p>1,8</p> <p>4,7</p> <p>14% <math>t_{оп}</math></p> <p>5% <math>t_{оп}</math></p> <p>35,5</p> <p>15,63</p> <p>16</p>
040	<p>Сверлильно-фрезерная с ЧПУ</p> <p>Основное время</p> <p>Вспомогательное время:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Время на установку и снятие изделия</li> <li>- Время, связанное с переходом</li> <li>- Время на измерение</li> </ul> <p>Суммарное вспомогательное время:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Время на обслуживание рабочего места</li> <li>- Время перерывов на отдых и личные надобности</li> <li>- Подготовительно-заключительное время на партию</li> </ul> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>5,73</p> <p>1,2</p> <p>2,6</p> <p>2,0</p> <p>5,8</p> <p>14% <math>t_{оп}</math></p> <p>5% <math>t_{оп}</math></p> <p>39</p> <p>13,72</p> <p>14,12</p>
045	<p>Сверлильно-фрезерная с ЧПУ</p> <p>Основное время</p> <p>Вспомогательное время:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Время на установку и снятие изделия</li> <li>- Время, связанное с переходом</li> <li>- Время на измерение</li> </ul>	<p>23,49</p> <p>1,2</p> <p>7,1</p> <p>2,5</p>

	<p>Суммарное вспомогательное время:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Время на обслуживание рабочего места</li> <li>- Время перерывов на отдых и личные надобности</li> <li>- Подготовительно-заключительное время на партию</li> </ul> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>10,8</p> <p>14% <math>t_{оп}</math></p> <p>6% <math>t_{оп}</math></p> <p>45</p> <p>41,14</p> <p>41,6</p>
050	<p>Хонинговальная</p> <p>Основное время</p> <p>Вспомогательное время:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Время на установку и снятие изделия</li> <li>- Время, связанное с переходом</li> <li>- Время на измерение</li> </ul> <p>Суммарное вспомогательное время:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Время на обслуживание рабочего места</li> <li>- Время перерывов на отдых и личные надобности</li> <li>- Подготовительно-заключительное время на партию</li> </ul> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>1,4</p> <p>1,2</p> <p>0,4</p> <p>1,0</p> <p>2,6</p> <p>7%</p> <p>7%</p> <p>16</p> <p>4,56</p> <p>4,73</p>

## 1.5 Конструкторская часть

### 1.5.1 Проектирование сверлильно-фрезерного приспособления

В конструкторской части спроектировано сверлильно-фрезерное приспособление ФЮРА.10А61029.005СБ, которое предназначено для фрезерования и сверления корпуса с трех сторон на обрабатывающем центре 500Н.

Базирование детали в приспособлении осуществляется по плоскости и двум пальцам (цилиндрическом и срезанном). Три точки несёт главная базирующая плоскость, две точки – цилиндрический палец, одну точку – срезанный. Для закрепления приспособления на станке в основании корпуса имеются пазы.

Приспособление состоит из сварной плиты поз. 1 на которой установлены установочные пальцы поз. 11 и 12 и две опорные пластины поз. 13 и 14, по которым базируется заготовка. Зажим осуществляется посредством 2-х подпружиненных Г-образных прихвата поз. 2, установленного на шпильке поз.17. Вращением гайки поз. 10 производится закрепление заготовки.

Базирование приспособления осуществляется при помощи пальца в центральное отверстие стола, и закрепляется к столу станка болтами, вставляемыми в пазы основания. Транспортировка приспособления осуществляется при помощи 2-х рым-болтов поз. 15 и двух отверстий в сварной плите.

### 1.5.2 Расчет зажимных элементов приспособления

Схема сил, действующих на приспособление, показана на рисунке 1.11.

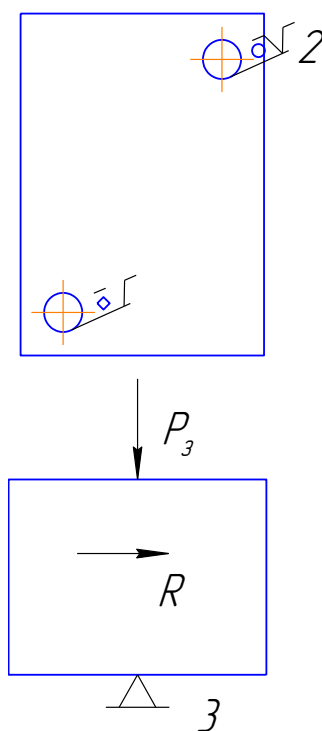


Рисунок 1.11 Схема сил

На данной операции осуществляется, в основном, сверление отверстий.

В расчете участвует только сила резания  $R$ , направленная под  $90^\circ$  к силе зажима, которая стремится сдвинуть и поднять заготовку относительно опор. При зажиме заготовки применяется Г-образный прихват с винтовым механизмом, то сила зажима определяется по формуле:

$$P_3 = \frac{K \cdot R \cdot J_2}{J_1 + J_2}, \quad (1.33)$$

где  $J_1$  и  $J_2$  – жесткости зажимных механизмов и опор соответственно (в проектных расчетах можно принять  $\frac{J_2}{J_1 + J_2} = 0.6 \div 0.7$ );

$R$  – сила резания (в нашем случае  $R=5035\text{Н}$ );

$K$  – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку, который рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (1.34)$$

где  $K_0=1,5$  – коэффициент гарантированного запаса,

$K_1 = 1,1$  – коэффициент неровностей;

$K_2 = 1,3$  – характеризует увеличение сил резания из-за затупления инструмента;

$K_3 = 1,0$  – характеризует увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1,3$  – т. к. зажим ручной;

$K_5 = 1,0$  – коэффициент, характеризующий эргономику приспособления;

$K_6 = 1,0$  – т.к. заготовка установлена на пальцы.

$$K=1,5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0=2,788.$$

Сила, необходимая для зажима:

$$P_3=5035 \cdot 2,788 \cdot 0,7=9826 \text{ Н}.$$

В приспособлении применяется сила зажима обеспечиваемая двумя прихватами, следовательно сила зажима на одном прихвате определяется по формуле:  $Q_1=9826/2=4913\text{Н}$ .

Силы, действующие на Г-образном прихвате, изображены на рисунке 1.12.

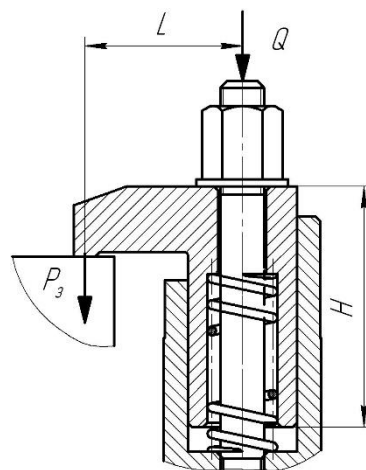


Рисунок 1.12 Действующие силы

Сила, действующая на гайке:

$$Q = \frac{Q}{1 - 3 \cdot f \cdot \frac{L}{H}}, \quad (1.35)$$

где  $f$  – коэффициент трения на торце гайки ( $f=0,1 \div 0,15$ );

$L$  и  $H$  – конструктивные элементы прихвата ( $L=57\text{мм}$ ,  $H=72\text{мм}$ ).

$$Q = \frac{4913}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot \frac{72}{57}} = 7910\text{Н}$$

При известной силе  $Q$  вычисляют номинальный диаметр винта по формуле:

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{Q}{\sigma_p}}, \quad (1.36)$$

где  $\sigma_p$  – напряжение материала винта,  $\sigma_p = 80\text{МПа}$ ;

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{7910}{80}} = 14,1\text{мм}.$$

Принимаем  $d = 16\text{мм}$ .

Определяем необходимые параметры резьбы: резьба М16, шаг резьбы  $P=1,5\text{мм}$ ,  $d_1=D_1=15,026\text{мм}$ ,  $d_2=D_2=14,376\text{мм}$ .

Момент затяжки:

$$M = 0,5 \cdot Q \cdot \left\{ d_2 \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) + f \cdot (D_{\text{н.т.}}^3 - d_{\text{н.т.}}^3) / [3 \cdot (D_{\text{н.т.}}^2 - d_{\text{н.т.}}^2)] \right\}, \quad (1.37)$$

где  $d_2$  – средний диаметр резьбы;

$$\alpha = \text{arctg}\left(\frac{t}{\pi \cdot d_2}\right) - \text{угол подъема резьбы};$$

(1.38)

$t$  – шаг резьбы;

$\varphi_{\text{пр}}$  – приведённый коэффициент трения для заданного профиля резьбы, определяется по формуле:

$$\varphi_{\text{пр}} = \text{arctg}\left(\frac{f}{\cos \beta}\right), \quad (1.39)$$

$\beta$  – половина угла при вершине профиля витка резьбы;

$D_{\text{н.т.}}$ ,  $d_{\text{н.т.}}$  – наружный и внутренний диаметры опорного торца гайки ( $D_{\text{н.т.}}=24\text{мм}$ ,  $d_{\text{н.т.}}=12,3\text{мм}$ ).

Для треугольной резьбы(ГОСТ 9150–59)  $\beta=30$ .

$$\alpha = \text{arctg}\left(\frac{2,5}{3,14 \cdot 14,376}\right) = 2,78^\circ$$

$$\varphi_{\text{пр}} = \text{arctg}\left(\frac{0,15}{\cos 30}\right) = 9,82^\circ,$$

$$M = 0,5 \cdot 7910 \cdot 10^{-3} \left\{ 14,376 \cdot \text{tg}(2,78 + 9,82) + \right. \\ \left. + 0,15 \cdot (24^3 - 12,3^3) / [3 \cdot (24^2 - 12,3^2)] \right\} = 5,5\text{Н} \cdot \text{м}$$

Длина гаечного ключа  $L=175\text{мм}$ . При данной длине ключа усилие,

развиваемое на рукоятке равно 32Н. Максимально допустимая сила зажима на рукоятке для приспособлений с ручным зажимом 250Н, следовательно, ручной зажим для данного приспособления может быть применён.

### 1.5.3 Расчёт приспособления на точность

Расчёт приспособления на точность ведём по методике, изложенной в [12].

Для определения точности спроектированного приспособления необходимо суммировать все составляющие погрешности, влияющие на точность приспособления по формуле:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = K \sqrt{(K_1 \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{уст}}^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + \varepsilon_{\text{изн}}^2 + \Delta_y^2 + \Delta_{\text{и}}^2 + \Delta_{\text{н}}^2 + \Sigma \Delta_{\text{ф}}^2 + \Delta T^2}, \quad (1.40)$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий возможность отступления от нормального распределения отдельных составляющих,  $K = 1,2$ ;

$\varepsilon_6$  – погрешность базирования,  $\varepsilon_6 = 0,064\text{мм}$ ;

$K_1$  – коэффициент, принимается, если присутствует погрешность базирования,  $K_1 = 0,6$ ;

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления, которая определяется по формуле: [12]

$$\varepsilon_3 = [(K_{\text{Rz}} \text{Rz} + K_{\text{HB}} \text{HB}) + C_1] \left( \frac{Q_1}{9,8} \right)^n \frac{1}{F^m}, \quad (1.41)$$

$$\varepsilon_3 = [(0,016 \cdot 32 - 0,0045 \cdot 187) + 1,057] \cdot \left( \frac{4913}{9,8} \right)^{0,6} \cdot \frac{1}{4^{0,6}} = 0,013\text{мм}.$$

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \sqrt{0,0384^2 + 0,013^2 + 0,02^2 + 0,04^2} = 0,072\text{мм}.$$

Полученное значение не превышает минимального допуска на линейный размер между отверстиями  $\pm 0,1$  мм, и обеспечивает требуемую точность.

## 1.6 Организационная часть

### 1.6.1 Определение трудоемкости программы выпуска изделий

$$T_c = \frac{\Sigma T_{\text{шт-к}} \cdot N_{\text{г}}}{60} = \frac{82,08 \cdot 1000}{60} = 1368\text{н/час.}, \quad (1.42)$$

где  $T_c$  – трудоёмкость в нормо-часах;

$T_{\text{шт-к}}$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$N_{\text{г}}$  – годовая программа выпуска, шт.

$$\Sigma T_{\text{шт-к}} = 3 + 2,63 + 16 + 14,12 + 41,6 + 4,73 = 82,08\text{мин} \quad (1.43)$$

### 1.6.2 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей определяется по формуле [13]:

$$C_p = \frac{T_{\text{шт-к}} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (1.44)$$

где  $C_p$  – расчётное количество станков данного типа, шт;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час:

$$F_d = F_n \cdot K_n = 1979 \cdot 0,97 = 1919\text{час}, \quad (1.45)$$

где  $F_H$  – номинальный годовой фонд времени работы оборудования, час;

$K_H = 0,97$  – коэффициент, учитывающий потери времени при ремонте оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{zo} = \frac{C_p}{C_{\Pi}} \cdot 100, \quad (1.46)$$

где  $C_{\Pi}$  – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 1.11:

Таблица 1.11 - Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	$T_{шт-к}$ , мин	$C_p$	$C_{\Pi}$	$K_{zo}$ , %
005 и 015	5,63	0,048	1	4,8
030	16	0,138	1	13,8
040	14,12	0,122	1	12,2
045	41,6	0,361	1	36,1
050	4,73	0,041	1	4,1

Средний коэффициент загрузки  $K_{zo, ср.} = 14,2\%$ .

На фрезерных операциях 005 и 015 обработка детали будет производиться последовательно на одном станке. Коэффициент загрузки оборудования получился небольшим, поэтому следует произвести дозагрузку оборудования за счёт изготовления изделий другой номенклатуры.

### 1.6.3 Определение численности рабочих

Определяем численность рабочих по формуле [13]:

$$Ч_{осн} = \sum_{i=1}^M (C_{\Pi i} \cdot p_{сми}), \quad (1.47)$$

где  $p_{сми}$  - количество смен работы оборудования на  $i$ -й операции

$$Ч_{осн} = (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) = 5 \text{ чел.}$$

Вспомогательных рабочих [13]:

$$Ч_{всп} = Ч_{осн} \cdot \frac{k_{всп}}{100}, \quad (1.48)$$

где  $k_{всп} = 50\%$  - коэффициент численности вспомогательных рабочих.

$$Ч_{всп} = 5 \cdot \frac{50}{100} = 2,5$$

Численность вспомогательных рабочих принимаем равной 3 чел.

Специалистов:

$$Ч_{спец} = (Ч_{осн} + Ч_{всп}) \cdot \frac{k_{спец}}{100}, \quad (1.49)$$

где  $k_{спец} = 8...12\%$  - коэффициент численности специалистов.

$$Ч_{спец} = (5 + 3) \cdot \frac{12}{100} = 0,96,$$



Численность специалистов принимаем равной 1 чел.

Служащих:

$$\mathcal{C}_{\text{служ}} = (\mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}} + \mathcal{C}_{\text{спец}}) \frac{k_{\text{служ}}}{100}, \quad (1.50)$$

где  $k_{\text{служ}} = 2 \dots 4\%$  - коэффициент численности служащих.

$$\mathcal{C}_{\text{служ}} = (5 + 3 + 1) \frac{4}{100} = 0,32$$

Численность служащих принимаем равной 1 чел.

Руководителей:

$$\mathcal{C}_{\text{рук}} = (\mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}} + \mathcal{C}_{\text{спец}} + \mathcal{C}_{\text{служ}}) \frac{k_{\text{рук}}}{100}, \quad (1.51)$$

где  $k_{\text{рук}} = 1,5 \dots 2\%$  - коэффициент численности руководителей.

$$\mathcal{C}_{\text{рук}} = (5 + 3 + 1 + 1) \frac{2}{100} = 0,2$$

Численность руководителей принимаем равной 1 чел.

Общая численность работников подразделения составляет

$$\mathcal{C}_{\text{общ}} = \mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}} + \mathcal{C}_{\text{спец}} + \mathcal{C}_{\text{служ}} + \mathcal{C}_{\text{рук}} \quad (1.52)$$

$$\mathcal{C}_{\text{общ}} = 5 + 3 + 1 + 1 + 1 = 11 \text{ чел.}$$

Таблица 1.12 - Численность рабочих

Наименование операции	Количество работающих	Разряд	Оборудование
1.Производственные рабочие: -фрезеровщик -оператор станков с ЧПУ	1 3	3 4	6P13 450S 500H
-оператор хонинговального станка	1	3	CC740
2.Вспомогательные рабочие -наладчик станков с ЧПУ -заточник	1 2	6 3	
3.Специалисты: -инженер технолог	1	9	
4.Служащие: -Уборщик производственных помещений.	1	2	
5.Руководители: -Мастер.	1	10	

## 2. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студент гр. 10А61

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

Е.В. Фисенко

\_\_\_\_\_  
(Дата)

Консультант

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

В. Г. Лизунков

\_\_\_\_\_  
(Дата)

Нормоконтроль,

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

\_\_\_\_\_  
(Дата)

Целью экономической части является расчет себестоимости детали "корпус" КС-4372.241.34.00.001 при заданном объеме производства 1000 штук и капитальных вложений в предлагаемый проект.

Норма расхода материала – 8,2кг;

Чистый вес – 6,5 кг;

Материал – серый чугун СЧ30 ГОСТ 1412–85;

Годовой объем выпуска – 1000 шт.

Расчет экономической части производим по методике изложенной в [18].

## 2.1 Расчет объема капитальных вложений

В объем капитальных вложений входит:

- стоимость технологического оборудования;
- стоимость вспомогательного оборудования;
- стоимость инструментов и инвентаря;
- стоимость эксплуатируемых помещений;
- стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности;
- сумма денежных оборотных средств.

### 2.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования ( $K_{то}$ ) представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{то} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot Ц_i, \quad (2.1)$$

где  $m$  – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

$Q_i$  – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением  $i$ -ой операции, шт.;

$Ц_i$  – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением  $i$ -ой операции, руб.

Расчет сводим в таблицу 2.1

Таблица 2.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	$Ц_i$ , руб.	$Q_i$ , шт.	$K_{тоi}$ , руб.
005 и 015	6P13	1100000	2	2200000
030	450S	4500000	1	4500000
040 и 045	500H	5900000	2	11800000
050	CC740	950000	1	950000
Всего				19450000

### 2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования ( $K_{во}$ ) определим приближенно – 30% от стоимости технологического оборудования

$$K_{во} = K_{то} \cdot 30\% = 19450000 \cdot 30\% = 5835000 \text{ руб.}, \quad (2.2)$$

### 2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию может быть установлена приближенно в размере 10 – 15 процентов от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

1. Инструментов всех видов (резцы, фрезы, сверла, штангенциркуль, шаблоны и т.д.) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия( приспособления для крепления заготовок на станках, зажимы, тески и т.д.);

2. Производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);

3. Хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.).

$$K_{ин} = K_{то} \cdot 0,15, \quad (2.3)$$

где  $K_{ин}$  – стоимость инструментов и инвентаря, руб.;

$K_{то}$  – стоимость технологического оборудования, руб.

$$K_{ин} = K_{то} \cdot 0,15 = 19450000 \cdot 0,15 = 2917500 \text{ руб.}$$

### 2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

$$C_{п}^{II} = (S_{пп} \cdot A_{пп} + S_{сп} \cdot A_{сп}) \cdot T, \quad (2.4)$$

где  $S_{пп}$ ,  $S_{сп}$  – соответственно производственная и складская площадь,  $m^2$ ;

$A_{пп}$ ,  $A_{сп}$  – арендная плата  $1m^2$  за месяц, руб./ $m^2$ ;

$T$  – отчетный период ( $T=12$  мес.).

$$C_{п}^{II} = (200 \cdot 200 + 50 \cdot 200) \cdot 12 = 600000 \text{ руб.}$$

2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{пзм} = \frac{H_m \cdot N \cdot Ц_m}{360} \cdot T_{обм} = \frac{8,2 \cdot 1000 \cdot 32}{360} \cdot 30 = 21866 \text{ руб.}, \quad (2.5)$$

где  $H_m$  - норма расхода материала, кг/ед;

$N$  - годовой объем производства продукции, шт.;

$\Pi_m$  - цена материала,  $\Pi_m = 32$  руб./кг;

$T_{обм}$  - продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях.

#### 2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ( $K_{нзп}$ ) определяется из следующего выражения:

$$K_{нзп} = \frac{N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_r}{360} = \frac{1000 \cdot 5 \cdot 308,7 \cdot 0,93}{360} = 3987 \text{ руб.}, \quad (2.6)$$

где  $T_{ц}$  - длительность производственного цикла, дни;

$C'$  - себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$k_r$  - коэффициент готовности.

Себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов определяется по формуле:

$$C' = \frac{N_m \cdot \Pi_m}{k_m} = \frac{8,2 \cdot 32}{0,85} = 308,7 \text{ руб.}, \quad (2.7)$$

где  $k_m$  - коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия ( $k_m = 0,8 \div 0,85$ ).

Коэффициент готовности:

$$k_r = (k_m + 1) \cdot 0,5 = (0,85 + 1) \cdot 0,5 = 0,93 \quad (2.8)$$

#### 2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{гп} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{гп} = \frac{308,7 \cdot 1000}{360} \cdot 7 = 6002,5 \text{ руб.}, \quad (2.9)$$

где  $T_{гп}$  - продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях.

#### 2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{дз} = \frac{B_{рп}}{360} \cdot T_{дз} = \frac{370440}{360} \cdot 20 = 20580 \text{ руб.}, \quad (2.10)$$

где  $B_{рп}$  - выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$T_{дз}$  - продолжительность дебиторской задолженности ( $T_{дз} = 7 \div 40$ ), дней.

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета устанавливается приближенным путем:

$$B_{рп} = C' \cdot N \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right) = 308,7 \cdot 1000 \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 370440 \text{ руб.}, \quad (2.11)$$

где  $p$  - рентабельность продукции ( $p = 15 \div 20\%$ ).

### 2.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приближенно принимается 10% от суммы материальных оборотных средств.

$$C_{\text{обс}} = K_{\text{пзм}} \cdot 0,10 = 21866 \cdot 0,10 = 2186,6 \text{ руб.} \quad (2.12)$$

2.1.10 Сумма капитальных вложений определяется по формуле:

$$C_{\text{к.в.}} = K_{\text{то}} + K_{\text{во}} + K_{\text{ин}} + C_{\text{п}} + K_{\text{пзн}} + K_{\text{нзп}} + C_{\text{обс}} \quad (2.13)$$

$$C_{\text{к.в.}} = 19450000 + 5835000 + 2917500 + 600000 + 21866 + 3987 + 2186,6 = 282905396 \text{ руб.}$$

## 2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

### 2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы ( $C_M$ ) рассчитываются по формуле:

$$C_M = N \cdot (C_M \cdot H_M \cdot K_{\text{тзр}} - C_o \cdot H_o), \quad (2.14)$$

где  $K_{\text{тзр}}$  – коэффициент транспортно - заготовительных расходов ( $K_{\text{тзр}}=1,04$ );

$C_o$  – цена возвратных отходов,  $C_o = 2,6$  руб/кг;

$H_o$  – норма возвратных отходов кг/шт;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_o = m_3 - m_0 = 8,2 - 6,5 = 1,7 \text{ кг/шт}, \quad (2.15)$$

где  $m_3$  – масса заготовки, кг;

$m_0$  – масса изделия, кг.

Расчет сводим в таблицу 2.2

Таблица 2.2 - Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	$C_M$ , руб.
Деталь-представитель	272896	4420	268476
Всего:			268476

### 2.2.2 Расчёт заработной платы производственных работников

Заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{зо}} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт}i} \cdot C_{\text{час}j}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \quad (2.16)$$

где  $m$  – количество операций технологического процесса;

$t_{\text{шт}i}$  - норма времени на выполнение  $i$ -ой операции, мин/ед;

$C_{\text{час}j}$  - часовая ставка  $j$ -го разряда на ООО" Юргинский машзавод" в 2018 г., руб./час;

$k_n$  - коэффициент, учитывающий премии и доплаты ( $k_n \approx 1,5$ );

$k_p$  - районный коэффициент ( $k_p=1,3$ ).

Таблица 2.3 - Расчёт заработной платы производственных работников

Профессия рабочего	$t_{шт}$ , МИН	Разряд	Ошибка!	$C_{час}$ , руб.	$C_{зои}$ , руб
Фрезеровщик	5,63	3	1	29,65	5425,2
Оператор станков с ЧПУ	16	4	1	33,15	17238
Оператор станков с ЧПУ	14,12	4	1	33,15	15212,5
Оператор станков с ЧПУ	41,6	4	1	33,15	44818,8
Оператор хонинговального станка	4,73	3	1	29,65	4557,9
Фонд заработной платы всех рабочих					87252,4

2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисления на социальные нужды:

$$C_{осо} = C_{зо} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2), \quad (2.17)$$

где  $C_{осо}$  – отчисления на социальные нужды, руб.;

$C_{зо}$  – основная заработная плата, руб.;

$\alpha_1$  – обязательные социальные отчисления,  $\alpha_1 = 0,26$  руб./год;

$\alpha_2$  – социальное страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям,  $\alpha_2 = (0,03 \div 1,7)$  руб./год.

$$C_{осо} = 87252,4 \cdot (0,26 + 0,08) = 29665,8 \text{ руб./год.}$$

2.2.4 Расчет амортизации основных фондов

Амортизация основных фондов – это перенос части стоимости основных фондов на вновь созданный продукт для последующего воспроизводства основных фондов к времени полного износа.

Годовые амортизационные отчисления начисляются одним из следующих методов: линейным и нелинейным.

2.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

При крупном масштабе производства, при полной загрузки оборудования сумма амортизационных начислений распределяется на каждую единицу продукции равномерно.

В расчетах ВКР целесообразно определить годовую норму амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод:

$$a_{ни} = \frac{1}{T_0} \cdot 100\%, \quad (2.18)$$

где  $a_{ни}$  – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

$T_0$  – срок службы оборудования,  $T_0 = (3 \div 12)$  лет.

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n \Pi_i \cdot a_{ni}, \quad (2.19)$$

где  $A$  – сумма амортизации, руб.;

$n$  – количество оборудования, шт.;

$\Pi_i$  – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением  $i$ -ой операции, руб.;

$a_{ni}$  – годовая норма амортизации каждого оборудования.

Списание стоимости происходит равномерно и к концу срока использования достигается нулевая балансовая стоимость.

При небольшом объеме производства и не полной загрузки оборудования (оборудование загружено еще производством других видов продукции) необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на один час работы оборудования:

$$A_{\text{ч}} = \sum_{i=1}^n \frac{\Pi_i \cdot a_{ni}}{F_{\text{д}} \cdot K_{\text{вpi}}} \cdot K_{\text{зoi}}, \quad (2.20)$$

где  $A_{\text{ч}}$  – сумма амортизации, руб.;

$n$  – количество оборудования, шт.;

$\Pi_i$  – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением  $i$ -ой операции, руб.;

$a_{ni}$  – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования, в 2020 году  $F_{\text{д}} = 1979$  часов;

$K_{\text{зoi}}$  – коэффициент загрузки  $i$ -го на операции для проектируемой детали ;

$K_{\text{вpi}}$  – коэффициент загрузки  $i$ -го оборудования по времени.

Таблица 2.4 – Расчет амортизационных отчислений

№ операции	$\Pi_i$ , руб.	$a_{ni}$ ,	$F_{\text{дi}}$ , час.	$K_{\text{вpi}}$	$K_{\text{зoi}}$	$Q_i$ , шт.	$A_{\text{чи}}$ , руб.
005 и 015	1100000	0,2	1979	1	0,048	1	5,3
030	4500000	0,0833	1979	1	0,138	1	26,1
040	5900000	0,0833	1979	1	0,122	1	30,3
045	5900000	0,0833	1979	1	0,361	1	89,6
050	950000	0,2	1979	1	0,041	1	3,9
Вспомогательное оборудование	5835000	0,0555	1979	1	0,142	1	23,2
Амортизационные отчисления для всех станков ( $A_{\text{чи}}$ ) на программу							178,4



#### 2.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы.

#### 2.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_p = (K_{то} + K_{во}) \cdot k_{рем} + C_{п} \cdot k_{з.рем}, \quad (2.21)$$

$$C_p = (19450000 + 5835000) \cdot 0,002 + 600000 \cdot 0,05 = 53570 \text{руб}$$

#### 2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

##### 2.2.6.1 Затраты на СОЖ

Затраты на СОЖ определяем по формуле:

$$C_{СОЖ} = n \cdot N \cdot g_{ох} \cdot ц_{ох}, \quad (2.22)$$

где  $C_{СОЖ}$  – затраты на СОЖ, руб.;

$n$  – количество станков, шт.;

$N$  – годовой объем производства продукции, шт.;

$g_{ох}$  – средний расход, охлаждающей жидкости для одного станка,

$g_{ох} = 0,03$  кг/дет.;

$ц_{ох}$  – средняя стоимость охлаждающей жидкости, руб./кг.

$$C_{СОЖ} = 5 \cdot 1000 \cdot 0,03 \cdot 37 = 5550 \text{руб.}$$

##### 2.2.6.2 Затраты на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяем по формуле:

$$C_{возд} = \frac{g_{возд} \cdot Ц_{возд} \cdot N}{60} \sum t_{oi}, \quad (2.23)$$

где  $C_{возд}$  – затраты на сжатый воздух, руб.;

$g_{возд}$  – расход сжатого воздуха,  $g_{возд} = 0,7$  м<sup>3</sup>/ч;

$Ц_{возд}$  – стоимость сжатого воздуха, руб.;

$N$  – годовой объем производства продукции, шт.;

$t_{oi}$  – основное время на каждой операции, мин.

$$C_{возд} = \frac{0,7 \cdot 31 \cdot 1000}{60} \cdot 41,6 = 15045 \text{руб.}$$

#### 2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчет затрат на электроэнергию:

$$C_{чэ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_d \cdot K_N \cdot K_{вр} \cdot K_{од} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot Ц_{\text{Э}}, \quad (2.24)$$

где  $C_{чэ}$  – затраты на электроэнергию, руб.;

$m$  – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

$N_{yi}$  – установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением  $i$ -ой операции, кВт;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования,  $F_d = 1979$  часов;

$K_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,  $K_N = 0,5$ ;

$K_{вр}$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени,  $K_{вр} = 0,3$

$K_{од}$  – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей,  $K_{од} = 0,6 \div 1,3$ , принимаем  $K_{од} = 0,7$ ;

$K_{\omega}$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода,  $K_{\omega} = 1,06$

$\eta$  – КПД оборудования,  $\eta = 0,7$ ;

$\text{Ц}_{\text{э}}$  – средняя стоимость электроэнергии по данным городской электросети) на 2020 год,  $\text{Ц}_{\text{э}} = 4,58$  руб.

Таблица 2.5 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	$N_{yi}$ , кВт	$Q_i$ , шт.	$C_{\text{чэi}}$ , руб.
005 и 015	11	2	15852
030	23	1	33146
040	11	1	15852
045	11	1	15852
050	5,5	1	7926
Затраты на электроэнергию для всех операций			88628

### 2.2.8 Затраты на инструмент приспособление и инвентарь

Стоимость инструмента для изготовления данной детали ( $K_{\text{ин1}} = K_{\text{ин}} \cdot 0,05 = 145875$ руб) по предприятию установлена приближенно, поэтому их учет как плановые показатели включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятии затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

### 2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^k C_{зМj} \cdot Ч_{врj} \cdot 12 \cdot k_{нj} \cdot k_{рj} \cdot k_y, \quad (2.25)$$

где  $C_{звр}$  – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.;

$k$  – количество вспомогательных рабочих;

$C_{зМj}$  – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

$Ч_{врj}$  – численность рабочих по соответствующей профессии, чел.;

$k_{нj}$  – коэффициент, учитывающий премии и доплаты для вспомогательных рабочих,  $k_{нj} = (1,2 \div 1,3)$ ;

$k_{рj}$  – районный коэффициент,  $k_{рj} = 1,3$ ;

$k_y$  – коэффициент участия работника в изготовлении детали,  $k_y = 0,08$ .

$$C_{зврВСП} = 7500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,08 = 12168 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овр} = C_{звр} \cdot (0,26 + 0,05), \quad (2.26)$$

где  $C_{овр}$  – сумма отчислений за год, руб./год;

$C_{звр}$  – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.

$$C_{овр} = 12168 \cdot (0,26 + 0,05) = 3772 \text{ руб.}$$

### 2.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

Заработная плата административно-управленческого персонала определяется по формуле:

$$C_{зауп} = \sum_{i=1}^k C_{заупj} \cdot Ч_{аупj} \cdot 12 \cdot k_{рj} \cdot k_{пдj} \cdot k_y, \quad (2.27)$$

где  $C_{зауп}$  – заработная плата административно-управленческого персонала;

$k$  – количество административно-управленческого персонала;

$C_{заупj}$  – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, руб.;

$Ч_{аупj}$  – численность работников административно-управленческого персонала, чел.;

$k_{рj}$  – районный коэффициент,  $k_{рj} = 1,3$ ;

$k_y$  – коэффициент участия работника в изготовлении детали,  $k_y = 0,02$ .

$k_{пдj}$  – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала.

$$C_{заупРУК} = 13450 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 272766 \text{ руб.}$$

$$C_{заупСПЕЦ} = 11500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 233220 \text{ руб.}$$

$$C_{зауп} = (272766 + 233220) \cdot 0,02 = 10119,7 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{\text{оауп}} = C_{\text{зауп}} \cdot (0,26 + 0,02), \quad (9.27)$$

где  $C_{\text{оауп}}$  – сумма отчислений за год, руб./год;

$C_{\text{зауп}}$  – заработная плата административно-управленческого персонала, руб.

$$C_{\text{оауп}} = 10119,7 \cdot (0,26 + 0,02) = 2833 \text{ руб.}$$

### 2.2.11 Прочие расходы

В прочие расходы входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления на социальные фонды, платежи по обязательству страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по сертификации продукции, специальной одежды вознаграждения за изобретательства и рационализации, и др.

Прочие расходы рассчитываются как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = ПЗ \cdot N \cdot 0,1, \quad (2.29)$$

где  $C_{\text{проч}}$  – прочие расходы, руб.;

ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.

$$C_{\text{проч}} = 385,39 \cdot 1000 \cdot 0,1 = 38539 \text{ руб.}$$

## 2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

При данной годовой программе выпуска(1000 шт.) изделия «корпус» КС-4372.241.34.00.001 и разработанном производственном процессе: себестоимость изделия составляет 999,88 при ее реализации по цене 1190 руб., предполагаемая прибыль составит  $190,12 \cdot 1000 = 190120$  руб., что показывает о рентабельности капитальных вложений и безубыточности предприятия.

Таблица 2.6 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед.	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	385,39	385394,2
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	268,47	268476
заработная плата производственных рабочих	87,25	87252,4
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	29,67	29665,8
Косвенные затраты:	614,49	614499
амортизации оборудования предприятия	178,4	178400
арендная плата или амортизация помещений	60	60000
отчисления в ремонтный фонд	53,57	53570
вспомогательные материалы на содержание оборудования	20,59	20595
затраты на силовую электроэнергию	88,62	88628
износ инструмента	145,87	145875
заработная плата вспомогательных рабочих	12,17	12168
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	3,77	3772
заработная плата административно-управленческого персонала	10,12	10119
отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала	2,83	2833
прочие расходы	38,54	38539

Выводы:

В работе был произведён расчет себестоимости детали (корпус КС-4372.241.34.00.001). Расчёт капитальных вложений в проект, которые составили 28 290 539,6 рублей. Также была определена смета затрат на производство и реализацию продукции. Смета затрат включает в себя прямые затраты (стоимость основных материалов, заработная плата основных работников и социальные отчисления с зарплаты), которые составили 385 394,2 рублей в год, и косвенные затраты( амортизация оборудования, помещений; отчисления в ремонтный фонд; затраты на силовую электроэнергию и др.), которые составили 614 499 рублей в год.

### 3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студент гр. 10А61	_____	<u>Е.В. Фисенко</u>
	(Подпись)	
	_____	
	(Дата)	
Консультант	_____	<u>С.А. Солодский</u>
	(Подпись)	
	_____	
	(Дата)	
Нормоконтроль,	_____	
	(Подпись)	
	_____	
	(Дата)	

### 3.1 Характеристика объекта исследования

Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных факторов.

В ходе технологического процесса обрабатывается корпус КС-4372.241.34.00.001, является основной частью усилителя потока, предназначенного для дополнительной подачи потока жидкости от насоса к гидроцилиндрам поворота передними колесами

Материалом детали «Корпус» является серый чугун СЧ30 ГОСТ 1412–85. Масса заготовки корпуса – 8,2 кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ 12.3.020-80 перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъёмно – транспортных устройств или средств механизации. Для женщин введены нормы предельно допустимых масс грузов при подъёме и перемещении тяжестей вручную: при подъёме и перемещении тяжестей постоянно в течении смены – 10 кг. т. о. женщин для обработки данных деталей не привлекаем. Следовательно для установки заготовки на станок требуются подъёмно-транспортные устройства.

Корпус изготавливается на фрезерном, сверлильно-фрезерном оборудовании, а также на обрабатывающем центре. Данные операции характеризуются большим выделением:

- пыли и стружки, т.к. обрабатывается чугун, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по удалению пыли и стружки из рабочей зоны станков;

- тепла, поэтому возникает необходимость применения СОЖ.

Обработка, в основном, ведётся на станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке около 50 м<sup>2</sup> максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей. Между станками поставлены ограждения от летящей стружки. Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки должны пользоваться очками. Уборка стружки руками запрещена. Если не механизирована уборка стружки, то применяют крючки, щетки. Все движущиеся части: зубчатые колеса, валы, вращающиеся детали и т.д, представляющие собой опасность для рабочих, должны быть заблокированы с концевыми выключателями так, чтобы при незакрепленном ограждении станок не выключался, или во время работы станка при снятии или отключении ограждения – станок отключается . На станках с ЧПУ такие движения как подвод – отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска поражений. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка.

Технологические планировки на проектируемом участке обработки резанием должны быть согласованы с территориальными органами государственного санитарного и пожарного надзора. Проходы и проезды на участке должны обозначаться разграничительными линиями белого цвета шириной не менее

100 мм. На территории участка проходы, проезды, люки колодцев должны быть свободными, не загромождаться материалами, заготовками, полуфабрикатами, деталями, отходами производства и тарой.

Заготовки, детали у рабочих мест должны укладываться на стеллажи и в ящики способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъемных механизмов. Высоту штабелей заготовок на рабочем месте следует выбирать исходя из условий их устойчивости и удобства снятия с них деталей, но не выше 1м; ширина между штабелями должна быть не менее 0,8 м. Освобождающуюся тару и упаковочные материалы необходимо своевременно удалять с рабочих мест в специально отведенные места.

Участок, на котором изготавливают корпус КС-4372.241.34.00.001, расположен в здании цеха 43.

По своему назначению площади цеха подразделяются: производственные, вспомогательные и служебно-бытовые.

К производственной площади относятся площади, занимаемые всеми производственными участками, включая рабочими местами мастеров, участками консервации и упаковки изделия, а также проходами и проездами между рядами оборудования, за исключением транспортных проездов.

Производственное здание состоит из нескольких параллельных однотипных пролетов, образуемых рядами колонн.

К вспомогательным площадям относят площади, занятые вспомогательными участками, а также магистральными и пожарными проездами.

### **3.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов**

Реальные производственные условия характеризуются наличием некоторых вредных и опасных производственных факторов.

Опасные производственные факторы – такие факторы, воздействие которых может привести к травме, несчастным случаям. Эти факторы создаются открытыми движущимися частями машин, незащищенными приводами и деталями машин, находящимися под электрическим напряжением, разогретыми деталями, стружкой и др.

Вредные факторы – производственные факторы, воздействие которых может привести к ухудшению состояния здоровья, к профессиональному заболеванию.

Вредные факторы подразделяются на:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

К физическим факторам в свою очередь относятся: запыленность воздуха рабочей зоны, вибрации, акустические колебания, статическое электричество, электромагнитные поля и излучения и другие различные излучения, электрический ток, движущие механизмы, падающие предметы, острые



кромки, повышенная или пониженная температуры, загазованность рабочей зоны, запыленность рабочей зоны.

К химическим – попадание ядов на кожные покровы и слизистые оболочки, попадание ядов в желудочно – кишечный тракт.

К биологическим – смазочно – охлаждающие жидкости.

К психофизиологическим – физические перегрузки, нервно- психические перегрузки: умственное утомление, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки.

При обработке крышки выявлены следующие вредные факторы на рабочем месте.

### 3.2.1 Шум

Шум – неблагоприятно влияет на человека, представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. При длительном воздействии шума нарушаются функции не только слухового аппарата, но и центральной нервной системы, сердечно – сосудистой и других физиологических систем организма человека.

Согласно ГОСТ 12.1.003-83, уровни звука не должны превышать: в помещениях конструкторских бюро – 50 дБ; в помещениях управления, рабочих комнатах – 60 дБ; в помещениях точной сборки – 65 дБ; на постоянных рабочих местах и в рабочих зонах производственных помещений – 80 дБ.

Окружающие человека шумы имеют разную интенсивность: разговорная речь – 60 дБ, шум от работы станков от 80 до 90 дБ, шум от движения транспорта от 70 до 80 дБ.

На данном участке источником шума является работа станка, обработка металла резанием. Интенсивность шума колеблется в пределах от 90 до 100 дБ, что является неблагоприятно для работы. Меры по защите от шума будут рассмотрены ниже.

Предельно – допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96« Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

### 3.2.2 Вибрация

Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По действию на организм человека вибрацию подразделяют:

- общая – передается по всему телу;
- локальная – передается только на руки рабочего.

Систематическое воздействие вибраций может быть причиной вибрационной болезни – стойких нарушений физиологических функций организма, обусловленных воздействием вибраций на центральную нервную систему. Эти нарушения проявляются в виде головных болей, головокружении, плохого сна, пониженной работоспособности, плохого самочувствия.

Предельно- допустимая норма вибрации:

- общая – 92 дБ;

- локальная – 120 дБ.

Предельно-допустимый уровень вибрации на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

При выполнении основной обработки для изготовления данной детали, используются станки с ЧПУ, что ограничивает время контакта рук оператора с органами управления работающего станка, то есть основным видом вибрации на рабочих местах является общая вибрация. В общем, значение вибрации не превышает предельно – допустимого значения, оно колеблется в пределах от 80 до 90 дБ. На крупных шлифовальных станках предусмотрены виброгасители, поставляемые вместе со станками.

### 3.2.3 Смазочно – охлаждающие технологические средства( СОТС)

В результате механического разбрызгивания и испарения компоненты смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) поступают в воздух, вызывая раздражение органов дыхания, легочной ткани, а также неблагоприятно воздействуют на другие системы организма. Взаимодействие СОЖ с кожей рук приводит к возникновению различных кожных заболеваний.

На СОЖ, применяемые для обработки резанием, необходимо иметь соответствующее разрешение Министерства здравоохранения РФ. Состав СОЖ на водном растворе, их антимикробная защита и пастеризация должны содержаться и производиться в строгом соответствии с ГОСТ 12.3.025-80. Допустимая концентрация вредных веществ для здоровья человека соответствует ГОСТ 12.0.004-79.

В настоящее время насчитывается более 500 вредных примесей, загрязняющих атмосферу. Самые распространенные из них – оксид углерода СО (5,7%), диоксид серы SO<sub>2</sub> (13,3%), оксиды азота NO<sub>x</sub> (6,5%), углеводороды C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> (3.3%), и пыль (27%). Кроме приведенных выше веществ и пыли в атмосферу выбрасываются и более токсичные вещества (серная, хромовая и минеральная кислоты, органические растворители).

Периодичность замены СОТС устанавливается по результатам контроля ее содержания не реже одного раза в 6 месяцев. Контроль качества СОТС на масляной основе проводится не реже одного раза в месяц, эмульсий – одного раза в неделю. СОТС хранится в соответствии с требованиями СНиП 11-106-72.

### 3.2.4 Физические перегрузки

На данном участке существуют два вида физических перегрузок:

- статические перегрузки – продолжительная работа в неудобной позе (стоя);
- динамические перегрузки – подъем и перенос тяжестей, ручной труд.

На участке выявлены следующие опасные факторы:

- электрический ток – проходя через организм человека электрический ток производит термическое (ожог), электролитическое( разложение жидкости), механическое( разрыв тканей) и биологическое( раздражение, возбуждение живых тканей) действие. Нормирование – по ГОСТ 12.1.038-82;
- движущиеся изделия и механизмы;

- острые кромки.

При обработке металла резанием образуется стружка. При фрезеровании плоскости – стружка надлома.

### **3.3 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте**

Производственное освещение предназначено для решения следующих вопросов: оно улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выпускаемой продукции; благоприятно влияет на производительную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего; повышает безопасность труда и снижает травматизм на производстве.

При недостаточной освещенности и плохом качестве освещения состояние зрительных функций человека находится на низком исходном уровне, повышается утомление зрения в процессе выполнения работы, возрастает риск производственного травматизма.

С другой стороны, существует опасность отрицательного влияния на органы зрения слишком большой яркости источников света, а так же больших перепадов яркости соседних объектов. Следствием этого является временное нарушение зрительных функций глаза (явление слепимости) со всеми, вытекающими отсюда негативными последствиями, нежелательными как для трудовой деятельности, так и для самого человека.

В то же время рациональное освещение производственных помещений оказывает положительное психофизиологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда, обеспечению его безопасности, сохранению высокой работоспособности человека в процессе труда.

К промышленному освещению предъявляются следующие требования:

- освещение на рабочем месте должно соответствовать зрительным условиям труда согласно строительным нормам СНиП 23-05-95;
- необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности, а также в пределах окружающего пространства;
- в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость;
- величина освещенности должна быть постоянной во времени;
- осветительная установка не должна быть источником дополнительных опасностей и вредностей;
- установка должна быть удобной, надежной и простой в эксплуатации.

Существует три вида освещения:

- общее;
- местное;
- комбинированное.

В производственном помещении должно быть обеспечено естественное освещение. Световые проемы не допускается загромождать оборудованием и следует очищать от пыли по мере загрязнения.

На данном участке используется комбинированное освещение, которое соответствует требованиям СНиП 23-05-95. Для освещения общего надзора за эксплуатацией оборудования применяются ртутные лампы СЗ-4-ДРЛ. Для местного освещения применяются люминесцентные лампы ЛБ.

Расчет общего равномерного искусственного освещения рабочей поверхности выполняется методом коэффициента использования светового потока. Применяя этот метод, можно определить световой поток ламп, необходимый для создания заданной освещенности поверхности с учетом света, отраженного стеклами и потолком. Методика расчета изложена в [18].

Величина светового потока лампы:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta}, \quad (3.1)$$

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

$E$  – минимальная освещенность, лк;

$K$  – коэффициент запаса;

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

$z$  – коэффициент неравномерности освещения;

$n$  – число ламп в помещении;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Величина освещенности  $E$  выбирается исходя из следующих требований таблица 3.1

Таблица 3.1 – Требования для выбора освещенности

Характеристика зрительной работы	наивысшей точности
Наименьший размер объекта различения	менее 0,15 мм
Разряд зрительной работы	Б
Подразряд зрительной работы	1
Контраст объекта с фоном	малый
Характеристика фона	средний

Следовательно, величина освещенности должна составлять 4000 лк, из которых 400 лк – общего освещения.

Для помещений со средним выделением пыли коэффициент запаса  $K = 1,5$ .

Наименьшая высота подвеса светильников над полом для светильников СЗ—4ДРЛ равна 3,5 до 4,5 м. Принимаем высоту подвеса светильников над полом равной 7 м. Следовательно, высота подвеса светильников над рабочей поверхностью составит:  $h = 7 - 1 = 6$  м.

Расстояние между светильниками:

$$L = \lambda \cdot h, \quad (3.2)$$

где  $\lambda = 14$ ; отсюда,  $L = 1 \cdot 6 = 6$  м.

Наибольшая равномерность освещения имеет место при размещении светильников по углам квадрата. Расстояние от стен помещения до крайних светильников равно  $1/3 L = 1/3 \cdot 6 = 2\text{ м}$ .

$$20 - 4 = 16 \text{ м.}$$

$$11 - 4 = 7 \text{ м.}$$

$$\lambda_1 = \frac{16}{6} = 2,7.$$

Принимаем 3 шт.

$$\lambda_2 = \frac{7}{6} = 1,2.$$

Принимаем 2шт.

Количество светильников:  $n = 6$ .

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h(A + B)}, \quad (3.3)$$

где  $A, B$  – стороны помещения, м.

$$i = \frac{220}{6(20 + 11)} = 1,2.$$

Коэффициент использования светового потока  $\eta = 53\%$ .

Коэффициент неравномерности освещения  $z = 0,9$ .

$$\Phi = \frac{400 \cdot 1,5 \cdot 220 \cdot 0,9}{6 \cdot 0,53} = 37358,5 \text{ лм.}$$

Принимаем: 6 светильников СЗ-4ДРЛ 1000 Вт ( $\Phi = 46000$  лм).

### 3.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места. Вентиляция и кондиционирование

В результате производственной деятельности в воздушную среду могут поступать вредные различные вещества, которые при контакте с организмом человека могут вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья.

Необходимым условием здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение нормальных метеорологических условий и чистоты воздуха рабочей зоны производственных помещений. Микроклимат производственных помещений, т.е. климат внутренней среды этих помещений, определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха.

Для нормальной деятельности организма человека необходимо, чтобы воздух в рабочей зоне был по своему составу близок к атмосферному. Однако, атмосферный воздух, попадая в помещение цеха, изменяет свой состав, загрязняясь примесями вредных газов, паров, пыли, которые появляются в процессе механической обработки. Для поддержания требуемых параметров чистоты воздуха и микроклимата применяют различные виды вентиляции.

Микроклимат на рабочем месте в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением.

Температура воздуха поддерживается постоянной зимой – за счёт отопительных систем, летом – за счёт вентиляции.

Вентиляция – это организованный воздухообмен в помещениях. По способу перемещения воздуха подразделяются на:

- естественную (аэрация, проветривание);
- механическую (приточная, приточно-вытяжная).

По характеру охвата помещений различают:

- общеобменную;
- местную.

По времени действия:

- постоянно действующая;
- аварийная.

Работа вентиляционной системы создаёт на постоянных рабочих местах метеорологические условия и чистоту воздушной среды, соответствующие действующим санитарным нормам СанПиН 2.2.4.548096.

В цехах механической обработки применяется приточно-вытяжная вентиляция, т. к. при технологическом процессе обработки идёт малое выделение вредных веществ. У ворот цеха предусмотрена воздушная тепловая завеса, которая образуется при помощи специальной установки путём создания струй воздуха.

По периметру располагают воздуховод имеющий приточный вентилятор. В нижней части воздуховода имеется щель под которой на полу располагается решетка канала вытяжки. Струя приточного воздуха, выходя из щели со скоростью не более 25м/с, пронизывает всё воздушное пространство до решетки, где захватывается потоком воздуха вытяжного канала.

Воздушная тепловая завеса используется в холодное время года( менее - 15°С) и препятствует проникновению холодного воздуха.

Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием соответствует СанПиН 2.2.4.548096 и ГОСТ 12.1.005-88.

Основные параметры микроклимата приведены в таблице 3.2

Таблица 3.2 – Основные параметры микроклимата

Параметр	Величина параметра	
	оптимальная	допустимая
Температура воздуха, С°	16...18	13...19
Относительная влажность воздуха, %	40...60	Не более 75
Скорость движения воздуха, м/с	Не более 0,3	Не более 0,5

Предельно допустимый уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела представлено в таблице 3.3

Таблица 3.3 – Допустимый уровень интенсивности теплового излучения

50% и более	35Вт/м <sup>2</sup>
от 25 до 50%	70Вт/м <sup>2</sup>
не более 25%	100Вт/м <sup>2</sup>

Фактические значения параметров микроклимата устанавливаются в результате замеров на участке и равны:

- температура - от 14 С° зимой до 24 С°летом;
- относительная влажность – от 50% зимой до 80% летом;
- скорость движения воздуха – 0,15м/с;
- уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела от 25 до 50% – 65Вт/м<sup>2</sup>.

Вывод: параметры микроклимата участка механической обработки не превышают или близки к основным допустимым параметрам микроклимата. Следовательно, со стороны микроклимата производственного помещения, на участников технологического процесса вредное воздействие не оказывается.

### 3.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

При работе станков создаётся опасность поражения человека электрическим током. Для защиты от данного вредного фактора все станки должны быть заземлены. Все электрошкафы снабжены концевыми выключателями для исключения случайного попадания человека в зону действия электрического тока.

#### 3.5.1 Расчет заземления

Защитное заземление является простым, эффективным и широко распространённым способом защиты человека от поражения электрическим током. Обеспечивается это снижением напряжения оборудования, оказавшегося под напряжением и землёй до безопасной величины.

Конструктивными элементами защитного заземления являются заземлители – металлические проводники, находящиеся в земле, и заземляющие проводники, соединяющие заземляемое оборудование с заземлителем.

На участке применяются искусственные заземлители – вертикальные стальные трубы длиной 2,5 м и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства для электроустановок мощностью до 100 кВт и напряжением до 1000 В должно быть не более 10 Ом.

На проектируемом участке применено контурное заземляющее устройство, которое характеризуется тем, что его одиночные заземлители размещают по контуру площадки на котором находится заземляемое оборудование.

Для связи вертикальных электродов используем полосовую сталь сечением 4×40 мм. В качестве заземляющих проводников, предназначенных для соединения заземляющих частей с заземлителями, применяют, как правило полосовую сталь.

Сущность расчёта защитного сопротивления сводится к определению числа вертикальных заземлителей и длины соединительной полосы [18].

Глубина заземления составляет 0,8 м, почва – суглинок.

Сопротивление одиночного заземлителя  $R_3$ , Ом, вертикально установленного в землю, определяется по формуле:

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_m}{d}\right), \quad (3.4)$$

где  $d$  – диаметр трубы-заземлителя,  $d = 4$  см;

$\rho_3$  – удельное сопротивление грунта,  $\rho_3 = 10^4$  Ом·см;

$l_m$  – длина трубы,  $l_m = 250$  см;

$h_m$  – глубина погружения трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы,  $h_m = 205$  см.

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

$$R_3 = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 250} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 205}{4}\right) = 34 \text{ Ом.}$$

Определяем требуемое число заземлителей  $\Pi$ , шт. по формуле:

$$\Pi = \frac{R_3}{R \cdot \eta}, \quad (3.5)$$

где  $\eta$  – коэффициент использования группового заземлителя,  $\eta = 0,8$ .

$$\Pi = \frac{34}{5 \cdot 0,8} = 8,5 \text{ шт.},$$

Принимаем  $\Pi = 9$  шт.

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (\Pi - 1), \quad (3.6)$$

где  $a$  – расстояние между заземлителями, м.

$$l_n = 1,05 \cdot 5 \cdot (9 - 1) = 42 \text{ м.}$$

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}\right), \quad (3.7)$$

где  $b$  – ширина полосы,  $b = 1,2$  см;

$l_n$  – длина полосы,  $l_n = 4200$  см;

$\rho_n$  – удельное сопротивление грунта,  $\rho_n = 10^4$  Ом·см;

$h_n$  – глубина погружения трубы в землю,  $h_n = 80$  см.

$$R_n = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 4200} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 4200^2}{80 \cdot 1,2}\right) = 4,8 \text{ Ом.}$$

Результирующее сопротивление по всей системе с учётом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле:

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot \Pi}, \quad (3.8)$$

где  $\eta_3$  – коэффициент использования труб контура,  $\eta_3 = 0,8$ ;



$\eta_n$  – коэффициент использования полосы,  $\eta_n = 0,7$ .

Подставив значения в формулу получим:

$$R_c = \frac{34 \cdot 4,8}{34 \cdot 0,7 + 4,8 + 0,8 \cdot 9} = 4,6 \text{ Ом.}$$

Сопrotивление заземляющего устройства для установок мощностью до 1кВт должно быть не более 10 Ом.

Размещаем заземление по контуру и соединяем между собой соединительной полосой.

Движущиеся органы станков могут нанести травму работающему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении. Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор.

### 3.5.2 Шум

Шум – любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека, представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. В соответствии с классификацией шумов, установленной СН 2.2.4/2.1.8.562-96 шумы делятся:

- широкополосные;
- тональные;
- постоянные;
- непостоянные;
- прерывистые;
- колеблющиеся;
- импульсные.

В борьбе с производственным шумом применяются методы:

- уменьшение шума( совершенствование технологических операций и применяемого оборудования);
- ослабление на пути следования шума( проводится акустическая обработка помещений, основанная на явлении поглощения звука волокнисто-пористыми материалами).

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 Дб. Шум большинства металлорежущих станков лежит в средне- и высокочастотной областях – от 500 до 8000Гц с допустимыми уровнями звукового давления от 83 до 74дБ соответственно, что не превышает предельно допустимого уровня.

### 3.5.3 Вибрация

Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на общую (действует на всё тело) и местную (действует только на руки рабочего).

Для уменьшения уровня вибрации применяют виброизоляцию. Между источником и объектом помещаются упругие элементы – амортизаторы. На плакате представлена конструкция виброизолирующей опоры, применяемой

при монтаже металлорежущих станков. Принцип работы опоры основан на некоторых особенностях деформации резины: при сжатии она происходит за счёт изменения формы, а не объёма. С ростом нагрузки увеличивается и коэффициент жёсткости опоры. Поэтому частота собственных колебаний станка на этих опорах мало зависит от нагрузки на опору. Металлообрабатывающие, станки имеющие достаточно большую частоту вращения по сравнению с собственными частотами номинально нагруженных опор устанавливают на данных опорах. При этом станина станка должна быть достаточно жёсткой: отношение длины и ширины к высоте сечения должно быть меньше 5 по ГОСТ 17712-72.

Предельно допустимая норма вибраций( уровень виброскорости) по СН 2.2.4/2.1.8.566-96 или ГОСТ12.1.012-78:

- общая – 92 дБ, для средней частоты октавных полос – 16; 31,5; 63Гц;
- общая – 93 дБ, для средней частоты октавной полосы – 8Гц;
- общая – 99 дБ, для средней частоты октавной полосы – 4Гц;
- общая – 108 дБ, для средней частоты октавной полосы – 2Гц;
- местная – 124 дБ.

По паспортным данным уровень вибрации на оборудовании применяемом в проектируемом технологическом процессе не превышает 87 дБ, что не превышает предельно допустимого уровня.

Также необходимо отметить, что особо опасной является вибрация с частотой от 6 до 9 Гц, которая близка к собственной частоте колебаний внутренних органов человека; при её воздействии возникает резонанс, который увеличивает колебания внутренних органов, расширяя их или сужая, что весьма вредно. Чем больше амплитуда колебаний, тем больше энергия колебательных движений и тем сильнее на них реакция человека.

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая подразделяется на стружку скалывания и сливную.

Стружка скалывания образуется при операциях фрезерования. Защитой от такого вида стружки являются экраны и щитки, предохраняющие работающего.

Сливная стружка образуется при точении, растачивании, сверлении. Она сходит в виде непрерывной ленты и может острыми кромками нанести работающему тяжелую травму. Станки снабжены пылестружкоотсасывающими системами. При помощи мощной насосной станции отсасывается пыль и стружка из зоны резания и транспортируется по трубопроводу в циклон. Циклон устанавливается на подставке. Вентиляция осуществляется по вытяжному трубопроводу.

При высоких скоростях резания стружка имеет высокую температуру от 600 до 700°С, что может нанести ожоги.

Режимы резания выбраны с таким расчётом, чтобы сечение стружки делало её хрупкой и облегчало измельчение.

СОТС выбрана учитывая разрешение министерства здравоохранения РФ в соответствии с ГОСТ 12.3.025–80.

Допустимая концентрация вредных веществ для здоровья человека соответствует ГОСТ 12.0.004–79. Периодичность замены СОТС устанавливается по результатам контроля не реже одного раза в месяц, эмульсий – одного раза в неделю, полусинтетических жидкостей – одного раза в две недели.

Не реже одного раза в неделю должен производиться анализ СОТС на отсутствие микробов, вызывающих кожные заболевания. Дополнительно контроль может проводиться при появлении запаха или раздражении кожи.

Хранить и транспортировать СОТС необходимо в чистых стальных резервуарах, изготавливаемых из белой жести, оцинкованного листа или пластмасс. СОТС хранится в соответствии с требованиями СНиП 11–106–72.

В качестве средства защиты от пыли образующейся при обработке чугуна на операциях разработанного технологического процесса применяем агрегат АЭ 2-12.

Данный агрегат предназначен для индивидуального использования совместно с одним станком. В агрегате загрязнённый атмосферный воздух последовательно проходит три ступени очистки. На первой ступени очистки используется инерционный эффект; вторая ступень очистки выполнена в виде патронов, снабженных несколькими слоями плоских мелкоячеистых тканых сеток; третья ступень очистки - в виде тонкого слоя пенополиуретановой губки, который размещен после вентилятора и служит одновременно глушителем шума, возникающего при работе вентилятора.

Технические характеристики агрегата АЭ2-12 представлены в таблице 3.4

Таблица 3.4 – Технические характеристики

Производительность по воздуху м <sup>3</sup> /ч	750
Габариты, мм	
длина	480
ширина	480
высота	1560
Общая площадь фильтрования, м <sup>2</sup>	0,9
Диаметр входного отверстия, мм	125
Мощность электродвигателя, кВт	1,5
Частота вращения электродвигателя, об/мин	2860

### 3.6 Психологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте

Важным элементом рабочего места является рабочая( производственная) среда, которая оказывает существенное влияние на функциональное состояние и работоспособность человека. Рабочая среда также оказывает непосредственное влияние на показатели надежности, быстродействие и точности работы человека.

Увеличение сложности и скорости течения производственного процесса выдвигает повышенные требования к точности действий рабочего, быстроте принятия решений в осуществлении управленческих функций. В

значительной степени возрастает ответственность за совершаемые действия, т.к. ошибка рабочего также может привести к браку. Поэтому работа рабочего характеризуется значительными увеличениями нагрузки на нервно-психическую деятельность человека.

Степень автоматизации технологического процесса требует от рабочего высокой готовности к экстренным действиям, т.к. при нормальном протекании процесса основной функцией рабочего является контроль и наблюдение за его ходом. А при возникновении нарушений он должен осуществить резкий переход от монотонной работы к активным, энергичным действиям по ликвидации возникших отклонений. При этом он должен в течение короткого промежутка времени переработать большое количество информации, принять и осуществить правильное решение. Это приводит к возникновению сенсорных, эмоциональных и интеллектуальных перегрузок.

На психику рабочего также влияют степень освещенности рабочего места, т.к. 90% всей информации он получает через зрительный анализатор. А плохое освещение является раздражителем зрительного анализатора, что вызывает общее утомление рабочего.

Факторы рабочей среды разделяют на физические и химические. При нормировании факторов рабочей среды различают следующие уровни:

- комфортная рабочая среда, обеспечивающая оптимальную динамику работоспособности человека, хорошее самочувствие и сохранение его здоровья;
- относительно дискомфортная рабочая среда, воздействие которой в течение определенного интервала времени обеспечивает заданную работоспособность и сохранение здоровья, но вызывает у человека неприятные ощущения и функциональные изменения, не выходящие за пределы нормы;
- экстремальная рабочая среда, приводящая к снижению работоспособности человека, вызывающая изменения, выходящие за пределы нормы, но не ведущие к патологическим изменениям;
- сверхэкстремальная рабочая среда, приводящая к снижению работоспособности человека и вызывающая патологические изменения, создающая невозможность выполнения работы.

Факторы рабочей среды могут оказывать как прямое, так и косвенное влияние на состояние и качество работы человека.

### **3.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций**

Чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Потенциальными источниками чрезвычайных ситуаций на данной территории являются:

### 3.7.1 Природные

Ураганный ветер, ливневые дожди, которые могут привести к замыканию электропроводки. В этом случае происходит эвакуация людей в безопасное место, отключение электроэнергии.

При резком повышении или понижении температуры применяются дополнительные источники подогрева, охлаждения, предусмотрены перерывы.

### 3.7.2 Техногенные

Утечка хлора или аммиака. Если произошла утечка хлора, необходимо подняться наверх, т.к. хлор оседает на нижнем уровне (на земле) и воспользоваться защитными средствами. В случае утечки аммиака, необходимо укрыться в убежище, т.к. аммиак поднимается в верхние слои атмосферы, и так же воспользоваться защитными средствами. В термических цехах может возникнуть взрывопожароопасность при применении масел при работе с контролируемыми атмосферами, с соляными, щелочными печами – ваннами.

На предприятии ООО «Юргинский машзавод», согласно ГОСТ 12.3.004-75, участки травления металлов, цианирования, жидкостного азотирования, а также участки борирования отделены от других участков. При термической и химико – термической обработке применяются масла, кислоты, щелочи и другие вещества, на которые утверждена нормативно – техническая документация. Термическое оборудование и помещения оснащены контрольно – измерительными приборами для контроля уровня опасных и вредных производственных факторов. Для уменьшения загрязнения атмосферы устроены системы газоулавливания и газоочистки; заменяют процессы с большим газовыделением другими.

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работающих и могут причинить огромный материальный ущерб.

Причинами возникновения пожаров в ходе обработки данной детали могут явиться:

- неисправность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузки и большие переходные сопротивления);
- самовозгорание промасленной ветоши и других материалов, склонных к самовозгоранию;
- износ и коррозия оборудования.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91« Пожарная безопасность. Общие требования» производство можно отнести к категории В – пожароопасные.

Мероприятия по пожарной профилактике:

- организационные – правильная эксплуатация машин, правильное содержание зданий, территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;

- технические – соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения;
- режимные – запрещение курения в неустановленных местах, производства электросварочных работ в пожароопасных помещениях;
- эксплуатационные – своевременные профилактические осмотры, ремонты, и испытания.

Работы по пожаротушению проводят штатные пожарные части, одновременно с тушением пожара эвакуируют людей.

Тушение пожара производится водяными стволами( ручными и лафетными). Для подачи воды используются устанавливаемые на предприятиях и в населенных пунктах водопроводы. Для того чтобы обеспечить тушение пожара в начальной стадии его возгорания, на водопроводной сети установлены внутренние пожарные краны.

Участок оснащен автоматическим средством обнаружения пожара – пожарной сигнализацией Пожарная сигнализация должна быстро и точно сообщать о пожаре с указанием места его возникновения.

Для эвакуации людей при пожаре на участке имеется два эвакуационных выхода. Удаление дыма из горящего помещения производится через оконные проемы, а также с помощью специальных дымовых люков.

Общие требования к пожарной безопасности – по ГОСТ 12.1.004-85.

Степень стойкости здания, а так же конструктивная и функциональная пожарная опасность регламентирует СНиП 21-01-97.

Требования к системам противопожарного водоснабжения – по СНиП 2.04.02-84« Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

Также на данном участке и цехе предусмотрены ящики с песком, щит с противопожарным инструментом, пенные огнетушители и др.

### **3.8 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды**

Правила установления допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу – в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78.

Большую опасность представляет собой загрязнение атмосферы. Выбросы в атмосферу – неотъемлемая часть любого технического процесса.

В человеческий организм вредные вещества могут попасть через дыхательные пути, пищеварительный тракт и кожный покров. Наибольшее значение имеет поступление их через органы дыхания, потому загрязнение атмосферы представляет для здоровья человека наибольшую опасность. Наряду с органами дыхания, содержащиеся в воздухе вредные вещества, поражают органы зрения и обоняния.

Так же, как и на человека, загрязненный атмосферный воздух отрицательно воздействует на животных, птиц, насекомых, и может существенно повлиять на элементы жизненно важные для растений.

Министерством здравоохранения Российской Федерации установлены предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе. На величину концентраций вредных примесей в атмосфере влияют метеорологические условия, определяющие перенос и рассеивание примесей в воздухе.

Основной способ защиты атмосферы от промышленной пыли и тумана – применение пыле- и тумано-улавливающего оборудования. Основные группы этого оборудования: сухие пылеуловители, мокрые пылеуловители, электрофильтры, и фильтры.

К сухим пылеуловителям относятся вихревые и радиальные аппараты), деление пыли происходит за счет сил гравитации и инерции).

Мокрые пылеуловители работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхности капель или пленки жидкости под действием сил инерции и броуновского движения.

Очистка в электрических фильтрах основана на ударной ионизации газа в зоне ионизирующего разряда. Газы, попадающие в электрофильтр, частично ионизированы и способны проводить ток. Поэтому попадая между двумя электродами фильтра они осаждаются на них. Фильтры широко применяются в промышленности для очистки вентиляционного воздуха от примесей.

На машиностроительных предприятиях сточные воды очищаются в локальных очистных сооружениях от примесей, характерных для определенного технического прогресса, затем осуществляется очистка общего стока предприятия.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водоемов санитарно- бытового использования – в соответствии с инструкцией 2932-83. Общие требования к определению загрязняющих веществ почвы – по ГОСТ 17.4.3.03-85.

Отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные емкости. Водную фазу СОЖ подвергают очистке до предельно допустимой концентрации или разбавляют. Концентрация нефтепродуктов сточных вод при сбросе их в канализацию должна соответствовать СНИП 32-74.

На машиностроительном предприятии ООО «Юргинский машзавод» в процессе производства образуется большое количество отходов. Твердые отходы: отходы металлов, пластмасс, дерева, пыль, промышленный мусор (резина, шлак, песок, и другое). Жидкие отходы: осадки сточных вод из очистных сооружений, пыль из систем мокрой очистки воздуха и газов.

Большое количество отходов используется в качестве вторичного сырья. В частности, лом и отходы металлов, которые классифицируют по физическим признакам – на группы и марки, по показателям качества – на сорта.

Целесообразность обработки отходов определяется их качеством и степенью использования в производстве. Отходы, не пригодные для переработки и использования в качестве вторичного сырья либо сжигаются, либо вывозятся, и производится их захоронение на полигонах.

### 3.9 Заключение

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны мероприятия по защите от них, а именно:

- от поражения электрическим током, произведён расчёт и конструирование контурного заземляющего устройства;
  - для обеспечения допустимых параметров микроклимата разработана вытяжная вентиляция и тепловая завеса;
  - для снижения общей вибрации станки установлены на виброизолирующих опорах ОВ-31;
  - для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников;
  - от механических повреждений стружкой, станки оборудованы стружкопылеприёмниками с вытяжной вентиляцией;
  - для защиты от шума разработаны защитные кабины, также в местах, где уровень шума превышает допустимый используются специальные наушники.
- Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние, однако влияние некоторых вредных факторов не удалось предотвратить, таких как шум, издаваемый движущимися органами станков, неоптимальные параметры микроклимата, т. к. отсутствует система кондиционирования воздуха, поэтому в летний период возможно возникновение отклонений параметров микроклимата (температуры и относительной влажности) на рабочем месте.

В целом же можно сказать, что условия труда на рассматриваемом участке являются достаточно комфортными и безопасными, что способствует снижению показателей травматизма а так же благоприятствует повышению производительности труда.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы разработан техпроцесс механической обработки корпуса усилителя потока ФЮРА.10А61.029.001 для мелкосерийного производства.

При разработке данного техпроцесса был проведен сравнительный анализ способов получения заготовки: литье в песчано-глинистые формы с ручной и машинной формовкой. В качестве заготовки была принята заготовка литье в песчано-глинистые формы с машинной формовкой, коэффициент использования металла равен  $K_{ИМ}=0,79$ .

Составлен новый технологический процесс, который в значительной степени сократил время на изготовление изделия. Время на изготовление одной детали составило 82,08 мин.

Выбранные средства технологического оснащения позволили повысить режимы резания, что значительно сократило время на изготовление и общую трудоемкость, равную 1368 н/час.

В конструкторской части спроектировано сверлильно-фрезерное приспособление, которое предназначено для фрезерования и сверления корпуса с трех сторон на обрабатывающем центре 500Н. Спроектированное приспособление обеспечивает необходимую силу зажима и удовлетворяет требованиям точности.

В организационной части произведен расчет необходимого количества оборудования, которое составило 5 единиц, и определен средний коэффициент его загрузки  $K_{зо.ср.}=14,2\%$ . А также произведен расчёт необходимой численности основных, вспомогательных рабочих.

В разделе " Социальная ответственность" проведен анализ опасных и вредных факторов производства и средств защиты. Был разработан необходимый комплекс мероприятий по охране труда и защите окружающей среды.

Ожидаемая прибыль от внедрения данного технологического процесса составит 190120 руб. на программу выпуска 1000 штук.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с.
2. А.П. Бабичев Хонингование. – М.: Машиностроение, 1965 – 96с. с
3. Кожевников Д.В., Кирсанов С.В. Металлорежущие инструменты: Учебник. – Томск: Том. К58 ун-та, 2003. – 392с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т1/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т2/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
6. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
7. Общемашиностроительные нормативы резания для технического нормирования на металлорежущих станках. - М.: Машиностроение, 1967. – 412 с.
8. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. - М.: Машиностроение, 1967. – 410с.
9. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. М.: Машиностроение, 1971. – 384 с.
10. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т1/ Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. - М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.
11. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т2/ Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского. - М.: Машиностроение, 1984. – 656 с.
12. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – Л.: Машгиз, 1960. – 624 с.
13. Расчет экономической эффективности новой техники. Справочник/ Под ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
14. Технология машиностроения: Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов специальности 120100« Технология машиностроения» дневной и вечерней формы обучения. – Юрга: ИПЛ ЮФ ТПУ, 1999. – 39 с.
15. Новиков М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов. М.: Машиностроение, 1980.-592 с.
- 16 Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Безопасность жизнедеятельности.- Томск: ТПУ.- 126с.
- 17.Проектирование машиностроительных заводов и цехов: Справочник. В6-ти томах. Т4./ Под общ.ред. Е.С. Ямпольского. - М.: Машиностроение .1975.-326 с.

18. Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов механико-машиностроительного факультета. – Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2006. – 24 с.
19. Режимы резания металлов. Справочник/ под редакцией Ю.В. Барановского. - М.: Машиностроение.1972.-407 с.
20. Прецизионная обработка деталей алмазными и абразивными брусками. М.С. Наерман, С.А. Попов. –М.: Машиностроение. 1971. – 224 с.
- 21.Справочник инструментальщика. / Под общ. ред. И.А. Ординарцева Л.: Машиностроение 1980. - 846с.