

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение машиностроение

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка технологического процесса изготовления детали «оправка».</b>

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Глобенок Екатерина Александровна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Крауиньш Дмитрий Петрович	канд. техн. наук		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Клемашева Елена Игоревна	канд. экон. наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич Ольга Алексеевна	канд. биол. наук		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	канд. техн. наук		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-2	Осознает сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОПК(У)-4	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ДОПК(У)-1	Способен разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию в соответствии со стандартами и с учетом технических и эксплуатационных характеристик деталей и узлов изделий
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-2	Способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-3	Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование

ПК(У)-4	Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-5	Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-10	Умеет учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-11	Умеет использовать стандартные средства автоматизации при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-12	Способен оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ) отделение машиностроения

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Ефременков Е.А.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

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

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-4А7Б	Глобенок Екатерина Александровна

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления детали «оправка»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Чертеж детали «оправка», годовая программа выпуска 10000 шт.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режима резания и основное время, конструирование специального приспособления
<b>Перечень графического материала</b>	1. Чертёж детали, А <sub>3</sub> 2. Размерный анализ, А <sub>3</sub> 3. Операционная карта, А <sub>1</sub>

	4. Чертеж приспособления, А <sub>1</sub> 5. Спецификация, А <sub>4</sub>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Технологический и конструкторский</b>	<b>Крауиньш Дмитрий Петрович</b>
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	<b>Клемашева Елена Игоревна</b>
<b>Социальная ответственность</b>	<b>Антоневич Ольга Алексеевна</b>
<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 ОМ ИШНПТ	Крауиньш Дмитрий Петрович	канд. техн. наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Глобенок Екатерина Александровна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 97 страниц, 15 рисунков, 30 таблиц, 20 источников, 2 листа графического материала формата А1, 2 листа графического материала А3 и 1 лист графического материала формата А4.

Ключевые слова: деталь оправка, технологический процесс, размерный анализ, режимы резания, приспособление патрон поводковый самозажимной.

*Key words: mandrel part, technological process, dimensional analysis, cutting modes, self-clamping chuck attachment.*

Объектом исследования является разработка технологического процесса изготовления детали «оправка».

Цель работы – разработать нового технологического процесса изготовления детали «оправка» с использованием современного оборудования.

Актуальность работы определяется необходимостью иметь технологический процесс изготовления конкретной детали «оправка» на производстве с использованием спроектированного в работе приспособления.

В работе изложено обоснование выполнения ВКР, выполнен анализ чертежа детали и её технологичности, определен тип производства, описан принцип выбора заготовки в соответствие с её материалом и серийностью производства, выполнен чертёж заготовки, разработан маршрут обработки детали с представлением операционных эскизов и описанием переходов по каждой операции, рассчитаны припуски на обработку и технологические размеры, выполнен размерный анализ техпроцесса, рассчитаны режимы резания для каждого технологического перехода, назначена модель станка, рассчитано время выполнения каждой операции. В конструкторской части работы выполнено спроектировано механизированное приспособление. В работе также выполнен экономический анализ оценки деловой привлекательности представленной разработки, рассмотрены вопросы организации рабочего места на механическом участке.

## **THE ABSTRACT**

The final qualification work of 100 pages, 15 drawings, 30 tables, 20 sources, 2 sheets of graphic material A1 format, 2 sheets of graphic material A3 and 1 sheet of graphic material A4 format.

Keywords: mandrel detail, technological process, dimensional analysis, cutting modes, adaptation of the ammunition cartridge.

Key Words: Mandrel Part, Technological Process, Dimensional Analysis, Cutting Modes, Self-Clamping Chuck Attachment.

The object of the study is the development of the technological process of manufacturing the part “Mandrel”.

The purpose of the work is to develop a new technological process of manufacturing the part “Mandrel” using modern equipment.

The relevance of the work is determined by the need to have a technological process of manufacturing a specific part “Mandrel” in production using the device designed in the work.

The work sets the justification for the implementation of the WKR, the analysis of the drawing of the part and its technological work is performed, the type of production is determined, the principle of choosing the workpiece in accordance with its material and serial production of production was described, the workpiece was drawn, the processing route with the presentation of operating sketches and the description of the transitions for each operation was developed, and the processing route has been developed , the processing and technological dimensions are calculated, a dimensional analysis of the process is made, the cutting modes for each technological transition are calculated, the machine model is assigned, and the time of performing each operation is calculated. A mechanized device is designed in the design part of the work. The work also performs an economic analysis of the assessment of business attractiveness of the presented development, the issues of organizing a workplace on a mechanical site were considered.

## СОДЕРЖАНИЕ:

Введение.....	12
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	13
1.1. Назначение и конструкция детали.....	13
1.2. Анализ технологичности конструкции детали и технологический контроль чертежа.....	15
1.3. Определение типа производства.....	19
1.4. Анализ базового техпроцесса.....	22
1.5. Выбор заготовки.....	23
1.6. Принятый маршрутный и операционный техпроцесс.....	27
1.7. Расчет припусков на обработку, операционных и исходных размеров заготовки.....	31
1.8. Расчет точности операции.....	35
1.9. Размерный анализ техпроцесса.....	36
1.9.1 Назначение и расчет номинальных размеров.....	37
1.9.2 Допуск замыкающего звена.....	38
1.9.3. Определение характеристик составляющих звеньев размерной цепи.....	38
1.10. Расчет режимов резания.....	41
1.11 Описание технологического оборудования.....	45
1.12 Расчет норм времени операций техпроцесса.....	48
1.13. Экономическое обоснование принятого варианта техпроцесса и технико-экономические показатели.....	51
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	55



2.1. Предлагаемый вариант конструкции приспособления.....	55
2.2. Выбор измерительного инструмента.....	58
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	60
3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	60
3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	60
3.1.2. Анализ конкурентных технических решений.....	61
3.1.3. SWOT-анализ.....	63
3.2. Планирование научно-исследовательских работ.....	66
3.2.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	66
3.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения.....	67
3.3. Бюджет научно-технического исследования.....	70
3.3.1. Материальные затраты.....	70
3.3.2. Затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ.....	71
3.3.3. Основная заработная плата исполнителей.....	72
3.3.4. Дополнительная заработная плата.....	74
3.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды.....	74
3.3.6. Накладные расходы.....	75
3.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования...	76
Выводы по разделу.....	79
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	80

Введение.....	82
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	83
4.1.1. Режим рабочего времени и компенсации при работе во вредных условиях.....	83
4.1.2. Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны.....	84
4.2. Производственная безопасность.....	85
4.2.1. Микроклимат.....	86
4.2.2. Шум и вибрация.....	87
4.2.3. Освещенность.....	88
4.2.4. Электромагнитное излучение.....	90
4.2.5. Электробезопасность.....	90
4.2.6. Движущиеся механизмы, изделия и заготовки.....	91
4.3. Экологическая безопасность.....	91
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	92
Вывод по разделу.....	93
Заключение.....	94
Список используемых источников.....	95
Приложения.....	97

## ВВЕДЕНИЕ

Основными задачами разработки технологического процесса являются: определение рациональной последовательности обработки детали; подбор соответствующего оборудования, режущего и измерительного инструментов; проектирование необходимой оснастки. Технологический процесс должен обеспечить параметры детали, требуемые чертежом и техническими условиями. Для проектирования технологических процессов необходимы исходные данные и материалы: чертежи, технологические условия на деталь, годовой объем выпуска деталей, данные об оборудовании, каталоги режущего инструмента, нормативы режимов резания и др. Последовательность разработки технологического процесса заключается в следующем:

- выбор заготовки и метода ее получения;
- разработка технологического маршрута;
- расчет технологических режимов резания и нормирование операций;
- заполнение технологических карт;
- выбор режущего и измерительного инструмента
- выбор приспособления в конструкторской части.

Цель работы проектирование технологического процесса изготовления детали «оправка».

Выпускная квалификационная работа содержит следующие основные разделы:

1. Технологическая часть;
2. Конструкторская часть;
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
4. Социальная ответственность.

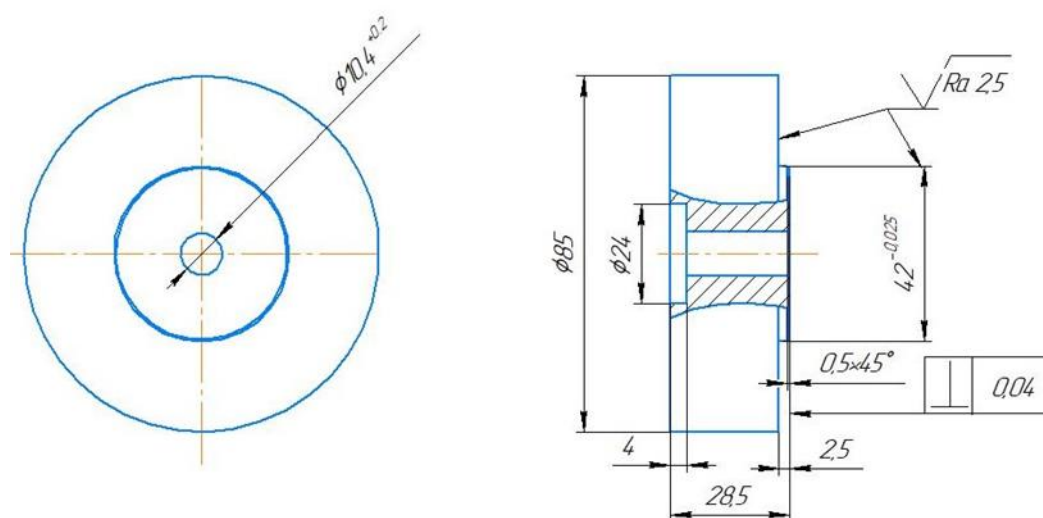
## 1. Технологическая часть.

### 1.1 Назначение и конструкция детали

Деталь «Оправка» относится к группе тел вращения с наружным диаметром 85 мм и длиной 28,5 мм. Конструктивно Оправка представляет собой цилиндрическое кольцо отверстие  $\varnothing 10,4$  длиной 28,5 мм. На одной торцевой поверхности детали имеется отверстие  $\varnothing 24$  длиной 4 мм.

Деталь относится к группе цилиндрических деталей с гладкой внешней цилиндрической поверхностью, протяжённость которой не превышает ее диаметральный размер.

$\sqrt{Ra\ 40}$



1. H14, h14,  $\pm IT14/2$ .
2. Острые кромки притупить.
3. Покрытие Ан Окс.
4. Руководствоваться ТУ.

Рисунок 1 - Эскиз Детали.

В соответствии со служебным назначением к внешним цилиндрическим поверхностям не предъявляют повышенные требования по точности геометрической формы. Форма детали образована простой поверхностью – цилиндрической.

Оправка изготовлена из сплава марки АМг6 ГОСТ 4784-2019. Термообработка не требуется.

Наиболее высокопрочный сплав группы магналиев. В отожженном состоянии обладает высокой пластичностью и длительной прочностью при температуре до 150°C. По уровню механических свойств при низких температурах несколько уступают сплаву 1201. Крупногабаритные полуфабрикаты сплава АМг6 отличаются большей чувствительностью к концентрации напряжений и большей анизотропией показателей вязкости в нагартованном состоянии по сравнению со сплавом 1201. Прочность сварных соединений близка к прочности основного материала.

Химический состав стали представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический сплав марки АМг6 ГОСТ 4784-2019

Mg	Mn	Ti	Be	Al	Fe	Si	Zn	Cu	Прочие примеси	
									каждая	сумма
не более										
5,8-6,8	0,5-0,8	0,02-0,1	0,0002-0,005	Основа	0,4	0,4	0,2	0,1	0,05	0,1

Механические свойства стали представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Механические свойства сплава марки АМг6 ГОСТ 4784-2019

Полуфабрикат	Пруток прессованный	
ГОСТ, ОСТ, ТУ	ГОСТ 21488-76	
Толщина, мм	5-300	300-400
Состояние	Мягкий, отожженный; без термообработки	Без термообработки
Направление вырезки образца	Поперечное	
$\sigma_b$ , кгс/мм <sup>2</sup>	32	29
$\sigma_{0,2}$ , кгс/мм <sup>2</sup>	16	12
$\delta_5$ , %	15	11
$\delta_{10}$ , %	-	-

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали и технологический контроль чертежа

Анализ технологичности является одним из важных этапов в разработке технологического процесса, обуславливает его основные технико-экономические показатели: металлоемкость, трудоемкость, себестоимость.

Анализ технологичности проводится, как правило, в два этапа: качественный анализ и количественный анализ.

Качественный анализ технологичности детали.

Для детали квалитет точности устанавливается в диапазоне IT7 – IT14, общая шероховатость детали составляет  $Rz = 40$ ,  $Ra = 2,5$ .

Отклонение от перпендикулярности оси отверстия диаметром торца и не должно превышать 0,04 мм.

Деталь не имеет мест труднодоступных для измерения и обработки, помимо этого, процесс получения детали может производиться на типовом оборудовании, применяя универсальные типовые инструменты и приспособления.

В целом, конструкция детали представляется технологичной. Можно сделать вывод, что нет необходимости в замене материала детали на другой и во внесении изменений в конструкцию детали.

Количественный анализ технологичности детали.

Выполним количественную оценку технологичности согласно ГОСТ 14.201-83.

1. Коэффициент использования металла.

$$K_{\text{им}} = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}}, \quad (1)$$

где  $M_{\text{дет}}$  – масса детали, кг;

$M_{\text{заг}}$  – масса материала заготовки, кг.

Масса заготовки и масса детали определяются по следующим формулам:

$$M_{\text{заг}} = \rho V_{\text{заг}}, \quad (2)$$

$$M_{\text{дет}} = \rho V_{\text{дет}}, \quad (3)$$

где  $\rho$  – плотность материала;

$V_{\text{заг}}$  – объем заготовки, м<sup>3</sup>;

$V_{\text{дет}}$ , - объем детали, м<sup>3</sup>.

Для определения объемов деталь или заготовка разбивается на элементарные фигуры и определяется объем каждой из них. Сумма объемов элементарных фигур составит объем детали.

$$V = \frac{\pi d^2}{4} h, \quad (4)$$

$$V_{\text{общ}} = \frac{3,14 \cdot 85^2 \cdot 28}{4} = 161700 \text{ мм}^3$$

Величина припуска принята 2,5 и 2,3 [2].

Для определения размеров заготовки необходимо определить припуски на механическую обработку поверхностей детали. Припуски назначают в соответствии с нормативно-технической документацией.

Масса заготовки и детали:

$$V_{\text{заг}}=0,00020 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{дет}}=0,0001588 \text{ м}^3$$

$$M_{\text{заг}}=0,00020 \cdot 2640=0,53 \text{ кг}$$

$$M_{\text{дет}}=0,0001588 \cdot 2640=0,42 \text{ кг}$$

Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}}=0,42/0,53=0,80.$$

2. Коэффициент унификации.

$$K_{\text{уэ}} = \frac{N_{\text{уэ}}}{N_3}, \quad (5)$$

где  $N_{yэ}$  – число унифицированных элементов детали, шт;

$N_э$  – общее число элементов, шт.

$$K_{yэ} = \frac{7}{10} = 0,7.$$

3. Коэффициент точности обработки детали.

$$K_{то} = 1 - \frac{1}{IT_{cp}}, \quad (6)$$

где  $IT_{cp}$  – средний квалитет точности, рассчитываемый по формуле:

$$IT_{cp} = \frac{\sum n_i IT_i}{\sum n_i}, \quad (7)$$

где  $n_i$  – количество размеров одного квалитета;

$IT_i$  – квалитет точности обработки.

$$IT_{cp} = \frac{IT_{14} \cdot 8 + IT_7 \cdot 1}{9} = 13,2 \approx 13;$$

$$K_{то} = 1 - \frac{1}{13} = 0,9.$$

Деталь считается технологичной, т. к.  $K_{то} > 0,8$ .

4. Коэффициент шероховатости.

$$K_{ш} = \frac{1}{R_{a_{cp}}}, \quad (8)$$

где  $R_{a_{cp}}$  – средняя шероховатость поверхности, мкм, рассчитываемая по формуле:



$$R_{a_{cp}} = \frac{\sum n_i R_{a_i}}{\sum n_i}, \quad (9)$$

где  $n_i$  – число поверхностей одной шероховатости;

$R_{a_i}$  – шероховатость поверхности.

$$R_{a_{cp}} = \frac{Rz40 \cdot 6 + R_a 2,5 \cdot 2}{8} = 30,6;$$

$$K_{ш} = \frac{1}{30,6} = 0,03.$$

Деталь считается технологичной, т.к.  $K_{ш} < 0,32$ .

После расчета коэффициентов, определяющих технологичность конструкции детали можно сделать вывод, что деталь является технологичной.

### 1.3 Определение типа производства

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций, который показывает число различных операций, закрепленных в среднем по цеху (участку) за каждым рабочим местом в течение месяца.

$$K_{cl} = \frac{t_B}{T_{шт}}, \quad (10)$$

где  $t_B$  – такт выпуска детали, мин.;  $T_{шт}$  – среднее штучно–калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

$$t_B = \frac{F_{г}}{N_{г}} = \frac{6020 \cdot 60}{10000} = 36 \text{ мин}, \quad (11)$$

где  $F_{г}$  – годовой фонд времени работы оборудования непрерывный (с выходными и праздничными днями), мин.;  $N_{г}$  – годовая программа выпуска деталей.

По ГОСТ 3.1121-84 приняты следующие коэффициенты закрепления операций  $k_{3.0}$ :

- массовое производство -  $k_{3.0} = 1$ ;
- крупносерийное -  $k_{3.0} = 2 \dots 10$ ;
- среднесерийное -  $k_{3.0} = 10 \dots 20$ ;
- мелкосерийное -  $k_{3.0} = 20 \dots 40$ ;
- единичное -  $k_{3.0} > 10$ .

Расчетное количество станков определяем по формуле:

$$m_p = \frac{N \cdot t_{шт}(t_{шт-к})}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{3.н}}, \quad (12)$$

где  $N$  – годовой объем выпуска деталей, шт.;

$t_{шт}(t_{шт-к})$  – штучное или штучно-калькуляционное время, мин.;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени, ч;

$\eta_{3.н}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования (принимается  $\eta_{3.н} = 0,75 \dots 0,85$ ).

Принятое число рабочих мест  $P$  устанавливают округлением значений  $m_p$  до ближайшего большего целого числа.

Далее для каждой операции вычисляют значение фактического коэффициента загрузки:

$$\eta_{з.ф} = \frac{m_p}{P}, \quad (13)$$

Количество операций (последняя графа), выполняемых на рабочем месте, определяется по формуле:

$$O = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{з.ф}}, \quad (14)$$

Коэффициент закрепления операций рассчитывается по формуле:

$$k_{з.о} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (15)$$

Исходные данные:  $N = 10000$  деталей;  $F_d = 6020$  ч;  $\eta_{з.н} = 0,8$ ;  $t_{шт} = 1,765$  мин.

$$m_p = \frac{10000 \cdot 1,765}{60 \cdot 6020 \cdot 0,8} = 0,06$$

Принятое число рабочих мест  $P = 1$ .

$$\eta_{з.ф} = \frac{0,06}{1} = 0,06$$

$$O = \frac{0,8}{0,09} = 13,3$$

$$k_{з.о} = \frac{13,3}{1} = 13,3$$

Следовательно, производство детали «Оправка» будет среднесерийным. Для серийного производства рассчитывается размер партии деталей по формуле:

$$\Pi = \frac{N \cdot \alpha}{\Phi}, \quad (16)$$

где  $\alpha$  -  $a$  – периодичность запуска партий в обработку,  $a = 3$  дня;

$\Phi$  - количество рабочих дней в году.

$$\Pi = \frac{10000 \cdot 35}{252} = 119 \text{ шт.}$$

## 1.4 Анализ базового техпроцесса

Основными задачами анализа базового технологического процесса являются выявление структур операций, анализ применяемого оборудования, рабочих приспособлений и различных видов операций.

Таблица 3 – Базовый технологический процесс

Номер операции	Наименование и содержание операции	Станок
005	Заготовительная	
010	Токарно-винторезная: 1. Установить и закрепить заготовку 2. Подрезать торец 1, выдержав р-р 31 мм 3. Точить поверхность 2 с подрезкой торца 3, выдержав р-ры $\varnothing 42,5$ и 2,5 мм соответственно 4. Точить поверхность 4, выдержав р-р $\varnothing 85$ и 14,5 мм соответственно	Токарно-винторезный станок 16К20
015	Токарно-винторезная: 1. Установить и закрепить заготовку 2. Подрезать торец 5, выдержав р-р 28,5 мм 3. Точить поверхность 4, выдержав р-р $\varnothing 85$ и 14,5 мм соответственно 4. Сверлить отверстие 6 на проход, выдержав р-р $\varnothing 10,4$ мм 4. Расточить поверхность 7, выдержав р-ры $\varnothing 24$ и 4 мм соответственно	Токарно-винторезный станок 16К20
020	Токарно-винторезная: 1. Установить и закрепить заготовку 3. Точить поверхность 2 с подрезкой торца 3 окончательно, выдержав р-ры $\varnothing 42(-0,025)$ и 2,5 мм соответственно 4. Точить фаску 8 выдержав р-р $0,5 \times 45^\circ$	Токарно-винторезный станок 16К20
025	Гальваническая	
030	Контрольная	Контрольный стол

Из вышеперечисленного делаем вывод, что в действующем техпроцессе коэффициент использования материала не большой, применяются устаревшие станки.

## 1.5 Выбор заготовки

При выборе метода получения заготовки решающими факторами являются: форма детали, масса, материал, объем выпуска деталей. Окончательное решение о выборе метода принимается на основе технико-экономических расчетов.

Для выбора метода получения заготовки сравнивается ее стоимость по базовому варианту  $S_1$  и проектируемому  $S_2$ .

При отсутствии сведений о методе получения заготовки по базовому варианту стоимость заготовки рассматривается по двум возможным методам ее получения и делается их сравнение.

Стоимость заготовок из проката рассчитывается по формуле:

$$S_1 = M + \sum C_{0.3}, \quad (10)$$

где  $M$  - затраты на материал заготовки, р.;

$\sum C_{0.3}$  - технологическая себестоимость правки, калибрования, резки, р.

Расчеты затрат на материалы и технологической себестоимости выполняются по формулам:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot S_{отх.}, \quad (11)$$

где  $Q$  - масса заготовки (рассчитывается через объем и плотность материала заготовки), кг;

$S$  - цена 1 кг материала заготовки, р.;

$q$  - масса детали, кг;

$S_{отх.}$  - цена 1 кг отходов, р.

В отходы включается не только разность между массой заготовки и детали (стружка), но и остаток прутка, образующийся из-за не кратности длины

заготовки длине прутка. Пруток прессованный круглый по ГОСТ 21488-97 поставляется в прутках длиной 26 м.

$$\sum C_{o.з.} = \frac{C_{п.з.} \cdot t_{шт}(t_{шт-к})}{60}, \quad (12)$$

где  $C_{п.з.}$  - приведенные затраты на рабочем месте, р./ч;

$t_{шт}(t_{шт-к})$  - штучное или штучно-калькуляционное время выполнения заготовительной операции, мин.

Примерные значения приведенных затрат  $C_{п.з.}$  даны в учебном пособии [1, 11].

Штучное или штучно-калькуляционное время  $t_{шт}(t_{шт-к})$  рассчитывается по формуле:

$$t_{шт}(t_{шт-к}) = \frac{L_{рез.} + y}{S_M} \cdot \varphi, \quad (13)$$

где  $L_{рез.}$  - длина резания при разрезании проката на штучные заготовки (может быть принята равной диаметру проката  $L_{рез.} = D$ ), мм;

$y$  - величина врезания и перебега (при разрезании дисковой пилой  $y = 1,4$  мм);

$S_M$  - минутная подача при разрезании ( $S_M = 50 \dots 80$  мм/мин);

$\varphi$  - коэффициент, показывающий долю вспомогательного времени в штучном производстве ( $\varphi = 1,84$  для мелко- и среднесерийного производства).

$$t_{шт}(t_{шт-к}) = \frac{90 + 1,4}{50} \cdot 1,84 = 3,36 \text{ мин.}$$

$$\sum C_{o.з.} = \frac{150 \cdot 3,36}{60} = 8,4 \text{ р./ч}$$

$$M = 0,53 \cdot 200 - (0,53 - 0,42) \cdot 24 = 103,36 \text{ р.}$$

$$S_1 = 103,36 + 8,4 = 111,76 \text{ р.}$$

Расчет стоимости заготовок, полученных литьем или штамповкой:

$$S_2 = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_e \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_b \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot S_{отх.}, \quad (14)$$

где  $C_i$  – базовая стоимость 1 т заготовок, р.;

$Q$  – масса заготовки, кг;

$k_e$  – коэффициент, зависящий от класса точности;

$k_c$  – коэффициент, зависящий от степени сложности;

$k_B$  – коэффициент, зависящий от массы заготовки;

$k_b$  – коэффициент, зависящий от марки материала;

$k_n$  – коэффициент, зависящий от объема выпуска заготовок.

$$S_2 = \left( \frac{250000}{1000} \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 1,14 \cdot 1,13 \cdot 1 \right) - (0,5 - 0,42) \cdot 24 = 140 \text{ руб.}$$

Расчет экономического эффекта:

$$\mathcal{E}_{заг} = (S_1 - S_2)N, \quad (15)$$

где  $S_1$  и  $S_2$  – стоимость заготовки по базовому и проектируемому вариантам соответственно;

$N$  – годовой объем выпуска деталей.

$$\mathcal{E}_{заг} = (111,76 - 140) \cdot 10000 = 282400 \text{ р.}$$

Делаем вывод, что целесообразнее выбрать прутки прессованные, рис.2.



Выбранная заготовка:

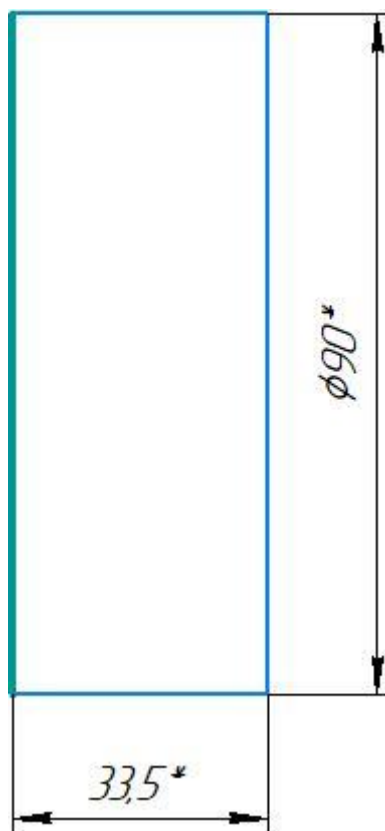


Рисунок 2. Эскиз заготовки



В таблице 4 приведен принятый маршрутный и операционный техпроцесс детали «Оправка».

Таблица 4 – Принятый маршрутный и операционный техпроцесс детали «Оправка»

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Модель станка	Режущий инструмент, размеры, марка инструментального материала	Технологические базы
1	2	3	4	5
005	Заготовительная	Автоматический ленточнопильный станок KESMAK KMS 280	Ленточное полотно 1-16-0,8-3 ГОСТ Р 53924-2010	Цилиндрическая поверхность Ø90 и торец
010	Токарная с ЧПУ Установ А 1. Установить и закрепить заготовку 2. Точить торец 1, выдержав р-р 30,5 мм 3. Точить поверхность 2 с подрезкой торца, выдержав р-ры Ø85 и 15 мм соответственно 4. Точить поверхность 3, выдержав р-р Ø85 и 14,5 мм соответственно 5. Сверлить отверстие 3 на проход, выдержав р-р Ø10,4 мм 6. Расточить поверхность 4, выдержав р-ры Ø24 и 4 мм соответственно Установ Б 7. Переустановить заготовку в правый шпиндель станка 8. Точить торец 5, выдержав р-р 28,5 мм 9. Точить поверхность 2, выдержав р-ры Ø85 10. предварительно окончательно, выдержав р-ры Ø42,5(-0,2) и 2,5 мм соответственно 11. Точить поверхность 6 с подрезкой торца 7 окончательно,	Токарный обрабатывающий центр (двухшпиндельный) 1715-2D.	Резец 2103-0713 ГОСТ 20872-80 Корпус 6504-0201/001 ГОСТ 19022-73 Резец 2101-0957 ГОСТ 20872-80 Державка 6504-0201 ГОСТ 19022-73 Резец 2141-0093 T15K6 ГОСТ 18883-73 Державка 6504-0201 ГОСТ 19022-73 Резец 2101-0958 ГОСТ 20872-80 Державка 6504-0201 ГОСТ 19022-73	Цилиндрические поверхности Ø90, Ø85 и торцы

	выдержав р-ры Ø42(-0,025) и 2,5 мм соответственно 12. Точить фаску 8 выдержав р-р 0,5х 45°		Сверло 2300-3441 ГОСТ 10902-77 Патрон 6251-0181 ГОСТ 14077-83	
015	Моечная	Ванны		
020	Контрольная	Контрольный стол		
025	Гальваническая	Ванны		
030	Контрольная	Контрольный стол		

Для обработки самой точной поверхности детали рассчитывается необходимое (достаточное) количество операций (переходов) по коэффициенту уточнения.

Необходимое общее уточнение рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_0 = \frac{T_{\text{заг.}}}{T_{\text{дет.}}}, \quad (16)$$

где  $T_{\text{заг.}}$  - допуск на изготовление заготовки (принимается по чертежу заготовки), мм;

$T_{\text{дет.}}$  - допуск на изготовление детали (принимается по чертежу детали), мм.

Промежуточные значения рассчитываются по формулам:

$$\varepsilon_1 = \frac{T_{\text{заг.}}}{T_1}; \quad \varepsilon_2 = \frac{T_1}{T_2}; \quad \varepsilon_3 = \frac{T_2}{T_3}; \quad \varepsilon_n = \frac{T_{n-1}}{T_n}, \quad (17)$$

где  $T_1, T_2, T_3, T_n$  - допуски размеров, полученные при обработке детали на первой, второй и т. д. операциях.

Точность обработки поверхности по принятому маршруту будет обеспечена, если соблюдается условие:

$$\varepsilon_0 \leq \varepsilon_{\text{пр}}, \quad (18)$$

Допуск заготовки  $T_{\text{заг.}} = 0,62$  мм, допуск детали  $T_{\text{дет.}} = 0,025$  мм.

Необходимое общее уточнение рассчитываем по формуле:

$$\varepsilon_0 = \frac{0,62}{0,025} = 24,8 \text{ мм}$$

Для обработки поверхности  $\varnothing 42\text{H}7^{(+0,025)}$  принимаем следующий маршрут:

- черновое точение;
- чистовое точение;
- точение тонкое.

Из справочника выписываем допуски на межоперационные размеры:

$$T_1 = 0,39 \text{ мм (кавалитет точности IT13);}$$

$$T_2 = 0,062 \text{ мм (кавалитет точности IT9);}$$

$$T_3 = 0,025 \text{ мм квалитет точности IT7.}$$

Рассчитываем промежуточные значения уточнений по формуле (23)

$$\varepsilon_1 = \frac{0,62}{0,39} = 1,6; \quad \varepsilon_2 = \frac{0,39}{0,062} = 6,3; \quad \varepsilon_3 = \frac{0,062}{0,025} = 2,5.$$

Определяем общее уточнение для принятого маршрута обработки:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 1,6 \cdot 6,3 \cdot 2,5 = 25,2$$

Полученное значение  $\varepsilon_{\text{пр}}$  показывает, что при принятом маршруте точность обработки поверхности  $\varnothing 42\text{H}7^{(+0,025)}$  обеспечивается, т. к.

$$\varepsilon_0 \leq \varepsilon_{\text{пр}} = 24,8 < 25,2$$

## 1.7. Расчет припусков на обработку, операционных и исходных размеров заготовки

Выполним расчёт операционных припусков на поверхность  $\varnothing 42h7_{(-0,025)}$  аналитическим методом.

Значение  $\rho_a$  определяем по формуле:

$$\rho_a = KL, \quad (19)$$

где  $K$  – величина удельного отклонения расположения:

для заготовки  $K = 0,5$  мкм/мм;

для точения черного  $K = 0,06$  мкм/мм;

для точения п/чистового  $K = 0,05$  мкм/мм;

для точения чистового  $K = 0,04$  мкм/мм;

для шлифования  $K = 0,03$  мкм/мм;

$L$  – расстояние от сечения, для которого определяется величина отклонения расположения до места крепления заготовки;

$$L = 10 \text{ мм}$$

$$\rho_a = 0,5 \cdot 10 = 5$$

$$\rho_a^I = 0,06 \cdot 5 = 0,3$$

$$\rho_a^{II} = 0,05 \cdot 0,3 = 0,015$$

$$\rho_a^{III} = 0,04 \cdot 0,015 = 0,0012$$

$$\rho_a^{IV} = 0,03 \cdot 0,0012 = 0,00004$$

Полученные значения  $\rho_a$  заносим в таблицу.

Заготовка базируется в трех кулачковом патроне, величину погрешности установки на заготовку  $\varepsilon_y$  берем из справочной литературы:

– для точения черного h12:  $\varepsilon_y^I = 130$  мкм

– для точения п/чистового h10:  $\varepsilon_y^{II} = 0,06 \cdot \varepsilon_y^I + \varepsilon_{\text{инд.}} = 58$  мкм

– для точения чистового h8:  $\varepsilon_y^{III} = 0,04 \cdot \varepsilon_y^{II} + \varepsilon_{\text{инд.}} = 50$  мкм

– для точения тонкого h7:  $\varepsilon_y^{III} = 0,04 \cdot \varepsilon_y^{III} + \varepsilon_{\text{инд.}} = 50 \text{ мкм}$

где  $\varepsilon_{\text{инд.}}$  - погрешность индексации  $\varepsilon_{\text{инд.}} = 50 \text{ мкм}$

Полученные значения  $\varepsilon_y$  заносим в таблицу.

Рассчитываем минимальный припуск:

$$2Z_{i \min} = 2(R_{zi-1} + T_{ai-1} + \sqrt{\rho_a^2 + \varepsilon_y^2}), \quad (20)$$

где  $Z_{i \min}$  – наименьший припуск на сторону;

$R_{zi-1}$  – шероховатость, полученная на предыдущем переходе;

$T_{ai-1}$  – глубина дефектного слоя поверхности заготовки после предыдущего перехода;

$\rho_a$  – суммарное отклонение расположения поверхности на предыдущем переходе;

$\varepsilon_y$  – векторная сумма поверхностей установки и базирования детали на выполненном переходе.

– для точения черного h12:

$$2Z_{i \min} = 2(40 + 130 + \sqrt{5^2 + 130^2}) = 660,2 \text{ мкм}$$

– для точения п/чистового h10:

$$2Z_{i \min} = 2(20 + 58 + \sqrt{0,3^2 + 58^2}) = 316 \text{ мкм}$$

– для точения чистового h8:

$$2Z_{i \min} = 2(10 + 50 + \sqrt{0,015^2 + 50^2}) = 200 \text{ мкм}$$

– для точения тонкого h7:

$$2Z_{i \min} = 2(6,3 + 50 + \sqrt{0,012^2 + 25^2}) = 110 \text{ мкм}$$

Полученные значения  $2Z_{i \min}$  заносим в таблицу.

Определяем расчетный минимальный размер для последнего технологического перехода:

$$d_p = d_{\max} - \delta, \quad (21)$$

$$d_p = 42 - 0,025 = 41,975 \text{ мм}$$

Определяем промежуточные расчетные размеры по обрабатываемым поверхностям по формуле:

$$d_{min} = d_p + 2Z_{i min}, \quad (22)$$

$$d_{min} = 41,975 + \frac{110}{1000} = 42,085 \text{ мм}$$

$$d_{min} = 42,085 + \frac{200}{1000} = 42,285 \text{ мм}$$

$$d_{min} = 42,285 + \frac{316}{1000} = 42,601 \text{ мм}$$

$$d_{min} = 42,601 + \frac{660,2}{1000} = 43,261 \text{ мм}$$

Полученные значения заносим в таблицу для последнего технологического перехода.

Определяем максимальные предельные размеры по технологическим переходам, вычитая значения допуска от максимальных значений:

$$d_{max} = d_{min} + \delta, \quad (23)$$

$$d_{max} = 41,975 + 0,025 = 42 \text{ мм}$$

$$d_{max} = 42,085 + 0,039 = 42,124 \text{ мм}$$

$$d_{max} = 42,285 + 0,10 = 42,385 \text{ мм}$$

$$d_{max} = 42,601 + 0,25 = 42,851 \text{ мм}$$

$$d_{max} = 43,261 + 0,62 = 43,881 \text{ мм}$$

Определяем предельные припуски  $Z_{max}$  как разность наименьших предельных размеров и  $Z_{min}$  как разность наибольших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов:

$$Z_{max} = (43,881 - 42,851) \cdot 1000 = 1030 \text{ мкм}$$

$$Z_{max} = (42,851 - 42,385) \cdot 1000 = 466 \text{ мкм}$$

$$Z_{max} = (42,385 - 42,124) \cdot 1000 = 261 \text{ мкм}$$



$$Z_{max} = (42,124 - 42) \cdot 1000 = 124 \text{ мкм}$$

$$Z_{min} = (43,261 - 42,601) \cdot 1000 = 660 \text{ мкм}$$

$$Z_{min} = (42,601 - 42,285) \cdot 1000 = 316 \text{ мкм}$$

$$Z_{min} = (42,285 - 42,085) \cdot 1000 = 200 \text{ мкм}$$

$$Z_{min} = (42,085 - 41,975) \cdot 1000 = 110 \text{ мкм}$$

Полученные данные заносим в сводную таблицу 5.

Таблица 5 – Расчет припусков и предельных размеров на  $\varnothing 42h7_{(-0,025)}$

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мм				Расчетный припуск $2Z_{i min}$ , мкм	Расчетный размер $d_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения	
	$Ra$	$Ta$	$\rho_a$	$Ey$				$d_{max}$ мм	$d_{min}$ мм	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка, h14	80	120	5,0			43,261	620	43,881	43,261		
Точение черновое, h12	40	60	0,3	130	660,192	42,601	250	42,851	42,601	1030	660
Точение п/чистовое, h10	20	30	0,0 15	58	316	42,285	100	42,385	42,285	466	316
Точение чистовое, h8	10	20	0,0 12	50	200	42,085	39	42,124	42,085	261	200
Точение тонкое, h7	6,3	15	0,0 004	25	110	41,975	25	42,000	41,975	124	110
Итого										1881	1286

Произведем проверку правильности выполненных расчетов:

$$2Z_{max} - 2Z_{min} = \delta_{заг} - \delta_{дет}, \quad (24)$$

$$2Z_{max} - 2Z_{min} = 1881 - 1286 = 595 \text{ мкм}$$

$$\delta_{заг} - \delta_{дет} = 620 - 25 = 595 \text{ мкм}$$

Условие выполняется.

## 1.8. Расчет точности операции

Расчет точности выполняется на одну операцию разработанного технологического процесса, на которой обеспечиваются 6...10 квалитеты точности. Обработка поверхностей деталей по 11...17 квалитетам не вызывает затруднений, поэтому нет необходимости проводить расчеты на точность.

Расчет точности следует проводить лишь тогда, когда обработка осуществляется методом автоматического получения размеров.

Наиболее целесообразно выполнять расчет точности для токарных чистовых операций.

При расчете технологической операции на точность величина суммарной погрешности обработки не должна превышать величины допуска на получаемый размер  $T_{дет.}$ .

Величина суммарной погрешности обработки по диаметральным и продольным размерам в общем виде в серийном производстве определяется по формуле:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{И} + \Delta_{Н} + \sqrt{\Delta_{сл}^2 + \varepsilon_{у}^2}, \quad (25)$$

где  $\Delta_{И}$  - погрешность, обусловленная износом режущего инструмента, мкм;

$\Delta_{Н}$  - погрешность настройки станка, мкм;

$\Delta_{сл}$  - поле рассеяния погрешностей обработки, обусловленных действием случайных факторов, мкм;

$\varepsilon_{у}$  - погрешность установки заготовки, мкм.

В массовом производстве суммарная погрешность обработки рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{И} + \sqrt{\Delta_{сл}^2 + \Delta_{Н}^2 + \varepsilon_{у}^2}, \quad (26)$$

На операции будет обеспечиваться необходимая точность обработки при условии, что

$$\Delta_{\Sigma} < T_{\text{дет.}}, \quad (27)$$

Расчеты всех составляющих, входящих в формулу, выполняются в соответствии с методикой, изложенной в [11, 14].

$$\Delta_{\Sigma} = 5 + 5 + \sqrt{10^2 + 5^2} = 21,2 \text{ мкм}$$

$$21,2 \text{ мкм} < 25 \text{ мкм}$$

## 1.9. Размерный анализ техпроцесса

При размерном анализе техпроцессов в большинстве случаев используется расчет размеров методом «максимум-минимум» (ММ).

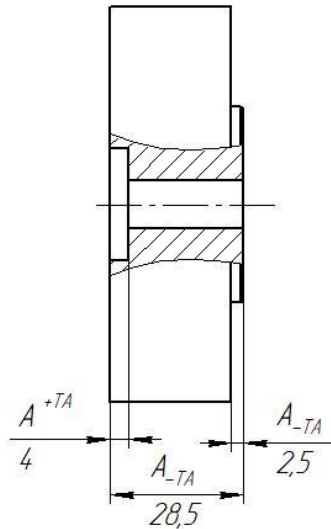


Рисунок 4 – Технологическая размерная цепь.

### 1.9.1 Назначение и расчет номинальных размеров

Номинальное значение замыкающего звена  $A_{\Delta}$  определим по формуле:

$$A_{\Delta} = \sum_{j=1}^n \overline{A}_j - \sum_{q=1}^m \overline{A}_q, \quad (28)$$

где  $A_j$  – номинальный размер любого увеличивающего звена;

$A_q$  – номинальный размер любого уменьшающего звена;

$j$  – индекс увеличивающего звена;

$q$  – индекс уменьшающего звена;

$n$  – число увеличивающих звеньев;

$m$  – число уменьшающих звеньев;

Тогда для заданной размерной цепи формула принимает вид:

$$A_{\Delta} = A_1 - (-A_2 + A_3)$$

$$A_{\Delta} = 28,5 - (-2,5 + 4) = 27(\text{мм})$$

### 1.9.2 Допуск замыкающего звена

Допуск замыкающего звена  $A_{\Delta}$  определим по формуле:

$$T(A_i) = Es(A_i) - Ei(A_i), \quad (29)$$

где

$Es(A_i)$  – верхнее отклонение звена;

$Ei(A_i)$  – нижнее отклонение звена;

Тогда

$$T(A_{\Delta}) = 0 - (-0,52) = 0,52(\text{мм})$$

### 1.9.3 Определение характеристик составляющих звеньев размерной цепи

9.3.1. Определение допусков составляющих звеньев

9.3.1.1 Определение среднего допуска

Средний допуск определим по формуле:

$$T(A)_{\text{ср}} = \frac{T(A_{\Delta})}{k}, \quad (30)$$

Где  $T(A_{\Delta})$  - допуск замыкающего звена;

$k$  – число звеньев размерной цепи;

тогда

$$T(A)_{\text{ср}} = \frac{0,52}{3} = 0,173 (\text{мм})$$

9.3.2. Назначение отклонений на звенья размерной цепи

На увеличивающие звенья допуски назначаются в "+", а на уменьшающие звенья допуски назначаются в "-"

$$A1 = 28,5_{-0,52} (\text{мм});$$

$$A2 = 2,5_{-0,25} (\text{мм});$$

$$A3 = 4^{+0,3} (\text{мм});$$

9.3.3. Определение середины поля допуска  $i$ -го звена

Середину поля допуска  $i$ -го звена определим по формуле:

$$C(A_i) = \frac{Es(A_i) + Ei(A_i)}{2}, \quad (31)$$

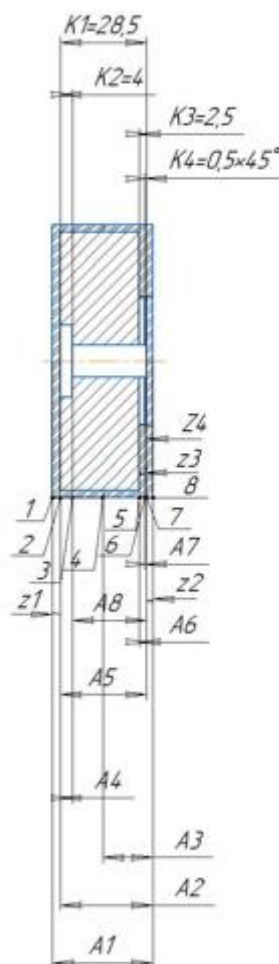
тогда

$$C(A_1) = \frac{(0 + (-0,52))}{2} = -0,26$$

$$C(A_2) = \frac{(0 + (-0,25))}{2} = -0,125$$

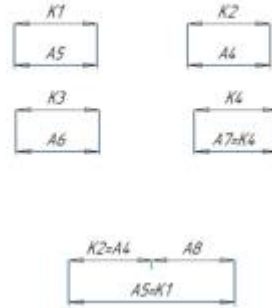
$$C(A_3) = \frac{(0 + (0 + (-0,3)))}{2} = -0,15$$

*Размерная схема  
технологического процесса*



*Рисунок 5 - Размерная схема.*

Размерные цепи, в которых конструкторские размеры непосредственно не выдерживаются



Размерные цепи, в которых замыкающими звеньями являются припуски

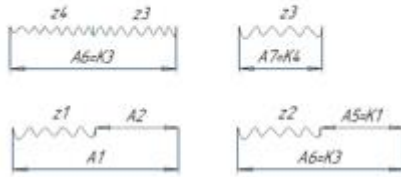


Рисунок 6 - Размерные цепи.

Граф технологических размерных цепей

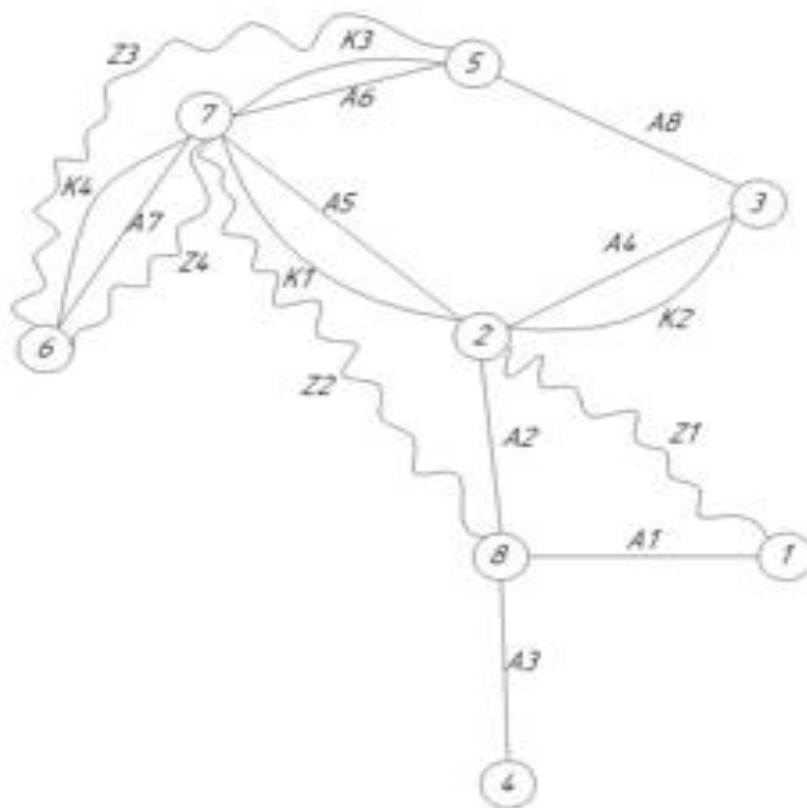


Рисунок 7 - Граф-дерево.

## 1.10. Расчет режимов резания

При назначении и расчете режима резания учитывают материал и состояние поверхности заготовки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, тип оборудования и его технологические возможности. При этом элементы режима резания находятся во взаимной функциональной зависимости, устанавливаемыми эмпирическими формулами. Глубина резания  $t$  и подача  $S$  непосредственно влияют на стойкость  $T$  инструмента, с которой, в свою очередь, связана скорость резания.

Операция 010. Переход 2. Подрезать торец 1.

1. Обработка выполняется резцом 2103-0713 ГОСТ 20872-80, установленным в резцедержателе револьверной головки. Материал режущей части резца Т15К6.

2. Глубина резания  $t = 1,5$  мм.

3. Подача при точении назначается в зависимости от качества обрабатываемой поверхности и радиуса при вершине резца.

$$S = 0,14 \cdot 0,45 = 0,063 \text{ мм/об.}$$

В соответствии с паспортом станка принимаем подачу  $S = 0,1$  мм/об.

4. Значение скорости резания  $V_{\text{табл.}}$  корректируется с помощью поправочных коэффициентов, учитывающих конкретные условия обработки:

$$V = V_{\text{табл.}} \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_C \cdot K_{\text{И}} \cdot K_b \cdot K_q \cdot K_{\varphi} \cdot K_{\varphi 1} \cdot K_D, \quad (32)$$

где  $K_T$  - коэффициент, зависящий от периода стойкости;

$K_M$  - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K_C$  - коэффициент, зависящий от состояния металла;

$K_{\text{И}}$  - коэффициент, зависящий от материала режущей части инструмента;

$K_b$  - коэффициент, зависящий от наличия корки или окалины;

$K_q$  - коэффициент, зависящий от поперечного сечения резца;

$K_{\varphi}$  - коэффициент, зависящий от главного угла в плане;



$K_{\varphi_1}$  - коэффициент, зависящий от вспомогательного угла в плане;

$K_D$  - коэффициент, зависящий от вида работ.

$$V_{\text{табл.}} = 294 \text{ м/мин}; K_T = 1,08; K_M = 1,6; K_C = 1,0; K_{\text{И}} = 1,0; K_b = 0,9; K_q = 0,9; K_{\varphi} = 0,81; K_{\varphi_1} = 1,0; K_D = 1,0.$$

В соответствии с принятыми коэффициентами скорость резания

$$V = 294 \cdot 1,08 \cdot 1,6 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,81 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 333,4 \text{ м/мин.}$$

5. Частота вращения шпинделя может быть определена по формуле

$$n = 1000 \cdot V / \pi \cdot D_D, \quad (33)$$

где  $D_D$  - диаметр обрабатываемой поверхности.

$$n = 1000 \cdot 333,4 / \pi \cdot 90 = 964 \text{ об/мин}$$

Величина частоты вращения уточняется по паспорту станка:

$$n = 1000 \text{ об/мин}$$

6. Далее необходимо уточнить скорость резания в соответствии с принятым значением частоты вращения:

$$V = \pi \cdot 90 \cdot 1000 / 1000 = 345 \text{ м/мин.}$$

7. Сила резания при точении определяется по формуле:

$$P_z = P_{z \text{ табл.}} \cdot t, \quad (34)$$

где  $P_{z \text{ табл.}}$  - главная составляющая силы резания

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = P_z \cdot V / 60, \quad (35)$$

$$P_z = 0,3 \cdot 0,5 = 0,15 \text{ кН,}$$

$$N_p = 0,15 \cdot 345 / 60 = 0,86 \text{ кВт.}$$

На последнем шаге необходимо сравнить полученное значение мощности резания с мощностью станка, которая рассчитывается по следующей формуле:

$$N_{СТ} = \eta \cdot N_{дв}, \quad (36)$$

где  $N_{дв}$  - мощность электродвигателя главного привода станка, кВт;

$\eta$  - КПД станка.

$$N_{СТ} = 0,9 \cdot 6,3 = 5,7 \text{ кВт.}$$

Эффективная мощность резания не превышает мощность станка, следовательно, принятые режимы резания являются допустимыми.

Расчеты режимов резания по остальным переходам сведены в таблицу 7.

Таблица 6 – Расчеты режимов резания.

Номер операции	Наименование операции, перехода	Глубина резания $t$ , мм	Длина резания $l_{рез}$ , мм	Подача $S_0$ , мм/об		Скорость $V$ , м/мин		Частота вращения, мин <sup>-1</sup>		Минутная подача $S_m$ , мм/мин	Основное время $t_0$ , мин
				расчетная	принятая	расчетная	принятая	расчетная	принятая		
010	Токарная с ЧПУ										
	Установ А										
	1. Установить и закрепить заготовку										
	2. Точить торец 1, выдержав р-р 30,5 мм	1,5	45	0,06	0,1	333	345	964	1000	60	0,1
	3. Точить поверхность 2 с подрезкой торца, выдержав р-ры Ø86 и 15 мм соответственно	2,0	15	0,13	0,15	194	200	765	800	120	0,12
	4. Точить поверхность 2, выдержав р-р Ø85 и 15 мм соответственно	0,5	15	0,13	0,15	194	200	765	800	120	0,12
	5. Сверлить отверстие 3 на проход, выдержав р-р Ø10,4 мм	5,2	30,5	0,08	0,1	19	20	1108	1100	40	0,21
	6. Расточить поверхность 4, выдержав р-ры Ø24 и 4 мм соответственно	2 2	13,6 13,6	0,13 0,13	0,15 0,15	194 194	200 200	765 765	800 800	120	0,3
Установ Б											

7. Переустановить заготовку в правый шпиндель станка											
8. Точить торец 5, выдержав р-р 28,5 мм	1,5	45	0,06	0,1	333	345	964	1000	60	0,1	
9. Точить поверхность 2 с подрезкой торца, выдержав р-ры Ø86 и 15 мм соответственно	2,0	15	0,13	0,15	194	200	765	800	120	0,12	
10. Точить поверхность 2, выдержав р-р Ø85 и 15 мм соответственно	0,5	15	0,13	0,15	194	200	765	800	120	0,12	
11. Точить поверхность 6 с подрезкой торца 7 предварительно окончательно, выдержав р-ры Ø42,5(-0,2) и 2,5 мм соответственно	1,5 0,7	21,7 21,2	0,16 0,16	0,2 0,2	220 220	250 250	875 875	1000 1000	160	0,4	
12. Точить поверхность 6 с подрезкой торца 7 окончательно, выдержав р-ры Ø42(-0,025) и 2,5 мм соответственно	0,3	21	0,08	0,1	234	250	1108	1100	120	0,1	
13. Точить фаску 8 выдержав р-р 0,5х 45°	0,5	0,5	0,08	0,1	234	250	1108	1100	120	0,1	
ИТОГО										0,94	

### 1.11. Описание технологического оборудования

Для заготовительной 005 операции выбран Автоматический ленточнопильный станок KESMAK KMS 280 рис.8.

Преимущества резки на ленточнопильном станке:

- высокая точность резки: 0,1 - 1,5мм, отклонение от вертикали до 0,05мм
- высокое качество поверхности реза
- малая ширина пропила (до 1,5 мм) экономит расход металла
- возможность резки пакетов заготовок
- все виды заготовок: сплошные заготовки, сортовой прокат, трубы.



*Рисунок 8 - Автоматический ленточнопильный станок KESMAK KMS 280.*

Для токарной 010 операции выбран токарный обрабатывающий центр (двухшпindelный) 1715-2D.



*Рисунок 9 - токарный обрабатывающий центр (двухшпindelный) 1715-2D.*

Токарный обрабатывающий центр модели 1715-2D предназначен для комплексной обработки деталей типа тел вращения.

Полная обработка детали за один установ исключает погрешности базирования, имеющие место при традиционной технологии. Концентрация операций на одном станке позволяет достичь ощутимой экономии за счет отказа от изготовления специальной оснастки для базирования заготовок на смежных операциях.

На станке за один установ возможно выполнение операций:

- наружного точения цилиндрических и фасонных поверхностей;
- растачивания, сверления, развертывание отверстий соосных оси шпинделя, а также радиальных, тангенциальных;
- нарезание резьб в отверстиях;
- фрезерования концевыми, торцевыми, трехсторонними и фасонными фрезами;
- шлицевой и зубофрезерной обработки.

Станок оснащается СЧПУ и электроприводами, как отечественного исполнения, так и производства зарубежных фирм SIEMENS, FANUC.

Основные технические характеристики станка приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Основные технические характеристики.

Параметр	Значение
1	2
Наибольший диаметр устанавливаемой заготовки, мм:	
над станиной	300 (400*)
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм:	
над станиной	210 (350*)
Наибольшая длина обрабатываемого изделия в центрах, мм	500
Максимальные перемещения по оси Y, мм	±50
Наибольшая частота вращения инструментального шпинделя 12-ти позиционной головки револьверной, об/мин	6000
Пределы скоростей установочных перемещений, м/мин:	
по координате Z	20
по координате X	20
по координате Y	10
Размер конца шпинделя	A6 (A8*)
Мощность двигателя контршпинделя, кВт	5,5-7,5 (7,5-11)*
Диапазон частот вращения контршпинделя, об/мин	45-4500
Диаметр патрона, мм	160 (200*)
Диапазон круговых подач шпинделя в режиме координаты "C", об/мин	0,01-20**
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	45-4500 (5500*)
Типоразмер хвостовика инструмента	Ø30 VDI (Ø40*)
Количество позиций в инструментальном магазине	12
Максимальные размеры инструмента, устанавливаемого в магазине	
диаметр, мм	80
длина, мм	150
вес, кг	2
Мощность главного привода (S1/S6 - 40%), кВт	5,5-7,5 (7,5-11)*
Мощность привода шпинделя инструментальной головки (S1/S6 - 40%), кВт	2,2-3,7 (3,7-4,2)*
Габаритные размеры станка (без установленного транспортёра стружки), мм:	
высота	1820
ширина	1735
длина	2990
Масса, кг	450000*)

## 1.12. Расчет норм времени операций техпроцесса

Норма времени при выполнении станочных работ состоит из нормы подготовительно-заключительного времени и нормы штучного времени.

Вспомогательное время на операцию определяем по формуле:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{м}}, \quad (37)$$

$t_{\text{уст}}$  – время на установку и снятие детали,  $t_{\text{уст}} = 0,10$  мин;

$t_{\text{м}}$  – машинно-вспомогательное время,

$$t_{\text{м}} = t_{\text{хх}} + t_{\text{см}} + t_{\text{пов}}, \quad (38)$$

$t_{\text{хх}}$  – суммарное время холостых ходов,  $t_{\text{хх}} = 0,6$  мин;

$t_{\text{см}}$  – суммарное время, необходимое на смену инструмента,  $t_{\text{см}} = 0,5$  мин;

$t_{\text{пов}}$  – суммарное время необходимое на поворот стола, при выполнении токарных работ - параметр не учитывается;

$$t_{\text{м}} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мин}$$

$$t_{\text{всп}} = 0,1 + 1,1 = 1,2 \text{ мин}$$

Оперативное время  $t_{\text{оп}}$  определим по формуле:

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{о}} + t_{\text{всп}}, \quad (39)$$

$$t_{\text{оп}} = 0,94 + 1,2 = 2,14 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}}, \quad (40)$$

$t_{\text{тех}}$  – технологическое обслуживание рабочего места,  $t_{\text{тех}} = 1,0$  мин;

$t_{\text{орг}}$  – время организационного обслуживания рабочего места  $t_{\text{орг}} = 0,5$  мин;

$$t_{\text{обс}} = 1 + 0,5 = 1,5 \text{ мин}$$

Штучное время определяется по формуле:

$$T_{\text{шт}} = t_0 + t_{\text{всп}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}}, \quad (41)$$

$t_0$  – основное технологическое время;

$t_{\text{всп}}$  – вспомогательное время на операцию;

$t_{\text{обс}}$  – время обслуживания рабочего места;

$t_{\text{отд}}$  – время, на отдых и личные надобности,  $t_{\text{отд}} = 5$  мин;

Операция 010

$$T_{\text{шт}} = 0,94 + 2,0 + 2,0 + 5 = 9,94 \text{ мин}$$

Число заготовок в партии:

$$q_{\text{парт}} = \frac{N \cdot a}{T}, \quad (42)$$

где  $N$  - объем выпуска;

$T$  - количество рабочих дней в планируемом периоде выпуска;

$a$  - периодичность запуска, дн.

В качестве периода выпуска рассмотрим 2022 год. В данном году число рабочих дней составляет 247. Запуск деталей будет осуществляться с периодичностью 3 дня. Тогда количество деталей в партии равно  $n = 122$  шт.

$$q_{\text{парт}} = \frac{10000 \cdot 3}{252} = 119 \text{ шт.}$$

Подготовительно-заключительное время:

$$t_{\text{п-з}} = 7 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время:



$$t_{шт-к} = T_{шт} + \frac{t_{п-з}}{q_{парт}}, \quad (43)$$

Операция 010

$$t_{шт-к} = 9,94 + \frac{7}{119} = 10 \text{ мин}$$

Расчет норм времени сводим в таблицу 8.

Таблица 8 - Техническое нормирование

№ операции	$t_o$ , мин	$t_{всп}$ , мин	$t_{оп}$ , мин	$t_{обс}$ , мин	$t_{п-з}$ , мин	$T_{шт}$ , мин	$t_{шт-к}$ , мин
010	0,94	2,0	2,14	1,5	7	9,94	10

### 1.13 Экономическое обоснование принятого варианта техпроцесса и технико-экономические показатели

При оценке эффективности того или иного варианта техпроцесса наиболее выгодным признается тот, у которого сумма текущих и приведенных капитальных затрат на единицу продукции будет минимальной.

Расчеты приведенных затрат и технологической себестоимости выполняются для всех изменяющихся операций техпроцесса.

Приведенные затраты для двух сравниваемых вариантов техпроцесса рассчитываются по формуле:

$$З = С + E_H (K_C + K_{ЗД}), \quad (44)$$

где  $C$  - технологическая себестоимость, р.;

$E_H$  - коэффициент экономической эффективности капитальных вложений ( $E_H = 0,5$ );

$K_C$  и  $K_{ЗД}$  - удельные капитальные вложения в станок и здание соответственно.

Расчет основной и дополнительной зарплаты выполняется по формуле:

$$C_З = C_ч \cdot K_Д \cdot З_H \cdot K_{О.М}, \quad (45)$$

где  $C_ч$  - часовая тарифная ставка рабочего (принимается по установленным тарифным ставкам), р./ч;

$K_Д$  - коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату и начисления ( $K_Д = 1,7$ );

$З_H$  - коэффициент, учитывающий оплату наладчика ( $З_H = 1,0$ );

$K_{О.М}$  - коэффициент, учитывающий оплату рабочего при многостаночном обслуживании ( $K_{О.М} = 1,0$ ).

Расчет часовых затрат по эксплуатации рабочего места выполняется по формуле:

$$C_{\text{ЭКСП.}} = C_{\text{ч.з.}} \cdot K_M, \quad (46)$$

где  $C_{\text{ч.з.}}$  - часовые затраты на базовом рабочем месте (принимаются по материалам производственной практики), р./ч;

$K_M$  - коэффициент, показывающий, во сколько раз затраты, связанные с работой данного станка, больше, чем аналогичные расходы у базового станка (принимается по прил. 2 [1]).

Удельные капитальные вложения в станок рассчитываются по формуле:

$$K_C = \frac{C_C \cdot K_M \cdot C_{\Pi}}{N}, \quad (47)$$

где  $C_C$  - отпускная цена станка, р.;

$K_M$  - коэффициент, учитывающий затраты на транспортировку и монтаж ( $K_M = 1,1$ );

$C_{\Pi}$  - принятое число станков на операцию ( $C_{\Pi} = 1,0$ );

$N$  - годовой объем выпуска деталей.

Удельные капитальные вложения в здание рассчитываются по формуле<sup>^</sup>

$$K_{\text{зд}} = \frac{C_{\text{пл}} \cdot P_C \cdot C_{\Pi}}{N}, \quad (48)$$

где  $C_{\text{пл}}$  - стоимость 1 м<sup>2</sup> производственной площади (принимается по материалам производственной практики), р. /м<sup>2</sup>;

$P_C$  - площадь, занимаемая станком с учетом проходов, м<sup>2</sup>;

$C_{\Pi}$  - принятое число станков на операцию ( $C_{\Pi} = 1,0$ ).

Занимаемая станком площадь  $P_C$  определяется по формуле:

$$P_C = f \cdot K_C, \quad (49)$$

где  $f$  - площадь станка в плане (произведение длины и ширины),  $\text{м}^2$ ;

$K_C$  - коэффициент, учитывающий дополнительную производственную площадь ( $K = 3,5$  при  $f = 24 \text{ м}^2$ ;  $K = 3$  при  $f = 46 \text{ м}^2$ ;  $K = 4$  при  $f < 2 \text{ м}^2$ ).

Технологическая себестоимость рассчитывается для всех операций по формуле:

$$C = (C_3 + C_{\text{ЭКСП}}) \cdot \frac{T_{\text{шт}}}{60}, \quad (50)$$

Экономический эффект от внедрения принятого варианта технологического процесса рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E} = (Z_{\text{БАЗ}} - Z_{\text{ПР}}) \cdot N, \quad (51)$$

где  $Z_{\text{БАЗ}}$  - приведенные затраты по базовому варианту техпроцесса;

$Z_{\text{ПР}}$  - приведенные затраты по проектируемому варианту.

$$C_3 = 100 \cdot 1,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 170 \text{ р.}$$

$$C_{\text{ЭКСП.}} = 150 \cdot 0,9 = 135 \text{ р.}$$

$$K_C = \frac{2500000 \cdot 1,1 \cdot 1}{10000} = 275 \text{ р.}$$

$$K_{\text{зд}} = \frac{20000 \cdot 10 \cdot 1}{10000} = 20 \text{ р.}$$

$$C = (170 + 135) \cdot \frac{9,94}{60} = 50,52 \text{ р./ч}$$

Результаты расчетов приведенных затрат сводятся в таблицу (табл. 9).

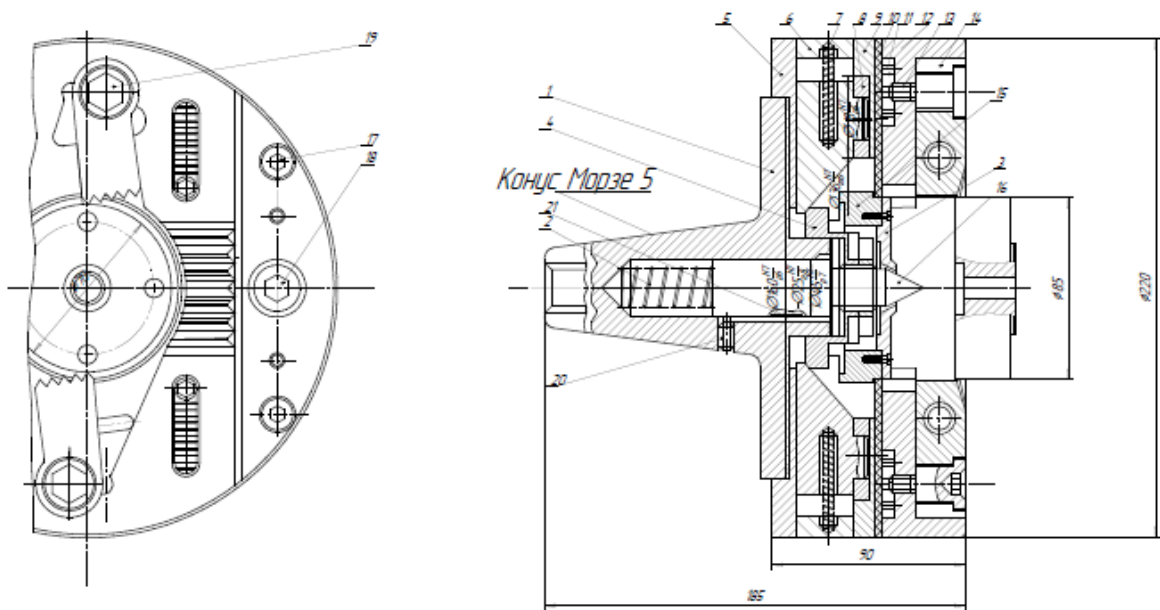
*Таблица 9 – Расчет приведенных затрат*

Операция	Модель станка	T <sub>шт</sub> , мин	C <sub>з</sub> , р.	C <sub>эксп</sub> р.	K <sub>с</sub> , р.	K <sub>зд</sub> , р.	C, р.
Базовый вариант							
010 Токарная	16K20	7,8	170	135	11	20	39,65
010 Токарная	16K20	5,2	170	135	11	20	26,43
010 Токарная	16K20	4,5	170	135	11	20	22,87
Итого:		17,5	510	405	33	60	88,95
Проектируемый вариант							
010 Токарная с ЧПУ	1715-2D	9,94	170	135	275	20	50,52
Итого:		9,94	170	135	275	20	50,52

## 2. Конструкторская часть

### 2.1 Предлагаемый вариант конструкции устройства

В производстве особое значение уделяется токарному тонкому точению, от которого во многом зависит качество и точность деталей. На 4.1 показан патрон поводковый самозажимной, предназначенный для чистовой обработки деталей клапанов и др., состоящий из конуса 1, центра 16, пружины 2, кольца 8, плавающего кольца 15, кулачков 14, втулок 3 и 4. В процессе работы патрон автоматически зажимает заготовку между центром 15 и вращающимся центром задней бабки. В момент включения фрикциона зажимной узел вместе с обрабатываемой заготовкой на какое-то мгновение (в силу инерции) останется неподвижным, а в это время конус 1 с кольцом 3 и



*Рисунок 10 - Конструкция приспособления патрон поводковый самозажимной.*

пальцами начнет вращаться вместе со шпинделем, при этом свободно посаженные в продольных- пазах кулачки 14, поворачиваясь на осях 13, автоматически зажимают обрабатываемую деталь клапан, вращая ее. С увеличением силы резания одновременно увеличивается сила зажима детали.

После обработки детали, патрон слегка вручную поворачивают против часовой стрелки, и кулачки 14, разжимаясь, освобождают деталь. При этом слегка поворачивается центр 16 вместе с фланцем, который посредством трех прорезанных в нем пазов увлекает за собой плавающее кольцо 3. Кулачки 14, установленные на скользящей посадке на осях 13.

Точное центрирование кулачков 14 по наружной поверхности обработанной детали клапана обеспечивается плавающим кольцом, которое вместе с закрепленными на нем кулачками 14 может перемещаться между конусом 1 и кольцом занимая требуемое положение.

Выбор схем базирования и схем установки детали при восстановлении производится с использованием схем, приведенных в ГОСТ 21495-76, ГОСТ 3.1107-81. Базовые поверхности выбираем с таким расчётом, чтобы при установке и замене деталь не смещалась с приданного местоположения и не деформировалась под воздействием сил резания и усилий закрепления. При выборе баз необходимо учитывать:

- по возможности выбирать те базы, которые использовались при изготовлении детали;
- базы должны иметь минимальный износ;
- базы должны быть жёстко связаны точными размерами с основными поверхностями детали, влияющими на работу в сборочной единице.

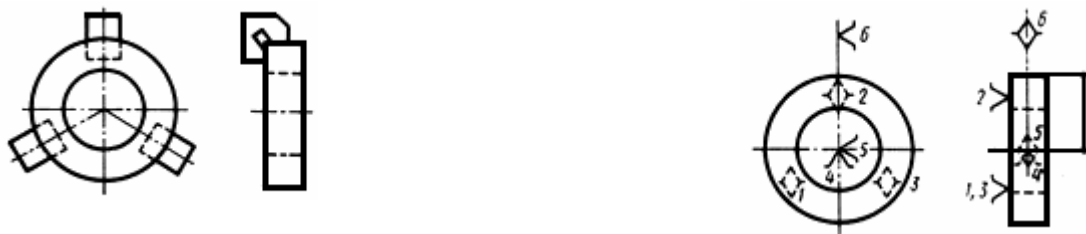
Технологической базой является торцевая поверхность.

Схема базирования на первой операции механической обработки:

Условное обозначение схемы с использованием ГОСТ 3.1107 – 81.

Схема базирования при механической обработке токарной.

Установка детали в приспособлении патрон токарный поводковый самозажимной рис 11.



*Рисунок 11- Схема базирования на операции механической обработки оправки*



## 2.2 Выбор измерительного инструмента

Выбор измерительных средств [5] определяется заданной точностью изготовления и конструктивными особенностями измеряемой детали, объемом выпуска деталей и экономическими показателями средств измерения (стоимость прибора, его производительность, время настройки, требуемая квалификация контролера).

Конструктивные формы детали, число контролируемых параметров, габаритные размеры и масса также влияют на выбор средств измерения. Контролируемый размер должен соответствовать пределам измерения на приборе.

1. Штангенциркуль м глубиномером ШЦ-II-150-0,05 ГОСТ 166-89 (для всех размеров 14 качества).
2. Калибр-скоба  $\varnothing 42 h7$  ГОСТ 16776-93 (для диаметра 42 h7)
3. Индикатор часового типа с ценой деления 0,01мм ГОСТ 577-68 со стойкой и измерительным столом и концевыми мерами длины (для измерения параллельности).
4. Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93 (для сравнения шероховатости Ra2,5 Rz40).

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

Студенту:

<b>Группа</b> З-4А7Б	<b>ФИО</b> Глобенок Екатерине Александровне
-------------------------	--

<b>Школа</b> Уровень образования	<b>ИШНПТ</b> бакалавр	<b>Отделение школы</b> Направление/специальность	<b>Отделение машиностроения</b> 15.03.01 Машиностроение
--	--------------------------	---	--

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Сумма затрат проекта не более 385000 рублей. В реализации проекта задействованы 2 человека: инженер (исполнитель); научный руководитель.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Районный коэффициент – 1,3. Размер МРОТ 2022 = 13890 рублей.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Страховые взносы 30,2%.

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Описание потенциальных потребителей результата исследования. Составление оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений (разработок).
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Составление плана реализации проекта, построение графика Ганта, формирование бюджета работ.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Расчет интегрального показателя эффективности проекта.

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

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения НИ

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Клемашева Елена Игоревна	канд. экон. наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
З-4А7Б	Глобенок Екатерина Александровна		

### **3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Цель раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям. Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

#### **3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.**

##### **3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.**

Чтобы проанализировать результаты исследования рынка, необходимо выявить целевой рынок и найти критерии его сегментации. Для разработки и изготовления детали «оправка», критериями выделены местоположение сегментов разделим на близкое, дальнее, зарубежное относительно г. Томска  
таблица 3.1.

Таблица 3.10 – Карта сегментирования рынка детали «оправка»

Местоположение	Наименование работ	
	Разработка детали «оправка»	Изготовление детали «оправка»
Близкое (г. Томск)	АО "НПЦ "Полюс"	АО "НПЦ "Полюс"; ООО «ПК «СТАЛЬТОМ»
Дальнее (г. Бердск)	-----	АО «БЭМЗ»
Зарубежное	-----	-----

Результаты:

1. Основные сегменты рынка, это предприятия заказчики: АО "НПЦ "Полюс"; ООО «ПК «СТАЛЬТОМ»»; АО «БЭМЗ».
2. Наиболее предпочтительным для работы является предприятие АО "НПЦ "Полюс".
3. На зарубежном рынке разработка и изготовление данной детали «оправка» не применяется.

### 3.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Данный раздел посвящен конкурентоспособности исследования. Позиция разработки и конкурентов оценивается по пятибалльной шкале, с шагом 1 балл, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;  $B_i$  – вес показателя (в долях единицы);  $B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Где вес показателя – это важность фактора (по пятибалльной шкале), деленная на сумму важностей всех факторов.

На примере 3 технологий изготовления детали «оправка», проведен анализ конкурентоспособности исследования.

Таблица 3.11 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Уровень качества	0,2	4	3	3	0,8	0,6	0,6
2. Надежность	0,05	4	2	3	0,2	0,1	0,15
3. Простота изготовления	0,15	4	4	4	0,6	0,6	0,6
4. Безопасность	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
5. Наличие эксплуатационных документов	0,05	2	2	2	0,1	0,1	0,1
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность	0,1	4	2	3	0,4	0,2	0,3
2. Цена	0,2	4	2	3	0,8	0,4	0,6
3. Послепродажное обслуживание	0,1	3	1	1	0,3	0,1	0,1
4. Срок эксплуатации	0,1	3	3	3	0,3	0,3	0,3
<b>Итого:</b>	<b>1</b>	<b>32</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	<b>3,7</b>	<b>2,6</b>	<b>2,95</b>

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что разработка более конкурентоспособна и ресурсоэффективна. Проведение проекта целесообразно, так как он обладает рядом преимуществ: универсальность, безопасность, быстрота и простота в эксплуатации.

### 3.1.3. SWOT-анализ

Чтобы исследовать внешнюю и внутреннюю среду проекта, проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз в три этапа, 1 этап таблица 3.4.

Таблица 3.12 – Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии; С2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями; С3. Экологичность технологии изготовления; С4. Актуальность научного исследования.	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1.Отсутствие материалов для исследования. Сл2.Отсутствие квалифицированных кадров Сл3.Вероятность получения брака. Сл4.Отсутствие оборудования для испытаний образца.
<b>Возможности:</b> В1. Увеличение степени надежности разработки. В2. Появление спроса на новый проект. В3. Повышение стоимости конкурентных разработок.		
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие спроса на разработку. У2. Развитая конкуренция.		

Второй этап представлен в таблицах 3.5; 3.6; 3.7; 3.8.

Таблица 3.5 – Интерактивная матрица «Сильные стороны и возможности»

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	-	-	-	-
	В2	-	+	+	-
	В3	-	+	-	+
	В4	+	+	-	-

Таблица 3.6 – Интерактивная матрица «Слабые стороны и возможности»

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	В1	-	-	+	+
	В2	-	-	-	-
	В3	-	-	-	-
	В4	-	-	-	-

Таблица 3.7 – Интерактивная матрица «Сильные стороны и угрозы»

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4
	У1	-	+	-	-
	У2	-	+	-	-

Таблица 3.8 – Интерактивная матрица «Слабые стороны и угрозы»

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	-	-	-	+
	У2	-	-	-	-

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица SWOT-анализа, которая представлена в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</b>  С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии  С2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями.  С3. Экологичность технологии изготовления  С4. Актуальность научного исследования.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</b>  Сл1.Отсутствие материалов для исследования.  Сл2.Отсутствие квалифицированных кадров  Сл3.Вероятность получения брака.  Сл4.Отсутствие оборудования для испытаний образца.</p>
<p><b>Возможности</b>  В1. Увеличение степени надежности разработки.  В2. Появление спроса на новый проект.  В3. Повышение стоимости конкурентных разработок.  В4. Сокращение численности безработных</p>	<p><b>Направления развития</b>  В2С2С3. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции позволяет расширить спрос, использование новейшей информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки.  В3С2С4. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции и экологичность технологии являются хорошим основанием для внедрения технологии в аэрокосмической области.  В4С1С2. Низкая цена исходного сырья и высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции являются основой для экспорта за рубеж и выхода на мировой рынок.</p>	<p><b>Сдерживающие факторы</b>  В1Сл3Сл4Сл5. Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.</p>
<p><b>Угрозы</b>  У1. Отсутствие спроса на разработку.  У2. Развитая конкуренция.</p>	<p><b>Угрозы развития</b>  У1С2.Повышение конкурентоспособности из-за низкой стоимости материалов.  У2С2.Бюджетное производство и актуальность могли бы устранить экономические трудности продвижения проекта.</p>	<p><b>Уязвимости:</b>  У1Сл4Сл5. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.</p>

Благодаря проведенному SWOT-анализу можно сделать вывод о том, что в основном трудности и проблемы в реализации проекта можно решить за счет



имеющихся сильных сторон и возможностей. Однако, имеется необходимость в дополнительном финансировании.

### 3.2. Планирование научно-исследовательских работ

#### 3.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- 1) определение структуры работ в рамках научного исследования;
- 2) определение количества исполнителей для каждой из работ;
- 3) установление продолжительности работ;
- 4) построение графика проведения научных исследований.

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлен в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения работ	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Инженер, научный руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

---

### 3.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5},$$

где  $t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{min}i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{max}i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой  $i$ -ой работы в рабочих днях  $T_{Pi}$ , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{Pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i},$$

где  $T_{Pi}$  – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал},$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$  – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.рук} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22$$

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,47$$

где  $T_{кал}$  – общее количество календарных дней в году;  $T_{вых}$  – общее количество выходных дней в году;  $T_{пр}$  – общее количество праздничных дней в году (2022 год).

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$
	$t_{min}$ , чел-дни		$t_{max}$ , чел-дни		$t_{ожс}$ , чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения работ	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Обзор научной литературы	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Планирование эксперимента	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7
6. Подготовка образцов для эксперимента	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
7. Проведение эксперимента	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Обработка полученных данных	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Оценка правильности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13
<b>Итого:</b>	7	59	15	84	13,5	68,5	68,5	102

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – инженер.

Далее приведен календарный план-график с диаграммой Ганта на основе календарного плана проекта (рисунок 3.1). График строится для максимального

по длительности исполнения работ в рамках НИР с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

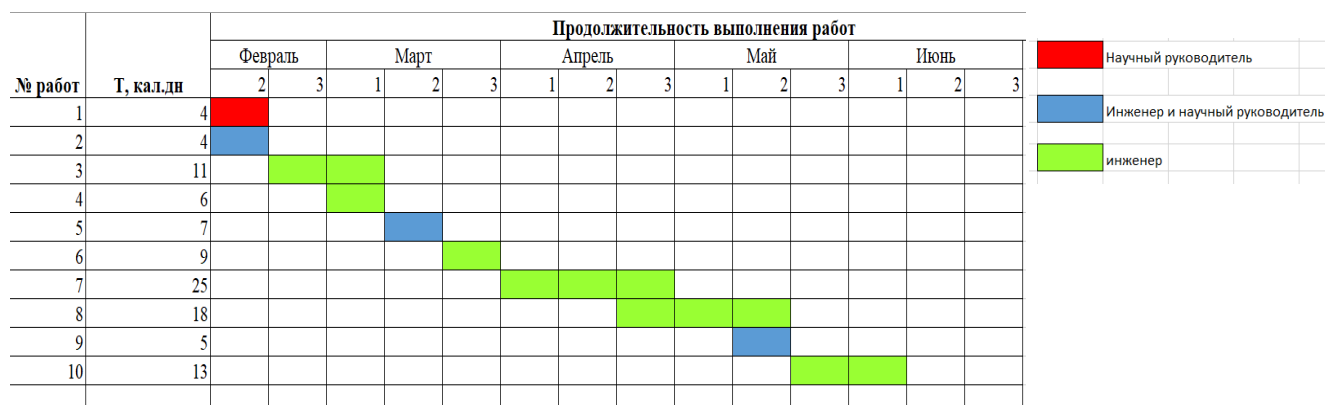


Рисунок 3.1 – Диаграмма Ганта на основе календарного плана проекта

Общее число календарных дней, в течении которых выполнялась работа – 102.

### 3.3. Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением.

В этой работе использовалась группировка затрат по следующим статьям:

- 1) материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- 2) затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- 3) основная заработная плата исполнителей темы;
- 4) дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- 5) отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- 6) накладные расходы НИР.

#### 3.3.1. Материальные затраты

Основной материальными затратами данного проекта являются затраты на работу с документацией. Результаты по материальным затратам представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Картридж для лазерного принтера	3 490	1	3 490
Итого:			3 490

### 3.3.2. Затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по данной теме.

Какое-либо специальное оборудование для работы дополнительно не закупалось. В данном разделе будет осуществляться расчет амортизации оборудования, которое было приобретено еще до начала выполнения работ.

К специальному оборудованию, необходимому для проведения экспериментальных работ, относится персональный компьютер фирмы ASUS.

Ежегодную сумму амортизационных отчислений рассчитывают следующим образом:

$$A = \frac{C_{\text{перв}} \cdot N_a \cdot t}{365 \cdot 100},$$

где  $A$  – ежегодная сумма амортизационных отчислений;

$C_{\text{перв}}$  – первоначальная стоимость объекта;

$N_a = 100/T_{\text{сл}}$  – норма амортизационных отчислений;

$T_{\text{сл}}$  – срок службы;

$t$  – время использования оборудования

Все расчеты по приобретению оборудования, имеющегося в организации, но используемого для исполнения данных экспериментов, сводятся в таблицу 3.12.

Таблица 3.12 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Дни эксплуатации	Срок службы, лет	Стоимость оборудования, тыс.руб.	Амортизационные отчисления, руб.
1	Персональный компьютер фирмы HP	55	2	141	10623
<b>Итого:</b>					<b>10623</b>

### 3.3.3. Основная заработная плата исполнителей

В данном разделе рассчитывается заработная плата работников, которые напрямую связаны с реализацией исследования. Статья включает заработную плату по окладу, дополнительную заработную плату, а также премии и доплаты.

Основная заработная плата  $Z_{осн}$  одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

где  $Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата, руб.;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя) среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 48 раб.дней  $M=10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\partial}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн. (Таблица 3.13).

*Таблица 3.13 – Баланс рабочего времени*

<b>Показатели рабочего времени</b>	<b>Руководитель</b>	<b>Инженер</b>
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней выходные дни/праздничные дни	66	118
Потери рабочего времени отпуск/невыходы по болезни	56	28
Действительный годовой фонд рабочего времени	243	219

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 3.14.

*Таблица 3.14 –Расчёт основной заработной платы за время проекта*

Исполнители	$Z_{б}$ , руб.	$k_p$	$Z_{м}$ , руб	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб.дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	44400	1,3	57200	2448,1	33	80787,3
Инженер	23800	1,3	30940	1469,3	98	143991,4
<b>Итого: 224778,7руб.</b>						



### 3.3.4. Дополнительная заработная плата

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн},$$

где  $Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$  – коэффициент дополнительной зарплаты, равный 0,12;

$Z_{осн}$  – основная заработная плата, руб.

В таблице 3.15 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 3.15 – Заработная плата исполнителей проекта

Заработная плата	Руководитель	Студент (инженер)
Основная зарплата	80787,3	143991,4
Дополнительная зарплата	9694,4	17278,9
Зарплата исполнителя	90481,8	161270,4
<b>Итого по статье: 251752,1 руб.</b>		

### 3.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}),$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.), равный 0,302.

Результаты отчислений во внебюджетные фонды представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Руководитель	Инженер (исполнитель)
Основная заработная плата, руб.	80787,3	143991,4
Дополнительная заработная плата, руб.	9694,4	17278,9
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	
Итого	27325,5	48703,6
<b>Итого по статье: 76029,2 руб.</b>		

### 3.3.6. Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 3.15 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Амортизационные отчисления	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления во внебюджетные фонды	Итого без накладных расходов
10623	3490	251752,1	26973,3	76029,2	368867,6

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{np},$$

где  $k_{np}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

Сведем все затраты по статьям в таблицу 3.18.

Таблица 3.18– Бюджет затрат проекта

№ п/п	Наименование статьи	Сумма, руб.
1	Материальные затраты	3490
2	Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных работ)	10623
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	251752,1
4	Затраты на дополнительной заработной плате исполнителей темы	26973,3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	76029,2
6	Накладные расходы	14754,7
<b>Бюджет затрат проекта: 383922,3руб.</b>		

Таким образом, плановая себестоимость проекта составляет 383922,3 рублей. Основные затраты приходятся на заработную плату исполнителей проекта.

### 3.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{фин}^{испi} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

где  $I_{фин}^{испi}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения проекта (в т.ч. аналоги).

$\Phi_{текущ.проект} = 383922,3$  руб,  $\Phi_{исп.1} = 457405$  руб,  $\Phi_{исп.2} = 491019$  руб.

$$I_{финр}^{тек.пр.} = \frac{\Phi_{тек.пр.}}{\Phi_{max}} = \frac{383922,3}{491019} = 0,78;$$

$$I_{финр}^{исп.2} = \frac{\Phi_{исп.2}}{\Phi_{max}} = \frac{457405}{491019} = 0,93;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{491019}{491019} = 1.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i,$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в форме таблицы (таблица 3.19).

Таблица 3.19– Оценка характеристик вариантов исполнения проекта

<b>Объект исследования</b> <b>Критерии</b>	<b>Весовой коэффициент параметра</b>	<b>Текущий проект</b>	<b>Исп.2</b>	<b>Исп.3</b>
1. Безопасность при использовании установки	0,15	4	4	4
2. Стабильность работы	0,2	4	4	5
3. Технические характеристики	0,2	5	3	3
4. Механические свойства	0,3	5	4	3
5. Материалоёмкость	0,15	5	5	5
<b>ИТОГО</b>	<b>1</b>	<b>4,65</b>	<b>3,95</b>	<b>3,85</b>

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 = 4,65;$$

$$I_{p2} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,3 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 3,95;$$

$$I_{p3} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 3 + 0,3 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 = 3,85.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{Исп.i}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{Исп.i} = \frac{I_{р-Исп.i}}{I_{фин}^{Исп.i}},$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,65}{0,78} = 5,9 \quad I_{исп.2} = \frac{3,95}{0,93} = 4,24, \quad I_{исп.3} = \frac{3,85}{1} = 3,85.$$

Сравнительная эффективность разработки представлена в таблице 3.20.

Таблица 3.20– Сравнительная эффективность разработки

<b>№ п/п</b>	<b>Показатели</b>	<b>Текущий проект</b>	<b>Исп.2</b>	<b>Исп.3</b>
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,78	0,93	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,95	3,85
3	Интегральный показатель эффективности	5,9	4,24	3,85
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,72	0,65

Как видно из расчетов, использование данной разработки является наиболее оптимальным и целесообразным решением.

## Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество календарных дней для выполнения работ составляет 102 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 98 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 33 дня;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 383922,3 руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,78, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,65, по сравнению с 3,95 и 3,85;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,9, по сравнению с 4,24 и 3,85, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

## 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

### ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>		<b>ФИО</b>	
3-4А7Б		Глобенюк Екатерине Александровне	
<b>Школа</b>	ИШНПТ	<b>Отделение (НОЦ)</b>	Машиностроение
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологического процесса изготовления детали «Оправка»	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p><i>Объект исследования:</i> деталь «Оправка»  <i>Область применения:</i> <u>машиностроение</u>  <i>Рабочая зона:</i> <u>производственное помещение</u>  <i>Размеры помещения (климатическая зона*)</i> <u>18*9 м<sup>2</sup>; 20±5°С</u></p> <p><u>Количество оборудования рабочей зоны в помещении находится 7 единиц технологического оборудования (Станки токарные с ЧПУ и ленточнопильные для механообработки.) 15 людей, кабинеты ОТК и инженерно-технических работников.</u>  <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i>  <u>Выполнение технологического процесса по изготовлению детали «оправка» и эксплуатация технологического оборудования.</u></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности разработке проектного решения</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018);</li> <li>– ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.</li> <li>– ГОСТ Р 50923-96 Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения.</li> <li>– СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда»</li> </ul>
<p><b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> </ul>	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отклонение показателей микроклимата;</li> <li>– превышение уровня шума и вибрации;</li> <li>– недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> </ul> <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенный уровень электромагнитных излучений;</li> <li>– опасность поражения электрическим током.</li> <li>– Движущиеся механизмы, изделия и заготовки</li> </ul> <p>Защита:</p>

	Вентиляция, кондиционер, отопление, наушники, беруши, спецодежда, компенсация за счет искусственного освещения, изоляция и ограждения и т.д.
<b>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения</b>	<i>Воздействие на гидросферу</i> <u>использованная смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки деталей.</u> <i>Воздействие на атмосферу</i> <u>загрязнение воздуха смазочно-охлаждающих жидкостей</u> <i>Воздействие на литосферу</i> <u>твердые отходы обработки деталей</u>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</b>	Перечень возможных ЧС на объекте: техногенного характера – пожары и взрывы в зданиях, транспорте; выбросы опасных веществ, внезапные обрушения зданий. выбор наиболее типичной ЧС: – пожар;
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич Ольга Алексеевна	Кандидат биологических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Глобенок Екатерина Александровна		



## Введение

Целью исследования раздела является обеспечение безопасности участка механообработки при выполнении технологического процесса по изготовлению детали «оправка». Географическое место положения объекта г. Томск пр. Кирова, 56в АО "НПЦ "Полус".

В процессе изготовления будут участвовать – работники универсальных станков, технологический отдел производства, мастера, ОТК и т.д.

В данном разделе необходимо рассмотреть Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, Производственная безопасность, Экологическая безопасность, Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Рабочее место располагается на 1 этаже в цеху, помещение представляет собой комнату размером 18 м на 9 м, высотой 3,8 м, в помещении находится 7 единиц технологического оборудования (Станки токарные с ЧПУ и ленточнопильные для механообработки.), 15 людей, кабинеты ОТК и инженерно-технических работников с персональными компьютерами.

Под рабочим местом понимается зона для изготовления детали, оснащенная необходимыми техническими средствами, в которой осуществляется трудовая деятельность исполнителя или группы исполнителей, совместно выполняющих одну работу или операцию. При проектировании рабочих мест необходимо так же учитывать освещенность, шум. При проектировании рабочих мест необходимо уделить внимание охране окружающей среды, а в частности организации безотходного производства.

В разделе рассмотрены опасные и вредные факторы, оказывающие влияние на процесс исследования, правовые и организационные вопросы, а также мероприятия в чрезвычайных ситуациях.

## **4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **4.1.1. Режим рабочего времени и компенсации при работе во вредных условиях**

Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ нормальная продолжительность рабочей недели составляет 40 часов. Ежегодный основной оплачиваемый отпуск предоставляется работникам продолжительностью 28 календарных дней. В соответствии со ст.129 ТК РФ, заработная плата (оплата труда работника) - вознаграждение за труд, которое зависит от:

- квалификации работника,
- сложности, количества, качества и условий выполняемой работы.

При этом, к заработной плате относится не только вышеуказанное вознаграждение, но и:

- компенсационные выплаты,
- стимулирующие выплаты (доплаты и надбавки стимулирующего характера, премии, иные поощрительные выплаты).

Правительство РФ установило минимальный размер соответствующих компенсаций, предоставляемых по результатам специальной оценки условий труда.

На сегодняшний момент устанавливаются следующие компенсации при работе во вредных условиях:

- сокращенная продолжительность рабочего времени — не более 36 часов в неделю (ст. 92 ТК РФ);
- ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск — не менее 7 календарных дней (ст. 117 ТК РФ);
- повышение оплаты труда — не менее 4 процентов тарифной ставки (оклада), установленной для различных видов работ с нормальными условиями труда (ч. 1 ст. 146, ч. 1 ст. 147 ТК РФ).

Это минимальный, установленный законом, размер гарантий и компенсаций, которые работодатель обязан предоставить сотрудникам. Кроме того, есть еще один вид компенсации - выдача специальных продуктов питания сотрудникам, подвергающимся влиянию негативных факторов во время работы. В частности, в обязанность работодателя входит предоставление молока или

равноценных пищевых продуктов специалистам, занятым на вредном производстве.

#### **4.1.2. Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны.**

При выполнении своей трудовой деятельности рабочие места с производственным оборудованием должны отвечать эргономическим требованиям в соответствии с ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

Конструкция оборудования на производстве должна быть спроектирована таким образом, чтобы энергозатраты организма в течение рабочей смены не превышали бы 1046,7 кДж/ч (250 ккал/ч). Что необходимо для поддержания работников в нормальном состоянии для выполнения заданий в течении рабочей смены и не способствовало переутомлению работника и не сказывается ни на его здоровье, ни на качестве операции, которую он выполняет.

Рабочее место должно обеспечивать возможность удобного выполнения работ сидя или стоя. Так же необходимо учитывать ряд факторов, такие как физическая тяжесть, само положение рабочей зоны и возможность, и необходимость передвижения по ней работника в процессе трудового рабочего дня. Например, на рабочем месте оператора станков с ЧПУ должна быть деревянная решётка, тумбочка с инструментом, возможность подхода к станку со всех сторон, с целью его обслуживания и уборки, стол для хранения заготовок, стол для выполнения контрольных работ, место для подъезда тележек с заготовками. Деревянные решётки на полу защищают работника не только от токопроводящего пола, а ещё способствуют меньшей утомляемости, так как большую часть трудового дня оператор должен находиться на ногах возле своего станка.

Требования, предъявленные к рабочим местам при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ12.2.032-78, в

положении стоя - ГОСТ12.2.033-78. Если выполнение технологического процесса не требует постоянного нахождения человека в вертикальном положении, то необходимо оборудовать рабочее место стульями (креслами). При работе за компьютером рабочее место должно отвечать требованиям ГОСТ Р 50923-96 Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения. Основными элементами рабочего места являются: рабочий стол, рабочий стул (кресло), дисплей, клавиатура; вспомогательными - пюпитр, подставка для ног.

#### **4.2. Производственная безопасность.**

Потенциально возможные вредные и опасные производственные факторы, которые могут возникать на рабочем месте при разработке, изготовлении, эксплуатации.

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представим в виде таблицы 1 в соответствии с ГОСТ 12.0.003- 2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Таблица 4.13 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 [2])	Нормативные документы
1. Шум и вибрация	ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1) ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.
2. Микроклимат	ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
3. Освещенность рабочей зоны	СНиП 23-05-95*. Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1)
4. повышенный уровень электромагнитных излучений	СанПин 2.2.4.055-96 Физические факторы производственной среды. Электромагнитные излучения Радиочастотного диапазона.
5. Движущиеся механизмы, изделия и заготовки	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
6. Электробезопасность	ГОСТ 12.1.009-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ) ГОСТ Р 12.1.019-2017 ССБТ Электробезопасность ГОСТ Р МЭК 61140-2000 Защита от поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязи

#### 4.2.1. Микроклимат

На рабочих местах должны соблюдаться параметры микроклимата в соответствии с СанПин 2.2.4.548-96. В зависимости от времени года, трудового процесса и производственного помещения. В производственных цехах должны соблюдаться такие параметры как:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха.

Для всех работ существуют свои категории и соответствующие им оптимальные и допустимые значения характеристик микроклимата.

В помещении должна обеспечиваться температура воздуха  $20 \pm 5$  °С, относительная влажность 40-70% и скорость движения воздуха  $\leq 0,1$  и  $< 0,5$ .

Чтобы создать благоприятные условия в цехе имеется естественная вентиляция, кондиционер для теплого времени года и отопление для холодного. При работе в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности человека.

#### **4.2.2. Шум и вибрация**

Работающие станки и оборудование являются источниками шума на участке механообработки. Шум с уровнем звукового давления до 30—35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Допустимый уровень шума не должен превышать 80 дБ СН 2.2.4/2.1.8.562- 96. Воздействием на организм шума являются заболевания и отклонения состояния здоровья. У работника будет всегда повышенное кровеносное давление, учащённый пульс и дыхание, нарушения координации движения, а также ухудшение слуха.

Шум с уровнем свыше 80 дБ может привести к потере слуха до полной глухоты. При действии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонки, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть.

Производственная вибрация возникает в результате механического колебания работающих машин, движения жидкостей и других неуравновешенных воздействий. Повышенный уровень вибрации оказывает негативное воздействие на здоровье человека, снижая его работоспособность, а при длительном влиянии вызывает профессиональные заболевания.

Для предотвращения воздействия данных факторов в цехе и на участке используются:

- СКЗ - устранение причин шума или существенное его ослабление; изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения; применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;
- СИЗ - применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

### 4.2.3. Освещенность

Для обеспечения достаточной освещенности используется СП 52.13330.2016, согласно которому при работе средней точности освещенность рабочего места при системе комбинированного освещения должна составлять 750 люкс, коэффициент пульсаций не более 10 %. Имеется необходимость в использовании локализованного искусственного освещения совместно с общим.

Для зрительной работы средней точности требуется создать освещение  $E=200$  лк. Рассчитаем систему общего люминесцентного освещения согласно СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.

Выбираем светильники типа ШОД,  $\lambda = 1,1$ .

Приняв  $h_c = 0,1$  м, определяем расчетную высоту:

$$h = H - h_c - h_{pn} = 3,8 - 0,1 - 1,2 = 2,5 \text{ м,}$$

Расстояние между светильниками:

$$L_x = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2,5 = 2,75 \text{ м,}$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены:

$$L_x/3 = 0,92 \text{ м,}$$

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{(B - \frac{2}{3}L_x)}{L_x} + 1 = \frac{(9 - \frac{2}{3} \cdot 2,75)}{2,75} + 1 = 3,6 \approx 3,$$
$$n_{\text{св}} = \frac{(A - \frac{2}{3}L_x)}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{(18 - \frac{2}{3} \cdot 2,75)}{1,228 + 0,5} + 1 = 10,3 \approx 10.$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 10 светильников типа ШОД мощностью 30 Вт (длину примем равной 1,228 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников.

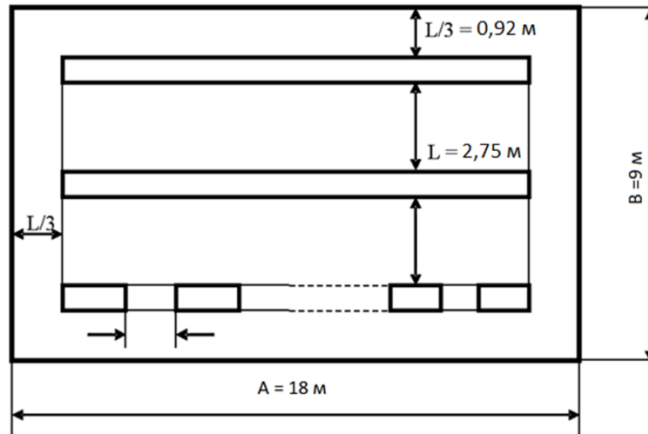


Рисунок 4.11 – План освещения

Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении  $N = 60$ .

Находим индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)} = \frac{18 \text{ м} \cdot 9 \text{ м}}{2,5 \text{ м} \cdot (18 \text{ м} + 9 \text{ м})} = 2,4 \approx 2,5,$$

Примем коэффициент использования светового потока:

$$\eta = 0,59.$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot k \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{200 \text{ лк} \cdot 162 \text{ м}^2 \cdot 1,8 \cdot 1}{60 \cdot 0,59} = 1647,5 \text{ лк}.$$

Выбираем стандартную лампу – ЛД 30 Вт с потоком 1650 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч.}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \cdot 100\% \leq +20\%$$

$$-10\% \leq \frac{1650 \text{ лм} - 1647,5 \text{ лм}}{1650 \text{ лм}} \cdot 100\% \leq +20\%$$

$$-10\% \leq +0,15\% \leq +20\%$$

Условие выполняется.

Определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = NP_N = 60 \cdot 30 \text{ Вт} = 1800 \text{ Вт} = 1,8 \text{ кВт}.$$



#### **4.2.4. Электромагнитное излучение**

СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Контакт с электромагнитными излучениями представляет существенную опасность для человека, по сравнению с другими вредными факторами (повышенное зрительное напряжение, психологическая перегрузка, сохранение длительное время неизменной рабочей позы). В рассматриваемом случае источником электромагнитного излучения является компьютерная техника. Длительное воздействие интенсивных электромагнитных излучений промышленной частоты может вызывать повышенную утомляемость, появление сердечных болей, нарушение функций центральной нервной системы.

Для снижения излучений необходимо выполнить следующее: сертифицировать ПЭВМ (ПК) и аттестовать рабочие места; применить экраны и фильтры; произвести организационно-технические мероприятия. Лучше всего использовать более новые компьютеры.

#### **4.2.5. Электробезопасность**

Электробезопасность должна обеспечиваться согласно ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ:

- конструкцией электроустановок и архитектурно-планировочными решениями;
- организацией технологических процессов;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями при производстве работ;
- электрозащитными средствами, средствами защиты от электрических и магнитных полей и другими средствами индивидуальной защиты, применяемыми при эксплуатации электроустановок;
- организацией технического обслуживания электроустановок.

Электроустановки и их части должны соответствовать требованиям электробезопасности таким образом, чтобы работающие не подвергались опасным и вредным воздействиям электрического тока, электрической дуги и электрических и магнитных полей.

В рамках текущей работы не производились контакты с открытыми источниками электрического тока. Согласно классификации, данный цех подходит под помещения 1 класса, в котором рабочие напряжения не превышают 1000 В.

#### **4.2.6. Движущиеся механизмы, изделия и заготовки**

При работе на станках возможен захват волос или элементов одежды вращающимися частями станков, вероятность отлёта стружки в сторону рабочего, а также падения заготовок и деталей. Для того чтобы избежать данный фактор, в цехе применяются такие меры как, аттестация рабочих, контрольные испытания оборудования, использование защитных ограждений, использование спецодежды, защитные очки и т.д. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

#### **4.3. Экологическая безопасность**

При изготовлении детали «оправка» возможно влияние на окружающую среду:

- Атмосфера;
- Гидросфера;
- Литосфера.

Образующиеся в процессе обработки хрупких материалов, также загрязнения воздуха при работе станков с применением для охлаждения режущего инструмента смазочно-охлаждающих жидкостей СОЖ являются пары и аэрозоли этих жидкостей, иногда образующие в воздухе масляные туманы.

Для предотвращения загрязнения воздуха как в цехе, так и на улице применяется метод улавливания взвешенных частиц и оборудование для очистки выбросов.

Чтобы предотвратить загрязнение *гидросферы* на предприятии открыли новый комплекс водоочистки, который существенно снизит вредное влияние на экологию и городскую канализацию. Это инновационный подход, был подготовлен проект. Контроль качества спускаемой в канализацию воды ведётся на всех уровнях.

Воздействие на *литосферу*: твёрдые отложения и *отходы* прессуются и вывозятся на полигон, а стружку перерабатывают в литейном цехе.

#### 4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Возможно возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть как электрического, так и неэлектрического характера.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п. Имеющееся противопожарное оборудование должно быть в исправном и работоспособном состоянии.

Сотрудникам предприятия проводится обучение и инструктаж по пожарной безопасности. В цехе на заметных местах установлены специализированные щиты со следующим противопожарным инвентарем: топоры, багры, ломы, ведра и огнетушители на каждом участке.

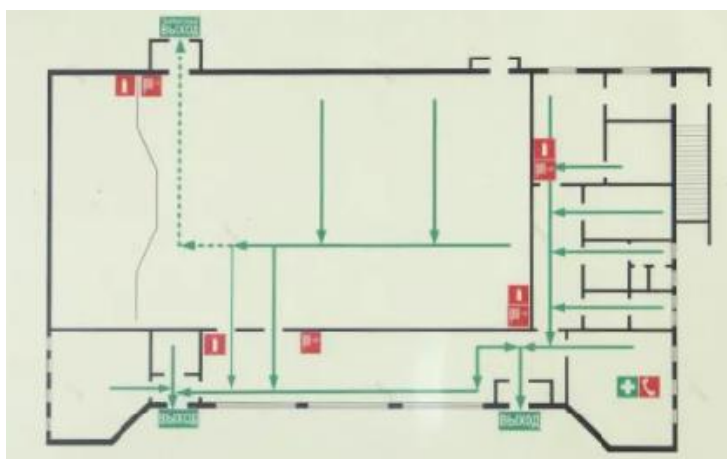


Рисунок 4.12 – План Эвакуации.

При возникновении возгорания эвакуация людей производится по специальным эвакуационным путям, обозначенным на планах эвакуации рисунок 4.2 на случай пожара, которые также вывешены на видных местах.

### **Вывод по разделу**

В разделе «Социальная ответственность» были проанализированы соблюдения прав персонала на труд, выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности, охране окружающей среды существующие меры для обеспечения безопасной работы цеха и участка.

При выполнении данной работы и исследования предприятия, изготавливающего деталь «оправка» было выявлено, что предприятие АО "НПЦ "Полюс" соответствует всем нормам и правилам законодательства РФ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе решается задача по разработке нового технологического процесса изготовления детали «оправка». В технологической части проведен анализ чертежа и технологичности детали, выбран тип производства и заготовка, разработан маршрутный технологический процесс и размерный анализ техпроцесса. В соответствии с технологическим процессом, выбрано оборудование, рассчитаны режимы резания и произведено нормирование операций.

В конструкторской части было предложено приспособление для обработки детали и выбран мерительный инструмент.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен расчет конкурентоспособности, разработан график проведения исследования, рассчитан бюджет стоимости НИ и определена его ресурсоэффективность.

В разделе «Социальная ответственность» проанализированы вредные и опасные факторы на участке в производственном цехе, рассмотрены меры по обеспечению безопасности работников.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие. - Минск: Выш. шк., 1975, 1983, 2007.
2. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / Я.М. Радкевич,
3. В. А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; под ред. В.А. Тимирязева. - М.: Высш. школа, 2004. - 282 с.
4. Скворцов В.Ф. Выбор технологических баз при изготовлении деталей: учеб. пособие. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. - 56 с.
5. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учеб. пособие. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. - 99 с.
6. Сулов А.Г. Технология машиностроения: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. - М.: Машиностроение, 2004. - 400 с.
7. Жуков Э.Л. и др. Технология машиностроения: в 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие для вузов / под ред.
8. С. Л. Мурашкина. - М.: Высш. шк., 2003. - 278 с.
9. Жуков Э.Л. и др. Технология машиностроения: в 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: учеб. пособие для вузов / под ред. С.Л. Мурашкина. - М.: Высш. шк., 2003. - 295 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. - М.: Машиностроение, 2001. - Т. 1. - 912 с.; Т. 2. - 944 с.
11. Обработка металлов резанием: справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, С.В. Кирсанов и др. - М.: Машиностроение, 2004. - 784 с.

12. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: учеб. пособие. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2003. - 324 с.

13. Проектирование технологических процессов в машиностроении: учеб. пособие для вузов / И.П. Филонов, Г.Я. Беляев, Л.М. Кожуро и др. / под общ. ред. И.П. Филонова. - М.: УП, Технопринт, 2003. - 910 с.

14. Беловсяк Н.В. Реферат, курсовая, диплом на компьютере: популярный самоучитель. - СПб.: Питер, 2006. - 176 с. - (Сер. «Популярный самоучитель»).

15. Ганин Н.Б. Создаем чертежи на компьютере в КОМПАС-3D, LT. - М.: ДМК Пресс, 2005. - 184 с. - (Сер. «Проектирование»).

16. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. - М., 1976. - 277 с.

17. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. - М.: Машиностроение, 1974-1978.

18. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. - 2-е изд. - М.: Машиностроение, 1974. - 354 с.

19. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ Составители Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева О.А. Антоневиц, И.И. Авдеева Издательство Томского политехнического университета 2022.

20. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие/ Криницына З.В., Видяев И.Г.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014.-36с.

## Приложение А

Чертеж детали оправка «оправка»



ИШНПТ-34А75011.001

$\sqrt{Rz\ 40\ ( )}$

Перв. примен.

Справ. №

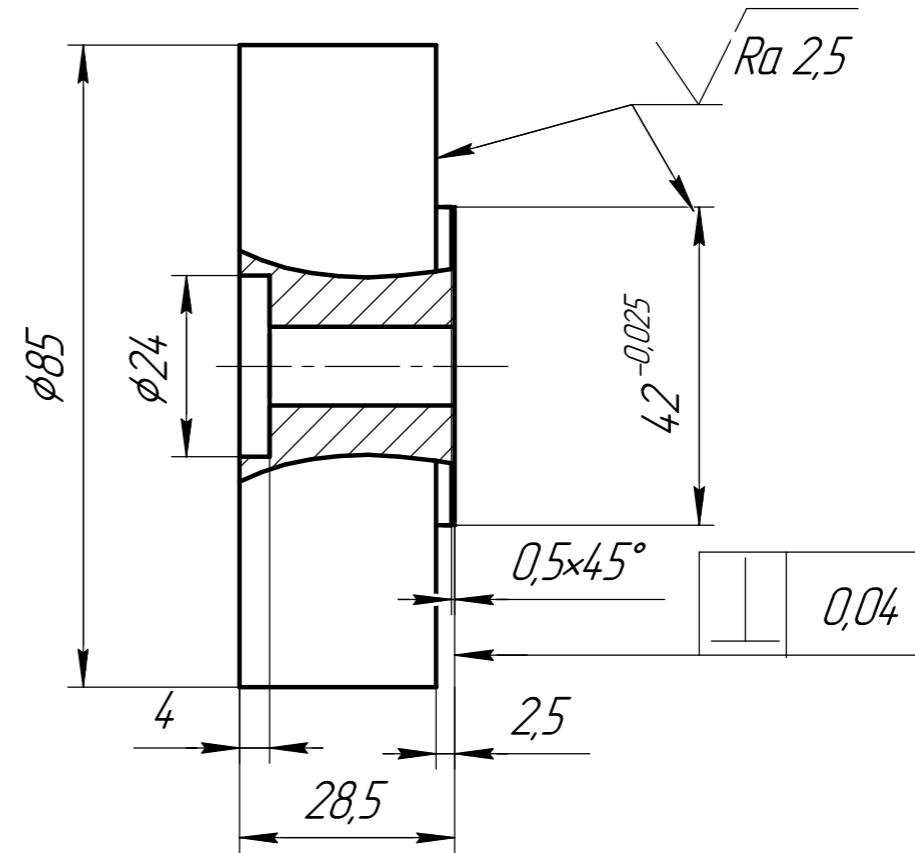
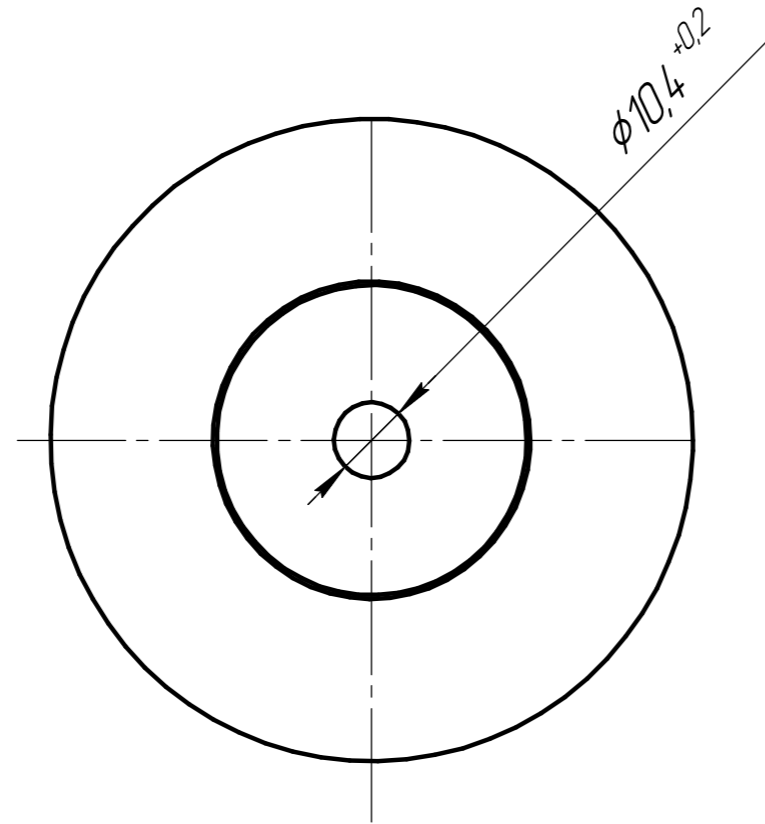
Подп. и дата

Изм. № дораб.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.



1. Н14, h14, ±IT14/2.
2. Острые кромки притупить.
3. Покрытие Ан. Окс.
4. Руководствоваться ТУ.

					<b>ИШНПТ-34А75011.001</b>		
					<b>Оправка</b>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Глобенак Е.А.					1:1
Проб.		Крауцуньш Д.П.					
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.					АМ26 ГОСТ 4784-2019		
Утв.					ТТУ ИШНПТ группа 3-4А75		

Копировал

Формат А3

## **Приложение Б**

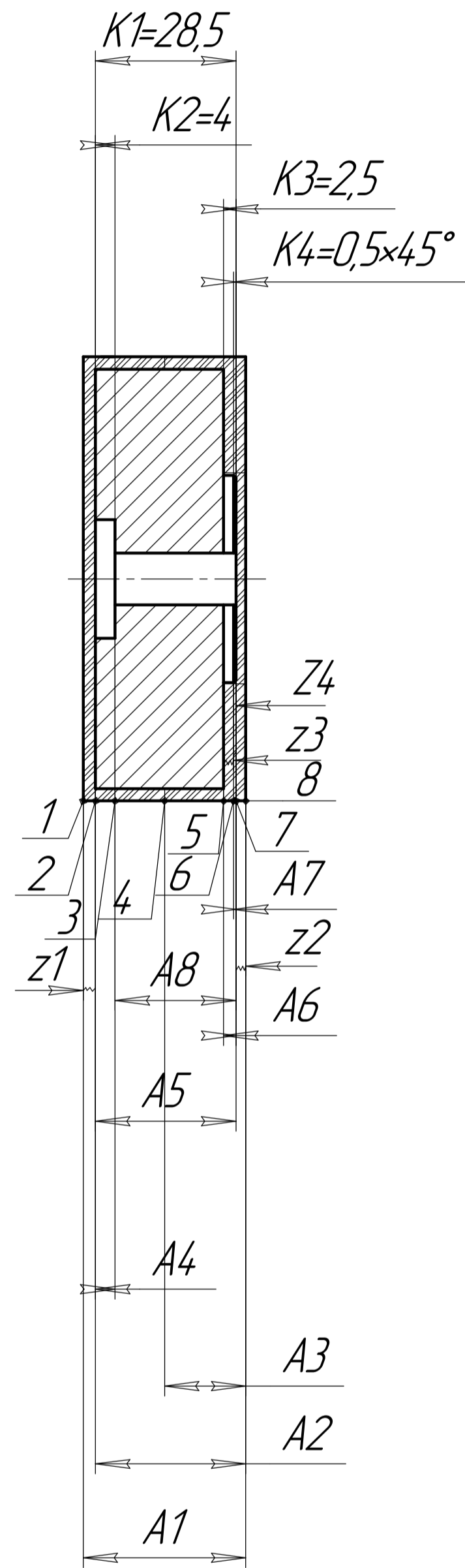
Карта технологического процесса



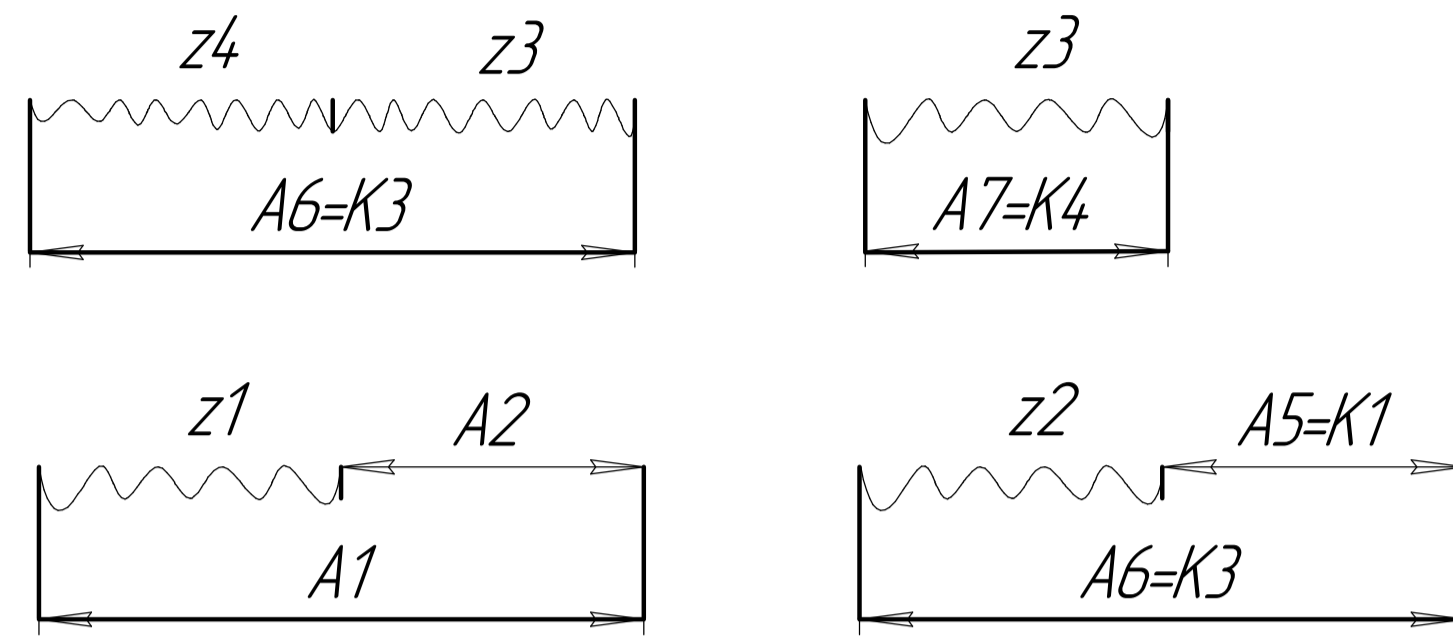
## **Приложение В**

### **Размерный анализ технологического процесса**

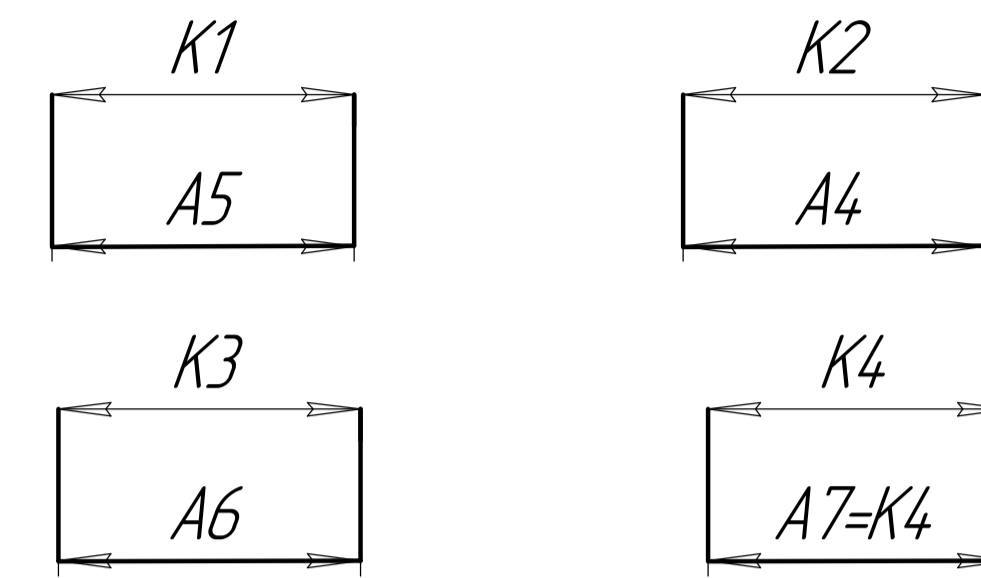
Размерная схема технологического процесса



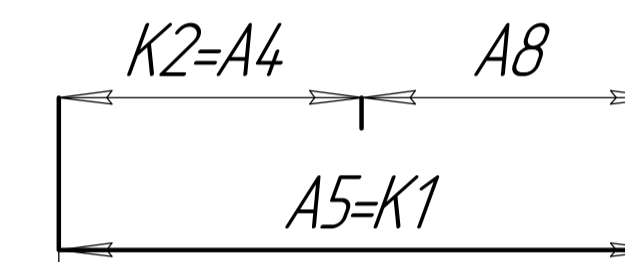
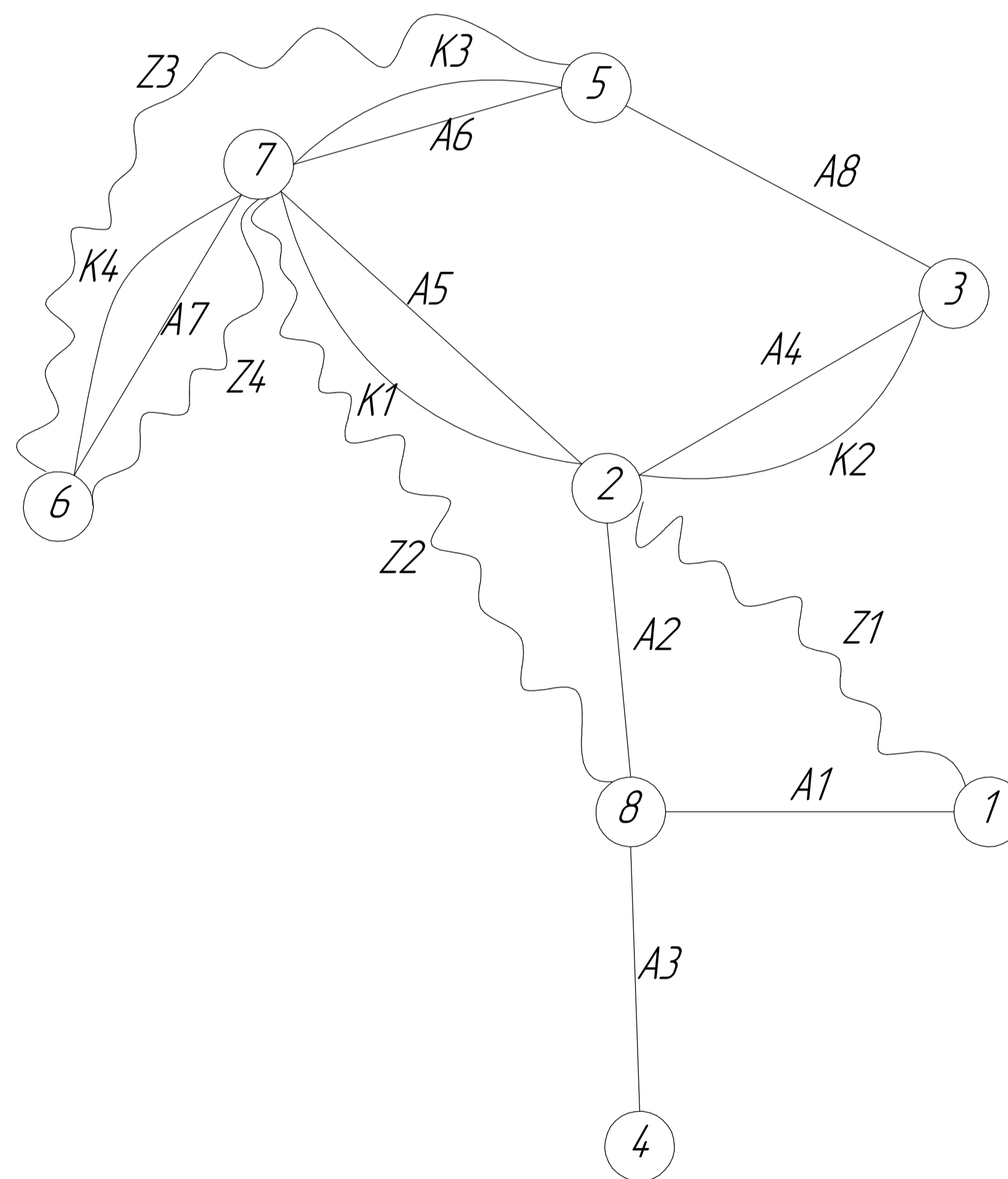
Размерные цепи, в которых замыкающими звеньями являются припуски:



Размерные цепи, в которых конструкторские размеры непосредственно не выдерживаются



Граф технологических размерных цепей



				ИШНПТ-34А75011.003			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Гладенко Е.А.					
Проб.		Красильни Д.П.					
Т.контр.							
Исполн.							
Утв.							
					РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ		
					Лист		Листов
					ТПУ ИШНПТ		
					Группа 3-4А75		
					Формат А1		

**Приложение Г**  
**Чертеж приспособления**



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A1			ИШНПТ-34А75011.004	Сборочный чертеж		
				Детали		
		1		Конус	1	
		2		Пружина	1	
		3		Втулка	1	
		4		Втулка	2	
		5		Шайба	4	
		6		Обойма	1	
		7		Пружина	2	
		8		Кольцо	2	
		9		Планка	4	
		10		Кольцо	2	
		11		Обойма	1	
		12		Винт	2	
		13		Зажим	2	
		14		Шайба	1	
		15		Центр	1	
				Стандартные изделия		
		16	ГОСТ 7798-79	Болт М8х30	2	
		17	ГОСТ 7798-79	Болт М10х40	2	
		18	ГОСТ 7798-79	Болт М12х40	2	
		19	ГОСТ 17575-79	Винт М6х30	1	
		20	ГОСТ 23371-79	Шпонка 4х4х12	1	
<b>ИШНПТ-34А75011.004</b>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Гладенко Е. А.				
Проб.		Крациньш Д. П.				
Н.контр.						
Утв.						
Патрон токарный самозажимной					Лит.	Лист
						Листов
						1
					ТПУ ИШНПТ Группа 3-4А75	