

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 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы – Отделение машиностроения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка технологического процесса изготовления гибкого колеса волновой зубчатой передачи</b>

УДК 621.833-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Вань Цзялун		07.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков В.С.	к.т.н.		07.06.2022

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гасанов М.А.	д.э.н.		07.06.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А. И.	д.т.н.		07.06.2022

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н.		07.06.2022

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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

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

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

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

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

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

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
154A81	Вань Цзялун

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления гибкого колеса волновой зубчатой передачи	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№34-77/С от «03» 02. 2022 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2022
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Чертёж детали «гибкое колесо», годовая программа выпуска 8000шт.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ чертежа и технологичности детали, разработка маршрута обработки, определение типа производства, составление операционных эскизов и содержание всех технологических переходов, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания для каждого перехода и штучно-калькуляционного времени на каждую операцию, конструирование специального приспособления для одной операции. Разработка вопросов финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения, социальной ответственности

<b>Перечень графического материала</b>	Чертежи детали формата А3, карты технологического процесса изготовления детали 3 листа формата А1, плакат размерного анализа формата А1, чертёж приспособления формата А2
--	---

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Технологический и конструкторский	Коротков Владимир Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов Магеррам Али оглы
Социальная ответственность	Сечин Александр Иванович
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</b>	
Реферат	

<b>Дата выдачи задания на выполнение работы по линейному графику</b>	13.12.2021
--	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент (ОМШ, ИШНПТ)	Коротков В. С.	к.т.н.		13.12.2021

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Вань Цзялун		13.12.2021

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 143 страниц пояснительной записки и 4 приложения, 27 таблицы, 27 рисунков, 5 источников.

**Ключевые слова:** гибкое колесо, технологический процесс, размерный анализ, режимы резания, приспособление, припуск, допуск.

Актуальность работы определяется необходимостью снижения затрат на изготовление деталей волнового зубчатого редуктора и повышением качества их обработки.

Объектом исследования является технология изготовления детали «гибкое колесо».

Цель работы: разработать эффективный технологический процесс изготовления детали «гибкое колесо».

Задачи исследования: разработать эффективный маршрут технологического процесса изготовления детали «гибкое колесо», произвести размерный анализ технологических размерных цепей, рассчитать припуски на обработку, режимы резания и нормы времени, подобрать обрабатывающее оборудование и технологическую оснастку, спроектировать приспособление для фрезерной операции.

В результате работы повышен коэффициент использования материала и снижены трудозатраты на изготовление гибкого колеса волновой зубчатой передачи.

Результаты работы могут быть использованы на предприятиях,

занимающихся производством небольших волновых зубчатых редукторов в различных отраслях промышленности.

## THE ABSTRACT

The final qualification work contains 131 pages of explanatory note and 4 applicationы, 25 tables, 25 figures, 5 resources.

**Key words:** flexible gear, technological process, dimensional analysis, cutting mode, fixture, allowance, tolerance.

The relevance of work is determined by the necessity of reducing the manufacturing cost of wave gear reducer parts and improving its processing quality.

The research object is the manufacturing process of "flexible gear" parts.

Objective: to describe the effective manufacturing process of "flexible gear" parts

Research tasks: formulate an effective route for the manufacturing process of "flexible gear" parts, analyze the size of the process dimension chain, calculate the machining allowance, cutting mode and time standard, select processing equipment and process equipment, and design milling operation fixture.

Through the work, the material utilization rate is improved and the labor cost of manufacturing the flexible gear of wave gear reducer is reduced.

The work results can be used in enterprises engaged in the production of small wave gear reducer in various industries.

## Оглавление

Введение.....	10
1. Технологическая часть.....	11
1.1. Исходные данные.....	11
1.2. Анализ технологичности конструкции детали.....	11
1.3. Определение типа производства.....	13
1.4. Выбор исходной заготовки.....	16
1.5. Разработка технологии изготовления детали.....	18
1.6. Расчет припусков и диаметральных технологических размеров.....	22
1.7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров в осевом и аправлении. ....	30
1.8. Выбор оборудования.....	42
1.9. Расчет режимов резания.....	47
1.10. Расчёт основного времени обработки.....	72
1.11. Расчет штучно-калькуляционного времени.....	75
2. Конструкторская часть.....	79
2.1. Анализ исходных данных.....	79
2.2. Описание работы и принцип зажимного устройства.....	81
2.3. Силовой расчет зажимного устройства.....	82
2.4. Расчет приспособления на точность.....	87
2.5. Разработка технических требований на изготовление и сборку.....	88
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	91
3.1. Общая информация.....	91

3.2. Потенциальные потребители детали .....	91
3.3. Анализ конкурентных технических решений .....	93
3.4. SWOT-анализ .....	95
3.5. Планирование научно-исследовательских работ .....	99
3.6. Бюджет научно-технического исследования .....	104
3.7. Определение эффективности исследования .....	112
4. Социальная ответственность .....	113
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	116
4.2. Производственной безопасности .....	119
4.3. Электрическая безопасность .....	130
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	132
4.5. Выводы по разделу .....	134
Заключение .....	135
Список литературы .....	136
Приложение А.Чертёж детали .....	137
Приложение Б.Размерный анализ .....	139
Приложение В.Техническая карта .....	141
Приложение Г.Приспособление .....	145

## Введение

Волновой зубчатый редуктор представляет собой редуктор с новой конструкцией трансмиссии. Он состоит из жесткого колеса, гибкого колеса и генератора волн. Гармонический редуктор имеет простую и компактную конструкцию, небольшой размер, легкий вес, высокую несущую способность и большой выходной крутящий момент.

Поэтому целью ВКР является разработка эффективного технологического процесса изготовления детали «гибкого колеса волновой зубчатой передачи».

Объектом исследования является технология изготовления детали «гибкое колесо».

Предметом исследования являются допуски на размеры различных поверхностей детали, припуски на их обработку, последовательность изготовления детали, режимы резания и нормы времени, технологическая оснастка, обрабатывающее оборудование, а также экономическая эффективность и условия безопасного производства детали.

Практическая значимость работы заключается в повышении коэффициента использования материала и снижении трудозатрат на изготовление гибкого колеса волновой зубчатой передачи.

Результаты работы могут быть использованы на предприятиях, занимающихся производством небольших волновых зубчатых редукторов в различных отраслях промышленности.

# 1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления детали «гибкое колесо», эскиз которой представлен на рисунке 1.1. Годовая программа выпуска 8 000 шт.

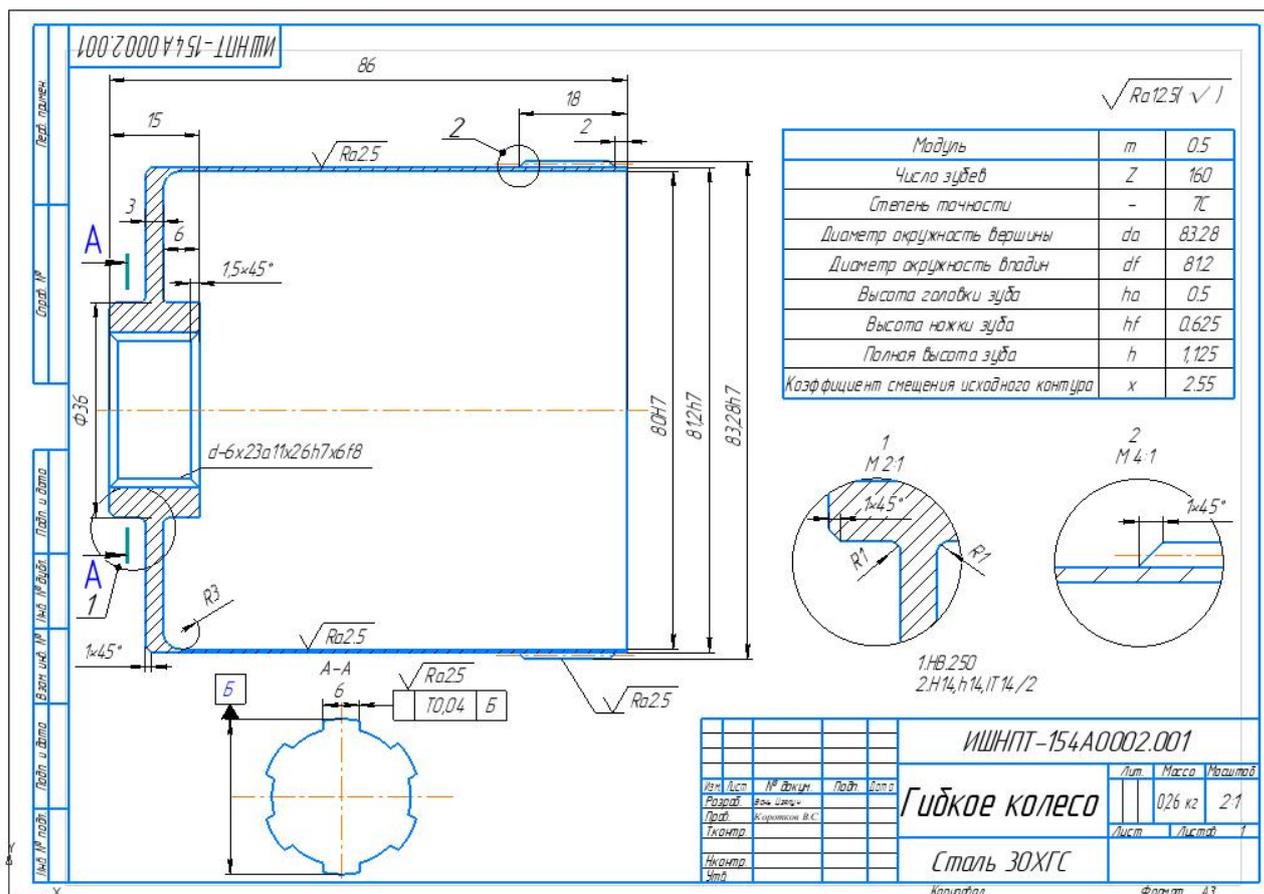


Рисунок 1.1 Деталь «гибкое колесо»

## 1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь «гибкое колесо»— изготовлена из стали 30XГС (Сталь конструкционная легированная) ГОСТ 4543-71. На чертеже детали имеются все необходимые размеры, указана их точность и требуемая шероховатость,

которая соответствует указанной точности каждой поверхности. Указанные отклонения точных размеров соответствуют стандарту ISO.

Таблица 1.1 Химический состав в % стали 30ХГС

C	Si	Mn	NI	S	P	Cr	Cu	Fe
0,28 - 0,35	0,9 - 1,2	0,8 - 1,1	до 0,3	до 0,035	до 0,035	0,8 - 1,1	до 0,3	~96

Таблица 1.2 Механические свойства стали 30ХГС

Термическая обработка	Предел текучести, (МПа)	Временное сопротивление, (МПа)	Минимальное относительное удлинение, %	Относительное сужение, %
Закалка 880 °С, масло. Отпуск 540 °С, вода или масло	≥830	≥1080	≥10	≥45

Конструкция деталей довольно проста. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям. В основном обрабатываются на токарном станке, сверлильном станке, фрезерном станке и шлифовальном станке.

На рисунке показаны все размеры с требуемыми допусками, шероховатостью обработанной поверхности, допустимым отклонением от правильной геометрии и взаимным положением поверхности. Технический чертеж содержит всю необходимую информацию о свойствах материала детали.

### 1.3. Определение типа производства

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций  $K_{з.о}$ , который показывает отношение всех различных технологических операций, определяем по формуле [1, стр. 19]:

$$K_{з.о} = \frac{t_{в}}{T_{ср}}; \quad (1.1)$$

где  $t_{в}$  – такт выпуска детали, мин.;

$T_{ср}$  – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

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

$$t_{в} = \frac{F_{г}}{N_{г}}; \quad (1.2)$$

где  $F_{г}$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{г}$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем при двухсменном режиме работы:  $F_{г} = 4015$  ч.

Тогда

$$t_{в} = \frac{F_{г}}{N_{г}} = \frac{4015 \cdot 60}{8000} = 30,22 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n} \quad (1.3)$$

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

$n$  – количество основных операций.

Штучно-калькуляционное время [3.с147]

$$T_{шк} = \varphi_K T_0 \cdot 10^{-3} \quad (1.4)$$

где  $T_0$  – основное технологическое время, мин.

$\varphi_K$  – коэффициент  $i$ -ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства.

Токарная операция: ( $\Phi_{k.1} = 2,14$ ) Протягиваная операция

1. Токарная операция ( $\Phi_{k.1} = 2,14$ )

переход 1: подрезать торец;

переход 2: точить поверхность;

переход 3: подрезать торец;

переход 4: обточить поверхность;

переход 5: обточить поверхность;

переход 6: расточить фаску;

переход 7: расточить скругления

переход 8: обточить поверхность.

переход 9: расточить фаску

переход 10: расточить скругления

$$\begin{aligned}
T_{ШК1} &= \Phi_{k.1} \cdot T_0 \cdot 10^{-3} \\
&= 2,14 \cdot (0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl \\
&\quad + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl) \cdot 10^{-3} \\
&= 2,14 \cdot (0,17 \cdot 86 \cdot 2 + 0,17 \cdot 83,28 \cdot 88 + 0,17 \cdot 83,28 \cdot 2 + 0,17 \cdot 65 \\
&\quad \cdot 60 + 0,17 \cdot 68 \cdot 81,2 + 0,17 \cdot 0,4 \cdot 83,28 + 0,17 \cdot 0,2 \cdot 81,2) \cdot 10^{-3} \\
&= 6.23 \text{МИН};
\end{aligned}$$

2. Сверлильная операция ( $\Phi_{k.2} = 1,72$ )

переход 1: сверлить отверстие

$$\begin{aligned}
T_{ШК2} &= \Phi_{k.2} \cdot T_0 \cdot 10^{-3} = 2,14 \cdot 0,52dl \cdot 10^{-3} = 2,14 \cdot 0,25 \cdot 20 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \\
&= 0.16 \text{МИН}
\end{aligned}$$

3. Протяжная операция ( $\Phi_{k.3} = 1,75$ )

переход 1: протягивать шлиц

$$\begin{aligned}
T_{ШК3} &= \Phi_{k.3} \cdot T_0 \cdot 10^{-3} = 1,75 \cdot 0,4dl \cdot 10^{-3} = 1,75 \cdot 0,4 \cdot 26 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \\
&= 0.27 \text{МИН}
\end{aligned}$$

4. Токарная операция ( $\Phi_{k.4} = 2,14$ )

переход 1: подрезать торец

переход 2: расточить фаску

переход 3: расточить скругления

переход 4: расточить фаску

переход 5: подрезать торец

переход 6: расточить скругления

переход 7: расточить скругления

$$\begin{aligned}
T_{ШК4} &= \Phi_{k.4} \cdot T_0 \cdot 10^{-3} \\
&= 2,1 \cdot (0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl \\
&\quad + 0,17dl) \cdot 10^{-3} \\
&= 2,14 \cdot (0,17 \cdot 81,2 \cdot 6 - 0,17 \cdot 36 \cdot 6 + 0,17 \cdot 36 \cdot 1 + 0,17 \cdot 36 \cdot 1 \\
&\quad + 0,17 \cdot 36 \cdot 1 + 0,17 \cdot 77 \cdot 80 - 0,17 \cdot 77 \cdot 60 - 0,17 \cdot 36 \cdot 6 + 0,17 \\
&\quad \cdot 1 \cdot 36 + 0,17 \cdot 3 \cdot 80) \cdot 10^{-3} = 0,33 \text{ мин};
\end{aligned}$$

5. Фрезерованная операция ( $\Phi_{k.5} = 1,84$ )

переход 1: фрезеровать зубы

$$\begin{aligned}
T_{ШК5} &= \Phi_{k.5} \cdot T_0 \cdot 10^{-3} = 1,84 \cdot 2,2dl \cdot 10^{-3} = 1,84 \cdot 2,2 \cdot 81,2 \cdot 16 \cdot 10^{-3} \\
&= 5,26 \text{ мин}
\end{aligned}$$

6. Шлифовальная операция ( $\Phi_{k.6} = 2,10$ )

переход 1: шлифовать поверхность

переход 2: шлифовать поверхность

$$\begin{aligned}
T_{ШК6} &= \Phi_{k.6} \cdot T_0 \cdot 10^{-3} = 2,10 \cdot (1,5dl + 1,5dl) \cdot 10^{-3} \\
&= 2,10 \cdot (1,5 \cdot 83,28 \cdot 62 + 1,5 \cdot 80 \cdot 77) \cdot 10^{-3} = 35,67 \text{ мин}
\end{aligned}$$

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{шi}}{n} = \frac{T_{ШК1} + T_{ШК2} + T_{ШК3} + T_{ШК4} + T_{ШК5} + T_{ШК6}}{6} = 7,99 \text{ мин};$$

Тип производства определяем по формуле 1.1:

$$K_{3,0} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{30,22}{7,99} = 3,78;$$

Так как  $K_{3,0} = 3,78 < 10$ , то есть тип производства мелкосерийный.

## 1.4. Выбор исходной заготовки

Методы изготовления заготовок деталей определяются технологическими свойствами их материала, формой, габаритами и типом производства. Материал детали во многом определяет выбор заготовки. Материалы делятся на литейные (чугуны, алюминиевые сплавы, литейные стали и др.) и подлежащие обработке давлением (стали, алюминий-магниевые сплавы, латунь и др.)

Самым первым критерием при выборе типа заготовки служит материал, из которого изготавливается деталь: Сталь – прокат, поковка, штамповка, реже – отливка; Чугун – различные способы литья; Цв. металлы – прокат, отливка, реже – штамповка; Полимеры – прокат, отливка. Стекло органическое–полимеры – прокат, отливка. Вторым критерием являются технологические возможности типа производства: – для деталей простой формы предпочтителен прокат; – для деталей средних и крупных размеров простой формы с большими перепадами размеров – поковка; – для деталей сложной формы – отливка или штамповка, для детали «гибкое колесо» – выбрать поковку.

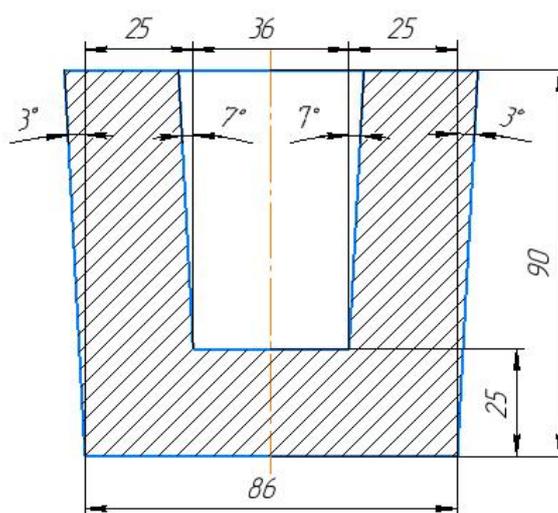
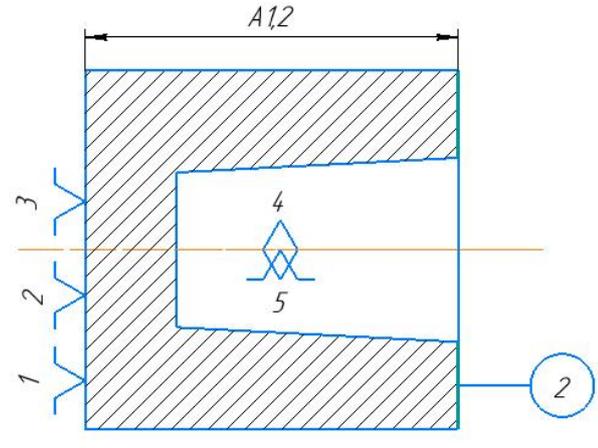
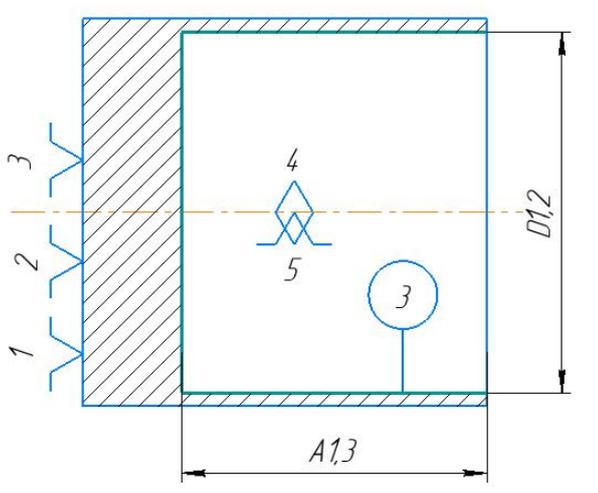
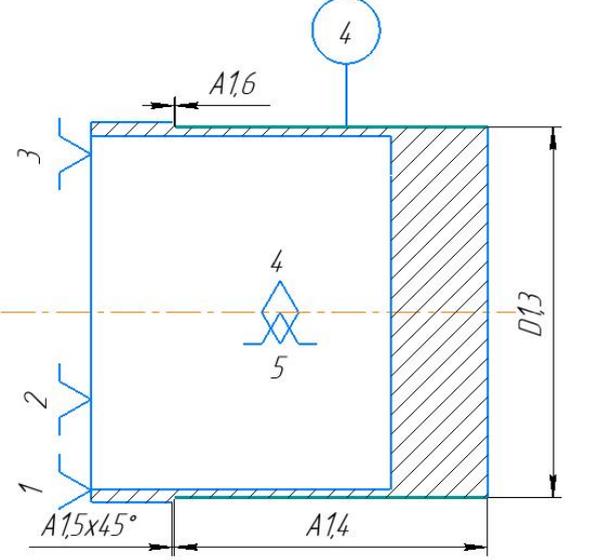


Рисунок 1.2. Заготовка-поковка

## 1.5. Разработка технологии изготовления детали

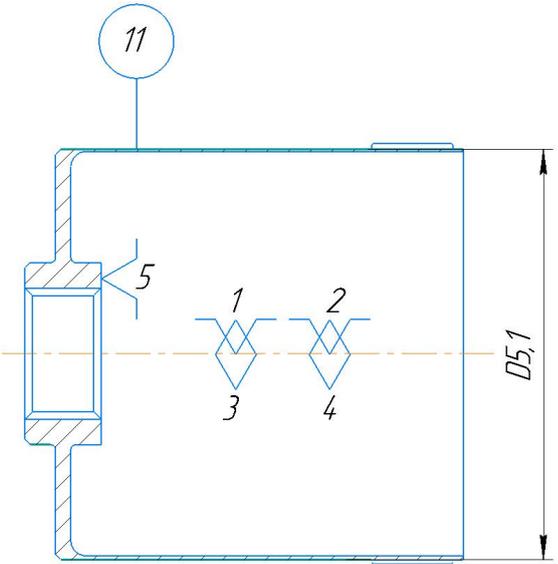
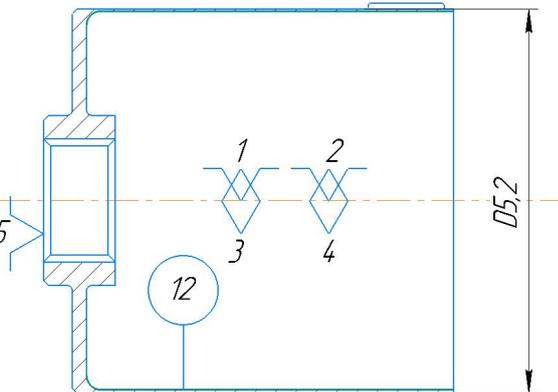
Таблица 1.3 Технологический процесс изготовления детали

Номер	Название и Содержание операций и переходов	Операционный эскиз
000	<p>Заготовительная</p> <p>Заготовка-поковка, выдерживая размеры <math>A_{01}</math> <math>A_{02}</math> и <math>D_{0.1}D_{0.2}D_{0.3}</math></p>	
005 1	<p>Токарная</p> <p>Подрезать торец и поверхность 1 выдерживая размеры <math>A_{1.1}</math> и <math>D_{1.1}</math></p>	

<p>2</p>	<p>Точить торец 2 выдерживая размер <math>A_{1.2}</math></p>	
<p>3</p>	<p>Точить поверхность 3 выдерживая размеры <math>A_{1.3}</math> и <math>D_{1.2}</math></p>	
<p>4</p>	<p>Точить поверхность 4 выдерживая размеры <math>A_{1.4}</math> и <math>D_{1.3}</math> Точить фаску, выдерживая размер <math>A_{1.5}</math> Точить скругления, выдерживая размер <math>A_{1.6}</math></p>	

	5	<p>Сверлить 5 выдерживая размер D<sub>1,4</sub></p>	
	6	<p>Точить поверхность 6 выдерживая размеры A<sub>1,6</sub> и D<sub>1,5</sub> Точить фаску, выдерживая размер A<sub>1,8</sub> Точить скругления, выдерживая размер A<sub>1,9</sub></p>	
010	7	<p>Протягиваная Протяжка шлица 7 выдерживая размер D<sub>2,1</sub></p>	

<p><b>015</b></p>	<p>8</p>	<p>Токарная Точить поверхность8  выдерживая размеры <math>A_{3.1}</math>и <math>D_{3.1}</math> Точить фаски, выдерживая размеры <math>A_{3.2}</math>и <math>A_{3.4}</math> Точить скругления, выдерживая размер <math>A_{3.3}</math></p>	
	<p>9</p>	<p>Точить поверхность9  выдерживая размеры <math>A_{3.5}</math>и  <math>D_{3.2}</math>и <math>D_{3.3}</math>. Точить скругления, выдерживая размеры <math>A_{3.6}</math>и <math>A_{3.7}</math></p>	
<p><b>020</b></p>	<p>10</p>	<p>Фрезерованная Фрезерование зубов 10</p>	

<p><b>025</b></p>	<p>11</p>	<p>Шлифовальные шлифовать поверхность 11 выдерживая размер D<sub>5.1</sub></p>	
	<p>12</p>	<p>Шлифовальные шлифовать поверхность 12 выдерживая размер D<sub>5.2</sub></p>	

### 1.6. Расчет припусков и диаметральных технологических размеров

Расчет минимальных значений припусков для поверхностей типа «тело вращения» производим, пользуясь основной формулой (учитывая малую вероятность совпадения направления погрешность заготовки из-за коробления  $\rho_{i-1}$  и погрешности установки  $\varepsilon_i$ ):

$$2Z_{min.i} = 2(R_{z.i-1} + T_{def.i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}); \quad (1.5)$$

где:  $2Z_{min.i}$  – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

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

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

$\rho_{i-1}$  – погрешность заготовки из-за коробления (смещение) после предыдущей обработки, мкм;

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

Расчет минимальных значений припусков для тел вращения можно производить и с учетом совпадения направлений  $\rho_{i-1}$  и  $\varepsilon_i$ : [2, стр. 51]

$$2Z_{min.i} = 2(R_{z.i-1} + T_{def.i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i) \quad (1.6)$$

### 1.6.1 Расчет минимального припуска на обработку наружной поверхности

#### Ø83.28h7

Таблица 1.4 – Расчет минимальных припусков и технологических размеров

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$ , мкм	Допуск Т, мкм	Сред. размер, мм.	Технол. размер, мм.	Припуск на обработку
	$R_z$ , мкм	$T_{def}$ , мкм	$\rho$ , мкм	$\varepsilon$ , мкм					
<b>Обточка Ø83.28h7</b>									
Заготовка(h16)	150	200	50			1600	85.2	$86_{-1,6}^0$	
Обточка черновая (h14)	60	60	6.4	80	888	870	83.96	$83.96_{-0.435}^{+0.435}$	$2.04_{-2.035}^{+0.435}$
Чистовая(h7)	15	15			253	35	$83.2625$	$83.28_{-0.035}^0$	$0.68_{-0.435}^{+0.47}$

Минимальный принимаем припуск под черновое точение:

$$2Z_{min.1} = 2(R_{z.i-1} + T_{деф.i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) = 2(150 + 200 + \sqrt{50^2 + 80^2})$$

$$= 888 \text{ мкм.}$$

Минимальный принимаем припуск под чистовое точение:

$$2Z_{min.2} = 2(R_{z.i-1} + T_{деф.i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) = 2(60 + 60 + \sqrt{6.4^2}) = 253 \text{ мкм.}$$

Расчет технологических размеров выполняем исходя из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи. Вычерчиваем размерные цепи при обработке наружной поверхности  $\varnothing 83.28h7$  (рис. 1.3.)

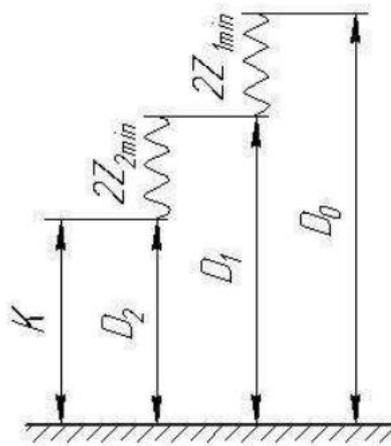


Рис. 1.3. Размерные цепи при обработке наружной поверхности  $\varnothing 83.28h7$ .

Из размерной схемы:

$$D_2^C = D_2 + \frac{BOD_2 + HOD_2}{2} = 83.28 + \frac{0 - 0.035}{2} = 83.2625 \text{ мм}$$

$$2Z_2^C = 2Z_{2min} + \frac{TD_2 + TD_1}{2} = 0.253 + \frac{0,035 + 0,87}{2} = 0,7 \text{ мм}$$

и вычисляем

$$D_1^C = D_2^C + 2Z_2^C = 83.2625 + 0.7 = 83.96 \text{ мм}$$

Звено  $D_1^C$  записываем в виде  $D_1 = 83.96_{-0.435}^{+0.435}$

Фактическое значение припуска :

$$2Z_2 = D_1 - D_2 = 83.96_{-0.435}^{+0.435} - 83.28_{-0.035}^0 = 0.68_{-0.435}^{+0.47} \text{ мм}$$

$$2Z_{2\min} = 0.255 \text{ мм}$$

$$2Z_{2\max} = 1.15 \text{ мм}$$

$$2Z_1 = D_0 - D_1 = 86_{-1.6}^0 - 83.96_{-0.435}^{+0.435} = 2.04_{-2.035}^{+0.435} \text{ мм}$$

$$2Z_{1\min} = 0.005 \text{ мм}$$

## 1.6.2 Расчет минимального припуска на обработку наружной поверхности

### Ø81.2h7

Таблица 1.5 – Расчет минимальных припусков и технологических размеров

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$ , мкм	Допуск Т, мкм	Сред. размер, мм.	Технол. размер, мм.	Припуск на обработ
	$R_z$ , мкм	$T_{\text{деф.}}$ , мкм	$\rho$ , мкм	$\varepsilon$ , мкм					
<b>Обточка Ø81.2h7</b>									
Заготовка(h7)	15	15	6.4	80		35	83.26	$83.28_{-0.035}^0$	
чистовая(h7)	5	5	4.8		221	35	81.23	$81.23_{-0.035}^0$	$2.05_{-0.07}^{+0.035}$
Шлифовальная(h7)	5	5			29.6	35	81.18	$81.2_{-0.035}^0$	$0.03_{-0.035}^{+0.035}$

Минимальный принимаем припуск под черновое точение:

$$2Z_{min.1} = 2(R_{z.i-1} + T_{def.i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) = 2(15 + 15 + \sqrt{6.4^2 + 80^2})$$

$$= 221 \text{ мкм.}$$

Минимальный принимаем припуск под чистовое точение:

$$2Z_{min.2} = 2(R_{z.i-1} + T_{def.i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) = 2(10 + 10 + \sqrt{4.8^2}) = 29.6 \text{ мкм.}$$

Расчет технологических размеров выполняем исходя из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи. Вычерчиваем размерные цепи при обработке наружной поверхности  $\varnothing 83.28h7$  (рис. 1.4.)

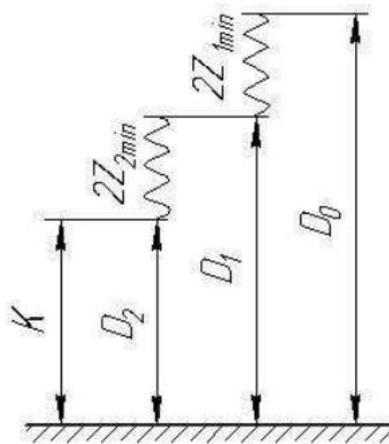


Рис. 1.4. Размерные цепи при обработке наружной поверхности  $\varnothing 83.28h7$ .

Из размерной схемы:

$$D_2^C = D_2 + \frac{BOD_2 + HOD_2}{2} = 81.2 + \frac{0 - 0.035}{2} = 81.1825 \text{ мм}$$

$$2Z_2^C = 2Z_{2min} + \frac{TD_2 + TD_1}{2} = 0.0296 + \frac{0,035 + 0,035}{2} = 0,0475 \text{ мм}$$

и вычисляем

$$D_1^C = D_2^C + 2Z_2^C = 81.1825 + 0.0475 \approx 81.23 \text{ мм}$$

Звено  $D_1^C$  записываем в виде  $D_1 = 81.23_{-0.035}^{+0}$

Фактическое значение припуска :

$$2Z_2 = D_1 - D_2 = 81.23_{-0.035}^{+0} - 81.2_{-0.035}^0 = 0.03_{-0.035}^{+0.035} \text{ мм}$$

$$2Z_1 = D_0 - D_1 = 83.28_{-0.035}^0 - 81.23_{-0.035}^{+0.035} = 2.05_{-0.07}^{+0.035} \text{ мм}$$

### 1.6.3 Расчет минимального припуска на обработку наружной поверхности

#### Ø80H7

Таблица 1.6 – Расчет минимальных припусков и технологических размеров

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$ , мкм	Допуск $T$ , мкм	Сред. размер $p$ , мм.	Технол. размер, мм.	Припуск на обработку
	$R_z$ , мкм	$T_{def.}$ , мкм	$\rho$ , мкм	$\varepsilon$ , мкм					
<b>Обточка Ø80H7</b>									
Заготовка(H16)	150	200	50			1600	35.35	$36_{-1,3}^0$	
Обточка черновая (H14)	80	80	6.4	80	888	870	79	$79_{-0.435}^{+0.435}$	$43_{-0.435}^{+1.735}$
Обточка черновая (H12)	60	60	4.8	30	381	300	79.97	$79.97_{-0.15}^{+0.15}$	$0,97_{-0.585}^{+0.585}$
Шлифовальная (H7)	15	15			250	35	79.98	$80_0^{+0.035}$	$0.03_{-0.15}^{+0.185}$

Минимальный принимаем припуск под черновое точение:

$$2Z_{min.1} = 2(R_{z.i-1} + T_{def.i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) = 2(150 + 200 + \sqrt{50^2 + 80^2})$$

$$= 888 \text{ мкм.}$$

Минимальный принимаем припуск под черновое точение:

$$2Z_{min.2} = 2(R_{z.i-1} + T_{def.i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) = 2(80 + 80 + \sqrt{6.4^2 + 30^2})$$

$$= 381 \text{ мкм.}$$

Минимальный принимаем припуск под чистовое точение:

$$2Z_{min.3} = 2(R_{z.i-1} + T_{def.i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) = 2(60 + 60 + \sqrt{4.8^2}) = 250 \text{ мкм.}$$

Расчет технологических размеров выполняем исходя из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи. Вычерчиваем размерные цепи при обработке наружной поверхности  $\varnothing 80\text{H7}$  (рис. 1.5.)

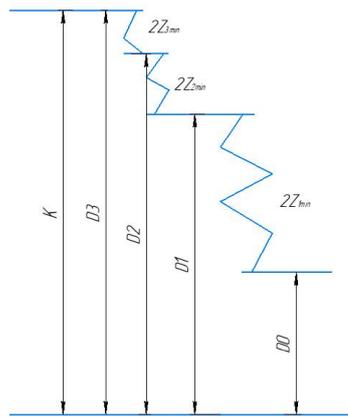


Рис. 1.5. Размерные цепи при обработке наружной поверхности  $\varnothing 80\text{H7}$ .

Из размерной схемы:

$$D_3^C = D_3 + \frac{BOD_3 + HOD_3}{2} = 79.98 \text{ мм}$$

$$2Z_3^C = 2Z_{3min} + \frac{TD_3 + TD_2}{2} = 0.01 \text{ мм}$$

и вычисляем

$$D_2^C = D_3^C - 2Z_3^C = 79.98 - 0.01 = 79.97 \text{ мм}$$

Звено  $D_2^C$  записываем в виде  $D_2 = 79.97_{-0.15}^{+0.15}$

Фактическое значение припуска :

$$2Z_3 = D_3 - D_2 = 80_0^{+0.035} - 79.97_{-0.15}^{+0.15} = 0.97_{-0.15}^{+0.185} \text{ мм}$$

$$2Z_{3\min} = 0.82 \text{ мм}$$

$$2Z_{3\max} = 1,155 \text{ мм}$$

Из размерной схемы:

$$D_2^C = 79.97 \text{ мм}$$

$$2Z_2^C = 2Z_{2\min} + \frac{TD_2 + TD_1}{2} = 0.381 + \frac{0,3 + 0,87}{2} = 1 \text{ мм}$$

и вычисляем

$$D_1^C = D_2^C - 2Z_2^C = 79.97 - 0,97 = 79 \text{ мм}$$

Звено  $D_1^C$  записываем в виде  $D_1 = 79_{-0.435}^{+0.435}$

Фактическое значение припуска :

$$2Z_2 = D_2 - D_1 = 79.97_{-0.15}^{+0.15} - 79_{-0.435}^{+0.435} = 0,97_{-0.585}^{+0.585} \text{ мм}$$

$$2Z_{2\min} = 1,55 \text{ мм}$$

$$2Z_{2\max} = 0,385 \text{ мм}$$

$$2Z_1 = D_1 - D_0 = 79_{-0.435}^{+0.435} - 36_{-1,3}^0 = 43_{-0.435}^{+1.735} \text{ мм}$$

$$2Z_{1\min} = 42.565 \text{ мм}$$

$$2Z_{1\max} = 44,735 \text{ мм}$$

## 1.7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров в осевом направлении.

### 1.7.1. Размерная схема

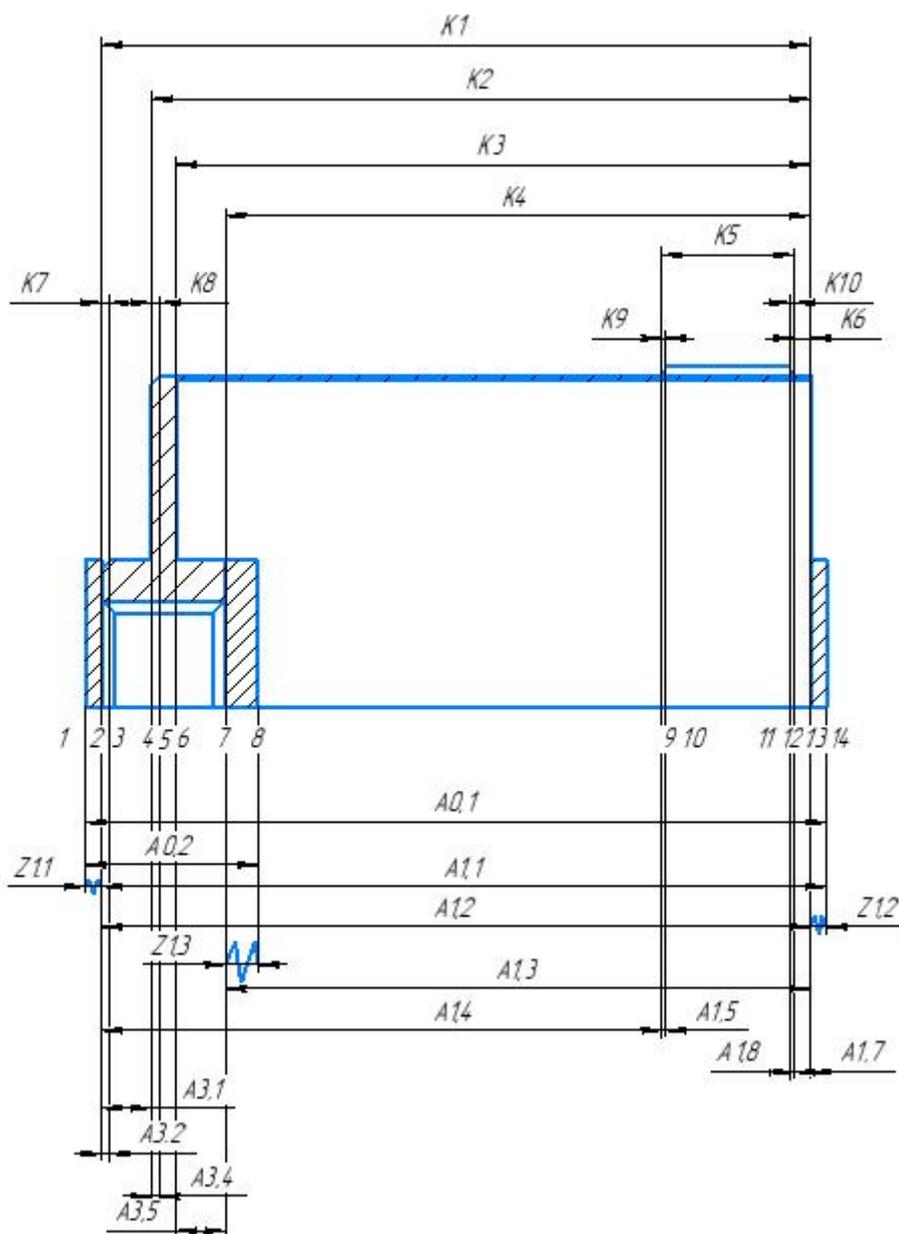


Рисунок-1.6. Размерная схема осевых размеров закрепления

Здесь:  $T=14$ ,  $A=13$ ,  $K=10$ ,  $Z=3$ .

В соответствии с формулой:  $T=A+1$ :  $A=K+Z$ , следовательно, размерная схема построена верно.

### 1.7.2.Граф технологических размерных цепей

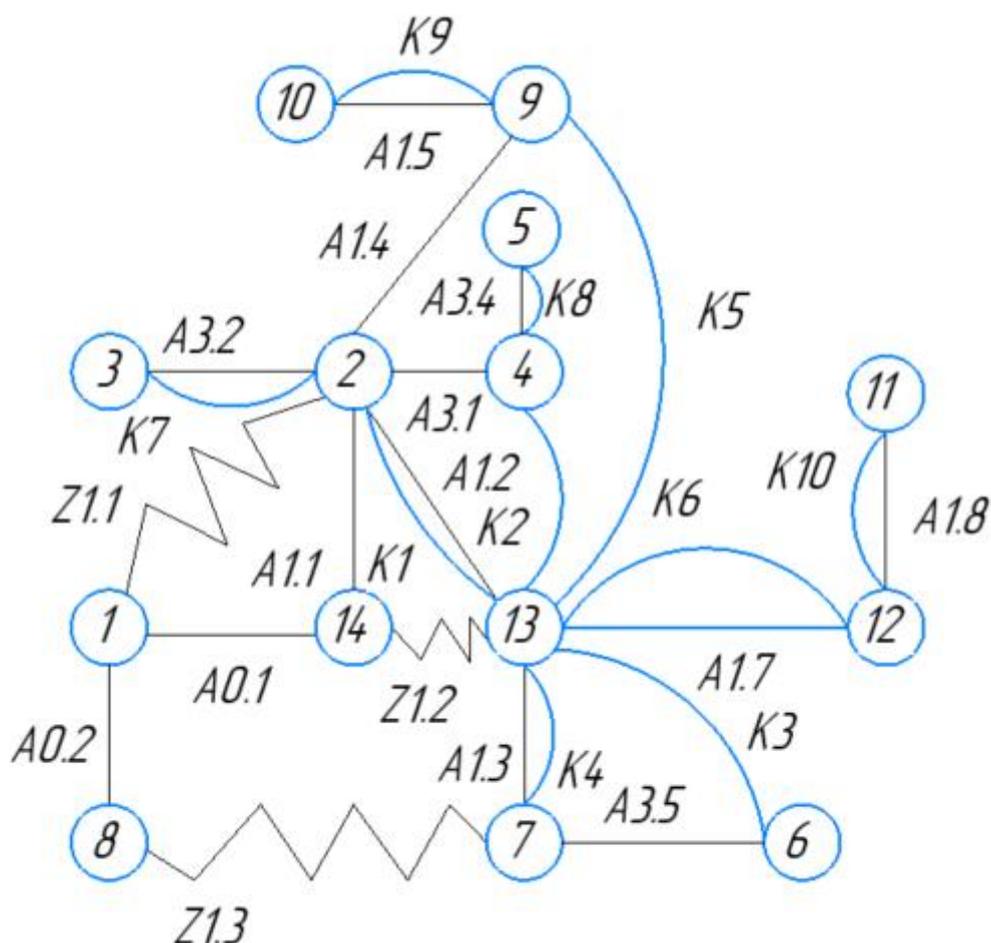


Рисунок-1.7. Граф технологических размерных цепей

### 1.7.3.Допуски на конструкторские размеры

$$TK1 = 86_{-0,87}^0 = 0.87\text{мм};$$

$$TK2 = 80_{-0,74}^0 = 0.74\text{мм};$$

$$TK3 = 77_{-0,74}^0 = 0.74\text{мм};$$

$$TK4 = 71_{-0,74}^0 = 0.74\text{мм};$$

$$TK5 = 16_{-0,43}^0 = 0.43\text{мм};$$

$$TK6 = 2_{-0,25}^0 = 0.25\text{мм};$$

$$TK7 = 1_{-0,25}^0 = 0.25\text{мм};$$

$$TK8 = 1_{-0,25}^0 = 0.25\text{мм};$$

$$TK9 = 0.4_{-0,25}^0 = 0.25\text{мм};$$

$$TK10 = 0.4_{-0,25}^0 = 0.25\text{мм};$$

#### 1.7.4. Допуски на технологические размеры

Определение допусков на осевые технологические размеры

$$TA_{0,1} = (90)_{-0.3}^{+0.6} = 0.6 + 0.3 = 0.9\text{мм}$$

$$TA_{0,2} = (25)_{-0.2}^{+0.5} = 0.5 + 0.2 = 0.7\text{мм}$$

$$TA_i = \omega c_i + \rho u + \varepsilon \sigma \quad (1,7)$$

Где  $\omega c_i$  – статическая погрешность

$\rho u$  – пространственное отклонение измерительной базы

$\varepsilon \sigma$  – погрешность базирования

$$TA_{1,1} = \omega c + \rho u = 0.2 + 0.1 = 0.3\text{мм}$$

$$TA_{1,2} = \omega c + \rho u = 0.2 + 0.1 = 0.3\text{мм}$$

$$TA_{1,3} = \omega c + \rho u = 0.2 + 0.1 = 0.3\text{мм}$$

$$TA_{1,4} = \omega c = 0.2\text{мм}$$

$$TA_{1,5} = \omega c = 0.12\text{мм}$$

$$TA_{1,6} = \omega c = 0.12\text{мм}$$

$$TA_{1,7} = \omega c = 0.12\text{мм}$$

$$TA_{1,8} = \omega c = 0.12\text{мм}$$

$$TA_{1,9} = \omega c = 0.12\text{мм}$$

$$TA_{3,1} = \omega c = 0.2\text{мм}$$

$$TA_{3,2} = \omega c = 0.12\text{мм}$$

$$TA_{3,3} = \omega c = 0.12\text{мм}$$

$$TA_{3,4} = \omega c = 0.12\text{мм}$$

$$TA_{3,5} = \omega c = 0.12\text{мм}$$

$$TA_{3,6} = \omega c = 0.12\text{мм}$$

$$TA_{3,7} = \omega c = 0.12\text{мм}$$

$$TA_{5,1} = \omega c = 0.2\text{мм}$$

$$TA_{5,2} = \omega c = 0.2\text{мм}$$

### 1.7.5. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения

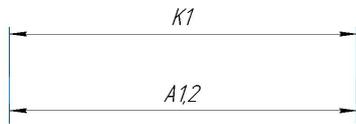
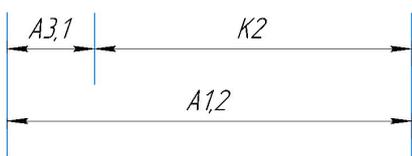
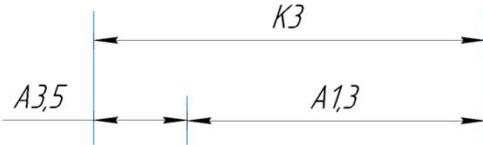
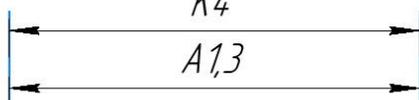
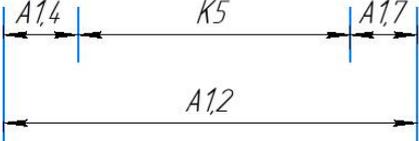
точности конструкторского размера проверяется по формуле:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i \quad (1.8)$$

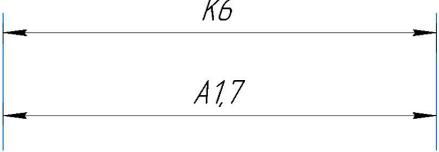
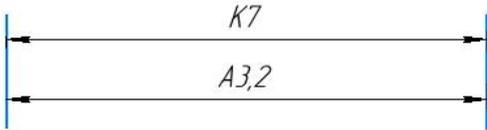
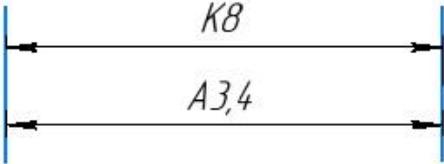
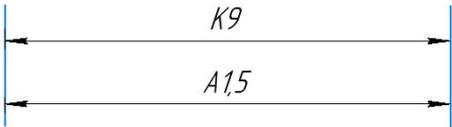
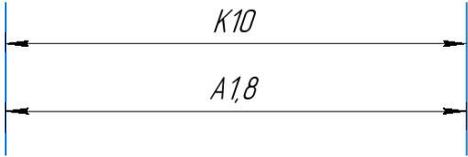
$$TK \geq \sqrt{\sum_{i=1}^{n+p} TA_i^2} \quad (1.9)$$

Расчёт технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, как показано в Таблице 1.7.:

Таблица 1.7.

проверка точности размера	Рисунок	Выводы
проверка точности размера K1		$TK_1 = 0,87\text{мм} \geq TA_{1,2} = 0,3\text{мм}$ Условие выполняется
проверка точности размера K2		$TK_2 = 0,74\text{мм} \geq TA_{1,2} + TA_{3,1} = 0,51\text{мм}$ Условие выполняется
проверка точности размера K3		$TK_3 = 0,74\text{мм} \geq TA_{3,5} + TA_{1,3} = 0,42\text{мм}$ Размер K3 выдерживается непосредственно
проверка точности размера K4		$TK_4 = 0,74\text{мм} \geq TA_{1,3} = 0,3\text{мм}$ Условие выполняется
проверка точности размера K5		$TK_5 = 0,43\text{мм} \geq TA_{1,4} + TA_{1,7} + TA_{1,2} = 0,32\text{мм}$ Условие выполняется

Продолжение таблица.1.7.

<p>проверка точности размера K6</p>		<p><math>TK_6 = 0.25\text{мм} \geq TA_{1,7} = 0.12\text{мм}</math> Условие выполняется</p>
<p>проверка точности размера K7</p>		<p><math>TK_7 = 0.25\text{мм} \geq TA_{3,2} = 0.12\text{мм}</math> Условие выполняется</p>
<p>проверка точности размера K8</p>		<p><math>TK_8 = 0.25\text{мм} \geq TA_{3,4} = 0.12\text{мм}</math> Условие выполняется</p>
<p>проверка точности размера K9</p>		<p><math>TK_9 = 0.25\text{мм} \geq TA_{1,5} = 0.12\text{мм}</math> Размер K9 выдерживается непосредственно</p>
<p>проверка точности размера K10</p>		<p><math>TK_{10} = 0.25\text{мм} \geq TA_{1,8} = 0,12\text{мм}</math> Размер K10 выдерживается непосредственно</p>

### 1.7.6. Расчет припусков поперечные размеры

Минимальный припуск на обработку плоскости:

$$Z_{min} = R_{z.i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (1.10)$$

где:  $Z_{min}$  – 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;

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi i-1} + \rho_{p i-1}, \quad (1.11)$$

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

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

$$Z_{1.1}^{min} = 150 + 200 + 50 = 400 \text{ мкм} = 0,4 \text{ мм}$$

$$Z_{1.2}^{min} = 150 + 200 + 50 = 400 \text{ мкм} = 0,4 \text{ мм}$$

$$Z_{1.3}^{min} = 60 + 60 + 15 = 135 \text{ мкм} = 0.135 \text{ мм}$$

### 1.7.7.Расчёт технологических размеров

Исходными данными для расчета технологических размеров являются: чертеж детали, вид исходной заготовки, технологический процесс изготовления детали, значения допусков на технологические размеры и минимальных припусков на обработку.

Расчет в общем случае производится из условий обеспечения: минимальных припусков на обработку; конструкторских размеров, непосредственно не выдерживаемых при изготовлении детали.

Расчет технологических размеров на осевые размеры

#### Рассчитаем размер A1.2

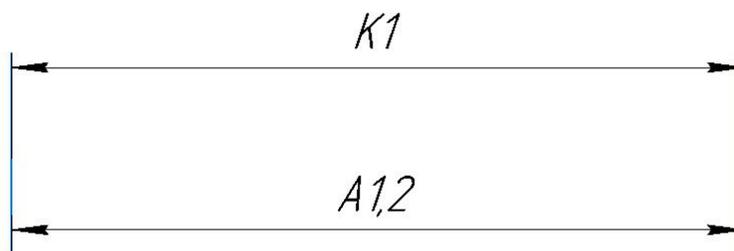


Рисунок-1.8. Технологический размер A1,2

$$K_1 = 86_{-0,87}^{+0}$$

$$A_{1,2}^C = K_3^C = 85,565 \text{ мм}$$

$$\text{Принимать } A_{1,2} = 85,565_{-0,15}^{+0,15}$$

#### Рассчитаем размер A3.1

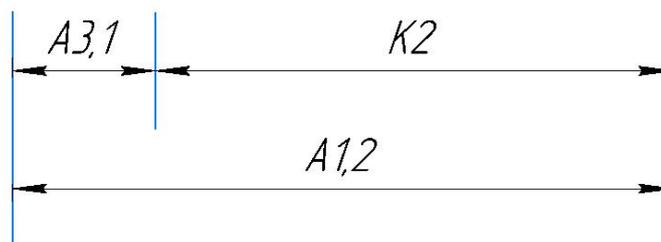


Рисунок-1.9. Технологический размер A3.1

$$K_2 = 80_{-0,74}^{+0} \text{мм}$$

$$A_{3,1}^C = A_{1,2}^C - K_2^C = 85.565 + 79.63 = 5.935 \text{мм}$$

$$\text{Принимать } A_{3,1} = 5.935_{-0,1}^{+0,1} \text{мм}$$

**Рассчитаем размер A3.5**

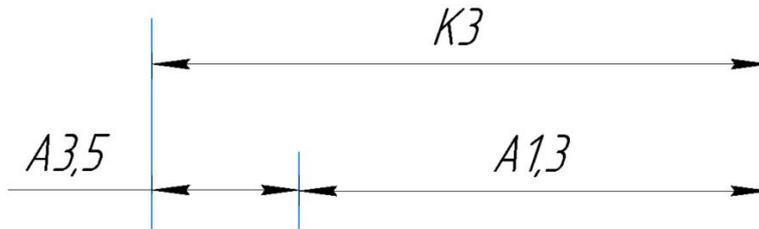


Рисунок-1.10. Технологический размер A3.5

$$K_3 = 77_{-0,74}^{+0}$$

$$A_{3,5}^C = K_3^C - A_{3,5}^C = 76.625 - 70.63 = 5.995 \text{мм}$$

$$\text{Принимать } A_{3,5} = 76.625_{-0,06}^{+0,06}$$

**Рассчитаем размер A1.3**

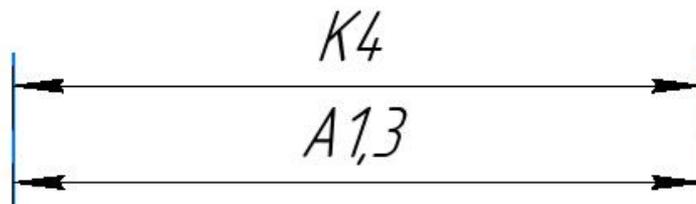


Рисунок-1.11. Технологический размер A1.3

$$K_4 = 71_{-0,74}^{+0}$$

$$A_{1,3}^C = K_4^C = 70.63 \text{мм}$$

$$\text{Принимать } A_{1,3} = 70.63_{-0,15}^{+0,15}$$

### Рассчитаем размер A1.7

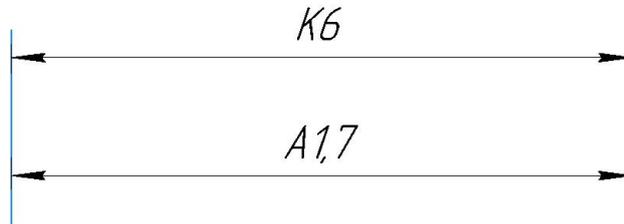


Рисунок-1.12. Технологический размер A1.7

$$K_6 = 2_{-0,25}^{+0}$$

$$A_{1,7}^C = K_6^C = 1.9875\text{мм}$$

Принимать  $A_{1,7} = 1.9875_{-0,06}^{+0,06}$

### Рассчитаем размер A1.4

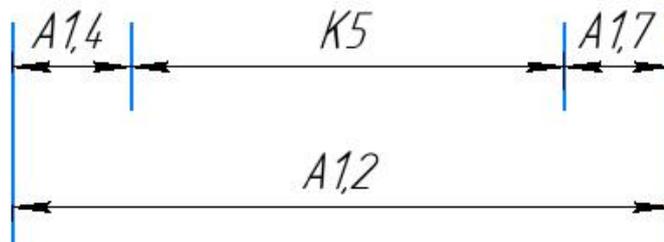


Рисунок-1.13. Технологический размер A1.4

$$K_5 = 16_{-0,43}^{+0}\text{мм}$$

$$A_{1,2} = 85,565_{-0,15}^{+0,15}$$

$$A_{1,7} = 1.9875_{-0,06}^{+0,06}$$

$$A_{1,4}^C = A_{1,2}^C - K_5^C - A_{1,7}^C = 85.565 - 15.785 - 1.9875 = 67.7925\text{мм}$$

$$A_{1,4} = 67.7925_{-0,1}^{+0,1}$$

### Рассчитаем размер A3.2

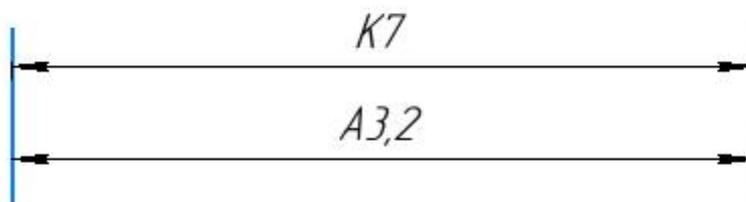


Рисунок-1.14. Технологический размер A3.2

$$K_7 = 1_{-0.25}^{+0}$$

$$A_{3.2}^C = K_7^C = 0.875\text{мм}$$

Принимать  $A_{3.2} = 0.875_{-0.06}^{+0.06}$

### Рассчитаем размер A3.4

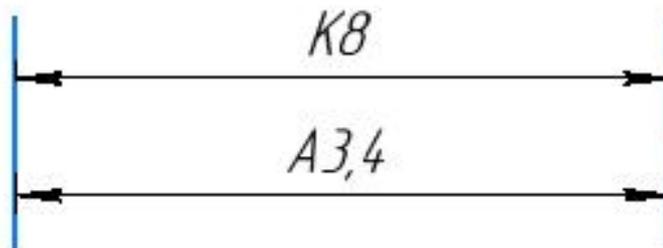


Рисунок-1.15. Технологический размер A3.4

$$K_8 = 1_{-0.25}^{+0}$$

$$A_{3.4}^C = K_8^C = 0.875\text{мм}$$

Принимать  $A_{3.4} = 0.875_{-0.06}^{+0.06}$

### Рассчитаем размер A1.5

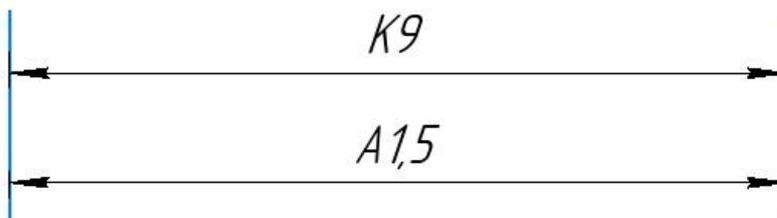


Рисунок-1.16. Технологический размер A1.5

$$K_9 = 0.4_{-0.25}^{+0}$$

$$A_{1.5}^C = K_9^C = 0.275\text{мм}$$

Принимать  $A_{1.5} = 0.275_{-0.06}^{+0.06}$

**Рассчитаем размер A1.8**

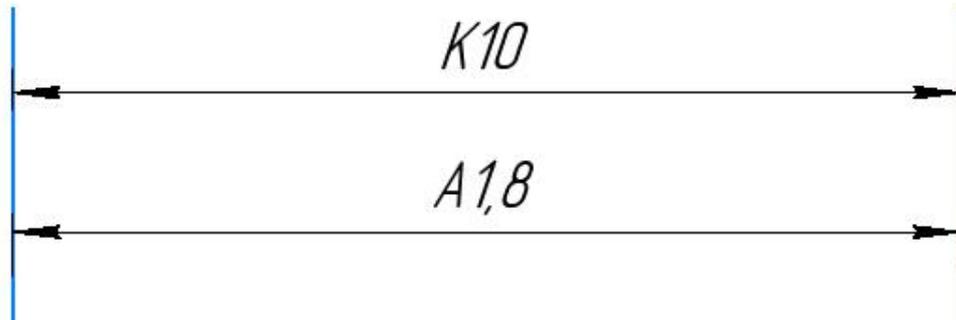


Рисунок-1.17. Технологический размер A1.8

$$K_{10} = 0.4_{-0.25}^{+0}$$

$$A_{1.8}^C = K_{10}^C = 0.275\text{мм}$$

Принимать  $A_{1.8} = 0.275_{-0.06}^{+0.06}$

**Рассчитаем размер A1.1**

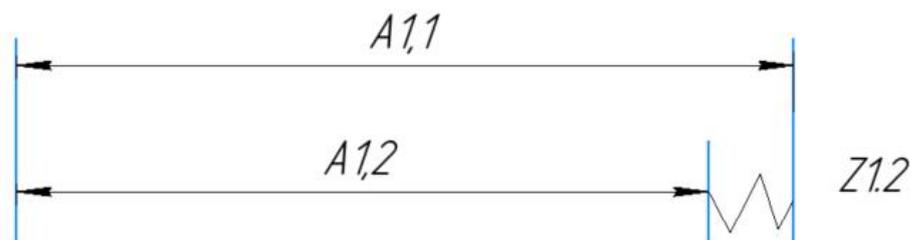


Рисунок-1.18. Технологический размер A1.1

$$A_{1.2} = 85,565_{-0,15}^{+0,15}$$

$$A_{1.2}^C = 85,565\text{мм}$$

$$Z_{1.1}^{min} = 0.4\text{мм}$$

$$Z_{1.2}^C = Z_{1.2}^{min} + \frac{TA_{1.1} + TA_{1.2}}{2} = 0,4 + \frac{0,3 + 0,3}{2} = 0,7\text{мм}$$

$$A_{1.1}^C = Z_{1.2}^C + A_{1.2}^C = 0,7 + 85,565 = 86,265$$

Принимать  $A_{1.1} = 86,265_{-0,15}^{+0,15}\text{мм}$

### Рассчитаем размер A0.1

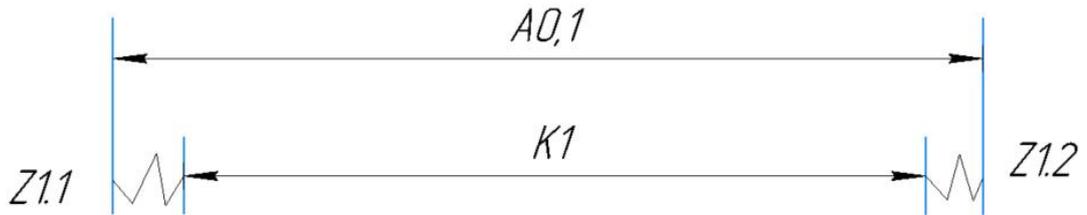


Рисунок-1.19. Технологический размер A0.1

$$K_1 = 86_{-0,87}^{+0}$$

$$Z_{1.1}^C = 0,7\text{мм}$$

$$Z_{1.2}^{min} = 0,4\text{мм}$$

$$Z_{1.1}^C = Z_{1.1}^{min} + \frac{TA_{1.1} + TA_{0.1}}{2} = 0,4 + \frac{0,3 + 0,9}{2} = 1\text{мм}$$

$$A_{0.1}^C = Z_{1.1}^C + K_1^C + Z_{1.2}^C = 0,7 + 85,525 + 1 = 87,225$$

Принимать  $A_{0.1} = 87,225_{-0,45}^{+0,45}\text{мм}$

### Рассчитаем размер A0.2

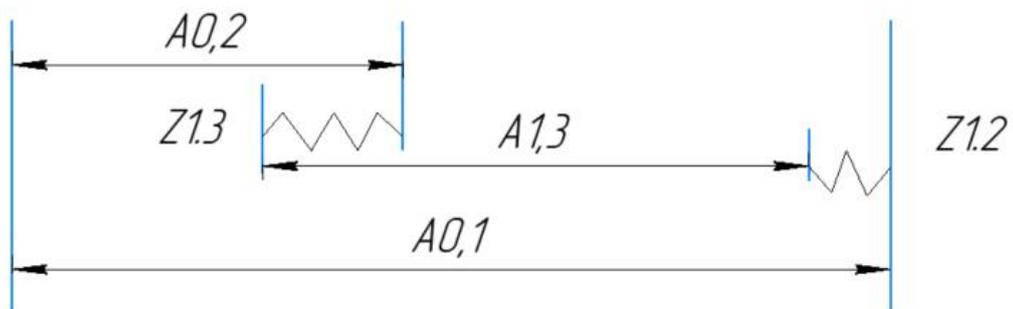


Рисунок-1.20. Технологический размер A0.2

$$Z_{1.3}^{min} = 0,4\text{мм}$$

$$Z_{1.3}^C = Z_{1.3}^{min} + \frac{TA_{0.2} + TA_{0.1} - TA_{1.3}}{2} = 0.135 + \frac{0.7 + 0.9 - 0.3}{2} = 0.885 \text{ мм}$$

$$A_{0.2}^C = A_{0.1}^C - Z_{1.3}^C - A_{1.3}^C - Z_{1.2}^C = 87.255 - 0.885 - 70.63 - 0.7 = 14.04$$

$$\text{Принимать } A_{0.2} = 14.04_{-0.35}^{+0.35} \text{ мм}$$

## 1.8 Выбор оборудования

Токарная обработка детали будет производиться твердосплавными СМП из Т15К6. Токарный станок с ЧПУ СК6136х750

Таблица.1.8. Токарный станок с ЧПУ СК6136х750

<b>Технические характеристики:</b>	
Максимальный диаметр обработки над станиной (мм)	360
Максимальный диаметр обработки над суппортом (мм)	200
Максимальная скорость перемещения по осям X / Z (м/мин)	X: 3 ; Z:5
Максимальное перемещение по осям X / Z (м)	X: 0,012 ; Z: 0,013
Диаметр отверстия шпинделя (мм)	52
Частота вращения шпинделя (об/мин)	5 ~ 1 800
Мощность главного двигателя (кВт)	4
Ход пиноли задней бабки (мм)	120

Конус задней бабки	MT5
Диаметр пиноли задней бабки (мм)	65
Тип шпинделя	ISO-C6 / MT6
Расстояние между центрами (мм)	750
Система ЧПУ	Siemens / Fanuc
Габаритные размеры (мм)	2100 x 1400 x 1800
Вес (кг)	1550

Для протяжных операция операций выбираем Горизонтадьный Протяжной Ст анок 7НВМ14.

Таблица.1.9.Горизонтадьный Протяжной Станок 7НВМ14.

<b>Технические характеристики:</b>	
Мощность двигателя	5,5 кВт
Трехфазное напряжение	380 В
Тяговое усилие	14 тн
Длина протягивания	1150 мм
Рабочая скорость	1,5 до 8 м/мин
Скорость возврата	8 м/мин
Ёмкость гидравлического бака	100 литров

Продолжение таблицы.1.9.

Максимальный диаметр детали	450 мм(для большего диаметра обратитесь к производителю)
Габариты станка	2930(4000 с поддоном)x760x1220 мм
Вес .	840 кг
Максимальный диаметр детали	450 мм(для большего диаметра обратитесь к производителю)
Габариты станка	2930(4000 с поддоном)x760x1220 мм
Вес .	840 кг

Таблица 1.10. Универсальный фрезерный станок PROMA FVV-210 с УЦИ

Размер стола	мм	1600*360
Ход стола по осям	мм	1300/300/450
Поворот стола	°	±45
Подача стола	мм/мин	30-750/20-500/15-375
Ускоренная подача стола ( X/Y/Z)	мм	1200/800/600
Перемещение стола Z	мм	550
МАХ нагрузка на стол	кг	500
Т-образный паз	мм	3/18/80
Конус шпинделя		7:24 ISO50
МАХ диаметр торцевой фрезы	мм	160
МАХ диаметр концевой фрезы	мм	60

Продолжение таблица.1.10.

МАХ диаметр дисковой фрезы (Н)	мм	200
Расстояние между вертикальным шпинделем и поверхностью стола	мм	175-565
Расстояние между горизонтальным шпинделем и поверхностью стола	мм	20-410
Расстояние между осью вертикального шпинделя и колонны	мм	200
Диапазон скоростей шпинделя		60-1750 (V) 60-1800 (H)
Мощность основного двигателя	кВт	4 (V) , 5,5 (H)
Крутящий момент серводвигателя подачи стола	N.M.	10n.m.серво-мото р

Для данной операции круглошлифовальный станок:3У131М

Таблица 1.11. –Круглошлифовальный станок:3У131М

Технические характеристики	
Наибольшие размеры устанавливаемой заготовки:	280 мм
диаметр	700 мм
длина	

Продолжение таблица.1.11.

Рекомендуемый(или наибольший) диаметр шлифования: наружного внутреннего	60 мм 30-100мм
Наибольшая длина шлифования: наружного внутреннего	710 мм 125 мм
Высота центров над столом	185 мм
Наибольшее продольное за один оборот толчковой рукоятки	700 мм 0,001мм
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, при шлифовании: наружном внутреннем	1112 об/мин 16900 об/мин
Масса	5960 кг

## 1.9. Расчет режимов резания

### 1.9.1 Токарная операция : подрезать торца

Резец отрезной 2120-0501 ГОСТ 18874-73 твердого сплава Т5К10.[4, с. 180]

Подача:  $s = 0,52 \text{ мм/об}$ ; [4, с. 425]

Глубина резания:  $t = 2 \text{ мм}$

Стойкость:  $T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин}$ .

Коэффициент  $K_V$  определяется по формуле:

$$K_V = K_{MV} \times K_{Iv} \times K_{Iv}$$

Где- $K_{MV}$ –коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала; [4, с.359, табл. 2]

$K_{Iv} = 1$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; [4, с.359, табл. 2]

$K_{Iv} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.[4, с.361, табл. 5]

$$K_{MV} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left( \frac{750}{710} \right)^1 = 1.056$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{Iv} \times K_{Iv} = 1,056 \times 0,8 \times 1 = 0.845$$

Скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_V = \frac{350}{60^{0.2} \times 2^{0.15} \times 0,52^{0.35}} \times 0.845 = 147 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $m=0,20$  [4, с.367].

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 147}{3,14 \times 86} = 550 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:[4, с. 373, табл. 22]

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{710}{750}\right)^{0,75} = 0,96$$

Сила резания:  $K_P = 0,96 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,89$

$$P_Z = 10C_p t^x s^y v^n K_P = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,52^{0,75} \times 147^{-0,15} \times 0,89 \approx 1540 \text{ Н.}$$

Мощность резания:  $N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{1540 \times 147}{1020 \times 60} = 3,7 \text{ кВт}$

Проверка по мощности:  $N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 3,7 < 4.$

### 1.9.2 Токарная операция :

**Обработка наружной поверхности  $\varnothing 83.96_{-0,435}^{+0,435} \text{ h14}$**

**Обдирка поверхности с размера  $\varnothing 86_{-1,6}^{+0} \text{ h16}$  мм до размера  $\varnothing 83.96_{-0,435}^{+0,435} \text{ h14}$**

Резец – проходной прямой с режущей пластиной из твердого сплава Т15К6  
ГОСТ18880-73.

Подача:  $s = 0.34 \text{ мм/об};$

Глубина резания:  $2t = 2.04 \text{ мм} \quad t = 1.02 \text{ мм}$

Стойкость:  $T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин.}$

Коэффициент  $K_V$  определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Iv} \times K_{Pv}$$

Где- $K_{Mv}$ –коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Iv} = 1$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности

заготовки;

$K_{IV} = 0,9$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \times \left( \frac{750}{710} \right)^1 = 1.056$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV} = 1,056 \times 0,8 \times 1 = 0.845$$

Скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{60^{0.2} \times 1.02^{0.15} \times 0,34^{0.35}} \times 0.845 = 189 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 189}{3,14 \times 86} = 700 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{710}{750} \right)^{0,75} = 0,96$$

Сила резания:  $K_P = 0,96 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0.89$

$$P_Z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 1.02^1 \times 0,34^{0,75} \times 189^{-0,15} \times 0.89 \approx 576 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{576 \times 189}{1020 \times 60} = 1.78 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:  $N_{рез} \leq N_{ст}$ ;  $1.78 < 4$ .

### 1.9.3 Токарная операция :

**Обработка наружной поверхности Ø83.28h7**

**Обдирка поверхности с размера Ø83.96<sup>+0.435</sup><sub>-0.435</sub> h14мм до размера Ø83.28h7**

Резец – проходной прямой с режущей пластиной из твердого сплава Т15К6  
ГОСТ18880-73.

Подача:  $s = 0,12 \text{ мм/об}$ ;

Глубина резания:  $t = 0.34 \text{ мм}$

Стойкость:  $T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин}$ .

Коэффициент  $K_V$  определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Iv} \times K_{Iv}$$

Где- $K_{MV}$ –коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Iv} = 1$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{Iv} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left( \frac{750}{710} \right)^1 = 1.056$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{Iv} \times K_{Iv} = 1,056 \times 0,8 \times 1 = 0.845$$

Скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_V = \frac{350}{60^{0.2} \times 0.34^{0.15} \times 0,12^{0.35}} \times 0.845 = 315.6 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 315.6}{3,14 \times 83.96} = 1198 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{710}{750}\right)^{0,75} = 0,96$$

Сила резания:  $K_P = 0,96 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0.89$

$$P_Z = 10C_p t^x s^y v^n K_P = 10 \times 300 \times 0.36^1 \times 0,12^{0,75} \times 315,6^{-0,15} \times 0.89 = 81H.$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{81 \times 315.6}{1020 \times 60} = 0.41 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:  $N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 0.41 < 4.$

#### 1.9.4 Токарная операция : подрезать торца

Резец – проходной прямой с режущей пластиной из твердого сплава Т15К6  
ГОСТ18880-73.

Подача:  $s = 0,52 \text{ мм/об};$

Глубина резания:  $t = Z_{1,2}^C = 2 \text{ мм}$

Стойкость:  $T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин} .$

Коэффициент  $K_V$  определяется по формуле:

$$K_V = K_{MV} \times K_{Иv} \times K_{Пv}$$

Где- $K_{MV}$ –коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Иv} = 1$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{Пv} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{710}\right)^1 = 1.056$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{LV} \times K_{IV} = 1,056 \times 0,8 \times 1 = 0.845$$

Скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_V = \frac{350}{60^{0.2} \times 2^{0.15} \times 0,52^{0.35}} \times 0.845 = 147 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 147}{3,14 \times 83.28} = 560 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{710}{750}\right)^{0,75} = 0,96$$

Сила резания:  $K_P = 0,96 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0.89$

$$P_Z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,52^{0,75} \times 147^{-0,15} \times 0,89 = 1540 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{1540 \times 147}{1020 \times 60} = 3.7 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:  $N_{рез} \leq N_{ст}$ ;  $3.7 < 4$ .

### 1.9.5 Токарная операция :

#### Обработка наружной поверхности Ø79Н14

Обдирка поверхности с размера  $\text{Ø}36_{-0,435}^{+0,435}$  Н16мм до размера Ø79Н14

Резец – проходной прямой с режущей пластиной из твердого сплава Т15К6  
ГОСТ18880-73.

Подача:  $s = 0.52 \text{ мм/об}$ ;

Глубина резания:  $2t = 43\text{мм}$

Всего 10 разрезов  $t = 2,15\text{мм}$

Стойкость:  $T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60\text{мин.}$

Коэффициент  $K_V$  определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Iv} \times K_{Iv}$$

Где- $K_{MV}$ –коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Iv} = 1$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{Iv} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \times \left( \frac{750}{710} \right)^1 = 1.056$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{Iv} \times K_{Iv} = 1,056 \times 0,8 \times 1 = 0.845$$

Скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{60^{0.2} \times 2,15^{0,15} \times 0.52^{0.35}} \times 0.845 \approx 145\text{м/мин.}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 145}{3,14 \times 79} \approx 580\text{об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

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

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{710}{750}\right)^{0,75} = 0,96$$

Сила резания:  $K_p = 0,96 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,89$

$$P_Z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 2,15^1 \times 0,52^{0,75} \times 145^{-0,15} \times 0,89 = 1610 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{1610 \times 145}{1020 \times 60} = 3,8 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:  $N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 3,8 < 4.$

### 1.9.6 Токарная операция : подрезать торца

Резец – проходной прямой с режущей пластиной из твердого сплава Т15К6  
ГОСТ18880-73.

Подача:  $s = 0,52 \text{ мм/об};$

Глубина резания:  $t = 8 \text{ мм}$

Всего 4 разреза  $t = 2 \text{ мм}$

Стойкость:  $T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин.}$

Коэффициент  $K_V$  определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Iv} \times K_{Iv}$$

Где- $K_{MV}$ –коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Iv} = 1$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{Iv} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{710}\right)^1 = 1,056$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{LV} \times K_{IV} = 1,056 \times 0,8 \times 1 = 0.845$$

Скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_V = \frac{350}{60^{0,2} \times 2^{0,15} \times 0,52^{0,35}} \times 0.845 = 173 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 173}{3,14 \times 79} \approx 700 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{710}{750} \right)^{0,75} = 0,96$$

Сила резания:  $K_P = 0,96 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0.89$

$$P_Z = 10 C_p t^x s^y v^n K_P = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,52^{0,75} \times 173^{-0,15} \times 0,89 \approx 1500 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{1500 \times 173}{1020 \times 60} = 3.8 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:  $N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 3.8 < 4.$

### 1.9.7 Токарная операция :

#### Обработка наружной поверхности Ø83.28h7

#### Обдирка поверхности с размера Ø83.28h7 мм до размера Ø81.23h7

Резец – проходной прямой с режущей пластиной из твердого сплава Т15К6  
ГОСТ18880-73.

Подача:  $s = 0.12 \text{ мм/об}$ ;

Глубина резания:  $t = 1.03\text{мм}$

Стойкость:  $T = TK_{TH} = 60 \times 1 = 60\text{мин.}$

Коэффициент  $K_V$  определяется по формуле:

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV}$$

Где- $K_{MV}$ –коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{IV} = 1$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{IV} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \times \left( \frac{750}{710} \right)^1 = 1.056$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV} = 1,056 \times 0,8 \times 1 = 0.845$$

Скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V = \frac{350}{60^{0.2} \times 1.03^{0.15} \times 0,34^{0.35}} \times 0.845 \approx 188 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $m=0,20$

Частота вращения

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 189}{3,14 \times 81,23} = 740 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{710}{750} \right)^{0,75} = 0,96$$

Сила резания:  $K_P = 0,96 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0.89$

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 1.03^1 \times 0,34^{0,75} \times 189^{-0,15} \times 0.89 \approx 587 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_z v}{1020 \times 60} = \frac{587 \times 189}{1020 \times 60} = 1.8 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 1.8 < 4.$$

## 1.9.8 Токарная операция :

### Расточить фаску

Инструмент: Резец проходной СМП 2100-1894 ГОСТ 26611-85

Подача:  $s = 0,34 \text{ мм/об}$ ;

Глубина резания:  $t = 1 \text{ мм}$

Стойкость:  $T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин.}$

Коэффициент  $K_V$  определяется по формуле:

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV}$$

Где- $K_{MV}$ —коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{IV} = 1$ — коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{IV} = 0,9$ — коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \times \left( \frac{750}{710} \right)^1 = 1.056$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV} = 1,056 \times 0,8 \times 1 = 0.845$$

Скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \times 1^{0,15} \times 0,34^{0,35}} \times 0.845 \approx 189 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 189}{3,14 \times 83,28} = 720 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{710}{750}\right)^{0,75} = 0,96$$

Сила резания:  $K_P = 0,96 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,89$

$$P_Z = 10C_p t^x s^y v^n K_P = 10 \times 300 \times 1^1 \times 0,34^{0,75} \times 189^{-0,15} \times 0,89 \approx 565 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{565 \times 189}{1020 \times 60} = 1,74 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:  $N_{рез} \leq N_{ст}; 1,74 < 4.$

### 1.9.9 Токарная операция :

#### Обработка наружной поверхности Ø83.28h7

#### Обдирка поверхности с размера Ø83.28h7 мм до размера Ø81.2h7

Резец – проходной прямой с режущей пластиной из твердого сплава Т15К6  
ГОСТ18880-73.

Подача:  $s = 0.12 \text{ мм/об};$

Глубина резания:  $t = 1.04 \text{ мм}$

Стойкость:  $T = TK_{TH} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин.}$

Коэффициент  $K_V$  определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Iv} \times K_{Iv}$$

Где- $K_{MV}$ –коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого

материала;

$K_{Iv} = 1$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности

заготовки;

$K_{IV} = 0,9$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left( \frac{750}{710} \right)^1 = 1.056$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{Iv} = 1,056 \times 0,8 \times 1 = 0.845$$

Скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{350}{60^{0.2} \times 1.04^{0.15} \times 0.12^{0.35}} \times 0.845 = 272 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 272}{3,14 \times 81,2} = 1060 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{710}{750} \right)^{0,75} = 0,96$$

Сила резания:  $K_P = 0,96 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0.89$

$$P_Z = 10 C_p t^x S^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 1.04^1 \times 0.12^{0,75} \times 272^{-0,15} \times 0.89 \approx 242 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{242 \times 272}{1020 \times 60} = 1.07 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:  $N_{рез} \leq N_{ст}$ ;  $1.07 < 4$ .

### 1.9.10 Токарная операция :

#### Обточить поверхности

Инструмент: Резец проходной СМП 2100-1894 ГОСТ 26611-85

Подача:  $s = 0,34$  мм/об;

Глубина резания:  $t = 6$  мм

Всего 3 разреза  $t = 2$  мм

Стойкость:  $T = TK_{TH} = 30 \times 1 = 30$  мин .

Коэффициент  $K_V$  определяется по формуле:

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV}$$

Где- $K_{MV}$ –коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{IV} = 1$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{IV} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \times \left( \frac{750}{710} \right)^1 = 1.056$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV} = 1,056 \times 0,8 \times 1 = 0.845$$

Скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_V = \frac{350}{30^{0.2} \times 2^{0.15} \times 0,34^{0.35}} \times 0.845 = 196 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 196}{3,14 \times 36} \approx 1700 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{710}{750}\right)^{0,75} = 0,96$$

Сила резания:  $K_P = 0,96 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,89$

$$P_Z = 10C_p t^x s^y v^n K_P = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,34^{0,75} \times 196^{-0,15} \times 0,89 = 1130 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{1130 \times 196}{1020 \times 60} = 3,6 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:  $N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 3,6 < 4.$

### 1.9.11 Токарная операция :

#### Росточить фаску

Инструмент: Резец проходной СМП 2100-1894 ГОСТ 26611-85

Подача:  $s = 0,34 \text{ мм/об};$

Глубина резания:  $t = 1 \text{ мм}$

Стойкость:  $T = TK_{TH} = 30 \times 1 = 30 \text{ мин.}$

Коэффициент  $K_V$  определяется по формуле:

$$K_V = K_{MV} \times K_{Iv} \times K_{Iv}$$

Где- $K_{MV}$ –коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Iv} = 1$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{Iv} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \times \left( \frac{750}{710} \right)^1 = 1.056$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV} = 1,056 \times 0,8 \times 1 = 0.845$$

Скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_V = \frac{350}{30^{0.2} \times 1^{0.15} \times 0,34^{0.35}} \times 0.845 = 152 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 152}{3,14 \times 36} = 1350 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{710}{750} \right)^{0,75} = 0,96$$

Сила резания:  $K_P = 0,96 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0.89$

$$P_Z = 10 C_p t^x s^y v^n K_P = 10 \times 300 \times 1^1 \times 0,34^{0,75} \times 152^{-0,15} \times 0,89 \approx 553 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{553 \times 152}{1020 \times 60} = 1,37 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:  $N_{рез} \leq N_{ст}$ ;  $1,37 < 4$ .

### 1.9.12 Токарная операция :

#### Расточить фаску

Инструмент: Резец проходной СМП 2100-1894 ГОСТ 26611-85

Подача:  $s = 0,34 \text{ мм/об}$ ;

Глубина резания:  $t = 1 \text{ мм}$

Стойкость:  $T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин.}$

Коэффициент  $K_V$  определяется по формуле:

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV}$$

Где- $K_{MV}$ –коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{IV} = 1$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{IV} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv} = 1 \times \left( \frac{750}{710} \right)^1 = 1.056$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV} = 1,056 \times 0,8 \times 1 = 0.845$$

Скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V = \frac{350}{60^{0.2} \times 1^{0.15} \times 0,34^{0.35}} \times 0.845 = 190 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 190}{3,14 \times 81,23} \approx 750 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP}$$

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{710}{750} \right)^{0,75} = 0,96$$

Сила резания:  $K_P = 0,96 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0.89$

$$P_Z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,875^1 \times 0,34^{0,75} \times 190^{-0,15} \times 0,89 = 473 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{473 \times 190}{1020 \times 60} = 1,47 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 1,47 < 4.$$

### 1.9.13 Токарная операция :

#### Обработка наружной поверхности Ø79.97Н14

#### Обдирка поверхности с размера Ø79Н14 мм до размера Ø79.97Н12

Инструмент: Резец проходной СМП 2100-1894 ГОСТ 26611-85

Подача:  $s = 0,34 \text{ мм/об}$ ;

Глубина резания:  $t = 0,49 \text{ мм}$

Стойкость:  $T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин.}$

Коэффициент  $K_V$  определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Iv} \times K_{Iv}$$

Где- $K_{Mv}$ –коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Iv} = 1$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{Iv} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{Mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left( \frac{750}{710} \right)^1 = 1,056$$

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Iv} \times K_{Iv} = 1,056 \times 0,8 \times 1 = 0,845$$

Скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{60^{0.2} \times 0.49^{0.15} \times 0.34^{0.35}} \times 0.845 = 210 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 210}{3,14 \times 79,97} \approx 840 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{710}{750}\right)^{0,75} = 0,96$$

Сила резания:  $K_P = 0,96 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0.89$

$$P_Z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0.49^1 \times 0.34^{0,75} \times 210^{-0,15} \times 0,89 = 270 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{270 \times 210}{1020 \times 60} = 0.93 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:  $N_{рез} \leq N_{ст}$ ;  $0.93 < 4$ .

#### 1.9.14 Токарная операция :

##### Обработка наружной поверхности Ø79.97Н14

##### Обдирка поверхности с размера Ø79Н14 мм до размера Ø79.97Н12

Инструмент: Резец проходной СМП 2100-1894 ГОСТ 26611-85

Подача:  $s = 0,34 \text{ мм/об}$ ;

Глубина резания:  $t = 6 \text{ мм}$

Всего 3 разреза  $t = 2 \text{ мм}$

Стойкость:  $T = TK_{ТН} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин.}$

Коэффициент  $K_V$  определяется по формуле:

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV}$$

Где- $K_{MV}$ –коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{IV} = 1$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{IV} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left( \frac{750}{710} \right)^1 = 1.056$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV} = 1,056 \times 0,8 \times 1 = 0.845$$

Скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{60^{0.2} \times 2^{0.15} \times 0,34^{0.35}} \times 0.845 = 180 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 180}{3,14 \times 79.97} \approx 720 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP}$$

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{710}{750} \right)^{0.75} = 0,96$$

Сила резания:  $K_P = 0,96 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0.89$

$$P_Z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,34^{0.75} \times 180^{-0.15} \times 0,89 = 1130 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{1130 \times 180}{1020 \times 60} = 3.32 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 3.32 < 4.$$

### 1.9.13 Протяжная операция

#### Протягивать шлиц

Инструмент: Протяжка 2412-1016 Р6М5 ГОСТ 24818-81

$$\text{Глубина резания } h = \frac{D-d}{2} \times n = 9 \text{ мм.}$$

$$\text{Стойкость: } T = TK_{TH} = 240 \times 1 = 240 \text{ мин.}$$

$$\text{Подача: } s = 0,065 \text{ мм/об;}$$

$$\text{Глубина резания: } t = 15 \text{ мм}$$

Скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{C_V}{T^m s^{xy}} = \frac{7.3}{240^{0.6} \times 0.065^{0.75}} = 2.12 \text{ мм/мин.}$$

$$\text{Значения коэффициентов: } C_V = 240; \quad s^{xy} = 0.065^{0.75}; \quad m=0.6$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{710}{750} \right)^{0.75} = 0,96$$

$$\text{Сила резания: } K_P = 0,96 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0.89$$

$$P_Z = C_p b n s_z^{xp} = 300 \times 10 \times 6 \times 0,065^{0.75} \times 0,89 = 2062 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{6120} = \frac{2062 \times 2.12}{6120} = 0.71 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 0.71 < 5.5.$$

### 1.9.14 Сверлильная операция: отверстия Ø20 мм.

Сверление деталей производится спиральными сверлами из быстрорежущей стали Р6М5.

Итоговые параметры:  $5D > L > 3D$  вводят поправочные коэффициенты  $K_{ls} = 0,9$  при  $l \leq 5D$

$S = 0,19K_{ls} = 0,19 \times 0,9 = 0,17$  мм/об,  $T = 25$  мин,  $t = 0,5D = 10$  мм.

$C_V = 7, q = 0,4, y = 0,7, m = 0,2$ .

Расчёт скорости резания и частоты вращения шпинделя:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v$$

Коэффициент  $K_v$  определяется по формуле:

$$K_v = K_{Mv} \times K_{lv} \times K_{pv}$$

Где- $K_{Mv}$ –коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{lv}$$

$$K_{Mv} = 1.056 \quad K_{pv} = 0,8 \quad K_{lv} = 1,1$$

$$K_v = 1.056 \cdot 0.8 \cdot 1.1 = 0.93.$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 \cdot 20^{0,4}}{25^{0,2} \times 0,17^{0,7}} \times 0,845 = 39 \text{ м/мин}$$

$$\text{Число оборотов шпинделя: } n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 39}{3,14 \times 20} = 620 \text{ об/мин}$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{kp} = 10 C_M D^q S^y K_p$$

$$C_M = 0,0345, q = 2, y = 0,8$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{710}{750}\right)^{0,75} = 0,96$$

Коэффициент  $K_p = 0,89$

$$M_{kp} = 10 \times 0,0345 \times 20^2 \times 0,17^{0,8} \times 0,89 = 29,75 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{Мощность резания: } N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{29,75 \times 620}{9750} = 1,89 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:  $N_{рез} \leq N_{ст}; 1,89 < 4.$

### 1.9.15. Фрезерная операция:

Резец – Впадины фасонной фрезой изготавливаются из быстрорежущей инструментальной стали марок Р6М5

Характеристики фрезы:  $D_{фр} = 140 \text{ мм}$ ,  $z = 160$ .

Материал режущей части фрезы берем Р6М5.

Итоговые параметры:

$S_z = 0.15 \text{ мм/зуб}$  ,  $T = 120 \text{ мин}$  ,  $t = 1 \text{ мм}$ .

Формула скорости фрезерования, м/мин.:

Расчёт скорости резания и частоты вращения шпинделя:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S_z^y z^p} K_v$$

Где  $C_v$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $m$  – коэффициент и показатели степени

$K_v$  – поправочный коэффициент, определяемый

$T$  – период стойкости инструмента

$C_v = 48,5$ ;  $q = 0,25$ ;  $x = 0,3$ ;  $y = 0,4$ ;  $u = 0,1$ ;  $p = 0,1$ ;  $m = 0,2$ .

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S_z^y z^p} K_v = \frac{48,5 \cdot 140^{0,25}}{120^{0,2} \cdot 1^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 160^{0,1}} \times 0,845 = 70 \text{ м/мин}$$

$$\text{Число оборотов шпинделя: } n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 70}{3,14 \times 81,2} = 280 \text{ об/мин}$$

Формула силы резания при фрезеровании отличается от той при точении

$$P_Z = \frac{10C_p t^x s^y z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp}$$

$$C_p=68,2; x=0,86; y=0,72; z=1; q=0,86; w=0.$$

$$K_{Mp} = 0,89$$

Тогда сила резания, крутящий момент и мощности получатся:

$$P_Z = \frac{10C_p t^x s^y z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 1^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 160}{81,2^{0,86} \cdot 280^0} \times 0,89 = 500 \text{ Н}$$

$$P_Y = 0,2P_Z = 100 \text{ Н}$$

$$M_{Kp} = \frac{P_Z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{500 \cdot 81,2}{2000} = 20 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{500 \times 70}{1020 \times 60} = 0,57 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 0,57 < 0,75.$$

### 1.9.16 Шлифовальная операция:

Шлифовать поверхность с размера  $\varnothing 79,97 \text{ Н}12$  мм до размера  $\varnothing 80 \text{ Н}7$  мм

Инструмент: Шлифовальный круг ПП 23А по ГОСТ 2424-83

Диаметр шлифования  $D = 80$  мм

Глубина резания:  $t = 0,03$  мм

Стойкость:  $T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60$  мин.

Используем следующую формулу для определения эффективной мощности

$$[3, \text{ с. 438}]: N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q$$

Коэффициентов:  $C_N=0,3$ ;  $r=0,35$ ;  $x=0,4$ ;  $y=0,4$ ;  $q=0,3$  – по табл. 131 [3 с.441]

Коэффициентов:  $V_3^r=43$  м/мин;  $t=0,03$  мм;  $s=0,55$   $V=0,275$  м/мин – по

табл. 130 [3 с.439].

Составляющие эффективной мощности, формула:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 0.3 \cdot 43^{0.35} \cdot 0.03^{0.4} \cdot 0.275^{0.4} \cdot 80^{0.3} = 0.05 \text{ кВт};$$

Расчет скорости вращения шпинделя [3, с. 386]:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 43}{3,14 \times 81.2} = 171 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 200 \text{ об/мин}$$

### 1.9.17 Кругло шлифовальная операция : шлифование

Шлифовать поверхность размера Ø80 Н7 мм

Инструмент: Шлифовальный круг ПП 23А по ГОСТ 2424-83

Диаметр шлифования  $D = 80 \text{ мм}$

Глубина резания:  $t = 0,03 \text{ мм}$

Стойкость:  $T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин.}$

Используем следующую формулу для определения эффективной мощности

$$[3, \text{ с. 438}]: N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q$$

Коэффициентов:  $C_N = 0,3$ ;  $r = 0,35$ ;  $x = 0,4$ ;  $y = 0,4$ ;  $q = 0,3$  – по табл. 131 [3 с.441]

Коэффициентов:  $V_3^r = 43 \text{ м/мин}$ ;  $t = 0,03 \text{ мм}$ ;  $s = 0,55 \text{ В} = 0,275 \text{ м/мин}$  – по табл. 130 [3 с.439].

Составляющие эффективной мощности, формула:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 0.3 \cdot 30^{0.35} \cdot 0.03^{0.4} \cdot 0.275^{0.4} \cdot 80^{0.3} = 0.05 \text{ кВт};$$

Расчет скорости вращения шпинделя [3, с. 386]:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 43}{3,14 \times 80} = 171 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 200 \text{ об/мин}$$

### 1.10.Расчёт основного времени обработки

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}, \text{ мин}$$

где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;

$i$  – число рабочих ходов;

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

$S$  – подача, мм/об.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{CX} + l_{ПД}$$

где  $l$  – размер детали на данном переходе, мм;

$l_B$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_{CX}$  – величина схода инструмента, мм;

$l_{ПД}$  – величина подвода инструмента, мм.

При обработке на проход принимаем:  $l_{CX} = l_{ПД} = 1$  мм.

При обработке упорным резцом ( $\varphi = 90^\circ$ ) и при обточке торца без центрального отверстия принимаем:  $l_{CX} = 0$  мм;  $l_{ПД} = 1$  мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_{BP} = t/tg\phi,$$

где  $t$  – глубина резания, мм;

$\phi$  – главный угол в плане.

Тогда формула для определения основного времени:

$$T_o = (l + t/tg\phi + l_{cx} + l_{нд}) \times i / (n \times S);$$

### Основное время для первой токарной операции:

Переход 1: обточка торца

$$T_o = \left( l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left( 44 + \frac{2}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(550 \times 0,52)} = 0,17 \text{ мин}$$

Переход 2: Обработка наружной поверхности

$$T_o = \left( l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left( 88 + \frac{1,02}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(700 \times 0,34)} = 0,38 \text{ мин}$$

Переход 3: Обработка наружной поверхности

$$T_o = \left( l + l_B + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left( 88 + \frac{0,34}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(1200 \times 0,12)} = 0,62 \text{ мин}$$

Переход 4: обточка торца

$$T_o = \left( l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left( 24 + \frac{2}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(560 \times 0,52)} = 0,1 \text{ мин}$$

Переход 5: Чистовая обточка наружной поверхности

$$T_o = \left( l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left( 63 + \frac{2,15}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(580 \times 0,52)} \times 8 = 1,78 \text{ мин}$$

Переход 6: Чистовая обточка наружной поверхности

$$T_o = \left( l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left( 19 + \frac{2}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(700 \times 0,52)} \times 4 = 0,25 \text{ мин}$$

Переход 7: Чистовая обточка наружной поверхности

$$T_o = \left( l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left( 68 + \frac{1,03}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(740 \times 0,12)} = 0,8 \text{ мин}$$

Переход 8: расточить фаску

$$T_o = \left( l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \frac{\left( 1 + \frac{1}{tg45^\circ} + 0 + 1 \right)}{(720 \times 0,34)} = 0,01 \text{ мин}$$

Переход 9: Чистовая обточка наружной поверхности

$$T_o = \left( l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left( 2 + \frac{1,04}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(1060 \times 0,12)} \times 3 = 0,04 \text{ мин}$$

Переход 10: расточить фаску

$$T_o = \left( l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \frac{\left( 1 + \frac{1}{tg45^\circ} + 0 + 1 \right)}{(740 \times 0,34)} = 0,015 \text{ мин}$$

Переход 11: Чистовая обточка наружной поверхности

$$T_o = \left( l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left( 23 + \frac{2}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(1700 \times 0,34)} \times 3 = 0,14 \text{ мин}$$

Переход 12: расточить фаску

$$T_o = \left( l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \frac{\left( 1 + \frac{1}{tg45^\circ} + 0 + 1 \right)}{(1350 \times 0,34)} = 0,01 \text{ мин}$$

Переход 13: расточить фаску

$$T_o = \left( l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \frac{\left( 1 + \frac{1}{tg45^\circ} + 0 + 1 \right)}{(600 \times 0,34)} = 0,01 \text{ мин}$$

Переход 14: Чистовая обточка наружной поверхности

$$T_o = \left( l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left( 71 + \frac{0,49}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(840 \times 0,34)} = 0,26 \text{ мин}$$

Переход 15: Чистовая обточка наружной поверхности

$$T_o = \left( l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left( 21 + \frac{2}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(720 \times 0,34)} \times 3 = 0,3 \text{ мин}$$

**Основное время для 2 операции - вертикально-сверильной операции:**

Переход 1: Сверлить отверстие

$$T_o = \left( l + \frac{d}{2} ctg\phi + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = (15 + 10 \cdot ctg60 + 1 + 1) \times \frac{1}{(620 \times 0,17)} = 0,21 \text{ мин}$$

### Основное время для 4 операции - фрезерной операции:

Переход 1: Фрезеровать

$$T_o = (l + l_{cx} + l_{пд}) \times \frac{i}{n \times S} = (16 + 1 + 1) \times \frac{160}{(280 \times 0,15)} = 68,5 \text{ мин}$$

### Основное время для 5 операции - шлифовальной операции:

Переход 1: шлифование поверхности

$$T_o = (l + l_{cx} + l_{пд}) \times \frac{2i}{n \times S} = (64 + 1 + 1) \times 1 \times \frac{1}{180 \times 0,25} = 1,47 \text{ мин.}$$

Переход 2: шлифование отверстия

$$T_o = (l + l_{cx} + l_{пд}) \times \frac{2i}{n \times S} = (77 + 1 + 1) \times 1 \times \frac{1}{180 \times 0,25} = 1,75 \text{ мин.}$$

## 1.11 Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционная время определяется по формуле;

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.}$$

Где  $T_{у.с.}$ - время устанавливать и снимать детали;

$T_{з.о.}$ - время закреплять и откреплять детали;

$T_{уп.}$ - время управлять станок;

$T_{изм.}$ - время измерить детали;

$T_{всп}$ - вспомогательное время,

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

Время обслуживания и отдыха:  $T_{о.о.} = 5\% T_{опер.}$

Штучное время:  $T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.}$

Перед подготовкой окончательного времени мы определяем время

расчета удельной стоимости:  $T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{н.з.}}{n}$

$T_{п.}$  - Подготовительно заключительное время

- количество деталей в плане,  $n=8000шт$ ;

**Для первой операции:**

$$T_{у.с.} + T_{з.о.} = 0,17\text{мин} \quad T_{уп.} = 0,21\text{мин} \quad T_{изм.} = 0,2\text{мин}$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} = 0,17 + 0,21 + 0,2 = 0,58\text{мин}$$

Оперативное время:  $T_{опер.} = T_o + T_{всп} = (0,17 + 0,38 + 0,62 + 0,1 + 1,78 + 0,25 + 0,8 + 0,01) + 0,58 = 4,69\text{мин}$

Время обслуживания и отдыха:  $T_{о.о.} = 5\% T_{опер.} = 0,05 \cdot 4,69 = 0,24\text{мин}$

Штучное время:  $T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 4,69 + 0,24 = 4,93\text{мин}$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 4,93 + \frac{9}{8000} \approx 4,931\text{мин}$$

**Для второй операции:**

$$T_{у.с.} + T_{з.о.} = 0,17\text{мин} \quad T_{уп.} = 0,15\text{мин} \quad T_{изм.} = 0,1\text{мин}$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} = 0,17 + 0,15 + 0,1 = 0,42\text{мин}$$

Оперативное время:  $T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 0,21 + 0,04 + 0,015 + 0,42 = 0,685\text{мин}$

Время обслуживания и отдыха:  $T_{о.о.} = 5\% T_{опер.} = 0,05 \cdot 0,685 = 0,03425\text{мин}$

Штучное время:  $T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 0,685 + 0,03425 \approx 0,72\text{мин}$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 0,72 + \frac{9}{8000} \approx 0,721\text{мин}$$

**Для третьей операции:**

$$T_{у.с.} + T_{з.о.} = 0,17\text{мин} \quad T_{уп.} = 0,15\text{мин} \quad T_{изм.} = 0,1\text{мин}$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} = 0,17 + 0,15 + 0,1 = 0,42\text{мин}$$

$$\text{Оперативное время: } T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 0,32 + 0,42 = 0,74\text{мин}$$

$$\text{Время обслуживания и отдыха: } T_{о.о.} = 5\% T_{опер.} = 0,05 \cdot 0,74 = 0,037\text{мин}$$

$$\text{Штучное время: } T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 0,037 + 0,42 + 0,32 = 0,78\text{мин}$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 0,78 + \frac{9}{8000} \approx 0,781\text{мин}$$

**Для четвёртой операции:**

$$T_{у.с.} + T_{з.о.} = 0,14\text{мин} \quad T_{уп.} = 0,28\text{мин} \quad T_{изм.} = 0,2\text{мин}$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} = 0,14 + 0,28 + 0,2 = 0,62\text{мин}$$

$$\text{Оперативное время: } T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 0,14 + 0,01 + 0,01 + 0,26 + 0,3 + 0,62 = 1,34\text{мин}$$

$$\text{Время обслуживания и отдыха: } T_{о.о.} = 5\% T_{опер.} = 0,05 \cdot 1,34 = 0,067\text{мин}$$

$$\text{Штучное время: } T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 0,72 + 0,62 + 0,067 = 1,407\text{мин}$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 1,407 + \frac{9}{8000} \approx 1,408\text{мин}$$

**Для пятой операции:**

$$T_{у.с.} + T_{з.о.} = 0,17\text{мин} \quad T_{уп.} = 0,28\text{мин} \quad T_{изм.} = 0,2\text{мин}$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} = 0,17 + 0,28 + 0,2 = 0,65\text{мин}$$

$$\text{Оперативное время: } T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 68,5 + 0,65 = 69,15\text{мин}$$

$$\text{Время обслуживания и отдыха: } T_{о.о.} = 5\% T_{опер.} = 0,05 \cdot 69,15 = 3,46\text{мин}$$

Штучное время:  $T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 69,15 + 3,46 = 72,61$ мин

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 72,61 + \frac{9}{8000} \approx 72,611$$
мин

**Для шестой операции:**

$T_{у.с.} + T_{з.о.} = 0,18$ мин  $T_{уп.} = 0,28$ мин  $T_{изм.} = 0,2$ мин

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} = 0,18 + 0,28 + 0,2 = 0,66$$
мин

Оперативное время:  $T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 1,47 + 1,75 + 0,66 = 3,88$ мин

Время обслуживания и отдыха:  $T_{о.о.} = 5\% T_{опер.} = 0,05 \cdot 3,88 = 0,194$ мин

Штучное время:  $T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 3,88 + 0,194 \approx 4,074$ мин

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 4,074 + \frac{9}{8000} \approx 4,075$$
мин

## 2 .Конструкторская часть

### 2.1.Анализ исходных данных

В качестве операции для проектирования оснастки была выбрана фрезерная операция.

Техническое задание на проектирование трехкулачкового приспособления приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Техническое задание для проектирования трехкулачкового приспособления

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Зажимное устройство для фрезерования зубьев на вертикально – фрезерном станке модели НГФ-110-Ш4
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки гибкого колеса .
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.

Продолжение таблица.2.1.

<p>Технические (тактико– технические) требования</p>	<p>Тип производства – мелкосерийный .Программа выпуска – 8000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модели НГФ-110-Ш4.Трехкулачковый патрон устанавливается на делительную головку УДГ-80.</p>
<p>Документация, подлежащая разработке</p>	<p>Пояснительная записка (раздел – конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.</p>



## 2.3 Определение необходимой силы зажима

Во время фрезерования действуют силы резания в направлениях  $u$  и  $z$ . Отсюда нам нужно рассчитать равнодействующую силы в горизонтальном и вертикальном направлениях  $F_Z$  и  $F_Y$ :

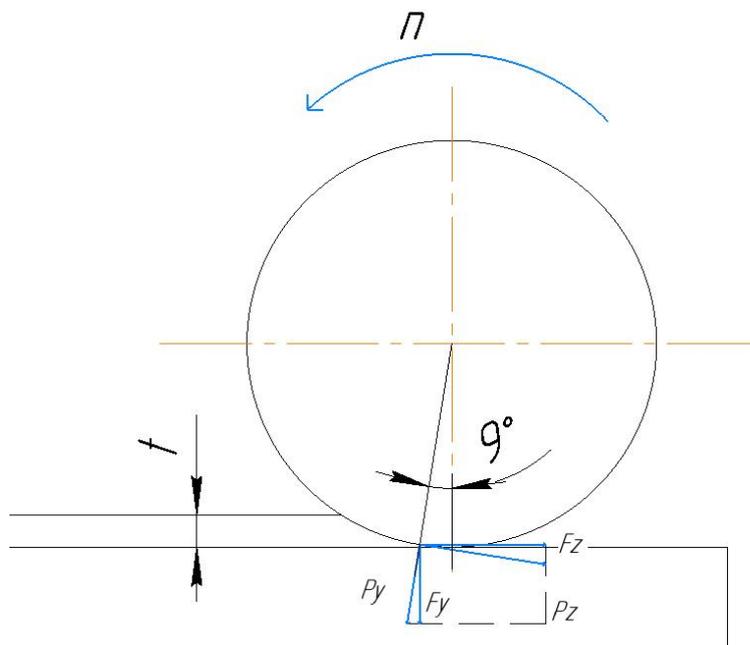


Рисунок 2.2. –Сила резания фрезы

$$F_Z = P_Z \cos \varphi - P_Y \sin \varphi \quad F_Y = P_Z \sin \varphi + P_Y \cos \varphi$$

Произведем расчет режимов резания.

Итоговые параметры:

$$S_z = 0.15 \text{ мм/зуб} , T = 120 \text{ мин} , t = 1 \text{ мм.}$$

Формула скорости фрезерования, м/мин.:

Расчёт скорости резания и частоты вращения шпинделя:

$$v = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m t^x S_z^y} K_v$$

Где  $C_V$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $m$  – коэффициент и показатели степени

$K_v$  – поправочный коэффициент, определяемый

$T$  – период стойкости инструмента

$C_v=48,5$ ;  $q=0,25$ ;  $x=0,3$ ;  $y=0,4$ ;  $u=0,1$ ;  $p=0,1$ ;  $m=0,2$ .

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot z^p} K_v = \frac{48,5 \cdot 140^{0,25}}{120^{0,2} \cdot 1^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 160^{0,1}} \times 0,845 = 70 \text{ м/мин}$$

Где  $C_v$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $m$  – коэффициент и показатели степени

$K_v$  – поправочный коэффициент, определяемый

$T$  – период стойкости инструмента

$C_v=48,5$ ;  $q=0,25$ ;  $x=0,3$ ;  $y=0,4$ ;  $u=0,1$ ;  $p=0,1$ ;  $m=0,2$ .

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot z^p} K_v = \frac{48,5 \cdot 140^{0,25}}{120^{0,2} \cdot 1^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 160^{0,1}} \times 0,845 = 70 \text{ м/мин}$$

$$\text{Число оборотов шпинделя: } n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 70}{3,14 \times 81,2} = 208 \text{ об/мин}$$

Формула силы резания при фрезеровании отличается от той при точении

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s^y B^u z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp}$$

$C_p=68,2$ ;  $x=0,86$ ;  $y=0,72$ ;  $u=1$ ;  $q=0,86$ ;  $w=0$ .  $K_{Mp} = 0,89$

Тогда сила резания, крутящий момент и мощности получатся:

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s^y z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 1^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 160}{81,2^{0,86} \cdot 280^0} \times 0,89 = 500 \text{ Н}$$

$$P_Y = 0,2 P_Z = 100 \text{ Н}$$

$$M_{Kp} = \frac{P_Z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{500 \cdot 81,2}{2000} = 20 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{500 \times 70}{1020 \times 60} = 0,57 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:  $N_{рез} \leq N_{ст}$ ;  $0,57 < 0,75$ .

Таким образом  $F_Z = P_Z \cos \varphi - P_Y \sin \varphi = 500 \cdot \cos 9 - 100 \sin 9 = 478 \text{ Н}$

$$F_Y = P_Z \sin \varphi + P_Y \cos \varphi = 500 \sin 9 + 100 \cos 9 = 177 \text{ Н}$$

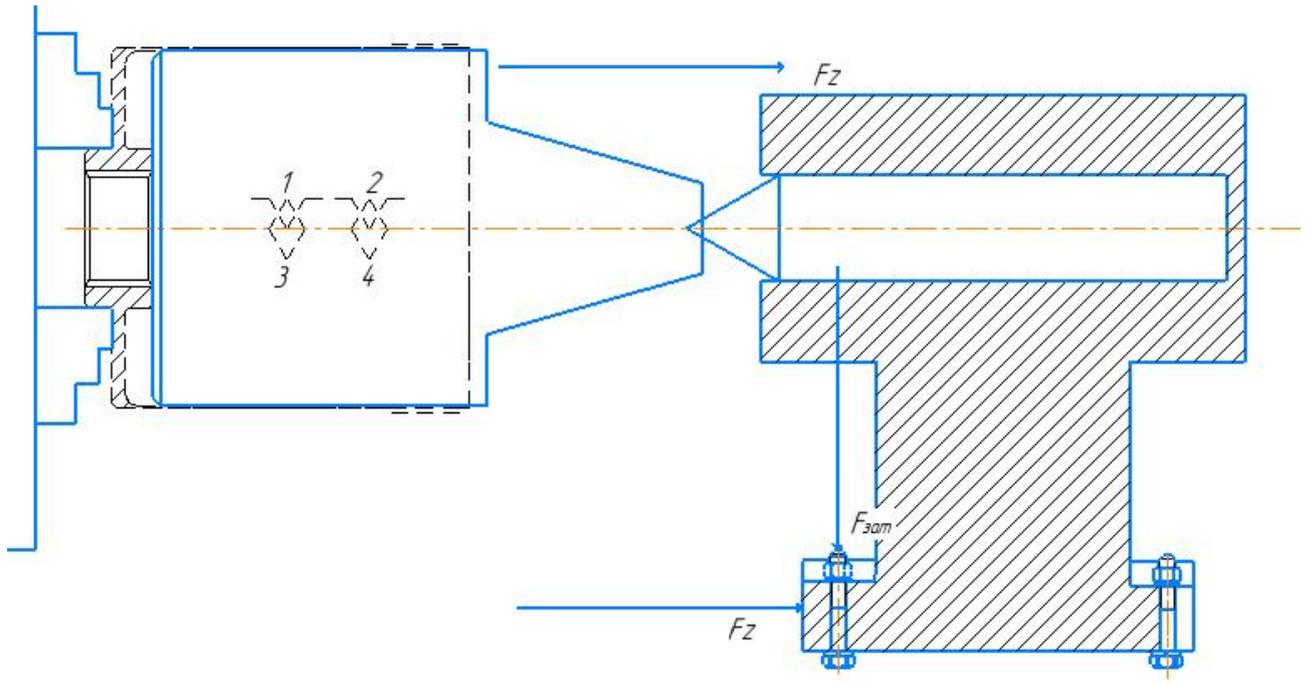


Рисунок 2.3. –Сила зажима на болт

Усилие резания фрезы передается на болты в нижней части приспособления через центр.Чтобы удовлетворить потребности в затяжке деталей, необходимо рассчитать предварительный натяг болтов

Сила затяжки болтов :

$$F_{зам} = \frac{K \cdot F_z}{i \cdot f} = \frac{2,5 \cdot 478}{2 \cdot 0,18} = 3320 \text{ Н}$$

Где  $F_{зам}$  – Сила затяжки болтов

$F_z=478\text{Н}$  - Сила резания, действующая на болт

$K=2,5$  – коэффициент запаса

$f=0,18$ – коэффициент трения .

$i=2$ –число плоскостей стыка деталей;

Номинальный диаметр болта можно рассчитать по формуле:

$$d \geq C \cdot \sqrt{\frac{F_{зам}}{\sigma}}$$

где  $C$  – коэффициент для основной метрической резьбы,  $C=1,2$ ;

$R_b$ – сила болта, необходимая для закрепления заготовки, Н;

$\sigma$ – напряжение растяжения для винтов из стали 45 с учетом износа резьбы 100 МПа.

$$d \geq C \cdot \sqrt{\frac{F_{зат}}{\sigma}} = 3 \text{ мм}$$

Принимаем болт М12.

Чтобы соответствовать условиям зажима, болт должен соответствовать следующим требованиям:

$$F_{трe} > F_{сдв}$$

Где  $F_{сдв} = F_z / 2 = 239 \text{ Н}$

$$F_{трe} = F_{зат} \cdot f = 3320 \cdot 0,18 = 578 \text{ Н}$$

Таким образом  $F_{трe} = 578 \text{ Н} > F_{сдв} = 239 \text{ Н}$

Затем нам также необходимо рассчитать усилие трехкулачкового патрона на детали.

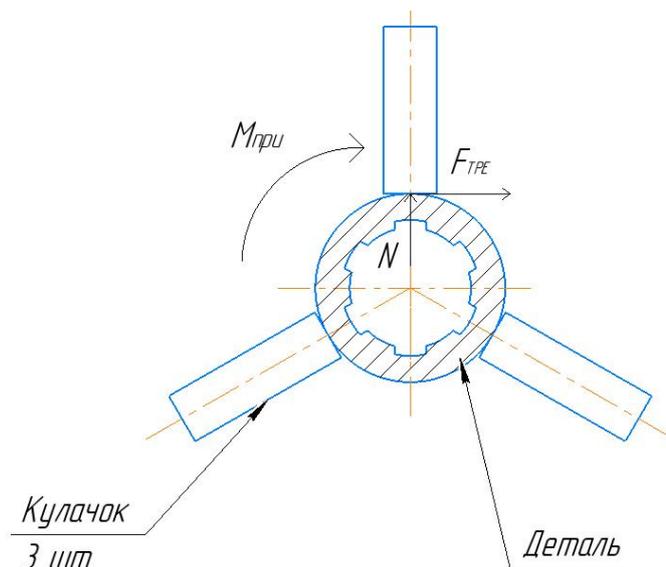


Рисунок 2.4. –схема зажима заготовки на кулачке

$$N \times f \times R = K \times M_{при}$$

Где  $N$ – усилие затяжки муфта

$f=0,18$  - коэффициент трения.

$K=1,5$  – коэффициент запаса, коэффициент запаса . $K$  используется для обеспечения гарантированной закреплению.

$M_{при} = 9Н \cdot м$  – Крутящий момент при вращении центра

$$R = \frac{D}{2} = \frac{36}{2} = 18\text{мм} - \text{радиус заготовки};$$

Отсюда: 
$$N = \frac{K \times M_{при}}{f \times R} = \frac{1,5 \cdot 9}{0,18 \cdot 0,18} = 416Н;$$

Трение между деталью и кулачком :

$$F_{тре} = N \times f = 416 \cdot 0,18 = 75Н$$

Нужно использовать стандартный диск с отверстиями (для делительной головки). Число оборотов рукоятки  $n = 40/z = 40/160 = 1/4$  , подбираем диск 4/16 .

Где  $n$  — число оборотов рукоятки головки;

40 — характеристика головки;

$z$  — заданное число делений.

Это значит нужно переместить фиксатор на четыре отверстия на диаметре стандартного диска с 16 отверстиями. Затем нарезаем зубья. После того как нарезали, поворачиваем рукоятку еще на четыре отверстия и нарезаем следующие зубья и т.д. Число отверстий на стандартном диске записаны ниже. Отверстия располагаются с двух сторон. На одной стороне есть значение 16. Значит этот диск подходит для нашего случая. Параметры стандартного диска (количество отверстий):

с одной стороны - 16, 17, 19, 21, 23, 29, 30,31

с другой стороны – 33, 37, 39, 41, 43,47, 49, 54

## 2.4 РАСЧЁТ ТОЧНОСТИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки  $\varepsilon_0$ , которая не должна превышать допуск  $\delta$  выполняемого размера при обработке заготовки, т.е.  $\varepsilon_0 \leq \delta$ .

Для расчета точности приспособления  $\varepsilon_{пр}$  следует пользоваться формулой [15, с.113]:

$$\varepsilon_{пр.} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_Y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (5)$$

$\delta$  – допуск выполняемого размера,  $\delta = 0,52$ мм.;

$k_T$  – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения,  $k_T = 1,2$  [2, с. 85];

$k_{T1}$  – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках,  $k_{T1} = 0,8$  [2, с. 85];

$k_{T2}$  – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления,  $k_{T2} = 0,6$  [2, с. 85];

$\varepsilon_B$  – погрешность базирования заготовки в трёхкулачковом патроне,  $\varepsilon_B = 0$ ;

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима,  $\varepsilon_3 = 0,11$  мм. [2, с. 207];

$\varepsilon_Y$  – погрешность установки приспособления на станке,  $\varepsilon_Y = 0,11$  мм [15, с. 106];

$\varepsilon_{II}$  – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления,  $\varepsilon_{II} = 0,01$  мм. [2, с. 113];

$\varepsilon_{II}$  – погрешность от перекоса (смещения) инструмента,  $\varepsilon_{II} = 0,01$ мм, при сверлении по кондуктору;

$\omega$  – экономическая точность обработки,  $\omega = 0,5$  [2, с. 216].

По формуле 5 определяем:

$$\varepsilon_{пр.} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_Y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2} =$$

$$\begin{aligned} &= 0,52 - 1,2\sqrt{(0,82 \cdot 0)^2 + 0,11^2 + 0,11^2 + 0,01^2 + 0,05^2 + (0,6 \cdot 0,5)^2} \\ &= 0,04 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Это значение допуска должно соответствовать техническому требованию 1 на чертеже приспособления.

## **2.5 Разработка технических требований на изготовление и сборку**

Станочное приспособление должно обеспечивать строго определенное положение обрабатываемых поверхностей, которые определяются координирующими размерами и геометрическими соотношениями параллельностью, соосностью, перпендикулярностью и т.д. Все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2675-80.

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

Группа	ФИО
154A81	Вань Цзялун

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	ОМШ
Уровень образования	Бакалавр	Направление / специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

<b>Разработка технологического процесса изготовления гибкого колеса волновой зубчатой передачи</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1. Анализ конкурентных технических решений. 2. SWOT-анализ.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	1. Планирование работ. 2. Разработка графика Ганта. 3. Формирование бюджета затрат.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Описание потенциального эффекта.
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
<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	22.02.2022
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень звание	Подпись	Дата
Профессор (ОСГН, ШБИП)	Гасанов М.А.	д.э.н.		22.02.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Вань Цзялун		22.02.2022

### **3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

#### **3.1. Общая информация**

Тема данной ВКР – Разработка технологии изготовления детали «Гибкое колесо».

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки;
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности

исследования.

#### **3.2 Потенциальные потребители детали**

Для анализа потребителей услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Гибкое колесо» был рассмотрен целевой рынок и проведено его сегментирование. Учитывая специфику результатов исследования, критериями сегментирования выбрана отрасль «машиностроение», выпускаемая продукция – «Гибкое колесо», используемый тип производства – мелкосерийное производство.

Потенциальным потребителем детали «Гибкое колесо» является ООО Компания "Редуктор-Томск" . Основным направлением деятельности

является производство и продажа редукторы и мотор-редукторы, муфты и электродвигатели, электрогенераторы и маслостанции.

Используя метод сегментирования, разделим потребителей разработки. Сегментировать рынок потребителей предложенной разработки будем по следующим критериям: вид работ (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Карта сегментирования рынка потребителей услуги по разработке цилиндра.

		Вид работ	
		Разработка технологического процесса	Изготовление детали
Размер компании	ООО «Редуктор-Томск»	+	+
	ООО «МОТОРСИБ»	-	+
	ООО «СИБЭЛЕКТРО МОТОР»	+	-

Как показано в таблице 3.1, ООО «Редуктор-Томск» задействована во всех сегментах рынка, поэтому она является наиболее перспективной.

### 3.3. Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных предприятий и технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты (таблица 3.2.). Для этого необходимо отобрать не менее трех-четырех конкурентных товаров и разработок.

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

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

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		БФ	БК1	БК2	КФ	КК1	КК2
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1.Актуальность исследования	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
2.Трещиностойкость	0,14	5	2	3	0,7	0,28	0,42
3.Ударопрочность	0,18	4	3	3	0,72	0,54	0,54
4.Стабильность соединения с подложкой	0,14	4	4	3	0,56	0,56	0,42
5.Безопасность	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
6.Простота эксплуатации	0,05	3	5	4	0,15	0,25	0,2
Эффективность работы крышки	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25

Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,12	4	5	3	0,48	0,6	0,36
2.Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	4	3	4	0,24	0,18	0,24
3. Финансирование научной разработки	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
<b>Итого:</b>	1	43	38	37	4,32	3,6	3,47

Представим расчет конкурентоспособности научных разработок по формуле:

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

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

Разработка:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 43 \cdot 4,32 = 185,76$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum B_i \cdot B_i = 38 \cdot 3,6 = 136,8$$

$$K2 = \sum B_i \cdot B_i = 37 \cdot 3,4 = 125,8$$

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что разработанная крышка превосходит аналогичные детали конкурентов по таким параметрам как ударопрочность и трещиностойкость. Следовательно, разработка является актуальной и перспективной. Общая оценка эффективности показала, что предложенная нами разработка конкурентоспособна.

### 3.4. SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3.– Матрица SWOT-анализа

<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
С1. Повышение производительности труда пользователя	Сл1. Устаревшие технологии
С2.Наличие опытного руководителя	Сл2. Высокая стоимость оборудования
С3. Высокое квалифицированное изделие	Сл3. Отсутствие реальной эксплуатации
С4.Наличие современного программ и оборудования	Сл4. Возможность нецелесообразного процесса обработки
С5. Экологичность технологии.	Сл5. Вероятность получения брака.
<b>Возможности</b>	<b>Угрозы</b>
В1. Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области	У1. Появление новых технологий
В2.Внедрение технологии в аэрокосмической области.	У2.Введение дополнительных государственных требований
В3. Использование оборудования ТПУ	У3.Возможность того, что рынок захвачен
В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в

таблицах 3.4.и 3.5.

Таблица 3.4. – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
		C1	C2	C3	C4	C5
<b>Возможности проекта</b>	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	+	+	-	-
	B3	-	+	-	+	-
	B4	+	-	+	-	-

Таблица 3.5. – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта					
<b>Возможности проекта</b>	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
B1	-	-	+	+	+
B2	-	-	-	-	-
B3	-	-	-	-	-
B4	-	-	-	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 3.6.

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>C1.Малые габариты.</p> <p>C2.Наличие опытного руководителя</p> <p>C3.Использование Современногооборудовани я</p> <p>C4.Актуальность проекта</p> <p>C5. Адекватные бюджет производства.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>Сл1. Развитие новыхтехнологий</p> <p>Сл2. узкий ассортимент выпускаемой продукции</p> <p>Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала</p> <p>Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.</p> <p>Сл5. Вероятность получения брака.</p>
--	--	--

Продолжение таблица.3.6.

Возможности	Направления развития	Сдерживающие факторы
<p>В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН.</p> <p>В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.</p> <p>В3. Внедрение технологии в энергетической области.</p> <p>В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.</p>	<p>В2С2С3. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции позволяет расширить спрос,</p> <p>использование новейшей информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки.</p> <p>В3С2С4. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции и экологичность технологии являются хорошим основанием для внедрения технологии в аэрокосмической области.</p> <p>В4С1С3. Низкая цена исходного сырья и высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции являются основой для экспорта за рубеж и выхода на мировой рынок</p>	<p>В1Сл3Сл4Сл5. Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.</p>

Продолжение таблица.3.6.

<p>Угрозы</p> <p>У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.</p> <p>У2. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.</p>	<p>Угрозы развития</p> <p>У1С2. Несмотря на снижение стоимости разработок конкурентов, наши продукты имеют лучшие механические свойства, больше перспектив развития.</p> <p>У2С2. Наши продукты обладают лучшими механическими свойствами, являются более привлекательными мировом рынке.</p>	<p>Уязвимости:</p> <p>У1Сл4Сл5. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.</p>
---	---	---

SWOT-анализа позволил определить факторы отрицательно влияющие на продвижение разработки на рынок. на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. К таким факторам относятся:

- 1) трудности популяризации новых технологий
- 2) увеличение производственных затрат
- 3) изделие заменен другими деталями

Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

### 3.5. Планирование научно-исследовательских работ.

#### 3.5.1 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.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 3.7.

Таблица 3.7. – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения ВКР	Инженер Научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Инженер Научный руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер

Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

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

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

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

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

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

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

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

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой  $i$ -ой работы в рабочих днях  $T_{ri}$ , при этом

учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями.

Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

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

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы,

человеко-дни;

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

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

$$T_{кi.инж} = T_{pi} \times K_{kal}$$

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

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

$K_{kal}$  – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$K_{kal.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 14 - 14} = 1,48$$

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

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

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

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 3.8.

Таблица 3.8.-Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Длительность работ в рабочих днях, $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях, $T_{ki}$
	$t_{min}$ , чел-дни	$t_{max}$ , чел-дни	$t_{ож}$ , чел-дни		
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	4	2,8	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения ВКР	4	7	5,2	2,6	4
3. Обзор научной литературы	6	10	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	3	5	3,8	3,8	6
5. Планирование эксперимента	8	12	9,6	4,8	7
6. Подготовка образцов для эксперимента	5	7	5,8	5,8	9
7. Проведение эксперимента	15	20	17	17	25

Продолжение таблицы.3.8.

8. Обработка полученных данных	10	15	12	12	18
9. Оценка правильности полученных результатов	5	19	6,6	3,3	5
10. Составление пояснительной записки	8	10	8,8	8,8	13
<b>Итого:</b>	66	99	79,2	68,5	102

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 3.9.).

Таблица 3.9. – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп.	$T_{ki}$ , кал. дн.	Продолжительность работ													
				февр			март			апр			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4	█													
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4	█													
3	Обзор научной литературы	Исп2	11		█												
4	Выбор методов исследования	Исп2	6			█											

Продолжение таблица.3.9.

5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	7												
6	Подготовка образцов для эксперимента	Исп2	9												
7	Проведение эксперимента	Исп2	25												
8	Обработка полученных данных	Исп2	18												
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	5												
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13												

Примечание:  – Исп. 1 (научный руководитель),  – Исп. 2 (инженер-дипломник)

### 3.6. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты современным на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей могут темы;

- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

### 3.6.1. Расчет материальных затрат НИИ

Расчет материальных затрат произведен по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i} ,$$

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.).

В данной работе к материальным затратам можно отнести: бумага, ручки, корректор, скоросшиватель, дырокол Материальные затраты, необходимые для данной работы, указаны в таблице 3.10.

Таблица 3.10. – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (Z <sub>м</sub> ), руб.
Картридж для лазерного принтера	лист	1	3490	3490
Бумага для принтера А4 (500 листов)	Шт.	2	200	400
Спец. материалы	Шт.	50	350	1750
<b>Итого:руб.</b>				<b>5640</b>

### 3.6.2. Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научного руководителя и студента.

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:

$$Ззп = Зосн + Здоп ,$$

где Зосн – основная заработная плата;

Здоп – дополнительная заработная плата (12-20 % от Зосн).

Основная заработная плата (Зосн) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot Т_p$$

где Зосн – основная заработная плата одного работника;

Тр – продолжительность работ, выполняемых техническим работником, раб. дн.

Здн – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \times M}{F_{\text{д}}}$$

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 28 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 46 раб. дней  $M = 10,3$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{мс}} \times (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) \times K_{\text{р}}$$

где  $Z_{\text{мс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$K_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{\text{мс}}$ );

$K_{\text{д}}$  – 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  $Z_{\text{мс}}$ );

$K_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (город Томск).

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{мс}} \times (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) \times K_{\text{р}} = 28000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 54600$$

Месячный должностной оклад студента, руб.:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{мс}} \times (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) \times K_{\text{р}} = 18500 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 36075$$

Таблица 3.11.– Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студен
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52	104
- выходные	14	14
- из них праздничные дни		
Потери рабочего времени	48	24
- отпуск		
- невыходы по болезни	5	10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \times \text{М}}{F_{\text{д}}} = \frac{55000 \cdot 10,3}{246} = 2303 \text{руб}$$

Месячный должностной оклад студента , руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \times \text{М}}{F_{\text{д}}} = \frac{36000 \cdot 11,2}{246} = 1639 \text{руб}$$

Основная заработная плата руководителя темы составила:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 2303 \cdot 13,5 = 31090,5$$

Основная заработная плата студента составила:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1639 \cdot 68,5 = 112271,5$$

Таблица 3.12.- Расчет основной заработной плат

Исполнители	З <sub>те</sub> , тыс. руб.	к <sub>пр</sub>	к <sub>д</sub>	к <sub>р</sub>	З <sub>м</sub> , тыс.руб.	З <sub>дн</sub> , тыс.руб.	Т <sub>р</sub> , раб.дн.	З <sub>осн</sub> , тыс.руб.
Руководитель	28	0,3	0,2	1,3	54600	2303	13,5	31090,5
Инженер	18,5	0,3	0,2	1,3	36075	1639	68,5	112271,5
<b>ИТОГО</b>								<b>143362</b>

### 3.6.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{доп} = к_{доп} * З_{осн} ,$$

где к<sub>доп</sub> – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Следовательно дополнительная заработная плата научного руководителя будет равной:

$$З_{доп} = 0,15 \times 31090,5 = 4663,6$$

Дополнительная заработная плата студента составила:

$$З_{доп} = 0,15 \times 112271,5 = 16840,7$$

### 3.6.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:  $Z_{внеб} = K_{внеб} \times (Z_{осн} + Z_{доп})$

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%.

Таблица 3.13.- Отчисления во внебюджетный фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель темы	31090,5	4663,6
Студент	112271,5	16840,7
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	
<b>Итого</b>	<b>54460</b>	

### 3.6.5. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}}$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

### 3.6.6. Бюджетная стоимость НИР

Бюджет затрат на проектирование в таблице 3.14.

Статьи							
1	2	3	4	5	6	7	8
Сырье ,матер иалы	Амо ртиз ация	Основна я заработ ная плата	Дополните льная заработная плата	Отчисле ния на социаль ные нужды	Итого без накладных расходов	Наклад ные расход ы	Бюджетн ая стоимост ь
5640	6357	143362	21504,30	49459,8 6	226323,23	3611,71	262534,9 3

### **3.7. Определение эффективности исследования**

В результате выполнения работы будут достигнуты поставленные задачи по сокращению расходов на изготовление детали «гибкое колесо». При выполнении задания по расчету ресурсосбережения и ресурсоэффективности выполнения работ по созданию технологического процесса были определены:

- перспективность выполнения работ;
- структура и очередность выполнения работ по проекту;
- трудоемкость выполнения работ;
- бюджет затрат на выполнение проекта которые составили 262534,93рублей.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
154A81	Вань Цзялун

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОМШ</b>
Уровень образования	Бакалавр	Направление / специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

<b>Разработка технологического процесса изготовления гибкого колеса волновой зубчатой передачи</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»</b>	
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
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> — Специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; — Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	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>	Вредные: Отклонение показателей микроклимата рабочей зоны, превышение уровня шума, недостаточная освещенность рабочей зоны. Опасные: Электрический ток.
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	В данном разделе производится анализ влияния производства на окружающую среду и способа защиты окружающей среды и утилизации отходов. Утилизация используемой орг. техники, металлическая стружка и люминесцентных ламп.

<b>4.Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Оценка пожарной опасности помещения. Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план эвакуации.
---	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.04.2022
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень звание	Подпись	Дата
Профессор (ООД, ШБИП)	Сечин А.И.	д.т.н.		05.04.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А81	Вань Цзялун		05.04.2022

#### **4. «Социальная ответственность»**

##### **Введение**

В данном разделе проводится анализы вредных и опасных факторов труда технолога, разработка мер защиты и мер предосторожности от них, оценка условий труда микроклимата рабочей среды, и оценка помещения по электробезопасности. В данном разделе также рассмотрены вопросы производственная безопасность, охраны окружающей среды и пожарной профилактики, даются предложения созданию условий труда с ссылкой на соответствующий технический документ.

При проектировании рабочих мест и определении операции производств учтены освещенность, вибрация, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ к организации рабочих мест. В производственном цехе обработки механических деталей невозможно избежать образования шума, поэтому при выборе производственного оборудования и инструментов учитывает допустимый для человеческого тела диапазон шума (максимальный диапазон частот для человеческого уха, в среднем – от 20 до 20 000 Гц , в молодости – лучше слышен среднечастотный звук с частотой 3 КГц, в среднем возрасте – 2-3КГц, в старости – 1КГц).

## **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 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.

Согласно СН 245-71, в системах панельного отопления средняя температура а обогревающей поверхности должна предусматриваться не выше:

- а) на обогревающей поверхности пола 26 °С, за исключением полов в вестибюлях и других помещениях с временным пребыванием людей, где те

температуру на обогреваемой поверхности пола допускается предусматривать до 30 °С;

б) на обогреваемой поверхности потолка при высоте помещения:

2,5-2,8 м - 28 °С;

2,9-3,0 м - 30 °С;

3,1-3,4 м - 33 °С;

в) на обогреваемой поверхности перегородок и стен на высоте до 1 м от уровня пола 95 °С, а выше 1 до 3,5 м - 45 °С 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.

## **4.2 Производственная безопасность**

### **4.2.1 Анализ условий труда на рабочем месте**

Рабочее место соответствует требованиям ГОСТ 12.2.003-91 и настоящего стандарта. Рабочее место, его оборудование и оснащение, применяемые в соответствии с характером работы, обеспечивает безопасность, охрану здоровья и работоспособность работающих. Также надо учитывать возможность некоторых чрезвычайных ситуаций. Наиболее вероятной ЧС является мороз, в связи с тем, что цех механообработки находится в городе Томске, где температура зимой низкая.

Основными опасным и вредными фактором на заводе являются:

- экстремальные значения температуры;
- повышенный шум;
- слишком высокая влажность;
- повышенный уровень различных излучений (инфракрасных, УФ, тепловых, электромагнитных и др.);
- загазованность и запыленность;
- слабая или чрезмерная освещенность, мигающий свет и прочие.

#### 4.2.2 Анализ показателей микроклимата

Санитарными нормами и правилами СанПиН 2.2.2548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» регламентируются требования к микроклимату производственных помещений. Данные правила Предназначены для предотвращения воздействия микроклимата производственных помещений на трудоспособность, состояние и здоровье человека.

Микроклимат в производственных помещениях определяется следующими параметрами:

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

Когда температура воздуха в производственном цехе высока, кровеносные сосуды кожи расширяются, кровь, текущая к поверхности тела, увеличивается, а выделение тепла в окружающую среду также значительно увеличивается. При более низких температурах окружающей среды человеческое тело реагирует по разному: кровеносные сосуды в коже сужаются, кровь, текущая к поверхности тела, становится медленнее, а теплоотдача от конвекции и излучения уменьшается. Поэтому определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости воздуха в рабочей зоне важно для теплового комфорта человека.

Высокая влажность воздуха ( $\phi > 85\%$ ) затрудняет регулирование температуры тела человека, так как снижается испарение пота, а низкая влажность ( $\phi < 20\%$ ) приводит к сухости слизистой оболочки дыхательных путей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 4.1.

Таблица 4.1.- Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	$\leq 0.1$
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	$\leq 0.2$

Руководители предприятий, организаций и учреждений вне зависимости от форм собственности и подчиненности в порядке обеспечения производственного контроля обязаны привести рабочие места в соответствие с требованиями к микроклимату, предусмотренными указанными Санитарными правилами.

### 4.2.3. Анализ показателей шума и вибрации

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.

Длительное влияние вибрации, сочетающееся с комплексом неблагоприятных производственных факторов, может приводить к стойким патологическим нарушениям в организме работающих, развитию вибрационной болезни.

При интенсивном вибрационном воздействии не исключена и прямая механическая травматизация, в первую очередь опорно-двигательного аппарата: мышц, костей, суставов и связочного аппарата.

При работе с ручным механизированным электрическим и пневматическим инструментом применяют виброрукоятки и средства индивидуальной защиты: резиновые коврики, рукавицы с двойным слоем (внутренний хлопчатобумажный, наружный резиновый), антивибрационные пояса. Классификация средств защиты от вибрации подробно изложена в ГОСТ 12.1.012-90. «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования». ГОСТ 12.1.046-78. «ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация».

#### **4.2.4 Анализ освещенности рабочей зоны.**

Нормы освещенности по СНиП 23-05-95 для «Механических, инструментальных цехов, отделений, участков, цеха оснастки, ОТК. (Г-0.8)» составляют 300 люкс.

Проектирование искусственного освещения производственного помещения составляется:

- выбор системы освещения,
- выбор типа и размещения светильников
- определение необходимого числа светильников

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока,

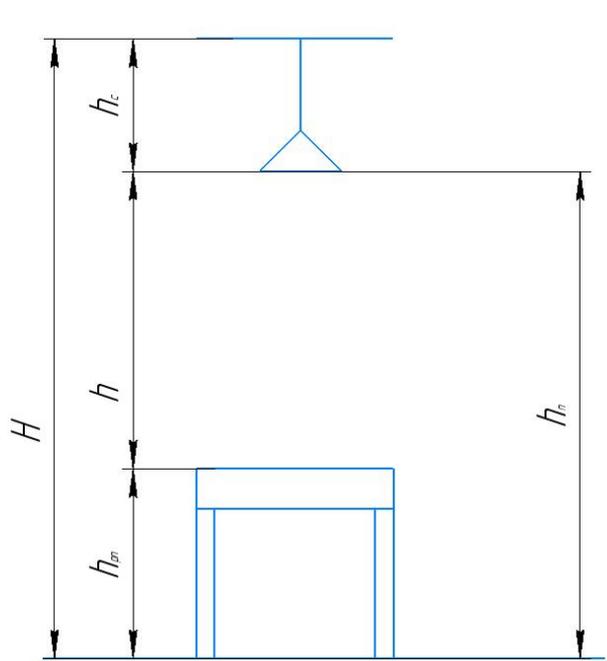
учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения  $A = 12$  м, ширина  $B = 8$  м, высота = 4 м (тип светильника: двухламповые светильники ОД, ОДР, ОДО, ОДОР при непрерывных рядах из вдвоенных светильников). Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 1,0$  м.

Площадь помещения:  $S = A \times B$ , (4.1)

где  $A$  – длина, м;  $B$  – ширина, м.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\beta$ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем  $\beta = 1,2$ , расстояние светильников от перекрытия (свес)  $h_c = 0,5$  м.

Размещение светильников в производственном помещении определяется размерами принципиальная схема в рисунке 4.1, м



Рисунке 4.1, Размеры принципиальная схема

$H$  – высота помещения = 4;

$h_c$  – расстояние светильников от перекрытия (свес) = 0,5;

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p, (4.2)$$

где  $h_n$  – высота светильника над полом, высота подвеса = 4,  $h_p$  – высота рабочей поверхности над полом = 0,8.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР:  $h_n = 4$  м

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 4 - 0,8 - 0,5 = 2,7 \text{ м. (4.3)}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2,7 = 3,24 \text{ м (4.4)}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{8}{3,24} = 2,5 \approx 3 (4.5)$$

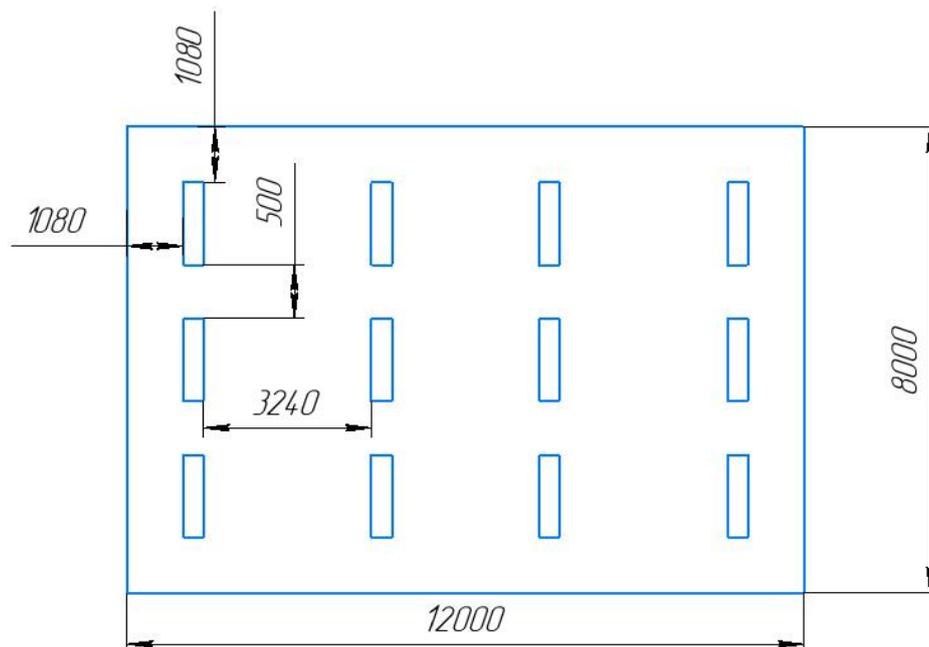
Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{12}{3,24} = 3,7 \approx 4 (4.6)$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 4 \cdot 3 = 12 (4.7)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:  $l = \frac{L}{3} = \frac{3,24}{3} = 1,08 \text{ м (4.8)}$



Рисунке 4.2. План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

На рисунке 4.2. изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A+B)} = \frac{10 \cdot 8}{2,7 \cdot (10+8)} = 1,65 \quad (4.9)$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при  $\rho_{\Pi} = 70\%$ ,  $\rho_{С} = 50\%$  и индексе помещения  $i = 1,65$  равен  $\eta = 0,61$ .

Потребный световой поток люминесцентной лампы светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\Pi} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 12 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,65} = 5193 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условий:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{ЛД} - \Phi_{П}}{\Phi_{ЛД}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{ЛД} - \Phi_{П}}{\Phi_{ЛД}} \cdot 100\% = \frac{5200 - 5193}{5200} \cdot 100\% = 0,13\%.$$

Таким образом:  $-10\% \leq 0,13\% \leq 20\%$  , необходимый световой поток.

#### 4.2.5. Анализ электробезопасности

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Классификация помещений по опасности поражения электрическим током (ПУЭ)

Категория помещения: Особо опасные помещения. Присутствует один из следующих признаков:

- постоянно 100 % влажность (особо сырое помещение);
- наличие химически активной среды;
- либо: наличие более 2 факторов помещения повышенной опасности.

Категория помещения: Помещения повышенной опасности поражения электрическим током. Присутствует один из следующих факторов:

- повышенная температура воздуха ( $t = + 35 \text{ }^\circ\text{C}$ );
- повышенная влажность ( $> 75 \%$ );
- наличие токопроводящей пыли;
- наличие токопроводящих полов;

- возможности прикосновения одновременно и к электроустановке и к заземлению или к двум электроустановкам одновременно.

Категория помещения: Мало опасные помещения. Отсутствуют признаки и факторы, характерные для двух предыдущих классов.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

- 1) изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- 2) установки защитного заземления; 3) наличие общего рубильника;
- 4) своевременный осмотр технического оборудования, изоляции;
- 5) Использование разделительных трансформаторов.

Безопасные номиналы:  $U = 12-36\text{В}$ ,  $I = 0,1\text{ А}$ ,  $R_{\text{заз}} = 4\text{ Ом}$ .

#### **4.2.6. Анализ пожарной безопасности**

Основными причинами пожаров механическом цеху являются нарушения технологического процесса; неисправность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузки); неудовлетворительная подготовка оборудования к ремонту; самовозгорание промасленной ветоши и других материалов, склонных к самовозгоранию; износ и коррозия оборудования; неисправность запорной арматуры и отсутствие заглушек на ремонтируемых или законсервированных аппаратах и трубопроводах; искры при электро- и газосварочных работах; конструктивные недостатки оборудования и др.

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.

Основы противопожарной защиты предприятий определены стандартами (ГОСТ 12.1.004–90 ССБТ и ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ). Пожарная безопасность обеспечивается мероприятиями профилактического характера и устройствами систем пожаротушения и взрывозащиты.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, режимные и эксплуатационные. К первичным средствам пожаротушения относятся: огнетушители, пожарные щиты, укомплектованные шанцевым инструментом (багор, кирка, лопата); ящики с песком, асбест, войлок (кошма) и емкости с водой. Литейный цех снабжен порошковыми огнетушителями ОП-10 и ручными углекислотными огнетушителями ОУ-2, ОУ-5, ведрами, ящиками с песком и лопатами. Их количество определяется нормами в зависимости от назначения помещения и пожарной опасности технологического процесса. В случае возникновения пожара предусмотрены пути эвакуации и эвакуационные выходы людей. Согласно требованиям ТКП 45-2.02-279-2013 ширина проходов 2 м и высота от пола до низа выступающих частей 2 м, а число выходов 3. К эвакуационным выходам относятся двери, ворота, проемы.

Для обеспечения сотрудникам безопасности на предприятии, предлагается осуществить ряд мер:

1. На каждой двери служебного либо складского помещения следует

разместить таблички, оповещающие об уровне пожароопасности;

2. Все противопожарные системы и установки с автоматическим управлением (противопожарные сигнализации, механические двери, системы подачи воды и т.д.) необходимо содержать в исправности, регулярно проводить проверки, ремонт и замену по необходимости;

3. Специальные наружные пожарные лестницы и защитные ограждения на крыше должны проверяться специалистами как минимум два раза в год. Обязательно составление заключения;

4. В каждом помещении должны на видных местах располагаться информационные таблички с указанным на них номером службы спасения;

5. После каждой рабочей смены помещения и оборудование необходимо осматривать, проверять, убирать и чистить. Необходимо отключать от электросети аппараты (исключение составляют те, которые должны работать по назначению круглые сутки);

6. Необходимо разработать и развесить на видных местах каждого цеха планы эвакуации при пожаре.

### **4.3 Экологическая безопасность**

Выбросы машиностроительных предприятий в окружающую среду:

- Сточные воды;
- Твердые отходы;
- Выбросы в атмосферу (газы, пары, аэрозоли);
- Энергетические выбросы (тепловые, шум, вибрации, электромагнитные поля, различного вида излучения).

По степени и характеру воздействия таких показателей, как объемы промышленных отходов, выделяют кроме топливно-энергетических, металлургических, химико-лесных, строительных также машиностроительные комплексы.

Для приготовления СОЖ, промывки изделий в больших объёмах используется вода, которая в результате использования для технологических целей в значительной степени загрязняется металлической пылью, абразивными и другими мелкодисперсными механическими примесями, кроме того, в ней как правило содержатся различные масла, сода, растворители. С целью предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду применяют различные методы очистки, самыми распространёнными из которых являются: процеживание, фильтрование, флотация, отстаивание в специальных отстойниках, используются циклоны и другие инерционные устройства.

Для уменьшения вредных воздействий на окружающую среду, обуславливаемых работой металлорежущего оборудования применяется обильное охлаждение режущих инструментов при помощи эмульсии, что приводит к снижению пыли - и газовыделений при обработке, особенно на шлифовальных станках. При этом снижается также тепловыделение.

Рекомендуется применение на станках различных отсасывающих пыль и стружку устройств, что также позволит сократить пылевыведение и, кроме этого экономить материалы.

#### 4.4 Безопасность в ЧС

Согласно с Национальные стандарты" 2010 год ОКС 13.200, Ликвидацию ЧС проводят с целью спасения жизни и сохранения жизни и здоровья людей, снижения размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь, а также локализации зоны ЧС, прекращения действия характерных для них опасных факторов.

Ликвидация ЧС включает следующие основные мероприятия:

- -разведку с целью выявления вида ЧС, обнаружения источников опасности, определения масштаба и границы зоны ЧС, непрерывное наблюдение и контроль за изменением обстановки в зоне ЧС;
- анализ данных разведки, наблюдение, контроль и оценку обстановки в зоне ЧС;
- принятие решения на проведение аварийно-спасательных работ и других неотложных работ;
- проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- обеспечение процесса ликвидации ЧС;
- жизнеобеспечение населения и сил ликвидации ЧС.

При пожаре в производственных и рабочих помещениях должна быть отключена вентиляция с механической тягой. После определения источника пожара, вызывают пожарную команду и принимают меры по локализации и ликвидации очага с применением первичных средств пожаротушения.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В рабочих мест 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. Карта эвакуации зданий (рис 4.3.)

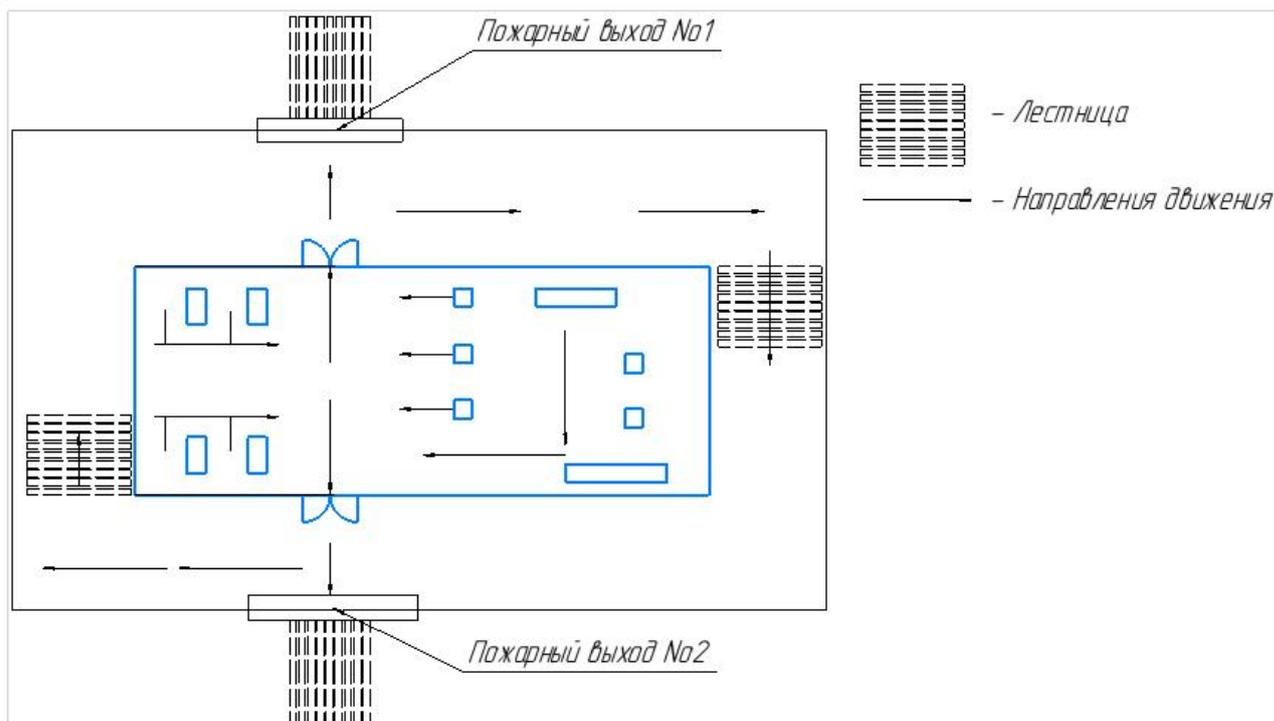


Рис 4.3. Пути эвакуации с 1 этажа производственного помещения.

## 4.5 Выводы по разделу

В этом разделе «Социальная ответственность» проанализируем вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть в процессе промышленного производства, и выдвинули разумные предложения по улучшению производственной среды в ответ на связанные с этим проблемы. И выдвигаем соответствующие предложения по решению проблем безопасности, которые возникнут в производственном процессе. Основная цель этой части — лучше защитить жизнь работников и улучшить условия их труда. А также снижение загрязнения и ненужных имущественных потерь в производстве.

## **Заключение**

В ходе ВКР разработан технологический процесс для мелкосерийного производства детали «гибкое колесо» 8000 штук в год. Выполнен размерный анализ техпроцесса и составлен граф конструкторских и технологических размеров, а также припусков с целью облегчения размерного анализа технологического процесса.

В работе выбран оптимальный вид заготовки, рассчитаны её размеры, выбрано оборудование и технологическая оснастка, режущие и измерительные инструменты, рассчитаны режимы резания и требуемая мощность станков, рассчитаны нормы времени на каждый технологический переход и операцию. В работе спроектировано и рассчитано станочное приспособление, описан принцип его работы.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» проведен анализ затрат.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке по изготовлению детали «гибкое колесо», определены нормы для улучшения условий труда, рассмотрены вопросы обеспечения производственной безопасности работающих, повышения производительности труда, а также охраны окружающей среды

## Список литературы

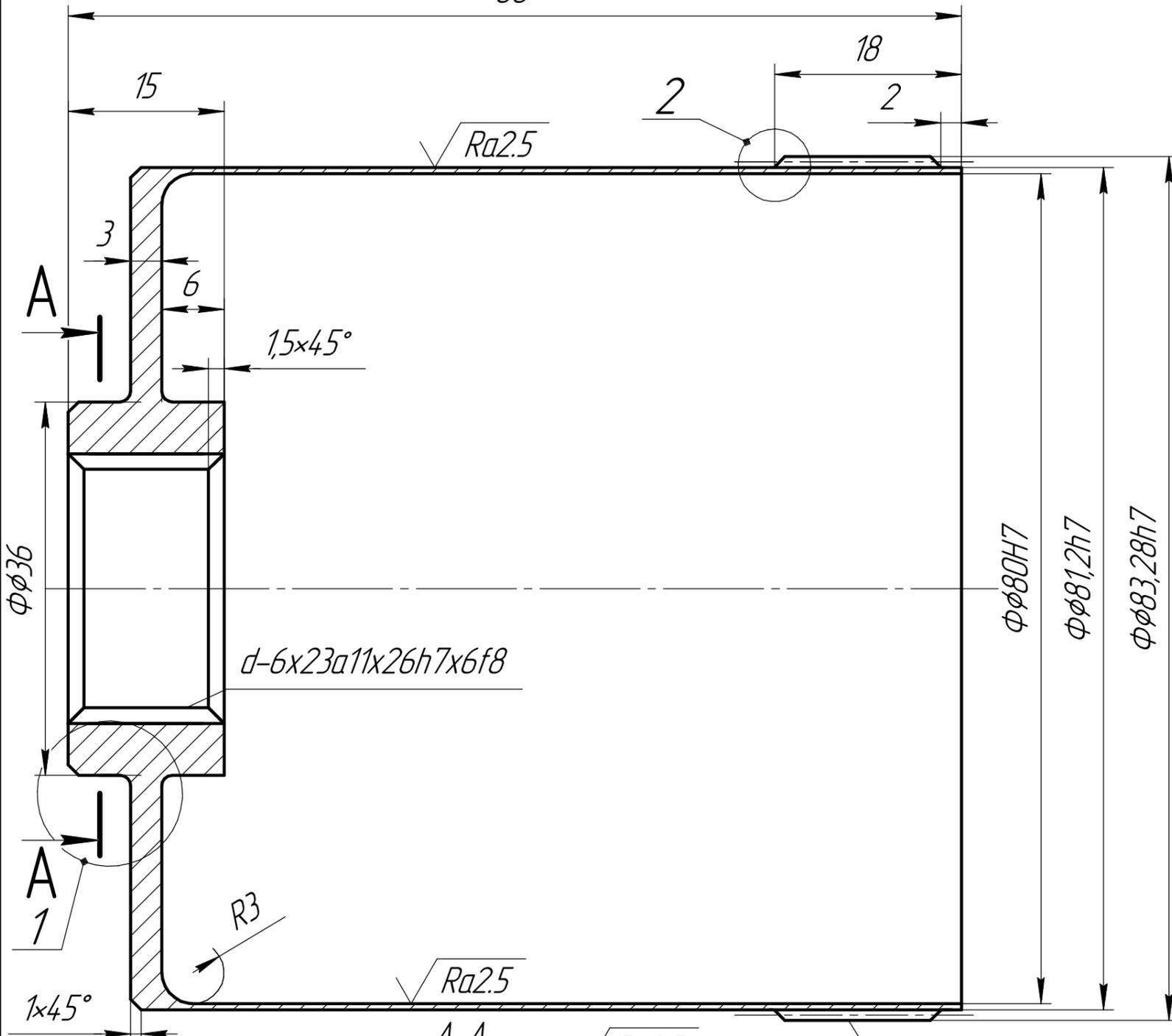
1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2 (1985 г) Под ред. А.Г. Косиловой.
4. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя Том 2. – Москва, 1961. – 892 с.
5. Аверьянов И.Н., Болотеин А.Н Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие. – Рыбинск: РГАТА, 2010.-220 с.
6. Ансеров М.А. Зажимные приспособления для токарных и круглошлифовальных станков. – Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Москва, 1948. – 92с.
7. Горошкин А.К. 1979 Приспособления для металлорежущих станков.
8. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2018 г.
9. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном. проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2016.
10. Сущность методики FAST в области ФСА.
11. Методы оценки финансово-экономической эффективности инвестиционного проекта без учета фактора времени.

## Приложение А. Чертёж детали

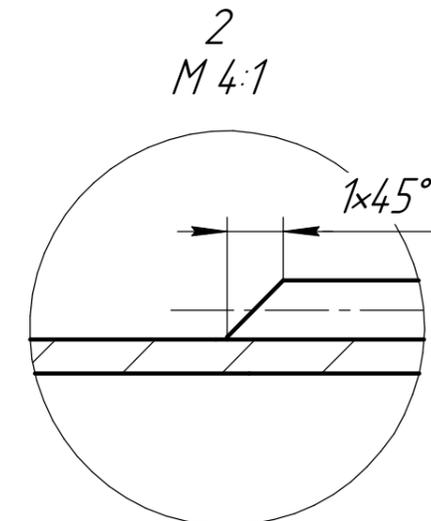
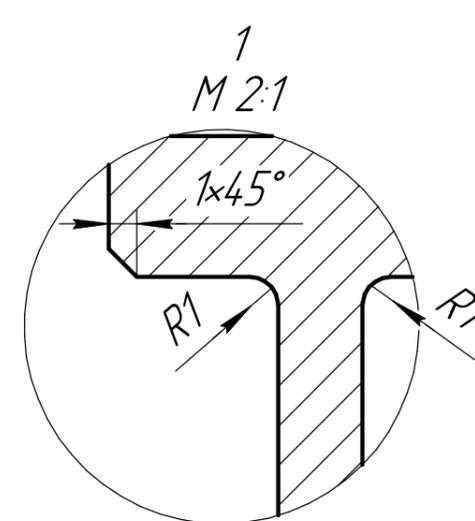
ИШНПТ-154А0002.001

86

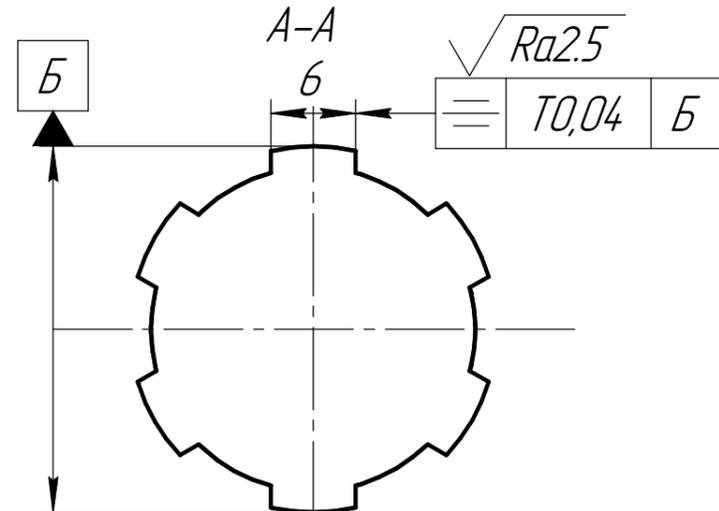
$\sqrt{Ra12.5(\sqrt{1})}$



Модуль	<i>m</i>	0.5
Число зубев	<i>Z</i>	160
Степень точности	-	7C
Диаметр окружность вершины	<i>da</i>	83.28
Диаметр окружность впадин	<i>df</i>	81.2
Высота головки зуба	<i>ha</i>	0.5
Высота ножки зуба	<i>hf</i>	0.625
Полная высота зуба	<i>h</i>	1.125
Коэффициент смещения исходного контура	<i>x</i>	2.55



1.HB.250  
2.H14,h14,IT14/2



ИШНПТ-154А0002.001			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
Разраб.	Вань Цзялу		
Проб.	Коротков В.С.		
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			
Гидкое колесо		Лит.	Масса
Сталь 30ХГС		0,26 кг	Масштаб
		Лист	Листов
			1

Копировал

Формат А3

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены. Имя, № подл. Подп. и дата. Взам. инв. № Инв. № дцкл. Подп. и дата.

Не для коммерческого использования

## Приложение Б. Размерный анализ



## Приложение В. Техническая карта



ИЗМ. № 01  
Изд. № 01  
Лист № 01  
Лист и дата

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие одобрения адм. детали	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы			
						режущий	измерительный						mm/об	mm/мин	Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	T <sub>об</sub>	T <sub>вс</sub>	T <sub>пз</sub>		T <sub>шт</sub>	T <sub>шт.к</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	5	Сверлить 5 выдерживая размер φ20 <sub>-0,13</sub> мм		Токарный станок с ЧПУ СК6136x750	Патрон самоцентрирующий трехшлицевый 7100-0002 ГОСТ 2675-80	Спиральное сверло 2300-5757 ГОСТ 4010-77	Штангенциркуль ШЦ-И-100-0,1 ГОСТ 166-89 Диаметр НИ 18-50-1 ГОСТ 868-82		1	20	10	15	0,17	105	620	39	0,21						
	6	Точить поверхность 6 выдерживая размеры 2 <sub>-0,01</sub> мм и φ812 <sub>-0,035</sub> мм Точить фаску, выдерживая размер 1 мм		Токарный станок с ЧПУ СК6136x750	Патрон самоцентрирующий трехшлицевый 7100-0002 ГОСТ 2675-80 Шлифовка цапганов 7112-14,76 ГОСТ 31,1066,02-85	Резец проходной 2112-0005 Т15К6 ГОСТ 18880-73		1	81,2	2	104	0,12	0,34	251	740	189	0,015	0,42	9	0,72	0,721		
010	7	Протяжная Протяжка шлица 7 d=6x2,3a1x2,6h7x6f8		Горизонтальный Протяжной Станок ТНВМ14		Протяжка 2412-1016 Р6М5 ГОСТ 24818-81		1	26	15	9	0,06				2,12	0,32	0,42	9	0,78	0,781		
015	8	Точить поверхность 8, выдерживая размеры 6 <sub>-0,3</sub> мм, φ36 <sub>-0,13</sub> мм. Точить фаску, выдерживая размер 1 мм. Точить фаску, выдерживая размер 1 мм.		Токарный станок с ЧПУ СК6136x750	Патрон самоцентрирующий, трехшлицевый 7100-0002 ГОСТ 2675-80 Оправка цапганов 7112-14,76 ГОСТ 31,1066,02-85	Резец проходной 2112-0005 Т15К6 ГОСТ 18880-73 Резец подрезной 2112-0031 Т15К6 ГОСТ 18871-73	Штангенциркуль ШЦ-И-100-0,01 ГОСТ 166-89 Глубиномер ГМ 100-1 ГОСТ 7470-92	1	81,23	1	1	0,34	0,34	255	750	190	0,01	0,62	9	1,407	1,408		
	9	Точить поверхность 9, выдерживая размеры 6 <sub>-0,3</sub> мм, φ36 <sub>-0,13</sub> мм.		Токарный станок с ЧПУ СК6136x750	Патрон самоцентрирующий, трехшлицевый 7100-0002 ГОСТ 2675-80 Оправка цапганов 7112-14,76 ГОСТ 31,1066,02-85	Резец проходной 2112-0005 Т15К6 ГОСТ 18880-73 Резец подрезной 2112-0031 Т15К6 ГОСТ 18871-73	Штангенциркуль ШЦ-И-100-0,01 ГОСТ 166-89 Глубиномер ГМ 100-1 ГОСТ 7470-92	3	79,97	71	0,49	0,34	285	84,0	210	0,26	0,62	9	1,407	1,408			

ИЗМ. № 01  
ИЗМ. № 02  
ИЗМ. № 03  
ИЗМ. № 04  
ИЗМ. № 05  
ИЗМ. № 06  
ИЗМ. № 07  
ИЗМ. № 08  
ИЗМ. № 09  
ИЗМ. № 10  
ИЗМ. № 11  
ИЗМ. № 12  
ИЗМ. № 13  
ИЗМ. № 14  
ИЗМ. № 15  
ИЗМ. № 16  
ИЗМ. № 17  
ИЗМ. № 18  
ИЗМ. № 19  
ИЗМ. № 20  
ИЗМ. № 21  
ИЗМ. № 22  
ИЗМ. № 23  
ИЗМ. № 24  
ИЗМ. № 25  
ИЗМ. № 26  
ИЗМ. № 27  
ИЗМ. № 28  
ИЗМ. № 29  
ИЗМ. № 30  
ИЗМ. № 31  
ИЗМ. № 32  
ИЗМ. № 33  
ИЗМ. № 34  
ИЗМ. № 35  
ИЗМ. № 36  
ИЗМ. № 37  
ИЗМ. № 38  
ИЗМ. № 39  
ИЗМ. № 40  
ИЗМ. № 41  
ИЗМ. № 42  
ИЗМ. № 43  
ИЗМ. № 44  
ИЗМ. № 45  
ИЗМ. № 46  
ИЗМ. № 47  
ИЗМ. № 48  
ИЗМ. № 49  
ИЗМ. № 50  
ИЗМ. № 51  
ИЗМ. № 52  
ИЗМ. № 53  
ИЗМ. № 54  
ИЗМ. № 55  
ИЗМ. № 56  
ИЗМ. № 57  
ИЗМ. № 58  
ИЗМ. № 59  
ИЗМ. № 60  
ИЗМ. № 61  
ИЗМ. № 62  
ИЗМ. № 63  
ИЗМ. № 64  
ИЗМ. № 65  
ИЗМ. № 66  
ИЗМ. № 67  
ИЗМ. № 68  
ИЗМ. № 69  
ИЗМ. № 70  
ИЗМ. № 71  
ИЗМ. № 72  
ИЗМ. № 73  
ИЗМ. № 74  
ИЗМ. № 75  
ИЗМ. № 76  
ИЗМ. № 77  
ИЗМ. № 78  
ИЗМ. № 79  
ИЗМ. № 80  
ИЗМ. № 81  
ИЗМ. № 82  
ИЗМ. № 83  
ИЗМ. № 84  
ИЗМ. № 85  
ИЗМ. № 86  
ИЗМ. № 87  
ИЗМ. № 88  
ИЗМ. № 89  
ИЗМ. № 90  
ИЗМ. № 91  
ИЗМ. № 92  
ИЗМ. № 93  
ИЗМ. № 94  
ИЗМ. № 95  
ИЗМ. № 96  
ИЗМ. № 97  
ИЗМ. № 98  
ИЗМ. № 99  
ИЗМ. № 100

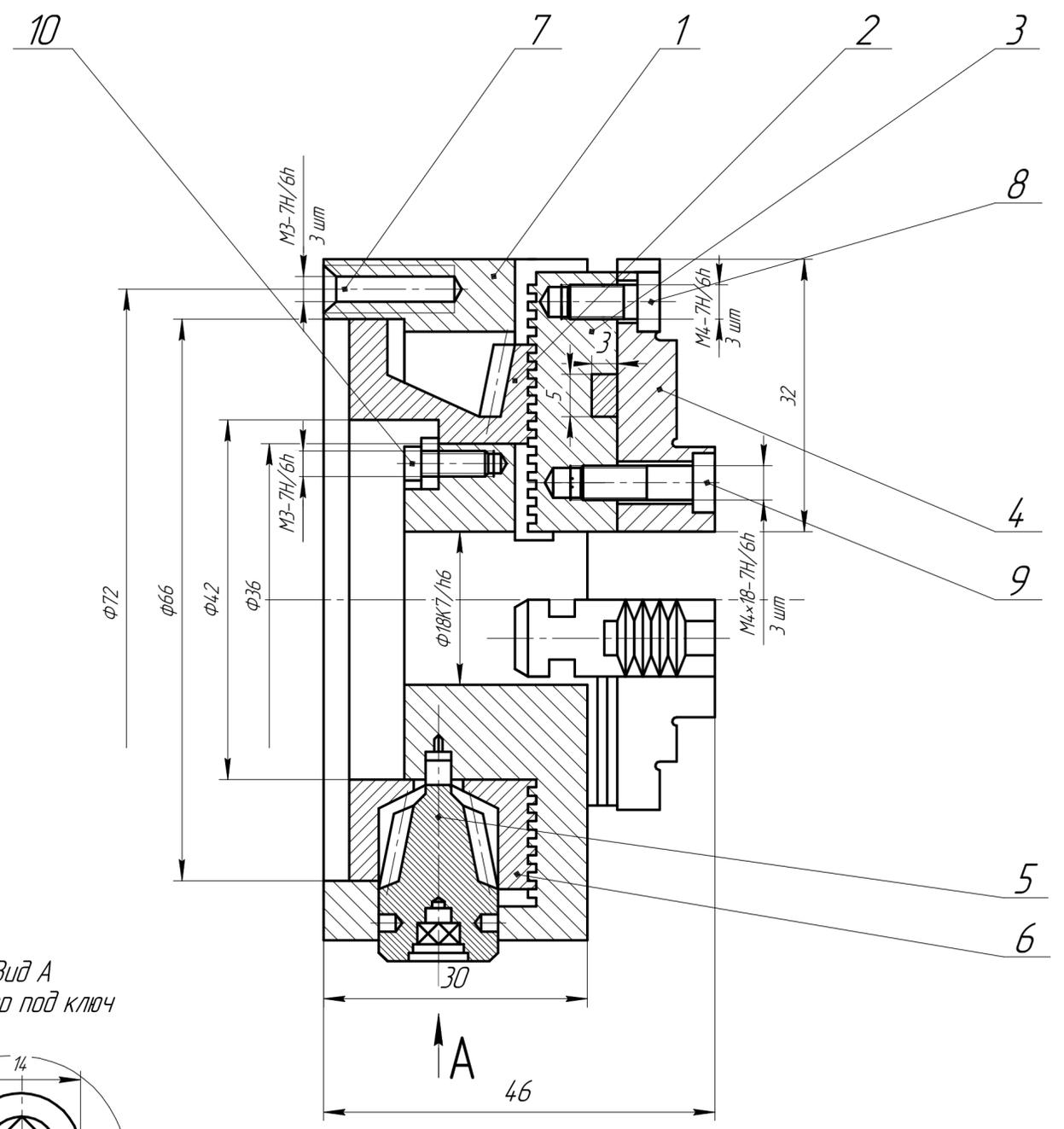
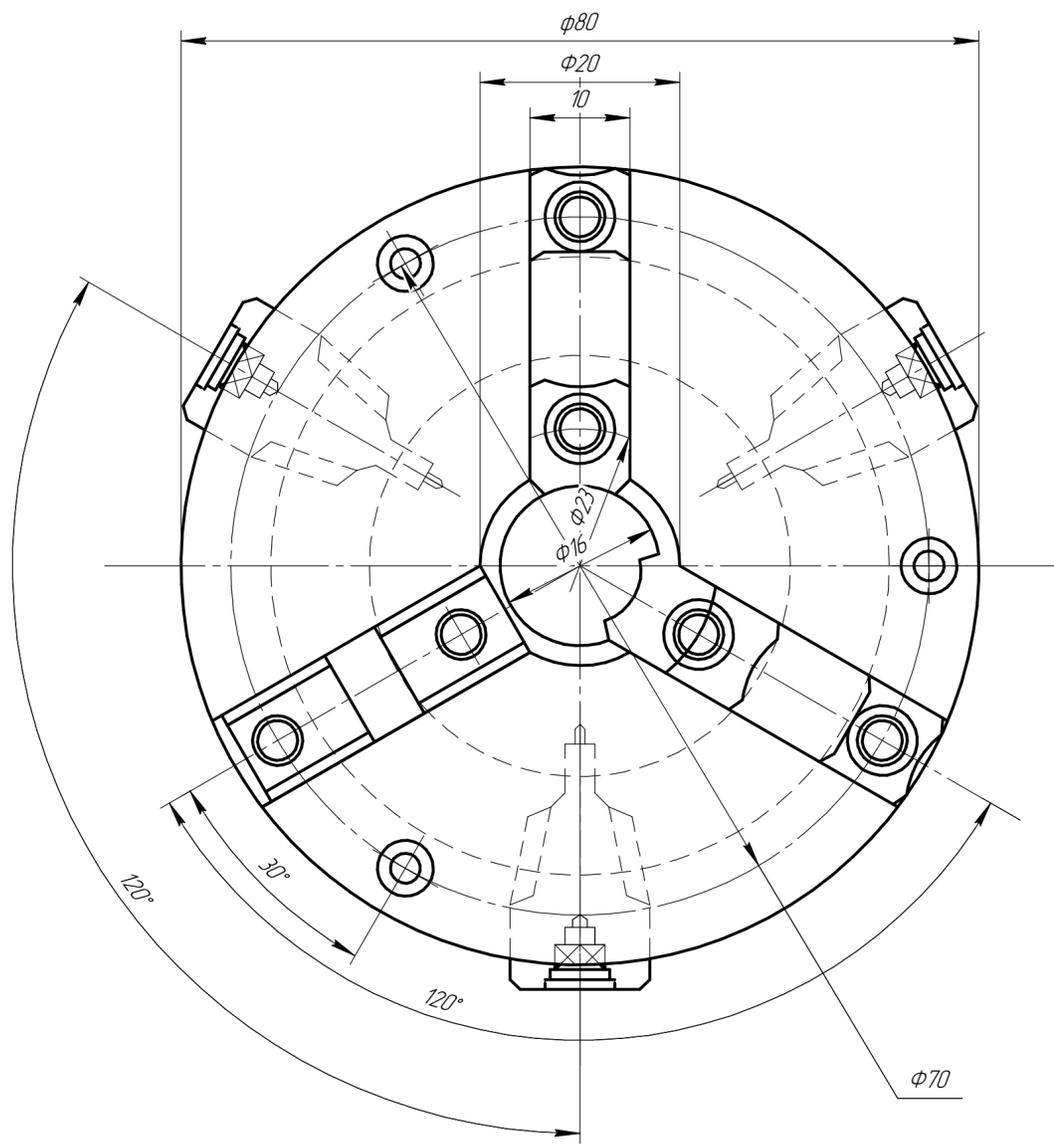
Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие одобрения адм. детали	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы				
операции	перехода					режущий	измерительный						мм/об	мм/мин	Частота об/мин	Скорость резания, м/мин	T <sub>0</sub>	T <sub>вс</sub>	T <sub>пз</sub>		T <sub>шт</sub>	T <sub>штк</sub>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
020	10	<p><b>Фрезерная</b></p> <p>Фрезеровать зубцы выдерживая размеры Диаметр окружность вершины <math>\phi 83,28_{-0,035}^{+0,035}</math> мм Диаметр окружность впадин <math>\phi 81,2_{-0,035}^{+0,035}</math> мм Модуль M=5 Число зубцов Z=160</p>		<p>Универсальный фрезерный станок PROMA FIV-210 с ЦЦИ</p>	<p>Делительная головка УДГ 7036-0051 ГОСТ 8615-89 Патрон самоцентрирующий трехкулачковый 7100-0001 ГОСТ 2675-80 Оправка цапговая 7112-14.76 ГОСТ 31.10.66.02-85</p>	<p>Фреза червячная 2510-4.038 P6M5 ГОСТ 9324-80</p>			1	83,28	16	1	0,15		280	70	68,5	0,65	9	72,61	72,611			
025	11	<p>Шлифовальная шлифовать поверхность 11 выдерживая размеры <math>\phi 81,2_{-0,035}^{+0,035}</math> мм</p>		<p>Круглошлифовальный станок ЗУ131М</p>	<p>Патрон самоцентрирующий трехкулачковый 7100-0002 ГОСТ 2675-80 Оправка цапговая 7112-14.76 ГОСТ 31.10.66.02-85</p>	<p>Шлифовальный круг ПП 23А по ГОСТ 2424-83</p>			1	81,2	62	0,03	0,25	45	180	4,3	14,7							
	12	<p>Шлифовальные шлифовать поверхность 12 выдерживая размеры <math>\phi 80_{-0,035}^{+0,035}</math> мм</p>		<p>Круглошлифовальный станок ЗУ131М</p>	<p>Патрон самоцентрирующий трехкулачковый 7100-0002 ГОСТ 2675-80 Оправка специальная</p>	<p>Шлифовальный круг ПП 23А по ГОСТ 2424-83</p>			1	80	77	0,03	0,25	45	180	4,3	17,5	0,66	9	4,074	4,075			

ИШНПТ-154.А0002.003

## Приложение Г. Приспособление

Копия 30 v20 Учредит. версия © 2021 ООО "АКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены  
 Инв. № подл. Подп. и дата  
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

Не для коммерческого использования



Технические характеристики :  
 1, Максимальный диаметр заготовки 66 мм  
 2, Усилие затяжки кулачки 420 Н

Технические требования :  
 1, Трущиеся поверхности смазать солидолом или консистентной смазкой.  
 2, Трех-кулачковый патрон устанавливается на делительную головку УДГ 7036-0051 ГОСТ 8615-89

				<b>ИШНПТ-154А0002.004</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
							2:1
Разраб.	Вань Цзялун				Трехкулачковый патрон		
Пров.	Коротков В. С.				Лист	1	Листов
Т.контр.							2
Н.контр.					ТПУ ИШНПТ Группа 154А81		
Утв.					Копировал		
				Формат А2			

Форм	Зо-на	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол	Примечания
				Документация		
A2			ИШНПТ-154А0002.004	Сборочный чертеж	1	
				Детали		
		1	ИШНПТ-154А0002.004 .01	Корпус	1	
		2	ИШНПТ-154А0002.004 .02	Диск	1	
		3	ИШНПТ-154А0002.004 .03	Рейка	1	
		4	ИШНПТ-154А0002.004 .04	Накладной кулачок	3	
		5	ИШНПТ-154А0002.004 .05	Коническое зубчатое	3	
		6	ИШНПТ-154А0002.004 .06	Крышка	1	
				Стандартные изделия		
		7		Винт М3х13 ГОСТ 17475-80	3	
		8		Винт М4х11 ГОСТ 1491-80	3	
		9		Винт М4х18 ГОСТ 1491-80	3	
		10		Винт М3х9 ГОСТ 1491-80	1	

					<i>ИШНПТ-154А0002.004 СП</i>		
Изм	Лист	№докум.	Подп.	Дата			
Разраб		Вань Цзялун			Лит	Лист	Листов
Провер		Коротков В.С.				1	1
Н.Контр					<i>ТПУ ИШПНТ Группа 154А81</i>		
Утв							
					<i>Трехкулачковый патрон</i>		