

**Министерство образования и науки 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»**

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
Кафедра «Технология машиностроения»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
**на соискание квалификации «бакалавр»**

Тема работы
<b>Разработка технологического процесса изготовления корпуса K500-03.01.830</b>

ФЮРА.А31085.000 ПЗ

УДК: 62-214.002.001.24:681.586

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А31	Эбель Алена Александровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.В. Вальтер	к.т.н., доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Д.Н. Нестерук	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	С.В. Литовкин	-		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.А. Ласуков	к.т.н., доцент		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.А. Моховиков	к.т.н., доцент		

Юрга – 2017 г.

**Министерство образования и науки 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»**

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
 Кафедра «Технология машиностроения»

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой  
 \_\_\_\_\_  
 (Подпись) (Дата) А.А. Моховиков  
 (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ на выполнение  
 выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы  
 (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
10А31	Эбель Алена Александровна

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса К500-03.01.830  
 Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <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>	<p>Чертеж детали.                  Материал изготовления изделия сталь 40Х.                  Вес детали 9,5 кг.                  Объем выпуска 7500 шт. в год.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <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>	<p>Расчет и аналитика проектирования корпуса К500-03-01-830.                  Выбор заготовки изготовления корпуса.                  Составление технологического маршрута обработки корпуса.                  Выбор технологического оборудования.                  Расчет режимов резания.                  Обоснование и описание конструкции приспособления.                  Расчет себестоимости детали.</p>

	Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов.
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	ФЮРА.А31.085.001 Чертеж детали ФЮРА.А31.085.002 Карты наладок ФЮРА.А31.085.003 Приспособление ФЮРА.А31.085.004 Калибр-пробка ФЮРА.А31.085.005 Калибр-скоба
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Д.Н. Нестерук
«Социальная ответственность»	С.В. Литовкин
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Реферат	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.В. Вальтер	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А31	Эбель Алена Александровна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А31	Эбель Алене Александровне

Институт	ЮТИ ТПУ	Кафедра	ТМС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Технология машиностроения»

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР) / научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Годовой фонд рабочего времени – 4000 часов; Цена материала – 17 руб./кг; Цена отходов материала – 0,47руб./кг; Годовой объем выпуска – 7800 шт.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Масса заготовки – 14,52 кг; Масса детали – 9,5 кг; Материал – Сталь 40Х ГОСТ4543-71
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений	Система налогообложения - УСН; Ставка отчислений - 0,3

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

1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР / НИ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР / НИ; составление бюджета ИР / НИ; краткое описание основных рисков проекта
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР / НИ; расчет вложений в основные и оборотные фонды
4. Планирование показателей по труду и заработной плате (расчет штатного расписания, производительности труда, фонда заработной платы)
5. Проектирование себестоимости продукции; обоснование цены на продукцию
6. Расчет прибыли, технико-экономическое обоснование и экономическая оценка проекта
7. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР / НИ

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

1. График разработки и внедрения ИР / НИ
2. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Нестерук Д.Н.	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А31	Эбель Алена Александровна		

## Запланированные результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Профессиональные компетенции</b>	
P1	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.
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.
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
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
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.

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Универсальные компетенции</b>	
Р5	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.
Р6	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.
Р14	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.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение	12
1	Расчет и аналитика	13
1.1	Технологическая часть	14
1.1.1	Служебное назначение изделия	14
1.1.2	Производственная программа выпуска детали. Определение типа производства	16
1.1.3	Анализ типового технологического процесса	16
1.1.4	Технический контроль документации	19
1.1.5	Качественная оценка технологичности	19
1.1.6	Количественная оценка технологичности	19
1.1.7	Выбор заготовки	21
1.1.8	Технологический маршрут обработки	27
1.1.9	Выбор баз	29
1.1.10	Выбор технологического оборудования	32
1.1.11	Выбор технологической оснастки	35
1.1.12	Расчет припусков	40
1.1.13	Расчет режимов резания	41
1.2	Конструкторская часть	45
1.2.1	Обоснование и описание конструкции приспособления	45
1.2.2	Расчет приспособления на точность	46
1.2.3	Силовой расчет и выбор параметров привода	47
1.2.4	Обоснование и описание конструкции калибра	49
1.2.5	Расчет калибров для гладких цилиндрических деталей	50
1.3	Организационная часть	51
1.3.1	Нормирование технологического процесса механической обработки	51
1.3.2	Расчет потребляемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки	54
1.3.3	Расчет состава работающих	55
2	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и Ресурсосбережения	57
2.1	Расчет объема капитальных вложений	58
2.1.1	Стоимость технологического оборудования	58
2.1.2	Стоимость вспомогательного оборудования	59
2.1.3	Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря	59
2.1.4	Стоимость эксплуатируемых помещений	59
2.1.5	Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырья и материалах	60

	2.1.6	Оборотные средства в незавершенном производстве	60
	2.1.7	Оборотные средства в запасах готовой продукции	60
	2.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности	61
	2.1.9	Денежные оборотные средства	61
2.2		Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	61
	2.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	61
	2.2.2	Расчет заработной платы производственных работников	62
	2.2.3	Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	62
	2.2.4	Расчет амортизации основных фондов	63
	2.2.5	Отчисления в ремонтный фонд	64
	2.2.6	Затраты на вспомогательные материалы на содержание Оборудования	64
	2.2.7	Затраты на силовую электроэнергию	65
	2.2.8	Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь	66
	2.2.9	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	66
	2.2.10	Заработная плата административно - управленческого Персонала	67
	2.2.11	Прочие расходы	67
2.3		Экономическое обоснование технологического проекта	68
3		Социальная ответственность	70
3.1		Характеристика объекта исследования	71
3.2		Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов	71
3.3		Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте	72
3.4		Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места. Вентиляция и кондиционирование	74
3.5		Защита от поражения электрическим током	75
3.6		Защита от шума	76
3.7		Защита от вибрации	76
3.8		Защита от повреждения стружкой	76
3.9		Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций	77
3.1		Психологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем Месте	77
0			
3.1		Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды	78
1			
3.1		Заключение раздела БЖД	78
2			
		Заключение	79



Список использованных источников

80

- Приложение А Спецификация на вертикально – сверлильное приспособление ФЮРА.А31085.003СБ
- Приложение Б Комплект документов на технологический процесс ФЮРА.А31085.006
- Диск CD-R В конверте на обороте обложки
- ФЮРА. А31085.001СБ Корпус. Файл Корпус
- ФЮРА. А31085.001СБ.cdw в формате КОМПАС – 3D V12
- ФЮРА. А31085.002 Карты наладки. Файл Карты наладки
- ФЮРА. А31085.002.cdw в формате КОМПАС – 3D V12
- ФЮРА. А31085.003СБ Вертикально – сверлильное приспособление. Файл Вертикально – сверлильное приспособление ФЮРА. А31085.003СБ.cdw в формате КОМПАС – 3D V12
- ФЮРА. А31085.004СБ Калибр–скоба. Файл Калибр–скоба
- ФЮРА. А31085.004.cdw в формате КОМПАС – 3D V12
- ФЮРА. А31085.005СБ Калибр–пробка. Файл Калибр–пробка
- ФЮРА. А31085.005СБ.cdw в формате КОМПАС – 3D V12
- Графический материал
- ФЮРА. А31085.001 Корпус
- ФЮРА. А31085.002 Карты наладки На отдельных Листах
- ФЮРА. А31085.003СБ Вертикально – сверлильное приспособление На отдельных Листах
- ФЮРА. А31085.004 Калибр–скоба
- ФЮРА. А31085.005 Калибр–пробка

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на тему «Разработка технологического процесса изготовления корпуса» К500-03-01-830 коллектора в условиях среднесерийного производства.

Выпускная квалификационная работа состоит из 8 листов графического материала, 80 листов пояснительной записки.

Целью работы является разработка технологического процесса, с использованием высокоэффективного оборудования, приспособлений, что позволяет сократить время на подготовку производства, снизить трудоемкость и затраты на производство.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, КОЛЛЕКТОР, ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ, КОРПУС, ИНСТРУМЕНТ, СТАНОК.

Выпускная квалификационная работа состоит из следующих основных частей:

Аналитическая часть, где приводится описание: служебного назначения изделия, действующего технологического процесса, отработки конструкции детали на технологичность.

Технологическая часть проекта содержит решение следующих вопросов: выбор заготовок и методов их получения, составление маршрута механической обработки, выбор оборудования и средств технологического оснащения, расчет режимов резания и припусков на обработку, нормирование механической обработки.

Конструкторская часть проекта содержит описание конструкции разработанного приспособления, его силовой расчет и расчет на точность, а также конструкции специального мерительного инструмента.

Организационная часть, где приводится расчет требуемого количества оборудования и коэффициента его загрузки.

Экономическая часть, где решен комплекс вопросов организации и экономики производства, выполнены соответствующие расчеты и составлена смета расходов и себестоимости детали.

В разделе «Социальная ответственность» разработан необходимый комплекс мероприятий по технике безопасности, охране труда и защите окружающей среды.

## ABSTRACT

Graduation qualification work was done on the theme "Development of the technological process for the manufacture of the hull" K500-03-01-830 collector under conditions of medium-sized production.

Graduation qualification work consists of 8 sheets of graphic material, 80 sheets of explanatory note.

The aim of the work is the development of the technological process, using highly efficient equipment, devices, which allows to reduce the time for preparation of production, reduce labor input and production costs.

Key words: TECHNOLOGICAL PROCESS, COLLECTOR, STORAGE, DETAIL, BODY, TOOL, MACHINE.

Graduation qualification work consists of the following main parts:

Analytical part, which describes the description: the official purpose of the product, the operating process, the development of the design of the part for manufacturability.

The technological part of the project includes the solution of the following issues: selection of blanks and methods for their production, compilation of the machining route, selection of equipment and technological equipment, calculation of cutting and processing allowances, and standardization of machining.

The design part of the project contains a description of the design of the device developed, its power calculation and calculation for accuracy, as well as the design of a special measuring tool.

Organizational part, where the calculation of the required quantity of equipment and its load factor is given.

The economic part where the complex of questions of the organization and economy of manufacture is solved, the corresponding calculations are executed and the estimate of expenses and the cost of a part is made.

In the section "Social Responsibility" the necessary set of measures for safety, labor protection and environmental protection has been developed.

## ВВЕДЕНИЕ

Целью данного курсового проекта является разработка технологического процесса изготовления корпуса К500-03-01-830, подробное описание и обоснование применяемых в процессе технологических решений. Провести анализ и выявить недостатки действующего технологического процесса, а также сделать его более технологичным в условиях современного высокопроизводительного оборудования и оснастки. Необходимо снизить затраты и время на изготовление детали.

Разработанный технологический процесс должен обеспечивать более высокое качество, быть более точным и иметь высокую производительность, по сравнению с действующим технологическим процессом. Так же нужно обеспечить, что бы он был экономически выгодным и имел низкую себестоимость выпускаемой продукции.

Данные показатели будут достигнуты с помощью внедрения в технологический процесс современного высокопроизводительного оборудования и технологической оснастки, а также средства механизации и автоматизации.

В соответствии с поставленной целью в процессе курсового проектирования выделяю следующие задачи:

- составление технологического маршрута обработки;
- выбор баз;
- выбор средств технологического оснащения;
- расчет припусков;
- использование стандартных способов обработки изделия;
- расчет режимов резания;
- нормирование технологического процесса механической обработки.

Также в ходе курсового проекта необходимо приобрести следующие навыки:

- развитие и закрепление навыков ведения самостоятельной работы творческой инженерной работы;
- овладение методикой проектирования технологических процессов механической обработки;
- приобретение опыта в конструировании приспособлений;
- приобретения опыта самостоятельного решения практических задач;
- изучает современные технологические процессы изготовления изделий и тенденции их развития;
- навыки использования средств вычислительной техники при решении задач.
- приобретение навыков самостоятельной защиты курсового проекта и принимаемых в нём технических решений.

# 1 РАСЧЕТ И АНАЛИТИКА

Студент гр. 10А31

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

А. А. Эбель

\_\_\_\_\_  
(Дата)

Руководитель  
доцент кафедры ТМС

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

А. В. Вальтер

\_\_\_\_\_  
(Дата)

Нормоконтроль  
к. т. н.

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

А. А. Ласуков

\_\_\_\_\_  
(Дата)

## 1.1 Технологическая часть.

### 1.1.1 Служебное назначение изделия.

Корпус K500-03-01-830 – входит в состав коллектора, который является частью водовода. Водовод – гидротехническое сооружение для подвода и отведения воды в заданном направлении. Применяется в горнодобывающей технике, а именно в очистных узкозахватных комбайнах K500.

Корпус-коллектор выполняет одну из главных функций в данной системе. Она заключается в том, что при повороте рукава, гидротурбинный привод подает в не вращающуюся часть корпуса гидравлическую жидкость, проходя через корпус, жидкость распределяется во вращающуюся часть.

Вес детали – 9,5 кг. Материал изготовления изделия сталь 40Х. Химический состав стали (ГОСТ 1050-88) приведён в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав стали

Марка стали	С, %	Si, %	Mn, %	Cr	S	P	Cu	Ni	As
				не более, %					
Сталь 40Х	0,36÷ 0,44	0,17÷ 0,37	0,50÷ 0,80	0,80÷ 1,10	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Физико-механические свойства (ГОСТ 8479-70) в соответствии с техническими требованиями представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические свойства

Марка стали	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %	НВ, кгс/кв.мм
Сталь 40Х	550	780	12	40	не более 288

$\sigma_T$  – предел текучести;  $\sigma_B$  – предел прочности при растяжении;

$\delta$  – относительное удлинение при разрыве короткого образца;  $\psi$  – относительное сужение сечения;

Сталь 40Х используется для следующих видов изделий: оси, вала, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, губчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности.

Технологические свойства стали 40Х представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технологические свойства

Температура ковки	Начала 1250°С, конца 800°С. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.
-------------------	---

Продолжение таблицы 3

Температураковки	Начала 1250°С, конца 800°С. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.
Свариваемость	Трудносвариваемая. Способы сварки: РДС, ЭШС. Необходим подогрев и последующая термообработка. КТС - необходима последующая термообработка.
Обрабатываемость резанием	В горячекатаном состоянии при НВ 163-168, $\sigma_B = 610$ МПа $K_v$ тв.спл. = 0.20, $K_v$ б.ст. = 0.95.
Склонность к отпускной способности	Склонна
Флокеночувствительность	Чувствительна

Механические свойства стали 40Х представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Механические свойства стали

ГОСТ	Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0.2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\Psi$ , %	КСУ, кДж / м <sup>2</sup>	НВ, не Более
4543-71	Пруток. Закалка 860 °С, масло. Отпуск 500 °С, вода или масло	25		780	980	10	45	59	
8479-70	Поковки: нормализация	500-800 300-500	245 275	245 275	470 530	15 15	30 32	34 29	143-179 156-197
	закалка, отпуск	500-800	275	275	530	13	30	29	156-197
	нормализация	до 100 100-300	315	315	570	17 14	38 35	39 34	167-207
	закалка, отпуск	300-500 500-800	315	315	570	12 11	30 30	29 29	167-207
	нормализация	до 100 100-300 300-500	345	345 345	590	18 17 14	45 40 38	59 54 49	174-217
	закалка, отпуск	до 100 100-300 300-500	395	395	615	17 15 13	45 40 35	59 54 49	187-229

К ответственным поверхностям изделия относятся:

- канавка  $1,9^{+0,14}$  с Ra = 2,5 мкм;
- канавка  $7^{+0,22}$  с Ra = 2,5 мкм;
- поверхность  $23^{+0,3}$  мм с торцевым биением 0,05 мм;
- поверхность  $\varnothing 90h9$  ( $-0,087$ ) с Ra = 2,5 мкм;
- отверстие  $\varnothing 75K7$  ( $^{+0,009}_{-0,021}$ ) с Ra = 2,5 мкм и торцевым биением 0,02 мм;
- отверстие  $\varnothing 70^{+0,3}_{+0,1}$  с Ra = 2,5 мкм, торцевым биением 0,02 мм и отклонением от круглости 0,02 мм;
- отверстие  $\varnothing 63H7$  ( $^{+0,03}$ ) с Ra = 2,5 мкм и торцевым биением 0,02 мм.

– 6 отверстий М16-7Н с отклонением центрального угла между осями двух любых отверстий  $\pm 45'$  ;

1.1.2 Производственная программа выпуска детали. Определение типа производства.

Деталь К500-03-01-830 имеет объем выпуска 7500 шт. в год.

По учебному пособию предварительно определяем, что тип производства среднесерийный [1]. Годовая программа выпуска сборочных единиц представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Годовая программа выпуска сборочной единицы

Наименование изделия	Количество деталей на программу, шт.	Количество деталей на запасные части, шт.	Число деталей, шт.	Масса, кг.	
				Деталь	На годовую Программу
корпус	7500	300	7800	9,5	74100

Для мелкосерийного и среднесерийного производства рассчитываем размер партии запуска по учебному пособию [1]:

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

где F – число рабочих дней в году;

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

N – годовая программа выпуска изделий, шт.

$$= 7800 \cdot 12 =$$

$$n = 379 \text{ шт.} \cdot 247$$

1.1.3 Анализ типового технологического процесса.

Типовой технологический процесс изготовления корпуса К500-03-01-830 разработан для мелкосерийного производства и представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Типовой технологический процесс

№ Oper.	Наименование операции	Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент
005	Токарная 1. Точить Ø160 $-1$ мм согласно эскизу; 2. Точить Ø130 $-1$ мм согласно эскизу; 3. Сверлить отверстие Ø68 $\pm 0,5$ мм согласно эскизу; 4. Сверлить отверстие Ø50 $\pm 0,5$ мм.	– Станок 16К20; – Резец расточной ГОСТ 18883-73; – Сверла спиральные ГОСТ 885-77; – Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89.



Продолжение таблицы 6

№ Опер.	Наименование операции	Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент
010	Токарная 1. Отрезать деталь согласно эскизу; 2. Точить $\varnothing 92_{-0,2}$ мм согласно эскизу; 3. Расточить отверстие $\varnothing 61_{+0,2}$ мм согласно эскизу; 4. Расточить отверстие $\varnothing 73_{+0,2}$ мм согласно эскизу.	– Станок 16К20; – Резец отрезной ГОСТ 18874-73; – Резец расточной ГОСТ 18883-73. – Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89.
015	Токарная 1. Шлифовать поверхность $\varnothing 90,5 \pm 0,05$ мм; 2. Шлифовать поверхность $\varnothing 90h9$ мм; 3. Точить канавку шириной $7_{+0,22}$ мм согласно эскизу; 4. Шлифовать отверстие $\varnothing 62,5_{+0,05}$ мм; 5. Шлифовать отверстие $\varnothing 63H7$ мм; 6. Шлифовать отверстие $\varnothing 74,5 \pm 0,05$ мм; 7. Шлифовать отверстие $\varnothing 75K7$ мм; 8. Точить канавку в отверстии согласно эскизу; 9. Зенкеровать фаски согласно эскизу.	Станок 16К20; – Круги шлифовальные ГОСТ 2424-83; – Резец отрезной ГОСТ 18874-73; – Зенкер конический ГОСТ 12489-71. – Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89.
020	Токарная 1. Шлифовать отверстие $\varnothing 69,5 \pm 0,05$ мм; 2. Шлифовать отверстие $\varnothing 70H8$ мм; 3. Зенкеровать фаски $2 \times 45$ мм согласно эскизу.	– Станок 16К20; – Круги шлифовальные ГОСТ 2424-83; – Зенкер конический ГОСТ 12489-71. – Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89.
025	Сверлильно-фрезерная 1. Набрать и ввести программу; 2. Обработать согласно эскизу.	– Обрабатывающий центр с500/04; – Фреза $\varnothing 50$ ГОСТ 17026; – Св. центр СТП 1234; – Сверло $\varnothing 13$ ГОСТ 10903; – Сверло $\varnothing 16$ ГОСТ 10903; – Фреза $\varnothing 20$ ГОСТ 17026; – Зенковка $\varnothing 31,5$ ГОСТ 14953.
030	Сверлильная 1. Набрать и ввести программу; 2. Обработать согласно эскизу.	– Обрабатывающий центр с500/04; – Св. центр СТП 1234; – Сверло $\varnothing 12$ ГОСТ 10903.
035	Сварочная 1. Приварить 6 заглушек по т/п бюро сварки.	Многофункциональный плазменный аппарат Мультиплаз-3500
040	Токарная 1. Притупить $R1^*$ ; $R0,2^*_{\max}$ ; $R0,5^*_{\max}$ .	– Станок 16К20; – Резец расточной ГОСТ 18883-73.

Продолжение таблицы 6

№ Опер.	Наименование операции	Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент
045	Слесарная 1. Снять заусенцы; 2. Притупить R0,2, R0,3; 3. Нарезать резьбу M16-H7 в 6 отв.; 4. Зачистить места сварки; 5. Маркировать на бирке.	– Верстак – Тиски – Шабер – Метчик M16-H7 – Вороток – Калибр 152-3071
050	Контрольная 1. Проверить деталь согласно требованиям чертежа и техпроцесса; 2. Оформить приёмку деталей.	– Плита. – Штангенциркуль ШЦЦ-1– 125-0,01 ГОСТ 166-89.
055	Консервация 1. Поверхности деталей покрыть тонким слоем АМС-3 ГОСТ 2712—52ГОСТ 20799-75; 2. Уложить в тару.	– Участок.

Заготовкой является поковка, полученная в процессековки. Кованая поковка отличается свободным положением металла во времяковки, прочностью и пластичностью полученного материала.

Данный технологический процесс разрабатывался для условий мелкосерийного производства, поэтому при изготовлении корпуса применяется универсальное оборудование. При обработке используется универсальная и стандартная оснастка. Технологический процесс имеет недостатки, которые можно устранить. Базы в технологическом процессе выбраны рационально, соблюдены правила и принципы базирования. В данном технологическом процессе много токарных операций, которые можно объединить и тем самым повысить производительность и точность обработки изделия. Так же я считаю, что 040 операция является лишней, а радиусы скругления кромок можно обеспечить инструментом, одновременно выполняющий другую операцию. В типовом технологическом процессе резьба нарезается вручную, это занимает большое количество времени, решением этой задачи является автоматическое нарезание резьбы. Данный технологический процесс нуждается в доработках, он должен быть простым и максимально коротким, а так же технологичным в изготовлении.

Для повышения технологичности будут применены следующие решения:

- изменение способа получения заготовки с кованой поковки на штампованную поковку. Это приведет, к снижению расхода металла на механическую обработку;
- применение комбинированных инструментов. Это позволит сократить основное время обработки детали и увеличить производительность обработки;
- применение специального приспособления, позволит сократить основное время обработки, за счёт сокращения установов;

– применение станка с ЧПУ, позволит сократить основное время обработки, за счёт сокращения времени переходов, а так же повысить точность изготавливаемой детали.

#### 1.1.4 Технический контроль документации

Конструкция изделия раскрыта, в конструкторской документации достаточно видов, разрезов и сечений, чтобы разобраться, что это за деталь. Проставлены все размеры и допуски к ним. На все поверхности указаны требования к шероховатости, а так же необходимые формы расположения поверхностей. Их расстановка понятна и соответствует размерам. Размерные цепи расставлены правильно. В технических требованиях содержится все что необходимо. Чертеж содержит необходимую информацию о материале и массы детали. Так же техническая документация дает сведения о способе получения заготовки, которая соответствует действующему ГОСТу.

#### 1.1.5 Качественная оценка технологичности

Технологичным является то, что деталь имеет хорошие базовые поверхности для установки на станке, они надежны, имеют высокую точность и требуемую жесткость, что позволяет применять высокопроизводительные режимы обработки. Конструкция детали позволяет вести обработку плоскостей на проход. Форма поверхностей детали не вызывает затруднений в процессе обработки. Деталь является жесткой и малогабаритной. Изделие не имеет отверстий, расположенных не под прямыми углами, к плоскости входа. Все пересекающиеся отверстия расположены под прямым углом друг к другу. Все отверстия являются сквозными. Взаимное расположение поверхностей детали не вызывает трудности при подводе режущего инструмента. Разметочные операции не применяются. Сталь 40Х обладает хорошей технологичностью. Получаемая заготовка рациональна.

Не технологичным является то, что все отверстия пересекающиеся, а так же имеются ступенчатые отверстия. Изготовление детали из поковки вызывает повышенный расход металла и большой объем механической обработки. На внутренней поверхности изделия имеются радиусы скруглений R1, R0,2, R0,5, получаемые инструментом, что является затруднительным. Требуется применения слесарной операции. Фаски под углом 45 являются не технологичными. Не все размеры можно проконтролировать с помощью универсального мерительного инструмента.

#### 1.1.6 Количественная оценка технологичности

Количественная оценка технологичности рассчитывается по учебному пособию [3].

Коэффициент использования материала вычисляется по формуле (1.2).

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}}, \quad (1.2)$$

где  $m_{\text{д}}$  – масса детали, кг;

$m_{\text{з}}$  – масса заготовки, кг.

$$K_{\text{им}} = \frac{9,5}{25}, 8 = 0,37 \leq 0,7$$

Так как коэффициент меньше 0,7, то деталь по этому показателю не технологична.

Коэффициент унификации конструктивных элементов вычисляется по формуле (1.3).

$$K_{\text{уд}} = \frac{Q_{\text{уд}}}{Q_{\text{э}}}, \quad (1.3)$$

где  $Q_{\text{уд}}$  – количество унифицированных элементов, шт;

$Q_{\text{э}}$  – количество элементов всего в изделии, шт.

$$K_{\text{уд}} = \frac{3}{18} = 0,17 \leq 0,6$$

Так как коэффициент меньше 0,6 то деталь по этому показателю не технологична.

Коэффициент точности обработки вычисляется по формуле (1.4).

$$K_{\text{т.о.}} = 1 - \frac{1}{A_{\text{ср}}}, \quad (1.4)$$

где  $A_{\text{ср}}$  – средний квалитет точности, мкм.

Средний квалитет точности находим по формуле (1.5).

$$(1.5)$$

$$A_{\text{ср}} = \frac{\Pi_1 + 2\Pi_2 + 3\Pi_3 + \dots + 14\Pi_{14}}{\Pi_{\Sigma}},$$

где  $\Pi_1 \dots 14\Pi_{14}$  – количество размеров с квалитетом,

шт;  $\Pi_{\Sigma}$  – число поверхностей детали, шт.

$$K_{\text{т.о.}} = 1 - \frac{1}{12}, 75 = 0,92 \geq 0,5,$$

По этому показателю деталь технологична, так как коэффициент точности обработки больше 0,5.

Коэффициент шероховатости вычисляется по формуле (1.6).

$$K_{\text{шр}} = \frac{1}{B_{\text{ср}}}, \quad (1.6)$$

где  $B_{\text{ср}}$  – средняя шероховатость поверхностей.

Средняя шероховатость поверхностей находится по формуле (1.7).

$$B_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1} Ra_i \cdot nRa_i}{n \cdot \Sigma}, \quad (1.7)$$

где  $\Sigma Ra_i$  – заданная шероховатость, мкм;

$nRa_i$  – количество поверхностей имеющих шероховатость, шт;  $n \cdot \Sigma$  – суммарное количество поверхностей, шт.

$$B_{\text{ср}} = \frac{(6,3 \cdot 55) + (3,2 \cdot 7) + (2,5 \cdot 12)}{74} = 5,4,$$

$$K_{\text{шр}} = \frac{1}{5,4} = 0,18 \leq 0,32.$$

По этому показателю деталь технологична, так как средний коэффициент шероховатости меньше 0,32.

В ходе анализа количественной оценки технологичности выяснилось, что показатели соответствует требованиям технологичности, кроме коэффициента использования материала и коэффициента унификации. Это вызвано особенностями конструкции изделия. В целом, можно сделать вывод о том, что по количественной и качественной оценкам деталь является технологична.

### 1.1.7 Выбор заготовки

Необходимо выбрать способ получения заготовки для изготовления корпуса К500-03-01-830 из стали 40Х. На основании анализа конструкции детали предлагаю два варианта получения заготовки: поковка и штамповка.

Поковка на молотах ГОСТ 7829-70

Материал – сталь 40Х ГОСТ 1050-88;

Масса детали – 9,5 кг.

Назначение припусков и допусков:

– На длину 40 ( $5 \cdot 2 \pm 2$ ) мм;

– На диаметр 160 ( $9 \pm 3$ ) мм;

– На длину 25 ( $5 \cdot 5 \pm 2$ ) мм;

– На диаметр 130 ( $9 + 3 \pm 3$ ) мм;

– На длину 85 ( $7 \cdot 5 \pm 2$ ) мм;

– На диаметр 130 ( $9 + 3 \pm 3$ ) мм;

- На длину 30 (5-5±2) мм;
- На диаметр 90 (7+3±2) мм;

Допуски на размер поковки.

50  $^{+2}_{-2},0$  мм; 169  $^{+3}_{-3},0$  мм;

25  $^{+2}_{-2},0$  мм; 142  $^{+3}_{-3},0$  мм;

87  $^{+2}_{-2},0$  мм; 142  $^{+3}_{-3},0$  мм;

30  $^{+2}_{-2},0$  мм; 100  $^{+2}_{-2},0$  мм;

Масса заготовки рассчитывается по формуле (1.8).

$$m_p = G_{cp} \cdot \rho_{ст}, \quad (1.8)$$

где  $\rho_{ст}$  – плотность стали кг/м<sup>3</sup>;

$G_{cp}$  – объем описывающей длины в кг, рассчитывается по формуле (1.9).

$$G_{cp} = R_{cp}^2 \cdot L, \quad (1.9)$$

где  $R_{cp}$  – радиус поковки, см;  $L$  – длина поковки, см.

$$G_{cp1} = 16,9^2 \cdot 5,0 = 1,43 \text{ кг};$$

$$G_{cp2} = 14,2^2 \cdot 2,5 = 0,5 \text{ кг};$$

$$G_{cp3} = 14,2^2 \cdot 8,7 = 1,75 \text{ кг};$$

$$G_{cp4} = 10,0^2 \cdot 3,0 = 0,3 \text{ кг};$$

$$G_{cp} = 1,43 + 0,5 + 1,75 + 0,3 =$$

$$3,98 \text{ кг}; m_p = 3,98 \cdot 7,82 = 31,1 \text{ кг}.$$

Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле (1.2).

$$K_{им} = \frac{9,5}{31,1} = 0,3$$

Рассчитываем технологическую себестоимость детали в рублях по формуле (1.11).

$$S_T = \frac{m}{K_{им}} [C_{заг} + C_c (1 - K_{им})], \quad (1.11)$$

где  $C_{заг}$  – стоимость 1 кг заготовки, руб.;

$C_c = 70$  руб. – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке.

Стоимость 1 кг заготовки в рублях рассчитывается по формуле (1.12).

$$C_{\text{заг}} = \left( Q \cdot S - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000} \right) / Q, \quad (1.12)$$

где  $S$  – цена 1 кг материала заготовки, руб;

$S_{\text{отх}}$  – цена 1 тонны отходов, руб;

$q$  – масса готовой детали;

$Q$  – масса исходной заготовки.

$$C_{\text{заг}} = \left( 31,1 \cdot 99 - (31,1 - 9,5) \cdot \frac{7000}{1000} \right) / 31,1 = 94,14 \text{руб.}$$

$$S_T = \frac{9,5}{0,3} [94,14 + 70 \cdot (1 - 0,3)] = 4451,6 \text{руб.}$$

Штамповка на горизонтально-ковочных машинах ГОСТ 7505-89  
 Материал – сталь 40Х ГОСТ 1050-88; Конструкция штампа –  
 открытая; Способ нагрева – индукционный; Масса детали – 9,5 кг.

Масса поковки рассчитывается по формуле (1.13).

$$m_p = k_p \cdot m_d, \quad (1.13)$$

где  $k_p$  – расчетный коэффициент,  $k_p = 1,3 \div 1,8$ .

$$m_p = 9,5 \cdot 1,3 = 12,35 \text{кг.}$$

Класс точности Т4;

Группа стали М2.

Степень сложности определяем по формуле (1.14).

$$C = m_p / m_{\phi}, \quad (1.14)$$

где  $m_{\phi}$  – масса геометрической фигуры (цилиндра), в которую вписывается форма поковки, кг.

Масса цилиндра определяем по формуле (1.15).

$$m_{\phi} = \pi \cdot D_{\phi}^2 / 4 \cdot L_{\phi} \cdot \rho \cdot 10^{-6}, \quad (1.15)$$

где –  $D_{\phi}$  диаметр фигуры, мм;

$L_{\phi}$  – длина фигуры, мм;

$\rho$  – плотность материала, г/см<sup>3</sup>.

Размеры фигуры, описывающую поковку рассчитываем по формуле (1.16) и (1.17).

$$D_{\phi} = D_{д} \cdot 1,05, \quad (1.16)$$

$$L_{\phi} = L_{д} \cdot 1,05, \quad (1.17)$$

где  $D_{д}$  – наибольший диаметр детали, мм;

$L_{д}$  – длина детали, мм;

1,05 – коэффициент увеличения.

$$D_{\phi} = 160 \cdot 1,05 = 168 \text{ мм},$$

$$L_{\phi} = 180 \cdot 1,05 = 189 \text{ мм},$$

$$m_{\phi} = 3,14 \cdot 168^2 / 4 \cdot 189 \cdot 7,82 \cdot 10^{-6} =$$

$$15 \text{ кг}, C = 12,35 / 15 = 0,82.$$

Степень сложности С1; Конфигурация поверхности разъема штампа П – плоская;

Радиус закругления внутренних и наружных углов 5 мм;

Штамповочный уклон на наружной поверхности 3°, на внутренней 2°;

Исходный индекс 13

Величина припусков и предельных отклонений представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Величина припусков и предельных отклонений.

Размер, проставленный на чертеже детали	Величина припуска на сторону	Смещение по поверхности разъема штампа	Отклонение от плоскостности	Отклонение Межосевого Расстояния
Ø160h14	2,5	0,4	–	0,5
Ø130h14	2,0	0,4	–	0,5
Ø90h9	1,8	0,4	–	0,3
Ø70H8	1,8	0,4	–	0,3
Ø60H7	1,8	0,4	–	0,2
85H12	1,8	–	0,4	–
40h9	1,8	–	0,4	–
30H14	1,7	–	0,4	–
25H9	1,7	–	0,4	–



Расчёт размеров заготовки представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Расчёт размеров заготовки

Размер, проставленный на чертеже детали	Расчет размеров заготовки	Расчётный размер	Размер, проставленный на чертеже заготовки.
Ø160h14	$160 + 2 \cdot (2,5 + 0,4 + 0,5)$	166,8	$167^{+2,1}_{-1,1}$
Ø130h14	$130 + 2 \cdot (2,0 + 0,4 + 0,5)$	135,8	$136^{+1,8}_{-1,0}$
Ø90h9	$90 + 2 \cdot (1,8 + 0,4 + 0,3)$	95	$95^{+1,6}_{-0,9}$
Ø70H8	$70 - 2 \cdot (1,8 + 0,4 + 0,3)$	65	$65^{+1,6}_{-0,9}$
Ø60H7	$60 - 2 \cdot (1,8 + 0,4 + 0,2)$	55,2	$55^{+1,6}_{-0,9}$
85H12	$85 + 1,8 - 1,7 + 0,4$	85,5	$85,5^{+1,6}_{-0,9}$
40h9	$40 + 2 \cdot (1,8 + 0,4)$	44,4	$44,5^{+1,6}_{-0,9}$
30H14	$30 + 1,7 - 1,8 + 0,4$	30,3	$30,5^{+1,4}_{-0,8}$
25H9	$25 + 1,7 - 1,8 + 0,4$	25,3	$25,5^{+1,4}_{-0,8}$

Масса заготовки определяем по формуле (1.18).

$$m = V \cdot \rho \cdot 10^{-6}, \quad (1.18)$$

где  $V$  – объем заготовки,  $\text{мм}^3$ .

Для определения объема сложную фигуру заготовки необходимо разбить на 4 полных цилиндра. Объем полного цилиндра определяем по формуле (1.19).

$$V_{\text{ц}} = \pi \cdot (D_{\text{ц}}^2 - d_{\text{ц}}^2) \cdot L_{\text{ц}} / 4, \quad (1.19)$$

где  $D_{\text{ц}}$  – наружный диаметр цилиндра, мм;

$d_{\text{ц}}$  – внутренний диаметр цилиндра, мм;

$L_{\text{ц}}$  – длина цилиндра, мм.

Объем заготовки рассчитываем по формуле (1.20).

$$V_3 = V_1 + V_2 + V_3 + V_4, \quad (1.20)$$

где  $V_1$  – объем первого цилиндра,  $\text{мм}^3$ ;

$V_2$  – объем второго цилиндра,  $\text{мм}^3$ ;

$V_3$  – объем третьего цилиндра,  $\text{мм}^3$ ;

$V_4$  – объем четвертого цилиндра,  $\text{мм}^3$ .

$$V_1 = 3,14 \cdot (136^2 - 65^2) \cdot 25,5 / 4 = 285670 \text{мм}^3,$$

$$V_2 = 3,14 \cdot (167^2 - 65^2) \cdot 44,5 / 4 = 826643 \text{мм}^3,$$

$$V_3 = 3,14 \cdot (136^2 - 65^2) \cdot 30,5 / 4 = 341683 \text{мм}^3, V_4$$

$$= 3,14 \cdot (95^2 - 55^2) \cdot 85,5 / 4 = 402705 \text{мм}^3,$$

$$V_3 = 285670 + 826643 + 341683 + 402705 =$$

$$1856701 \text{мм}^3, m_3 = 1856701 \cdot 7,82 \cdot 10^{-6} = 14,52 \text{кг},$$

Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле (1.10).

$$K_{им} = \frac{14,52}{9,5} = 0,65$$

Стоимость 1 кг заготовки в рублях рассчитывается по формуле (1.12).

$$C_{заг} = \left( 14,52 \cdot 80 - (14,52 - 9,5) \cdot \frac{7000}{1000} \right) / Q = 77,58 \text{руб.}$$

Рассчитываем технологическую себестоимость детали по формуле (1.22).

$$S_T = \frac{9,5}{0,65} [77,58 + 70 \cdot (1 - 0,65)] = 1482 \text{руб.} \quad (1.22)$$

Оценка экономической эффективности заготовки.

Сделав расчеты по обоим методам получения заготовки, можно сделать вывод, что заготовка полученная методом объёмной штамповки экономически выгоднее поковки на молотах.

Определение экономического эффекта рассчитываем по формуле (1.23).

$$\Delta = S_1 T_1 - S_2 T_2 \cdot N, \quad (1.23)$$

где  $S_1 T_1$  – себестоимость детали

1;  $S_2 T_2$  – себестоимость детали 2;

$$\Delta = (4451,6 - 1482) \cdot 780 = 2316288 \text{руб.}$$

Окончательно принимаю второй метод получения заготовки как базовый.

### 1.1.8 Технологический маршрут обработки

Разработанный технологический маршрут представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Разработанный технологический маршрут

№ Операции	Наименование операции	Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент
005	Токарная 1. Подрезать торец диаметром 167; 2. Точить поверхность Ø130-1мм на длину 25+0,52мм; 3. Точить поверхность Ø160-1мм на проход; 4. Расточить отверстие Ø69,7 ± 0,5 мм на длину 102 ± 0,5 мм; 5. Точить фаску 2 × 45 мм.	– Станок 16К20; – Штангенциркуль ШЦЦ–1–200–0,01 ГОСТ 166-89; – СОЖ (синапол); – Патрон токарный БелТАПАЗ 3-х кул. 3-315.41.12П d=315мм (С7100-0041П).
010	Токарная 1. Подрезать заготовку в размер 155-1мм; 2. Точить поверхность Ø90,3+0,5мм на длину 71-0,35мм; 3. Точить поверхность Ø130-1мм на длину от установочной базы 40-0,62мм; 4. Расточить отверстие Ø62,7-0,5мм на проход.	– Станок 16К20; – Штангенциркуль ШЦЦ–1–200–0,01 ГОСТ 166-89; – СОЖ (синапол); – Патрон токарный БелТАПАЗ 3-х кул. 3-315.41.12П d=315мм (С7100-0041П).
15	Токарная с ЧПУ Ввести программу в устройство ЧПУ; 1. Точить предварительно поверхность Ø90,4h11мм на длину 84,5H12мм; 2. Точить окончательно поверхность диаметром 90h9мм на длину 85H12мм с образованием фаски 2±0,33×30°мм; 3. Точить предварительно канавку диаметром 81,2h11мм шириной 5+0,22мм; 4. Точить окончательно канавку диаметром 80,8h9мм шириной 7+0,22мм; 5. Расточить предварительно поверхность диаметром 69,4H11мм на длину от ИБ 78,h12мм; 6. Расточить предварительно поверхность диаметром 62,4H11мм на проход; 7. Расточить окончательно поверхность диаметром 69,8H9мм на длину от ИБ 77,5h12мм; 8. Расточить окончательно поверхность диаметром 62,8H9мм на проход; 9. Расточить предварительно поверхность диаметром 74,4H11мм на длину 22+0,3мм; 10. Расточить окончательно поверхность диаметром 74,8K9мм на длину 22,5+0,3мм; 11. Расточить поверхность диаметром 70H8мм на длину от ИБ 77h12мм с образованием фаски 2±0,5×30°мм и R1*; 12. Расточить поверхность диаметром 63H7мм на проход с R0,5*; 13. Расточить поверхность диаметром 75K7мм на длину 23+0,3мм, 2±0,3×30°мм, R1;	– Токарный станок с ЧПУ: OKUMA GENOS L200-M; – Штангенциркуль ШЦЦ–1–125–0,01 ГОСТ 166-89; – СОЖ (синапол); – Калибр-пробка ФЮРА.А31.085.005СБ; – Калибр-скоба ФЮРА.А31.085.004СБ.

Продолжение таблицы 9

№ Операции	Наименование операции	Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент
015	14. Расточить поверхность диаметром 78+0,3мм шириной 1,9+0,14мм, 2±0,5×30°мм.	
020	Вертикально-фрезерная с ЧПУ Ввести программу в устройство ЧПУ; Позиция 1. 1. Фрезеровать поверхность на расстоянии 77 ± 0,37 мм от центра; 2. Сверлить отверстие диаметром 15+0,43мм; 3. Зенкеровать отверстие диаметром 20+0,52мм, выдерживая размер 5+0,3мм; 4. Сверлить отверстие диаметром 14,2Н9мм на глубину 31+0,5мм; 5. Зенкеровать фаску в отверстии, выдерживая размер 2 × 45 мм; 6. Фрезеровать резьбу М16-7Нмм в отверстии на глубину 31+0,5мм; Позиции 2-6 аналогичны позиции 1; Позиция 7; 7. Фрезеровать уступ, выдерживая размеры: 20+1мм, R10мм, 3+0,5мм; 8. Сверлить отверстие диаметром 6+0,3мм.;	– Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ Haas TM-1; – Поворотный стол Haas HRT160; – Штангенциркуль ШЦЦ-1–200–0,01 ГОСТ 166-89; – СОЖ (синапол).
025	Слесарная 1. Снять заусенцы; 2. Притупить острые кромки.	– Верстак; – Тиски; – Шабер.
030	Вертикально-сверлильная с ЧПУ 1. Сверлить 6 отверстий диаметром 12мм на глубину 36+0,5мм; 2. Сверлить 6 отверстий диаметром 10 мм на глубину 84 ± 0,5мм; 3. Нарезать резьбу М16-Н7 в 6 отв.;; 4. Зенкеровать фаску в 6 отверстиях, выдерживая размеры 2 × 45 °мм.	– Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2P135Ф2; – Станочное приспособление ФЮРА.А31085.003СБ; ГОСТ 31.010.01-85; – ШЦЦ-1–125–0,01 ГОСТ 166-89; – СОЖ (синапол); – Калибр ГОСТ 24997-2004.
035	Слесарная 1. Снять заусенцы; 2. Притупить острые кромки; 3. Зачистить места для сварки.	– Верстак; – Тиски; – Шабер;
040	Сварочная 1. Приварить 6 заглушек по т/п бюро сварки.	– Многофункциональный плазменный аппарат Мультиплаз-3500.
045	Слесарная 1. Снять заусенцы; 2. Притупить R0,3 и R0,2; 2. Зачистить места сварки; 3. Маркировать на бирке.	– Верстак; – Тиски; – Шабер; – Маркер.

Продолжение таблицы 9

№ Операции	Наименование операции	Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент
050	Контрольная 1. Проверить деталь согласно требованиям чертежа и техпроцесса; 2. Оформить приёмку деталей.	– Плита; – Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89; – Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; – Калибр ГОСТ 24997-2004; – Калибр-пробка ФЮРА.А31.085.005СБ; – Калибр-скоба ФЮРА.А31.085.004СБ.
055	Консервация 1. Поверхности деталей покрыть тонким слоем АМС-3 ГОСТ 2712—52ГОСТ 20799-75; 2. Уложить в тару.	– Участок.

1.1.9 Выбор баз.

Операция 005 Токарная. Заготовка базируются по двум поверхностям в трёхкулачковом патроне. Погрешность базирования на размер  $102 \pm 0,5$  равна на  $\epsilon_6 = 0,8$  мм. На все остальные погрешность базирования равна нулю,  $\epsilon_6 = 0$ .

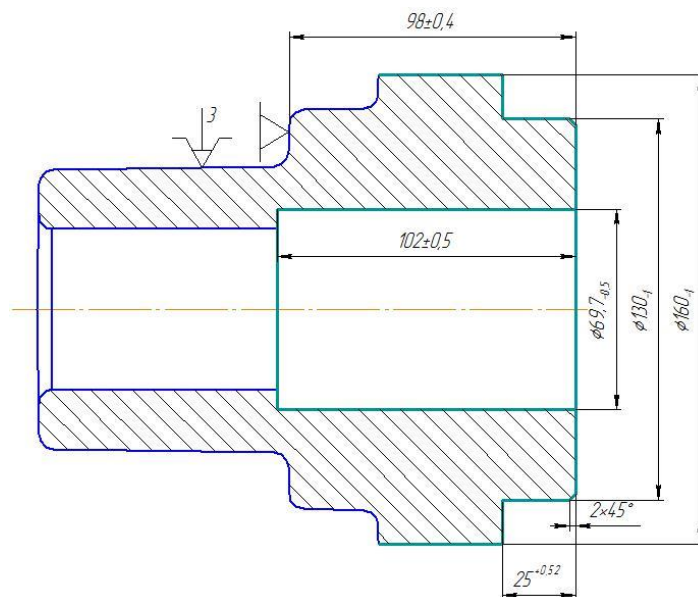


Рисунок 1 Схема установки заготовки для операции 005

Операция 010 Токарная. Заготовка базируются по двум поверхностям в трёхкулачковом патроне. На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю,  $\epsilon_6 = 0$ .

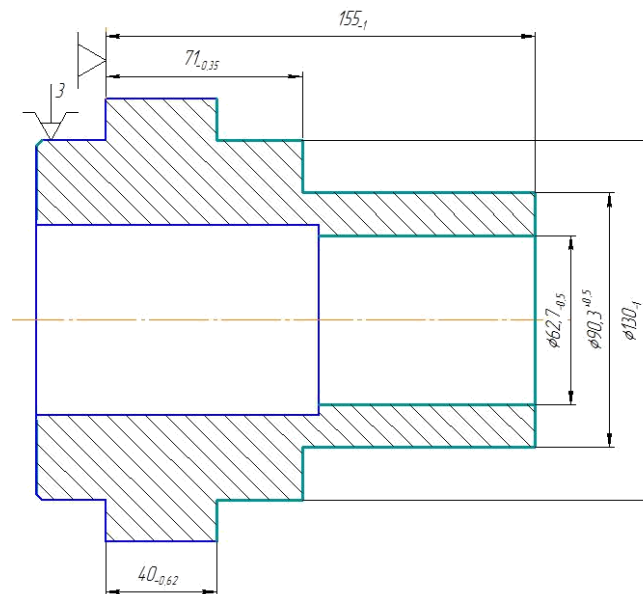


Рисунок 2 Схема установки заготовки для операции 010

Операция 015 Токарная с ЧПУ. Заготовка базируются по двум поверхностям в трёхкулачковом патроне. Погрешность базирования на размер  $45 \pm 0,3\text{мм}$ ,  $77\text{h}12\text{мм}$ ,  $85\text{h}12\text{мм}$  и  $12+0,3\text{мм}$  равна на  $\epsilon_b = 0,4\text{мм}$ . На все остальные погрешность базирования равна нулю,  $\epsilon_b = 0$ .

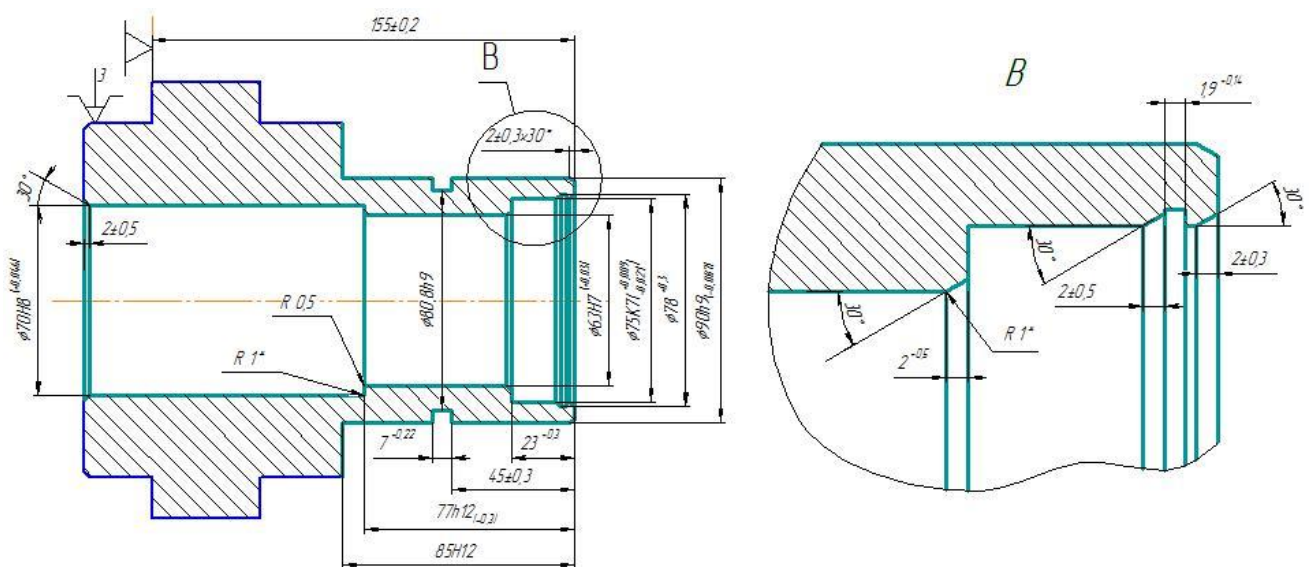


Рисунок 3 Схема установки заготовки для операции 015

Операция 020 Вертикально-фрезерная с ЧПУ. Заготовка базируются по двум поверхностям в разжимной оправке. На все размеры погрешность базирования равна нулю,  $\epsilon_b = 0$ , т. к. размеры выполняются мерным инструментом.

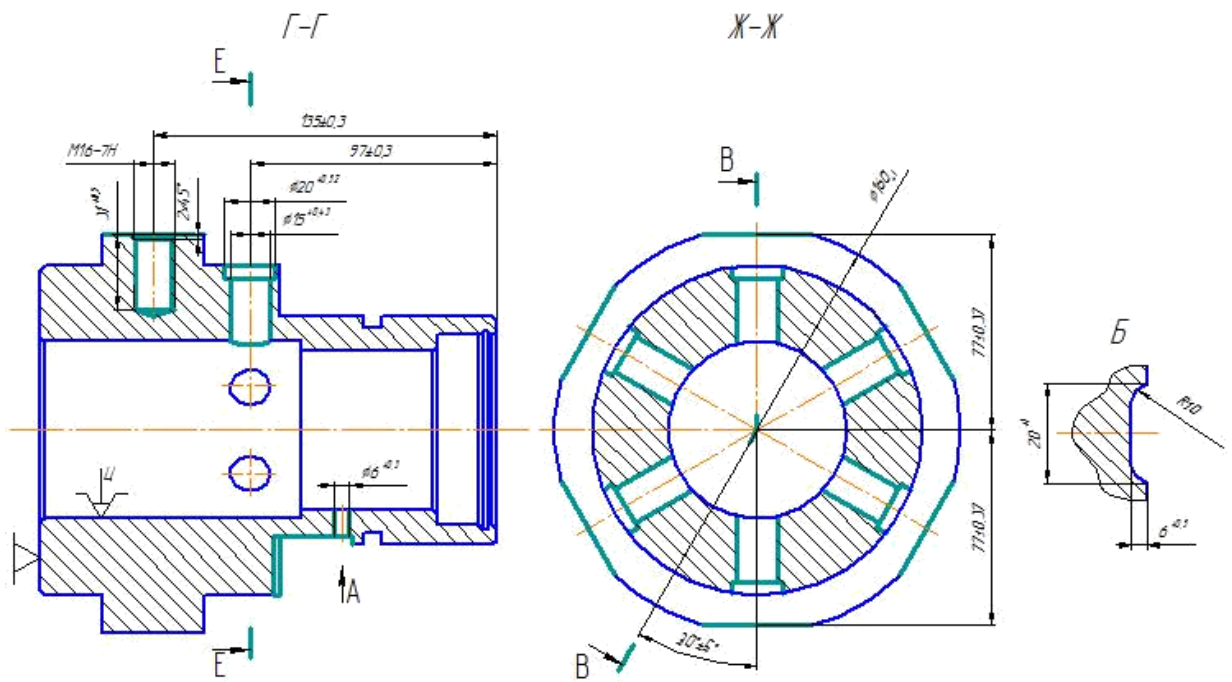


Рисунок 4 Схема установки заготовки для операции 020

Операция 030 Вертикально-сверлильная. Заготовка базируются в специальном приспособлении. На все размеры погрешность базирования равна  $\epsilon_b = 0,077$  мм.

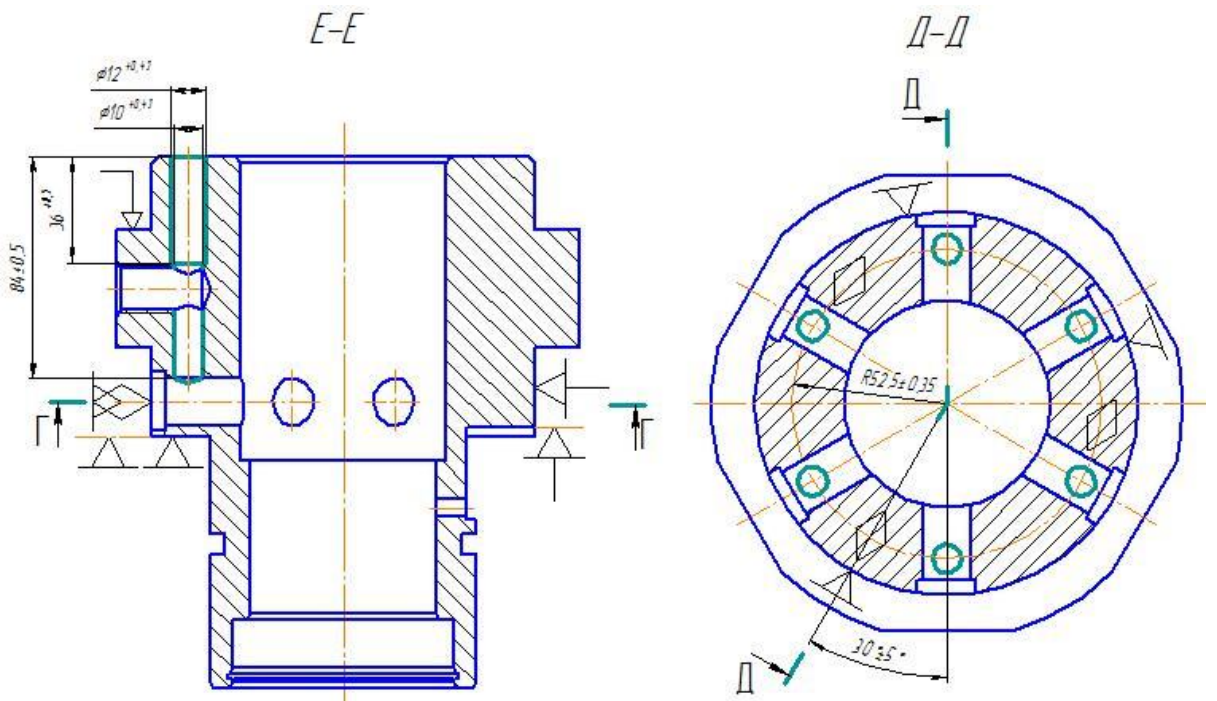


Рисунок 5 Схема установки заготовки для операции 030

### 1.1.10 Выбор технологического оборудования.

Технологическое оборудование выбираем в соответствии с технологическим маршрутом и серийностью производства.

Для операции 005и 010 выбираю универсальный токарный станок модели 16К20, технические характеристики которого приведены в Таблице 10. Выбор данной модели станка обусловлено выбором операции, размерам оборудования под размер заготовки, соответствует по точности.

Таблица 10 – Технические характеристики токарного станка 16К20

Основные параметры	Значения
Класс точности	H
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной, мм	400
Наибольший диаметр точения над поперечным суппортом, мм	220
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	50
Наибольшая длинна обрабатываемого изделия, мм	710, 1000, 1400, 2000
Предел числа оборотов шпинделя ,об/мин.	12,5-1600
Пределы подач, об/мин.	
- продольных, мм/об	0,05-2,8
- поперечных, мм/об	0,025-1,4
Наибольшее усилие допускаемое механизмом подач на упоре	
- продольное, кгс	800
- поперечное, кгс	460
Наибольшее усилие допускаемое механизмом подач на резце	
- продольное, кгс	600
- поперечное, кгс	360
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	11
Габариты станка	
- длинна, мм	2505, 2795, 3195, 3795
- ширина, мм	1190
- высота, мм	1500
Масса станка, кг	2835



Для операции 015 выбираю токарный обрабатывающий центр с ЧПУ модели OKUMA GENOS L200-M, технические характеристики которого приведены в таблице 11. Выбор данной модели станка обусловлено выбором операции, размерам оборудования под размер заготовки, соответствует по точности.

Таблица 11 – Технические характеристики станка OKUMA GENOS L200-M

Основные параметры	Значения
Точность токарной обработки, мкм	0,6
Максимальный диаметр обработки, мм	200
Максимальная длина обработки, мм	225[380]
Частота вращения главного шпинделя, об/мин	3000 [4500]
Диаметр отверстия шпинделя, мм	66
Кол-во мест в инструментальной головке	V12
Рабочая подача, м/мин	X; Z: 20/25
Основные параметры	Значения
Мощность главного мотора-шпинделя, кВт	7,5

Для операции 020 выбираю вертикально-фрезерный станок с ЧПУ модели Haas TM-1, технические характеристики которого приведены в таблице 12. Выбор данной модели станка обусловлено выбором операции, размерам оборудования под размер заготовки, соответствует по точности.

Таблица 12 – Технические характеристики станка Haas TM-1

Основные параметры	Значения
Макс. перемещение по оси X, мм	762
Макс. перемещение по оси Y, мм	305
Макс. перемещение по оси Z, мм	406
Длина стола, мм	1213
Ширина стола, мм	267
Максимальная нагрузка на стол, кг	454
Максимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	508
Минимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	102
Ширина T-образных пазов, мм	16

Продолжение таблицы 12

Основные параметры	Значения
Расстояние между Т-образными пазами, мм	101,6
Размер конуса шпинделя	40
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	4000
Макс. мощность шпинделя, кВт	5,6
Макс. крутящий момент, кН	45
Макс. осевое усилие, кН	8,9
Макс. скорость холостых подач, м/мин	5,1
Макс. рабочие подачи по осям, м/мин	5,1
Кол-во позиций в автоматическом сменщике инструмента, шт	–
Макс. диаметр инструмента (при занятых соседних позициях), мм	–
Макс. масса инструмента, кг	–
Время смены инструмента (среднее), сек	–
Точность позиционирования, мм	±0,010
Повторяемость, мм	±0,005
Объем бака СОЖ, л	57

Для операции 030 выбираю вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2P135Ф2, технические характеристики которого приведены в таблице 13. Выбор данной модели станка обусловлено выбором операции, размерам оборудования под размер заготовки, соответствует по точности.

Таблица 13 – Технические характеристики станка 2P135Ф2

Основные параметры	Значения
Наибольший диаметр сверления в стали 45 ГОСТ 1050- 74, мм	35
Размеры конуса шпинделя по СТ СЭВ 147-75	Морзе 4
Размеры конуса шпинделя для фрезерования	Конус 7:24
Наибольшая ширина фрезерования, мм	60
Наибольшая ширина фрезерования, мм	2
Наибольший ход шпинделя, мм	250
Расстояние от торца шпинделя, мм: до стола	600

Продолжение таблицы 13

Основные параметры	Значения
Наибольшие (установочное) перемещение сверлильной головки, мм	170
Рабочая поверхность стола, мм	400x710
Наибольший ход стола, мм	630
Количество скоростей шпинделя	12
Количество подач	9
Пределы подач, мм/об	0,1-1,6
Наибольшая высота заготовки, кг	300
Габарит станка: длина, ширина, высота, мм	1860x2400x2700
Масса станка, кг	4700

1.1.11 Выбор технологической оснастки.

Выбранная технологическая оснастка представлена в таблице 14.

Таблица 14– Технологическая оснастка.

Операция	Наименование операции	Рабочий инструмент, вспомогательная оснастка, мерительный инструмент, приспособления, средства Защиты
005	Токарная	<p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– резец подрезной отогнутый 16x10x100 T15K6 ГОСТ18880-73;</li> <li>– резец проходной упорный отогнутый 16x10x100 T15K6 ГОСТ18879-73;</li> <li>– резец расточной 12x 12x125 T15K6 DIN 4973 "CNIC";</li> </ul> <p>Оснастка:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Патрон токарный БелТАПА3 3-х кул. 3-315.41.12П d=315мм (С7100-0041П);</li> <li>– СОЖ (синапол).</li> </ul> <p>Измерительный инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– штангенциркуль ШЦ–1–200–0,01 ГОСТ 166-89;</li> </ul> <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– очки защитные открытые ЗП1–80–У ГОСТ 124.013-85;</li> <li>– костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109.</li> </ul>
010	Токарная	<p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– резец подрезной 16x10x100 T15K6 ГОСТ18880-73;</li> <li>– резец проходной упорный отогнутый 16x10x100 T15K6 ГОСТ18879-73;</li> <li>– резец расточной 12x 12x125 T15K6 DIN 4973 "CNIC";</li> </ul>

Продолжение таблицы 14

Операция	Наименование операции	Рабочий инструмент, вспомогательная оснастка, мерительный инструмент, приспособления, средства Защиты
010	Токарная	<p>Оснастка:                      – Патрон токарный БелТАПА3 3-х кул. 3-315.41.12П d=315мм (С7100-0041П);                      – СОЖ (синапол).                      Измерительный инструмент:                      – штангенциркуль ШЦ–1–200–0,01 ГОСТ 166-89;                      Средства защиты:                      – очки защитные открытые ЗП1–80–У ГОСТ 124.013-85;                      – костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109.</p>
015	Токарная с ЧПУ	<p>Инструмент:                      – державка CoroTurn® TR QS-TR-D13JCL 2020HP для точения;                      – режущая пластина CoroTurn® TR-DC1304-F 2220 для точения;                      – державка CoroCut® 1-2 QS-RF123H20C2020E для отрезки и обработки канавок;                      – режущая пластина CoroCut 2 -size H (N123H2-0400-0004-TF) для отрезки и обработки канавок;                      – 2 шт. Борштанга ГОСТ 13895-75;                      – резец расточной державочный 12х 12х50 BK8(YG8) 90°;                      – 2 шт. резец расточной d25х210мм (S25X MCLNL) для ромбической пластины;                      – режущая пластина CNUM-120408;                      – режущая пластина CNUM-110408;                      – резец расточной 20х50 (ИР 108) с треуг. пластиной для сквозных отв;                      – режущая пластина (SPMR-090308);                      – резец канавочный внутренний 8х 8х125 T15K6 a=1,5мм; m=4мм DIN 263 "CNIC";                      Оснастка:                      – СОЖ (синапол);                      Измерительный инструмент:                      – микрометр МК Ц95 ГОСТ 6507-90;                      – штангенциркуль ШЦ–1–200–0,01 ГОСТ 166-89;                      – Калибр-пробка ФЮРА.А31.085.005СБ;                      – Калибр-скоба ФЮРА.А31.085.004СБ.                      Средства защиты:                      – очки защитные открытые ЗП1–80–У ГОСТ 124.013-85;                      – костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109.                      – образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.</p>
020	Вертикально-фрезерная с ЧПУ	<p>Инструмент:                      – торцевая фреза CoroMill® 725-063Q22-21M;                      – режущая пластина для фрезы CoroMill® 745R-2109E-M50 4220;</p>

Продолжение таблицы 14

Операция	Наименование операции	Рабочий инструмент, вспомогательная оснастка, мерительный инструмент, приспособления, средства Защиты
020	Вертикально-фрезерная с ЧПУ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– переходник от BIG-PLUS ISO 392.54005C5022040 к креплению на оправке;</li> <li>– твердосплавное сверло CoroDrill® 460.1-1430-072A1-XM GC34;</li> <li>– переходник от Coromant Capto® C6-391.32-16 112 к сверлильному патрону;</li> <li>– твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura R217.95-160140BC30N 1630 для резьбофрезерования;</li> <li>– переходник от BIG-PLUS MAS-BT 392.55523-4016065 к Weldon / ISO 9766;</li> <li>– зенковка 2353-0089 ГОСТ 14953-80;</li> <li>– переходник от BIG-PLUS ISO;</li> <li>– твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura 2P370-2000-PB 1740;</li> <li>– патрон CoroChuck™ 930 с хвостовиком Coromant Capto® 930-C10-HD-20-102;</li> <li>– твердосплавное сверло CoroDrill® 460 460.1-1500-113A1-XM GC34;</li> <li>– переходник от BIG-PLUS ISO;</li> <li>– 2 шт. цанга ER 393.15-40 20;</li> <li>– 2 шт. адаптер CoroChuck™ 930-C4-T-20-058 с хвостовиком Coromant Capto®;</li> <li>– цанга ER 393.15-32 18;</li> <li>– адаптер от Coromant Capto® C6-391.19-18 085;</li> <li>– твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura 2P460-1000-OA O10M для обработки прямоугольных уступов;</li> <li>– цанга ER 393.15-16 10;</li> <li>– сверлильный патрон Coromant Capto® C4-391.32-13 104;</li> <li>– твердосплавное сверло CoroDrill® 460.1-0594-030A1-XM GC34;</li> <li>– цанга ER 393.15-16 06;</li> <li>– сверлильный патрон Coromant Capto® C4-391.32-08 077;</li> </ul> <p>Оснастка:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– микрометр МК Ц90 ГОСТ 6507-90;</li> <li>– поворотный стол Naas HRT160;</li> <li>– разжимная оправка ГОСТ 31.0151.01-90;</li> <li>– Калибр ГОСТ 24997-2004;</li> <li>– СОЖ (синапол);</li> </ul> <p>Измерительный инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– штангенциркуль ШЦ–1–125–0,01 ГОСТ 166-89;</li> </ul> <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– очки защитные открытые ЗП1–80–У ГОСТ 124.013-85;</li> <li>– костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109.</li> </ul>
025	Слесарная	<p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ручная шлифмашинка ИП201ЗИЭ;</li> <li>– круг 250x4,0x32 14А 40-Н 27 Б 80м/с 2кл ГОСТ21963-82;</li> </ul>

Продолжение таблицы 14

Операция	Наименование операции	Рабочий инструмент, вспомогательная оснастка, мерительный инструмент, приспособления, средства Защиты
025	Слесарная	– напильник 2820–0026 ГОСТ 1465–80; Оснастка: – слесарный верстак ГОСТ 16371–93; – тиски слесарные с ручным приводом ГОСТ 4045–75; Средства защиты: – костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109; – очки защитные открытые ЗП1–80–У.
030	Вертикально-сверлильная с ЧПУ	Инструмент: – твердосплавное сверло CoroDrill® 460.1-1430-073A1-XM GC28; – твердосплавное сверло CoroDrill® 460.1-1430-075A1-XM GC30; – зенковка 2353-0089 ГОСТ 14953-80; Оснастка: – специальное приспособление ФЮРА.А31085.003СБ; – СОЖ (синапол); Измерительный инструмент: – Калибр ГОСТ 24997-2004; – штангенциркуль ШЦ–1–125–0,01 ГОСТ 166-89; Средства защиты: – очки защитные открытые ЗП1–80–У ГОСТ 124.013-85; – костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109.
035	Слесарная	Инструмент: – напильник 2820–0026 ГОСТ 1465–80; Оснастка: – слесарный верстак ГОСТ 16371–93; – тиски слесарные с ручным приводом ГОСТ 4045–75; Средства защиты: – костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109; – очки защитные открытые ЗП1–80–У.
040	Сварочная	Инструмент: – многофункциональный плазменный аппарат Мультиплаз-3500; Оснастка: – слесарный верстак ГОСТ 16371–93; – тиски слесарные с ручным приводом ГОСТ 4045–75; Средства защиты: – костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109; – очки защитные открытые ЗП1–80–У.
045	Слесарная	Инструмент: – комплект для электрохимической маркировки аппарата ЕС 10; – ручная шлифмашина ИП2013ИЭ; – круг 250x4,0x32 14А 40-Н 27 Б 80м/с 2клГОСТ 21963-82; – напильник 2820–0026 ГОСТ 1465–80;

Продолжение таблицы 14

Операция	Наименование операции	Рабочий инструмент, вспомогательная оснастка, мерительный инструмент, приспособления, средства Защиты
045	Слесарная	Оснастка: – слесарный верстак ГОСТ 16371–93; – тиски слесарные с ручным приводом ГОСТ 4045–75; Средства защиты: – костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109; – очки защитные открытые ЗП1–80–У.
050	Контрольная	Оснастка: – слесарный верстак ГОСТ 16371–93. Измерительный инструмент: – штангенциркуль ШЦ–1–200–0,01 ГОСТ 166-89; – микрометр МК Ц90 ГОСТ 6507-90; – образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; – калибр ГОСТ 24997-2004; – Калибр-пробка ФЮРА.А31.085.005СБ; – Калибр-скоба ФЮРА.А31.085.004СБ.
055	Консервация	Оснастка: – масло АМС-3 ГОСТ 2712—52ГОСТ 20799-75; – кисть ГОСТ 10597-87; – тара производственная ГОСТ 19822-88.

1.1.12 Расчёт припусков

Для наиболее точных поверхностей определяем припуски по таблице [13]. Расчет припусков для отверстий Ø 75K7мм, Ø 63H7мм и Ø 70H8мм, приведены в таблицах 15, 16 и 17.

Таблица 15 – Расчет припусков для отверстия Ø 75K7мм.

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм							Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	h	ΔE	ε				min	max	2Zmin	2Zmax
IT11	12,5	20	6	0	2x0	74,884	0,62	74,26	74,88	-20	1260
IT9	3,2	20	1	0	2x39	74,961	0,25	74,71	74,96	80	450
IT7	2,5	10	1	0	2x24	75,009	0,03	74,979	75,009	49	269
Z <sub>max</sub> = 1979 мкм											
Z <sub>min</sub> = 109 мкм											
Z <sub>max</sub> - Z <sub>min</sub> = 1870 мкм											

Продолжение таблицы 15

	$T_{dзг} = 1900 \text{ мкм}$
	$T_{dдет} = 30 \text{ мкм}$
	$T_{dзг} - T_{dдет} = 1870 \text{ мкм}$

Таблица 16 – Расчет припусков для отверстия  $\varnothing 63H7\text{мм}$ .

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				$\frac{D_{нп}}{D_{нп}}$	$\frac{D_{нп}}{D_{нп}}$	$\frac{D_{нп}}{D_{нп}}$	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	h	$\Delta E$	$\varepsilon$				min	max	2Zmin	2Zmax
IT11	12,5	20	6	0	2x0	62,905	0,62	62,29	62,91	10	1290
IT9	3,2	20	6	0	2x39	62,982	0,25	62,73	62,98	70	440
IT7	2,5	10	1	0	2x24	63,03	0,03	63	63,03	50	270
$Z_{max} = 2000 \text{ мкм}$											
$Z_{min} = 130 \text{ мкм}$											
$Z_{max} - Z_{min} = 1870 \text{ мкм}$											
$T_{dзг} = 1900 \text{ мкм}$											
$T_{dдет} = 30 \text{ мкм}$											
$T_{dзг} - T_{dдет} = 1870 \text{ мкм}$											

Таблица 17 – Расчет припусков для отверстия  $\varnothing 70H8\text{мм}$ .

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				$\frac{D_{нп}}{D_{нп}}$	$\frac{D_{нп}}{D_{нп}}$	$\frac{D_{нп}}{D_{нп}}$	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	h	$\Delta E$	$\varepsilon$				min	max	2Zmin	2Zmax
IT11	12,5	20	6	0	2x0	69,921	0,62	69,3	69,92	20	1300
IT9	3,2	20	6	0	2x39	69,998	0,25	69,75	70	80	450
IT8	2,5	10	1	0	2x24	70,046	0,046	70	70,046	46	250
$Z_{max} = 2000 \text{ мкм}$											
$Z_{min} = 146 \text{ мкм}$											



Продолжение таблицы 17

	$Z_{max} - Z_{min} = 1854 \text{ мкм}$
	$T_{dзаг} = 1900 \text{ мкм}$
	$T_{dдет} = 46 \text{ мкм}$
	$T_{dзаг} - T_{dдет} = 1854 \text{ мкм}$

1.1.13 Расчёт режимов резания.

Расчёт режимов резания произвожу по [4,12,14], для режущих инструментов фирмы Sandvik Coromant, расчет производится по онлайн калькулятору фирмы Sandvik Coromant, результаты приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Режимы резания

Операция	Инструмент	Режимы резания
005	Резец подрезной отогнутый 16x10x100 T15K6 (1 шт.). ГОСТ18880-73. Подрезать торец $\varnothing 136 \text{ мм}$ .	Глубина резания $t = 3 \text{ мм}$ . Подача $S_z = 1 \text{ мм/зуб}$ . Скорость резания $V = 280 \text{ м/мин}$ . Число оборотов шпинделя $n = 630 \text{ об/мин}$ . Основное время $T_o = 1,3 \text{ мин}$ .
	Резец проходной упорный отогнутый 16x10x100 T15K6 ГОСТ18879-73 (1 шт.). Точить поверхность $\varnothing 130_{-1} \text{ мм}$ на длину $25^{+0,52} \text{ мм}$ .	Глубина резания $t = 3 \text{ мм}$ . Подача $S_z = 1 \text{ мм/зуб}$ . Скорость резания $V = 340 \text{ м/мин}$ . Число оборотов шпинделя $n = 800 \text{ об/мин}$ . Основное время $T_o = 1,5 \text{ мин}$ .
	Резец проходной упорный отогнутый 16x10x100 T15K6 ГОСТ18879-73 (1 шт.). Точить поверхность $\varnothing 160 - 1 \text{ мм}$ на проход.	Глубина резания $t = 3,5 \text{ мм}$ . Подача $S_z = 1,2 \text{ мм/зуб}$ . Скорость резания $V = 340 \text{ м/мин}$ . Число оборотов шпинделя $n = 800 \text{ об/мин}$ . Основное время $T_o = 1,3 \text{ мин}$ .
	Резец расточной 12x 12x125 T15K6 DIN 4973 "CNIC" (1 шт.). Расточить отверстие $\varnothing 69,7 \pm 0,5 \text{ мм}$ на длину $102 \pm 0,5 \text{ мм}$ .	Глубина резания $t = 6 \text{ мм}$ . Подача $S_z = 2 \text{ мм/зуб}$ . Скорость резания $V = 256 \text{ м/мин}$ . Число оборотов шпинделя $n = 1000 \text{ об/мин}$ . Основное время $T_o = 1,5 \text{ мин}$ .
	Резец подрезной отогнутый 16x10x100 T15K6 (1 шт.). ГОСТ18880-73. Точить фаску $2 \times 45 \text{ мм}$ .	Глубина резания $t = 2 \text{ мм}$ . Подача $S_z = 0,8 \text{ мм/зуб}$ . Скорость резания $V = 340 \text{ м/мин}$ . Число оборотов шпинделя $n = 800 \text{ об/мин}$ . Основное время $T_o = 0,2 \text{ мин}$ .
010	Резец подрезной 16x10x100 T15K6 ГОСТ18880-73 (1 шт.). Подрезать заготовку в размер $155 - 1 \text{ мм}$ .	Глубина резания $t = 3 \text{ мм}$ . Подача $S_z = 1 \text{ мм/зуб}$ . Скорость резания $V = 280 \text{ м/мин}$ . Число оборотов шпинделя $n = 630 \text{ об/мин}$ . Основное время $T_o = 1,1 \text{ мин}$ .

Продолжение таблицы 18

Операция	Инструмент	Режимы резания
010	Резец проходной упорный отогнутый 16x10x100 T15K6 ГОСТ18879-73 (1 шт.). Точить поверхность Ø90,3+0,5мм на длину 71-0,35мм.	Глубина резания $t = 1,5$ мм. Подача $S_z = 0,75$ мм/зуб. Скорость резания $V = 320$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1000$ об/мин. Основное время $T_o = 2,3$ мин.
	Резец проходной упорный отогнутый 16x10x100 T15K6 ГОСТ18879-73 (1 шт.). Точить поверхность Ø130-1мм на длину от установочной базы 40-0,62мм.	Глубина резания $t = 3$ мм. Подача $S_z = 1$ мм/зуб. Скорость резания $V = 340$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 800$ об/мин. Основное время $T_o = 1,6$ мин.
	Резец расточной 12x 12x125 T15K6 DIN 4973 «CNIC» (1 шт.). Расточить отверстие Ø62,7-0,5мм на проход.	Глубина резания $t = 4$ мм. Подача $S_z = 1,3$ мм/зуб. Скорость резания $V = 256$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1000$ об/мин. Основное время $T_o = 1,8$ мин.
015	Режущая пластина CoroTurn® TR-DC1304-F 2220 для точения. (1шт.) Точить предварительно поверхность Ø90,4h11мм на длину 84,5H12мм.	Глубина резания $t = 0,8$ мм. Подача $S_z = 0,5$ мм/зуб. Скорость резания $V = 298$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1054$ об/мин. Основное время $T_o = 2,08$ мин.
	Режущая пластина CoroTurn® TR-DC1304-F 2220 для точения (1 шт.) Точить окончательно поверхность диаметром 90h9мм на длину 85H12мм с образованием фаски $2 \pm 0,33 \times 30^\circ$ мм.	Глубина резания $t = 0,4$ мм. Подача $S_z = 0,3$ мм/зуб. Скорость резания $V = 315$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1114$ об/мин. Основное время $T_o = 2,14$ мин.
	Режущая пластина CoroCut 2 -size H (N123H2-0400-0004-TF). (1 шт.) Точить предварительно канавку диаметром 81,2h11мм шириной $5 \pm 0,22$ мм.	Глубина резания $t = 5$ мм. Подача $S_z = 0,2$ мм/зуб. Скорость резания $V = 283$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1112$ об/мин. Основное время $T_o = 0,5$ мин.
	Режущая пластина CoroCut 2 -size H (N123H2-0400-0004-TF). (1 шт.) Точить окончательно канавку диаметром 80,8h9мм шириной $7 \pm 0,22$ мм;	Глубина резания $t = 1$ мм. Подача $S_z = 0,1$ мм/зуб. Скорость резания $V = 283$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1126$ об/мин. Основное время $T_o = 0,3$ мин.
	Резец расточной державочный 12x 12x50 BK8(YG8) 90°. (1 шт.) Расточить предварительно поверхность диаметром 69,4H11мм на длину от ИБ 78,h12мм.	Глубина резания $t = 0,8$ мм. Подача $S_z = 0,14$ мм/зуб. Скорость резания $V = 301$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1388$ об/мин. Основное время $T_o = 1,98$ мин.
	Резец расточной державочный 12x 12x50 BK8(YG8) 90°. (1 шт.) Расточить окончательно Расточить предварительно поверхность диаметром 62,4H11мм на проход;	Глубина резания $t = 0,8$ мм. Подача $S_z = 0,14$ мм/зуб. Скорость резания $V = 301$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1545$ об/мин. Основное время $T_o = 1,2$ мин.

Продолжение таблицы 18

Операция	Инструмент	Режимы резания
015	Резец расточной державочный 12x12x50 BK8(YG8) 90°. (1 шт.) Расточить окончательно поверхность диаметром 69,8H9мм на длину от ИБ 77,5h12мм.	Глубина резания $t = 0,4$ мм. Подача $S_z = 0,12$ мм/зуб. Скорость резания $V = 317$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1462$ об/мин. Основное время $T_o = 1,57$ мин.
	Резец расточной державочный 12x12x50 BK8(YG8) 90°. (1 шт.) Расточить окончательно поверхность диаметром 62,8H9мм на проход.	Глубина резания $t = 0,4$ мм. Подача $S_z = 0,12$ мм/зуб. Скорость резания $V = 317$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1627$ об/мин. Основное время $T_o = 0,98$ мин.
	Режущая пластина CNUM-120408. (1 шт.) Расточить предварительно поверхность диаметром 74,4H11мм на длину $22 + 0,3$ мм.	Глубина резания $t = 1$ мм. Подача $S_z = 0,14$ мм/зуб. Скорость резания $V = 306$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1316$ об/мин. Основное время $T_o = 0,37$ мин.
	Режущая пластина CNUM-120408. (1 шт.) Расточить окончательно поверхность диаметром 74,8K9мм на длину $22,5 + 0,3$ мм.	Глубина резания $t = 0,4$ мм. Подача $S_z = 0,12$ мм/зуб. Скорость резания $V = 281$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1209$ об/мин. Основное время $T_o = 0,45$ мин.
	Резец расточной 20x50 (ИР 108) с треуг. пл. (1 шт.) Расточить поверхность диаметром 70H8мм на длину от ИБ 77h12мм с образованием фаски $2 \pm 0,5 \times 30^\circ$ мм и R1*.	Глубина резания $t = 0,2$ мм. Подача $S_z = 0,11$ мм/зуб. Скорость резания $V = 290$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1319$ об/мин. Основное время $T_o = 2,2$ мин.
	Резец расточной 20x50 (ИР 108) с треуг. пл. (1 шт.) Расточить поверхность диаметром 63H7мм на проход с R0,5*.	Глубина резания $t = 0,2$ мм. Подача $S_z = 0,11$ мм/зуб. Скорость резания $V = 290$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1465$ об/мин. Основное время $T_o = 1,57$ мин.
	Режущая пластина (SPMR-090308). (1 шт.) Расточить поверхность диаметром 75K7мм на длину $23 + 0,3$ мм, $2 \pm 0,3 \times 30^\circ$ мм, R1.	Глубина резания $t = 0,2$ мм. Подача $S_z = 0,11$ мм/зуб. Скорость резания $V = 285$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1209$ об/мин. Основное время $T_o = 0,65$ мин.
	Резец канавочный внутренний 8x8x125 T15K6 $a = 1,5$ мм; $m = 4$ мм DIN 263 "CNIC. (1 шт.) Расточить поверхность диаметром $78 + 0,3$ мм шириной $1,9 + 0,14$ мм, $2 \pm 0,5 \times 30^\circ$ мм.	Глубина резания $t = 1,6$ мм. Подача $S_z = 0,14$ мм/зуб. Скорость резания $V = 335$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 918$ об/мин. Основное время $T_o = 0,3$ мин.
020	Торцевая фреза CoroMill® 725-063Q22-21M. (1 шт.) Фрезеровать поверхность на расстоянии $77 \pm 0,37$ мм от центра.	Глубина резания $t = 5$ мм. Подача $S_z = 0,12$ мм/зуб. Скорость резания $V = 84$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 425$ об/мин. Основное время $T_o = 0,5$ мин.

Продолжение таблицы 18

Операция	Инструмент	Режимы резания
020	Твердосплавное сверло CoroDrill® 460.1-1430-072A1-ХМ GC34. (1 шт.) Сверлить отверстие диаметром 15+0,43мм.	Глубина резания $t = 7,5$ мм. Подача $S_z = 0,22$ мм/зуб. Скорость резания $V = 63$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 923$ об/мин. Основное время $T_0 = 0,31$ мин.
	Зенкер CoroMill® Plura 2P370-2000-PB 1740. (1 шт.) Зенкеровать отверстие диаметром 20+0,52мм, выдерживая размер 5+0,3мм.	Глубина резания $t = 5$ мм. Подача $S_z = 0,18$ мм/об. Скорость резания $V = 34$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 820$ об/мин. Основное время $T_0 = 0,2$ мин.
	Твердосплавное сверло CoroDrill® 460 460.1-1500-113A1-ХМ GC34. (1 шт.) Сверлить отверстие диаметром 14,2Н9мм на глубину 31+0,5мм.	Глубина резания $t = 7$ мм. Подача $S_z = 0,25$ мм/зуб. Скорость резания $V = 68$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 590$ об/мин. Основное время $T_0 = 0,22$ мин.
	Зенковка 2353-0089 ГОСТ 14953-80. (1 шт.) Зенкеровать фаску в отверстии, выдерживая размеры $2 \times 45$ мм.	Глубина резания $t = 1$ мм. Подача $S_z = 0,18$ мм/зуб. Скорость резания $V = 15$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 300$ об/мин. Основное время $T_0 = 0,03$ мин.
	Твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura R217.95-160140BC30N 1630 для резбофрезерования. (1 шт.) Фрезеровать резьбу М16-7Нмм в отверстии на глубину 31+0,5мм.	Глубина резания $t = 8$ мм. Подача $S_z = 0,14$ мм/зуб. Скорость резания $V = 73$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 345$ об/мин. Основное время $T_0 = 0,35$ мин.
	Твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura 2P460-1000-ОА О10М для обработки прямоугольных уступов. (1 шт.) Фрезеровать уступ, выдерживая размеры: 20+1мм, R10мм, 3+0,5мм.	Глубина резания $t = 3$ мм. Подача $S_z = 0,4$ мм/зуб. Скорость резания $V = 75$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 432$ об/мин. Основное время $T_0 = 0,4$ мин.
	Твердосплавное сверло CoroDrill® 460.1-0594-030A1-ХМ GC34. (1 шт.) Сверлить отверстие диаметром 6+0,3мм.	Глубина резания $t = 3$ мм. Подача $S_z = 0,2$ мм/зуб. Скорость резания $V = 87$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1183$ об/мин. Основное время $T_0 = 0,05$ мин.
030	Твердосплавное сверло CoroDrill® 460.1-1430-073A1-ХМ GC28. (1 шт.) Сверлить 6 отверстий диаметром 10 мм на глубину $84 \pm 0,5$ мм;	Глубина резания $t = 5$ мм. Подача $S_z = 0,2$ мм/зуб. Скорость резания $V = 82$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1019$ об/мин. Основное время $T_0 = 3,6$ мин.
	Твердосплавное сверло CoroDrill® 460.1-1430-075A1-ХМ GC30. (1 шт.) Сверлить 6 отверстий диаметром 12мм на глубину 36+0,5мм;	Глубина резания $t = 6$ мм. Подача $S_z = 0,22$ мм/зуб. Скорость резания $V = 79$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 796$ об/мин. Основное время $T_0 = 2,4$ мин.

### Продолжение таблицы 18

Операция	Инструмент	Режимы резания
030	Зенковка 2353-0089 ГОСТ 14953-80. (1 шт.) Зенкеровать фаску в 6 отверстиях, выдерживая размеры $2 \times 45$ °мм.	Глубина резания $t = 1$ мм. Подача $S_z = 0,18$ мм/зуб. Скорость резания $V = 15$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 300$ об/мин. Основное время $T_0 = 0,18$ мин.

#### 1.2 Конструкторская часть 1.2.1 Обоснование и описание конструкции приспособления

Одноместное приспособление ФЮРА.А31085.003СБ используется на 030 операцию. Базирование детали производится по кольцу и призме, ориентируется по плавающей головке, фиксируется зажимом, который является частью гидросистемы. Кольцо лишает трёх степеней свободы, призма лишает двух степеней свободы, плавающая головка лишает одной степени свободы.

Приспособление состоит из жёсткого сварного корпуса позиции 1, призмы позиции 5, кольца позиции 6, шпильки позиции 13, кулисы позиции 7, пневмоцилиндра тянущего действия позиции 2. Для транспортировки приспособления предусмотрены цапфы закреплённые в корпус позиции 12.

Ориентирование приспособление на столе станка происходит при помощи направляющих шпонок позиции 21, которые устанавливаются в паз стола станка.

Каждая заготовка ставится на кольцо, упирается в призму и ориентируется по плавающей головке, а зажим происходит с помощью кулисы под действием пневмосистемы.

#### 1.2.2 Расчёт приспособления на точность

При расчёте приспособления на точность необходимо определить погрешность установки заготовки в приспособлении, которая определяется по формуле (1.24)[3].

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_{3.0}^2} + \varepsilon_{3.и} + \varepsilon_{и} + \varepsilon_{y.c} + \varepsilon_c, \quad (1.24)$$

где  $\varepsilon_6$  – погрешность базирования, мкм;  $\varepsilon_{3.0}$  – основная погрешность закрепления, мкм;

$\varepsilon_{3.и}$  – систематические составляющие погрешности закрепления, мкм;  $\varepsilon_{и}$  – погрешность положения, связанная с износом установочных

элементов, мкм;  $\varepsilon_{y.c}$  – погрешность положения, связанная с погрешностью изготовления и

сборки опор приспособления, мкм;  $\varepsilon_c$  – погрешность положения, связанная с погрешностью установки и

фиксации приспособления на станке, мкм; Погрешность базирования определяется по формуле (1.25)

$$\varepsilon_6 = 0,5IT_d (1/ \sin \alpha -1) \quad (1.25)$$

$$\varepsilon_6 = 0,5 \cdot 1(1/ \sin 60 -1) = 0,077 \text{ мм} = 77\text{мкм}$$

Определяем погрешности закрепления.

$$\varepsilon_{з.о} = 6,4\text{мкм}$$

Износостойкость призмы рассчитываем по данным [3]. Твёрдость призмы HV=650. Критерий  $\Pi_1 = 1,03$ ,  $F = 36,1\text{мм}^2$  [3],

$$\Pi_2 = 1000 / (36,1 \cdot 650) = 0,042.$$

$$\text{По [3]} \quad m=1818, \quad m_1 = 1014, \quad m_2 = 1309$$

$$C=1818-1014 \cdot 1,03-1309 \cdot 0,042=721 \text{ установок/мкм.}$$

Поправочный коэффициент определим по формуле (1.26)

$$K = K_t \cdot K_L \cdot K_y, \quad (1.26)$$

$$K_t = 0,79 \cdot 1,95 = 1,54; \quad K_L = 1, \text{ при } L \leq 25\text{мм}; \quad K_y = 0,94;$$

$$K = 1,54 \cdot 1 \cdot 0,94 = 1,45.$$

Фактическая износостойкость:

$$C_\Phi = 721 / 1,45 = 500 \text{ установок / мкм.}$$

Нормальный износ призмы:

$$u = 780 / 500 = 1,56\text{мкм},$$

$$\varepsilon_{и} = 1,56 / 0,707 = 2,2\text{мкм.}$$

Радиус изношенной поверхности призмы при одностороннем приложении силы резания.

$$R_{и} = \frac{0,22 \cdot \left[ \sqrt{2,28 \cdot 130 \cdot 0,3} + (0,5 \cdot 1 + 0,57 \cdot 0,3) \text{ctg}60 \right]^2}{0,3} = 70,66\text{мкм}$$

$$K_{и} = \sqrt{70,66 / (70,66 - 0,5 \cdot 130)} = 3,53\text{мкм}$$

$$\varepsilon_{з.и} = \frac{0,1}{\sin 60} \cdot \left[ \frac{0,4 \cdot 0,026 \cdot 7980}{(1 + 3,53)^2} + \frac{3 \cdot 0,82 \cdot (1 + 8)^{0,695}}{(1 + 3,53)^{0,4}} \cdot \left( \frac{7980}{130} \right)^{0,2} \right] \cdot (3,53 - 1) = 5,3\text{мкм}$$

Согласно рекомендациям, приведённым в [3], принимаем  $\varepsilon_{yc} = 10\text{мкм}$  и  $\varepsilon_c = 20\text{мкм}$ ;

$$\varepsilon_y = \sqrt{77^2 + 6,4^2} + 5,3 + 2,2 + 10 + 20 = 114,8\text{мкм}$$

Приспособление удовлетворяет требованиям точности, т. к. погрешность установки не превышает допуска на выполняемые размеры:

$$700\text{мкм} > 114,8\text{мкм.}$$

### 1.2.3 Силовой расчёт и выбор параметров привода

В приспособлении зажим заготовки осуществляется с помощью пневмопривода. Для определения силы зажима из расчетов режимов резания выбираем силу резания на данной операции [3].

$M_{кр} = 7,788Н \cdot м$  – при сверлении.

Заготовка установлена на призме, одновременно обрабатывают несколько отверстий. При малой радиальной жёсткости инструмента (большой вылет, нет кондукторных втулок), возможен проворот заготовки под действием момента.

Схема зажима детали представлена на рисунке 5.

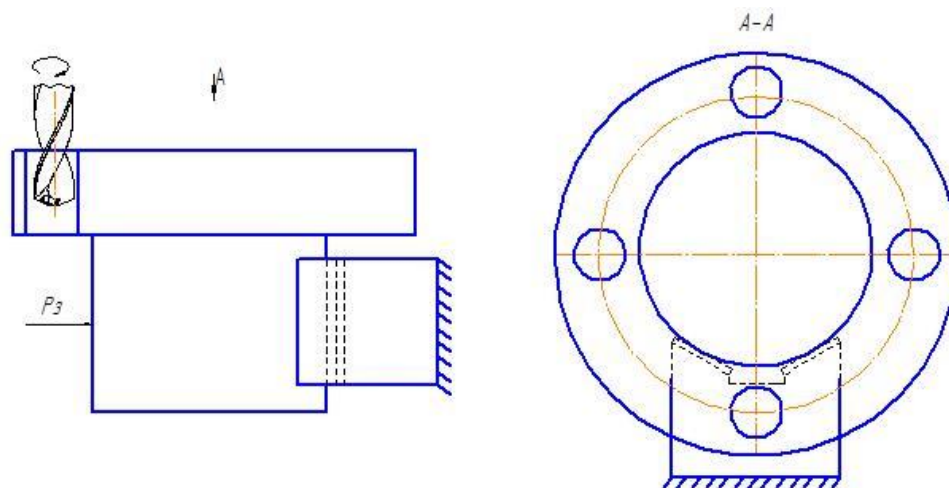


Рисунок 5 Схема закрепления заготовки

В данном случае сила зажима определяется по формуле (1.27)

$$[P_3] = \frac{K \cdot M}{\left[ t_{зм} \cdot \frac{D}{2} + f_{оп} \cdot \frac{D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} \right]}, Н, \quad (1.27)$$

где  $K$  – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку;

$M$  – момент;

$f$  – коэффициент трения между заготовкой, опорами и зажимным механизмом;

$D$  – зажимаемый диаметр;

$\alpha$  – угол призмы.

Коэффициент запаса рассчитывается по формуле (1.28)

$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$ , (1.28) где  $K_0 = 1,5$  – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1 = 1,0$  - коэффициент неровностей;  $K_2 = 1,15$  – характеризует увеличение сил резания из-за затупления

инструмента;  $K_3 = 1,0$  – характеризует увеличение сил резания при непрерывистом

резании;  $K_4 = 1,3$  – т. к.

пневмозажим;

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

приспособления;  $K_6 = 1,0$  – т.к. заготовка установлена на опоры.

$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,25$ .

Схема зажима детали в приспособлении представлена на рисунке 6.

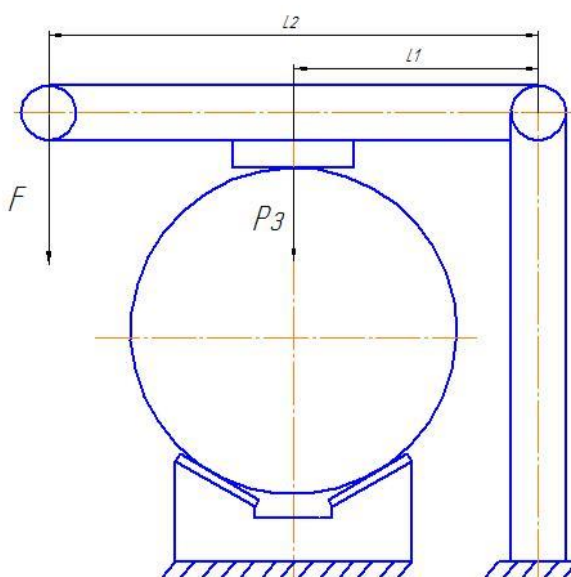


Рисунок 6 Схема закрепления заготовки в приспособлении

Фактическая сила зажима определяется по формуле (1.29)

$$P_3 = \frac{F \cdot l_2}{l_1^2}, \text{ Н}, \quad (1.29)$$

где  $F$  – сила действия пневмосистемы;

$l_2$  – длина рычага;

$l_1$  – длина между силами прижатия и силой пневмосистемы. Сила действия пневмосистемы рассчитывается по формуле (1.30)

$$F = P \cdot S, \quad (1.30)$$

где  $P$  – заводское давление пневмосистемы и равно  $0,5 \text{ Н} \cdot \text{мм}^2$  ;

$S$  – площадь пневмоцилиндра определяется по формуле (1.31)

$$S = \pi \cdot (r^2 - r_{\text{ш}}^2), \quad (1.31)$$

где  $\pi$  – константа 3,14;

$r$  – радиус пневмоцилиндра;

$r_{\text{ш}}$  – радиус штока пневмоцилиндра.

$$S = 3,14 \cdot (25^2 - 5,2^2) = 1878 \text{ мм}^2 ;$$

$$F = 0,5 \cdot 1878 = 939 \text{ Н} ;$$

$$P = \frac{939 \cdot 206}{90} = 2149,3 \text{ Н} ;$$

$$[P_3] = \frac{2,25 \cdot 7788}{\left[ 0,16 \cdot \frac{130}{2} + 0,16 \cdot \frac{130}{120} \right] \cdot 2 \sin 2} = 782,3 \text{ Н}.$$



Условие выбора привода определяется по формуле (1.32)

$$P_3 \geq [P_3] \quad (1.32)$$

2149,3Н/782,3Н Условие выполняется, следовательно, привод выбран правильно.

#### 1.2.4 Обоснование и описание конструкции калибра.

Калибры служат не для определения действительного размера деталей, а для рассортировки их на группы годности. Предельные калибры делятся на проходные и непроходные. При контроле годной детали проходной калибр (ПР) должен проходить, а непроходной (НЕ) проходить не должен. Проходной калибр отделяет годные детали от брака исправимого, а непроходной - от брака неисправимого. По конструкции калибры для контроля отверстий представляют собой пробки, а для контроля валов – скобы или кольца.

К калибрам предъявляют ряд метрологических, конструктивных, технологических и эксплуатационных требований. Метрологические требования сводятся к соблюдению принципа Тейлора, согласно которому калибр ПР должен быть по возможности полным, а НЕ, наоборот, должен иметь точечный контакт с контролируемой деталью. Пробки ПР обычно длиннее пробок НЕ. По мере возрастания контролируемых диаметров возрастает и вес калибров.

Одной из причин потери калибрами своих размеров является естественное их старение, т.е. свойство закаленных стальных деталей с течением времени изменять размеры и форму. Для того чтобы довести эти изменения до возможного минимума, калибры в процессе изготовления подвергают искусственному старению. С этой целью производится нагрев рабочих частей калибров при температуре 130 – 150 °С в течение 2 – 3 часов между операциями предварительного и окончательного их шлифования.

Калибры имеют две стороны. Одна из них - проходная - обозначается ПР, другая - непроходная - НЕ. Эти стороны соответственно проходят и не проходят относительно годного размера. Для реализации такого условия необходимо, чтобы номинальные размеры сторон предельных калибров соответствовали предельным значениям проверяемого размера. Измерительные поверхности калибров изготавливают из инструментальной стали (хромистой или иной), закаленной до высокой твердости, подвергают хромовому износоустойчивому покрытию. Калибр-пробка состоит из двух калибров ПР и НЕ и ручки держателя, на которую нанесена маркировка. Калибр-скоба состоит из скобы и двух пластин, для удобного удержания скобы. Для уменьшения веса в скобе предусмотрены 6 отверстий разных диаметров [15].

#### 1.2.5 Расчет калибров для гладких цилиндрических деталей

Расчет калибра-пробки для отверстия  $D=63H7 (+0,03)$  мм.

Определяем наибольший и наименьший предельные размер:

$$D_{\max} = D + ES = 63 + 0,03 = 63,03 \text{ мм.}$$

$$D_{\min} = D + EY = 63 - 0 = 63 \text{ мм.}$$

По табл. ГОСТ 24853-81 для данного качества и интервала размеров свыше 50 до 80 мм находим данные для определения размеров необходимых калибров:

$$PR_{\text{наиб}} = D + 0,0065 = 63,0065 \text{ мм;}$$

Допуск на изготовление калибра-скобы  $PR = -0,005 \text{ мм}$

$$PR = 63,0065 - 0,005 \text{ мм;}$$

$$PR_{\text{изнош}} = (D - 1) + 0,997 = 62,997;$$

$$HE_{\text{наиб}} = D + 0,0325 = 63,0325;$$

Допуск на изготовление калибра-скобы  $HE = -0,005 \text{ мм;}$

$$HE = 63,0325 - 0,005 \text{ мм;}$$

Расчет калибра-скобы для вала  $D = 90h9 (-0,087) \text{ мм}$ . Определяем наибольший и наименьший предельные размер:

$$D_{\max} = D + ES = 90 + 0 = 90 \text{ мм.}$$

$$D_{\min} = D + EY = 90 - 0,087 = 89,913 \text{ мм.}$$

По табл. ГОСТ 24853-81 для данного качества и интервала размеров свыше 80 до 120 мм находим данные для определения размеров необходимых калибров:

$$PR_{\text{наим}} = (D - 1) + 0,9800 = 89,98 \text{ мм;}$$

Допуск на изготовление калибра-скобы

$$PR = 0,010 \text{ мм } PR = 89,98^{+0,01} \text{ мм;}$$

$$PR_{\text{изнош}} = D = 90;$$

$$HE_{\text{наим}} = (D - 1) + 0,908 = 89,908 \text{ мм;}$$

Допуск на изготовление калибра-скобы  $HE = 0,010 \text{ мм;}$

$$HE = 89,908^{+0,01} \text{ мм;}$$

### 1.3 Организационная часть 1.3.1 Нормирование технологического процесса механической обработки

Нормирование операций механической обработки производилось по общемашиностроительным нормативам времени [8], [11] и приведены в таблице 19.

Норма времени рассчитывается по формуле (1.33).

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \quad (1.33)$$

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

$T_{\text{шт}}$  – норма штучного времени, мин;  $T_{\text{п-з}}$  – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

Для станков с ЧПУ рассчитывается по формуле (1.34).

$$t_{шт} = (T_{ца} + T_{в} \cdot K_{тв} \left( + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right)), \quad (1.34)$$

где  $T_{ца} = T_0 + T_{мв}$ , - время цикла автоматической работы станка по программе, мин. ,

$T_{в}$  – вспомогательное время, мин;

$K_{тв}$  – поправочный коэффициент вспомогательного времени;  $A_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места, %;

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

$T_0$  – 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;

$T_{в} = T_{уст} + T_{опер} + T_{изм}$ ,

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

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

$T_{изм}$  – время на измерение, мин.

$T_{п-з} = T_{п-з1} + T_{п-з2} + T_{п-з.обр}$ ,

где  $T_{п-з1}$  – время на организационную подготовку, мин;

$T_{п-з2}$  – время на наладку станка, мин;  $T_{п-з.обр}$  – нормы времени на пробную обработку, мин.

Для универсальных станков рассчитывается по формуле (1.35).

Для универсальных станков рассчитывается по формуле (1.35).

$$t_{шт} = (T_0 + T_{в} \cdot K_{тв} \left( + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right)), \quad (1.35)$$

Таблица 19 – Нормирование

№ оп.	Содержание работы	Карта	Время, мин
005	Токарная		
	1. Основное время		7,5
	2. Вспомогательное время		
	Время, связанное операцией		
	– время на установку и снятия детали	13	0,35
	– время, связанное с переходом	24	0,6
	– время на измерения	15	1,2
	Коэффициент вспомогательного времени		1,0
	Суммарное вспомогательное время		3,15
3.Время на обслуживания рабочего места	24	0,28	
4.Время на отдых и личные надобности	16	0,75	
5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.	24	4,2	
Штучное время		11,2	
Штучно-калькуляционное время		11,5	

Продолжение таблицы 19

№ оп.	Содержание работы	Карта	Время, мин
010	Токарная		
	1. Основное время		8,3
	2. Вспомогательное время		
	Время, связанное операцией		
	– время на установку и снятия детали	13	0,35
	– время, связанное с переходом	24	0,4
	– время на измерения	15	0,8
	Коэффициент вспомогательного времени		1,0
	Суммарное вспомогательное время		2,55
3.Время на обслуживания рабочего места	24	0,28	
4.Время на отдых и личные надобности	16	0,75	
5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.	24	4,2	
Штучное время		11,8	
Штучно-калькуляционное время		12,1	
015	Токарная с ЧПУ		
	1. Основное время		11,24
	2. Вспомогательное время		
	Время, связанное операцией		
	– время на установку и снятия детали	13	0,3
	– время, связанное с переходом	25	0,36
	– время на измерения	15	1,2
	Коэффициент вспомогательного времени		1,0
	Суммарное вспомогательное время		2,86
3.Время на обслуживания рабочего места	25	0,29	
4.Время на отдых и личные надобности	16	0,69	
5. Время цикла автоматической работы станка по программе.		10,07	
6. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.	25	12,0	
Штучное время		14,3	
Штучно-калькуляционное время		14,8	
020	Вертикально-фрезерная с ЧПУ		
	1. Основное время		12,7
	2. Вспомогательное время		
	Время, связанное операцией		
- время на установку и снятия детали	13	0,07	
- время, связанное с переходом	26	0,36	
- время на измерения	15	0,9	

Продолжение таблицы 19

№ оп.	Содержание работы	Карта	Время, мин
020	Коэффициент вспомогательного времени		1,0
	Суммарное вспомогательное время		2,33
	3.Время на обслуживания рабочего места	26	0,42
	4.Время на отдых и личные надобности	16	0,98
	5. Время цикла автоматической работы станка по программе.		9,7
	6. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.	26	12,5
	Штучное время		15,1
	Штучно-калькуляционное время		15,1
030	Вертикально-сверлильная с ЧПУ		
	1. Основное время		6,3
	2. Вспомогательное время		
	Время, связанное операцией		
	– время на установку и снятия детали	16	0,5
	– время, связанное с переходом	33	0,15
	- время на измерения	87	1,0
	Коэффициент вспомогательного времени		1,0
	Суммарное вспомогательное время		2,65
	3.Время на обслуживания рабочего места	34	0,48
4.Время на отдых и личные надобности	89	0,98	
5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.	30	6,2	
Штучное время		9,4	
Штучно-калькуляционное время		9,6	

1.3.2 Расчет потребляемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчет производился по методическим указаниям [2].

Расчетное количество металлорежущих станков на каждой операции для обработки годовой программы вычисляется по формуле (1.36).

$$C = \frac{T_{\text{шт-к}} \cdot N}{60 \cdot F_{\text{д}}}, \quad (1.36)$$

где  $F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд времени на данной операции,  
 $F_{\text{д}} = 2030$  час.

Расчетное количество металлорежущих станков 16K20:

$$C_P = \frac{23,3 \cdot 7800}{60 \cdot 2030} = 1,49 \text{ шт.}$$

Расчетное количество металлорежущих станков OKUMA GENOS L200-M:  
 $= 14,3 \cdot 7800 =$

$$C_P = \frac{14,3 \cdot 7800}{60 \cdot 2030} = 0,97 \text{ шт.}$$

Расчетное количество металлорежущих станков Haas TM-1:

$$C_P = \frac{15,1 \cdot 7800}{60 \cdot 2030} = 0,92 \text{ шт.}$$

Расчетное количество металлорежущих станков 2P135Ф2:

$$C_P = \frac{9,6 \cdot 7800}{60 \cdot 2030} = 0,62 \text{ шт.}$$

Коэффициент загрузки для каждой операции вычисляется по формуле (1.37).

$$K_3 = \frac{C_p}{C_{пр}}, \quad (1.37)$$

где  $C_{пр}$  – принятое количество оборудования, шт.

Сводная ведомость расчета оборудования представлена в таблице 20.

Таблица 20 – Ведомость загрузки оборудования

№	Наименование и модель оборудования	Техническая характеристика	Количество, шт.		$K_3$
			расчетное	принятое	
1	16K20	Максимальный диаметр обработки 220	1,49	2	0,75
2	OKUMA GENOS L200-M	Максимальный диаметр обработки 200	0,97	1	0,97
3	Haas TM-1	Размер стола 1213×267	0,92	1	0,92
4	2P135Ф2	Размер стола 400×710	0,62	1	0,62

График загрузки оборудования представлен на рисунке 7.

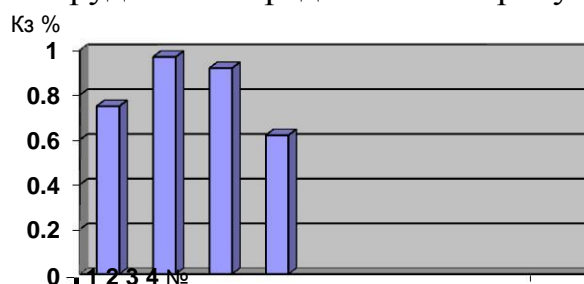


Рисунок 7 График загрузки оборудования

### 1.3.3 Расчет состава работающих

Расчет производился по методическим указаниям [2].

Количество производственных рабочих рассчитывается на основе общей трудоёмкости изготовления изделия по формуле (1.38).

$$P = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^m T_{шт.-к.i}}{60 \cdot F_{ДР} \cdot K_M}, \quad (1.38)$$

$K_M$  – коэффициент многостаночного обслуживания, для среднесерийного производства  $K_M = 1,1$ .

$$\text{—————} \quad 4,96.$$

Принимаем 5 рабочих.

Число вспомогательных рабочих составляет (18 - 25)% от количества производственных рабочих, инженерно - технических работников – (11 – 13)%, служащих – (4 – 5)%, младшего обслуживающего персонала – (2 – 3)% от общего количества производственных и вспомогательных рабочих.

Сводная ведомость численности персонала представлена в таблице 21.

Таблица 21 – Ведомость численности персонала

Наименование профессий	Количество работающих
Производственные рабочие	5
Вспомогательные рабочие	1
Инженерно – технические работники	1
Служащие	1
Младший обслуживающий персонал	1
Итого работающих	9

## 2 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студент гр. 10А31

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

А. А. Эбель

\_\_\_\_\_  
(Дата)

Руководитель  
ассистент

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

Д. Н. Нестерук

\_\_\_\_\_  
(Дата)

Нормоконтроль  
к. т. н.

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

А. А. Ласуков

\_\_\_\_\_  
(Дата)



Целью экономической части является расчет себестоимости детали («Корпус К500-03-01-830СБ) на приведенную программу при среднесерийном производстве.

Норма расхода материала – 14,52 кг;

Чистый вес – 9,5 кг; Материал –

Сталь 40Х ГОСТ 4543-71;

Годовой объем выпуска – 7800 шт.

## 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 и рассчитывается по формуле (2.1).

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

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

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

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

Стоимость технологического оборудования взята из электронных источников [16,17,18,19]. Расчет сводим в таблицу 22.

Таблица 22 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	$C_i$ , руб.	$Q_i$ , шт.	$K_{moi}$ , руб.
005,010	16K20	110000	2	220000
015	OKUMA GENOS L200-M	4000000	1	4000000
020	Haas TM-1	2100000	1	2100000
030	2P135Ф2	140000	1	140000
Всего				6460000

### 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 определим приближенно 30 процентов стоимости технологического оборудования и рассчитывается по формуле (2.2).

$$K_{\text{во}} = K_{\text{то}} \cdot 0,30, \quad (2.2)$$

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

$$K_{\text{во}} = 6460000 \cdot 0,30 = 1938000. \text{ руб.}$$

### 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 и рассчитывается по формуле (2.3).

В данном случае учитывается стоимость:

- 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.);
- производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);
- хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.).

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

где  $K_{\text{ии}}$  – стоимость инструментов и инвентаря, руб.;

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

$$K_{\text{ии}} = 6460000 \cdot 0,15 = 969000. \text{ руб.}$$

### 2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатируемых помещений рассчитывается по формуле (2.4).

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

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

$A_{\text{пп}}$ ,  $A_{\text{сп}}$  – арендная плата  $1\text{м}^2$  за месяц, руб./ $\text{м}^2$  по данным на 2017г.

«Юргинского машзавода»;

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

$$C_{\text{п}} = (300 \cdot 42,6 + 60 \cdot 42,6) \cdot 12 = 184032 \text{ руб.}$$

### 2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырья и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле (2.5).

$$K_{\text{пзм}} = \frac{N_{\text{м}} \cdot N \cdot C_{\text{м}}}{360} \cdot T_{\text{обм}} = \frac{14,52 \cdot 7800 \cdot 17}{360} \cdot 90 = 481338 \text{ руб.}, \quad (2.5)$$

где  $N_{\text{м}}$  – норма расхода материала, кг/ед;

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

$C_{\text{м}}$  – цена материала,  $C_{\text{м}} = 17$  руб./кг по данным ГК «МеталлЭнергоХолдинг-Сибирь» на 2017г;

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

### 2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ( $K_{\text{нзп}}$ ) определяется по формуле (2.6).

$$K_{\text{нзп}} = \frac{N \cdot T_{\text{ц}} \cdot C' \cdot k_{\text{г}}}{360} = \frac{7800 \cdot 1,2 \cdot 291 \cdot 0,93}{360} = 7037 \text{ руб.}, \quad (2.6)$$

где  $T_{\text{ц}}$  – длительность производственного цикла, дни;

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

$k_{\text{г}}$  – коэффициент готовности.

Себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов определяется по формуле (2.7).

$$C' = \frac{N_{\text{м}} \cdot C_{\text{м}}}{k_{\text{м}}} = \frac{14,52 \cdot 17}{0,85} = 291 \text{ руб.}, \quad (2.7)$$

где  $k_{\text{м}}$  – коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия ( $k_{\text{м}} = 0,8 \div 0,85$ ).

Коэффициент готовности определяется по формуле (2.8).

$$k_{\text{г}} = (k_{\text{м}} + 1) \cdot 0,5 = (0,85 + 1) \cdot 0,5 = 0,93 \quad (2.8)$$

### 2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле (2.9).

$$K_{\text{гп}} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{\text{гп}} = \frac{291 \cdot 7800}{360} \cdot 7 = 44135 \text{ руб.}, \quad (2.9)$$

где  $T_{\text{гп}}$  – продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях.

## 2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле (2.10).

$$K_{\text{дз}} = \frac{B_{\text{рп}}}{360} \cdot T_{\text{дз}} = \frac{2723760}{360} \cdot 7 = 52962 \text{ руб.}, \quad (2.10)$$

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

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

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета устанавливается приближенным путем и рассчитывается по формуле (2.11).

$$B_{\text{рп}} = C' \cdot N \cdot \left( 1 + \frac{p}{100} \right) = 291 \cdot 7800 \cdot \left( 1 + \frac{20}{100} \right) = 2723760 \text{ руб.}, \quad (2.11)$$

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 и рассчитывается по формуле (2.12).

$$C_{\text{обс}} = K_{\text{пзм}} \cdot 0,10 = 481338 \cdot 0,10 = 48134 \text{ руб.} \quad (2.12)$$

Сумма капитальных вложений определяется по формуле (2.13).

$$C_{\text{кв}} = K_{\text{то}} + K_{\text{во}} + K_{\text{ии}} + C''_{\text{n}} + K_{\text{пзм}} + K_{\text{нзп}} + C_{\text{обс}}, \text{ руб.}; \quad (2.13)$$

$$C_{\text{кв}} = 6460000 + 1938000 + 969000 + 184032 + 481338 + 7037 + 48134 = 10087541 \text{ руб.}$$

## 2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию

### 2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы ( $C_{\text{м}}$ ) рассчитываются по формуле (2.14).

$$C_{\text{м}} = N \cdot (C_{\text{м}} \cdot N_{\text{м}} \cdot K_{\text{тзр}} - C_0 \cdot N_0), \quad (2.14)$$

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

$C_0$  – цена возвратных отходов,  $C_0 = 0,47$  руб/кг по данным на 2017г.

«Пункта приема металла в городе Юрге»;

$N_0$  – норма возвратных отходов кг/шт.

Норма возвратных отходов определяется по формуле (2.15).

$$N_0 = m_3 - m_0 = 14,52 - 9,5 = 5,02 \text{ кг / шт.}, \quad (2.15)$$

где  $m_3$  – масса заготовки, кг;

$m_0$  – масса изделия, кг.

$$C_{\text{м}} = 7800 \cdot (17 \cdot 14,52 \cdot 1,04 - 0,47 \cdot 5,02) = 1983963 \text{ руб.}$$

Основные затраты на материалы за вычетом реализуемых отходов представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Основные затраты на материалы за вычетом реализуемых отходов

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	$C_m$ , руб.
Деталь-представитель	256,71	2,36	254,35
Всего:			1983963

### 2.2.2 Расчёт заработной платы производственных работников

Заработная плата рассчитывается по формуле (2.16).

$$C_{\text{за}} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт } i} \cdot C_{\text{ча } j}}{60} \quad (2.16)$$

где  $m$  – количество операций технологического процесса;

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

$C_{\text{ча } j}$  – часовая ставка  $j$ -го разряда, руб./час по данным на 2017г. «Юргинского машзавода»;

$k_n$  – коэффициент, учитывающий премии и доплаты ( $k_n \approx 1,5$ );  $k_p$  – районный коэффициент ( $k_p=1,3$ ).

Расчёт заработной платы производственных работников представлен в таблице 24.

Таблица 24 – Расчёт заработной платы производственных работников

Профессия рабочего	$t_{\text{шт } i}$ , мин	Разряд	Количество	$C_{\text{час } i}$ , руб.	$C_{\text{зо } i}$ , руб
Токарь	23,3	4	2	33,15	391604
Оператор обрабатывающего центра	14,3	4	1	101,3	367218
Оператор станка с ЧПУ	24,7	4	2	75,8	949236
Фонд заработной платы всех рабочих					1708058

### 2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисления на социальные нужды рассчитывается по формуле (2.17).

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

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

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

$\alpha_1$  – обязательные социальные отчисления, ( $\alpha_1 = 0,3$ ) руб./год;  
 $\alpha_2$  – социальное страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям,  $\alpha_2 = (0,03 \div 1,7)$  руб./год.  
 $C_{oco} = 1708058 \cdot (0,3 + 0,08) = 649062$  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.

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 и рассчитывается по формуле (2.18).

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

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

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

$$a_{ni} = \frac{1}{12} \cdot 100\% = 8,33\%.$$

Сумма амортизации определяется по формуле (2.19).

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

где  $A$  – сумма амортизации, руб.;

$n$  – количество оборудования, шт.;

$C_i$  – 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, который рассчитывается по формуле (2.20).

$$A_{ч} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot a_{ni}}{F \cdot K_{д \cdot вр_i}}, \quad (2.20)$$

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

$n$  – количество оборудования, шт.;

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

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

$F_{д}$  – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования,  $F_{д} = 4000$  часов;

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

Расчет амортизационных отчислений представлен в таблице 25.

Таблица 25 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование и модель оборудования	$C_i$ , руб.	$a_{ни}$ , %	$F_{ди}$ , час.	$K_{вpi}$	$Q_i$ , шт.	$A_{чи}$ , руб.
16K20	110000	12,5	4000	0,75	2	916,6
OKUMA GENOS L200-M	4000000	8,33	4000	0,97	1	8587,63
Haas TM-1	2100000	8,33	4000	0,92	1	4753,53
2P135Ф2	140000	14,2	4000	0,62	1	801,6
Вспомогательное оборудование	1938000	5,55				2688,98
Амортизационные отчисления для всех станков ( $A_{чи}$ )						17748,34

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы и рассчитывается по формуле (2.21).

$$A_{zi} = C_{pi}^{II} = 184032 \text{ руб.} \quad (2.21)$$

### 2.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле (2.22).

$$C_p = (K_{то} + K_{во}) \cdot k_{рем} + C_{п} \cdot k_{з,рем}, \text{ руб.} \quad (2.22)$$

$$C_p = (6460000 + 1938000) \cdot 0,02 + 184032 \cdot 0,05 = 177161,6 \text{ руб.}$$

2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования.

Затраты на СОЖ

Затраты на СОЖ определяем по формуле (2.23).

$$C_{сож} = n \cdot N \cdot g_{ох} \cdot C_{ох} \quad (2.23)$$

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

$n$  – количество станков, шт.;

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

$g_{\text{ох}}$  – средний расход, охлаждающий жидкости для одного станка,  $g_{\text{ох}} = 0,03$  кг/дет.;

1.  $C_{\text{ох}}$  – средняя стоимость охлаждающей жидкости 24 руб./кг по данным [22].

$$C_{\text{СОЖ}} = 5 \cdot 7800 \cdot 0,03 \cdot 24 = 28080 \text{ руб.}$$

Затраты на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяем по формуле (2.24).

$$C_{\text{возд}} = \frac{g_{\text{возд}} \cdot C_{\text{возд}} \cdot N}{60} \sum t_{oi}, \quad (2.24)$$

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

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

$C_{\text{возд}}$  – стоимость сжатого воздуха 65,30, руб по данным [23].

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

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \cdot 65,30 \cdot 7800}{60} \cdot 46,04 = 273583,49 \text{ руб.}$$

### 2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчет затрат на электроэнергию рассчитываются по формуле (2.25).

$$C_{\text{чЭ}} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_d \cdot K_N \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{од}} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot C_{\text{Э}}, \quad (2.25)$$

где  $C_{\text{чЭ}}$  – затраты на электроэнергию, руб.;

$m$  – количество операций технологического процесса Изготовления изделия;

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

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования,  $F_d = 4000$  часов;

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

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

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

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



$\eta$  – КПД оборудования,  $\eta = 0,7$  ;  $\text{ЦЭ}$  – средняя стоимость электроэнергии (по данным городской электросети в городе Юрга)  $\text{ЦЭ} = 5$  руб.

Затраты на электроэнергию технологического процесса представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

Наименование и модель оборудования	$N_{yi}$ , кВт	$Q_i$ , шт.	$C_{чэi}$ , руб.
16K20	11	2	69960
OKUMA GENOS L200-M	7,5	1	23850
Haas TM-1	5,6	1	17808
2P135Ф2	4	1	12720
Затраты на электроэнергию для всех операций			124338

### 2.2.8 Затраты на инструмент приспособление и инвентарь

Стоимость инструмента инвентаря ( $K_{ин} = 969000$  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 (2.26).

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^k C_{3Mj} \cdot Ч_{врj} \cdot 12 \cdot k_{nj} \cdot k_{pj} \quad (2.26)$$

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

$k$  – количество вспомогательных рабочих;

$C_{3Mj}$  – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

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

$k_{nj}$  – коэффициент, учитывающий премии и доплаты для

вспомогательных рабочих,  $k_{nj} = (1,2 \div 1,3)$  ;

$k_{pj}$  – районный коэффициент,  $k_{pj} = 1,3$ .

$$C_{зврВСП} = 4582,20 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 185854 \text{ руб.}$$

$$C_{зврСЛУЖ} = 1550 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 62868 \text{ руб.}$$

$$C_{звр} = 185854 + 62868 = 248722 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле (2.27).

$$C_{\text{овр}} = C_{\text{звр}} \cdot (0,3 + 0,05) \quad (2.27)$$

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

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

$$C_{\text{звр}} = (185854 + 62868) \cdot 0,35 = 87053 \text{ руб.}$$

### 2.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

Заработная плата административно-управленческого персонала определяется по формуле (2.28).

$$C_{\text{зауп}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{зауп}j} \cdot \text{Ч}_{\text{ауп}j} \cdot 12 \cdot k_{\text{р}j} \cdot k_{\text{пд}j} \quad (2.28)$$

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

$k$  – количество административно-управленческого персонала;

$C_{\text{зауп}j}$  – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, руб.;

$\text{Ч}_{\text{ауп}j}$  – численность работников административно-управленческого персонала, чел.;

$k_{\text{р}j}$  – районный коэффициент,  $k_{\text{р}j} = 1,3$ ;

$k_{\text{пд}j}$  – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала.

$$C_{\text{зауп} \text{РУК}} = 9345,70 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 189530,796 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зауп} \text{СПЕЦ}} = 4450,20 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 90250 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зауп}} = 189530,8 + 90250 = 279780,8 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала рассчитываются по формуле (2.29).

$$C_{\text{оауп}} = C_{\text{зауп}} \cdot (0,3 + 0,02), \quad (2.29)$$

где  $C_{\text{оауп}}$  – сумма отчислений за год, руб./год;  $C_{\text{зауп}}$  – заработная плата административно-управленческого персонала,

руб.

$$C_{\text{оауп}} = 279780,8 \cdot (0,3 + 0,02) = 89529,86$$

### 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 по формуле (2.30).

$$C_{\text{проч}} = \text{ПЗ} \cdot \text{N} \cdot 0,7 \quad (2.30)$$

где  $C_{\text{проч}}$  – прочие расходы, руб.; ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.

$$C_{\text{проч}} = 556,6 \cdot 7800 \cdot 0,7 = 3039036 \text{ руб.}$$

### 2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

При данной годовой программе выпуска (7800 шт.) изделия «Корпус» К500.03.01.830СБ и разработанном производственном процессе: себестоимость изделия составляет 1263,92 руб. При ее реализации по цене 3000 руб., предполагаемая прибыль составит 13541424 руб., что показывает рентабельность капитальных вложений и безубыточность предприятия [20].

Смета затрат по экономическим элементам представлена в таблице 27.

Таблица 27 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед.	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	556,6	4341083
– основные материалы за вычетом реализуемых отходов	254,35	1983963
– заработная плата производственных рабочих	218,98	1708058
– отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	83,21	649062
Косвенные затраты:	707,36	5517428
– амортизации оборудования предприятия	2,27	17748,34
– арендная плата или амортизация помещений	23,6	184032
– отчисления в ремонтный фонд	22,71	177161,6
– вспомогательные материалы на содержание оборудования	38,67	301663,5
– затраты на силовую электроэнергию	15,94	124338
– износ инструмента	124,23	969000
– заработная плата вспомогательных рабочих	31,89	248722
– отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	11,16	87053

Продолжение таблицы 27

Затраты	Сумма, руб./ед.	Сумма, руб./год
– заработная плата административно-управленческого персонала	35,87	279780,8
– отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала	11,48	89529,86
– прочие расходы	389,62	3039036

Основные показатели тех. процесса представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Основные показатели тех. процесса

Показатели	Величина
Годовая программа выпуска	7800
Трудоёмкость изготовления одной детали, час	1,03
Количество единиц оборудования, шт	5
Количество производственных рабочих, чел	5
Количество вспомогательных рабочих, чел	4
Количество административно-управленческого персонала, чел	2
Норма расхода материала, кг	14,52
Производственная себестоимость, руб/ед	301
Общехозяйственные затраты, руб/ед	13293,9
Общезаводские затраты, руб/ед	2747,7
Себестоимость одной детали, руб	1263,92

### 3 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студент гр. 10А31

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

А. А. Эбель

\_\_\_\_\_  
(Дата)

Руководитель  
ассистент

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

С. В. Литовкин

\_\_\_\_\_  
(Дата)

Нормоконтроль  
к. т. н.

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

А. А. Ласуков

\_\_\_\_\_  
(Дата)

### 3.1 Характеристика объекта исследования

Производственные условия характеризуются, как правило, наличием опасных и вредных факторов.

В ходе технологического процесса обрабатывается деталь «корпус». Материалом детали является сталь 40Х ГОСТ 19281-89, масса детали – 9,5 кг. Система стандартов безопасности труда на предприятиях осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.3.020-80.

Деталь изготавливается на токарных, вертикально-фрезерных и сверлильных станках. Данные операции характеризуются большим выделением следующих компонентов:

- стружки, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по удалению стружки из рабочей зоны станков;
- тепла, поэтому возникает необходимость применения СОТС смазочно-охлаждающих технологических средств.

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

Процесс обработки «корпуса» характеризуются наличием ряда опасных и вредных факторов, оказывающие влияние на здоровье и самочувствие токаря.

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

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме.

Производственные опасности подразделяют на четыре категории:

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

В процессе обработки выявили следующие опасные и вредные производственные факторы, оказывающие влияние на токаря, которые необходимо устранить:

– несоответствующее нормам освещение может ухудшить зрение человека. А также может привести к несчастным случаям, вследствие недостаточной видимости или ослепления. В производственных помещениях с движущимися объектами может нести опасность мерцание осветительных приборов в виду появления стробоскопического эффекта;

– несоответствующий нормам микроклимат производственных помещений может привести к ухудшению самочувствия человека, оказывает негативное действие на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей.

– электрический ток. Поражение электрическим током может нанести вред здоровью человека различной степени;

– шумы, нарушающие прием информации, что влияет на ошибки и травматизм, а также вызывает усталость. При длительном воздействии шума снижается острота слуха, изменяется кровяное давление, ослабляется внимание, ухудшается зрение, происходят изменения в дыхательных центрах, возможно изменение координации движения;

– вибрации, ухудшающие самочувствие работающего и снижают производительность труда, часто приводят к тяжелому профессиональному заболеванию – виброболезни;

– химические и технологические вещества, в том числе СОТС, могут привести к отравлениям, аллергическим реакциям и к развитию кожных заболеваний;

– стружка может привести к травмам в виде порезов и заноз.

– движущиеся органы станков могут привести к серьезным травмам, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении;

### 3.3 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов, проездов.

Расчёт требуемого освещения производился по учебно-методическому пособию [21].

Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23–05–95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах 0,1...12% и рассчитывается по формуле (3.1).

$$КЕО = \frac{E}{E_0} \cdot 100\%, \quad (3.1)$$

где  $E$  – освещённость на рабочем месте, лк;  $E_0$  – освещённость на улице (при среднем состоянии облачности), лк.

На участке предусмотрено искусственное освещение при помощи светильников типа «Универсаль» с лампами накаливания, в прозрачной колбе.

Рассчитываем требуемое количество светильников.

Высота подвеса светильника над рабочей поверхностью вычисляется по формуле (3.2).

$$h = h_2 - h_1 = 3 - 1 = 2 \text{ м}, \quad (3.2)$$

где  $h_2$  – высота подвеса светильников над полом,  $h_2 = 3$  м;

$h_1$  – высота рабочей поверхности,  $h_1 = 1$  м.

Расстояние между светильниками вычисляется по формуле (3.3).

$$L = \lambda \cdot h = 1,8 \cdot 2 = 3,6 \text{ м}, \quad (3.3)$$

где  $\lambda$  – наивыгоднейшее расположение светильников,  $\lambda = 1,8$ .

Исходя из размеров участка, выбираем число светильников равное тридцати. Схема расположения светильников представлена на рисунке 1.

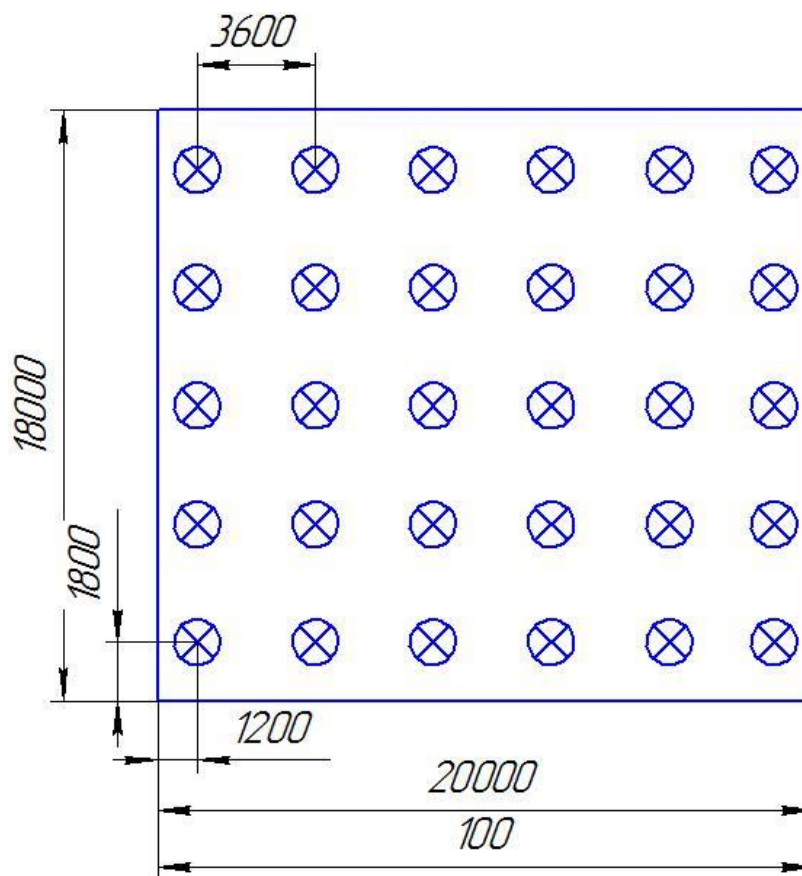


Рисунок 8 Схема расположения светильников

Для определения коэффициента использования светового потока определим индекс помещения по формуле (3.4).

$$i = \frac{S}{A + B} = \frac{360}{20 + 18} = 4,7, \quad (3.4)$$

где  $S$  – площадь участка,  $S = 360 \text{ м}^2$  ;

$A$  – длина участка,  $A = 20 \text{ м}$ ;  $B$  –

ширина участка,  $B = 18 \text{ м}$ .

Световой поток лампы вычисляется по формуле (3.5).

$$F_{\text{л}} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 360 \cdot 1,375}{30 \cdot 0,4} = 12375 \text{ лм}, \quad (3.5)$$

где  $E$  – заданная минимальная освещенность,  $E = 200$

лк;  $K_3$  – коэффициент запаса,  $K_3 = 1,5$ ;

$z$  – коэффициент минимальной освещенности  $z =$

$1,375$ ;  $N$  – количество светильников,  $N = 30$  шт;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока,  $\eta = 0,4$ .

Таким образом, участок должен освещаться 30 светильниками «Универсаль» Лампы накаливания–700Вт построенных в пять рядов по шесть светильников.



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

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

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

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 (ниже минус 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 производственного помещения представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Основные параметры микроклимата производственного помещения

Параметры	Величина параметра	
	Реальная	Допустимая
Температура воздуха, С°	17	13...19
Относительная влажность воздуха, %	65	Не более 75
Скорость движения воздуха, м/с	0,3	Не более 0,5

Вывод: параметры микроклимата участка механической обработки не превышают допустимых параметров микроклимата. Следовательно, со стороны микроклимата производственного помещения, на участников технологического процесса, вредное воздействие не оказывается.

### 3.5 Защита от поражения электрическим током

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. В цеху отсутствует заземление, по-этому необходимо произвести расчеты и установку защитных заземлителей.

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

Расчёт требуемого защитного заземления производился по учебно – методическому пособию [24].

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

Согласно ПУЭ сопротивление системы не должно превышать 10 Ом.

Сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю, вычисляется по формуле (3.6).

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln \cdot \left| \frac{4 \cdot h_m}{d} \right| = \frac{10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 250} \cdot \ln \cdot \left| \frac{4 \cdot 205^2}{4} \right| = 34 \text{ Ом}, \quad (3.6)$$

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.

Вычисляем требуемое число заземлителей по формуле (3.7).

$$П = \frac{R_3}{R \cdot \eta} = \frac{34}{10 \cdot 0,8} = 4,25 \text{ шт.}, \quad (3.7)$$

где  $\eta$  - коэффициент использования группового заземлителя,  $\eta = 0,8$ ;

Принимаем количество заземлителей  $П = 5$  шт.

Длину соединительной полосы вычисляем по формуле (3.8).

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (П - 1) = 1,05 \cdot 5 \cdot (5 - 1) = 21 \text{ м.}, \quad (3.8)$$

где  $a$  – расстояние между заземлителями,  $a = 5$  м.

Сопротивление соединительной полосы вычисляем по формуле (3.9).

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln \cdot \left| \frac{2}{h_n \cdot b} \right| = \frac{10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 2100} \cdot \ln \cdot \left| \frac{4 \cdot 2100^2}{80 \cdot 1,2} \right| = 9,19 \text{ Ом}, \quad (3.9)$$

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

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

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

Результирующее сопротивление по всей системе с учётом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле (3.10).

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot \Pi}, \quad (3.10)$$

где  $\eta_3$  – коэффициент использования труб контура,  $\eta_3 = 0,8$ ;  
 $\eta_n$  – коэффициент использования полосы,  $\eta_n = 0,7$ .

$$R_c = \frac{34 \cdot 9,19}{34 \cdot 0,7 + 9,19 + 0,8 \cdot 5} = 8,44 \text{ Ом.}$$

Сопротивление системы не превышает 10 Ом.

### 3.6 Защита от шума

В цеху ограждение устанавливается непосредственно вокруг металлорежущего оборудования и позволяет значительно снизить общий уровень шума. Уровень шума от таких станков как 16К20 не соответствует нормам СанПиН. 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). Однако эти методы не защищают токаря работающего за станком, в качестве средств индивидуальной защиты от шума используется наушники типа ВЦНИИОТ-2, позволяющих на разных частотах шума снижать его уровень на 7...38 дБ. Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 или ГОСТ 12.1.003-83 составляет 85 дБ.

### 3.7 Защита от вибраций

Для уменьшения уровня вибрации применяют виброизоляцию. Между источником и объектом помещаются упругие элементы – амортизаторы. По паспортным данным уровень вибрации на станке 16К20, применяемом в проектируемом технологическом процессе, не превышает 87 дБ, что не превышает предельно допустимого уровня.

### 3.8 Защита от повреждений стружкой

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  $600 \div 700^\circ\text{C}$ , 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.

### 3.9 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

Самой вероятной чрезвычайной ситуацией в производственном помещении резания является пожар.

Производственные помещения, где осуществляется обработка резанием металла должны соответствовать требованиям СНиП II–2–80, СНиП II–89–80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНиП II–92–76 и должна быть оборудована средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009–83:

- огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением – 2 шт;
- песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением – 0,5 м<sup>3</sup>;
- кран внутреннего пожарного водопровода – 1 шт;
- огнетушитель углекислотный ОУ-8 – 2 шт.

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

Правильное расположение и компоновка рабочего места, обеспечение удобной позы и свободы трудовых движений, использование оборудования отвечающего требованиям эргономики и инженерной психологии обеспечивают наиболее эффективный трудовой процесс, уменьшают утомляемость и предотвращают опасность получения травм и возникновения профессиональных заболеваний. Неправильное положение тела на рабочем месте приводит к возникновению статической усталости, снижению качества и скорости работы, а так же снижению реакции на опасность.

Таким образом, для обеспечения эффективной и безопасной трудовой деятельности работника нужно учитывать все вышеперечисленные факторы. Их несоблюдение ведёт к психической нестабильности, а именно, раздражительности, нервозности и утомляемости работника, что негативно сказывается на здоровье работающего и на производстве.

Для рабочих участвующих в технологическом процессе обработки резанием, должны быть обеспечены рабочие места, не стесняющие их действий во время выполнения работы. На рабочих местах должна быть предусмотрена площадь, на которой размещаются стеллажи, тара, столы и другие устройства для размещения оснастки материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовых деталей и отходов производства. На каждом рабочем месте около станка на полу должны быть деревянные решётки на всю длину рабочей зоны, а по ширине не менее 0,6 м от выступающих частей станка. При разработке

технологических процессов необходимо предусматривать рациональную организацию рабочих мест. Удобное расположение инструмента и приспособлений в тумбочках и на стеллажах, заготовок в специализированной таре, применение планшетов для чертежей позволяет снизить утомление и производственный травматизм рабочего.

### 3.11 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды

Проблема защиты окружающей среды одна из важнейших задач современности. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоёмы достигают больших размеров.

Данное производство, т. е. разработанный технологический процесс обработки, не является вредным, нет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым показателям по ГОСТ 17.2.302–78, поэтому их очистка не предусмотрена.

### 3.12 Заключение раздела БЖД

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, возникающие в процессе изготовления изделия по разработанному технологическому процессу, 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 допускаемых параметров микроклимата разработана вытяжная вентиляция и тепловая завеса;
- для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников «Универсаль»;
- от механических повреждений стружкой, станки оборудованы пылеотсасывающими системами с вытяжной вентиляцией.

Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние, однако не удалось создать оптимальные параметры микроклимата в летний период, так как 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 результате выполнения выпускной квалификационной работы был спроектирован технологический процесс изготовления корпуса К500-03-01-830.

Способ получения заготовки была выбрана штамповка на ГКМ. Она экономически и технологически выигрывает базовую поковку.

Предложенный спроектированный технологический процесс в значительной степени отличается от базового. Отличие заключается в применении нового оборудования, приспособлений, инструмента, а так же в новом подходе к разработке самого технологического процесса, полный отказ от разметки. Обрабатывающий центр с500/04 заменен на более современные станки: Haas TM-1 и 2P135Ф2. Отказ от операции шлифования, вместо неё заготовка обрабатывается на токарном обрабатывающем центре с ЧПУ OKUMA GENOS L200-M, который удовлетворяет требованиям точности и шероховатости обработки детали. Применен метод обратного растачивания, для устранения торцевого биения. Спроектировано специальное приспособление для вертикально-сверлильной операции, что позволило сократить время на установку детали, а так же уменьшить погрешности при её изготовлении.

Применение высокопроизводительного оборудования позволило сократить время выполнения операций для изготовления детали, по сравнению с базовым технологическим процессом уменьшилось на 22 мин.

Соблюдение принципа смены и постоянства баз при разработке операции дало возможность увеличить точность обработки.

Предложенный технологический процесс более выгоден с точки зрения организации производства. Сокращение количества применяемого оборудования сокращает производственные площади. Это позволит применять для изготовления детали производственный участок небольшой площади, что в целом значительно снижает дополнительные расходы.

В разделе «Социальная ответственность» произведен анализ вредных и опасных факторов, возникающих при изготовлении детали по разработанному технологическому процессу. Разработаны мероприятия по охране труда рабочего персонала и защите окружающей среды от выявленных вредных факторов, возникающих при изготовлении детали.

Путем расчетов в разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности и ресурсосбережения» была определена себестоимость детали в 1263,92 руб. при заданной программе выпуска и в условиях спроектированного технологического процесса.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Справочник по конструкционным материалам: Б. Н. Арзамасов, Т. В. Соловьева, С. А. Герасимов и др.; Под ред. Б. Н. Арзамасова, Т. В. Соловьевой. – М.: Изд-во им. Н. Э. Баумана, 2005. – 640 с.
2. Методические указания к содержанию ВКР для бакалавров, обучающихся по направлению 150700 «Машиностроение» / Сост.: С. И. Петрушин; Юргинский технологический институт. – Юрга: ООО Типография «Медиасфера», 2014. – 53 с.
3. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов. – Минск: Высшая школа, 1983. – 256 с.
4. Справочник технолога - машиностроителя. Т.2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
5. Стоимость поковок [Электронный ресурс] URL: <http://www.metaeks.ru/pokovka/>. Дата обращения: 02.03.2017г.
6. Смазочно – охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / Под ред. С.Г. Энтелиса, Э. М. Берлинера. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.
7. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
8. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках Часть I. Токарные карусельные, токарно-револьверные, алмазно - расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. Изд. 2-е. – М.: Машиностроение, 1947. – 406 с.
9. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Под общ ред. Б. Н. Вардашкина. – М.: Машиностроение, 1984. – т.1 – 592 с.
10. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – 2-е изд. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.
11. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно - заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 422 с.
12. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть 1. – М.: Машиностроение, 1990. – 209 с.
13. Расчёт припусков [Электронный ресурс] Вальтер А.В. URL: <http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/a/AVWALTER/academic/Tab1>. Дата обращения: 20.05.2017г.
14. Расчёт режимов резания для Sandvik Coromant [Электронный ресурс] URL: <http://toolguide.sandvik.coromant.com/TouchTime/Coromant?ProductArea#/taskSetup/task> Дата обращения: 16.05.2017г.

15. Расчет калибров [Электронный ресурс] URL: <http://www.studfiles.ru/preview/595262/> Дата обращения: 25.05.2017г.
16. Стоимость станка 16K20, URL: [https://www.avito.ru/perm/oborudovanie\\_dlya\\_biznesa/stanok\\_tokarnyy\\_16k20\\_836162729](https://www.avito.ru/perm/oborudovanie_dlya_biznesa/stanok_tokarnyy_16k20_836162729) Дата обращения: 20.05.2017г.
17. Стоимость станка OKUMA GENOS L200-M, URL: <https://pumori-invest.ru/oborudovanie/stanki-s-chpu-ekonomserii/> Дата обращения: 19.05.2017г.
18. Стоимость станка Haas TM-1, URL: <https://www.abamet.ru/catalog/metallorazhresheniye/frezernye-chpu/v-frezernye-stanki/haas-tm-1/> Дата обращения: 19.05.2017г.
19. Стоимость станка 2P135Ф2, URL: [http://www.stanok-trading.ru/industrial\\_equipment\\_stanok\\_2R135F21\\_85158.html](http://www.stanok-trading.ru/industrial_equipment_stanok_2R135F21_85158.html) Дата обращения: 19.05.2017г.
20. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов специальности 120100 «Технология машиностроения» и направления подготовки 15.03.01 "Машиностроение" – Юрга: ЮТИ ТПУ, 2014. – 21 с.
21. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. Филиал ТПУ, 2002. – 96 с.
22. Стоимость охлаждающей жидкости [Электронный ресурс] URL: <http://kemerovo.regmarkets.ru/smazочно-okhlazhdayushchie-zhidkosti-sozh-24424/> Дата обращения: 20.05.2017г;
23. Стоимость сжатого воздуха [Электронный ресурс] URL: [http://kemerovo.promportal.su/category\\_goods/47516/ballon\\_i\\_so\\_szhatim\\_vozduhom/](http://kemerovo.promportal.su/category_goods/47516/ballon_i_so_szhatim_vozduhom/) Дата обращения: 20.05.2017г;
24. Расчет заземлителей [Электронный ресурс] URL: [http://forca.ru/knigi/oborudovanie/zazemlyayushchie-ustroistva\\_3.html](http://forca.ru/knigi/oborudovanie/zazemlyayushchie-ustroistva_3.html) Дата обращения: 20.05.2017г.