

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

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка технологического процесса изготовления стакана</b>
УДК 621.81-2-025.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Пудова Кристина Сергеевна		22.05.20

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Ю.Б.	к.т.н.		22.05.20

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мухолзоев А.В.	-		22.05.20

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Креницына З.В.	к.т.н.		22.05.20

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Е.В.	к.т.н.		22.05.20

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н.		22.05.20

## Результаты обучения

Вый про	Результат обучения
<b>Общие по направлению подготовки (специальности)</b>	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P4	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P5	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
<b>Профиль 3 (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)</b>	
P11	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного, ракетно-космического и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

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) - Материаловедения

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
3-8Л151	Пудова Кристина Сергеевна

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления стакана	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 г. №59-58/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.05.2020
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Чертеж детали, годовая программа выпуска детали «Стакан» 5000шт.</p>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Определение типа производства, анализ конструкции детали на технологичность, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и норм времени, конструирование специального приспособления для операции сверления.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, сборочный чертеж приспособления.</p>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Мухолзоев Андрей Владимирович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Креницына Зоя Васильевна
Социальная ответственность	Белоенко Елена Владимировна

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	16.12.2019
---	------------

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Ю.Б.	к.т.н.		16.12.2019
Ассистент	Мухолзоев А.В.	-		16.12.2019

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Пудова К.С.		16.12.2019

## Реферат

Выпускная квалификационная работа на тему: «Разработка технологического процесса изготовления детали «Стакан»» содержит 122 страницы, 6 рисунков, 9 источников.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЯ, ДЕТАЛЬ, РАЗРАБОТКА, СТАКАН, ИЗГОТОВЛЕНИЕ.

Объектом исследования является технологический процесс изготовления детали «Стакан».

Цель дипломной работы: разработка технологического процесса изготовления детали «Стакан».

В результате выполнения работы спроектирован технологический процесс изготовления детали, рассчитаны режимы резания, нормы времени, выполнен размерный анализ, также сконструирована оснастка для сверлильной операции. Произведены расчеты данной работы в области финансового менеджмента.

Для изготовления данной детали проанализированы все требования по безопасности, выявлены вредные и опасные факторы рабочего места, подобраны оптимальные варианты, удовлетворяющие всем требованиям нормативной документации по влиянию этих факторов на человека.

Область применения: машиностроение.

## Оглавление

Техническое задание .....	8
Введение .....	9
1.Технологическая часть.....	11
1.1 Тип производства .....	11
1.2 Анализ технологичности конструкции детали .....	12
1.3 Выбор исходной заготовки .....	13
1.4 Разработка технологического маршрута изготовления детали «Стакан».	14
1.5 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали.....	23
1.6 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров.....	24
1.6.1 Определение допусков на технологические размеры .....	25
1.6.2 Расчёт диаметральных припусков .....	30
1.7 Расчет режимов резания.....	37
1.8 Расчет норм времени технологического процесса .....	65
2.Конструкторская часть.....	75
2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование приспособления для закрепления метчиков .....	75
2.2 Приспособление для закрепления метчиков при нарезании резьбы .....	75
2.3 Порядок настройки и работы при нарезании резьбы .....	80
3. «Финансовый Менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» .....	85
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	85
3.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	91

3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	97
3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	104
4. «Социальная ответственность» .....	109
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	109
4.2 Производственная безопасность .....	111
4.3 Экологическая безопасность .....	115
4.4 Безопасность в ЧС .....	116
Заключение .....	120
Список использованных источников .....	121
Приложения .....	122

## Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления детали «Стакан» (рис.1).

Чертеж детали предоставлен на формате А3. Годовая программа выпуска: 5000шт.

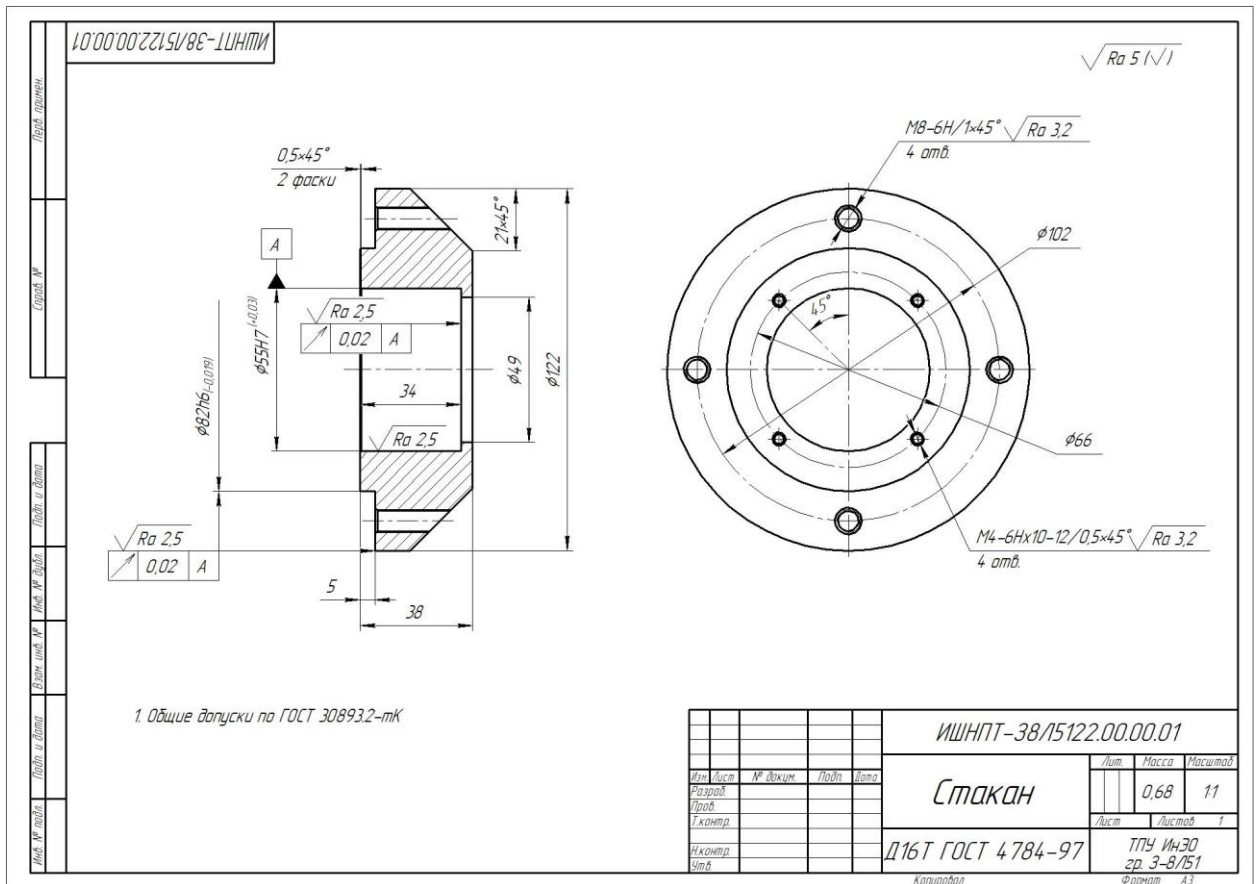


Рисунок 1 - Деталь «Стакан».



## **Введение**

Современное машиностроение в России значительно отличается от машиностроения советских времен. Оно отличается не такой массовостью, большой наукоёмкостью и повсеместному внедрению компьютерных технологий начиная с подготовки производства и заканчивая готовой продукцией. Появились новые материалы и технологии их изготовления и механической обработки.

Значительно увеличилась производительность и качество труда на производстве за счет использования промышленных роботов и более высоких режимов обработки резанием. Появилась возможность выпуска высокого качества производительности в машиностроении за минимальное время при минимальных затратах.

Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления детали «Стакан» с требованиями к современному машиностроению. Также необходимо разработать высокопроизводительную, удобную и простую в использовании технологическую оснастку для сверления отверстия в детали. Деталь «Стакан» предназначена для базирования вала в корпусе редуктора, коробки передач и т.д.

Проведением исследования данного проекта являются: определение типа производства, выбор заготовки для изготовления детали, разработка технологического процесса, расчеты припусков и допусков, выбор основного оборудования, расчеты режимов резания и норм времени, режущие и мерительные инструменты.

В разделе финансового менеджмента и ресурсоэффективности были произведены расчеты по стоимости научного исследования, выявить слабые и сильные стороны проекта, возможности и угрозы, применяя SWOT- анализ, определение трудоемкости работ, расчет материальных затрат, а также основная заработная плата исполнителей темы.

В разделе социальная ответственность выявлены вредные и опасные факторы производственных помещений, технологического бюро, а также предусмотрены методы их предотвращения.

# 1. Технологическая часть

## 1.1 Тип производства

Определение типа производства по коэффициенту закрепления операций по формуле [1]:

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{T_{cp}}, \quad (1)$$

Где  $t_B$  – такт выпуска детали, мин;

$T_{cp}$  – среднее штучное время, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле [1, с.21]:

$$t_B = \frac{F_r}{N_r}, \quad (2)$$

Где  $F_r$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин;

$N_r$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по (табл.5); [5] при двусменном режиме работы:  $F_r = 3946$  ч.

Рассчитаем:

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} = \frac{1976 * 60}{5000} = 23,71 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n} = \frac{6,61}{5} = 1,32 \text{ мин}, \quad (3)$$

Где  $T_{ш.к.i}$  – штучно – калькуляционное время  $i$  – ой основной операции, мин

$n$  – Количество основных операций.

Тогда коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{23,71}{1,32} = 17,95$$

Так как  $10 < K_{з.о} < 20$ , таким образом тип производства среднесерийное.

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь «Стакан» предназначена для базирования вала в корпусе редуктора, коробки передач и т.д. изготовлена из сплава Д16Т ГОСТом 4784-97. Масса – 0,68 кг. Сплав один из самых востребованных дюралюминиевых сплавов.

Главное его преимущество:

- Стабильная структура
- Высокие прочные характеристики
- Повышенное сопротивление микроскопической деформации в процессе эксплуатации
- Хорошая механическая обрабатываемость на токарных и фрезеровочных станках

Дюралюминий Д16Т относится к алюминиевым сплавам системы Al-Cu-Mg легируемым марганцем.

На чертеже детали «Стакан» представлены все виды, сечения и разрезы, необходимые для выяснения конструкции детали. Деталь имеет простую форму и не представляет особых технологических трудностей при ее изготовлении. Обработка детали возможна с применением стандартного и стандартизированного режущего и измерительного инструмента.

Самыми точными поверхностями детали «Стакан» являются  $\varnothing 55H7$  допуск шероховатости на поверхность Ra 2,5;  $\varnothing 82h6$  допуск шероховатостью на поверхность Ra 2,5, а так же резьбовые отверстия М8-6Н и М4-6Н – их можно получить сверлением и нарезанием резьбы метчиком.

С учетом вышесказанного, конструкция детали является технологичной.

### 1.3 Выбор исходной заготовки

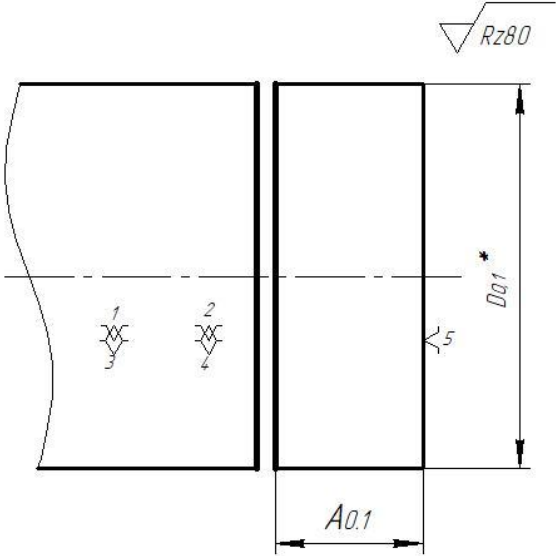
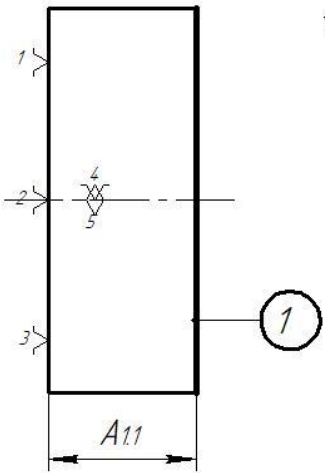
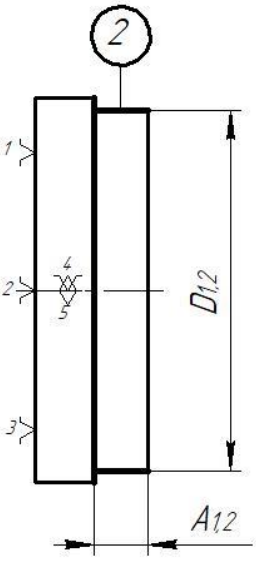
С учетом технологических свойств материала детали (материал Д16Т ГОСТ 4784-97) ее габаритов, формы и массы, требований к механическим свойствам, а также типом производства (среднесерийное) выбираем в качестве заготовки- прокат, согласно ГОСТу 21488-97.

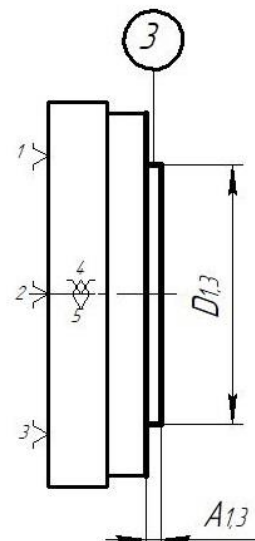
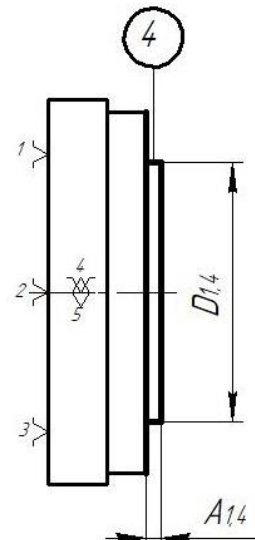
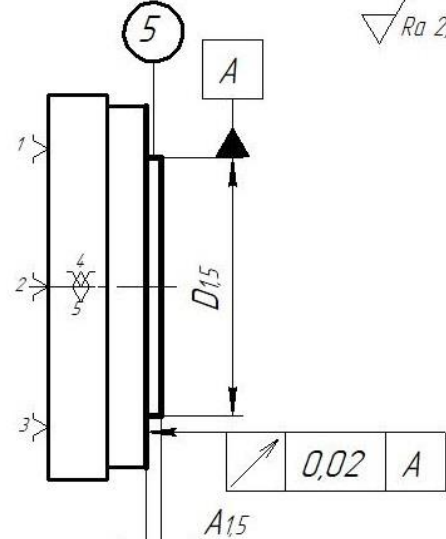


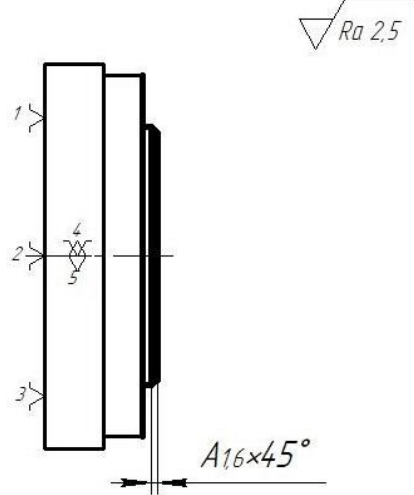
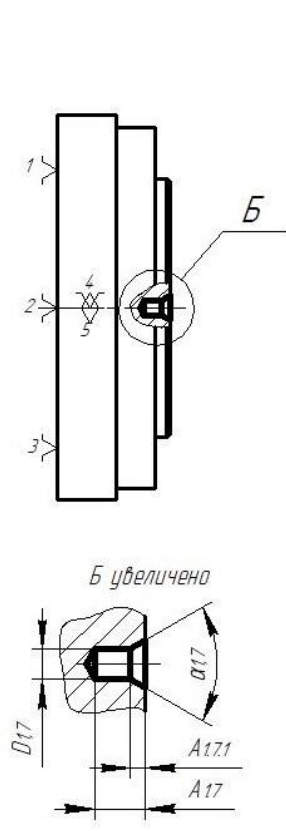
Рисунок 2 – Заготовка.

## 1.4 Разработка технологического маршрута изготовления детали

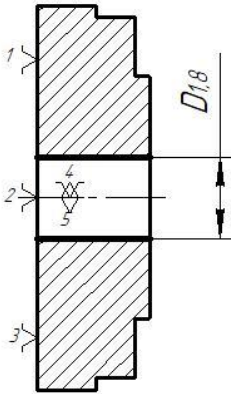
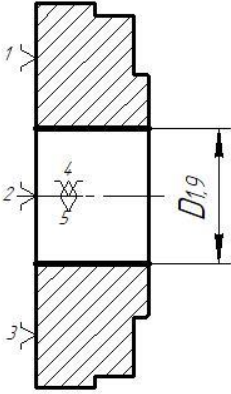
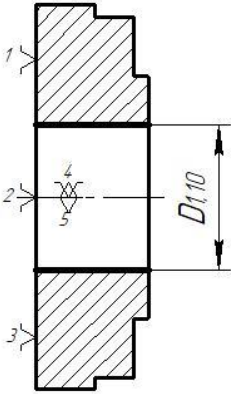
### «Стакан»

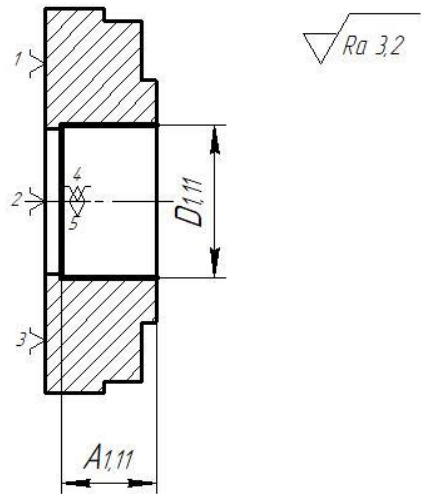
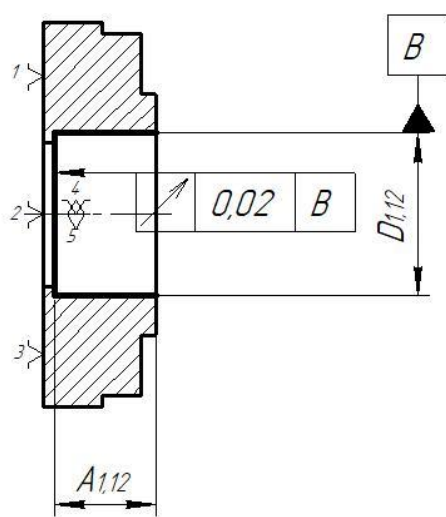
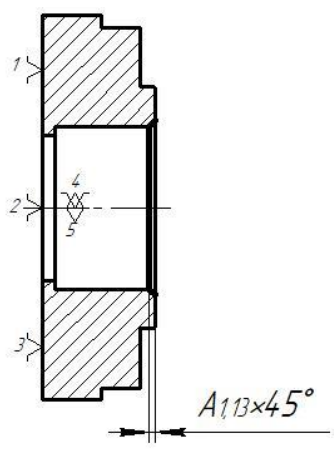
000		<p><i>Заготовительная</i></p> <p>1 <i>Отрезать заготовку, выдерживая размер <math>A_{0.1}</math></i></p>	
005		<p><i>Токарная с ЧПУ</i></p> <p>1 <i>Подрезать торец 1, выдерживая размер <math>A_{11}</math></i></p>	
		<p>2 <i>Точить поверхность 2, выдерживая размеры <math>D_{12}</math> <math>A_{12}</math></i></p>	

	<p>3 Точить поверхность 3 предварительно, выдерживая размеры <math>D_{13}</math> <math>A_{13}</math></p>	 <p style="text-align: right;"><math>Ra\ 5</math></p>
	<p>4 Точить поверхность 4 предварительно, выдерживая размеры <math>D_{14}</math> <math>A_{14}</math></p>	 <p style="text-align: right;"><math>Ra\ 3,2</math></p>
	<p>5 Точить поверхность 5 окончательно, выдерживая размеры <math>D_{15}</math> <math>A_{15}</math></p>	 <p style="text-align: right;"><math>Ra\ 2,5</math></p> <p style="text-align: right;">2</p>

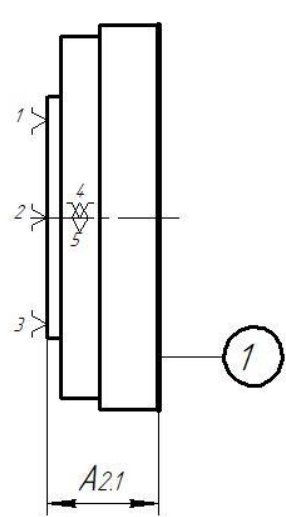
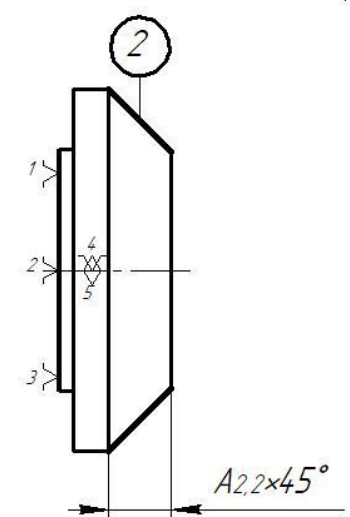
	<p>6 Точить фаску, выдерживая размер <math>A_{16} \times 45^\circ</math></p>	
	<p>7 Центровать торец, выдерживая размеры <math>D_{17}</math>, <math>A_{17}</math>, <math>a_{17}</math>, <math>A_{171}</math></p>	



	<p>8 Сверлить сквозное отверстие, выдерживая размер <math>D_{18}</math></p>	 <p style="text-align: right;"><math>Ra\ 12,5</math></p>
	<p>9 Расверлить сквозное отверстие, выдерживая размер <math>D_{19}</math></p>	 <p style="text-align: right;"><math>Ra\ 12,5</math></p>
	<p>10 Расточить сквозное отверстие, выдерживая размер <math>D_{110}</math></p>	 <p style="text-align: right;"><math>Ra\ 5</math></p>

	<p>11 Расточить отверстие, выдерживая размеры <math>D_{11}</math>, <math>A_{11}</math></p>	
	<p>12 Расточить отверстие, выдерживая размеры <math>D_{12}</math>, <math>A_{12}</math></p>	
	<p>13 Расточить фаску, выдерживая размер <math>A_{13} \times 45^\circ</math></p>	

5

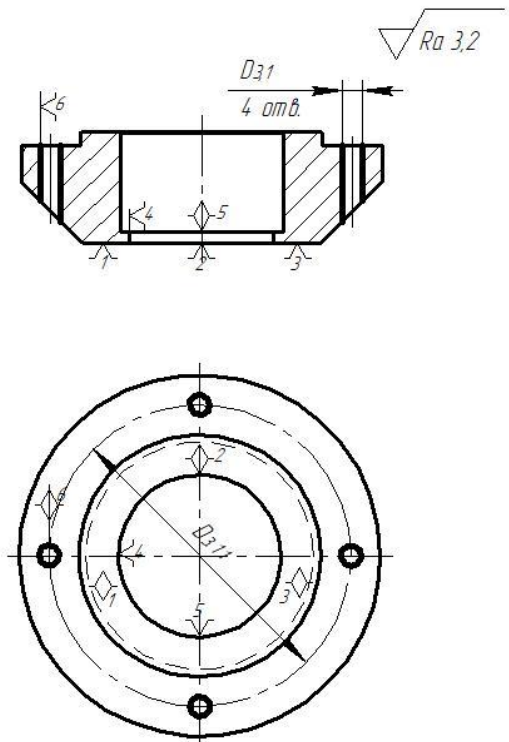
010	1	<p><u>Токарная с ЧПУ</u></p> <p>Подрезать торец 1, выдерживая размер A21</p>	
	2	<p>Точить фаску 2, выдерживая размер A2,2x45°</p>	

6

020

1

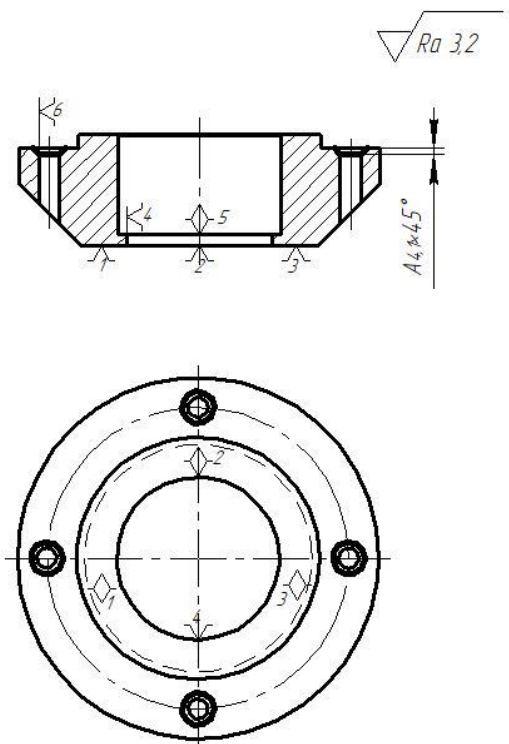
Сверлильная  
Сверлить 4 сквозных отверстия  
под резьбу М8-6Н,  
выдерживая размеры  $D_{з1}$   $D_{з11}$



025

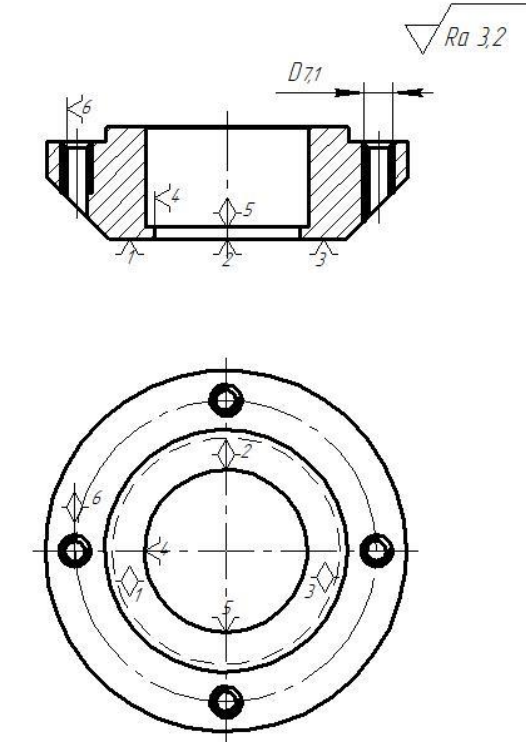
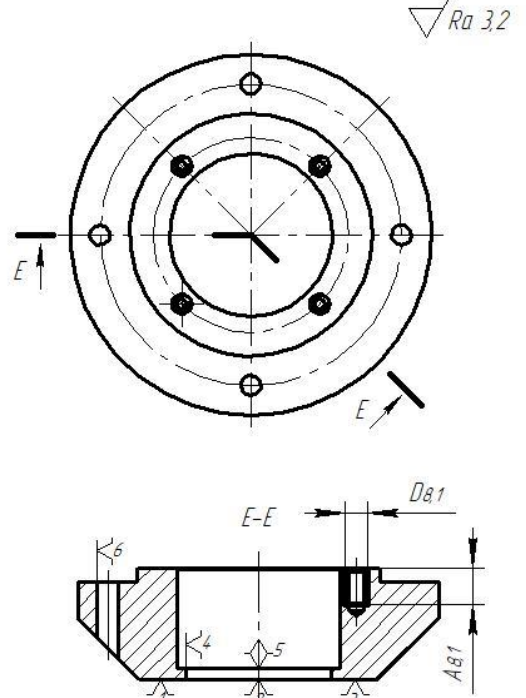
1

Сверлильная  
Зенковать 4 отверстия,  
выдерживая размер  $A_{4, \pm 45^\circ}$



7

<p>030</p>	<p>1</p>	<p><u>Сверлильная</u>  Сверлить 4 отверстия  под резьбу М4-6Н, выдерживая размеры  D51, D511, A51, A511</p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 3,2}</math></p>
<p>035</p>	<p>1</p>	<p><u>Сверлильная</u>  Зенковать 4 отверстия  выдерживая размер A6.1 x 45°</p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 3,2}</math></p> <p style="text-align: right;">8</p>

040	1	<p><u>Сверлильная</u> Нарезать резьбу в 4-х сквозных отверстиях, выдерживая размер <math>D_{71}</math></p>	
045	1	<p><u>Сверлильная</u> Нарезать резьбу в 4 отверстиях, выдерживая размеры <math>D_{81}</math> <math>A_{81}</math></p>	
050	1	<p><u>Слесарная</u> Притупить острые кромки</p>	<p style="text-align: right;">9</p>

# 1.5 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

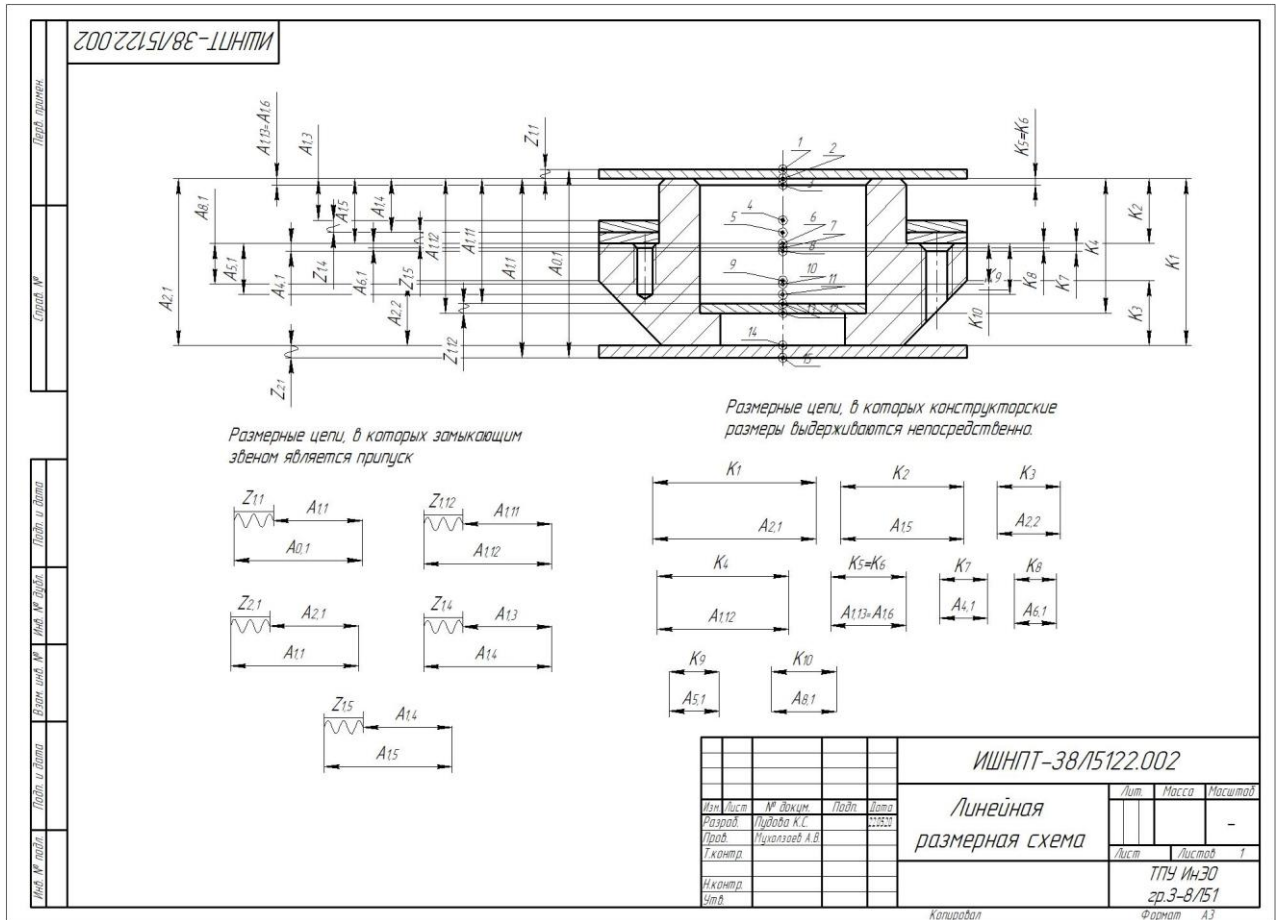


Рисунок 3 – Линейная размерная схема.

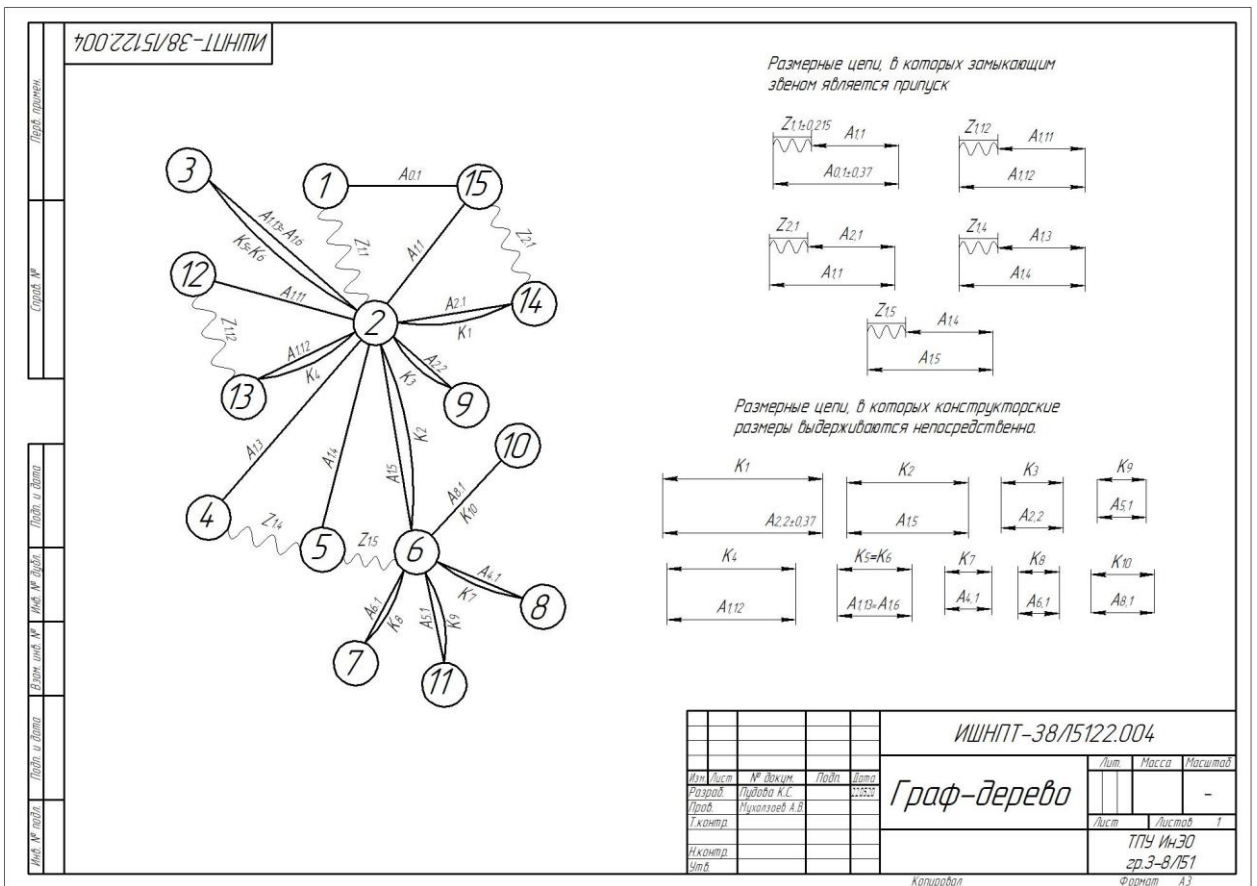


Рисунок 4 - Граф-дерево.

## 1.6 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров

### Расчет минимальных припусков

Определяется два метода минимальных припусков на обработку: нормативный и расчетно-аналитический.

При нормативном методе значения  $Z_{i \min}$  находят по таблицам, которые составлены путем производственных данных.

При расчетно-аналитическом методе  $Z_{i \min}$  находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки.

Расчет минимальных значений для осевых припусков определяем по формуле:

$$Z_i^{\min} = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1}, \quad (4)$$



где:  $z_{\min i}^D$  – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

$R_{z i-1}$  – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

$h_{i-1}$  – толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

$\rho_{i-1}$  – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi i-1} + \rho_{p i-1}, \quad (5)$$

где:  $\rho_{\phi i-1}$  – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$\rho_{p i-1}$  – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

### 1.6.1 Определение допусков на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки находятся по стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются по таблице точности. Эти таблицы включают в себя статистические данные по погрешностям размеров заготовок, обрабатываемых на различных металлорежущих станках. Величина допуска непосредственно зависит от вида и метода обработки, используемого оборудования, числа рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности.

Определим значение минимальных линейных припусков по формуле:

$$z_i^{\min} = R_{z i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{i3} \quad (6)$$

$$z_{1.1}^{\min} = 80 + 80 + 200 + 100 = 460 \text{ мкм}$$

$$z_{1.12}^{\min} = 12,8 + 15 + 14 + 100 = 141,8 \text{ мкм}$$

$$z_{2.1}^{\min} = 80 + 80 + 200 + 60 = 420 \text{ мкм}$$

$$z_{1.4}^{\min} = 20 + 50 + 31 + 100 = 201 \text{ мкм}$$

$$z_{1.5}^{\min} = 12,8 + 15 + 8,5 + 100 = 136,3 \text{ мкм}$$

Расчёт линейных технологических размеров.

Определение допусков на технологические размеры:

$$TA_{1.1} = \omega_c + \rho_{i-1} = 0,25 + 0,019 = 0,4215 = 0,269 \text{ мм} \quad (7)$$

$$\rho_{i-1} = \Delta \cdot L = 0,0005 \cdot 38 = 0,019 \text{ мм} \quad (8)$$

$$TA_{0.1} = 1 \text{ мм}$$

$$TA_{2.1} = TK_1 = 0,62 \text{ мм}$$

$$TA_{1.5} = TK_2 = 0,3 \text{ мм}$$

$$TA_{2.2} = TK_3 = 0,52 \text{ мм}$$

$$TA_{1.12} = TK_4 = 0,62 \text{ мм}$$

$$TA_{1.13} = TA_{1.16} = TK_5 = TK_6 = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{4.1} = TK_7 = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{6.1} = TK_8 = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{5.1} = TK_9 = 0,43 \text{ мм}$$

$$TA_{8.1} = TK_{10} = 0,36 \text{ мм}$$

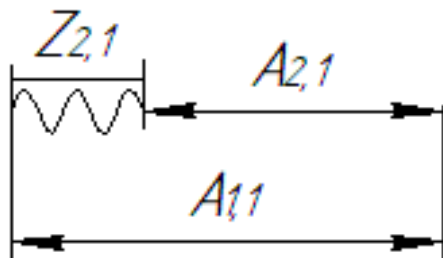
$$TA_{1.1} = 0,62 \text{ мм}$$

$$TA_{1.11} = 0,62 \text{ мм}$$

$$TA_{1.3} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TA_{1.4} = 0,3 \text{ мм}$$

Рассчитаем размер  $A_{1.1}$



$$A_{2.1} = K_1 = 38_{-0,62}$$

$$z_{2.1}^{\min} = 0,42 \text{ мм}$$

$$TA_{1,1} = 0,62 \text{ мм}$$

$$TZ = \sum_{i=1}^n TA_i \quad (9)$$

$$TZ_{2,1} = TA_{2,1} + TA_{1,1}$$

$$TZ_{2,1} = 0,62 + 0,62 = 1,24$$

$$Z_{2,1}^c = Z_{2,1}^{min} + \frac{\sum_{i=1}^n TZ_{2,1}}{2} = 0,42 + \frac{1,24}{2} = 1,04 \quad (10)$$

$$Z_{2,1}^c = A_{1,1}^c - A_{2,1}^c$$

$$A_{1,1}^c = A_{2,1}^c + Z_{2,1}^c$$

$$A_{1,1}^c = 37,69 + 1,04$$

$$A_{1,1}^c = 38,73$$

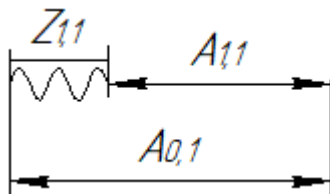
$$A_{1,1}^{max} = A_{1,1}^c + \frac{TA_{1,1}}{2} = 38,73 + \frac{0,62}{2} = 39,04 \quad (11)$$

Так как размер охватываемый, то округляем в большую сторону.

$$A_{1,1}^{max} = 39,1$$

$$A_{1,1}^{min} = 39,1_{-0,62}$$

Рассчитаем размер  $A_{0,1}$



$$A_{1,1} = 39,1_{-0,62}$$

$$z_{1,1}^{min} = 0,46 \text{ мм}$$

$$TA_{0,1} = 1 \text{ мм}$$

$$TZ = \sum_{i=1}^n TA_i$$

$$TZ_{1,1} = TA_{0,1} + TA_{1,1}$$

$$TZ_{1,1} = 1 + 0,62 = 1,62$$

$$Z_{1.1}^c = Z_{1.1}^{min} + \frac{\sum_{i=1}^n TZ_{1.1}}{2} = 0,46 + \frac{1,62}{2} = 1,27$$

$$Z_{1.1}^c = A_{0.1}^c - A_{1.1}^c$$

$$A_{0.1}^c = A_{1.1}^c + Z_{1.1}^c$$

$$A_{0.1}^c = 37,79 + 1,27$$

$$A_{0.1}^c = 40,06$$

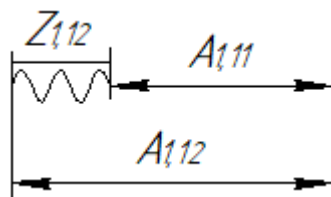
$$A_{0.1}^{max} = A_{0.1}^c + \frac{TA_{0.1}}{2} = 40,06 + \frac{1}{2} = 40,56$$

Так как размер охватываемый, то округляем в большую сторону.

$$A_{0.1}^{max} = 40,6$$

$$A_{0.1} = 40,6_{-1}$$

Рассчитаем размер  $A_{1.11}$



$$A_{1.12} = K_4 = 34 \pm 0,31$$

$$z_{1.12}^{min} = 0,1418 \text{ мм}$$

$$TA_{1.11} = 0,62 \text{ мм}$$

$$TZ = \sum_{i=1}^n TA_i$$

$$TZ_{1.12} = TA_{1.11} + TA_{1.12}$$

$$TZ_{1.12} = 0,62 + 0,62 = 1,24$$

$$Z_{1.12}^c = Z_{1.12}^{min} + \frac{\sum_{i=1}^n TZ_{1.12}}{2} = 0,1418 + \frac{1,24}{2} = 0,7618$$

$$Z_{1.12}^c = A_{1.12}^c - A_{1.11}^c$$

$$A_{1.11}^c = A_{1.12}^c - Z_{1.12}^c$$

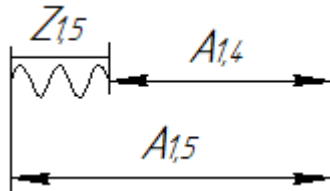
$$A_{1.11}^c = 34 - 0,7618$$

$$A_{1.11}^c = 33,2382$$

Округляем в сторону увеличения припуска (в меньшую сторону).

$$A_{1.11} = 33,2 \pm 0,31$$

Рассчитаем размер  $A_{1.4}$



$$A_{1.5} = K_2 = 5 \pm 0,15$$

$$z_{1.5}^{\min} = 0,1363 \text{ мм}$$

$$TA_{1.4} = 0,3$$

$$TZ = \sum_{i=1}^n TA_i$$

$$TZ_{1.5} = TA_{1.5} + TA_{1.4}$$

$$TZ_{1.5} = 0,3 + 0,3 = 0,6$$

$$Z_{1.5}^c = z_{1.5}^{\min} + \frac{\sum_{i=1}^n TZ_{1.5}}{2} = 0,1363 + \frac{0,6}{2} = 0,4363$$

$$Z_{1.5}^c = A_{1.5}^c - A_{1.4}^c$$

$$A_{1.4}^c = A_{1.5}^c - Z_{1.5}^c$$

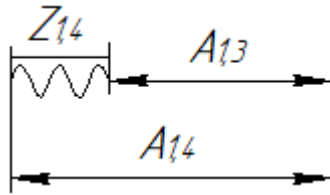
$$A_{1.4}^c = 5 - 0,4363$$

$$A_{1.4}^c = 4,5637$$

Округляем в сторону увеличения припуска (в меньшую сторону).

$$A_{1.4} = 4,5 \pm 0,15$$

Рассчитаем размер  $A_{1.3}$



$$A_{1.4} = 4,5 \pm 0,15$$

$$z_{1.4}^{\min} = 0,201 \text{ мм}$$

$$TA_{1.3} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TZ = \sum_{i=1}^n TA_i$$

$$TZ_{1.4} = TA_{1.3} + TA_{1.4}$$

$$TZ_{1.5} = 0,3 + 0,3 = 0,6$$

$$Z_{1.4}^c = z_{1.4}^{\min} + \frac{\sum_{i=1}^n TZ_{1.4}}{2} = 0,201 + \frac{0,6}{2} = 0,501$$

$$Z_{1.4}^c = A_{1.4}^c - A_{1.3}^c$$

$$A_{1.3}^c = A_{1.4}^c - Z_{1.4}^c$$

$$A_{1.3}^c = 4,5 - 0,501$$

$$A_{1.3}^c = 3,999$$

Округляем в сторону увеличения припуска (в меньшую сторону).

$$A_{1.3} = 3,9 \pm 0,15$$

### 1.6.2 Расчёт диаметральных припусков

$$2z_i^D \min = 2 \cdot \left( R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_1^2} \right), \quad (12)$$

где:  $z_{\min}^D$  – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

$R_{z_{i-1}}$  – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

$h_{i-1}$  - толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

$\rho_{i-1}$  – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi i-1}^2 + \rho_{p i-1}^2} ,$$

где:  $\rho_{\phi i-1}$  – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$\rho_{p i-1}$  – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_{3i}^2 + \varepsilon_{6i}^2}$$

$\varepsilon_6 = 0$  при установке в самоцентрирующем патроне

$$2z_{1.2}^{\min} = 2 \cdot \left( 80 + 50 + \sqrt{\sqrt{1600^2 + 2500^2} + 600^2} \right) = 1465 \text{ мкм}$$

$$2z_{1.4}^{\min} = 2 \cdot \left( 20 + 30 + \sqrt{\sqrt{30^2 + 80^2} + 600^2} \right) = 1300 \text{ мкм}$$

$$2z_{1.5}^{\min} = 2 \cdot \left( 12,8 + 15 + \sqrt{\sqrt{8^2 + 40^2} + 600^2} \right) = 1256 \text{ мкм}$$

$$2z_{1.9}^{\min} = 2 \cdot \left( 50 + 80 + \sqrt{20^2 + 600^2} \right) = 1461 \text{ мкм}$$

$$2z_{1.10}^{\min} = 2 \cdot \left( 50 + 25 + \sqrt{16^2 + 600^2} \right) = 1351 \text{ мкм}$$

$$2z_{1.11}^{\min} = 2 \cdot \left( 20 + 20 + \sqrt{\sqrt{8^2 + 40^2} + 600^2} \right) = 1280,1 \text{ мкм}$$

$$2z_{1.12}^{\min} = 2 \cdot \left( 12,8 + 15 + \sqrt{\sqrt{3^2 + 10^2} + 600^2} \right) = 1256 \text{ мкм}$$

$$TD_{1,2} = TK_1 = 1$$

$$TD_{1,5} = TK_2 = 0,019$$

$$TD_{1,12} = TK_3 = 0,03$$

$$TD_{1,10} = TK_4 = 0,62$$

$$TD_{3.1.1} = TK_7 = 0,87$$

$$TD_{5.1.1} = TK_8 = 0,74$$

$$TD_{0.1} = 1,6$$

$$TD_{1.3} = 0,14$$

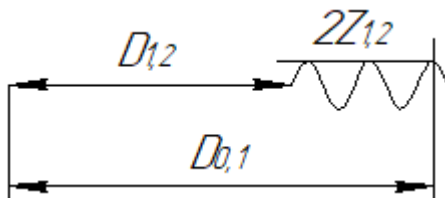
$$TD_{1.4} = 0,054$$

$$TD_{1.8} = 0,52$$

$$TD_{1.9} = 0,52$$

$$TD_{1.11} = 0,074$$

Рассчитаем размер  $D_{0.1}$



$$D_{1.2} = K_1 = 122_{-1}$$

$$2z_{1.2}^{\min} = 1,465 \text{ мм}$$

$$TD_{0.1} = 1,6$$

$$2z_{1.2}^{D \text{ cp}} = \frac{2z_{1.2}^{D \min} + (2z_{1.2}^{D \min} + TD_{0.1} + TD_{1.2})}{2} = \frac{1,465 + (1,465 + 1,6 + 1)}{2}$$

$$= 2,765 \text{ мм,}$$

$$D_{0.1}^{\text{cp}} = D_{1.2}^{\text{cp}} + 2z_{1.2}^{\text{cp}} = 121,5 + 2,765 = 124,265 \text{ мм;}$$

$$D_{0.1}^{\max} = D_{0.1}^{\text{cp}} + \frac{TD_{0.1}}{2} = 124,265 + \frac{1,6}{2} = 125,065$$

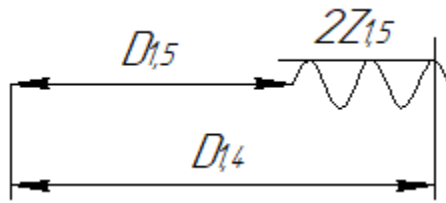
Принимаем согласно ГОСТ 21488-97  $D_{0.1} = \emptyset 130_{-1,6}$

$$2z_{1.2} = D_{0.1} - D_{1.2} = 130_{-1,6}^{+0} - 122_{-1}$$

$$2z_{1.2} = 8_{-1,6}^{+1}$$



Рассчитаем размер  $D_{1.4}$



$$D_{1.5} = K_2 = 82_{-0,019}$$

$$2z_{1.5}^{\min} = 1,256 \text{ мм}$$

$$TD_{1.4} = 0,054 \text{ мм}$$

$$2z_{1.5}^{D \text{ cp}} = \frac{2z_{1.5}^{D \min} + (2z_{1.5}^{D \min} + TD_{1.4} + TD_{1.5})}{2}$$

$$= \frac{1,256 + (1,256 + 0,054 + 0,019)}{2} = 1,2925 \text{ мм},$$

$$D_{1.4}^{\text{cp}} = D_{1.5}^{\text{cp}} + 2z_{1.5}^{\text{cp}} = 81,9905 + 1,2925 = 83,283 \text{ мм};$$

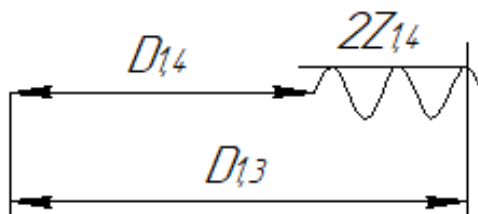
$$D_{1.4}^{\max} = D_{1.4}^{\text{cp}} + \frac{TD_{1.4}}{2} = 83,283 + \frac{0,054}{2} = 83,31$$

Принимаем  $D_{1.4} = 83,31_{-0,054}$

$$2z_{1.5} = D_{1.4} - D_{1.5} = 83,31_{-0,054}^{+0} - 82_{-0,019}$$

$$2z_{1.5} = 1,31_{-0,054}^{+0,019}$$

Рассчитаем размер  $D_{1.3}$



$$D_{1.4} = 83,31_{-0,054}$$

$$2z_{1.4}^{\min} = 1,3 \text{ мм}$$

$$TD_{1.3} = 0,14 \text{ мм}$$

$$2z_{1.4}^{D_{cp}} = \frac{2z_{1.4}^{D_{min}} + (2z_{1.4}^{D_{min}} + TD_{1.4} + TD_{1.3})}{2} = \frac{1,3 + (1,3 + 0,054 + 0,14)}{2}$$

$$= 1,397 \text{ мм},$$

$$D_{1.3}^{cp} = D_{1.4}^{cp} + 2z_{1.4}^{cp} = 83,283 + 1,3 = 84,583 \text{ мм};$$

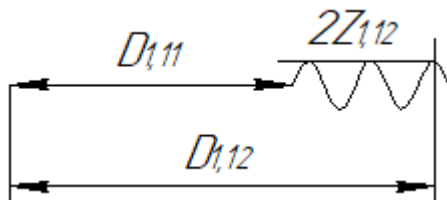
$$D_{1.3}^{max} = D_{1.3}^{cp} + \frac{TD_{1.3}}{2} = 84,583 + \frac{0,14}{2} = 84,653$$

Принимаем  $D_{1.4} = 84,7_{-0,14}$

$$2z_{1.4} = D_{1.3} - D_{1.4} = 84,7_{-0,14}^+ - 83,31_{-0,054}$$

$$2z_{1.4} = 1,39_{-0,14}^{+0,054}$$

Рассчитаем размер  $D_{1.11}$



$$D_{1.12} = K_3 = 55^{+0,03}$$

$$2z_{1.12}^{min} = 1,256 \text{ мм}$$

$$TD_{1.11} = 0,074 \text{ мм}$$

$$2z_{1.12}^{D_{cp}} = \frac{2z_{1.12}^{D_{min}} + (2z_{1.12}^{D_{min}} + TD_{1.11} + TD_{1.12})}{2}$$

$$= \frac{1,256 + (1,256 + 0,03 + 0,074)}{2} = 1,308 \text{ мм},$$

$$D_{1.11}^{cp} = D_{1.12}^{cp} - 2z_{1.12}^{cp} = 55,015 - 1,256 = 53,759 \text{ мм};$$

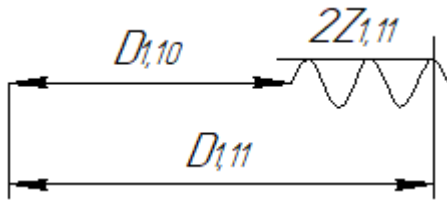
$$D_{1.11}^{min} = D_{1.11}^{cp} - \frac{TD_{1.11}}{2} = 53,759 - \frac{0,074}{2} = 53,722$$

Принимаем  $D_{1.11} = 53,72^{+0,074}$

$$2z_{1.12} = D_{1.12} - D_{1.11} = 55^{+0,03} - 53,72^{+0,074}$$

$$2z_{1.12} = 1,28_{-0,074}^{+0,03}$$

Рассчитаем размер  $D_{1,10}$



$$D_{1,11} = 53,72^{+0,074}$$

$$2z_{1,11}^{\min} = 1,2801 \text{ мм}$$

$$TD_{1,10} = 0,62 \text{ мм}$$

$$2z_{1,11}^{D \text{ cp}} = \frac{2z_{1,11}^{D \min} + (2z_{1,12}^{D \min} + TD_{1,11} + TD_{1,10})}{2}$$

$$= \frac{1,2801 + (1,2801 + 0,62 + 0,074)}{2} = 1,6271 \text{ мм,}$$

$$D_{1,10}^{\text{cp}} = D_{1,11}^{\text{cp}} - 2z_{1,11}^{\text{cp}} = 53,757 - 1,6271 = 52,1299 \text{ мм;}$$

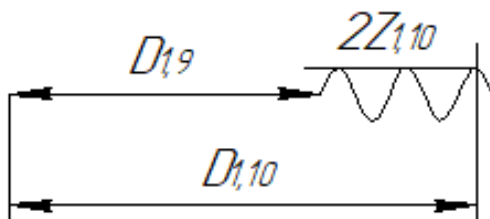
$$D_{1,10}^{\min} = D_{1,10}^{\text{cp}} - \frac{TD_{1,10}}{2} = 52,1299 - \frac{0,62}{2} = 51,8199$$

Принимаем  $D_{1,10} = 51,8^{+0,62}$

$$2z_{1,11} = D_{1,11} - D_{1,10} = 53,72^{+0,074} - 51,8^{+0,62}$$

$$2z_{1,11} = 1,92^{+0,074}_{-0,62}$$

Рассчитаем размер  $D_{1,9}$



$$D_{1,10} = 51,8^{+0,62}$$

$$2z_{1,10}^{\min} = 1,351 \text{ мм}$$

$$TD_{1,9} = 0,52 \text{ мм}$$

$$2z_{1.10}^{D \text{ cp}} = \frac{2z_{1.10}^{D \text{ min}} + (2z_{1.10}^{D \text{ min}} + TD_{1.10} + TD_{1.9})}{2}$$

$$= \frac{1,351 + (1,351 + 0,62 + 0,52)}{2} = 1,921 \text{ мм},$$

$$D_{1.9}^{\text{cp}} = D_{1.10}^{\text{cp}} - 2z_{1.10}^{\text{cp}} = 52,11 - 1,921 = 50,189 \text{ мм};$$

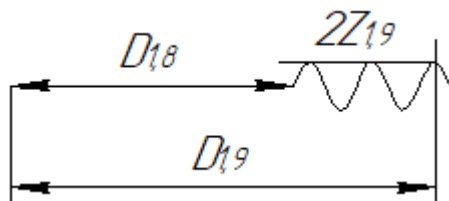
$$D_{1.9}^{\text{min}} = D_{1.9}^{\text{cp}} - \frac{TD_{1.9}}{2} = 50,189 - \frac{0,52}{2} = 49,929$$

Принимаем  $D_{1.9} = 49,9^{+0,52}$

$$2z_{1.10} = D_{1.10} - D_{1.9} = 51,8^{+0,62} - 49,9^{+0,52}$$

$$2z_{1.10} = 1,9_{-0,52}^{+0,62}$$

Рассчитаем размер  $D_{1.8}$



$$D_{1.9} = 49,9^{+0,52}$$

$$2z_{1.9}^{\text{min}} = 1,461 \text{ мм}$$

$$TD_{1.8} = 0,52 \text{ мм}$$

$$2z_{1.9}^{D \text{ cp}} = \frac{2z_{1.9}^{D \text{ min}} + (2z_{1.9}^{D \text{ min}} + TD_{1.9} + TD_{1.8})}{2} = \frac{1,461 + (1,461 + 0,52 + 0,52)}{2}$$

$$= 1,981 \text{ мм},$$

$$D_{1.8}^{\text{cp}} = D_{1.9}^{\text{cp}} - 2z_{1.8}^{\text{cp}} = 50,16 - 1,981 = 48,179 \text{ мм};$$

$$D_{1.8}^{\text{min}} = D_{1.8}^{\text{cp}} - \frac{TD_{1.8}}{2} = 48,179 - \frac{0,52}{2} = 47,919$$

Принимаем  $D_{1.8} = 47,9^{+0,52}$

$$2z_{1.9} = D_{1.9} - D_{1.8} = 49,9^{+0,52} - 47,9^{+0,52}$$

$$2z_{1.9} = 2_{-0,52}^{+0,52}$$

## 1.7 Расчет режимов резания

### 000 операция заготовительная (отрезать заготовку)

Станок ленточнопильный STALEX TGK-4235

Режущий инструмент: ленточнопильное полотно 1-32-1,1 ГОСТ Р 53924-2010

- 1) Задаем подачу:  $S = 50$  мм/мин по табл.108, [2, с.425]
- 2) Задаем скорость резания:  $V = 15$  м/мин по табл.108, [2, с.425]

### 005 операция Токарная с ЧПУ

Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GOODWAY GA-2000

Резец подрезной  $\varphi = 45^\circ$ ; 2102-0505 гост 18868-73, материал - P18

#### Переход 1 (подрезать торец)

1. Глубина резания:  $t = 1,3$  мм.
2. Подача:  $S = 0,4$  мм/об по табл.15, [2, с.366]

Скорость резания определяется по формуле: [2, с.363]

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} \cdot S^y} * K_v, \quad (13)$$

$C_v = 328$ ;  $x = 0,12$ ;  $y = 0,50$ ;  $m = 0,28$  по табл.17, [2, с.368]

$T$  – средняя стойкость 30-60 мин.

Принимаем  $T = 45$  среднее значение стойкости.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{iv}, \quad (14)$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [2, с.358]

$K_{mv}$  - коэффициент принимающий качество материала;

$K_{nv}$  - коэффициент поверхности состояния заготовки;

$K_{iv}$  - коэффициент принимающий качество материала инструмента;

$K_{mv} = 1$  по табл.4, [2, с.360]

$K_{nv} = 0,5$  по табл.6, [2, с.361]

$K_{ив} = 0,9$  по табл.5, [2, с.361]

Рассчитаем:  $K_v = 1 * 0,5 * 0,9 = 0,45$

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{328}{45^{0,28} 1,3^{0,12} 0,4^{0,50}} * 0,45 = 82 \text{ мм /мин}$$

Расчетное число оборотов шпинделя: [2, с.386]

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 82}{3,14 * 130} = 201 \text{ об /мин} \quad (15)$$

D – Диаметр заготовки;  $\varnothing 130_{-1,6}$  мм.

V – Скорость резания.

Переход 2,3 (точение поверхности  $\sqrt{Ra} 5$ )

Резец проходной 2103-0023 ГОСТ 18879-73, материал - P18

1. Глубина резания:  $t = 2$  мм.
2. Подача:  $S = 0,8$  мм/об по табл.11, [2, с.364]

Скорость резания определяется по формуле: [2, с.363]

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} t^{x_s} S^y} * K_v,$$

T – 45 среднее значение стойкости.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{ив},$$

$K_{mv} = 1$ ;  $K_{nv} = 0,5$ ;  $K_{ив} = 0,9$

$K_v = 1 * 0,5 * 0,9 = 0,45$

$$V = \frac{328}{45^{0,28} 2^{0,12} 0,8^{0,50}} * 0,45 = 53 \text{ мм /мин}$$

Расчетное число оборотов шпинделя: [2, с.386]

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 53}{3.14 * 130} = 130 \text{ об /мин}$$

Главная составляющая силы резания: [2, с.371]

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p \quad (16)$$

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p} * K_{rp}$$

$$K_{mp} = 1; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1$$

$$P_z = 10 * 40 * 2^1 * 0,8^{0,75} * 53^0 * 1 = 675 \text{ Н}$$

Мощность резания: [2, с.371]

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z * V}{1020 * 60}, \quad (17)$$

$N_{\text{рез}}$  – мощность резания.

$$N_{\text{рез}} = \frac{675 * 53}{1020 * 60} = 0,59 \text{ кВт}$$

Мощность станка:

$\eta$  – КПД станка;  $\eta = 0,9$

$N_{\text{ст}}$  - мощность станка;  $N_{\text{ст}} = 11 \text{ кВт}$ .

Условие  $\eta * N_{\text{ст}} = 0,9 * 11 = 9,9 \text{ кВт}$ .

Проверка по мощности:

$$N_{\text{ст}} \geq N_{\text{рез}}$$

$9,9 \text{ кВт} \geq 0,59 \text{ кВт}$  условие выполняется.

#### Переход 4 (точить поверхность $\sqrt{Ra} 3,2$ )

Резец проходной 2103-0023 ГОСТ 18879-73, материал - P18

1. Глубина резания:  $t = 1,5 \text{ мм}$ .
2. Подача:  $S = 0,42 \text{ мм/об}$  по табл.14, [2, с.366]

Скорость резания определяется по формуле: [2, с.363]

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} S^y} * K_v,$$

$T = 45$  среднее значение стойкости.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{iv},$$

$$K_{mv} = 1; K_{nv} = 0,5; K_{iv} = 0,9$$

$$K_v = 1 * 0,5 * 0,9 = 0,45$$

$$V = \frac{328}{45^{0,28} 1,5^{0,12} 0,42^{0,50}} * 0,45 = 45 \text{ мм /мин}$$

Расчетное число оборотов шпинделя: [2, с.386]

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 45}{3,14 * 130} = 110 \text{ об /мин}$$

Главная составляющая силы резания: [2, с.371]

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p$$

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p} * K_{rp}$$

$$K_{mp} = 1; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1$$

Рассчитываем главную составляющую:

$$P_z = 10 * 40 * 1,5^1 * 0,42^{0,75} * 45^0 * 1 = 624 \text{ Н}$$

Мощность резания: [2, с.371]

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z * V}{1020 * 60},$$

$N_{\text{рез}}$  – мощность резания.

$$N_{\text{рез}} = \frac{624 * 45}{1020 * 60} = 0,46 \text{ кВт}$$

Мощность станка:



$\eta$  – КПД станка;  $\eta = 0,9$

$N_{ст}$  - мощность станка;  $N_{ст} = 11$  кВт.

Условие  $\eta * N_{ст} = 0,9 * 11 = 9,9$  кВт.

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \geq N_{рез}$$

$9,9 \text{ кВт} \geq 0,46 \text{ кВт}$  условие выполняется.

### Переход 5 (точить поверхность $\sqrt{Ra} 2,5$ )

Резец проходной 2103-0023 ГОСТ 18879-73, материал - P18

1. Глубина резания:  $t = 0,4$  мм.
2. Подача:  $S = 0,14$  мм/об по табл.14, [2, с.366]

Скорость резания определяется по формуле: [2, с.363]

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} S^y} * K_v,$$

$T$  – 45 среднее значение стойкости.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{iv},$$

$$K_{mv} = 1; K_{nv} = 0,5; K_{iv} = 0,9$$

$$K_v = 1 * 0,5 * 0,9 = 0,45$$

$$V = \frac{328}{45^{0,28} 0,4^{0,12} 0,14^{0,50}} * 0,45 = 154 \text{ мм /мин}$$

Расчетное число оборотов шпинделя: [2, с.386]

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 154}{3,14 * 130} = 377 \text{ об /мин}$$

Главная составляющая силы резания: [2, с.371]

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p$$

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p} * K_{rp}$$

$$K_{mp} = 1; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1$$

Рассчитаем главную составляющую:

$$P_z = 10 * 40 * 0,4^1 * 0,14^{0,75} * 154^0 * 1 = 35\text{Н}$$

Мощность резания: [2, с.371]

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z * V}{1020 * 60},$$

$N_{\text{рез}}$  – мощность резания.

$$N_{\text{рез}} = \frac{35 * 154}{1020 * 60} = 0,08 \text{ кВт}$$

Мощность станка:

$$\eta - \text{КПД станка; } \eta = 0,9$$

$$N_{\text{ст}} - \text{мощность станка; } N_{\text{ст}} = 11 \text{ кВт.}$$

$$\text{Условие } \eta * N_{\text{ст}} = 0,9 * 11 = 9,9 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{ст}} \geq N_{\text{рез}}$$

$$9,9\text{кВт} \geq 0,08 \text{ кВт условие выполняется.}$$

#### Переход 6 (точить фаску 0,5 x 45°)

Резец проходной 2103-0023 ГОСТ 18879-73, материал - P18

1. Глубина резания:  $t = 0,5$  мм.
2. Подача:  $S = 0,05$  мм/об по табл.16, [2, с.367]

Скорость резания определяется по формуле: [2, с.363]

$$V = \frac{C_v}{T^m S^y} * K_v,$$

T – 45 значение стойкости.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{ив} ,$$

$$K_{mv} = 1; K_{nv} = 0,5; K_{ив} = 0,9$$

$$K_v = 1 * 0,5 * 0,9 = 0,45$$

$$V = \frac{328}{45^{0,28} 0,05^{0,50}} * 0,45 = 231 \text{ мм /мин}$$

Расчетное число оборотов шпинделя: [2, с.386]

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 231}{3.14 * 130} = 566 \text{ об /мин}$$

Главная составляющая силы резания: [2, с.371]

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p$$

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p} * K_{rp}$$

$$K_{mp} = 1; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1$$

Рассчитаем главную составляющую:

$$P_z = 10 * 40 * 0,5^1 * 0,05^{0,75} * 231^0 * 1 = 20\text{Н}$$

Мощность резания: [2, с.371]

$$N_{рез} = \frac{P_z * V}{1020 * 60},$$

$N_{рез}$  – мощность резания.

$$N_{рез} = \frac{20 * 231}{1020 * 60} = 0,07 \text{ кВт}$$

Мощность станка:

$$\eta - \text{КПД станка; } \eta = 0,9$$

$N_{\text{ст}}$  - мощность станка;  $N_{\text{ст}} = 11$  кВт.

Условие  $\eta * N_{\text{ст}} = 0,9 * 11 = 9,9$  кВт.

Проверка по мощности:

$$N_{\text{ст}} \geq N_{\text{рез}}$$

$9,9 \text{ кВт} \geq 0,07 \text{ кВт}$  условие выполняется.

### Переход 7 (центровать торец)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с.178] – P6M5

Определяем режущий инструмент по табл. 44 [2, с.215]

Выбираем сверло центровочное: тип А (ГОСТ 14952-75);

Выбираем диаметр и длину сверла:  $D = 13,2$  мм;  $L = 13,98$  мм.

Определим глубину резания по формуле: [2, с.381]

$$t = 0,5 * D$$

$D$  – Диаметр сверла;

$$t = 0,5 * 13,2 = 6,6 \text{ мм.}$$

Подача:  $S = 0,6$  мм/об по табл.35, [2, с.381]

Скорость резания по формуле: [2, с.382]

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v,$$

$T = 60$  значение стойкости.

$$K_v = K_{mv} * K_{iv} * K_{iv}$$

$K_{mv} = 1$  по табл.4, [2, с.360];  $K_{mv} = 1 * 0,9 = 0,9$

$K_{iv} = 1$  по табл.6, [2, с.361];

$K_{iv} = 1$  по табл.41, [2, с.385];

$$K_v = 0,9 * 1 * 1 = 0,9$$

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{40,7 * 13,2^{0,25}}{60^{0,125} * 0,6^{0,4}} * 0,9 = 51 \text{ м/мин}$$

Расчетное число оборотов шпинделя: [2, с.386]

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 51}{3,14 * 130} = 125 \text{ об /мин}$$

### Переход 8 (сверлить сквозное отверстие $\sqrt{Ra 12,5}$ )

Принимаем сверло спиральное с коническим хвостиком ГОСТ 10903-77

Материал режущего инструмента - P6M5

Диаметр отверстия:  $D = 47,9$  мм.

Подача:  $S = 0,4$  мм/об.

Скорость резания по формуле: [2, с.382]

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v,$$

T - 60 значение стойкости.

$$K_v = K_{mv} * K_{iv} * K_{iv}$$

$$K_{mv} = 1; K_{mv} = 1 * 0,9 = 0,9$$

$$K_{iv} = 1; K_{iv} = 1$$

$$K_v = 0,9 * 1 * 1 = 0,9$$

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{40,7 * 47,9^{0,25}}{60^{0,125} * 0,4^{0,4}} * 0,9 = 80 \text{ м/мин}$$

Расчетное число оборотов шпинделя: [2, с.386]

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 80}{3.14 * 130} = 196 \text{ об /мин}$$

Крутящий момент по формуле: [2, с.385];

$$M_{кр} = 10 * C_m * D^q * S^y * K_p, \quad (18)$$

$$K_p = K_{мр}$$

$K_p = 1$  по табл.10, [2, с.363];

Рассчитаем крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 * 0,005 * 47,9^2 * 0,4^{0,8} * 1 = 32 \text{ Н * м}$$

Мощность резания по формуле: [2, с.386]

$$N_e = \frac{M_{кр} * n}{9750},$$

где частота вращения инструмента или заготовки, об/мин,

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 80}{3.14 * 13.2} = 1930 \text{ об/мин}$$

$$N_e = \frac{32 * 1930}{9750} = 6,4 \text{ кВт}$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{6,4}{0,9} = 7,1 \text{ кВт}$$

$\eta$  – КПД станка;  $\eta = 0,9$

$N_{ст}$  - мощность станка;  $N_{ст} = 11 \text{ кВт}$ .

Условие  $\eta * N_{ст} = 0,9 * 11 = 9,9 \text{ кВт}$ .

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \geq N$$

9,9кВт  $\geq$  7,1 кВт условие выполняется.

Переход 9 (Рассверлить сквозное отверстие,  $\sqrt{Ra}$  12,5)

Принимаем сверло спиральное с коническим хвостиком ГОСТ 10903-77

Выбираем материал режущего инструмента - Р6М5

Диаметр обрабатываемого отверстия:  $D = 49,9$  мм.

1. Глубина резания:  $t = 12$  мм.
2. Подача:  $S = 0,6$  мм/об по табл.35, [2, с.381]

Скорость резания по формуле: [2, с.382]

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * S^y} * K_v,$$

$T = 70$  значение стойкости.

$$K_v = K_{mv} * K_{iv} * K_{iv}$$

$$K_{mv} = 1; K_{mv} = 1 * 0,9 = 0,9$$

$$K_{iv} = 1; K_{iv} = 1$$

$$K_v = 0,9 * 1 * 1 = 0,9$$

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{40,7 * 49,9^{0,25}}{70^{0,125} * 12^{0,45} * 0,6^{0,4}} * 0,9 = 23 \text{ м/мин}$$

Расчетное число оборотов шпинделя: [2, с.386]

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 23}{3,14 * 130} = 56 \text{ об /мин}$$

Крутящий момент по формуле: [2, с.385];

$$M_{кр} = 10 * C_m * D^q * S^y * K_p,$$

$$K_p = K_{mp}$$

$$K_p = 1$$

Рассчитаем крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 * 0,005 * 49,9^2 * 0,6^{0,8} * 1 = 87 \text{ Н * м}$$

Мощность резания по формуле: [2, с.386]

$$N_e = \frac{M_{кр} * n}{9750},$$

где частота вращения инструмента или заготовки, об/мин,

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 23}{3.14 * 13.2} = 554 \text{ об/мин}$$

$$N_e = \frac{87 * 554}{9750} = 4,9 \text{ кВт}$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,9}{0,9} = 5,4 \text{ кВт}$$

$\eta$  – КПД станка;  $\eta = 0,9$

$N_{ст}$  - мощность станка;  $N_{ст} = 11 \text{ кВт}$ .

Условие  $\eta * N_{ст} = 0,9 * 11 = 9,9 \text{ кВт}$ .

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \geq N$$

$9,9 \text{ кВт} \geq 5,4 \text{ кВт}$  условие выполняется.

Переход 10 (Расточить сквозное отверстие,  $\sqrt{Ra} 5$ )

Принимаем резец расточной 2141-0561 ГОСТ 18873-73

Выбираем материал режущего инструмента - P6M5

Диаметр отверстия:  $D = 51,8 \text{ мм}$ .



1. Глубина резания:  $t = 10$  мм.
2. Подача:  $S = 0,4$  мм/об по табл.35, [2, с.381]

Скорость резания по формуле: [2, с.382]

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * S^y} * K_v,$$

$T = 70$  значение стойкости.

$$K_v = K_{mv} * K_{iv} * K_{iv}$$

$$K_{mv} = 1; K_{mv} = 1 * 0,9 = 0,9$$

$$K_{iv} = 1; K_{iv} = 1$$

$$K_v = 0,9 * 1 * 1 = 0,9$$

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{40,7 * 51,8^{0,25}}{70^{0,125} * 10^{0,45} * 0,4^{0,4}} * 0,9 = 29 \text{ м/мин}$$

Расчетное число оборотов шпинделя: [2, с.386]

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 29}{3,14 * 130} = 71 \text{ об /мин}$$

Крутящий момент по формуле: [2, с.385];

$$M_{кр} = 10 * C_m * D^q * S^y * K_p,$$

Рассчитаем крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 * 0,005 * 51,8^2 * 0,4^{0,8} * 1 = 66 \text{ Н * м}$$

Мощность резания по формуле: [2, с.386]

$$N_e = \frac{M_{кр} * n}{9750},$$

где частота вращения инструмента или заготовки, об/мин,

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 29}{3.14 * 13.2} = 698 \text{ об/мин}$$

$$N_e = \frac{66 * 698}{9750} = 4,7 \text{ кВт}$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,7}{0,9} = 5,2 \text{ кВт}$$

$\eta$  – КПД станка;  $\eta = 0,9$

$N_{ст}$  - мощность станка;  $N_{ст} = 11 \text{ кВт}$ .

Условие  $\eta * N_{ст} = 0,9 * 11 = 9,9 \text{ кВт}$ .

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \geq N$$

$9,9 \text{ кВт} \geq 5,2 \text{ кВт}$  условие выполняется.

### Переход 11 (Расточить отверстие, $\sqrt{Ra} 3,2$ )

Принимаем резец расточной 2141-0561 ГОСТ 18873-73

Выбираем материал режущего инструмента – P18

1. Глубина резания:  $t = 2 \text{ мм}$ .
2. Подача:  $S = 0,6 \text{ мм/об}$  по табл.14, [2, с.366]

Скорость резания определяется по формуле: [2, с.363]

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} * S^y} * K_v,$$

$T$  – 45 среднее значение стойкости.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{ив}$$

$$K_{mv} = 1; K_{nv} = 0,5; K_{ив} = 0,9$$

$$K_v = 1 * 0,5 * 0,9 = 0,45$$

$$V = \frac{328}{45^{0,28} * 2^{0,12} * 0,6^{0,50}} * 0,45 = 59 \text{ мм /мин}$$

Расчетное число оборотов шпинделя: [2, с.386]

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 59}{3,14 * 130} = 144 \text{ об /мин}$$

Находим главную составляющую силу резания: [2, с.371]

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p$$

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p} * K_{rp}$$

$$K_{mp} = 1; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1$$

$$P_z = 10 * 40 * 2^1 * 0,6^{0,75} * 59^0 * 1 = 560 \text{ Н}$$

Мощность резания: [2, с.371]

$$N_{рез} = \frac{P_z * V}{1020 * 60},$$

$N_{рез}$  – мощность резания.

$$N_{рез} = \frac{560 * 59}{1020 * 60} = 0,53 \text{ кВт}$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,53}{0,9} = 0,58 \text{ кВт}$$

$\eta$  – КПД станка;  $\eta = 0,9$

$N_{ст}$  - мощность станка;  $N_{ст} = 11 \text{ кВт}$ .

Условие  $\eta * N_{ст} = 0,9 * 11 = 9,9 \text{ кВт}$ .

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \geq N_{рез}$$

$9,9 \text{ кВт} \geq 0,58 \text{ кВт}$  условие выполняется.

## Переход 12 (Расточить отверстие, $\sqrt{Ra 2,5}$ )

Принимаем резец расточной 2141-0561 ГОСТ 18873-73

Выбираем материал режущего инструмента – P18

1. Глубина резания:  $t = 0,4$  мм.
2. Подача:  $S = 0,14$  мм/об по табл.14, [2, с.366]

Скорость резания определяется по формуле: [2, с.363]

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} S^y} * K_v,$$

$T = 45$  среднее значение стойкости.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{iv}$$

$$K_{mv} = 1; K_{nv} = 0,5; K_{iv} = 0,9$$

$$K_v = 1 * 0,5 * 0,9 = 0,45$$

$$V = \frac{328}{45^{0,28} * 0,4^{0,12} * 0,14^{0,50}} * 0,45 = 148 \text{ мм /мин}$$

Расчетное число оборотов шпинделя: [2, с.386]

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 148}{3,14 * 130} = 362 \text{ об /мин}$$

Находим главную составляющую силу резания: [2, с.371]

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p$$

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p} * K_{rp}$$

$$K_{mp} = 1; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1$$

Рассчитаем главную составляющую:

$$P_z = 10 * 40 * 0,4^1 * 0,14^{0,75} * 148^0 * 1 = 35 \text{ Н}$$

Мощность резания: [2, с.371]

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z * V}{1020 * 60},$$

$N_{\text{рез}}$  – мощность резания.

$$N_{\text{рез}} = \frac{35 * 148}{1020 * 60} = 0,08 \text{ кВт}$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,08}{0,9} = 0,09 \text{ кВт}$$

$\eta$  – КПД станка;  $\eta = 0,9$

$N_{\text{ст}}$  - мощность станка;  $N_{\text{ст}} = 11 \text{ кВт}$ .

Условие  $\eta * N_{\text{ст}} = 0,9 * 11 = 9,9 \text{ кВт}$ .

Проверка по мощности:

$$N_{\text{ст}} \geq N_{\text{рез}}$$

$9,9 \text{ кВт} \geq 0,09 \text{ кВт}$  условие выполняется.

### Переход 13 (расточить фаску 0,5 x 45°)

Принимаем резец расточной 2141-0561 ГОСТ 18873-73

Выбираем материал режущего инструмента – P6M5

1. Глубина резания:  $t = 0,5 \text{ мм}$ .
2. Подача:  $S = 0,05 \text{ мм/об}$  по табл.16, [2, с.367]

Скорость резания определяется по формуле: [2, с.363]

$$V = \frac{C_v}{T^{m_s y}} * K_v,$$

$T$  – 45 среднее значение стойкости.

$$K_v = K_{mv} * K_{inv} * K_{iv},$$

$$K_{mv} = 1; K_{nv} = 0,5; K_{iv} = 0,9$$

$$K_v = 1 * 0,5 * 0,9 = 0,45$$

$$V = \frac{328}{45^{0,28} 0,05^{0,50}} * 0,45 = 231 \text{ мм /мин}$$

Расчетное число оборотов шпинделя: [2, с.386]

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 231}{3,14 * 130} = 566 \text{ об /мин}$$

D – Диаметр заготовки равен:  $\varnothing 130_{-1,6}$  мм.

V – Скорость резания.

Главная составляющая силы резания: [2, с.371]

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p$$

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p} * K_{rp}$$

$$K_{mp} = 1; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1$$

$$P_z = 10 * 40 * 0,5^1 * 0,05^{0,75} * 231^0 * 1 = 20 \text{ Н}$$

Мощность резания: [2, с.371]

$$N_{рез} = \frac{P_z * V}{1020 * 60},$$

$N_{рез}$  – мощность резания.

$$N_{рез} = \frac{20 * 231}{1020 * 60} = 0,07 \text{ кВт}$$

Мощность станка:

$$\eta - \text{КПД станка; } \eta = 0,9$$

$$N_{ст} - \text{мощность станка; } N_{ст} = 11 \text{ кВт.}$$

$$\text{Условие } \eta * N_{ст} = 0,9 * 11 = 9,9 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \geq N_{рез}$$

9,9кВт  $\geq$  0,07 кВт условие выполняется.

### 010 операция Токарная с ЧПУ

Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GOODWAY GA-2000

Резец подрезной  $\phi = 45^\circ$ ; 2102-0505 гост 18868-73, материал - P18

#### Переход 1 (подрезать торец)

1. Глубина резания:  $t = 1,3$  мм.
2. Подача:  $S = 0,4$  мм/об по табл.15, [2, с.366]

Скорость резания определяется по формуле: [2, с.363]

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} \cdot S^{y_s}} * K_v,$$

$T$  – 45 среднее значение стойкости.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{iv},$$

$$K_{mv} = 1; K_{nv} = 0,5; K_{iv} = 0,9$$

$$K_v = 1 * 0,5 * 0,9 = 0,45$$

Таким образом определяем скорость резания:

$$V = \frac{328}{45^{0,28} 1,3^{0,12} 0,4^{0,50}} * 0,45 = 82 \text{ мм /мин}$$

Расчетное число оборотов шпинделя: [2, с.386]

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 82}{3,14 * 130} = 201 \text{ об /мин}$$

$D$  – Диаметр заготовки равен:  $\phi 130_{-1,6}$  мм.

$V$  – Скорость резания.

## Переход 2 (Точить фаску 21x45°)

Принимаем резец проходной 2103-0023 ГОСТ 18879-73, материал - P18

Выбираем материал режущего инструмента – P18

1. Глубина резания:  $t = 2$  мм.
2. Подача:  $S = 0,8$  мм/об по табл.11, [2, с.364]

Скорость резания определяется по формуле: [2, с.363]

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} S^y} * K_v,$$

$T$  – 45 среднее значение стойкости.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{iv},$$

$$K_{mv} = 1; K_{nv} = 0,5; K_{iv} = 0,9$$

$$K_v = 1 * 0,5 * 0,9 = 0,45$$

$$V = \frac{328}{45^{0,28} 2^{0,12} 0,8^{0,50}} * 0,45 = 53 \text{ мм /мин}$$

Расчетное число оборотов шпинделя: [2, с.386]

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 53}{3,14 * 130} = 130 \text{ об /мин}$$

Главная составляющая силы резания: [2, с.371]

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p$$

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p} * K_{rp}$$

$$K_{mp} = 1; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1$$

$$P_z = 10 * 40 * 2^1 * 0,8^{0,75} * 53^0 * 1 = 675 \text{ Н}$$

Мощность резания: [2, с.371]



$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z * V}{1020 * 60},$$

$N_{\text{рез}}$  – мощность резания.

$$N_{\text{рез}} = \frac{675 * 53}{1020 * 60} = 0,59 \text{ кВт}$$

Мощность станка:

$\eta$  – КПД станка;  $\eta = 0,9$

$N_{\text{ст}}$  - мощность станка;  $N_{\text{ст}} = 11 \text{ кВт}$ .

Условие  $\eta * N_{\text{ст}} = 0,9 * 11 = 9,9 \text{ кВт}$ .

Проверка по мощности:

$$N_{\text{ст}} \geq N_{\text{рез}}$$

$9,9 \text{ кВт} \geq 0,59 \text{ кВт}$  условие выполняется.

### 020 операция сверлильная (Сверлить 4 сквозных отверстий)

2С125 станок вертикально-сверлильный универсальный одношпиндельный

Материал режущего инструмента Р6М5

Режущий инструмент выбираем по табл.45, [2,с.214] – сверло спиральное с цилиндрическим хвостиком (по ГОСТ 10902-77):

Выбираем диаметр и длину сверла:  $D_{\text{сверла}} = 8$  ;  $L_{\text{сверла}} = 70$  ;  $l = 50$ .

Задаем глубину резания:  $t = 0,5 * D_{\text{сверла}}$ , [2 с.381];

$$t = 0,5 * 8 = 4 \text{ мм.}$$

Подача:  $S = 0,4 \text{ мм/об}$  по табл.35, [2 с.381];

Скорость резания по формуле: [2, с.382]

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v = \frac{40,7 * 8^{0,25}}{35^{0,125} * 0,4^{0,4}} * 0,9 = 57 \text{ м/мин}$$

T - 35 значение стойкости.

$$K_v = K_{mv} * K_{iv} * K_{iv} ,$$

$$K_{mv} = 1; K_{mv} = 1 * 0,9 = 0,9$$

$$K_{iv} = 1; K_{iv} = 1$$

$$K_v = 0,9 * 1 * 1 = 0,9$$

Расчетное число оборотов шпинделя: [2, с.386]

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 57}{3.14 * 122} = 150 \text{ об /мин}$$

Крутящий момент по формуле: [2, с.385];

$$M_{кр} = 10 * C_m * D^q * S^y * K_p ,$$

$$K_p = 0,9$$

Рассчитаем крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 * 0,005 * 8^2 * 0,4^{0,8} * 0,9 = 1,38 \text{ Н * м}$$

Осевая сила по формуле: [2, с.385];

$$P_o = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p , \quad (19)$$

где  $P_o$  – осевая сила;

$$K_p = 0,85$$

Рассчитаем осевую силу:

$$P_o = 10 * 9,8 * 8^1 * 0,4^{0,7} * 0,85 = 346 \text{ Н}$$

Мощность резания по формуле: [2, с.386]

$$N_e = \frac{M_{кр} * n}{9750} ,$$

где n - частота вращения инструмента или заготовки, об/мин,

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D_{\text{сверла}}} = \frac{1000 * 57}{3,14 * 8} = 2269 \text{ об/мин}$$

$$N_e = \frac{1,38 * 2269}{9750} = 0,33 \text{ кВт}$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,33}{0,9} = 0,29 \text{ кВт}$$

$\eta$  – КПД станка;  $\eta = 0,9$

$N_{\text{ст}}$  - мощность станка;  $N_{\text{ст}} = 1,5 \text{ кВт}$ .

Условие  $\eta * N_{\text{ст}} = 0,9 * 1,5 = 1,35 \text{ кВт}$ .

Проверка по мощности:

$$N_{\text{ст}} \geq N$$

$1,35 \text{ кВт} \geq 0,29 \text{ кВт}$  условие выполняется.

### 030 операция сверлильная (Сверлить 4 отверстия)

2С125 станок вертикально-сверлильный универсальный одношпиндельный

Выбираем материал режущего инструмента Р6М5

Режущий инструмент принимаем по табл.45, [2, с.214] – сверло спиральное с цилиндрическим хвостиком (по ГОСТ 4010-77):

Выбираем диаметр сверла и длину:  $D_{\text{сверла}} = 4$  ;  $L_{\text{сверла}} = 30$  ;  $l = 15$ .

Задаем глубину резания:  $t = 0,5 * D_{\text{сверла}}$ , [2 с.381];

$$t = 0,5 * 4 = 2 \text{ мм.}$$

Подача:  $S = 0,27 \text{ мм/об}$  по табл.35, [2 с.381];

Скорость резания по формуле: [2, с.382]

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v = \frac{40,7 * 4^{0,25}}{20^{0,125} * 0,27^{0,4}} * 0,9 = 61 \text{ м/мин}$$

T - 20 принимаем по табл.40, [2, с.384]

$$K_v = K_{mv} * K_{iv} * K_{iv} ,$$

$$K_{mv} = 1; K_{mv} = 1 * 0,9 = 0,9$$

$$K_{iv} = 1; K_{iv} = 1$$

$$K_v = 0,9 * 1 * 1 = 0,9$$

Расчетное число оборотов шпинделя: [2, с.386]

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 61}{3,14 * 122} = 160 \text{ об /мин}$$

Крутящий момент по формуле: [2, с.385];

$$M_{кр} = 10 * C_m * D^q * S^y * K_p ,$$

$$K_p = K_{mp}$$

$$K_p = 0,9$$

Рассчитаем крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 * 0,005 * 4^2 * 0,27^{0,8} * 0,9 = 0,25 \text{ Н * м}$$

Осевая сила по формуле: [2, с.385];

$$P_o = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p ,$$

где P<sub>o</sub> – осевая сила;

$$K_p = 0,85$$

Рассчитаем осевую силу:

$$P_o = 10 * 9,8 * 4^1 * 0,27^{0,7} * 0,85 = 133 \text{ Н}$$

Мощность резания по формуле: [2, с.386]

$$N_e = \frac{M_{кр} * n}{9750},$$

где n - частота вращения инструмента или заготовки, об/мин,

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D_{сверла}} = \frac{1000 * 61}{3,14 * 4} = 4860 \text{ об/мин}$$

$$N_e = \frac{0,25 * 4860}{9750} = 0,12 \text{ кВт}$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,12}{0,9} = 0,13 \text{ кВт}$$

$\eta$  – КПД станка;  $\eta = 0,9$

$N_{ст}$  - мощность станка;  $N_{ст} = 1,5$  кВт.

Условие  $\eta * N_{ст} = 0,9 * 1,5 = 1,35$  кВт.

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \geq N$$

$1,35 \text{ кВт} \geq 0,13 \text{ кВт}$  условие выполняется.

#### 040 операция Сверлильная (нарезать резьбу в 4-х сквозных отверстиях)

Выбираем материал метчика Р6М5

Метчик из быстрорежущей стали оптимально подходит для алюминия с покрытием из нитрата углерода **CoroTap 400** для **ISO N - Sandvik**

Данная резьба М8-6Н /1х45°

Шаг резьбы М8-6Н равен:  $P = 1,25$

Подача равна шагу резьбы:  $S = 1,25$  мм/об.

Глубина резания равна высоте профиля резьбы, деленная на количество рабочих ходов (проходов): 4 рабочих хода.

$$t = \frac{0,676}{4} = 0,17 \text{ мм.}$$

t – Глубина резания.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m * S^y} * D^q * K_v ,$$

$C_v = 20$ ;  $m = 0,9$ ;  $y = 0,5$ ;  $q = 1,2$  – определяем коэффициенты и показатели степени при обработке метчиками;

T - 90 мин значение стойкости.

$$K_v = K_{mv} * K_{iv} * K_{cv} ,$$

$K_v$  – общий поправочный коэффициент на скорость резания;

$K_{mv}$  – коэффициент принимающий качество обрабатываемого материала;

$K_{iv}$  – коэффициент принимающий материал режущей части инструмента;

$K_{cv}$  – коэффициент принимающий способ нарезания резьбы.

$K_{mv} = 1$  по табл.4, [2,с.360];

$K_{iv}=1$  по табл.6,[2,с.361];

$K_{cv} = 0,75$

$K_v = 1 * 1 * 0,75 = 0,75$

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{20}{90^{0,9} * 1,25^{0,5}} * 8^{1,2} * 0,75 = 2,7 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент по формуле: [2, с.432];

$$M_{кр} = 10 * C_m * D^q * P^y * K_p ,$$

где P – шаг резьбы;

$C_m = 0,0022$ ;  $q = 1,8$ ;  $y = 1,5$  – коэффициент и показатели при нарезании резьбы определяем по табл.120, [2, с.433];

$K_p = 1$  по табл.119, [2, с.433];

Рассчитаем крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 * 0,0022 * 8^{1,8} * 1,25^{1,5} * 1 = 1,3 \text{ Н * м}$$

Мощность резания: [2, с.432]

$$N_e = \frac{M_{кр} * n}{975},$$

где  $n$  - частота вращения инструмента или заготовки, об/мин,

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D_{сверла}} = \frac{1000 * 2,7}{3,14 * 8} = 108 \text{ об/мин}$$

$$N_e = \frac{1,3 * 108}{975} = 0,15 \text{ кВт}$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,15}{0,9} = 0,16 \text{ кВт}$$

$\eta$  – КПД станка;  $\eta = 0,9$

$N_{ст}$  - мощность станка;  $N_{ст} = 1,5 \text{ кВт}$ .

Условие  $\eta * N_{ст} = 0,9 * 1,5 = 1,35 \text{ кВт}$ .

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \geq N$$

$1,35 \text{ кВт} \geq 0,16 \text{ кВт}$  условие выполняется.

045 операция Сверлильная (нарезать резьбу в 4-х отверстиях)

Выбираем материал метчика Р6М5

Метчик из быстрорежущей стали оптимально подходит для алюминия с покрытием из нитрата углерода **CoroTap 400** для ISO N - Sandvik

Данная резьба М4-6Нх 10-12/0,5х45°

Шаг резьбы М4-6Н равен:  $P = 0,7$

Подача равна шагу резьбы:  $S = 0,7$  мм/об.

Глубина резания равна высоте профиля резьбы, деленная на количество рабочих ходов (проходов): 2 рабочих хода.

$$t = \frac{0,379}{2} = 0,18 \text{ мм.}$$

$t$  – Глубина резания.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m * S^y} * D^q * K_v ,$$

$T = 90$  мин.

$$K_v = K_{mv} * K_{iv} * K_{cv} ,$$

$$K_m=1; K_{iv}=1; K_{cv} = 0,75$$

$$K_v = 1 * 1 * 0,75 = 0,75$$

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{20}{90^{0,9} * 0,7^{0,5}} * 4^{1,2} * 0,75 = 1,7 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент по формуле: [2, с.432];

$$M_{кр} = 10 * C_m * D^q * P^y * K_p ,$$

где  $P$  – шаг резьбы;

$$K_p = K_{mp}$$

$$K_p = 1 \text{ по табл.119, [2, с.433];}$$



Рассчитаем крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 * 0,0022 * 4^{1,8} * 0,7^{1,5} * 1 = 0,15 \text{ Н * м}$$

Мощность резания: [2, с.432]

$$N_e = \frac{M_{кр} * n}{975},$$

где n - частота вращения инструмента или заготовки, об/мин,

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D_{сверла}} = \frac{1000 * 1,7}{3,14 * 4} = 135 \text{ об/мин}$$

$$N_e = \frac{0,15 * 135}{975} = 0,02 \text{ кВт}$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,02}{0,9} = 0,022 \text{ кВт}$$

$\eta$  – КПД станка;  $\eta = 0,9$

$N_{ст}$  - мощность станка;  $N_{ст} = 1,5 \text{ кВт}$ .

Условие  $\eta * N_{ст} = 0,9 * 1,5 = 1,35 \text{ кВт}$ .

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \geq N$$

$1,35 \text{ кВт} \geq 0,022 \text{ кВт}$  условие выполняется.

## 1.8 Расчет норм времени технологического процесса

### 000 Заготовительная операция

Рассчитаем основное время по формуле [4, с.101]:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}, \quad (20)$$

Где  $T_o$  - основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;

$S$  – подача, мм/мин;

Расчетная длина обработки определяется по формуле:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3 ,$$

Где,  $l$  - длина обрабатываемой поверхности детали;

$l_1$  - величина пути врезания;

$l_1 = t \operatorname{ctg} \varphi + (0,5 - 2)$  , выбираем значение 2;

$l_2$  - величина перебега резца;

$l_2 = 1-3$ мм, выбираем значение 3;

$l_3$  - величина пути для снятия пробных стружек или для замеров детали;

$l_3 = 5-8$  мм. При работе на настроенных станках  $l_3 = 0$ .

$A_{0.1} = 40,6$  мм.

$l = 40,6$  мм.

Рассчитаем:

$$l_1 = 1,3 * \operatorname{ctg} 45^\circ + 2 = 3,3$$

$$L = 40,6 + 3,3 + 3 = 44,9$$

$$T_o = \frac{44,9}{50} = 0,89 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время: к этому времени относится затрачиваемое на установку, выверку и снятие заготовки по табл.22; на рабочий ход по табл.23; на выполнение измерений в процессе обработки по табл.24.

$$T_{всп} = 0,38 + 0,20 + 0,13 = 0,71 \text{ мин.}$$

$$T_{оп.} = T_o + T_{всп} = 0,89 + 0,71 = 1,6 \text{ мин.}$$

$T_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места, и время на личные надобности берут в процентах от оперативного времени:

$$T_{обс} = (3-8\%) T_{оп.} ; T_{отд} = (4-9\%) T_{оп.}$$

$$T_{обс} = \text{принимаем } 4\%; T_{обс} = 4\% \text{ от } 1,6 = 0,06$$

$$T_{отд} = \text{принимаем } 5\%; T_{отд} = 5\% \text{ от } 1,6 = 0,08$$

005 Токарная с ЧПУ; переход 1

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$

$$T_o = \frac{45,4 * 1}{201 * 0,4} = 0,56 \text{ мин.}$$

005 Токарная с ЧПУ

переход 2

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$

$$T_o = \frac{26,55 * 1}{130 * 0,8} = 0,25 \text{ мин.}$$

005 Токарная с ЧПУ ; переход 3

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$

$$T_o = \frac{10,9 * 1}{130 * 0,8} = 0,1 \text{ мин.}$$

005 Токарная с ЧПУ ; переход 4

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$

$$T_o = \frac{11 * 1}{110 * 0,42} = 0,23 \text{ мин.}$$

005 Токарная с ЧПУ ; переход 5

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$

$$T_o = \frac{9,9 * 1}{377 * 0,14} = 0,18 \text{ мин.}$$

005 Токарная с ЧПУ ; переход 6

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$
$$T_o = \frac{9,9 * 1}{566 * 0,05} = 0,34 \text{ мин.}$$

005 Токарная с ЧПУ ; переход 7

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$
$$T_o = \frac{18,1 * 1}{125 * 0,6} = 0,24 \text{ мин.}$$

005 Токарная с ЧПУ ; переход 8

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$
$$T_o = \frac{45,1 * 1}{196 * 0,4} = 0,57 \text{ мин.}$$

005 Токарная с ЧПУ ; переход 9

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$
$$T_o = \frac{15,1 * 1}{56 * 0,6} = 0,44 \text{ мин.}$$

005 Токарная с ЧПУ ; переход 10

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$
$$T_o = \frac{15,1 * 1}{71 * 0,4} = 0,21 \text{ мин.}$$

005 Токарная с ЧПУ ; переход 11

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$

$$T_o = \frac{40,2 * 1}{144 * 0,6} = 0,46 \text{мин.}$$

#### 005 Токарная с ЧПУ ; переход 12

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$
$$T_o = \frac{38,6 * 1}{362 * 0,14} = 0,76 \text{мин.}$$

#### 005 Токарная с ЧПУ; переход 13

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$
$$T_o = \frac{6 * 1}{566 * 0,05} = 0,21 \text{мин.}$$

#### 010 Токарная с ЧПУ; переход 1

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$
$$T_o = \frac{44,3 * 1}{201 * 0,4} = 0,55 \text{мин.}$$

#### 010 Токарная с ЧПУ; переход 2

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$
$$T_o = \frac{28 * 1}{130 * 0,8} = 0,26 \text{мин.}$$

#### 020 Сверлильная

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$
$$T_o = \frac{42 * 4}{150 * 0,4} = 2,8 \text{мин.}$$

#### 025 Сверлильная

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$
$$T_o = \frac{6,5 * 1}{566 * 0,05} = 0,22 \text{мин.}$$

### 030 Сверлильная

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$
$$T_o = \frac{19 * 4}{160 * 0,27} = 1,75 \text{мин.}$$

### 035 Сверлильная

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$
$$T_o = \frac{6 * 1}{566 * 0,05} = 0,21 \text{мин.}$$

### 040 Резьбонарезная

Нарезание резьбы ручными метчиками

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * P}$$
$$T_o = \frac{41 * 8}{108 * 1,25} = 4,19 \text{мин.}$$

### 045 Резьбонарезная

Нарезание резьбы ручными метчиками

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{n * P}$$
$$T_o = \frac{17 * 6}{135 * 0,2} = 3,7 \text{мин}$$

## Определение штучно-калькуляционного времени

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени  $T_{шт.к}$  [4, с.101]

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт}, \quad (21)$$

Штучное время определяем по формуле: [4, с.101]

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{об} + T_{от}, \quad (22)$$

Вспомогательное время определяем по формуле: [4, с.101]

$$T_{всп.} = T_{уст} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из}, \quad (23)$$

Где  $T_{уст}$  – время на установку и снятие детали – определены по таблице 5.1. [4, с.197]

$T_{з.о.}$  – время на закрепление и открепление детали – определены по таблице 5.7. [4, с.201]

$T_{уп.}$  – время на управление станком – определены по таблице 5.8. [4, с.202]

$T_{из.}$  – время на измерение детали – определены по таблице 5.10-5.16. [4, с.207];

Оперативное время:  $T_{опер.} = T_o + T_B$ .

Время на обслуживание и отдых:  $T_{о.т} = 15\% \times t_{опер.}$

Подготовительно- заключительное время  $T_{п.з.}$

$n$  – количество деталей в настроечной партии,  $n = 5000$ шт.

Назначаем формулу для штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт.к} = \left( \frac{T_{п.з.}}{5000} \right) + T_o + T_B + T_{о.т}. \quad (24)$$

Операция 000:

$T_o = 0,89$  мин.

$T_{всп.} = 0,08 + 0,024 + 0,07 + 0,16 = 0,33$  мин.

$T_{опер.} = 0,89 + 0,33 = 1,22$  мин.

$T_{о.т} = 15\% \times 1,22 = 0,18$  мин.

$T_{шт.} = 0,89 + 0,33 + 0,02 = 1,24$  мин.

$T_{п.з.} = 10$  мин.

$$T_{\text{шт.к}} = \left( \frac{10}{5000} \right) + 0,89 + 0,33 + 0,18 = 1,4 \text{ мин.}$$

Операция 005:

$$T_o = 4,55 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,08 + 0,024 + 0,08 + 0,07 = 0,25 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{опер.}} = 4,55 + 0,25 = 4,8 \text{ мин.}$$

$$T_{o.t} = 15\% \times 4,8 = 0,72 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.}} = 4,55 + 0,25 + 0,72 = 5,52 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{п.з.}} = 10 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.к}} = \left( \frac{10}{5000} \right) + 4,55 + 0,25 + 0,72 = 5,52 \text{ мин.}$$

Операция 010:

$$T_o = 0,81 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,08 + 0,024 + 0,07 + 0,12 = 0,29 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{опер.}} = 0,81 + 0,29 = 1,1 \text{ мин.}$$

$$T_{o.t} = 15\% \times 1,1 = 0,17 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.}} = 0,81 + 0,29 + 0,17 = 1,27 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{п.з.}} = 10 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.к}} = \left( \frac{10}{5000} \right) + 0,81 + 0,29 + 0,17 = 1,27 \text{ мин.}$$

Операция 020:

$$T_o = 2,8 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,08 + 0,024 + 0,07 + 0,07 = 0,24 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{опер.}} = 2,8 + 0,24 = 3,04 \text{ мин.}$$

$$T_{o.t} = 15\% \times 3,04 = 0,46 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.}} = 2,8 + 0,24 + 0,46 = 3,5 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{п.з.}} = 10 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.к}} = \left( \frac{10}{5000} \right) + 2,8 + 0,24 + 0,46 = 3,5 \text{ мин.}$$

Операция 030:



$$T_o = 1,75 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,08 + 0,024 + 0,07 + 0,07 = 0,24 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{опер.}} = 1,75 + 0,24 = 1,99 \text{ мин.}$$

$$T_{o.t} = 15\% \times 1,99 = 0,3 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.}} = 1,75 + 0,24 + 0,3 = 2,29 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{п.з.}} = 10 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.к}} = \left( \frac{10}{5000} \right) + 1,75 + 0,24 + 0,3 = 2,29 \text{ мин.}$$

#### Операция 035:

$$T_o = 0,21 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,06 + 0,03 + 0,07 + 0,12 = 0,28 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{опер.}} = 0,21 + 0,28 = 0,49 \text{ мин.}$$

$$T_{o.t} = 15\% \times 0,49 = 0,07 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.}} = 0,21 + 0,28 + 0,07 = 0,56 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{п.з.}} = 10 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.к}} = \left( \frac{10}{5000} \right) + 0,21 + 0,28 + 0,07 = 0,56 \text{ мин.}$$

#### Операция 040:

$$T_o = 4,19 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,08 + 0,24 + 0,01 + 0,54 = 0,87 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{опер.}} = 4,19 + 0,87 = 5,06 \text{ мин.}$$

$$T_{o.t} = 15\% \times 5,06 = 0,76 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.}} = 4,19 + 0,87 + 0,76 = 5,82 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{п.з.}} = 10 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.к}} = \left( \frac{10}{5000} \right) + 4,19 + 0,87 + 0,76 = 5,82 \text{ мин.}$$

#### Операция 045:

$$T_o = 3,7 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,08 + 0,24 + 0,01 + 0,39 = 0,72 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{опер.}} = 3,7 + 0,72 = 4,42 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{о.т}} = 15\% \times 4,42 = 0,66 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.}} = 3,7 + 0,72 + 0,66 = 5,08 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{п.з.}} = 10 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.к}} = \left( \frac{10}{5000} \right) + 3,7 + 0,72 + 0,66 = 5,08 \text{ мин.}$$

В технологической части был разработан технологический маршрут изготовления детали «Стакан»; определен тип производства, выбор заготовки, а также рассчитаны режимы и нормы времени для изготовления детали.

## 2. Конструкторская часть

### 2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование приспособления для закрепления метчиков

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Техническое задание

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для закрепления метчиков при нарезании резьбы на универсальном вертикально-сверлильном станке 2С125.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Стакан».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление метчика, с целью получения необходимой точности размеров, удобства установки, а также разработка механизма быстрой смены предохранительных головок на другой диаметр метчика.
Технические требования	Тип производства – среднесерийное; программа выпуска – 5000 шт. в год; Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать вертикально – сверлильному станку 2С125.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел – конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.

### 2.2 Приспособление для закрепления метчиков при нарезании резьбы

Специфика нарезания резьбы мерными инструментами таких как: метчики, круглые плашки или резьбонарезные головки на металлорежущий станках не имеющих точных винторезных кинематических цепей

(сверлильных, токарных, расточных), состоит в том, что инструмент должен крепиться в шпинделе с помощью компенсирующего патрона. Патрон обеспечивает инструменту степень свободы в осевом направлении относительно шпинделя, механическое или ручное движение подачи, которого не может точно соответствовать шагу нарезаемой резьбы.

По принципиальной схеме разработанное приспособление можно разделить на 2 блока: резьбонарезной патрон и быстросменный метчикодержатель. Передача крутящего момента от патрона к метчикодержателю осуществляется за счет двух пазов во втулке 12, в которые входят выступы обоймы 4.

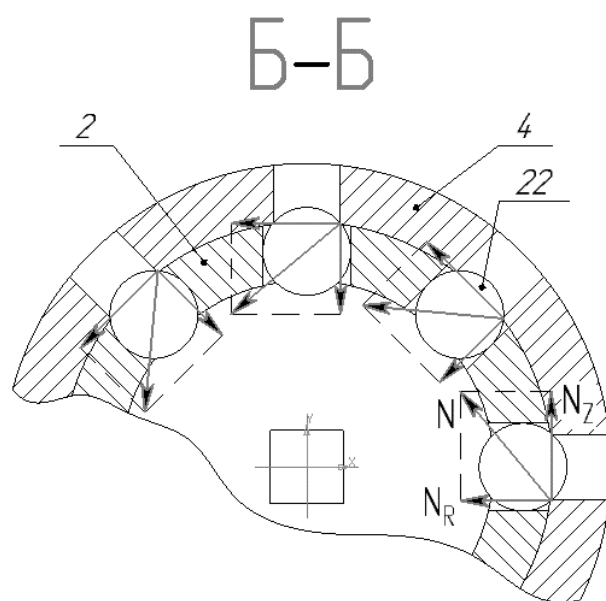
Направляющая 15 для установки в шпиндель станка с одной стороны имеет хвостовик, выполненный в форме конуса Морзе №2. С обратной стороны на направляющей установлены шпонки 13, которые передают вращение втулке 12 и фиксируются с помощью винтов 16 с внутренним шестигранником. Направляющая 15 устанавливается во втулку 12 по шпоночным пазам и фиксируется гайкой 14 и установочным винтом 17. Направляющая 15 может перемещаться вдоль шпоночных пазов во втулке 12. Основную функцию компенсатора выполняет пружина 11.

Втулка 12 имеет точное отверстие диаметром под быстросменный метчикодержатель, в котором крепится инструмент. Быструю замену метчикодержателя обеспечивает шариковый фиксатор: втулка 10 с коническим участком, пружина 9 и шарики 22. При подъеме втулки 10 вверх шарики 22 выкатываются в расточку и освобождают метчикодержатель.

Наружная цилиндрическая поверхность корпуса 2 является базой для установки в резьбонарезной патрон и имеет кольцевую канавку для фиксации шариками 22. В корпусе 2 выполнены радиальные отверстия под шарики 22, которые поджимаются толкателем 7. Регулировка крутящего момента обеспечивается изменением величины деформации тарельчатых пружин 20 с

помощью гайки 7, фиксируемой после регулировки стопорным кольцом 8. Шарики 22 под действием тарельчатых пружин 20 за счет конического участка толкателя 7 выкатываются в отверстия обоймы 4. Обоймы 4 фиксируется на корпусе с помощью кольца 19.

Метчик устанавливается во втулку 1 и в квадратное отверстие корпуса 2. Зажим метчика производится шариками 21, которые за счёт конической проточки в корпусе при перемещении втулки 1 пружиной 3. Сама втулка зафиксирована от выпадения в корпусе с помощью кольца 18.



Сечение Б-Б на рисунке поясняет принцип работы метчикодержателя как предохранительной муфты шарикового типа. Согласно физическим законам механики давление  $N$  с обоймы 4 на шарики 22 передается по нормали к поверхности контакта. Это усилие можно разложить на две составляющие: тангенциальную  $N_z$  и радиальную  $N_r$ . Тангенциальная составляющая обеспечивает передачу крутящего момента с обоймы 4 на корпус метчикодержателя 2 для осуществления процесса резания. Радиальные составляющие  $N_r$  (от всех шариков, равномерно расположенных по окружности обоймы) уравниваются давлением толкателя 5, создаваемым тарельчатыми пружинами 20.

Если суммарное радиальное давление  $N_R$  превысит уравнивающее давление толкателя 5, то шарики 22 вдавятся внутрь корпуса 2, приподнимая толкатель 5 и деформируя тарельчатые пружины 20. Произойдет разъединение обоймы 4 с корпусом метчикодержателя 2 и остановка вращения метчика. При срабатывании предохранительная муфта издает характерный треск, сигнализирующий о завершении обработки резьбы «в упор» или о заклинивании инструмента.

Остановка вращения метчика при обработке резьбы «в упор» или при его заклинивании, то есть при срабатывании предохранительной шариковой муфты, вызывает прекращение осевого движения инструмента, что также компенсируется пружиной 11.

Разработанное приспособление может применяться на сверлильных, фрезерных, токарных станках и станках типа обрабатывающий центр. Резьбонарезной патрон имеет механизм осевой компенсации, позволяющей компенсировать разность между подачей станка и шагом метчика, предусмотрен механизм быстрой смены предохранительных головок на другой диаметр метчика.

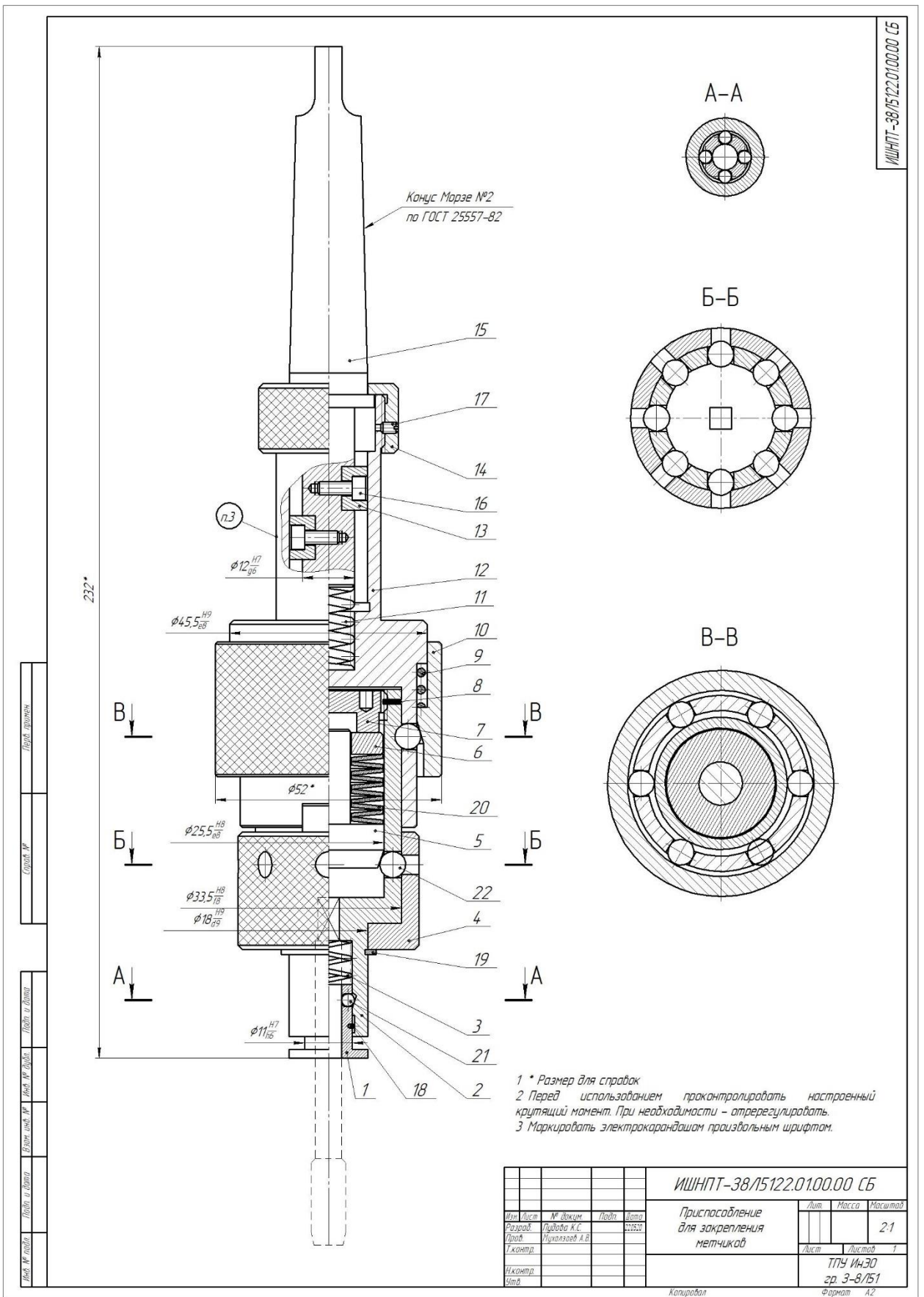


Рисунок 5 – Приспособление для закрепления метчиков.

## 2.3 Порядок настройки и работы при нарезании резьбы

Определим порядок настройки при нарезании резьбы в следующей последовательности:

- расчётным или экспериментальным методом (с помощью динамометрического ключа) определить момент резания  $M_{кр}$ (Нм) в данном материале необходимым метчиком.
- снять стопорное кольцо 8 и произвести настройку крутящего момента вращением гайки 7 по часовой стрелке для увеличения крутящего момента и против часовой стрелки для уменьшения крутящего момента. Контроль головки на крутящий момент производится динамометрическим ключом и специальной оправкой, зафиксированной вместо метчика. После настройки головки гайку зафиксировать кольцом 8 .
- после настройки головка готова к эксплуатации и правильно отрегулированная головка должна обеспечить плавное нарезание резьбы метчиком. При упоре метчика в дно глухого отверстия, или при его заклинивании, появление треска в головке сигнализирует о прекращении вращения метчика.

Скорость резания при нарезании метрической резьбы метчиками, круглыми плашками и резьбовыми головками определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V * D^q}{T^m * S^y} * K_V, \text{ м/мин.}$$

$D$  – номинальный диаметр резьбы.

$S$  – подача, равна шагу резьбы.

Значения коэффициента  $C_V$ , показателей степени и средние значения периода стойкости  $T$  для различных инструментов выбираются по таблицам.

$K_V$  – Общий поправочный коэффициент.

$$K_V = K_{MV} * K_{UV} * K_{tV},$$

$K_{MV}$  и  $K_{UV}$  – коэффициенты, учитывающие обрабатываемый и инструментальный материалы (выбираются по таблицам);

$K_{tV}$  – коэффициент, учитывающий точность нарезаемой резьбы.



$$K_V = 1,2 * 2,5 * 1,1 = 3,3$$

$$V = \frac{20 * 8^{1,2}}{90^{0,9} * 1,25^{0,5}} * 3,3 = 11,5 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент Нм, при нарезании резьбы метчиками, плашками и резьбовыми головками определяется по формуле:

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * P^y * K_p, \text{ Нм.}$$

P – шаг резьбы;

D – номинальный диаметр резьбы;

Значения коэффициента  $C_M$ ,  $K_p$  и показатели степени выбираются по таблицам.

$$M_{кр} = 10 * 0,0022 * 8^{1,8} * 1,25^{1,5} * 0,9 = 1,12 \text{ (Нм).}$$

Мощность, кВт, при нарезании резьбы метчиками, плашками и резьбовыми головками определяется по формуле:

$$N = \frac{M_{кр} * n_{СТ}}{975}, \text{ (кВт);}$$

где n-частота вращения равная:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D}; \text{ (об/мин)}$$

$$n = \frac{1000 * 11,5}{3,14 * 8} = 457 \text{ (об/мин)}$$

Принимаем  $n_{СТ}=450$  об/мин.

$$N = \frac{1,12 * 450}{975} = 0,52 \text{ (кВт)}$$

### Расчёт крутящего момента при нарезании резьбы

Разработанное приспособление имеет встроенную предохранительную шариковую муфту с механизмом регулировки передаваемого крутящего момента для нарезания резьбы в различных материалах, что позволяет предохранить метчики от поломки (при увеличении момента метчик останавливается). Это наиболее целесообразно и незаменимо при нарезании

резьбы в глухих отверстиях, труднообрабатываемых материалах, при нарезании резьбы с мелким шагом.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л51	Пудовой Кристине Сергеевне

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования(НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Рассчитана стоимость материальных затрат; Рассчитаны затраты на оплату труда; Рассчитаны отчисления во внебюджетные фонды; Рассчитаны накладные расходы</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Материальные затраты; основная заработная плата исполнителей темы; дополнительная заработная плата исполнителей темы; отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления); накладные расходы.</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Страховые взносы 30,2%</i>

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

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Составлена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)</i>
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Составлен план реализации проекта, построен график Ганта, сформирован бюджет</i>
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Определена эффективность на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования</i>

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

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</li> <li>2. Матрица SWOT</li> <li>3. Альтернативы проведения НИ</li> <li>4. График проведения и бюджет НИ</li> <li>5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</li> </ol>	
---	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.03.2020
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Креницына З.В.	К.т.н.		16.03.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Пудова Кристина Сергеевна		16.03.2020

### 3. «Финансовый Менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

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

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

**Целевой рынок** – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

**Сегментирование** – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные

критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода.

Таблица 3.1 - Карта сегментирования рынка по изготовлению детали «Стакан»

Размер компании	Предприятие	Виды работ	
		Разработка технологического процесса	Изготовление детали
	АО «ТОМЗЭЛ»	+	+
	ООО «Сибмаш»	+	-
	ООО«ПК«СТАЛЬТОМ»	-	-

Как видно из таблицы 3.1, наиболее перспективным является Предприятие АО «ТОМЗЭЛ», так как оно задействована во всех сегментах рынка.

### 3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Данный анализ проводим с помощью оценочной карты (табл 3.2), отбирая три конкурентных товара (товаром является идентичное не модернизированное «Стакан», изготавливаемое другими предприятиями г. Томска – АО «ТОМЗЭЛ», ООО «Сибмаш», ООО«ПК«СТАЛЬТОМ».

Таблица 3.2 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений(разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Производительность	0,2	4	5	4	0,8	0,5	0,6
2. Срок службы	0,2	4	5	5	1,6	1,1	1,4
3.Износостойкость	0,1	5	4	3	1	0,8	0,4
4.Универсальность	0,1	4	3	4	1,3	0,6	1
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Цена	0,1	5	4	5	0,4	0,8	0,7
2. Уровень проникновения на рынок	0,2	4	5	3	0,3	1,2	0,9
3.Конкурентоспособность продукта	0,1	4	3	4	0,8	0,6	0,5
<b>Итого:</b>	1	30	29	28	6,2	5,6	5,5

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i * K_i, \quad (1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Разработка технического решения:

$$K=30*6,2=186$$

Разработка технического решения конкурентных предприятий:

$$K=29*5,6=162,4$$

$$K=28*5,5=154$$

### 3.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 3.3 - Матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>                  С1.Высокое качество получаемой продукции                  С2. Широкая область применения                  С3. Более низкая стоимость производства                  С4.Квалифицированный персонал                  С5. Актуальность проекта</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>                  Сл1. Требуется два источника питания                  Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала                  Сл3. Перенастройка оборудования</p>
<p><b>Возможности:</b>                  В1. Увеличение степени надежности эксплуатации разработки технологического процесса изготовления «Стакан».                  В2. Возможность проводить детальные научные исследования.</p>	<p>V1C1C2C3C4C5;                  V2B3C1C2C4C5</p>	<p>V2Сл1Сл3; V3Сл2</p>



В3. Снижение трудоемкости изготовления детали.		
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие спроса на разработку технологического процесса изготовления «Стакан». У2. Отсутствие существенного улучшения результатов, в сравнении с материальными затратами на приобретение новой разработки. У3. Необходимость замены устаревших или вышедших из строя комплектующих.	У1С4С5; У3С4;У2С1	У1Сл1Сл2Сл3; У2Сл2

Таблица 3.4 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	+	+	+	+
	В2	+	+	-	+	+
	В3	+	+	-	+	+

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

Сильные стороны проекта						
Угрозы		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	+	-	-	-	-
	У3	-	-	-	+	-

Слабые стороны проекта				
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	+
	У2	-	+	-
	У3	-	-	-

Таблица 3.5 - Итоговая матрица SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>                      С1. Высокое качество получаемой продукции                      С2. Широкая область применения                      С3. Более низкая стоимость производства                      С4. Квалифицированный персонал                      С5. Актуальность проекта</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>                      Сл1. Требуется два источника питания                      Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала                      Сл3. Перенастройка оборудования</p>
<p><b>Возможности:</b>                      В1. Увеличение степени надежности эксплуатации разработки технологического процесса изготовления «Стакан».                      В2. Возможность проводить детальные научные исследования.                      В3. Снижение трудоемкости изготовления детали.</p>	<p>Сильные стороны проекта напрямую связаны с возможностями, так как само по себе использование технологического процесса изготовления "Стакан", это снижение трудоёмкости изготовления детали путём разработки прогрессивного технологического процесса, базирующегося на современных достижениях в области станкостроения и инструментального производства, а также надежности и долговечности работы изделия. Это вероятное будущее развитие машиностроения.</p>	<p>Возможности эффективного внедрения разработки технологического процесса изготовления "Стакан", перекрывают слабые стороны, так как они могут оказаться весьма существенными, в рамках конкретного предприятия.</p>
<p><b>Угрозы:</b>                      У1. Отсутствие спроса на разработку технологического процесса изготовления «Стакан».                      У2. Отсутствие существенного улучшения результатов, в сравнении с материальными затратами на приобретение новой разработки.                      У3. Необходимость замены устаревших или вышедших из строя комплектующих.</p>	<p>При достаточном материальном финансировании, разработка технологического процесса изготовления "Стакан" должна найти применение в НИЦ, поскольку в научных исследованиях каждая мельчайшая деталь имеет важное значение. Впоследствии, основываясь на опыте использования технологического процесса изготовления "Стакан" в</p>	<p>Как видно из угроз, значительные материальные затраты на приобретение разработки технологического процесса изготовления "Стакан", а также необходимость производить замену устаревших или вышедших из строя комплектующих, может поставить под сомнение коммерческий успех проекта.</p>

	НИЦ, существует вероятность распространения разработки на предприятиях в области машиностроения.	
--	--	--

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

## 3.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 3.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Таблица 3.6 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Руководитель ; студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Составление технологического	

		процесса изготовления детали «Стакан»	
Оценка результатов	9	Анализ результатов	Руководитель ; студент
	10	Составление технологической документации	Руководитель ; студент

### 3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = 3t_{min\ i} + 2t_{max\ i} / 5, \quad (2)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{min\ i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max\ i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = t_{ожі} / Ч_i, \quad (3)$$

Где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Таблица 3.7 - Ожидаемая трудоемкость и время выполнения работ

№ этапа	Наименование работы	Трудоемкость работ			Длительность работ в рабочих днях, $t_{раб}$
		$t_{min}$ , чел.-дн	$t_{max}$ чел.-дн	$t_{ожі}$ раб.дн	
1	Составление и утверждение темы проекта	2	3	2,4	3
2	Анализ актуальности темы	2	3	2,4	2
3	Поиск и изучение материала по теме	14	21	16,8	17
4	Выбор направления исследований	2	3	2,4	3
5	Календарное планирование работ	2	3	2,4	3
6	Изучение литературы по теме	7	14	9,8	10
7	Подбор нормативных документов	2	5	3,2	4
8	Составление технологического процесса изготовления детали «Стакан»	14	21	16,8	17
9	Анализ результатов	7	14	9,8	5
10	Составление технологической документации	7	14	9,8	10
<b>Итого:</b>					74

### 3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни по следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

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

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

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = T_{\text{кал}} / (T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}), \quad (5)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе  $T$  необходимо округлить до целого числа.

Таблица 3.8 - Календарный план-график работы над проектом

№ работ	Вид работ	Исполнители	T <sub>кi</sub> , кал.дн	Продолжительность выполнения работ													
				Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь		
				1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	5	■													
2	Анализ актуальности темы	Студент ь	3	■													
		Руководитель	3	■													
3	Поиск и изучение материала по теме	Студент	26		■	■	■										
4	Выбор направления исследований	Студент	5				■										
5	Календарное планирование работ	Студент	5				■										
6	Изучение литературы по теме	Студент	15					■	■								
7	Подбор нормативных Документов	Студент	6						■								
8	Составление технологического процесса изготовления детали «Стакан»	Студент	26							■	■	■					
9	Анализ результатов	Руководитель	8										■				
		Студент	8										■				
10	Составление технологической документации	Студент	26											■	■		



- Руководитель



- Студент



### 3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

#### 3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле: (6)

$$Z_m = (1 + K_T) * \sum_{i=1}^m C_i * N_{расх\ i}$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$K_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента ( $K_T$ ), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 3.9 - Материальные затраты

<b>Наименование</b>	<b>Единица измерения</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Цена за ед.руб.</b>	<b>Затраты на материалы (Зм),руб.</b>
Бумага	лист	150	2	345
Картридж для принтера	штук	1	1100	1250
Интернет	М/бит (пакет)	1	380	405,5
<b>Итого:</b>				1902

### **3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных(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 конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НТИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

Таблица 3.10 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование оборудования</b>	<b>Кол-во единиц оборудования</b>	<b>Цена единицы оборудования, тыс. руб.</b>	<b>Общая стоимость оборудования, тыс. руб.</b>
	Исп.1	Исп.1	Исп.1	Исп.1
1	Полуавтоматический ленточнопильный станок PPS-250HRA	1	451384	451384
2	Токарный станок 16K20	1	1199000	1199000
3	Goodway GA 2000	1	1445000	1445000
4	DMU 50	1	11154000	11154000
5	Gear Speet SF 160 CNC	1	4652000	4652000
<b>Итого: 18901354</b>				

### **3.3.3 / 3.3.4 Основная заработная плата исполнителей темы /Расчет дополнительной заработной платы**

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (7)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{\text{осн}}$ )

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{р}}, \quad (8)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле: (9)

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}}$$

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;  $F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 3.11 - Баланс рабочего времени

<b>Показатели рабочего времени</b>	<b>Руководитель</b>	<b>Студент</b>
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
-выходные дни	44	48
-праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
-отпуск	56	28
-невыходы по болезни	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	275

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p, \quad (10)$$

где  $Z_{tc}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{tc}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от  $Z_{tc}$ );

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} * Z_{осн}, \quad (11)$$

Где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таблица 3.12 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Разряд	к <sub>т</sub>	З <sub>гс</sub> , руб.	к <sub>пр</sub>	к <sub>д</sub>	к <sub>р</sub>	З <sub>м</sub> , руб	З <sub>дн</sub> , руб	Т <sub>р</sub> , раб. дн.	З <sub>осн</sub> , руб.
Руководитель	доцент	1	35120	0,3	0,2	1,3	68484	2837,5	29	82287,5
Студент		1	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2088,6	71	148290,6
<b>Итого:</b>										230578,1

Таблица 3.13 - Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	к <sub>доп</sub>	З <sub>осн</sub>	З <sub>доп</sub>	З <sub>п</sub>
Руководитель	15%	82287,5	12343,1	94630,6
Студент	15%	148290,6	22243,5	170534,1

### 3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} * (З_{осн} + З_{доп}), \quad (12)$$

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

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2017 году водится пониженная ставка – 30,2%.

Таблица 3.14 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	94630,6	28578
Студент	170534,1	51501
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	
	<b>Итого:</b>	80079

### 3.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} * (\text{сумма статей } 1 \div 7), \quad (13)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}} = 0,16 * 51198 = 8192 \text{руб.}$$

### 3.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 3.15 - Расчет бюджета затрат НИТ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	36050
Отчисления во внебюджетные фонды	10887
Накладные расходы	8192
Материальные затраты	1898
Амортизация оборудования	2363
Бюджет затрат НИТ	59390

### 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 ресурс эффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как: (14)

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi p_i}{\Phi \text{max}}$$

Где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi p_i$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi \text{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно- исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Интегральный показатель ресурс эффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{\text{р}i} = \sum a_i * b_i, \quad (15)$$

Где  $I_{\text{р}i}$  – интегральный показатель ресурс эффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

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

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

$n$  – число параметров сравнения.

Таблица 3.16 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта



<b>Объект исследования</b> <b>Критерии</b>	<b>Весовой коэффициент параметра</b>	<b>Исп.1</b>	<b>Исп.2</b>	<b>Исп.3</b>
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	5	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	4
3. Помехоустойчивость	0,15	4	4	4
4. Энергосбережение	0,20	4	4	5
5. Надежность	0,25	4	4	3
6. Материалоемкость	0,15	5	3	3
<b>Итого:</b>	1	4,4	4,1	4

$$I_{p-исп1} = 5*0,1+4*0,15+5*0,15+4*0,2+4*0,25+5*0,05+4*0,01=3,94;$$

$$I_{p-исп2} = 3*0,1+2*0,15+3*0,15+3*0,2+4*0,25+2*0,05+4*0,1=3,15;$$

$$I_{p-исп3} = 4*0,1+3*0,15+3*0,15+3*0,2+4*0,25+4*0,05+4*0,1=3,5.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурс эффективности и интегрального финансового показателя по формуле: (16)

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп.1}}{I_{финр.1}}, I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп.2}}{I_{финр.2}}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.18) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{ср}$ ): (17)

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}$$

Таблица 3.17 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,51	1	0,89
2	Интегральный показатель ресурс эффективности разработки	4,4	4,1	4
3	Интегральный показатель эффективности	8,6	4,1	4,5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2	0,9	1

Сравнительная эффективность разработки показывает, что предпочтительным является первый вариант исполнения, так как данный вариант исполнения является наиболее экономичным и ресурсоэффективным.

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Стакан» экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой материалоемкостью, высокой производительностью труда, поэтому данный научно-исследовательский проект считается конкурентоспособным. Также можно сказать, что задачи, поставленные в данном разделе выпускной квалификационной работы, решены в полном объеме.

А именно:

1. Была выявлена конкурентоспособность предприятий производства изготовления детали. Преимуществом данного техпроцесса является высокая производительность при относительно низкой цене;
2. Проведен SWOT-анализ, в котором рассматриваются все сильные

и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы, связанные с проектом. Возможность получать качественную и конкурентоспособную продукцию позволяет выйти на внутренний рынок, но имеется риск потери спроса;

3. Был распланирован график НИР, по которому руководителю отводится 29 рабочих дней, студенту 71 рабочий день;

4. При планировании комплекса работ по проекту была построена диаграмма Ганта, которая позволяет координировать работу исполнителей в ходе выполнения исследования.

5. Рассчитан бюджет НИР (59390 руб.): основная заработная плата составила 36050 руб. с учетом районного коэффициента, отчисления во ВБФ - 10887 руб., накладные расходы – 8192 руб., материальные затраты – 1898 руб., амортизация оборудования – 2363 руб

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л51	Пудовой Кристине Сергеевне

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологического процесса изготовления стакана	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является рабочее место работника-цех. Рабочее место состоит из станков, мест для операторов, мест для комплектующего оборудования и т.д. Область применения: автоматизация технологического процесса
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <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>	Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ФЗ – 197; Трудовой кодекс РФ, ГОСТ «система стандартов безопасности труда»
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные: Отклонение показателей микроклимата рабочей зоны, превышение уровня шума, недостаточная освещенность рабочей зоны. Опасные: Электрический ток.
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Утилизация используемой орг. техники, макулатуры и люминесцентных ламп.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Чрезвычайная ситуация техногенного характера для места – пожар. Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план эвакуации, огнетушитель

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.03.2020
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Е.В.	К.т.н.		16.03.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Пудова К.С.		16.03.2020

#### **4. «Социальная ответственность»**

Объектом выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления детали «Стакан», в работе рассматривается воздействие вредных и опасных факторов на человека и окружающую среду в процессе разработки, изготовления и эксплуатации детали.

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

##### **4.1.1 Правовые нормы трудового законодательства**

Согласно ТК РФ, N 197 – ФЗ каждый работник обладает правом на:

- Рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве;
- Обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда заработной платы за счет средств работодателя;
- Гарантии и компенсации, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.
- Повышенные или дополнительные гарантии и компенсации за работу на работах с вредными и (или) опасными условиями труда могут устанавливаться коллективным договором, локальным нормативным актом с учетом финансово-экономического положения работодателя.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы:

- ПЭВМ должны соответствовать требованиям настоящих Санитарных правил и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке.

- В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной (диспетчерские, операторские, расчетные, кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.) и связана с нервно-эмоциональным напряжением, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами микроклимата производственных помещений.
- Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям действующей нормативной документации. Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток. Оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др
- Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации
- Содержание вредных химических веществ в производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной, не должно превышать предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест в соответствии с действующими гигиеническими нормативами

#### **4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Содержанием работ по охране труда являются:

- Разработка и осуществление механических и организационных мероприятий по созданию безопасных условий труда и предотвращению взрывов и пожаров;
- Обеспечение нормальных санитарно-гигиенических условий труда;
- Соблюдение правовых норм.

В рабочей зоне, в которой проводится работа по изготовлению детали «Стакан», должны действовать следующие нормативы:

- Сотрудник должен быть обеспечен специальной одеждой, обувью и индивидуальными средствами защиты.
- Производственные помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной механической вентиляцией, обеспечивающий состояние воздуха рабочей зоны в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88.

## 4.2 Производственная безопасность

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на рабочих, опасных производственных факторов до приемлемого уровня.

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов представлены в (табл.1.)

Таблица 4.1 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Параметры микроклимата СанПиН 2.2.4.548-96; [6]
2. Превышение уровня шума		+	+	Уровень шума – СН 2.2.4/2.1.8.562-96; [6]
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	Уровень освещенности СНиП 23-05-95; [7]
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	Уровень освещенности – СП 52.13330.2016; [7]

5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ Средства защиты работающих. Общие требования и классификация; [9]
--	---	---	---	---

### Отклонение показателей микроклимата

На стадии разработки тех. процесса в помещениях, предназначенных для работы с компьютерной техникой в разработке технологического процесса изготовления детали «Стакан», должны соблюдаться определенные оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПин 2.2.4.548-96. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (табл. 2).

Таблица 4.2 - Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период года	Температура воздуха в помещении, °С	Относительная Влажность воздуха в помещении, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	21-23	40-60	0,1
Теплый	22-24	40-60	0,1

Таблица 4.3 - Параметры микроклимата для помещений, где установлены оборудование для механической обработки

Период года	Температура воздуха в помещении, °С	Относительная Влажность воздуха в помещении, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	17-19	15-75	0,1
Теплый	18-20	15-75	0,1



При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности.

Для создания благоприятных условий проводятся такие мероприятия, как естественная вентиляция помещения, кондиционирование воздуха в теплый период и отопление в холодный период.

### **Превышение уровня шума**

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 уровень шума на рабочем месте пользователя персонального компьютера не должен превышать 50 дБ. В технологическом бюро уровень внутренних шумов не превышает предельно допустимого значения, установленного в ГОСТ 12.1.003-2014.

Шум с уровнем звукового давления до 30—35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40—70 дБ в условиях среды обитания создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, и при длительном действии может быть причиной неврозов. Воздействие шума с уровнем свыше 80 дБ может привести к потере слуха. При действии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонки, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть. Шум снижает работоспособность и производительность труда.

Для уменьшения шума от внутренних источников проектируют изоляцию рабочих мест от наиболее шумного оборудования. В цеху рабочие используют беруши и противозумные наушники, т.к. на производстве не предполагается использование подъемных механизмов и механизмов, которые используют предупреждающие звуки.

### **Отсутствие или недостаток естественного света**

Согласно СНиП 23-05-95 в производственном цеху по разработке технологического процесса изготовления детали «Стакан», освещение должно быть не менее 300 Лк.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

### **Недостаточная освещенность рабочей зоны**

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 лк, коэффициент пульсаций не более 10 %. Имеется необходимость в использовании локализованного искусственного освещения совместно с общим. При выполнении работ средней точности общая освещенность должна составлять 200 лк, комбинированная освещенность – 300 лк.

Для обеспечения нормативных значений освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол, оконных проемов и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп. Для искусственного освещения могут быть использованы как лампы накаливания, так и газоразрядные лампы: люминесцентные и дуговые ртутные — ДРЛ.

### **Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека**

Источниками электрического тока могут быть электрические установки и оборудование применяемое при изготовлении детали «Стакан». Опасность поражения электрическим током существует всегда, если имеется контакт с устройством, питаемым напряжением 36 В и выше, тем более от электрической сети 220 В. Для предотвращения поражений электрическим током при работе с компьютером следует установить дополнительные

оградительные устройства, обеспечивающие недоступность токоведущих частей для прикосновения. Обязательным во всех случаях является наличие защитного заземления или зануления (защитного отключения) электрооборудования. Для цеха соблюдаются те же требования и средства защиты, что и для технологического бюро, так же вывешиваются предупреждающие надписи и контроль за состоянием изоляции электрических установок.

### **4.3 Экологическая безопасность**

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам по изготовлению детали «Стакан», необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги.

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика.

Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

Также необходимо утилизировать средства освещения. Все известные сегодня способы утилизации (демеркуризации) люминесцентных ламп очень трудоемки, опасны, энергозатратны и экономически нецелесообразны: стоимость подобной операции практически сравнима со стоимостью новой лампы. Технология новосибирских водников дешева и экологически безопасна.

Специальный химический раствор позволяет полностью удалить все опасные компоненты люминофорного слоя со стекла, и после дальнейшей переработки, использовать их повторно, как, впрочем, и само стекло, и цоколи.

#### **4.4 Безопасность в ЧС**

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории *Ан*, *Бн*, *Вн*, *Гн* и *Дн*.

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

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). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
- е) курение в строго отведенном месте;
- ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей. Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рисунок 6).

## План эвакуации из помещения

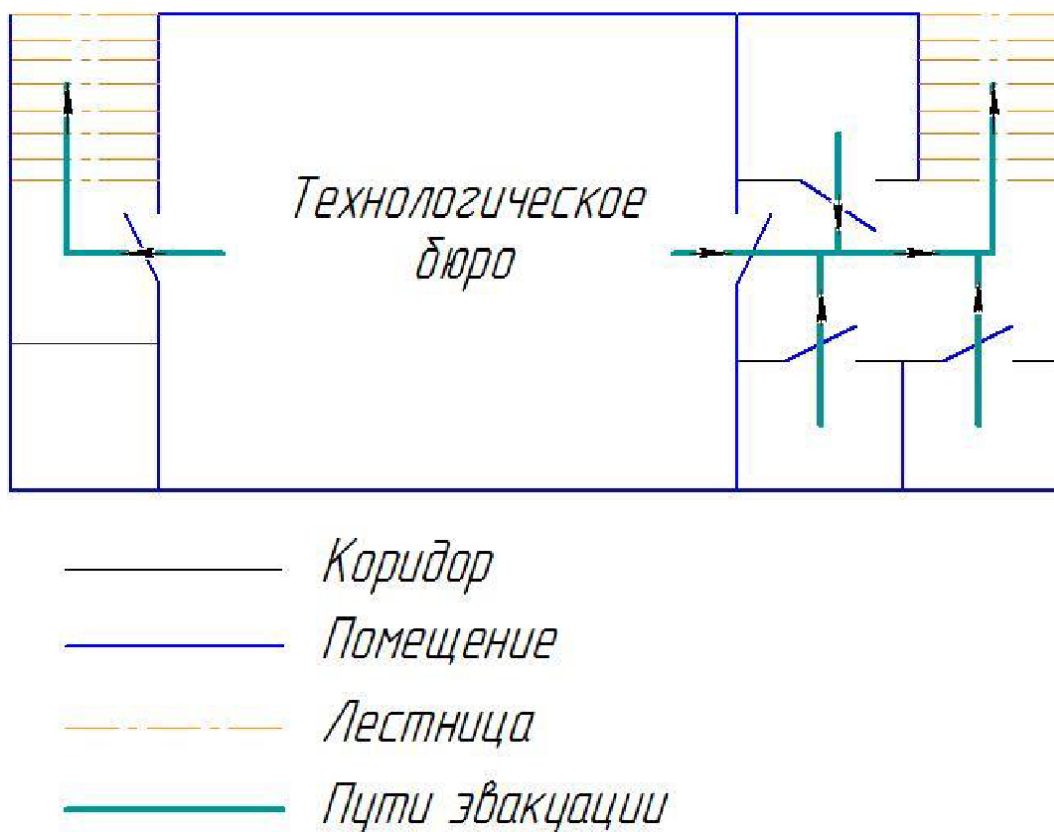


Рисунок 6 - План эвакуации.

В ходе исследования проекта по теме ВКР: «Разработка технологического процесса изготовления детали «Стакан», было выявлено соответствие нормам следующих факторов:

1. Отклонение показателей микроклимата
2. Превышение уровня шума
3. Отсутствие или недостаток естественного света
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Также рабочим местом работника является цех. Который оснащен оборудованием т.е. станками: Станок ленточнопильный STALEX TГK-4235; Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GOODWAY GA-2000;2C125 станок вертикально-сверлильный универсальный одношпindelный для изготовления детали «Стакан».

## **Заключение**

В исследовании данной выпускной квалификационной работы была выполнена технологическая подготовка производства изготовления детали «Стакан», с годовой программой 5000 шт. В ходе выполнения работы был разработан: технологический процесс, выполнены расчеты режимов механической обработки и норм времени, выбрана заготовка для детали типа «Стакан», подобран режущий инструмент для обработки детали, оборудование, а также спроектирована оснастка для сверлильной операции.

По результатам расчета норм времени, выяснилось, что оптимальным путем нарезания резьбы будет являться машинный способ на универсальном сверлильном станке. На спроектированном приспособлении будет удобней сверлить отверстия, разделив сверлильную операцию на две.

Раздел Финансовый менеджмент и ресурсоэффективность входящий в процесс изготовления детали типа «Стакан», выявил вредные и опасные факторы на производстве и технологическом бюро, а также методы предотвращения и борьбы с ними. По социальной ответственности были проведены расчеты, связанные с технико - экономическими показателями технологического процесса изготовления.



## Список использованных источников

1. М.А. Ансеров. Приспособления для металлорежущих станков.- Л.: Машиностроение, 1975 – 656с
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т.С74 Т.2 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А. Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003 г. 944 с., ИЛ.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т.С74 Т.1 / Под ред. А.М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003 г. 912 с., ИЛ.
4. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. — 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с четвертого издания 1983 г. - М.: ООО ИД «Альянс», 2007. - 256 с.
5. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. –Томск: Изд. ТПУ, 2006. -100 с.
6. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.
7. Белов Н.А. Безопасность жизнедеятельности – М.: Знание, 2000-364с.
8. В426 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
9. Белов, Сергей Викторович. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. - 5-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Юрайт ИД Юрайт, 2015. - 703 с.

# Приложения

ИШНПТ-38/15122.00.00.01

$\sqrt{Ra 5}$  (✓)

Перв. примен.

Справ. №

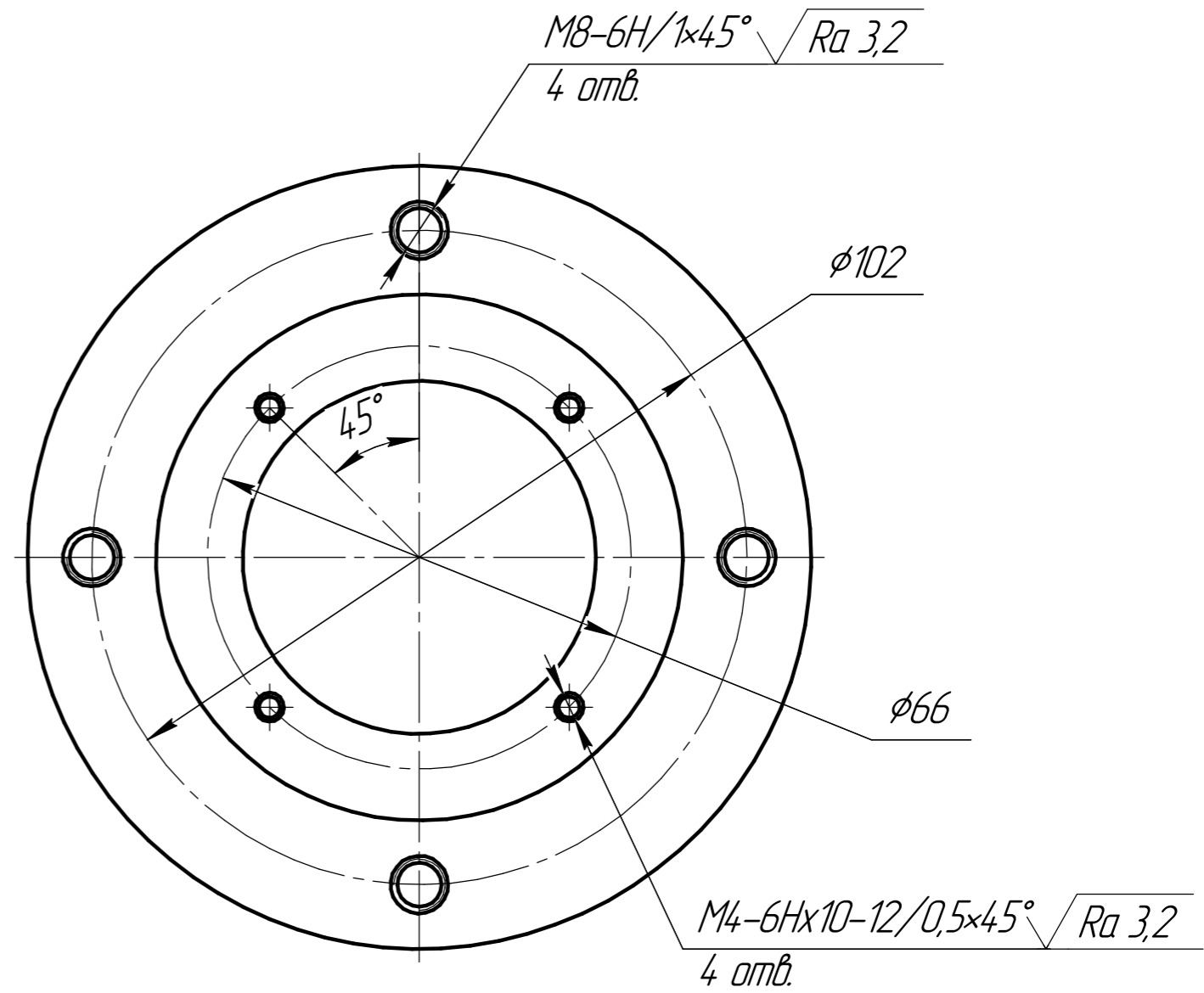
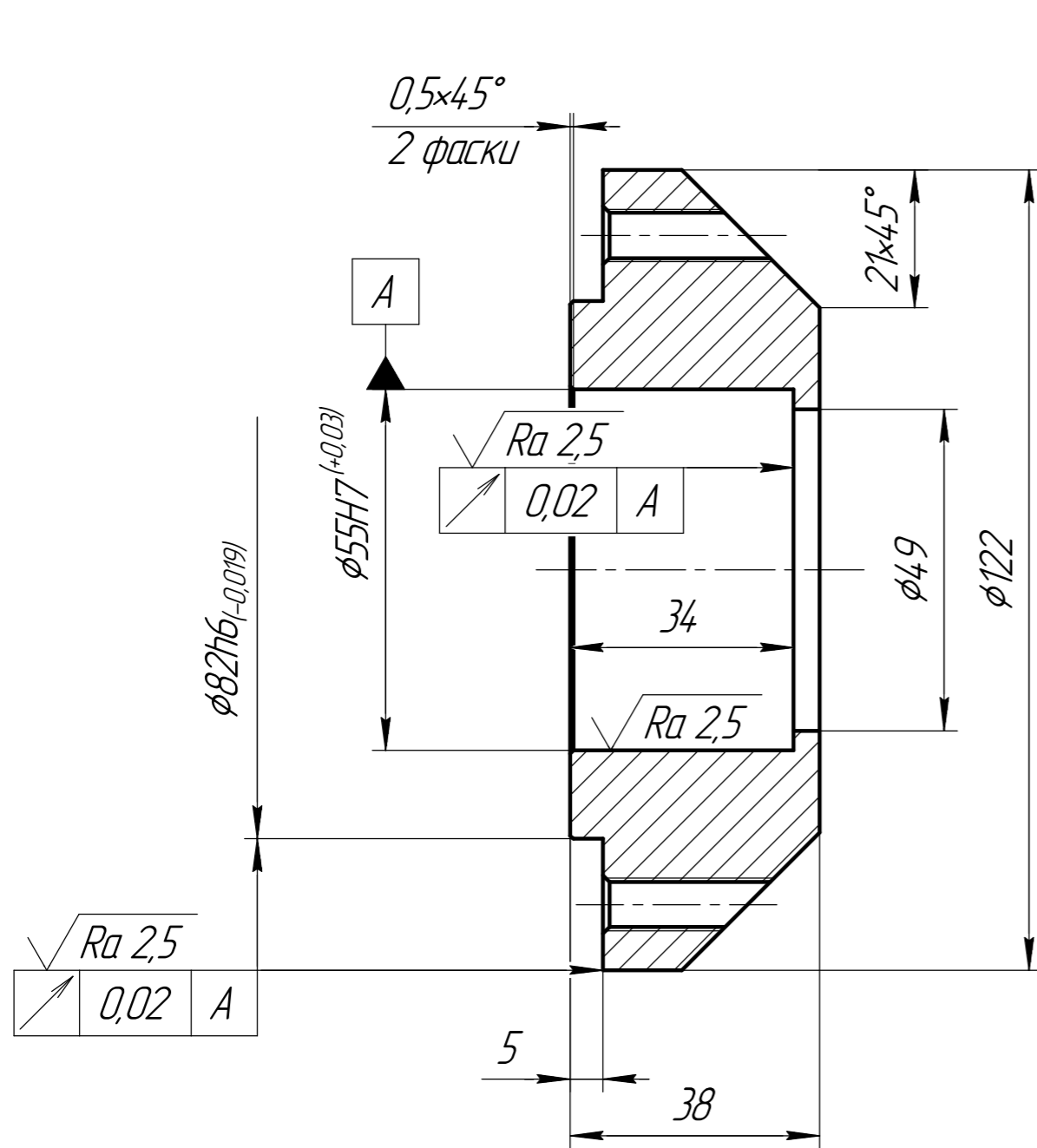
Подп. и дата

Инд. № д/фл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

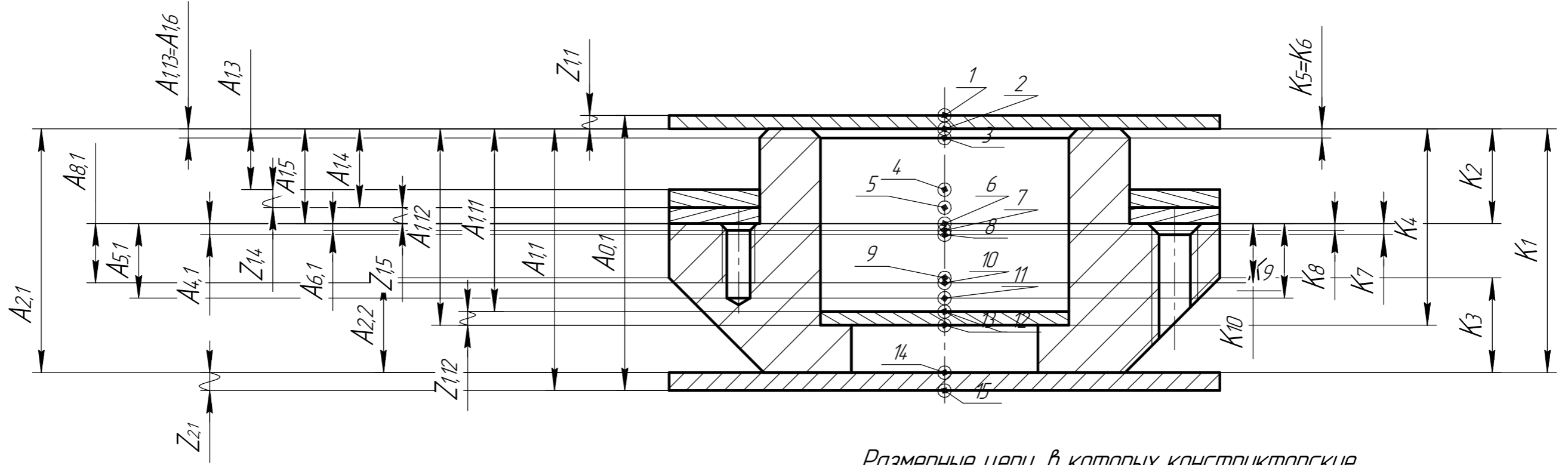


1. Общие допуски по ГОСТ 30893.2-МК

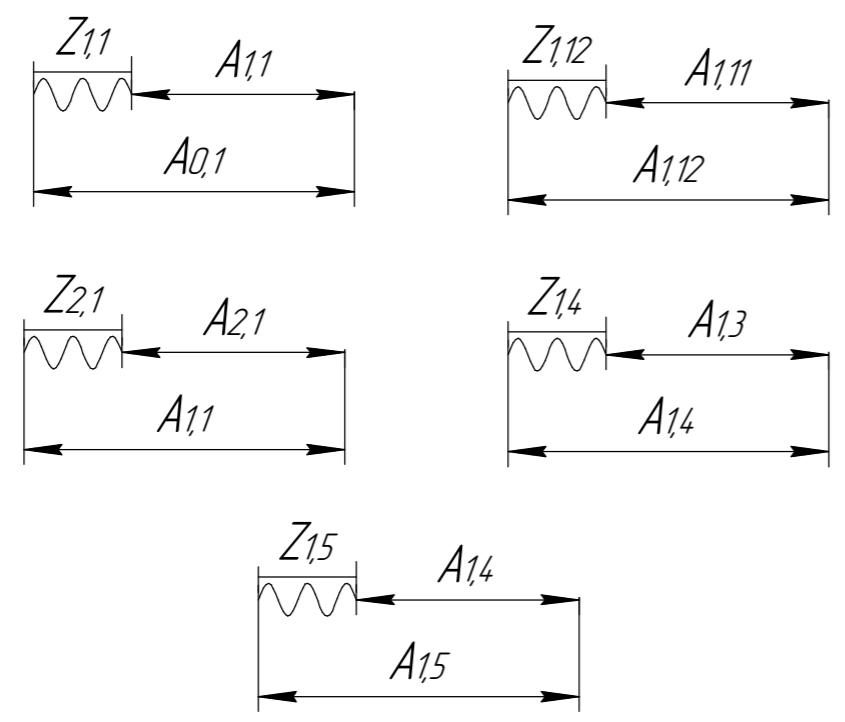
				ИШНПТ-38/15122.00.00.01		
				Стакан		
				Лист	Масса	Масштаб
					0,68	1:1
				Лист	Листов 1	
				Д16Т ГОСТ 4784-97		
				ТПУ ИИЭО зр. 3-8/151		
				Формат А3		

Копировал

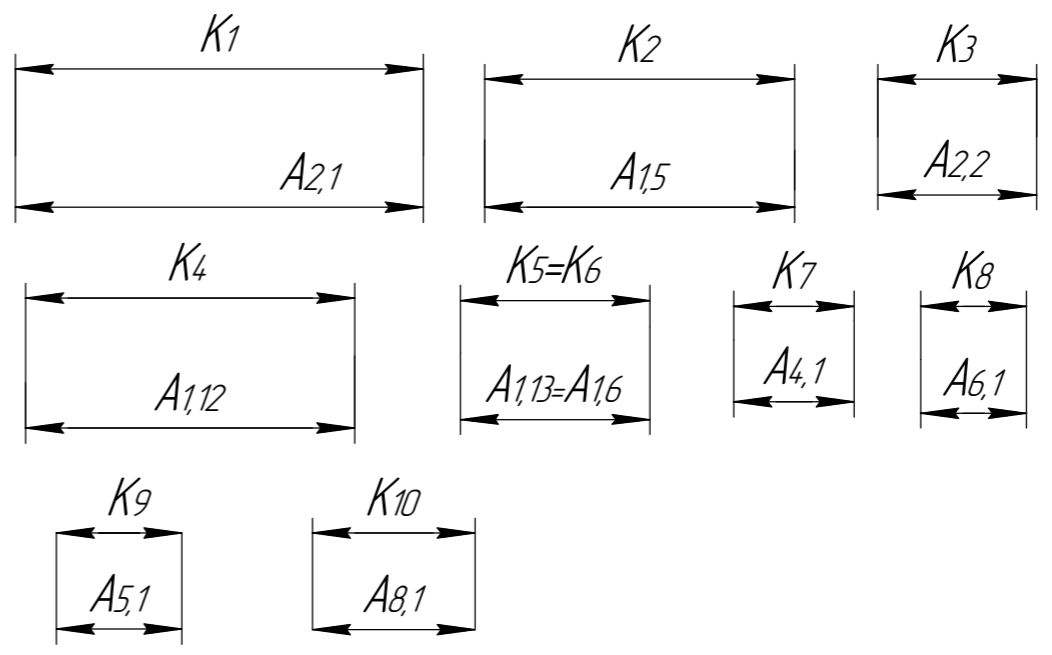
Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. № дюрл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.



Размерные цепи, в которых замыкающим звеном является припуск



Размерные цепи, в которых конструкторские размеры выдерживаются непосредственно.



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Пудова К.С.			22.05.20
Проб.	Мухомзоев А.В.			
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

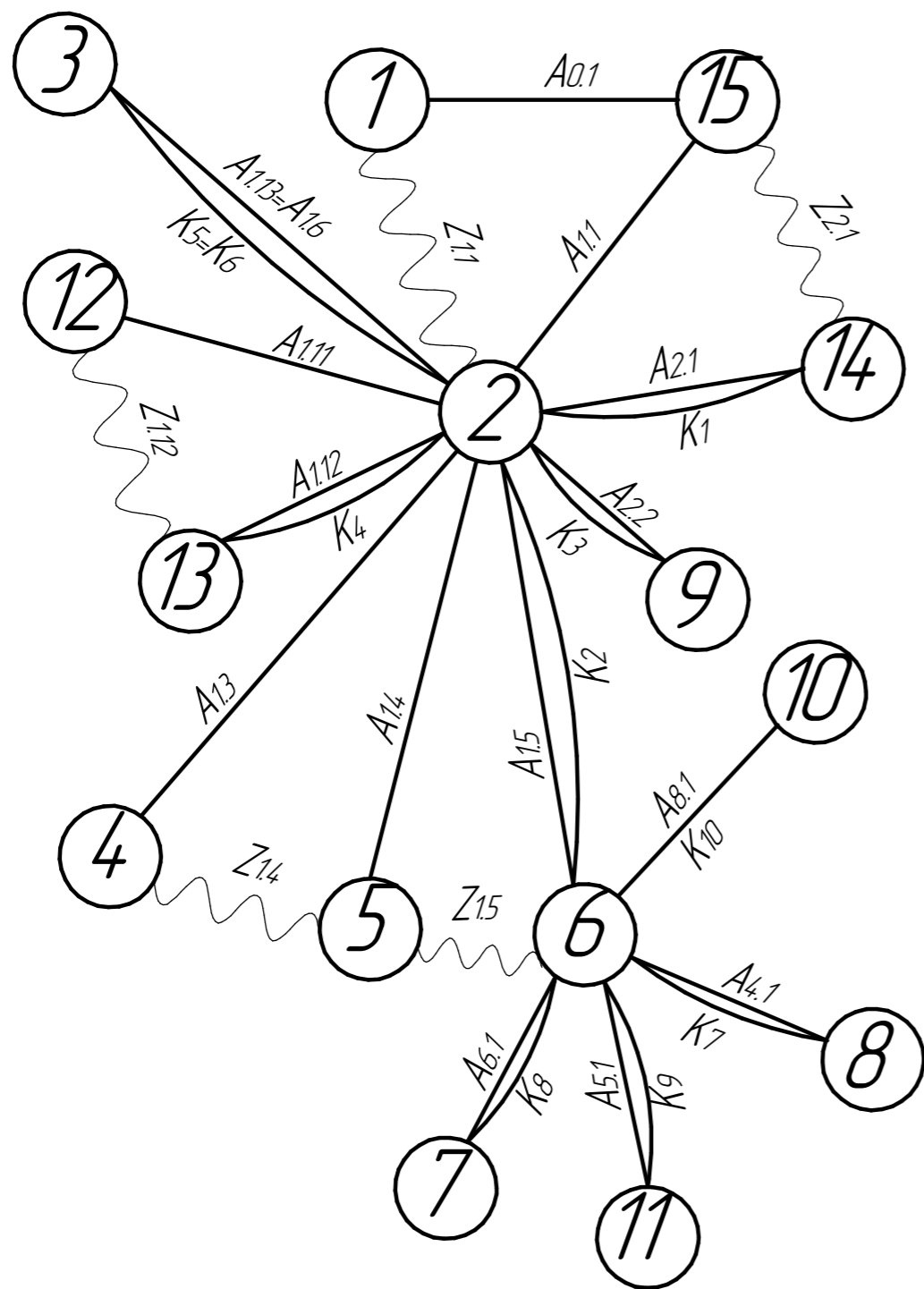
**ИШНПТ-38/15122.002**

**Линейная  
размерная схема**

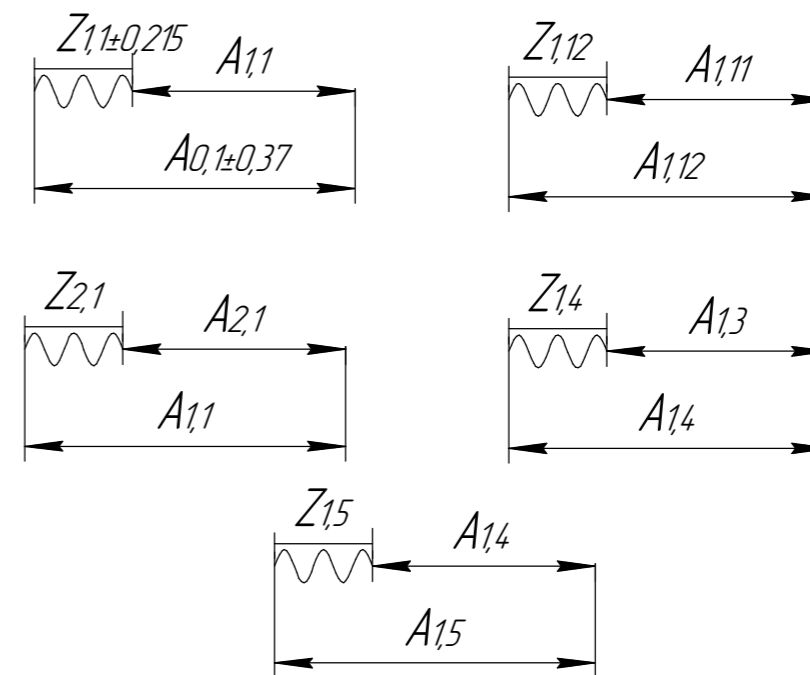
Лит.	Масса	Масштаб
Лист	Листов	1

ТПУ ИИЭО  
гр.3-8/151

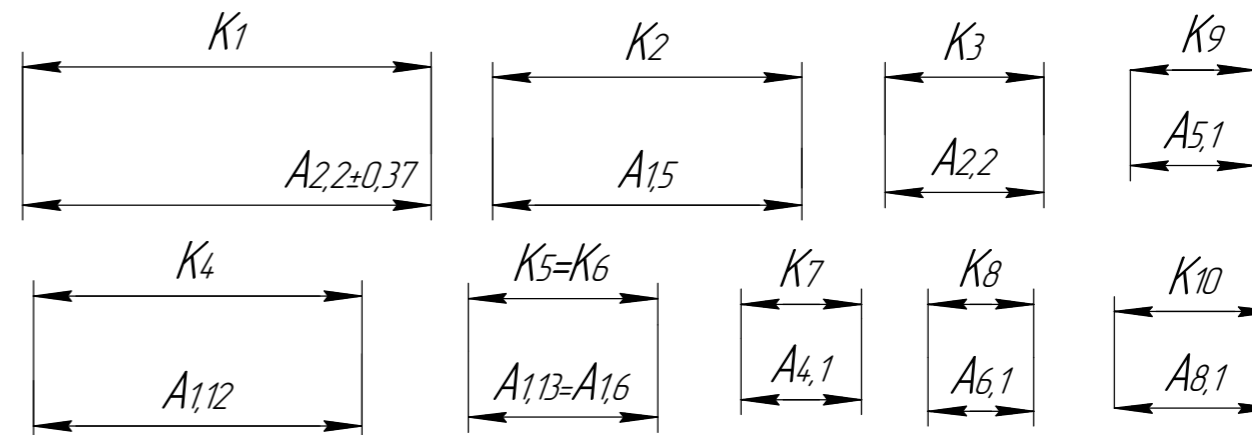
Формат А3



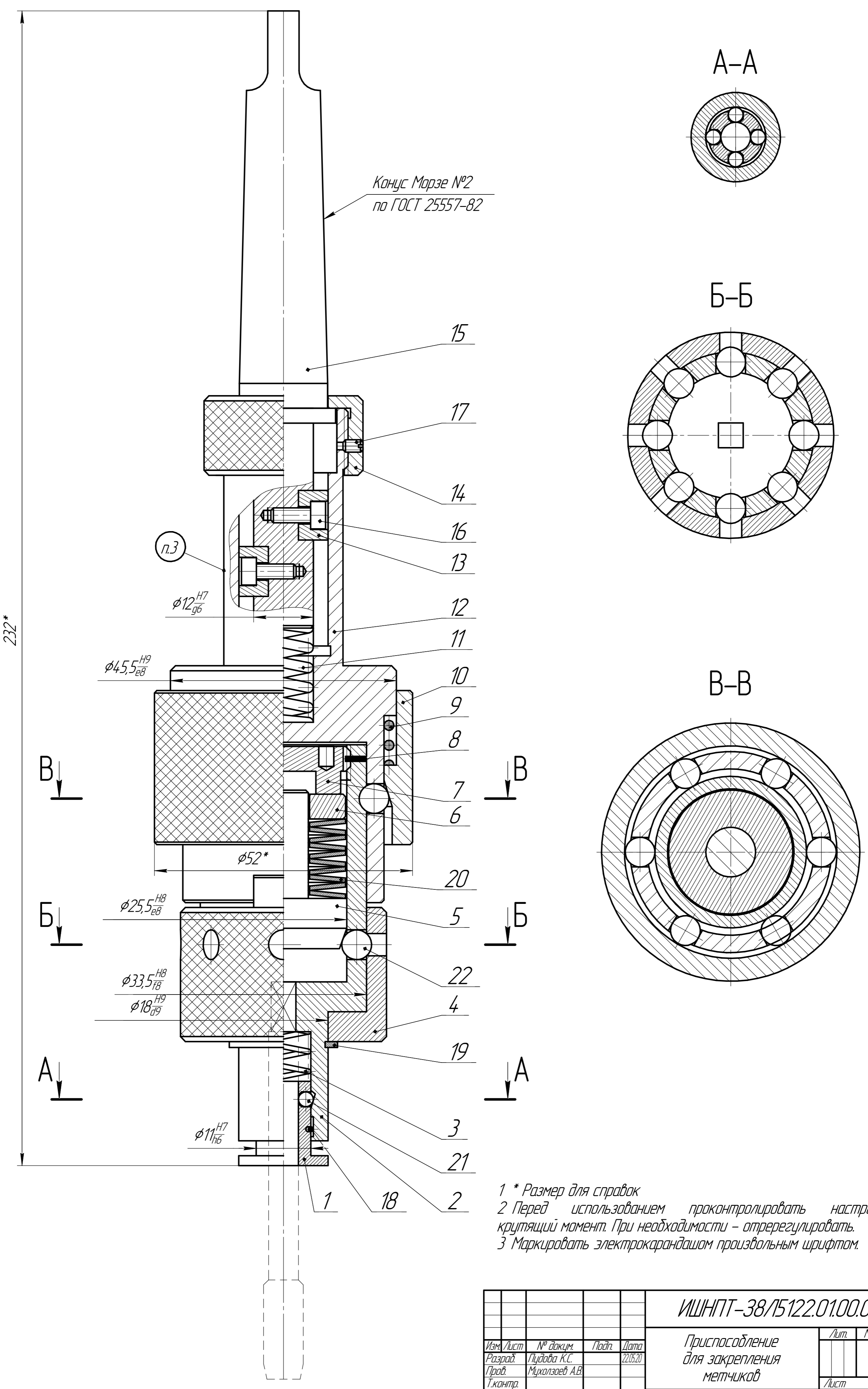
Размерные цепи, в которых замыкающим звеном является припуск



Размерные цепи, в которых конструкторские размеры выдерживаются непосредственно.



				ИШНПТ-38/15122.004				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Граф-дерево	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Пудова К.С.		22.05.20				-
Проб.		Мухомзоев А.В.						
Т.контр.						Лист	Листов	1
И.контр.					ТПУ ИИЭО гр.3-8/151			
Утв.					Формат А3			



1 \* Размер для справок  
 2 Перед использованием проконтролировать настроенный крутящий момент. При необходимости - отрегулировать.  
 3 Маркировать электрокарандашом произвольным шрифтом.

Инд. № подл.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.
Инд. № подл.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.
Инд. № подл.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.
Инд. № подл.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.
Инд. № подл.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.
Инд. № подл.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Инд. № дил.

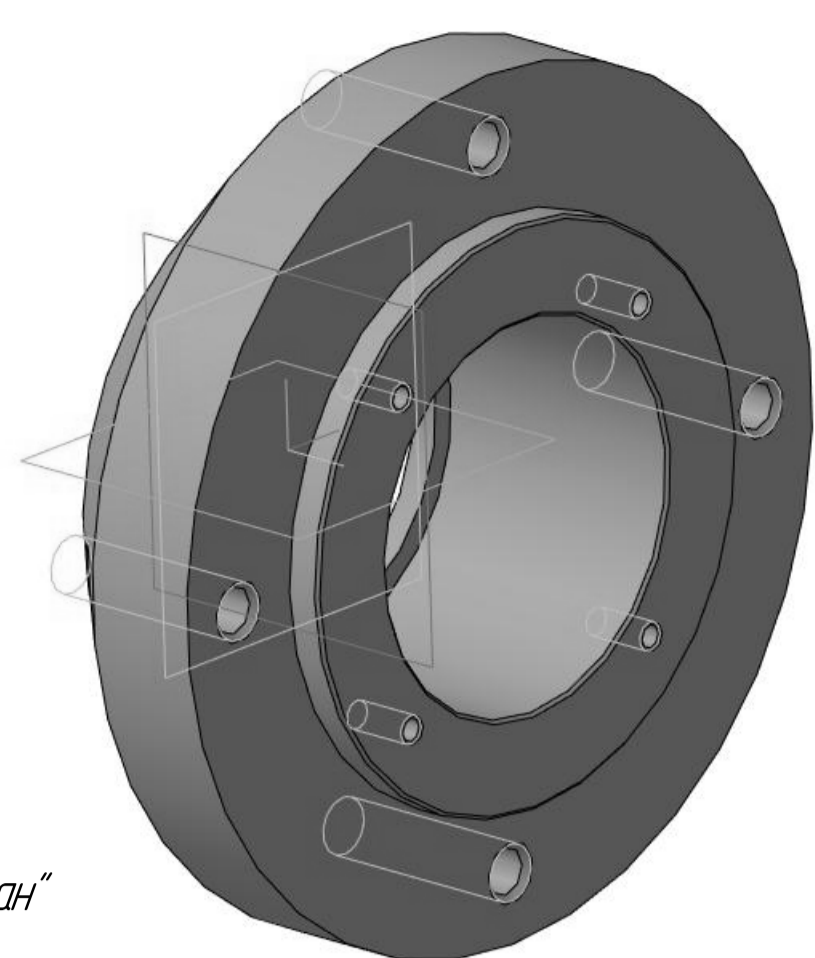
ИШНПТ-38/15122.01.00.00 СБ				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	2:1	
Разраб.	Людмила К.С.			22.05.20		
Проб.	Михалзов А.В.					
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						
Приспособление для закрепления метчиков				Лист	Листов	1
				ТТУ ИнЭО		
				гр. 3-8/151		
				Формат А2		

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
		A1				Сборочный чертеж		
						<u>Детали</u>		
				1		Втулка направляющая	1	
				2		Корпус метчикодержателя	1	
				3		Пружина	1	
				4		Обойма	1	
				5		Толктель	1	
				6		Шайба	1	
				7		Гайка	1	
				8		Кольцо стопорное	1	
				9		Пружина	1	
				10		Втулка фиксирующая	1	
				11		Пружина	1	
				12		Втулка	1	
				13		Шпонка	2	
				14		Гайка	1	
				15		Направляющая	1	
						<u>Стандартные изделия</u>		
		<b>ИШНПТ-38/5122.01.00.00</b>						
		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разрад.	Пудова К.С.		22.05.20			
		Проб.	Мухомзоев А.В.					
		Н.контр.						
		Утв.						
		Приспособление для закрепления метчиков				Лит.	Лист	Листов
							1	2
						ТПУ ИнЭО гр. 3-8/51		
						Формат А4		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		16		Винт М3-6дх10.68 ГОСТ 11738-84	2	
		17		Винт М2.5-6дх5.14Н ГОСТ 1476-93	1	
		18		Кольцо стопорное CRS-12 DIN 7993 A	1	
		19		Кольцо А18 ГОСТ 13942-86	1	
		20		Пружина тарельчатая I-1-2-25х12х0,7х0,9 ГОСТ 3057-90	10	
		21		Шарик 3 G 60+5 ГОСТ 3722-2014	4	
		22		Шарик 6 G 100+5 ГОСТ 3722-2014	14	

Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № д/дл.	
Подп. и дата	





Модель 3D детали "Стакан"

Карта технологического процесса

Литера

Материал  
Наименование, марка

Код ед. величини  
Масса детали, кг

Заготовка

Код и вид

Профиль Размеры

Кол.

Масса, кг

Д16Т ГОСТ 4784-97

0,68

φ130x40,6

5000

2,05

Table with 23 columns: Номер операции, переход, Наименование операций и содержание переходов, Операционный эскиз, Оборудование, Приспособление, Инструмент (режущий, измерительный), Наличие однорез. обраб. деталей, Число рабочих ходов, Диаметр или ширина, мм, Длина в направлении лежачи подачи, мм, Глубина резания, мм, Режим обработки (Поддача мм/об, мм/мин, Частота об/мин, Скорость резания м/мин), Нормы времени (Т0, Твс, Тпз, Тшт, Тшт.к), Резерв работы.

Токарный станок с ЧПУ GOODWAY GA-2000

Патрон трехшпиндельный самоцентрирующий 7100-0009 ГОСТ 2675-80

\* Размер для справок

ИШНПТ-38/15122.006

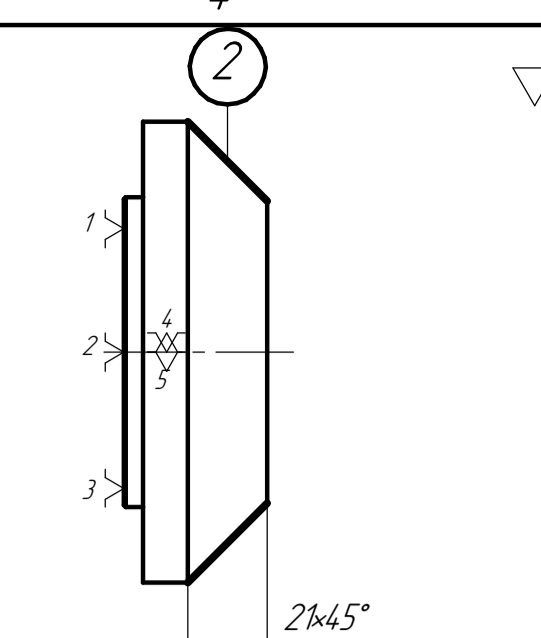
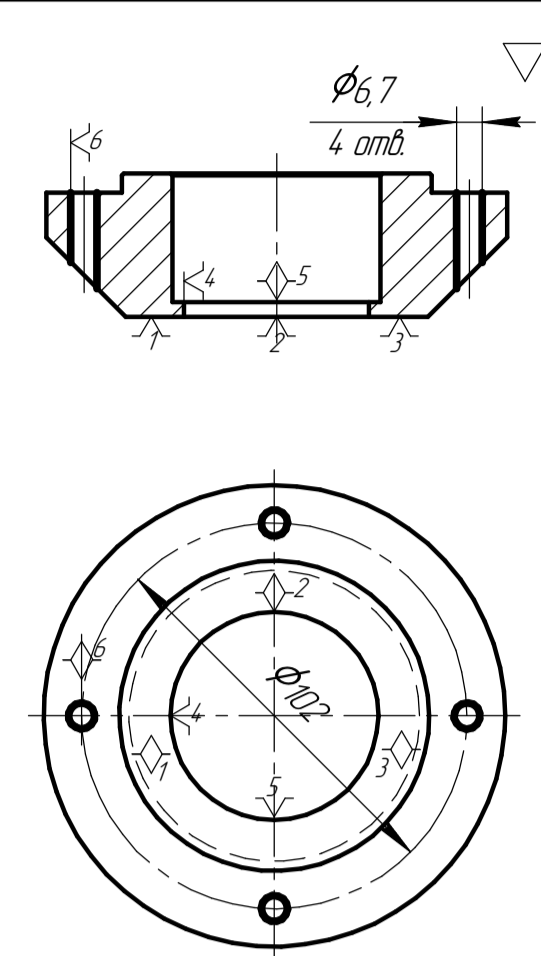
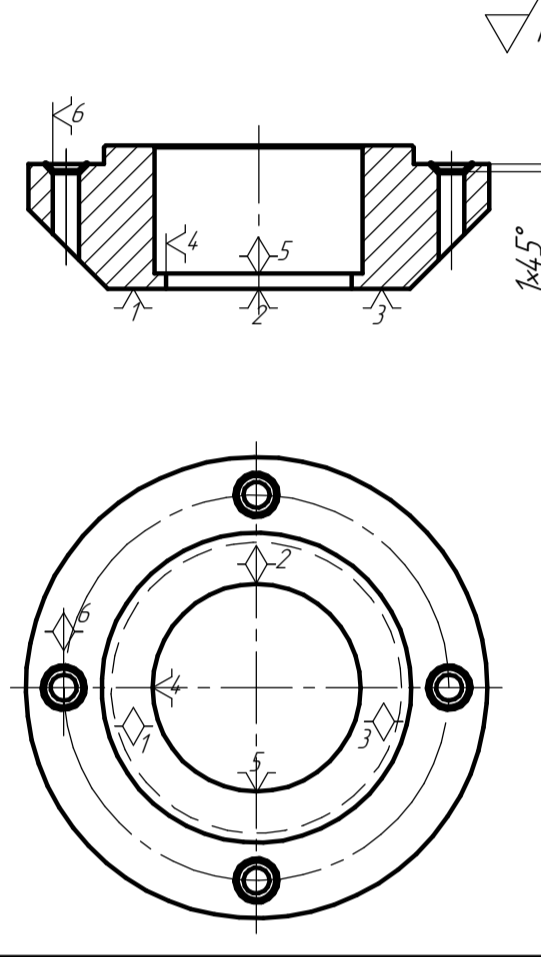
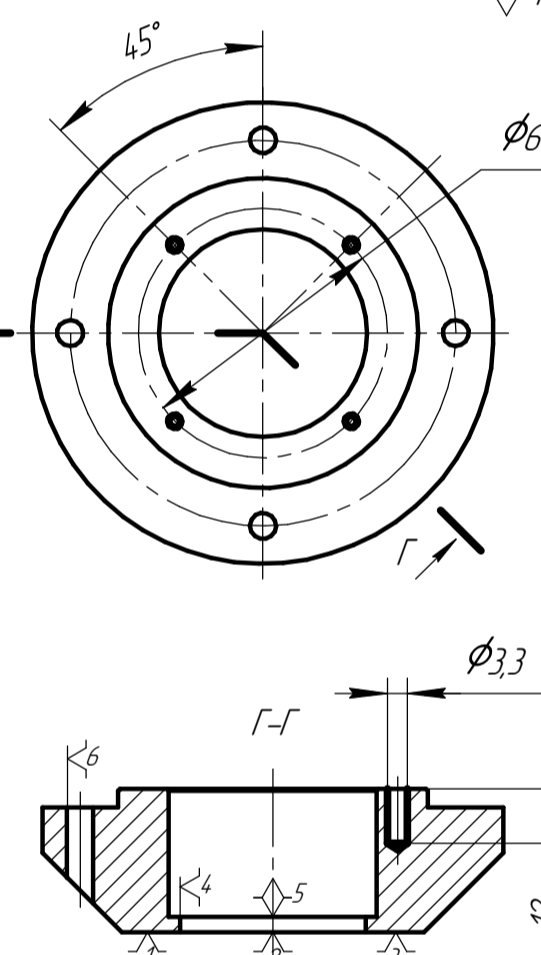
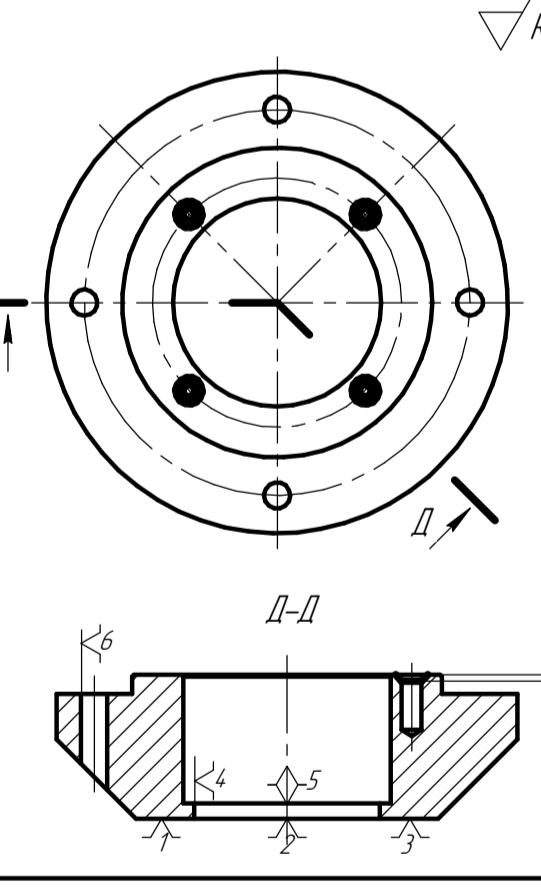
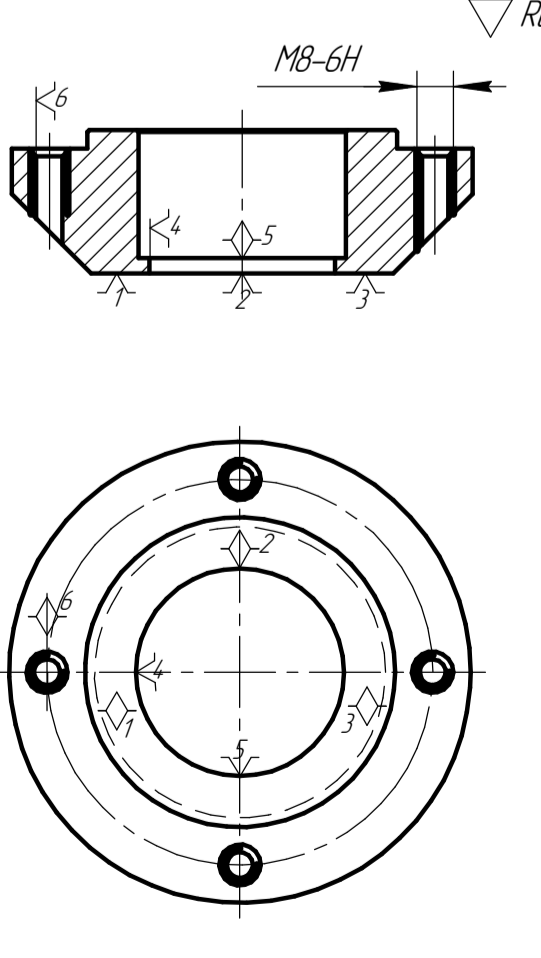
Изм. Лист, Разраб. Проед., Исполн. Упр.

Карта технологического процесса

Лит. Лист Листов

Изд. № 001  
Лист № 001  
Взам. инв. №  
Лист № 001  
Лист № 001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	ИШНПТ-38/15122.006																												
	7	Центровать торцы, выдерживая размеры $\phi 5 \pm 0,3$ ; $6,3 \text{ max}$ ; $60^\circ \text{ max}$ ; $4,85 \pm 0,12$		Токарный станок с ЧПУ GOODWAY GA-2000	Патрон трехшлицевой самоцентрирующий 7100-0009 ГОСТ 2675-80	Сверло центробежное тип А, ГОСТ 14952-75; материал-Р6М5	Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ГОСТ 166-89; калибр-пробка 8133-0910 ГОСТ 14810-69	1	1	5	4	6,6	0,6		125	51	0,24	0,14	10	0,97	2,31	4																												
	8	Сверлить сквозное отверстие, выдерживая размер $\phi 4,79 \pm 0,52$						Токарный станок с ЧПУ GOODWAY GA-2000	Патрон трехшлицевой самоцентрирующий 7100-0009 ГОСТ 2675-80	Сверло спиральное с коническим хвостиком, ГОСТ 10903-77; материал-Р6М5	Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ГОСТ 166-89; калибр-пробка 8133-0920 ГОСТ 14810-69; калибр-пробка гладкий 8133-0932 ГОСТ 14810-69; калибр-пробка гладкий 8133-0932 ГОСТ 14810-69; образцы шероховатости поверхности ГОСТ 9378-93	1	1	40	42	8	0,4		196	80	0,57	0,48	10	1,24	2,48	4																								
	9	Расверлить сквозное отверстие, выдерживая размер $\phi 4,99 \pm 0,52$										Токарный станок с ЧПУ GOODWAY GA-2000	Патрон трехшлицевой самоцентрирующий 7100-0009 ГОСТ 2675-80	Сверло спиральное с коническим хвостиком, ГОСТ 10903-77; материал-Р6М5	Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ГОСТ 166-89; калибр-пробка 8133-0932 ГОСТ 14810-69; калибр-пробка гладкий 8133-0932 ГОСТ 14810-69; образцы шероховатости поверхности ГОСТ 9378-93	1	1	40	45	12	0,6		56	23	0,44	0,39	10	1,05	2,24	4																				
	10	Расточить сквозное отверстие, выдерживая размер $\phi 5,18 \pm 0,62$														Токарный станок с ЧПУ GOODWAY GA-2000	Патрон трехшлицевой самоцентрирующий 7100-0009 ГОСТ 2675-80	Резец расточной 214-1-0561 ГОСТ 18873-73; материал-Р6М5	Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ГОСТ 166-89; калибр-пробка 8133-0932 ГОСТ 14810-69; калибр-пробка гладкий 8133-0932 ГОСТ 14810-69; образцы шероховатости поверхности ГОСТ 9378-93	1	1	40	45	10	0,4		71	29	0,21	0,18	10	0,89	2,45	4																
	11	Расточить отверстие, выдерживая размеры $\phi 53,72 \pm 0,074$ ; $33,2 \pm 0,31$																		Токарный станок с ЧПУ GOODWAY GA-2000	Патрон трехшлицевой самоцентрирующий 7100-0009 ГОСТ 2675-80	Резец расточной 214-1-0561 ГОСТ 18873-73; материал-Р18	Нутромер индикаторный 50-100-0,01 ГОСТ 868-82; Гидромер индикаторный - 0,01 ГОСТ 7661-67; образцы шероховатости поверхности ГОСТ 9378-93	1	1	53,7	33,2	2	0,6		144	59	0,46	0,33	10	1,02	2,34	4												
	12	Расточить отверстие, выдерживая размеры $\phi 55,47 \pm 0,03$ ; $34$																						Токарный станок с ЧПУ GOODWAY GA-2000	Патрон трехшлицевой самоцентрирующий 7100-0009 ГОСТ 2675-80	Резец расточной 214-1-0561 ГОСТ 18873-73; материал-Р18	Нутромер индикаторный 50-100-0,01 ГОСТ 868-82; Гидромер индикаторный - 0,01 ГОСТ 7661-67; образцы шероховатости поверхности ГОСТ 9378-93	1	1	55	34	0,4	0,14		362	14,8	0,76	0,57	10	1,44	2,29	4								
	13	Расточить фаску, выдерживая размер $0,5 \times 45^\circ$																										Токарный станок с ЧПУ GOODWAY GA-2000	Патрон трехшлицевой самоцентрирующий 7100-0009 ГОСТ 2675-80	Угелер типа 3-5 ГОСТ 5378-88	Угелер типа 3-5 ГОСТ 5378-88	1	1	0,5	0,1	0,5	0,05		566	231	0,21	0,20	10	0,96	2,52	4				
010	1	Токарная с ЧПУ Подрезать торец 1, выдерживая размер 38																														Токарный станок с ЧПУ GOODWAY GA-2000	Патрон трехшлицевой самоцентрирующий 7100-0009 ГОСТ 2675-80	Резец подрезной ГОСТ 18868-73; материал-Р18	Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ГОСТ 166-89	1	1	38	43	1,3	0,4		201	82	0,55	0,29	10	1,27	2,54	4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	2	Точить фаску 2, выдерживая размер 2'x45°		Токарный станок с ЧПУ BOODWAY GA-2000	Патрон трёхшпиндельный самонастраивающийся 7100-0009 ГОСТ 2675-80	Резец проходной 2103-0023 ГОСТ 18879-73, материал-Р18	Угломер с нониусом тип 2 ГОСТ 5378-88	1	1	25	30	2	0,8		130	53	0,81	0,29	10	127	2,54	
020	1	Сверлильная Сверлить 4 сквозных отверстия под резьбу М8-6Н, выдерживая размеры φ6,7; φ10,2		Станок вертикально-сверлильный универсальный 2С125	Кондуктор, головка четырёхшпиндельная	Сверло спиральное с цилиндрическим хвостиком ГОСТ 10902-77, материал-Р6М5	Штангенциркуль ШЦ-250-0,05 ГОСТ 166-89, калибр-пробка гладкая ГОСТ 14807-69	1	1	44	40	4	0,4		150	57	2,8	0,24	10	3,5	3,5	
025	1	Сверлильная Зенковать 4 отверстия, выдерживая размер 1 x 45°					Угломер типа 3-5 ГОСТ 5378-88	1	1	1	0,5	0,5	0,05		566	231	0,25	0,27	10	0,48	0,54	
030	1	Сверлильная Сверлить 4 отверстия под резьбу М4-6Н, выдерживая размеры φ6,6; φ3,3; 45°; 12					Сверло спиральное с цилиндрическим хвостиком ГОСТ 4010-77, материал-Р6М5	Калибр-пробка гладкая ГОСТ 14816-69, Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ГОСТ 166-89, Стойка типа С-III-8-50; штатив Ш-III-8 ГОСТ 10197-70	1	1	12	10	2	0,27		160	61	1,75	0,24	10	2,29	2,29
035	1	Сверлильная Зенковать 4 отверстия, выдерживая размер 0,5 x 45°					Калибр-пробка гладкая ГОСТ 14816-69, Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ГОСТ 166-89, Стойка типа С-III-8-50; штатив Ш-III-8 ГОСТ 10197-70	1	1	0,5	0,1	0,5	0,05		566	231	0,21	0,28	10	0,56	0,58	
040	1	Сверлильная Нарезать резьбу в 4-х сквозных отверстиях, М8-6Н		Приспособление для закрепления метчика при нарезании резьбы	Метчик Сога Тар 400, материал-Р6М5	Калибр-пробка резьбовая ГОСТ 17756-72	1	1	44	40	0,17	1,25		108	27	4,19	0,87	10	5,82	5,82		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
045	1	<p>Сверлильная</p> <p>Нарезать резьбу в 4 отверстиях М4-6Нх10</p>		<p>Станок вертикально-сверлильный универсальный 2У125</p>	<p>Приспособление для закрепления метчиков при нарезании резьбы</p>	<p>Метчик СогаТар 400 – Sandvik</p> <p>Калибр-пробка резьбовая ГОСТ 17756-72.</p>		1	1	10	5,4	0,18	0,7		135	17	3,7	0,72	10	5,08	5,08	
050	1	<p>Слесарная</p> <p>Притупить острые кромки</p>			<p>Верстак слесарный</p> <p>Напильник 2820-0023 ГОСТ 1465-80</p>																	

ИШНПТ-38/15122.006

Имя, № подл. Лист и дата. Взам. инв. № Инв. № табл. Лист и дата.