

Школа - Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы – Отделение материаловедения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

|   |
|---|
| Тема работы                                       |
| Разработка технологии изготовления детали «Ролик» |

УДК 621.81-2-047.84

Студент

| Группа | ФИО       | Подпись | Дата         |
|--------|-----------|---------|--------------|
| 154A71 | Дин Цзыци |         | 05.06.2021г. |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО         | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата         |
|-----------|-------------|---------------------------|---------|--------------|
| Доцент    | Бознак А.О. | к.т.н.                    |         | 05.06.2021г. |

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата         |
|-----------|--------------|---------------------------|---------|--------------|
| Доцент    | Былкова Т.В. | к.т.н.                    |         | 05.06.2021г. |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО        | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата         |
|-----------|------------|---------------------------|---------|--------------|
| Профессор | Сечин А.И. | д.т.н.                    |         | 05.06.2021г. |

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО             | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------------|-----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОМ        | Ефременков Е.А. | к.т.н.                    |         |      |

## Результаты обучения по направлению

### 15.03.01 Машиностроение

| <b>Вый<br/>про</b> | <b>Результат обучения</b>   |
|--------------------|---|
| Р1                 | Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции. |
| Р2                 | Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.  |
| Р3                 | Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и   |

|    |  |
|----|--|
|    | <p>профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.</p>   |
| P4 | <p>Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.</p>   |
| P5 | <p>Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.</p>   |
| P6 | <p>Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении</p> |

|   |  |
|---|--|
|   | патентных исследований   |
| P7  | <p>Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства</p>  |
| P8  | <p>Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.</p> |
| <p>Специализация 1 (Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов)</p> |  |

|     |  |
|-----|--|
| Р9  | <p>Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного, ракетно-космического и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций</p>   |
| Р10 | <p>Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.</p>   |
| Р11 | <p>Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.</p> |

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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15. 03. 01. Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП 15. 03. 01.

\_\_\_\_\_ Ефременков Е.А.

(Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

|                     |
|---------------------|
| Бакалаврской работы |
|---------------------|

Студенту:

| Группа | ФИО       |
|--------|-----------|
| 154A71 | Дин Цзыци |

Тема работы:

|   |                          |
|---|--------------------------|
| Разработка технологии изготовления детали «Ролик» |                          |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)       | № 111-35/с от 21.04.2021 |

|  |            |
|--|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 05.06.2021 |
|--|------------|

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

|   |   |
|---|---|
| <b>Исходные данные к работе</b>   | Чертеж детали «Ролик», годовая программа выпуска 1000 шт  |
| <b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> | Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления. |

|   |   |
|---|---|
| <b>Перечень графического материала</b>                            | 1. Чертеж детали, А4 × 1<br>2. Размерный анализ, А1 × 2<br>3. Технологический процесс изготовления детали, А1 × 2<br>4. Чертеж приспособления. А2 × 1 |
| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> |   |
| <b>Раздел</b>   | <b>Консультант</b>  |
| Технологический и конструкторский.                                | Бознак А.О.   |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.  | Былкова Т.В.  |
| Социальная ответственность  | Сечин А.И.  |

|   |               |
|---|---------------|
| <b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b> | 25.01.2021 г. |
|---|---------------|

**Задание выдал руководитель / консультант:**

| Должность | ФИО         | Ученая степень, звание | Подпись | Дата          |
|-----------|-------------|------------------------|---------|---------------|
| Доцент    | Бознак А.О. | к.т.н.                 |         | 16.12.2020 г. |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО       | Подпись | Дата          |
|--------|-----------|---------|---------------|
| 154А71 | Дин Цзыци |         | 16.12.2020 г. |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 4 глав, изложенных на 165 страницах печатного текста, и содержит 30 рисунков . При написании было использовано 8 источников.

Ключевые слова: разработка технологического процесса, деталь «ролик», анализ технологичности, припуск, расчет режимов резания.

Объектом исследования является: деталь «Ролик».

Цель работы: разработать технологию изготовления детали «Ролик».

В результате исследования был проведен анализ технологичности конструкции детали, спроектирован технологический процесс , подобраны средства технологического оснащения , инструменты, рассчитаны режимы резания , а также разработано специальное приспособление для измерения торцевого биения.

Степень внедрения: полученные результаты могут применяться в единичном производстве.

Область применения: машиностроение.

## THE REPORT

The final qualifying work consists of 4 chapters, set out on 165 pages of printed text, and contains 30 figures. When writing, 8 sources were used.

Key words: development of technological process, part "roller", analysis of manufacturability, allowance, calculation of cutting conditions.

The object of research is: the "Roller" detail.

Purpose of the work: to develop a technology for the manufacture of the "Roller" part.

As a result of the study, an analysis of the manufacturability of the design of the part was carried out, the design , means, tools were selected, calculated, and a special device for measuring the end runout was developed.

Implementation rate: the results obtained can be applied in production.

Scope: mechanical engineering.

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 2  |
| 1 Технологическая часть.....  | 5  |
| 1.1 Исходные данные.....  | 5  |
| 1.2 Определение типа производства.....                                      | 6  |
| 1.3 Анализ технологичности конструкции детали.....                          | 10 |
| 1.4 Разработка маршрута технологии изготовления детали «Ролик»....          | 11 |
| 1.5 Построение размерной схемы и граф технологических цепей.....            | 19 |
| 1.6 Допуски на конструкторские размеры.....                                 | 21 |
| 1.7 Допуски на технологические размеры.....                                 | 22 |
| 1.7.1 Определение допусков на осевые технологические размеры.               | 22 |
| 1.7.2 Определение допусков на диаметральные технологические<br>размеры..... | 23 |
| 1.8 Проверка допусков составляющих размеров                                 | 24 |
| 1.9 Расчет припусков на обработку заготовки.....                            | 29 |
| 1.10 Расчёт технологических размеров в осевом направлении.....              | 35 |
| 1.10.1 Расчет технологических размеров на диаметральные<br>размеры.....     | 35 |
| 1.10.2 Расчет технологических размеров на осевые размеры.....               | 44 |
| 1.11 Выбор средств технологического оснащения.....                          | 47 |
| 1.12 Расчет режимов резания.....  | 54 |
| 1.13 Расчет основного времени.....  | 64 |

|   |     |
|---|-----|
| 2.Конструкторная часть.....   | 85  |
| 2.1Анализ данных данные и разработка задания на проектирование станочного приспособления..... | 85  |
| 2.2 Описание конструкции и работы приспособления.....   | 86  |
| 3.Финасовый менеджмент,ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....                          | 88  |
| 3.1 Общая информация.....   | 90  |
| 3.2 Потенциальные потребители результатов исследования.....                                   | 90  |
| 3.3 Анализ конкурентных технических решений.....  | 91  |
| 3.4 SWOT-анализ.....  | 93  |
| 3.5 Планирование научно-исследовательских работ.....  | 99  |
| 3.6 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения.....            | 101 |
| 3.7 Бюджет научно-технического исследования.....  | 105 |
| Выводы по разделу.....  | 114 |
| 4.Социальная ответственность.....   | 117 |
| 4.1.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....                          | 120 |
| 4.2.Производственная безопасность.....  | 121 |
| 4.3.Экологическая безопасность.....   | 131 |
| 4.4.Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....  | 137 |
| Выводы по разделу.....  | 141 |
| Список литературы.....  | 142 |

|   |     |
|---|-----|
| Приложение А.Чертёж детали.....         | 144 |
| Приложение Б.Технические карты.....     | 146 |
| Приложение В.Чертеж приспособления..... | 150 |
| Приложение Г. Размерный анализ.....     | 154 |

## **Введение**

Эффективность, ее технический прогресс во многом зависит от анализа внедрения передовых новых машин, станков и станков, тем самым обеспечивая технические вопросы и экономическое и проектное развитие. Цель этого - разработать технический «ролик». Это позволит вам приобрести навыки и знания в области машиностроения при производстве деталей. Разработка и экономичное техническое оснащение. Разовое производство.

# 1. Технологическая часть

## 1.1. Исходные данные

Разработка технологического процесса изготовления изделия, представлена на рисунке 1. Годовая программа выпуска 1000 штук.

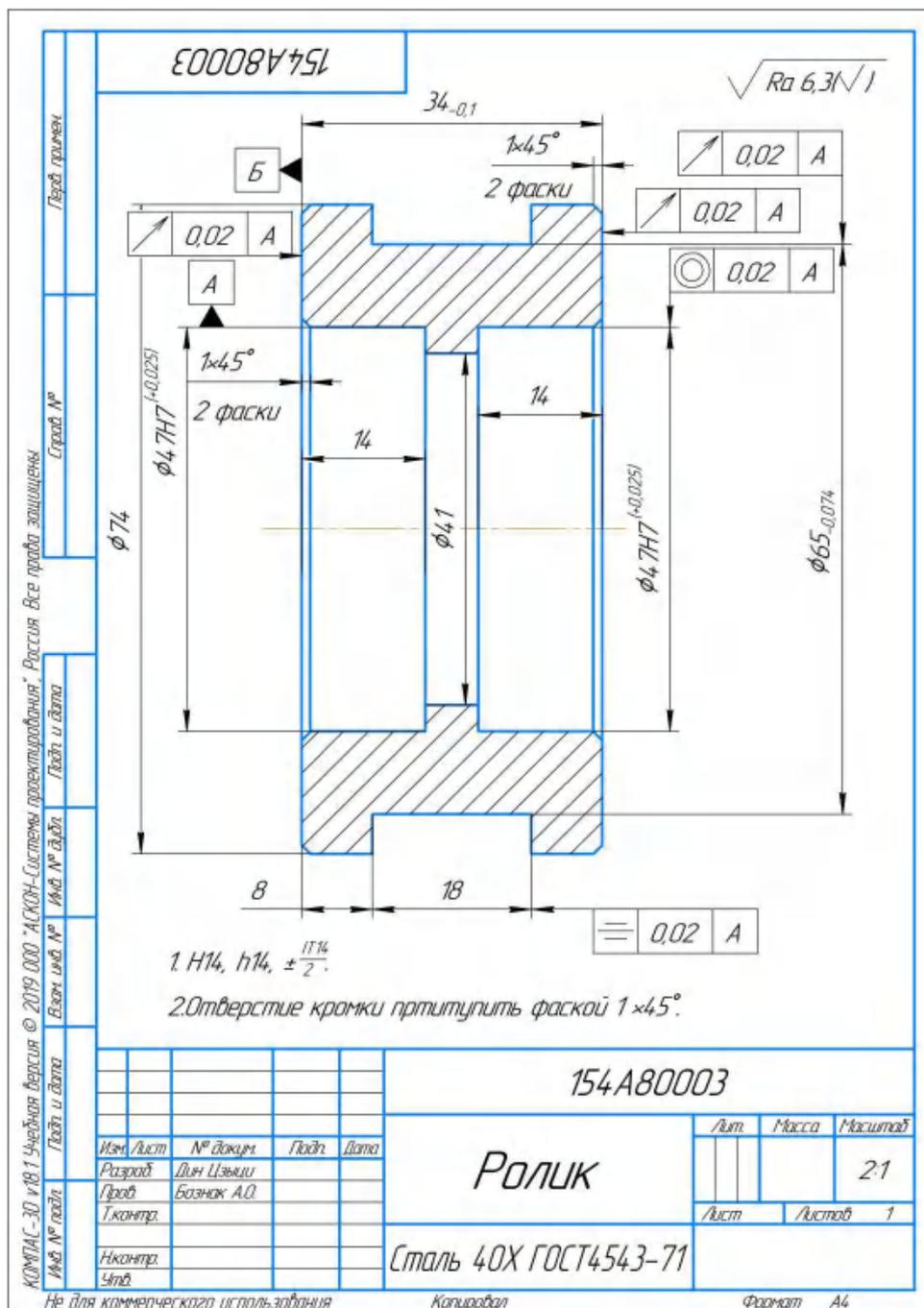


Рисунок 1 – Чертеж детали

## 1.2. Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [3, с. 209]

$$K_{зО} = \frac{t_{д}}{T_{шс}} \quad (1.1)$$

где  $t_{д}$  - такт выпуска детали.

$T_{шс}$  - среднее штучное время операций

Такт выпуска деталей определяется, как это отмечалось, по формуле

$$t_{д} = \frac{60 \phi_{д}}{N_{г}} \quad (1.2)$$

Где:  $F_{д}$  - действительный готовый фонд времени работы оборудования, час/см (в две смены  $F_{д} = 4140(ч / см)$ ).

$N_{г}$  - годовая программа выпуска деталей. ( $N = 1000(шт)$ ).

То ,

$$t_{д} = \frac{4020 \cdot 60}{1000} = 241,2 \text{ мин}$$

Среднее штучно - калькуляционное время для выполнения операция процесса.

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

Где:  $i$ -ой основной операций, мин;

$n$ - количество основных операций;

$T_{ш.кi}$  - штучно – калькуляционное время.

Штучно-калькуляционное время [1, с. 147]

$$T_{ш-к} = \varphi_K \cdot T_0$$

Где:  $T_0$  - основное технологическое время, мин.

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

Для первой операции (токарная с ЧПУ)  $\varphi_K = 2.14$ .

Основное время определяется в соответствии с рекомендациями в Приложении [2, с. 19], причем время зависит от длины обрабатываемой поверхности типа обработки.

Основная технологическая токарная операция определяется непрерывными операциями (обрезно-чистовая, токарно-чистовая.)

$$T_{0,1} = 0,037(D^2 - d^2) \times 10^{-3} + 0,17dl \times 10^{-3} \text{ мин}$$

Где  $D$  -наибольший диаметр обрабатываемого торца, мм;

$d$ - наименьший диаметр обрабатываемого торца, мм;

$l$  -длина обрабатываемого поверхности, мм.

Отрезание:

$$T_{0.0} = 0,00019 \times 78^2 = 1,11596 \text{мин}$$

Точения :

$$T_{1.1} = 0,037(78^2 - 0^2) \times 10^{-3} + 0,17 \times 78 \times 0 \times 10^{-3} = 0,225 \text{мин}$$

$$T_{1.2} = 0,1 \times 74 \times 10^{-3} \times 32 = 0,237 \text{мин}$$

$$T_{1.3} = 0,1 \times 74 \times 10^{-3} \times 1 = 0,074 \text{мин}$$

$$T_{1.4} = 0,037(78^2 - 66^2) \times 10^{-3} + 0,17 \times 78 \times 18 \times 10^{-3} = 0,32 \text{мин}$$

$$T_{1.5} = 0,52 \times 6,3 \times 4 \times 10^{-3} = 0,013 \text{мин}$$

$$T_{1.6} = 0,52 \times 41 \times 34 \times 10^{-3} = 0,725 \text{мин}$$

$$T_{1.7} = 0,037(47^2 - 41^2) \times 10^{-3} + 0,17 \times 41 \times 14 \times 10^{-3} = 0,019 \text{мин}$$

$$T_{1.8} = 0,037(47^2 - 41^2) \times 10^{-3} + 0,17 \times 41 \times 14 \times 10^{-3} = 0,019 \text{мин}$$

$$T_{1.9} = 0,1 \times 74 \times 10^{-3} \times 1 = 0,074 \text{мин}$$

$$T_{1.10} = 0,037(78^2 - 0^2) \times 10^{-3} + 0,17 \times 78 \times 0 \times 10^{-3} = 0,225 \text{мин}$$

$$T_{1.11} = 0,1 \times 74 \times 10^{-3} \times 2 = 0,148 \text{мин}$$

$$T_{1.12} = 0,1 \times 74 \times 10^{-3} \times 1 = 0,074 \text{мин}$$

$$T_{1.13} = 0,037(47^2 - 41^2) \times 10^{-3} + 0,17 \times 41 \times 14 \times 10^{-3} = 0,019 \text{мин}$$

$$T_{1.14} = 0,037(47^2 - 41^2) \times 10^{-3} + 0,17 \times 41 \times 14 \times 10^{-3} = 0,019 \text{мин}$$

$$T_{1.15} = 0,1 \times 74 \times 10^{-3} \times 1 = 0,074 \text{мин}$$

Внутришлифование

$$T_{1.16} = 0,037(66^2 - 65^2) \times 10^{-3} + 0,17 \times 78 \times 18 \times 10^{-3} = 0,22 \text{мин}$$

$$T_{1.17} = 0,037(66^2 - 65^2) \times 10^{-3} + 0,17 \times 78 \times 18 \times 10^{-3} = 0,22 \text{мин}$$

Круглошлифование:

$$T_{1.18} = 2,5 \times 65 \times 10^{-3} \times 18 = 2,93 \text{мин}$$

$$T_{ш-к} = \varphi_K \cdot T_0$$

$$T_{ш.0} = 1,5 \times 1,11596 = 1,67 \text{мин}$$

$$T_{ш.101} = 2,14 \times 0,225 = 0,48 \text{мин}$$

$$T_{ш.102} = 2,14 \times 0,237 = 0,51 \text{мин}$$

$$T_{ш.103} = 2,14 \times 0,074 = 0,16 \text{мин}$$

$$T_{ш.104} = 2,14 \times 0,32 = 0,68 \text{мин}$$

$$T_{ш.105} = 2,14 \times 0,013 = 0,04 \text{мин}$$

$$T_{ш.106} = 2,14 \times 0,725 = 1,55 \text{мин}$$

$$T_{ш.107} = 2,14 \times 0,019 = 0,04 \text{мин}$$

$$T_{ш.108} = 2,14 \times 0,019 = 0,04 \text{мин}$$

$$T_{ш.109} = 2,14 \times 0,074 = 0,16 \text{мин}$$

$$T_{ш.110} = 2,14 \times 0,225 = 0,48 \text{мин}$$

$$T_{ш.111} = 2,14 \times 0,225 = 0,48 \text{мин}$$

$$T_{ш.112} = 2,14 \times 0,148 = 0,32 \text{мин}$$

$$T_{ш.113} = 2,14 \times 0,019 = 0,041 \text{мин}$$

$$T_{ш.114} = 2,14 \times 0,019 = 0,041 \text{мин}$$

$$T_{ш.115} = 2,14 \times 0,074 = 0,18 \text{мин}$$

$$T_{ш.116} = 1,72 \times 0,22 = 0,38 \text{мин}$$

$$T_{ш.117} = 1,72 \times 0,22 = 0,38 \text{мин}$$

$$T_{ш.118} = 2,1 \times 2,93 = 6,2 \text{мин}$$

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{ши}}{n} = \frac{1,67 + 4,6 + 0,76 + 6,2}{4} = 3,30 \text{ мин}$$

$$K_{3.0} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{241,2}{3,30} = 73,1 > 40$$

Так как, то тип производства единичный.

### 1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – вал из стали 40Х ГОСТ 4543-71, деталь имеет достаточно простую конструкцию, механическую обработку можно выполнять на станках с ЧПУ и использовать простой инструмент. Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Существуют какие – либо специальные требования к форме и взаимному расположению геометрических элементов . Но шероховатость в диаметре 47 составляет Ra 1,6; что требуют дополнительной чистовой обработки.

Назначение стали 40Х втулки, оси, стержни, шариковые и роликовые подшипники и другие детали, к которым предъявляются требования высокой твердости и износостойкости и работающие при температуре до 500 °С или подвергающиеся действию умеренных агрессивных сред. Сталь коррозионная мартенситного класса.

Таблица 1 – Химический состав стали 40Х

| С         | Si        | Mn       | S           | P           | Ni        | Cr      | Cu        | Fe     |
|-----------|-----------|----------|-------------|-------------|-----------|---------|-----------|--------|
| Углерод   | кремний   | марганец | сера        | фосфор      | никель    | хром    | медь      | железо |
| 0,36-0,44 | 0,17-0,37 | 0,5-0,8  | До<br>0,035 | До<br>0,035 | До<br>0,3 | 0,8-1,1 | До<br>0,3 | ~97    |

#### 1.4 Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали ( Сталь 40Х ГОСТ 4543 – 71 ), ее габаритов и массы , требований к механическим свойствам, а также типа производства (мелкосерийное), выбираем в качестве исходной заготовки – стальной прокат, горячекатаный, круглый (Круг 40 – В ГОСТ 2590 –88).

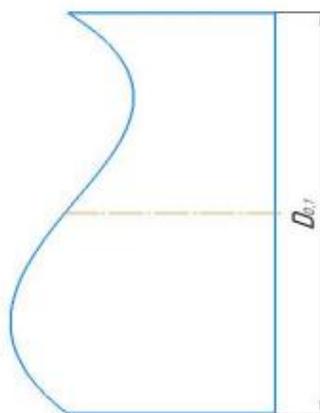


Рисунок 2 – Исходная заготовка

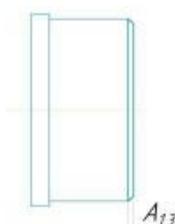
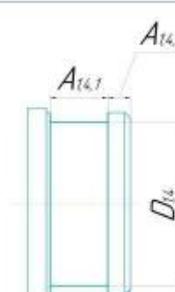
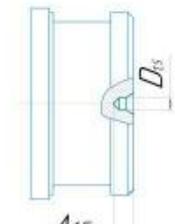
## **1.5 Разработка маршрута технологии изготовления детали «Ролик»**

Маршрут технологии изготовления детали «Ролик» представлен в таблице 2.

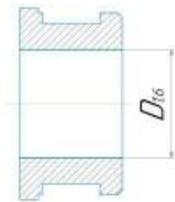
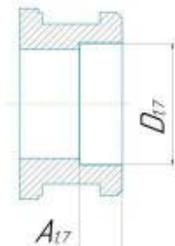
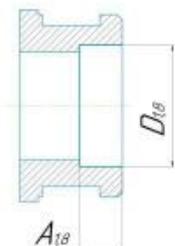
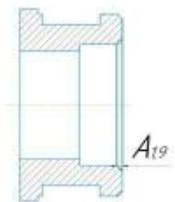
Таблица 2- Маршрут обработки

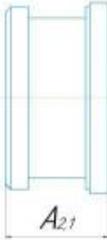
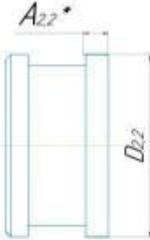
| Номер    |          | Наименование и содержание операций и переходов   | Операционный эскиз                 |
|----------|----------|--|------------------------------------|
| Операций | Перехода |  |                                    |
| 05       | A<br>1   | <p><u>Заготовительная</u></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Отрезать заготовку, выдерживая размеры <math>A_{01}</math>, <math>D_{01}^*</math>.</p> | <p><math>\sqrt{Ra\ 6,3}</math></p> |
| 10       | A<br>1   | <p><u>Токарная</u></p> <p>Установить и снять деталь.</p> <p>Точить поверхность, выдерживая размер <math>A_{11}</math>.</p>                                   | <p><math>\sqrt{Ra\ 6,3}</math></p> |
|          | 2        | <p>Точить поверхность, выдерживая размер <math>A_{12}</math>, <math>D_{12}</math>.</p>   | <p><math>\sqrt{Ra\ 6,3}</math></p> |

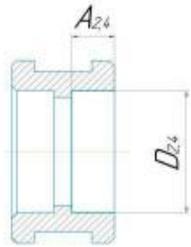
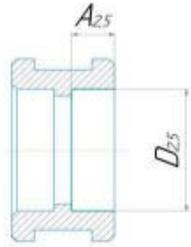
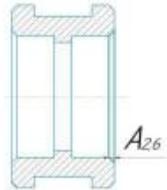
Продолжение таблицы 2

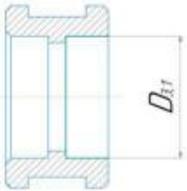
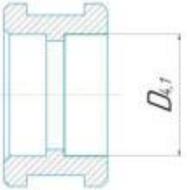
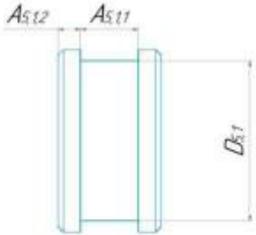
|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
| 10 | 3 | <p>Точить фаску,<br/>выдерживая размер<br/><math>A_{13}</math></p>   |  <p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 6,3}</math></p>   |
|    | 4 | <p>Точить канавку<br/>на ширину <math>A_{14,1}</math> и на<br/>глубину <math>A_{14,2}</math><br/>выдерживая размер<br/><math>D_{14}</math></p> |  <p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 6,3}</math></p>  |
|    | 5 | <p>Сверлить отверстие,<br/>выдерживая размеры<br/><math>A_{15}</math> и <math>D_{15}</math></p>  |  <p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 6,3}</math></p> |

Продолжение таблицы 2

|    |   |  |   |                  |
|----|---|--|---|------------------|
| 10 | 6 | Сверлить отверстие по диаметру $D_{16}$                |    | $\sqrt{Ra\ 6,3}$ |
|    | 7 | Точить поверхность, выдерживая размер $A_{17}, D_{17}$ |   | $\sqrt{Ra\ 6,3}$ |
|    | 8 | Точить поверхность, выдерживая размер $A_{18}, D_{18}$ |  | $\sqrt{Ra\ 6,3}$ |
|    | 9 | Точить фаску, выдерживая размер $A_{19}$               |  | $\sqrt{Ra\ 6,3}$ |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 15 | A  | <i>Токарная</i>   | $\sqrt{Ra\ 6,3}$   |
|    | 1  | Установить и снять заготовку.<br><br>Точить поверхность, выдерживая размер $A_{21}$   |   |
|    | 2  | Точить поверхность, выдерживая размер $A_{22}^* \cdot D_{22}$                         |  |
| 3  | Точить фаску, выдерживая размер $A_{23}$ |  | $\sqrt{Ra\ 6,3}$   |

|    |   |   |   |                 |
|----|---|---|---|-----------------|
| 15 | 4 | <p><i>Точить поверхность,<br/>выдерживая размер<br/><math>A_{24}, D_{24}</math></i></p> |  <p><math>A_{24}</math><br/><math>D_{24}</math></p>  | <p>√ Ra 6,3</p> |
|    | 5 | <p><i>Точить поверхность,<br/>выдерживая размер<br/><math>A_{25}, D_{25}</math></i></p> |  <p><math>A_{25}</math><br/><math>D_{25}</math></p> | <p>√ Ra 6,3</p> |
|    | 6 | <p><i>Точить фаску,<br/>выдерживая размер<br/><math>A_{26}</math></i></p>               |  <p><math>A_{26}</math></p>                        | <p>√ Ra 6,3</p> |

|    |                   |  |   |
|----|-------------------|--|---|
| 20 | <p>A</p> <p>1</p> | <p><u>Внутришлифовальная</u></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Шлифовать, выдерживая размер <math>D_{51}</math></p>                              | <p><math>\sqrt{Ra\ 1,6}</math></p>   |
| 25 | <p>A</p> <p>1</p> | <p><u>Внутришлифовальная</u></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Шлифовать, выдерживая размер <math>D_{51}</math></p>                              | <p><math>\sqrt{Ra\ 1,6}</math></p>  |
| 30 | <p>A</p> <p>1</p> | <p><u>Круглошлифовальная</u></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Шлифовать, выдерживая размер <math>A_{51}A_{512}</math> и <math>D_{51}</math></p> |                                    |

## 1.5 Построение размерной схемы графтехнологических цепей

Габаритное производство изделий по технологической цепочке. Замыкание, допуски поверхности и размеры технической цепи - это размеры, полученные в результате эксплуатации (перехода) продукта, за исключением звеньев цепи.

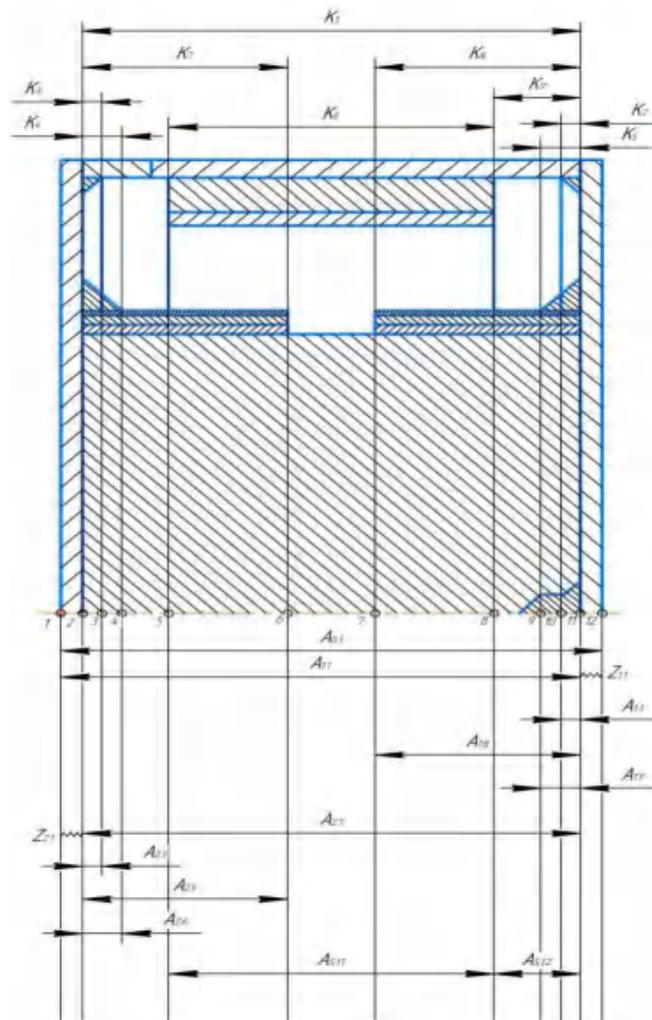


Рисунок 3 -Осевые размеры

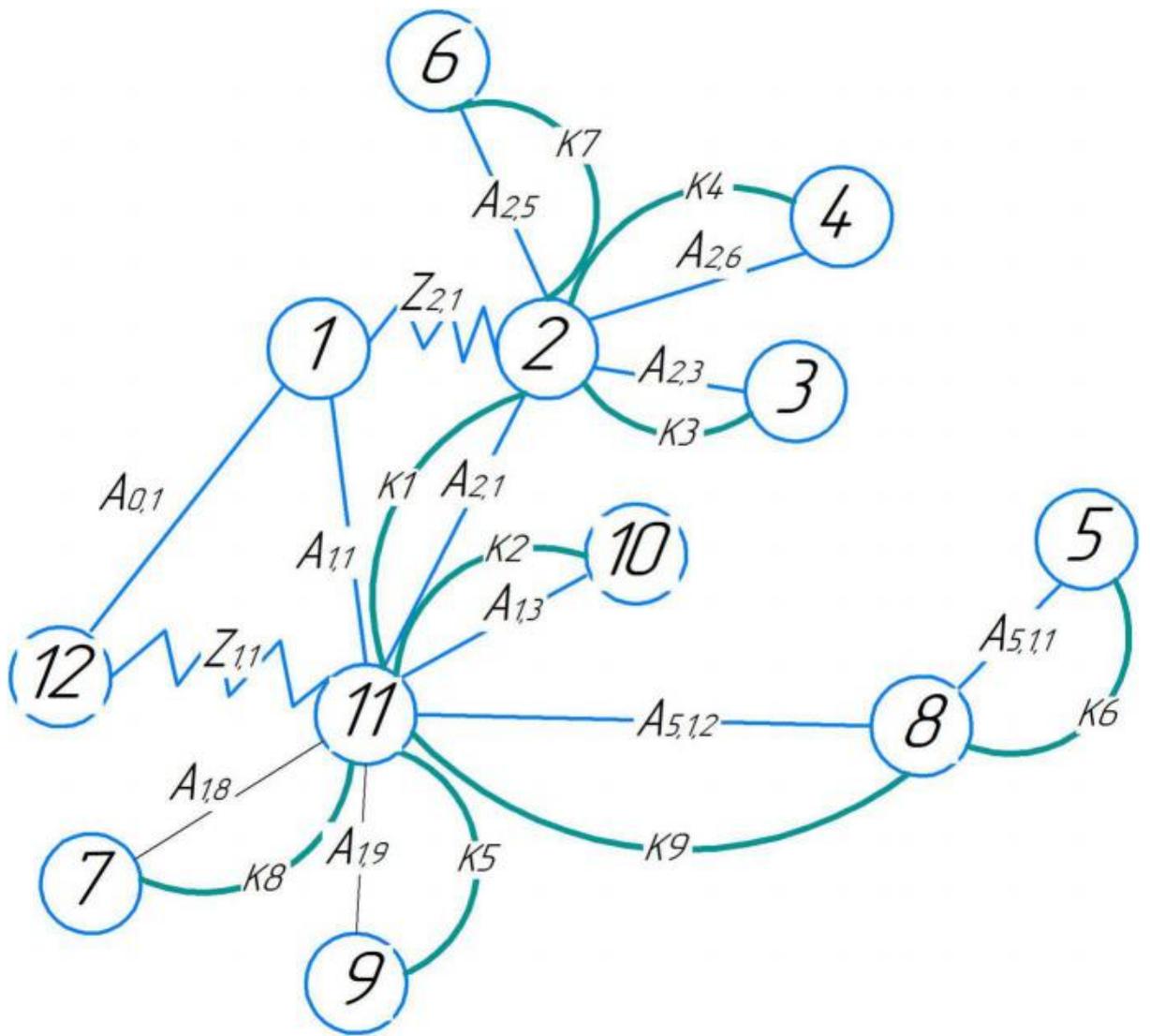


Рисунок 4 -Дерево графика для осевых размеров

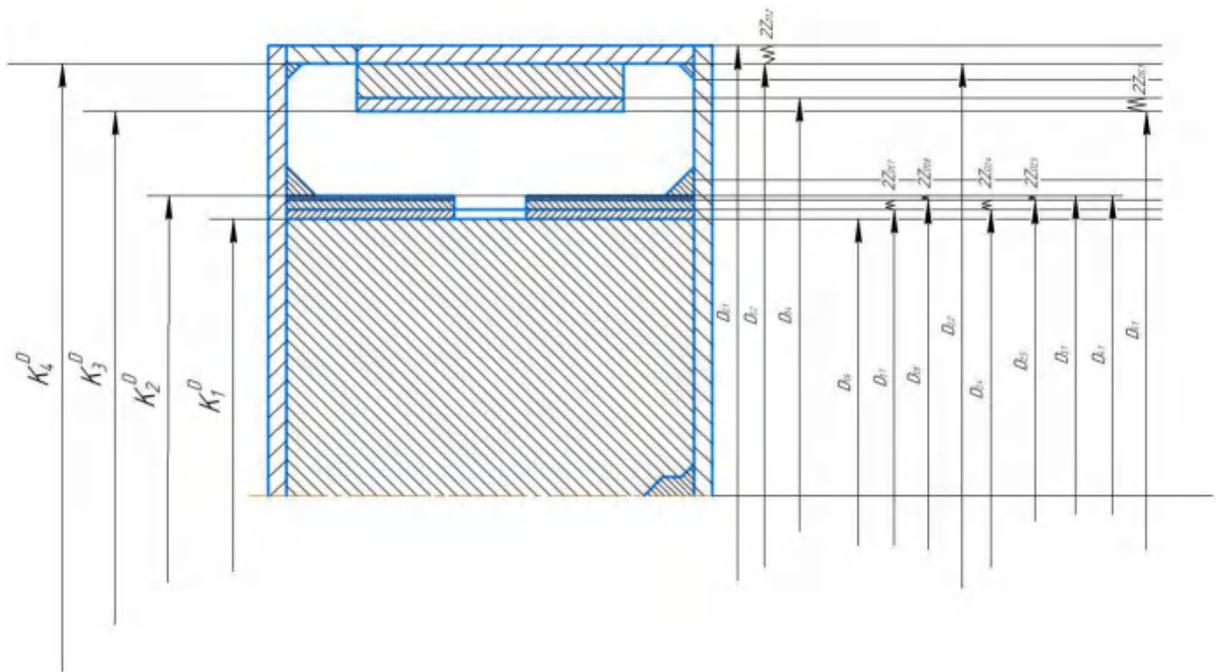


Рисунок 5 – .Радиальные размеры

### 1.6 Допски на конструкторские размеры

Для удобства, выпишем допуски конструкторских размеров:

$$TK_1 = (34)_{-0,1} = 0,1\text{мм};$$

$$TK_1^D = (41)^{+0,62} = 0,62\text{мм};$$

$$TK_2 = (1) \pm 0,2 = 0,4\text{мм};$$

$$TK_2^D = (47)^{+0,025} = 0,025\text{мм};$$

$$TK_3 = (1) \pm 0,2 = 0,4\text{мм};$$

$$TK_3^D = (65)_{-0,074} = 0,074\text{мм};$$

$$TK_4 = (1) \pm 0,2 = 0,4\text{мм};$$

$$TK_4^D = (74)_{-0,46} = 0,46\text{мм};$$

$$TK_5 = (1) \pm 0,2 = 0,4\text{мм};$$

$$TK_6 = (18)^{+0,52} = 0,52\text{мм};$$

$$TK_7 = (14)^{+0,43} = 0,43\text{мм};$$

$$TK_8 = (14)^{+0,43} = 0,43\text{мм};$$

$$TK_9 = (8)^{+0,36} = 0,36\text{мм};$$

## 1.7 допуски на технологические размеры

### 1.7.1 Определение допусков на осевые технологические размеры

Допуски Технологических размеров определяется по формуле [1, ст. 39]:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_i + \varepsilon_{\sigma} \quad (1.4)$$

где:  $\omega_{ci}$  – статическая погрешность, мм;

$\rho_i$  – пространственное *отклонение* измерительной (технологической) базы, мм;

$\varepsilon_{\sigma}$  – погрешность базирования, мм.

$$TA_{0.1} = \omega_c + \rho_i = 3 \text{ мм};$$

$$TA_{1.1} = \omega_c = 0,1 \text{ мм};$$

$$TA_{1.2} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.3} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.4.1} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.4.2} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1.5} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.7} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.8} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1.9} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{2.1} = \omega_c = 3 \text{ мм};$$

$$TA_{2.2} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{2.3} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{2.4} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{2.5} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{2.6} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{5.1.1} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{5.1.2} = \omega_c = 0,12 \text{ мм}$$

### 1.7.2 Определение допусков на диаметральные технологические размеры

$$TD_i = \omega_i$$

где:  $\omega_i$  – статическая погрешность, мм;

$$TD_{0.1}^* = \omega_c = 1,8 \text{ мм}$$

$$TD_{1.2} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

$$TD_{1.4} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

$$TD_{1.5} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

$$TD_{1.6} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

$$TD_{1.7} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

$$TD_{1.8} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

$$TD_{2.2} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

$$TD_{2.4} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

$$TD_{2.5} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

$$TD_{3.1} = \omega_c = 0,06 \text{ мм}$$

$$TD_{4.1} = \omega_c = 0,06 \text{ мм}$$

$$TD_{5.1} = \omega_c = 0,06\text{мм}$$

## 1.8 Проверка точности конструкторских размеров

При расчете максимального и минимального методов необходимо обеспечить точный размер предполагаемого размера провода. [2, стр. 60]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i. \quad (1.5)$$

Рассмотрим размерную цепочку размерности  $K_1$  (рисунок 6).

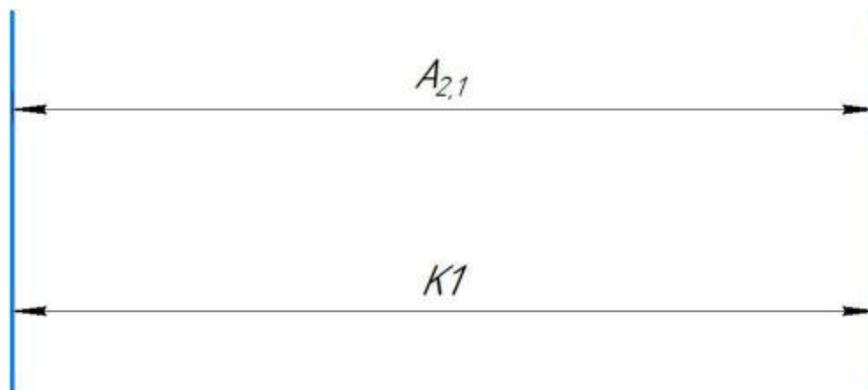


Рисунок 6 – Размерная цепь № 1

$$TK1 = 0,1\text{мм} \quad TA_{2,1}=0,1\text{мм}$$

Размер  $K_2$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепочку размерности  $K_2$  (рисунок 7).

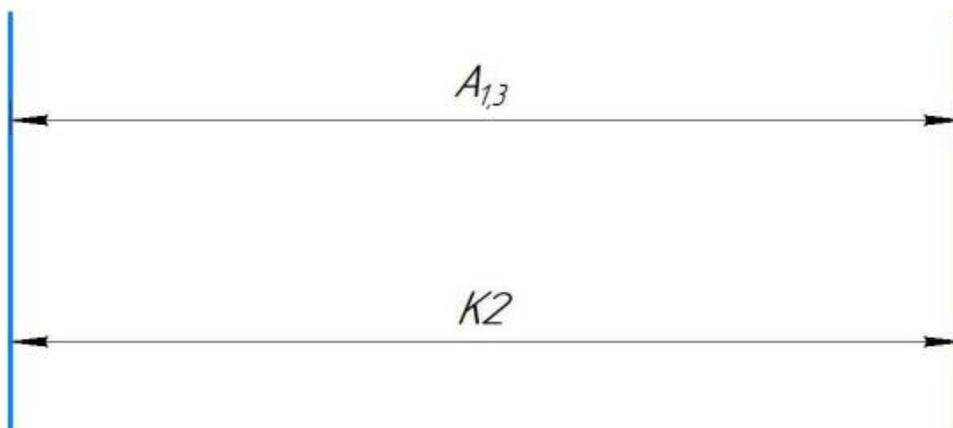


Рисунок 7 – Размерная цепь № 2

$$TK_2=0,4\text{мм} \quad TA_{1,3}= 0,2\text{мм}$$

Размер  $K_1$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепочку размерности  $K_3$  (рисунок 8).

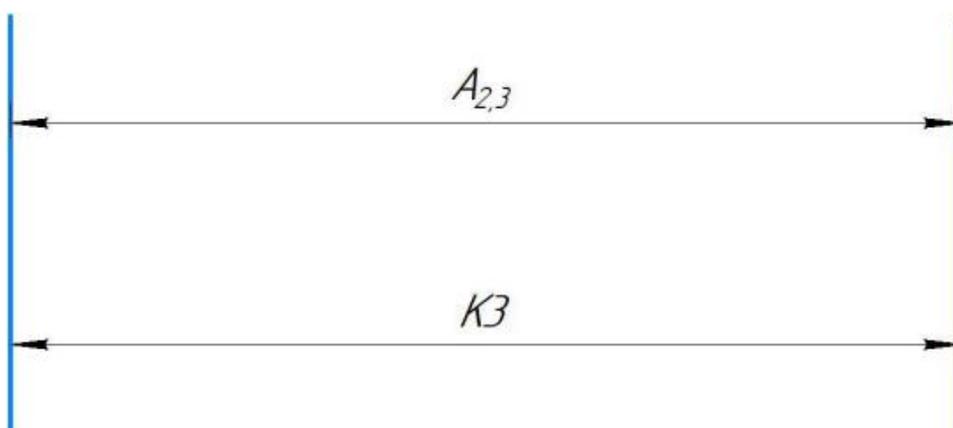


Рисунок 8 – Размерная цепь № 3

$$TK_3=0,4\text{мм} \quad TA_{2,3}=0,2\text{мм}$$

Размер  $K_3$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепочку размерности  $K_4$  (рисунок 9).

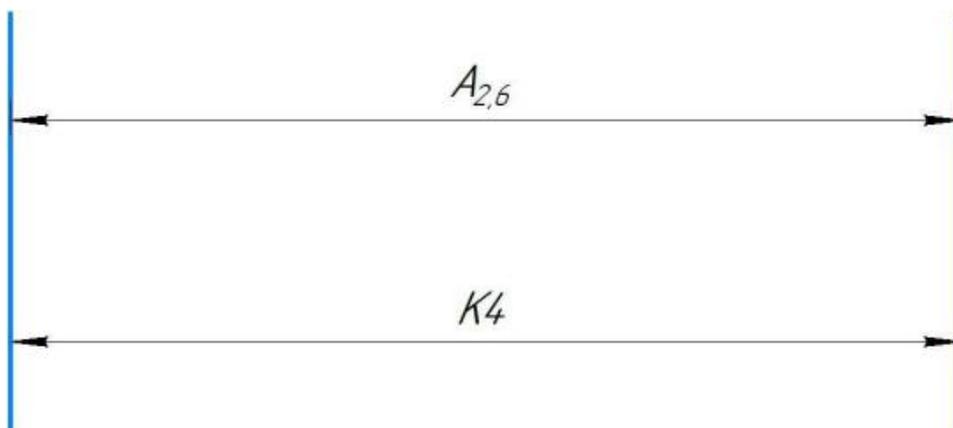


Рисунок 9 – Размерная цепь № 4

$$TK_4=0,4\text{мм} \quad TA_{2,6}=0,12\text{мм}$$

Размер  $K_4$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепочку размерности  $K_5$  (рисунок10).

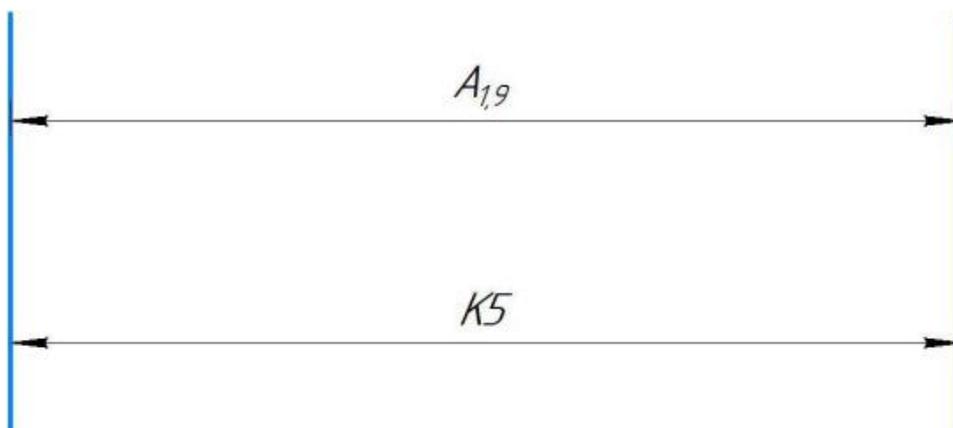


Рисунок 10 – Размерная цепь № 5

$$TK_4=0,4\text{мм} \quad TA_{1,9}=0,12\text{мм}$$

Размер  $K_5$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепочку размерности  $K_6$  (рисунок11).

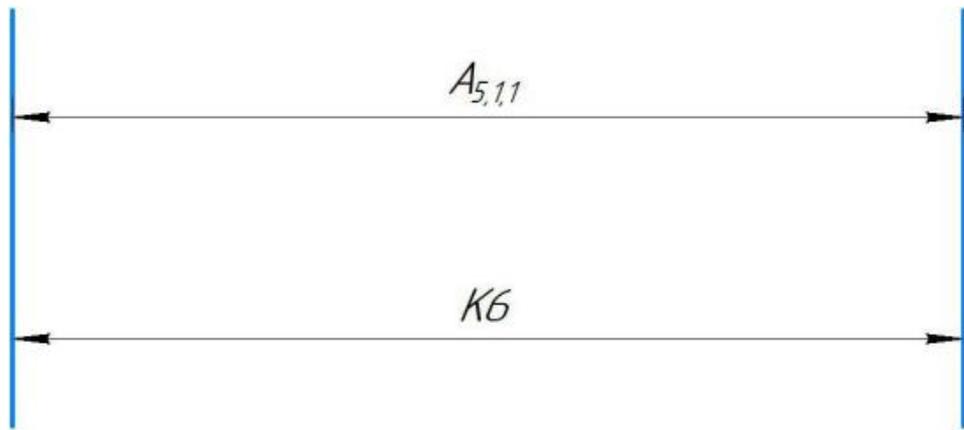


Рисунок 11 – Размерная цепь № 6

$$TK_6=0,52\text{мм} \quad TA_{5.1.1}=0,12\text{мм}$$

Размер  $K_5$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепочку размерности  $K_7$  (рисунок 12)

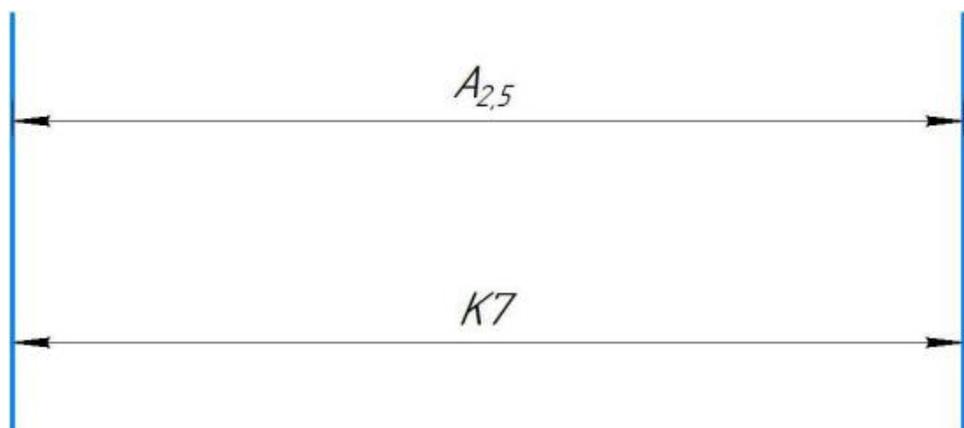


Рисунок 12 – Размерная цепь №7

$$TK_7=0,43\text{мм} \quad TA_{2.5}=0,2\text{мм}$$

Размер  $K_7$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепочку размерности  $K_8$  (рисунок 13)

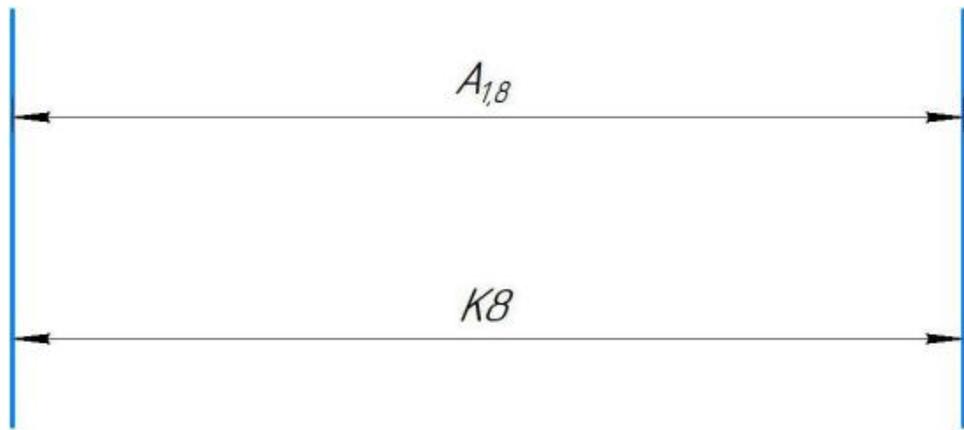


Рисунок 13 – Размерная цепь №8

$$TK_8=0,43\text{мм} \quad TA_{1,8}=0,12\text{мм}$$

Размер  $K_8$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепочку размерности  $K_9$  (рисунок 14)

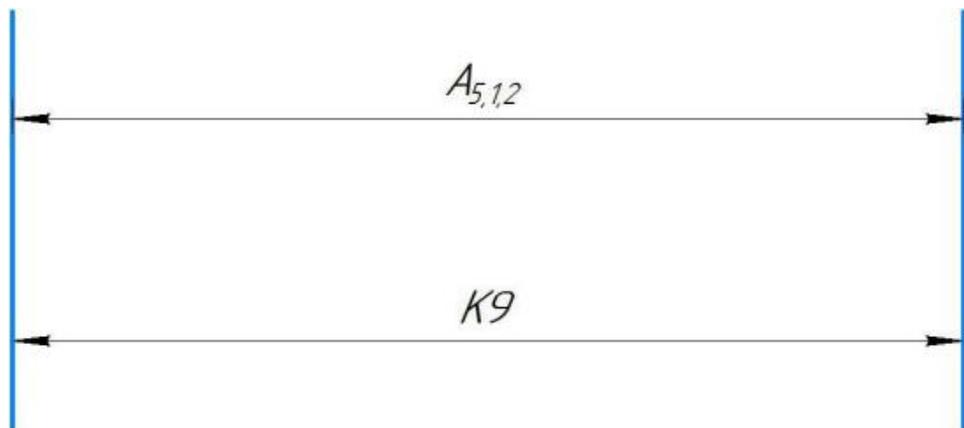


Рисунок 14– Размерная цепь №9

$$TK_9=0,36\text{мм} \quad TA_{5,12}=0,12\text{мм}$$

Размер  $K_9$  выдерживается.

## 1.9 Расчет припусков на обработку заготовки

Установление оптимальных припусков на обработку и технологических допусков на размеры заготовок по всем переходам имеет существенное экономическое значение при разработке технологических процессов изготовления деталей машин. Преувеличенные вызывают перерасход материала при изготовлении деталей и необходимость введения дополнительных переходов, увеличивают трудоемкость процессов обработки, расход энергии и режущего инструмента, повышают себестоимость детали. В результате недостаточных припусков возрастает брак, что повышает себестоимость выпускаемой продукции.

На основе оптимальных припусков можно соответственно определить массу заготовок, режим резания, а также нормы времени на выполнение операций механической обработки.

Припуски на обработку заготовки выбираются в зависимости от экономически принятого способа обработки, конфигурация заготовки и ее веса. Расчет припусков может производиться статистическим и аналитическим методом. Аналитический метод заключается в анализе производственных погрешностей, возникающих при конкретных условиях выполнения обработки заготовки, определяет величины элементов, составляющие припуск и их суммирование.

Общий припуск – слой металла для обработки и получения шероховатости изделия. Промежуточный припуск – слой металла для

технологического процесса. Величина припуска должна быть достаточной чтобы удалить дефектный слой металла с заготовки, а так же для компенсации погрешности установки и базирования детали. Расчетно-аналитический метод более приближает заготовку к размерам детали, уменьшая слой металла на припуск перед другими методами.

### 1.9.1 Расчет припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [2, стр. 48]:

$$Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y_i}^2}) \quad (1.6)$$

Где:  $z_{i \min}$  – минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

$Rz_{i-1}$  – шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

$h_{i-1}$  – толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

$\rho_{i-1}$  – суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

$\varepsilon_{y_i}$  – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки), мкм.

Припуски  $Z_{1.2}^D$ :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1.2min}^D = 2 \cdot \left( 200 + 200 + \sqrt{(45^2 + 700^2) + 40^2} \right) = 2247 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1.2}^D = TD_{0.1} + TD_{1.2} = 1800 + 200 = 2000 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1.2max}^D = Z_{1.2min}^D + TZ_{1.2}^D = 2000 + 2247 = 4247 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$\begin{aligned} Z_{1.2cp}^D &= \frac{Z_{1.2max}^D + Z_{1.2min}^D}{2} \pm \frac{TZ_{1.2}^D}{2} = \frac{4247 + 2247}{2} \pm \frac{2000}{2} \\ &= 3247 \pm 1000 \text{ мкм.} \end{aligned}$$

Припуски  $Z_{1.7}^D$ :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1.7min}^D = 2 \cdot \left( 100 + 70 + \sqrt{(20^2 + 300^2) + 40^2} \right) = 1186 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1.7}^D = TD_{1.6} + TD_{1.7} = 200 + 200 = 400 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1.7max}^D = Z_{1.7min}^D + TZ_{1.7}^D = 1186 + 400 = 1586 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1.7cp}^D = \frac{Z_{1.7max}^D + Z_{1.7min}^D}{2} \pm \frac{TZ_{1.7}^D}{2} = \frac{1186 + 1586}{2} \pm \frac{400}{2} = 1386 \pm 200 \text{ мкм.}$$

Припуски  $Z_{1.8}^D$ :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1.8min}^D = 2 \cdot \left( 120 + 80 + \sqrt{(25^2 + 80^2) + 40^2} \right) = 586 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1.8}^D = TD_{4.1} + TD_{1.8} = 60 + 200 = 260 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1.8max}^D = Z_{1.8min}^D + TZ_{1.8}^D = 586 + 260 = 846 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1.8cp}^D = \frac{Z_{1.8max}^D + Z_{1.8min}^D}{2} \pm \frac{TZ_{1.8}^D}{2} = \frac{846 + 586}{2} \pm \frac{260}{2} = 716 \pm 130 \text{ мкм.}$$

Припуски  $Z_{2.4}^D$ :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{2.4min}^D = 2 \cdot \left( 100 + 70 + \sqrt{(20^2 + 300^2) + 40^2} \right) = 1186 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{2.4}^D = TD_{2.4} + TD_{2.5} = 200 + 200 = 400 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{2.4max}^D = Z_{2.4min}^D + TZ_{2.4}^D = 1186 + 400 = 1586 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2.4cp}^D = \frac{Z_{2.4max}^D + Z_{2.4min}^D}{2} \pm \frac{TZ_{2.4}^D}{2} = \frac{1586 + 1186}{2} \pm \frac{400}{2} = 1386 \pm 200 \text{ мкм.}$$

Припуски  $Z_{2.5}^D$ :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{2.5min}^D = 2 \cdot \left( 120 + 80 + \sqrt{(25^2 + 80^2) + 40^2} \right) = 586 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{2.5}^D = TD_{4.1} + TD_{2.5} = 60 + 200 = 260 \text{ мкм.}$$

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{2.5max}^D = Z_{2.5min}^D + TZ_{2.5}^D = 586 + 260 = 846 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2.5cp}^D = \frac{Z_{2.5max}^D + Z_{2.5min}^D}{2} \pm \frac{TZ_{2.5}^D}{2} = \frac{846 + 586}{2} \pm \frac{260}{2} = 716 \pm 130 \text{ мкм.}$$

Припуски  $Z_{5.1}^D$ :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{5.1min}^D = 2 \cdot \left( 200 + 200 + \sqrt{(40^2 + 150^2) + 40^2} \right) = 1121 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{5.1}^D = TD_{5.1} + TD_{1.4} = 60 + 200 = 260 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{5.1max}^D = Z_{5.1min}^D + TZ_{5.1}^D = 1121 + 260 = 1381 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$\begin{aligned} Z_{5.1cp}^D &= \frac{Z_{5.1max}^D + Z_{5.1min}^D}{2} \pm \frac{TZ_{5.1}^D}{2} = \frac{1381 + 1121}{2} \pm \frac{260}{2} \\ &= 1251 \pm 130 \text{ мкм.} \end{aligned}$$

Расчетные данные заносятся в таблицу .

Таблица 3 – Припуски на обработку поверхностей

| Расчетный припуск | Элементы припуска |           |              |                 | Расчетный минимальный припуск, мкм | Сумма допусков, мкм | Расчетный максимальный припуск, мкм | Расчетный средний припуск, мкм |
|-------------------|-------------------|-----------|--------------|-----------------|------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
|                   | $Rz_{i-1}$        | $h_{i-1}$ | $\rho_{i-1}$ | $\varepsilon_i$ |                                    |                     |                                     |                                |
| $Z_{1.2}^D$       | 200               | 200       | 756          | 40              | 2247                               | 2000                | 4247                                | $3247 \pm 1000$                |
| $Z_{1.7}^D$       | 100               | 70        | 325          | 40              | 1186                               | 400                 | 1586                                | $1386 \pm 200$                 |
| $Z_{1.8}^D$       | 120               | 80        | 84           | 40              | 586                                | 260                 | 846                                 | $716 \pm 130$                  |
| $Z_{2.4}^D$       | 100               | 70        | 325          | 40              | 1186                               | 400                 | 1586                                | $1386 \pm 200$                 |
| $Z_{2.5}^D$       | 200               | 200       | 155          | 40              | 586                                | 260                 | 846                                 | $716 \pm 130$                  |
| $Z_{5.1}^D$       | 90                | 60        | 63           | 40              | 1121                               | 260                 | 1381                                | $1251 \pm 130$                 |

### 1.9.2 Расчет припусков на осевые размеры

Формула расчета запаса на плоскости обработки выглядит следующим образом [2, стр. 48]:

$$Z_{i\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (1.7)$$

Припуски  $Z_{1.1}$ :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1.1\min} = 100 + 80 + 1400 = 1580 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1.1} = TA_{0.1} + TA_{1.1} = 3000 + 120 = 3120 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1.1\max} = Z_{1.1\min} + TZ_{1.1} = 1580 + 3120 = 4700 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1.1\text{cp}} = \frac{Z_{1.1\max} + Z_{1.1\min}}{2} \pm \frac{TZ_{1.1}}{2} = \frac{4700 + 1580}{2} \pm \frac{3120}{2} = 3140 \pm 1560 \text{ мкм.}$$

Припуски  $Z_{2.1}$ :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{2.1_{min}} = 100 + 80 + 1400 = 1580 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{2.1} = TA_{1.1} + TA_{2.1} = 100 + 3000 = 3100 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{2.1_{max}} = Z_{2.1_{min}} + TZ_{2.1} = 1580 + 3100 = 4680 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2.1_{cp}} = \frac{Z_{2.1_{max}} + Z_{2.1_{min}}}{2} \pm \frac{TZ_{2.1}}{2} = \frac{1580 + 4680}{2} \pm \frac{3100}{2} = 3130 \pm 1550 \text{ мкм}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу .

Таблица 4 – Припуски на обработку торцев

| Расчетный припуск | Элементы припуска |           |              | Расчетный минимальный припуск, мкм | Сумма допусков звеньев в цепи, мкм | Расчетный максимальный припуск, мкм | Расчетный средний припуск, мкм |
|-------------------|-------------------|-----------|--------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
|                   | $Rz_{i-1}$        | $h_{i-1}$ | $\rho_{i-1}$ |                                    |                                    |                                     |                                |
| $Z_{11}$          | 100               | 80        | 1400         | 1580                               | 3120                               | 4700                                | $3140 \pm 1560$                |
| $Z_{12}$          | 100               | 80        | 1400         | 1580                               | 3100                               | 1680                                | $3130 \pm 1550$                |

### 1.10 Расчет технологических размеров в осевом направлении

### 1.10.1 Расчет технологических размеров на диаметральные размеры

1. Расчет технических размеров определяется на основе анализа размеров процесса обработки размерной цепочки, который мы установили. Нарисуйте размерную цепь на машинном отверстии  $\varnothing 74_{-0,46}$  (рис. 15).

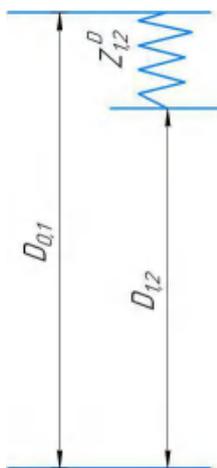


Рисунок 15 – Размерная цепь для расчета технологического размера

Обработка отверстий  $\varnothing 74_{-0,46}$

Размер процесса  $D_{12}$  должен быть равен конструкторскими  $K_4^D$ , то есть:  
 $D_{12} = K_4^D = \varnothing 74_{-0,46}$  мм - приемлемый размер процесса, полученный после обработки.

Находим технологический размер  $D_{12}$ :

$$D_{12_{cp}} = \frac{74 + 73,54}{2} = 73,77 \text{ мм.}$$

$$D_{01_{cp}} = D_{12_{cp}} + Z_{12_{cp}}^D = 73,77 + 3,247 = 77,017 \text{ мм}$$

По таблице 5 [1, ст. 39], ближайший наименьший размеры мы выбираем 78 мм.

Так как  $TD_{01} = 1,8 \text{ мм}$ , то  $D_{01_{расч}} = 78_{-1,3}^{+0,5} \text{ мм}$ .

$$D_{01} = 78_{-1,3}^{+0,5} \text{ мм.}$$

Мы пересчитали минимальные и максимальные допуски для грубых транспортных средств:

$$Z_{12_{max}}^D = D_{01_{max}} - D_{12_{min}} = 78,5 - 73,54 = 4,96 \text{ мм.}$$

$$Z_{12_{min}}^D = D_{01_{min}} - D_{12_{max}} = 76,7 - 74 = 2,7 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле:  $t = \frac{Z}{2}$ .

Тогда наибольшая возможная глубина резания  $t_{max}$  (необходима для расчета наибольшей возможной силы резания и мощности станка):

$$t_{12_{max}} = \frac{Z_{12_{max}}^D}{2} = \frac{4,96}{2} = 2,48 \text{ мм}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{12_{min}} = \frac{Z_{12_{min}}^D}{2} = \frac{2,7}{2} = 1,36 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания  $t_{cp}$  (необходима для расчета скорости резания):

$$t_{12_{cp}} = \frac{t_{12_{max}} + t_{12_{min}}}{2} = \frac{2,48 + 1,36}{2} = 1,92 \text{ мм.}$$

2. Находим технологический размер  $D_{14}$ :

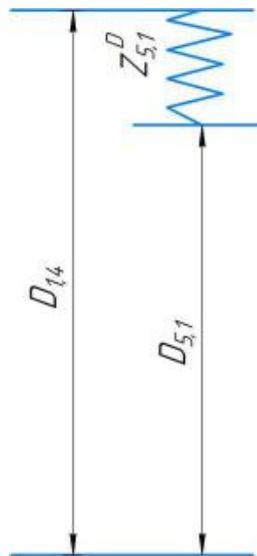


Рисунок 16 – Размерные цепи для расчета технологических размеров

Технологический размер  $D_{51}$  должен быть равен конструктивным  $K_3^D$ , а именно:  $D_{51} = K_3^D = \varnothing 65_{-0,074}$  мм – приемлемый технический размер, полученный после вращения наружной поверхности.

$$D_{51_{cp}} = \frac{65 + 64,926}{2} = 64,963 \text{ мм.}$$

$$D_{14_{cp}} = D_{51_{cp}} + Z_{51_{cp}}^D = 64,963 + 1,251 = 66,214 \text{ мм.}$$

$$TD_{14} = 0,2 \text{ мм,}$$

$$D_{1,4} = 66,214 \pm 0,1 = 66,314_{-0,2} = 66,4_{-0,2} \text{ мм}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при черновом шлифовании:

$$Z_{51_{max}}^D = D_{14_{max}} - D_{51_{min}} = 66,4 - 64,926 = 1,474 \text{ мм.}$$

$$Z_{51_{min}}^D = D_{14_{min}} - D_{51_{max}} = 66,2 - 65 = 1,2 \text{ мм.}$$

Наибольшая глубина резания:

$$t_{51_{max}} = \frac{Z_{51_{max}}^D}{2} = \frac{1,474}{2} = 0,737 \text{ мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{51_{min}} = \frac{Z_{51_{min}}^D}{2} = \frac{1,2}{2} = 0,6 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{51_{cp}} = \frac{t_{51_{max}} + t_{51_{min}}}{2} = \frac{0,737 + 0,6}{2} = 0,6685 \text{ мм.}$$

3. Находим технологический размер  $D_{18}$ :

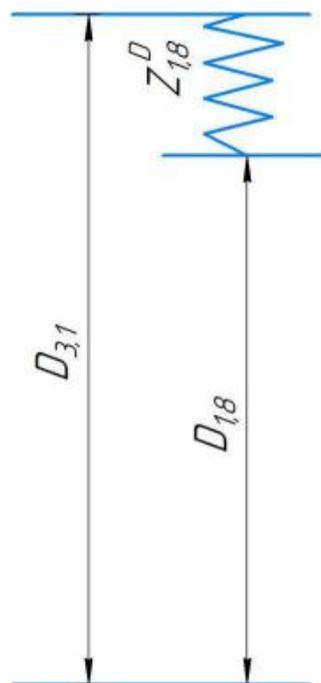


Рисунок 17 – Размерные цепи для расчета технологических размеров

Технологический размер  $D_{31}$  должен быть равен конструкторскими  $K_2^D$ , а именно:  $D_{31} = K_2^D = \varnothing 47^{+0.025}$  мм - приемлемый технический размер, полученный после вращения внутренней поверхности.

$$D_{31_{cp}} = \frac{47 + 47,025}{2} = 47,0125 \text{ мм.}$$

$$D_{18_{cp}} = D_{31_{cp}} - Z_{18_{cp}}^D = 47,0125 - 0,716 = 46,2965 \text{ мм.}$$

$$TD_{18} = 0,2 \text{ мм,}$$

$$D_{1.8} = 46,2965 \pm 0,1 = 46,1965^{+0,2} = 46,1^{+0,2} \text{ мм}$$

Пересчитываем величины на минимальную и максимальную припуск при черновом шлифовании:

$$Z_{18_{max}}^D = D_{31_{max}} - D_{18_{min}} = 47,0125 - 46,1 = 0,9125 \text{ мм.}$$

$$Z_{18_{min}}^D = D_{31_{min}} - D_{18_{max}} = 47 - 46,3 = 0,7 \text{ мм.}$$

Наибольшая глубина резания:

$$t_{18_{max}} = \frac{Z_{18_{max}}^D}{2} = \frac{0,9125}{2} = 0,45625 \text{ мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{18_{min}} = \frac{Z_{18_{min}}^D}{2} = \frac{0,7}{2} = 0,35 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{18_{cp}} = \frac{t_{18_{max}} + t_{18_{min}}}{2} = \frac{0,45625 + 0,35}{2} = 0,403125 \text{ мм.}$$

4.Находим технологический размер  $D_{17}$ :

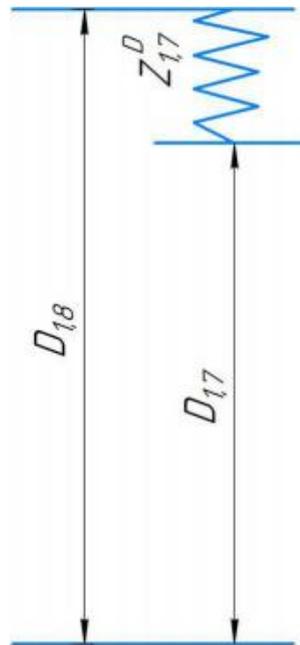


Рисунок 18 – Размерные цепи для расчета технологических размеров

Технологический размер  $D_{18}$  мы рассчитали.

$$D_{18} = 46,3^{+0,1}_{-0,1} \text{ мм.}$$

$$D_{17_{cp}} = D_{18_{cp}} - Z_{17_{cp}}^D = 46,3 - 0,648 = 45,652 \text{ мм.}$$

$$TD_{17} = 0,2 \text{ мм,}$$

$$D_{17} = 45,625 \pm 0,1 = 45,625^{+0,2} = 45,6^{+0,2} \text{ мм}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при черновом шлифовании:

$$Z_{17max}^D = D_{18max} - D_{17min} = 46,8 - 45,6 = 1,2 \text{ мм.}$$

$$Z_{17min}^D = D_{18min} - D_{17max} = 46,2 - 45,8 = 0,4 \text{ мм.}$$

Наибольшая глубина резания:

$$t_{17max} = \frac{Z_{17max}^D}{2} = \frac{0,8}{2} = 0,4 \text{ мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{17min} = \frac{Z_{17min}^D}{2} = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{17cp} = \frac{t_{17max} + t_{17min}}{2} = \frac{0,4 + 0,2}{2} = 0,3 \text{ мм.}$$

4. Находим технологический размер  $D_{25}$ :

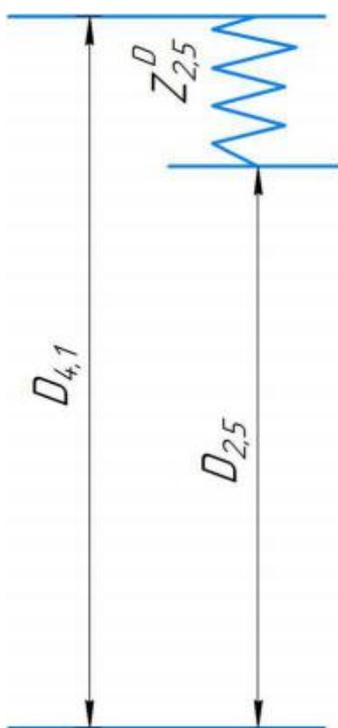


Рисунок 19 – Размерные цепи для расчета технологических размеров

Технологический размер  $D_{41}$  должен быть равен конструкторским  $K_2^D$ , а именно:  $D_{41} = K_2^D = \varnothing 47^{+0.025}$  мм - приемлемый технический размер, полученный после вращения внутренней поверхности.

$$D_{41_{cp}} = \frac{47 + 47,025}{2} = 47,0125 \text{ мм.}$$

$$D_{25_{cp}} = D_{41_{cp}} - Z_{25_{cp}}^D = 47,0125 - 0,716 = 46,2965 \text{ мм.}$$

$$TD_{25} = 0,2 \text{ мм,}$$

$$D_{2.5} = 46,2965 \pm 0,1 = 46,1965^{+0,2} = 46,1^{+0,2} \text{ мм}$$

Пересчитываем величину и наибольшего припуска при черновом шлифовании:

$$Z_{25_{max}}^D = D_{41_{max}} - D_{25_{min}} = 47,0125 - 46,1 = 0,9125 \text{ мм.}$$

$$Z_{25_{min}}^D = D_{41_{min}} - D_{25_{max}} = 47 - 46,3 = 0,7 \text{ мм.}$$

Наибольшая глубина резания:

$$t_{25_{max}} = \frac{Z_{25_{max}}^D}{2} = \frac{0,9125}{2} = 0,45625 \text{ мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{25_{min}} = \frac{Z_{25_{min}}^D}{2} = \frac{0,7}{2} = 0,35 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{25_{cp}} = \frac{t_{25_{max}} + t_{25_{min}}}{2} = \frac{0,45625 + 0,35}{2} = 0,403125 \text{ мм.}$$

5.Находим технологический размер  $D_{24}$ :

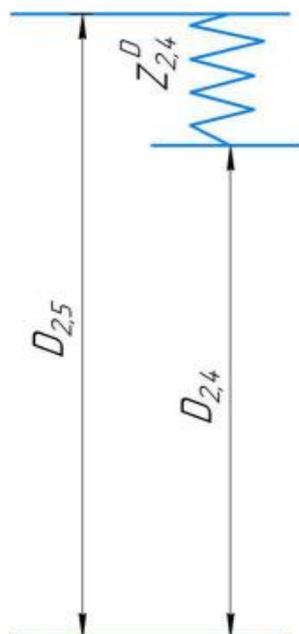


Рисунок 20 – Размерные цепи для расчета технологических размеров

Технологический размер  $D_{25}$  мы рассчитали.

$$D_{25} = 46,3^{+0,1}_{-0,1} \text{ мм.}$$

$$D_{24_{cp}} = D_{25_{cp}} - Z_{24_{cp}}^D = 46,3 - 0,648 = 45,652 \text{ мм.}$$

$$TD_{24} = 0,2 \text{ мм,}$$

$$D_{2.4} = 45,625 \pm 0,1 = 45,625^{+0,2} = 45,6^{+0,2} \text{ мм}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при черновом шлифовании:

$$Z_{24_{max}}^D = D_{25_{max}} - D_{24_{min}} = 46,4 - 45,6 = 0,8 \text{ мм.}$$

$$Z_{24_{min}}^D = D_{25_{min}} - D_{24_{max}} = 46,2 - 45,8 = 0,4 \text{ мм.}$$

Наибольшая глубина резания:

$$t_{24_{max}} = \frac{Z_{24_{max}}^D}{2} = \frac{0,8}{2} = 0,4 \text{ мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{24_{min}} = \frac{z_{24_{min}}^D}{2} = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{24_{cp}} = \frac{t_{24_{max}} + t_{24_{min}}}{2} = \frac{0,4 + 0,2}{2} = 0,3 \text{ мм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 5.

Таблица 5 Диаметральные размеры

|  | Рассчитанный размер, мм            | Наибольшая глубина резания, мм | Наименьшая глубина резания | Средняя глубина резания |
|--|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| D <sub>01</sub>                                | 78 <sup>+0,5</sup> <sub>-1,3</sub> | 2,48                           | 1,36                       | 1,92                    |
| D <sub>14</sub>                                | 66,4 <sub>-0,2</sub>               | 0,737                          | 0,6                        | 0,6685                  |
| D <sub>18</sub>                                | 46,1 <sup>+0,2</sup>               | 0,45625                        | 0,35                       | 0,403125                |
| D <sub>17</sub>                                | 45,6 <sup>+0,2</sup>               | 0,4                            | 0,2                        | 0,3                     |
| D <sub>15</sub>                                | 46,1 <sup>+0,2</sup>               | 0,45625                        | 0,35                       | 0,403125                |
| D <sub>23</sub>                                | 45,6 <sup>+0,2</sup>               | 0,4                            | 0,2                        | 0,3                     |
| D <sub>2,2</sub> = K <sub>4</sub> <sup>D</sup> | 74 <sub>-0,46</sub>                | 2,48                           |                            |                         |
| D <sub>5,1</sub> = K <sub>3</sub> <sup>D</sup> | 65 <sub>-0,074</sub>               | 0,737                          |                            |                         |
| D <sub>3,1</sub> = K <sub>2</sub> <sup>D</sup> | (47) <sup>+0,025</sup>             | 0,45625                        |                            |                         |
| D <sub>4,1</sub> = K <sub>2</sub> <sup>D</sup> | (47) <sup>+0,025</sup>             | 0,45625                        |                            |                         |
| D <sub>1,6</sub> = K <sub>1</sub> <sup>D</sup> | 41 <sup>+0,62</sup>                | 0,236                          |                            |                         |

### 1.10.2 Расчет технологических размеров на осевые размеры

1.Находим технологический размер  $A_{11}$ :

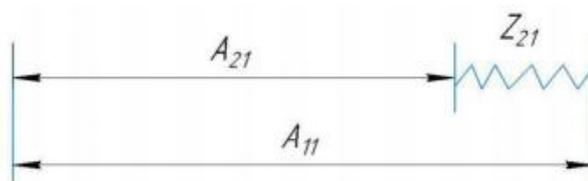


Рисунок 21 – Размерная цепь для расчета размеров процесса

$$A_{21_{cp}} = K_1 = 33,95\text{мм.}$$

$$A_{11_{cp}} = A_{21_{cp}} + Z_{21_{cp}} = 33,95 + 3,13 = 37,08\text{мм.}$$

$$TA_{11} = 0,1\text{мм, то } A_{11_{расч}} = 37,15_{-0,1}\text{мм.}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при черновом точении:

$$Z_{21_{max}} = A_{11_{max}} - A_{21_{min}} = 37,15 - 33,9 = 3,25\text{мм};$$

$$Z_{21_{min}} = A_{11_{min}} - A_{21_{max}} = 37,05 - 34 = 3,05\text{мм};$$

Средняя глубина резания:

$$t_{21_{cp}} = \frac{t_{21_{max}} + t_{21_{min}}}{2} = \frac{3,25 + 3,05}{2} = 3,15\text{мм.}$$

2.Находим технологический размер  $A_{01}$ :

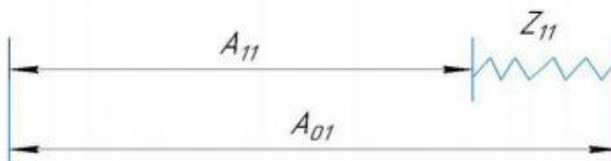


Рисунок 22 – Размерная цепь для расчета размеров процесса

$$A_{11_{cp}} = 37,08\text{мм.}$$

$$A_{01_{cp}} = A_{11_{cp}} + Z_{11_{cp}} = 37,08 + 3,14 = 40,22\text{мм.}$$

$TA_{01} = 3\text{мм}$ , то  $A_{01}_{\text{расч}} = 40,6_{-3}\text{ мм}$ .

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при черновом точении:

$$Z_{11_{\text{max}}} = A_{01_{\text{max}}} - A_{11_{\text{min}}} = 40,6 - 37,03 = 3,57\text{ мм};$$

$$Z_{11_{\text{min}}} = A_{01_{\text{min}}} - A_{11_{\text{max}}} = 37,6 - 37,13 = 0,47\text{ мм};$$

Средняя глубина резания:

$$t_{11_{\text{cp}}} = \frac{t_{11_{\text{max}}} + t_{11_{\text{min}}}}{2} = \frac{3,57 + 0,47}{2} = 2,02\text{ мм}.$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 6.

Таблица 6- Осевые размеры

|                                  | Рассчитанный размер, мм | Наибольшая глубина резания, мм | Наименьшая глубина резания | Средняя глубина резания |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| A <sub>11</sub>                  | 37,15 <sub>-0,1</sub>   | 3,25                           | 3,05                       | 3,15                    |
| A <sub>01</sub>                  | 40,6 <sub>-3</sub>      | 3,57                           | 0,47                       | 2,02                    |
| A <sub>13</sub> =K <sub>2</sub>  | 1±0,2                   |                                |                            |                         |
| A <sub>18</sub> =K <sub>8</sub>  | 14 <sup>+0,43</sup>     |                                |                            |                         |
| A <sub>19</sub> =K <sub>5</sub>  | 1±0,2                   |                                |                            |                         |
| A <sub>21</sub> =K <sub>1</sub>  | 34 <sub>-0,1</sub>      |                                |                            |                         |
| A <sub>23</sub> =K <sub>3</sub>  | 1±0,2                   |                                |                            |                         |
| A <sub>25</sub> =K <sub>7</sub>  | 14 <sup>+0,43</sup>     |                                |                            |                         |
| A <sub>26</sub> =K <sub>4</sub>  | 1±0,2                   |                                |                            |                         |
| A <sub>511</sub> =K <sub>6</sub> | 18 <sup>+0,52</sup>     |                                |                            |                         |
| A <sub>512</sub> =K <sub>9</sub> | 8 <sup>+0,36</sup>      |                                |                            |                         |

## 1.11 Выбор средств технологического оснащения

При выборе оборудования необходимо учитывать тип производства и выпуска. Технологическое оборудование назначается для каждой операции процесса обработки деталей.

Для токарной операций выбираем токарный станок с ЧПУ СТ 16A25.



Рисунок 23 – Станок токарный с ЧПУ СТ 16A25

Таблица 7– Характеристики станка токарного с ЧПУ СТ 16A25

|   |    |   |
|---|----|---|
| Максимальный диаметр обработки над станиной | мм | 500   |
| Максимальный диаметр обработки надсуппортом | мм | 280   |
| Диаметр патрона                             | мм | 250   |
| РМЦ   | мм | 750 /1000 /1500 /2000                                 |
| Диаметр отверстия в шпенделе                | мм | 77  |
| Передний конец шпенделя                     |    | 77 отверстие ISO702/II D8<br>77 отверстие ISO702/I A8 |

|                                       |        |  |
|---------------------------------------|--------|--|
|                                       |        | (патрон)   |
| Скорость вращения шпинделя            | Об/мин | 21 – 1620<br>H: 162-1620<br>M: 66 – 660<br>L: 21 – 210 |
| Мощность привода шпинделя             | кВт    | 7.5  |
| Максимальный крутящий момент шпинделя | Нм     | 800  |
| Диаметр пиноли задней бабки           | мм     | 75   |
| Ход пиноли                            | мм     | 150  |
| Конус пиноли                          |        | Morse No. 5  |
| Инструментальная головка, позиций     |        | 6  |
| Сечение резца                         | мм     | 25 × 25  |
| Перемещение X                         | мм     | 275  |
| Перемещение Z                         | мм     | 650 /900 /1400 /1900                                   |
| Скорость                              | мм/мин | 6/12   |
| Скорость перемещений суппорта X/Z     | мм/мин | 6/12   |
| Система ЧПУ                           |        | FANUC Oi<br>TF5/Siemens<br>808D/NC201M                 |

|                 |    |                                       |
|-----------------|----|---------------------------------------|
| Габариты(Д×Ш×В) | мм | 2250/2500<br>/3000/3500<br>×1370×1690 |
| Вес             | кг | 3050/3100/3150/3200                   |

Для внутришлифовальной операции выбираем внутришлифовальный станок 3К227А.



Рисунок 24– Внутришлифовальный станок 3К227А.

Таблица 8– Характеристики внутришлифовального станка 3К227А

|  |          |
|--|----------|
| Класс точности-ГОСТ 8 -82                    | В        |
| Диаметр отверстия, мм                        | 20 – 200 |
| Наибольшая длина шлифования,мм               | 200      |
| Наибольший диаметр устанавливаемой детали,мм | 400      |
| Угол поворота бабки, град                    | 45       |
| Наибольший продольный ход стола,мм           | 560      |

|   |                    |
|---|--------------------|
| При правке круга                            | 0,1-2              |
| При шлифовании                              | 1-7                |
| Частота вращения торцевого шпентеля, об/мин | 5600               |
| Сумарная мощность двигателей,кВт            | 9,2                |
| Габариты станка,мм                          | 2885 × 1900 × 1750 |
| Масса,кг                                    | 4500               |

Для круглошлифовальной операций выбираем станок с ЧПУ ЛШ120СФ3



Рисунок 25– Круглошлифовальный станок с ЧПУ ЛШ120СФ3

Таблица 9 – Характеристики круглошлифовального станка с ЧПУ ЛШ120СФ3

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| Максимальный диаметр шлифования,мм | 200 |
|------------------------------------|-----|

|                                   |   |                       |
|-----------------------------------|---|-----------------------|
| Минимальный диаметр шлифования,мм |   | 15                    |
| Максимальная длина шлифования,мм  |   | 500                   |
| Высота центров,мм                 |   | 125                   |
| Рабочая зона                      | Максимальное продольное перемещение,мм    | 600                   |
|                                   | Дискретность задания перемещения,мм       | 0,0001                |
|                                   | Максимальная скорость перемещения,мм/мин  | 10000                 |
|                                   | Максимальный угол поворота                | 3° по часовой стрелке |
| Шлифовальная бабка                | Линейная скорость шлифовального круга,м/с | 60                    |
|                                   | Максимальное перемещение,мм               | 300                   |
|                                   | Максимальная скорость ,мм/мин             | 5000                  |
|                                   | Дискретность задания перемещения,мм       | 0,001                 |
|                                   | Габариты шлифовального круга,мм           | 500×203×50            |
| Передняя бабка                    | Скорость шпинделя,об/мин                  | 0-200                 |
| Задняя бабка                      | Ход пиноли,мм                             | 30                    |
|                                   | Конус                                     | Морзе 4               |

|  |                                    |               |
|--|------------------------------------|---------------|
| Электрооборудование                                  | Привод шлифовальной бабки,кВт      | 7,5           |
|  | Привод передний бабки,кВт          | 1,1           |
|  | Привод подачшлифовального круга,Нм | 12            |
|  | Привод поворотного стола,Нм        | 12            |
| Система ЧПУ  |                                    | Siemens840Dsl |
| Точность обработки                                   |                                    |               |
| Допустимое отклонение от круглости,мм                |                                    | 0,0015        |
| Допустимое отклонение профиля продольного сечения,мм |                                    | 0,005         |
| Шероховатость поверхностей,мкм                       |                                    | Ra 0.2        |

Для заготовительной операций выбираем Ленточнопильный автоматический станок BSG-220



Рисунок 26– Ленточнопильный автоматический станок BSG-220

Таблица 10– Характеристики ленточнопильного автоматического станка BSG-220

|   |         |
|---|---------|
| Ширина фугования/рейсмусования,мм       | 250     |
| Диаметро ножевого вая,мм                | 72      |
| Толщина при рейсмусовании,мм            | 6 – 120 |
| Минимальная длина обрабатываемой детали | 150     |
| Толщина снимаемого слоя,мм              | 3       |
| Скорость подачи материала,м/мин         | 6,5     |
| Частота вращения ножевого вала,об/мин   | 4000    |

|  |                    |
|--|--------------------|
| Толщина при пилении, мм                | 85                 |
| Диаметр дисковой пилы, мм              | 305                |
| Частота вращения пильного вала, об/мин | 3500               |
| Мощность электродвигателя, кВт         | 2,2                |
| Напряжение, В                          | 220/380            |
| Габариты, мм                           | 1230 × 1530 × 1320 |
| Масса, кг                              | 260                |

### 1.12 Расчет режимов резания

При назначении элементов метода резания следует учитывать характер обработки, тип и размер инструмента, материал режущей части, материал и состояние заготовки, а также тип и состояние оборудования.

Режущие элементы обычно устанавливают в следующем порядке:

1. Глубина резания
2. Подача
3. Скорость резания.

Дальнейший расчет:

1. количество оборотов
2. Фактическая скорость резания;
3. Основная составляющая силы резания;
4. Усилие резания;

5. Мощность главного привода движения;
6. Проверка питания.

#### Заготовительная операция 05: Отрезание

(Переход A<sub>0.1</sub> D<sub>0.1</sub> отрезать заготовку)

1. Подача на зубьев по таблице:  $s = 0,07$  мм/зуб,  $Z=30$
2. Скорость движения ленты  $V = 60$  м/мин
3. Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 45$  мин.
4. Минутная подача  $S = 25$  мм/мин
5. Ширина полотна  $t = 2,2$  мм

#### Токарная операция 10:

I. Подрезать торец (Переход A<sub>1.1</sub>)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с

Рекомендациями [4, ст. 181] – T15K6.

Глубина резания равна среднему припуску на обработку:  $t = 2,02$  мм

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14. [4, ст. 366]  $S=0,3$  мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v \quad (1.8)$$

Где :

$C_v, y, m$  - соответствующие коэффициент и показатели степени для расчёта скорости резания.

$K_v$  - поправочный коэффициент.

Среднее значение стойкости T при одноинструментальной обработке 15-60мин. Выбираем T=25 мин.

Значения коэффициента, показателей степени y и m приведены в табл.17.

[4, ст. 367]  $C_v = 350$   $x = 0,15$   $y = 0,2$   $m = 0,2$

Коэффициент  $K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}$  [4, ст358]

Где:  $K_{ИВ}$  - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$K_{ПВ}$  - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{MV}$  - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по табл. 1 [4, с. 358]:

$$K_{MV} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} \quad (1.9)$$

Где  $\sigma_B$ - фактические параметры, характеризующие обрабатываемый материал, для которого рассчитывается скорость резания.

$K_r$ - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости.

Выбираем:

$\sigma_B = 750$  Мпа  $K_r = 1,0$   $n_V = 1$   $K_{ПВ} = 0,9$   $K_{ИВ} = 1,15$

$$K_{MV} = 1,0 \times \left( \frac{750}{750} \right)^1 = 1$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 1 \times 0,9 \times 1,15 = 1,04$$

Скорость резания:  $v = \frac{350}{25^{0,2} \times 2,02^{0,15} \times 0,3^{0,2}} \times 1,04 = 210$  м/мин

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 210}{3,14 \times 74} = 900 \text{ об/мин}$$

После расчета оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания.

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [4, с. 372]:

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

Коэффициент  $K_p$  определяется по формуле [4, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{gp}$$

$K_{mp}$  -определяется по формуле[4,с. 362]

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Где:  $\sigma_B = 750$  МПа -фактический параметр

$n = 0,75$  – определены по табл. 9 [4,с. 362]

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1,0$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{gp} = 1,0 \times 1,08 \times 1,0 \times 1 \times 0,87 = 0,94$$

Силы резания

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 2.02^1 \times 0,3^{0,75} \times 210^{-0,15} \times 0,94 = 1034,4 \text{ Н}$$

Мощность привода главного движения: [4,с. 371]

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1034,4 \times 210}{1020 \cdot 60} = 3,54 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{pp} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,37}{0,75} = 4,73 \text{ кВт},$$

Мощность электродвигателей Токарный станок с ЧПУ СТ 16А25 = 7,5

$$\text{кВт} > N_{pp} = 4,73 \text{ кВт}$$

II. точение поверхности (Переход A<sub>1.2</sub>)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 181] – Т15К6. Марки твердых сплавов.

Глубина резания равна среднему припуску на обработку:  $t = 1,92\text{мм}$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14. [4, ст. 366]  $S = 0,3\text{мм/об}$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$C_v=350 \quad x=0,15 \quad y=0,2 \quad m=0,2$$

$$\text{Скорость резания: } v = \frac{350}{30^{0,2} \times 1,92^{0,15} \times 0,3^{0,2}} \times 1,0 = 194\text{м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 194}{3,14 \times 74} = 800 \text{ об/мин}$$

После расчета оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания.

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [4, с. 372]:

$$C_p=300 \quad x=1,0 \quad y=0,75 \quad n=-0,15$$

Коэффициент  $K_p$  определяется по формуле [4, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 1,0 \times 1,08 \times 1,0 \times 1 \times 0,87 = 0,94$$

Силы резания

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 1,92^1 \times 0,3^{0,75} \times 194^{-0,15} \times 0,94 = 993,6\text{Н}$$

Мощность привода главного движения: [4,с. 371]

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{993,6 \times 194}{1020 \cdot 60} = 3,14 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,37}{0,75} = 4,18 \text{ кВт},$$

Мощность электродвигателей Токарный станок с ЧПУ СТ 16А25 =7,5

кВт >  $N_{пр} = 4,18$  кВт

### III. Точение канавку (Переход А<sub>1.4</sub>)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4,ст.181]-Т15К6.Марки твердых сплавов.

Глубина резания равна среднему припуску на обработку:  $t=4,5$ мм

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14. [4,ст.366]  $S=0,3$ мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$C_v=350 \quad x=0,15 \quad y=0,2 \quad m=0,2$$

$$\text{Скорость резания: } v = \frac{350}{30^{0,2} \times 4,57^{0,15} \times 0,3^{0,2}} \times 1,0 = 137 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 137}{3,14 \times 74} = 600 \text{ об/мин}$$

После расчета оборотов шпинделя,рассчитываем главную составляющую сил резания.

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [4, с. 372]:

$$C_p=300 \quad x=1,0 \quad y=0,75 \quad n=-0,15$$

Коэффициент  $K_p$  определяется по формуле [4,с. 371]:

$$K_p=K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad 1,0 \times 1,08 \times 1,0 \times 1 \times 0,87=0,94$$

Силы резания

$$P_z=10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p=10 \times 300 \times 4,57^1 \times 0,3^{0,75} \times 137^{-0,15} \times 0,94=2494,5 \text{ Н}$$

Мощность привода главного движения: [4, с. 371]

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2494,5 \times 137}{1020 \cdot 60} = 5,21 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{5,21}{0,75} = 6,94 \text{ кВт},$$

Мощность электродвигателей Токарный станок с ЧПУ СТ 16А25 = 7,5

кВт >  $N_{пр} = 6,94$  кВт

IV:Центрование (переход А1.5)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4,ст.178]-Т15К6.Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания:  $t=0,5D=0,5 \times 9=4,5$  мм

Полача:  $S = 0,1$  мм/об

Скорость резания по формулу: [4,ст.381]

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

коэффициенты  $C_v=7,0$   $q=0,4$   $y=0,7$   $m=0,2$  по табл.38 [4,ст. 383]

$T=25$  по табл.38 [4,ст. 384]

$$K_V = K_{M_V} \times K_{IV} \times K_{IV} = 0,85 \times 1 \times 1 = 0,85 [4, \text{ст. 385}]$$

$$v = \frac{7 \times 6,3^{0,4}}{25^{0,2} \times 0,1^{0,7}} \times 0,85 = 33 \text{ мм/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 33}{3,14 \times 6,3} = 1600 \text{ об/мин}$$

Крутящий момент [4,ст.385]

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \times 0,012 \times 6,3^{2,2} \times 0,1^{0,7} \times 1 = 0,4 \text{ Н} \cdot \text{М}$$

Осевая сила [4,ст.385]

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \times 42 \times 6,3^{2,2} \times 0,1^{0,7} \times 1 = 4806 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{M_{кр} \times n}{9750} = \frac{0,4 \times 1600}{9750} = 0,07 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,07}{0,75} = 0,1 \text{ кВт}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант

$$\eta = 0,75$$

Мощность электродвигателей Токарный станок с ЧПУ СТ 16А25 = 7,5

$$\text{кВт} > N_{пр} = 0,1 \text{ кВт}$$

V:Сверление отверстия (переход А1.6)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с

рекомендациями [4, ст. 178] - P6M5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания:  $t=0,5D=0,5 \times 30=15\text{мм}$

Полача:  $S = 0,1\text{мм/об}$

Скорость резания по формулу: [4, ст. 381]

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

коэффициенты  $C_v=7,0$   $q=0,4$   $y=0,7$   $m=0,2$  по табл. 38 [4, ст. 383]

$T = 25$  по табл. 38 [4, ст. 384]

$K_v = K_{Mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} = 0,85 \times 1 \times 1 = 0,85$  [4, ст. 385]

$$v = \frac{7 \times 30^{0,4}}{25^{0,2} \times 0,1^{0,7}} \times 0,85 = 61\text{м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 61}{3,14 \times 30} = 650\text{об/мин}$$

Крутящий момент [4, ст. 385]

$M_{кр} = 10 \times C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \times 0,0345 \times 30^2 \times 0,1^{0,8} \times 1 = 49,1\text{Н} \cdot \text{М}$

Осевая сила [4, ст. 385]

$$P_0 = 10 \times C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \times 68 \times 30^1 \times 0,06^{0,7} \times 1 = 284,58\text{Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{M_{кр} \times n}{9750} = \frac{49,1 \times 650}{9750} = 3,27\text{кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{3,27}{0,75} = 4,36 \text{ кВт}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$

Мощность электродвигателей Токарный станок с ЧПУ СТ 16А25  
 $= 7,5 \text{ кВт} > N_{np} = 4,36 \text{ кВт}$

VI Внутришлифовальная операция (переход D<sub>3.1</sub> D<sub>4.1</sub>)

Диаметр D=41мм. C<sub>N</sub>=0,36 r=0,35

t=0,403125мм x=0,4 y=0,4 q=0,3

S=0,03мм/об v=20м/мин

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 20}{3,14 \times 41} = 150 \text{ об/мин}$$

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot S^y \cdot d^q = 0,36 \times 20^{0,35} \times 0,03^{0,4} \times 0,403125^{0,4} \times 41^{0,3} \\ = 2,17 \text{ кВт}$$

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,17}{0,75} = 2,89 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателей Внутришлифовальный станок 2К227А  
 $= 9,2 \text{ кВт} > N_{np} = 2,89 \text{ кВт}$

VII Круглошлифовальная операция (переход D<sub>5.1</sub>)

Диаметр D=65мм. C<sub>N</sub>=1,3 r=0,75

t=0.6685мм x=0,24 y=0,7 q=0,4

$$S=0.03\text{мм/об} \quad v=30\text{м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 30}{3,14 \times 65} = 150\text{об/мин}$$

$$N = C_N \times V_3^r \times t^x \times S^y \times d^q = 1,3 \times 30^{0,75} \times 0,6685^{0,24} \times 0,03^{0,7} \times 65^{0,4} \\ = 4,87\text{кВт}$$

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,17}{0,75} = 6,49\text{кВт}$$

Мощность электродвигателей Круглошлифовальный станок с ЧПУ ЛШ120СФ3  
 $=7,5 \text{ кВт} > N_{\text{пр}} = 6,49 \text{ кВт}$

### 1.13 Расчет основного времени

Время основного определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L_{\text{рх}} \cdot i}{n \cdot S}, \text{ МИН} \quad (1.10)$$

Где:  $L_{\text{рх}}$  -расчётная длина обработки, мм;

$i$  - число рабочих ходов;

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

$S$  - подача, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L_{\text{рх}} = l + l_{\text{подв}} + l_{\text{про}} \quad (1.11)$$

Где:  $l$  - длина резания, равна развернутой длинеобрабатываемого профиля,  
 мм

$l_{подв}$  - Величина подвода инструмента

$l_{про}$  - перебег резца , мм

Вспомогательное время определяем по формуле;

$$T_{всп.} = T_{уст.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из} \quad (1.12)$$

Где:  $T_{уст.}$  - время на установку и снятие детали;

$T_{з.о.}$  - время на закрепление и открепление детали;

$T_{уп}$  - время на управление станком;

$T_{из}$  - время на измерение детали.

Оперативное время:  $T_{опре.} = T_o + T_B$  (1.13)

Время на обслуживание и отдых:  $T_{о.о} = 15\% \times T_{опре.}$  (1.14)

Штучное время определяем по формуле:

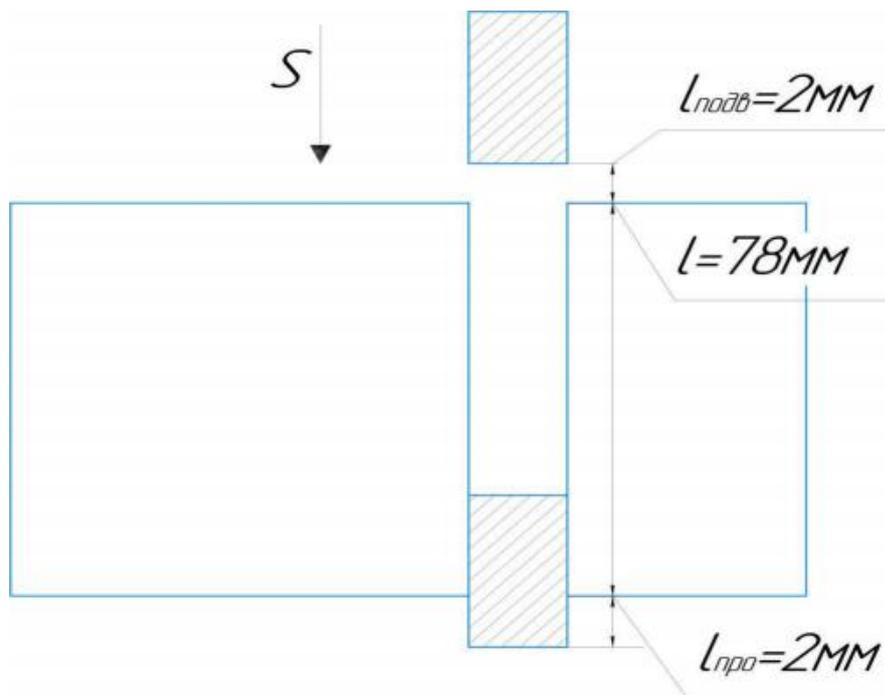
$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{о.о} \quad (1.15)$$

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени  $T_{шт.к.}$

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{шт.}}{n} + T_{шт} \quad (1.16)$$

где n- количество деталей.

Заготовительная операция 05



$$T_0 = \frac{L_{px} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{78 + 2 + 2}{25} 3,28 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,2 + 0,4 + 0,24 + 0,14 = 0,98 \text{ мин}$$

$$T_{опре.} = 3,28 + 0,98 = 4,26 \text{ мин}$$

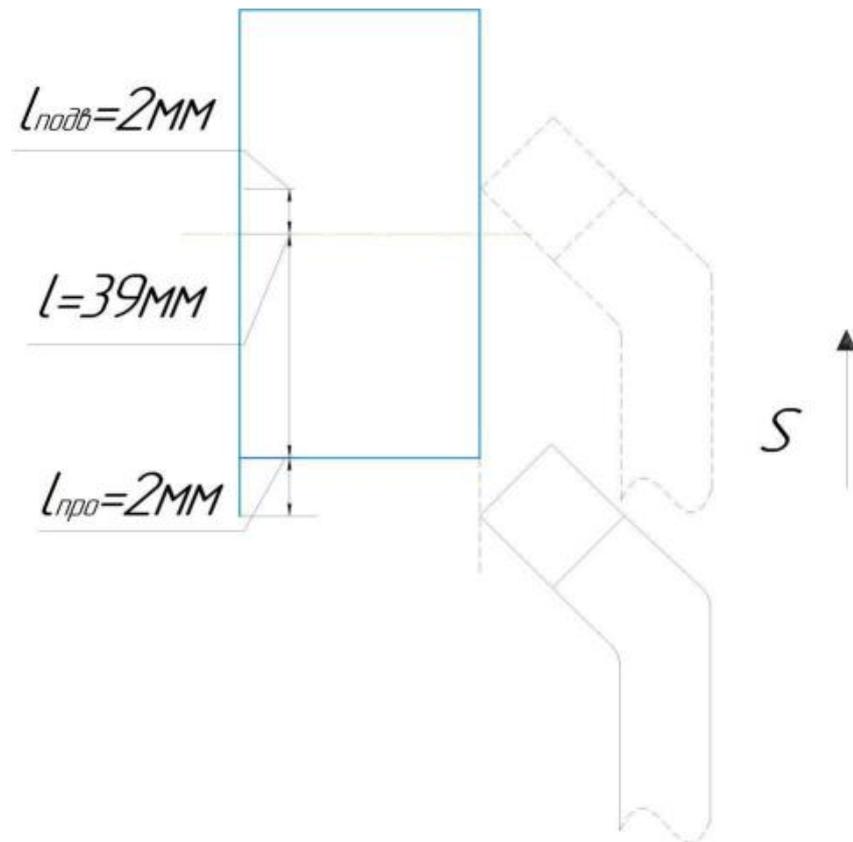
$$T_{o.o} = 15\% \times 4,26 = 0,639 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 3,28 + 0,98 + 0,639 = 4,899 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{шт.к2} = \frac{12}{1000} + 3,28 + 0,98 + 0,639 = 4,911 \text{ мин}$$

Токарная операция 10 переход А<sub>1.1</sub> подрезать торец



$$T_0 = \frac{L_{px} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(39 + 2 + 2) \times 1}{0,3 \times 900} = 0,16 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

$$T_{опре.} = 0,16 + 0,575 = 0,735 \text{ мин}$$

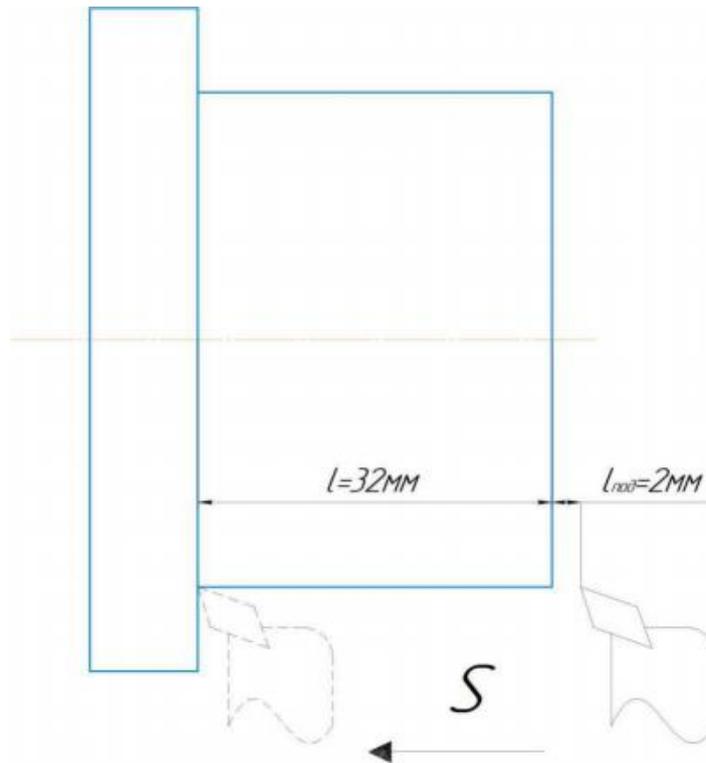
$$T_{o.o} = 15\% \times 0,735 = 0,11 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,16 + 0,575 + 0,11 = 0,845 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{шт.к2} = \frac{12}{1000} + 0,16 + 0,575 + 0,11 = 0,857 \text{ мин}$$

Переход А<sub>1.2</sub> точение поверхности



$$T_0 = \frac{L_{px} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(32 + 2) \times 1}{0,3 \times 800} = 0,14 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

$$T_{опр.} = 0,14 + 0,575 = 0,715 \text{ мин}$$

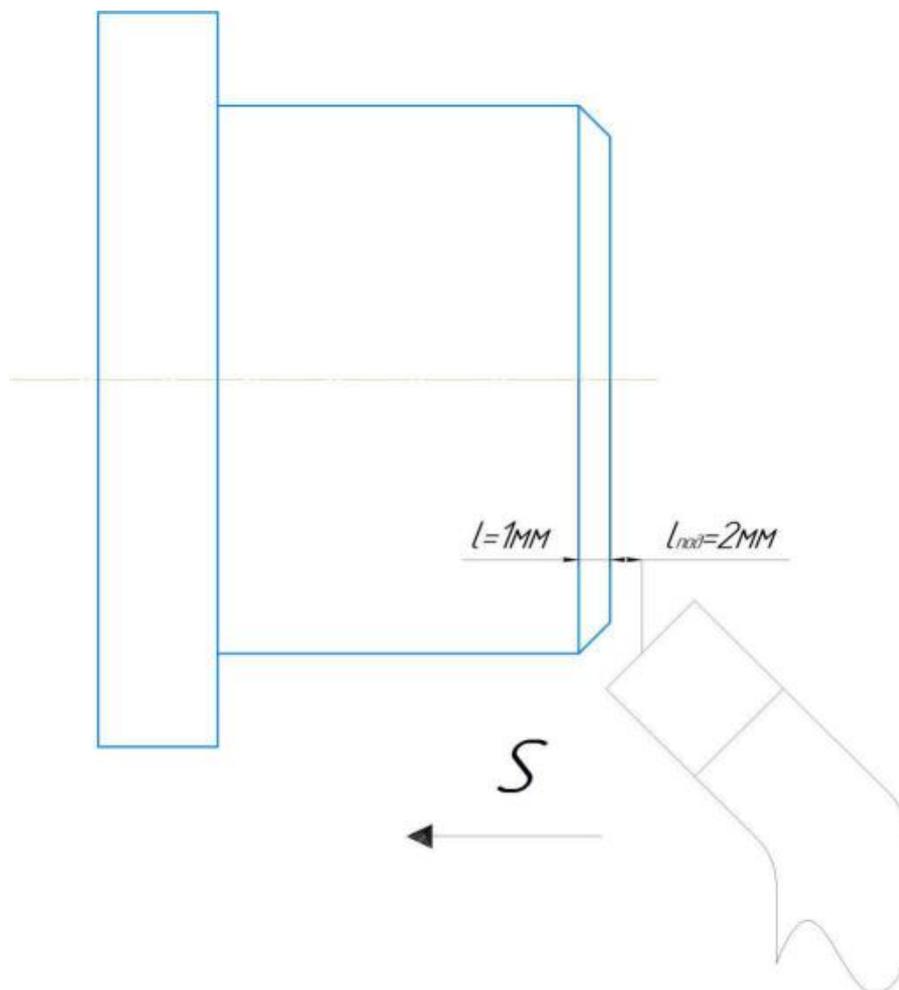
$$T_{о.о} = 15\% \times 0,715 = 0,107 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,14 + 0,575 + 0,107 = 0,822 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{шт.кз} = \frac{12}{1000} + 0,14 + 0,575 + 0,107 = 0,834 \text{ мин}$$

Переход А1.3 точение фаски



$$T_0 = \frac{L_{\text{рх}} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1 + 2) \times 1}{0,3 \times 1800} = 0,0055 \text{ мин}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

$$T_{\text{опре.}} = 0,0055 + 0,575 = 0,5805 \text{ мин}$$

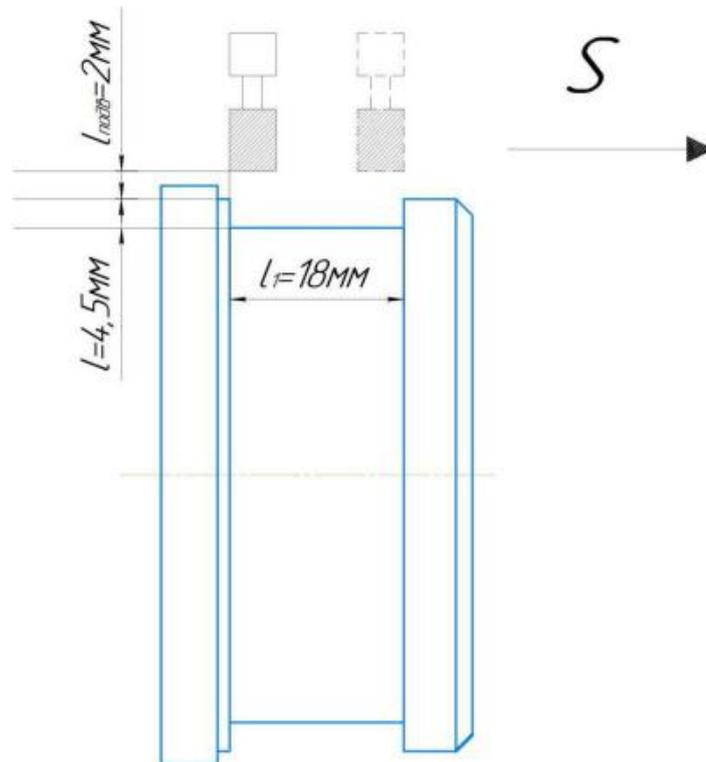
$$T_{\text{о.о}} = 15\% \times 0,5805 = 0,087075 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,0055 + 0,575 + 0,087075 = 0,76015 \text{ мин}$$

$$T_{\text{п.з}} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт.к2}} = \frac{12}{1000} + 0,0055 + 0,575 + 0,087075 = 0,77215 \text{ мин}$$

Переход А<sub>1.4</sub> точение канавку



$$T_0 = \frac{L_{px} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(4,5 + 2 + 18) \times 1}{0,3 \times 600} = 0,136 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

$$T_{опре.} = 0,136 + 0,575 = 0,711 \text{ мин}$$

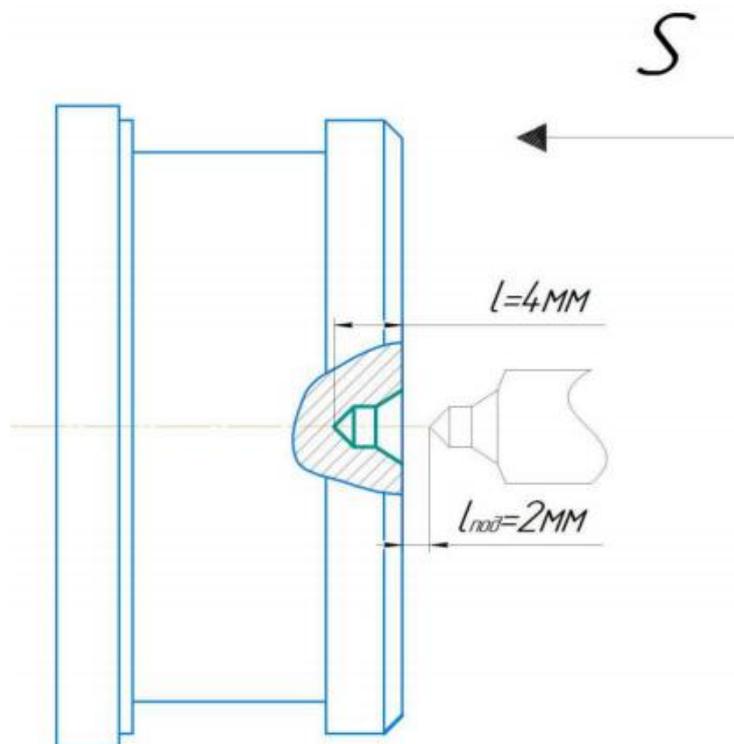
$$T_{o.o} = 15\% \times 0,711 = 0,10665 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,136 + 0,575 + 0,10665 = 0,81765 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{шт.к2} = \frac{12}{1000} + 0,136 + 0,575 + 0,10665 = 0,82965 \text{ мин}$$

Переход А1.5 Центровка поверхностей



$$T_0 = \frac{L_{px} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(4 + 2) \times 1}{0,1 \times 1600} = 0,0375 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

$$T_{опре.} = 0,0375 + 0,575 = 0,6125 \text{ мин}$$

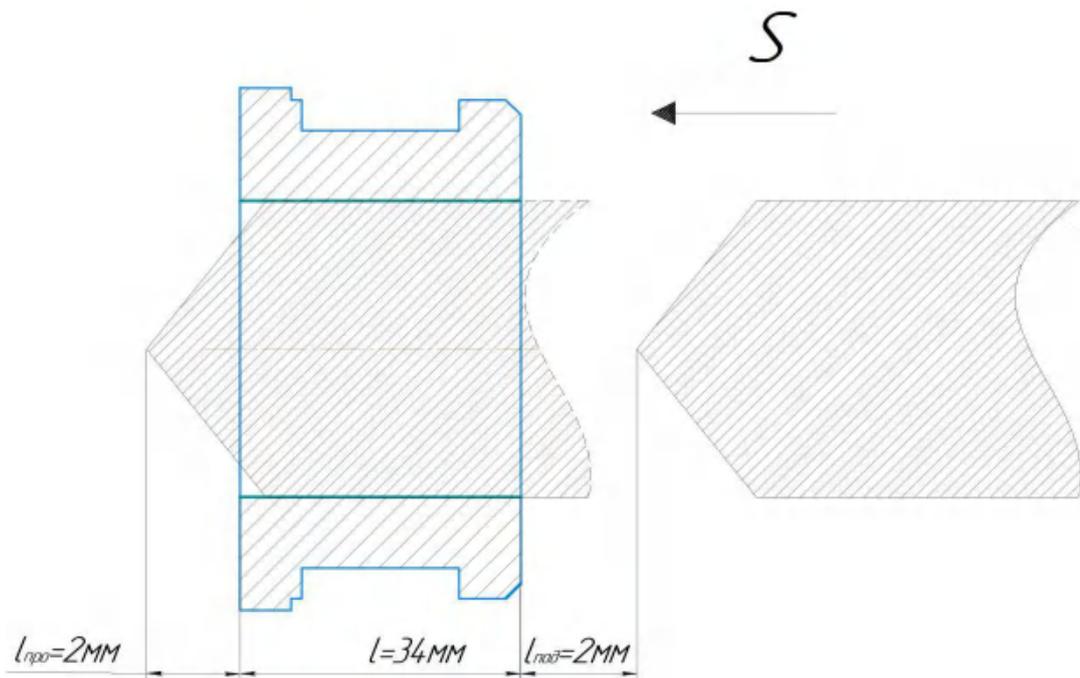
$$T_{o.o} = 15\% \times 0,6125 = 0,091875 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,0375 + 0,575 + 0,091875 = 0,704375 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{шт.к2} = \frac{12}{1000} + 0,0375 + 0,575 + 0,091875 = 0,716375 \text{ мин}$$

Переход А1.6 Сверление



$$T_0 = \frac{L_{px} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(34 + 2 + 2) \times 3}{0,1 \times 650} = 1,75 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

$$T_{опре.} = 1,75 + 0,575 = 2,325 \text{ мин}$$

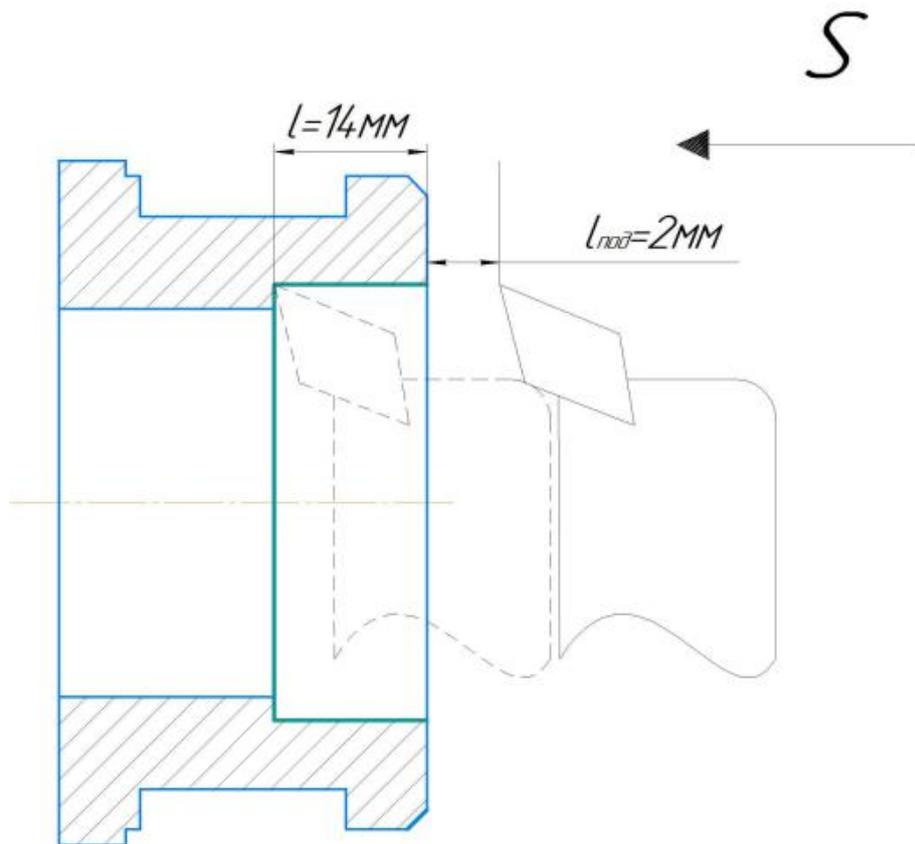
$$T_{o.o} = 15\% \times 2,325 = 0,34875 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 1,75 + 0,575 + 0,34875 = 2,67375 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{штк2} = \frac{12}{1000} + 1,75 + 0,575 + 0,34875 = 2,68575 \text{ мин}$$

Переход А<sub>1.7</sub> Точение поверхности



$$T_0 = \frac{L_{\text{рх}} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14 + 2) \times 1}{0,3 \times 650} = 0,08 \text{ мин}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

$$T_{\text{опре.}} = 0,08 + 0,575 = 0,655 \text{ мин}$$

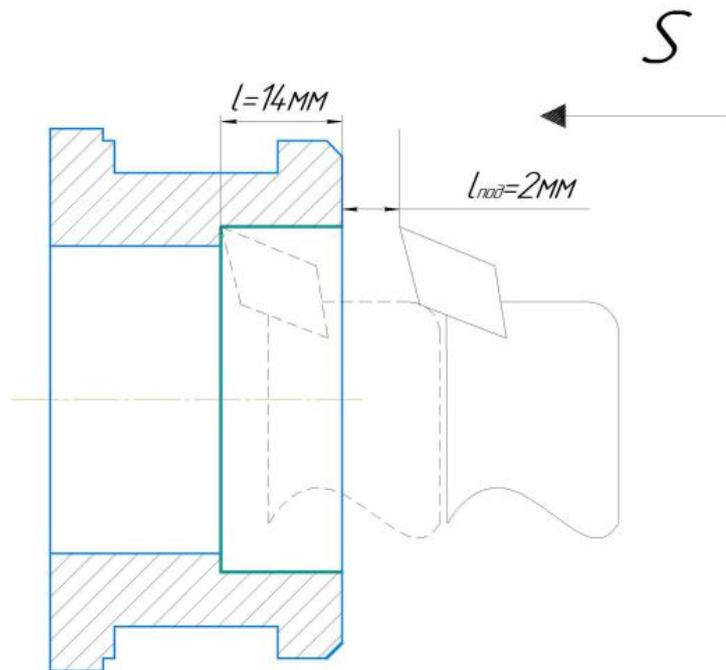
$$T_{\text{o.o}} = 15\% \times 0,655 = 0,09825 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,08 + 0,575 + 0,09825 = 0,75325 \text{ мин}$$

$$T_{\text{п.з}} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{\text{штк2}} = \frac{12}{1000} + 0,08 + 0,575 + 0,09825 = 0,76525 \text{ мин}$$

Переход А<sub>1.8</sub> Точение поверхности



$$T_0 = \frac{L_{px} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14 + 2) \times 1}{0,3 \times 650} = 0,08 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

$$T_{опре.} = 0,08 + 0,575 = 0,655 \text{ мин}$$

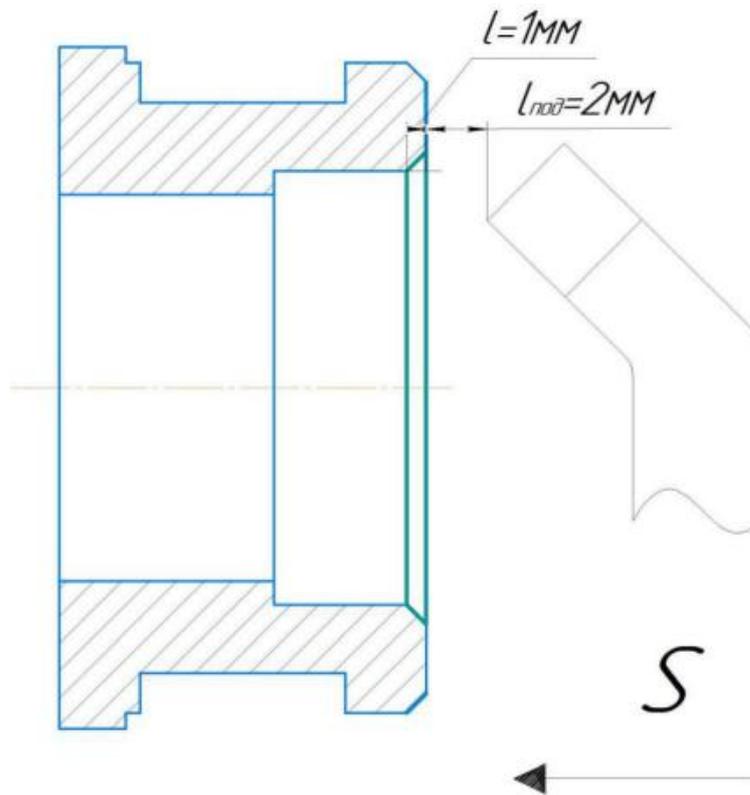
$$T_{о.о} = 15\% \times 0,655 = 0,09825 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,08 + 0,575 + 0,09825 = 0,75325 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{шт.к2} = \frac{12}{1000} + 0,08 + 0,575 + 0,09825 = 0,76525 \text{ мин}$$

Переход А<sub>1.9</sub> Точение фаски



$$T_0 = \frac{L_{\text{рх}} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1 + 2) \times 1}{0,3 \times 1800} = 0,0055 \text{ мин}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

$$T_{\text{опре.}} = 0,0055 + 0,575 = 0,5805 \text{ мин}$$

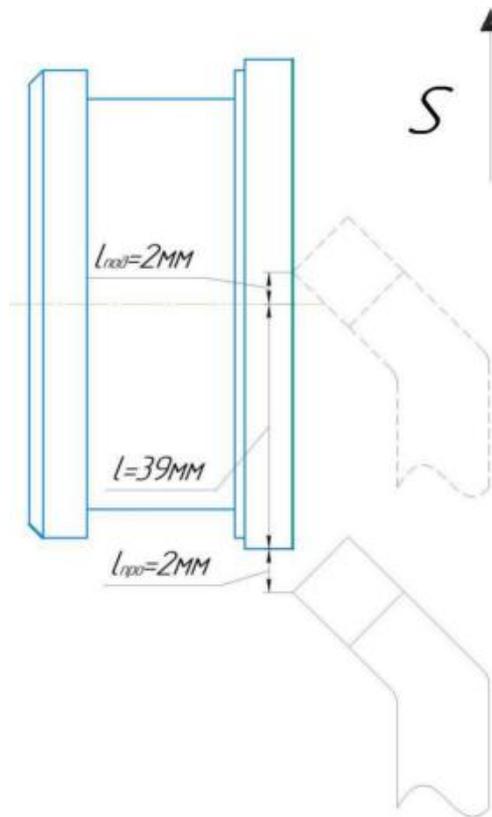
$$T_{\text{o.o}} = 15\% \times 0,5805 = 0,087075 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,0055 + 0,575 + 0,087075 = 0,76015 \text{ мин}$$

$$T_{\text{п.з}} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт.к2}} = \frac{12}{1000} + 0,0055 + 0,575 + 0,087075 = 0,77215 \text{ мин}$$

Токарная операция 15 переход  $A_{2.1}$  подрезать торец



$$T_0 = \frac{L_{px} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(39 + 2 + 2) \times 1}{0,3 \times 900} = 0,16 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

$$T_{опре.} = 0,16 + 0,575 = 0,735 \text{ мин}$$

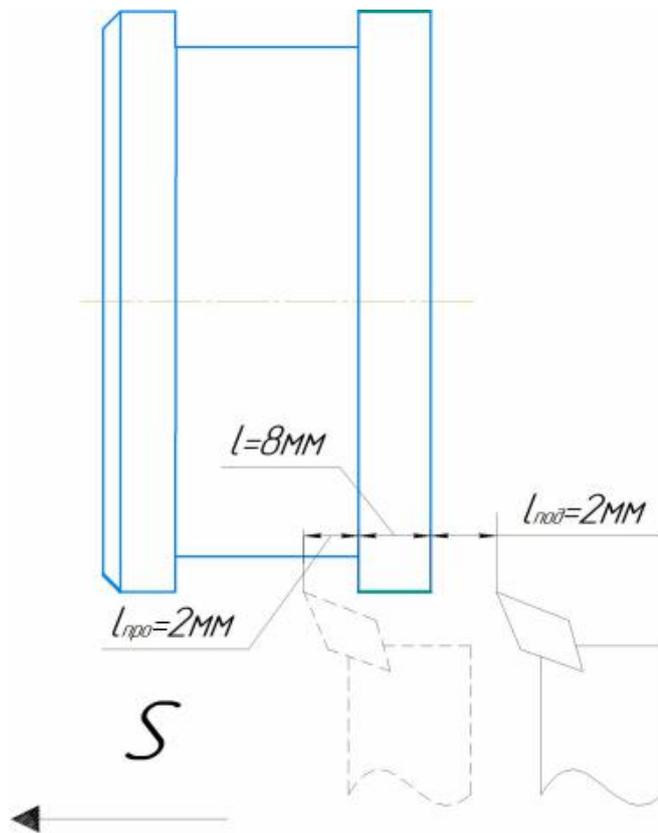
$$T_{o.o} = 15\% \times 0,735 = 0,11 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,16 + 0,575 + 0,11 = 0,845 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{шт.к2} = \frac{12}{1000} + 0,16 + 0,575 + 0,11 = 0,857 \text{ мин}$$

Переход А<sub>2.2</sub> Точение поверхности



$$T_0 = \frac{L_{\text{рх}} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(8 + 2 + 2) \times 1}{0,3 \times 800} = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

$$T_{\text{опре.}} = 0,05 + 0,575 = 0,625 \text{ мин}$$

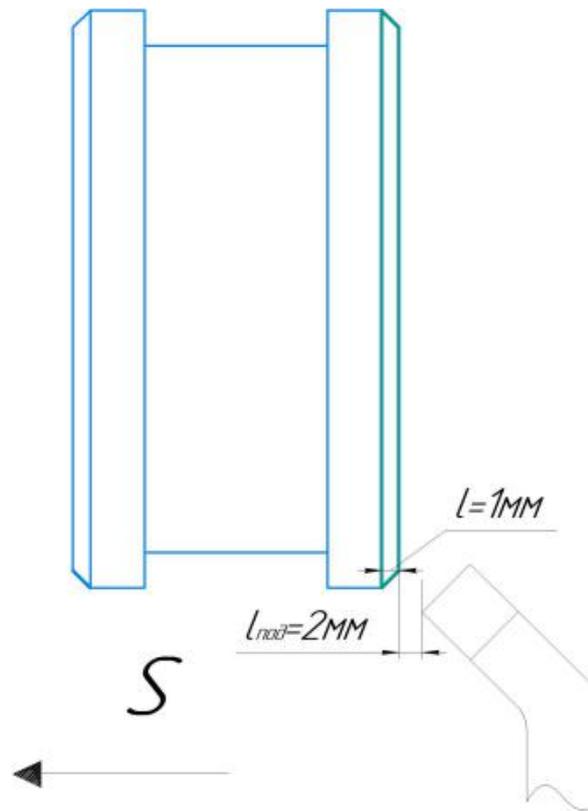
$$T_{\text{o.o}} = 15\% \times 0,625 = 0,09375 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,05 + 0,575 + 0,09375 = 0,71875 \text{ мин}$$

$$T_{\text{п.з}} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт.кз}} = \frac{12}{1000} + 0,05 + 0,575 + 0,09375 = 0,73075 \text{ мин}$$

Переход А<sub>2.3</sub> Точение фаски



$$T_0 = \frac{L_{\text{рх}} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1+2) \times 1}{0,3 \times 1800} = 0,0055 \text{ мин}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

$$T_{\text{опре.}} = 0,0055 + 0,575 = 0,5805 \text{ мин}$$

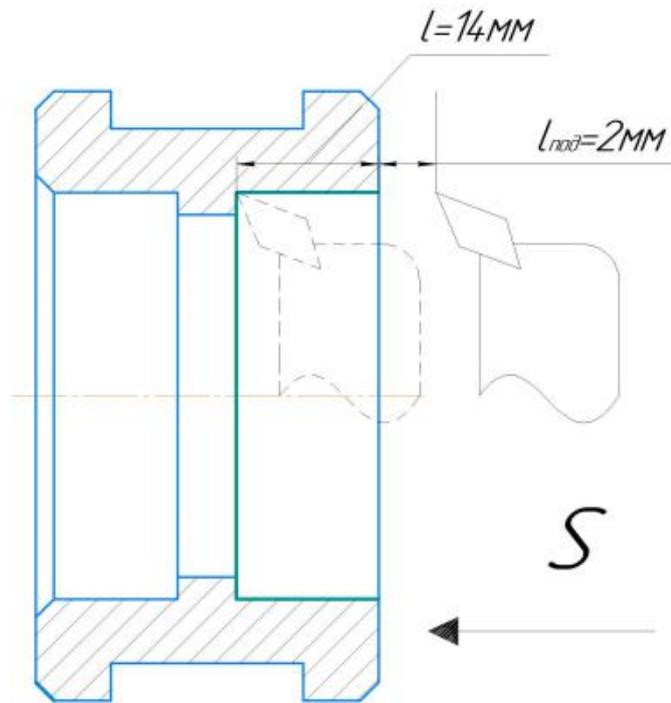
$$T_{\text{о.о}} = 15\% \times 0,5805 = 0,087075 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,0055 + 0,575 + 0,087075 = 0,76015 \text{ мин}$$

$$T_{\text{п.з}} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт.к2}} = \frac{12}{1000} + 0,0055 + 0,575 + 0,087075 = 0,77215 \text{ мин}$$

Переход А<sub>2.4</sub> Точение поверхности



$$T_0 = \frac{L_{px} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14 + 2) \times 1}{0,3 \times 650} = 0,08 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

$$T_{опре.} = 0,08 + 0,575 = 0,655 \text{ мин}$$

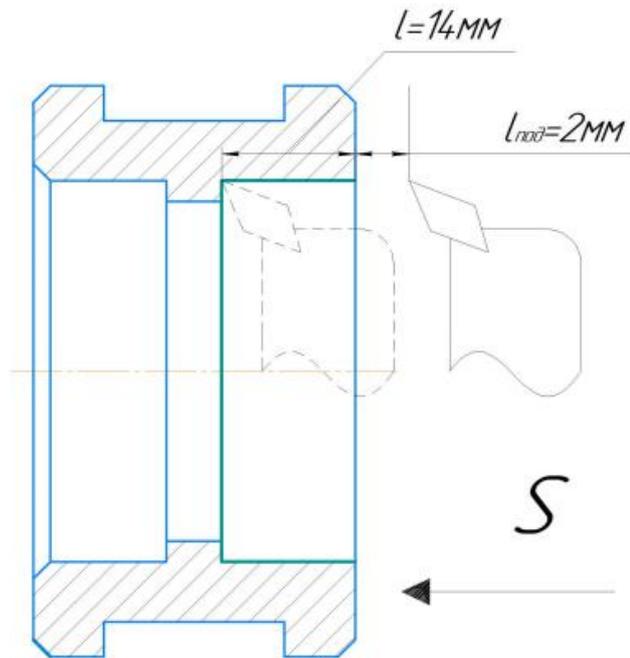
$$T_{о.о} = 15\% \times 0,655 = 0,09825 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,08 + 0,575 + 0,09825 = 0,75325 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{штк2} = \frac{12}{1000} + 0,08 + 0,575 + 0,09825 = 0,76525 \text{ мин}$$

Переход А<sub>2.5</sub> Точение поверхности



$$T_0 = \frac{L_{px} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14 + 2) \times 1}{0,3 \times 650} = 0,08 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

$$T_{опре.} = 0,08 + 0,575 = 0,655 \text{ мин}$$

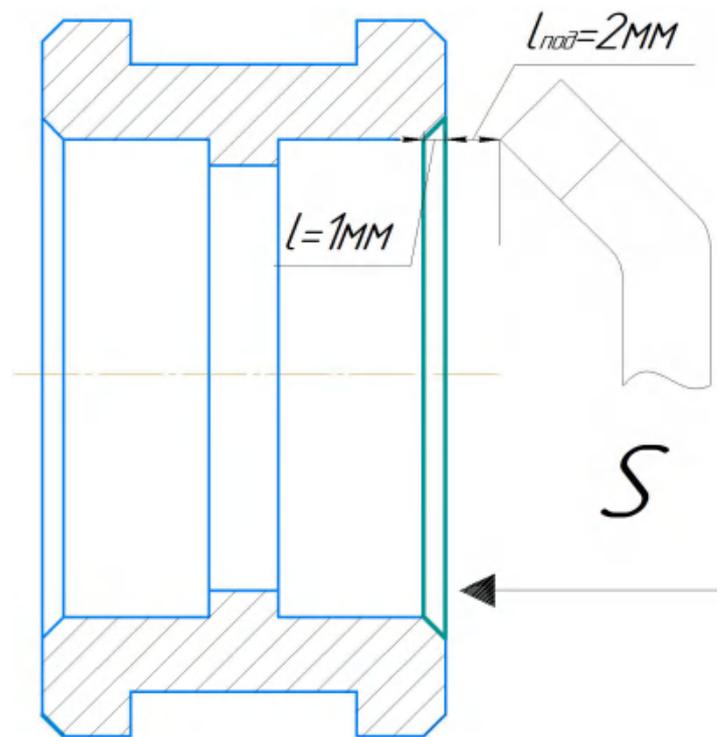
$$T_{o.o} = 15\% \times 0,655 = 0,09825 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,08 + 0,575 + 0,09825 = 0,75325 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{шт.к2} = \frac{12}{1000} + 0,08 + 0,575 + 0,09825 = 0,76525 \text{ мин}$$

Переход А<sub>2.6</sub> Точение фаски



$$T_0 = \frac{L_{\text{рх}} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1 + 2) \times 1}{0,3 \times 1800} = 0,0055 \text{ мин}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

$$T_{\text{опре.}} = 0,0055 + 0,575 = 0,5805 \text{ мин}$$

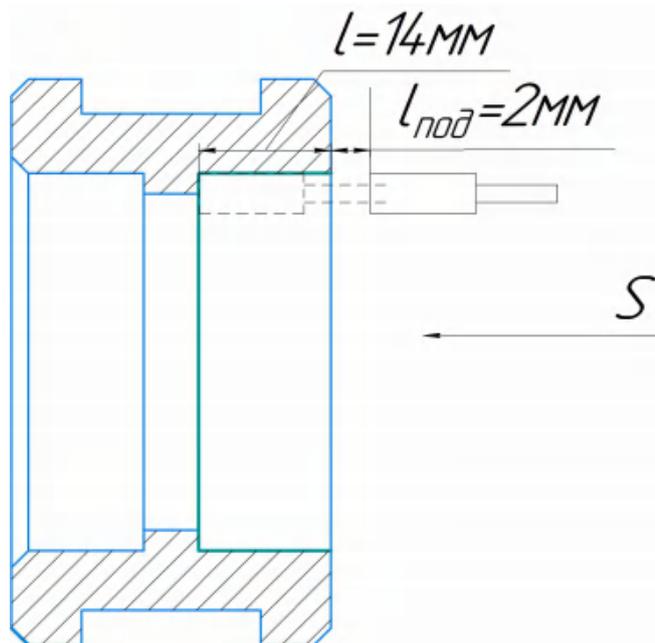
$$T_{\text{o.o}} = 15\% \times 0,5805 = 0,087075 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,0055 + 0,575 + 0,087075 = 0,76015 \text{ мин}$$

$$T_{\text{п.з}} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт.к2}} = \frac{12}{1000} + 0,0055 + 0,575 + 0,087075 = 0,77215 \text{ мин}$$

Внутришлифовальная операция 20 переход А<sub>3.1</sub>



$$T_0 = \frac{L_{px} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14 + 2) \times 1}{0,03 \times 150} = 3,56 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,3 + 0,24 + 0,22 + 1,2 = 1,96 \text{ мин}$$

$$T_{опре.} = 3,56 + 1,96 = 5,52 \text{ мин}$$

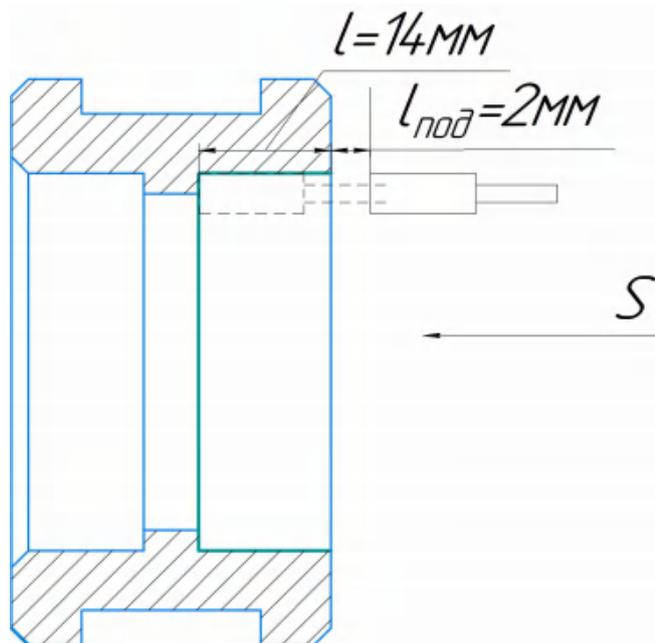
$$T_{o.o} = 15\% \times 5,52 = 0,828 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 3,56 + 1,96 + 0,828 = 6,348 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{шт.к2} = \frac{12}{1000} + 3,56 + 1,96 + 0,828 = 6,36 \text{ мин}$$

Внутришлифовальная операция 25 переход А<sub>4.1</sub>



$$T_0 = \frac{L_{\text{рх}} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14 + 2) \times 1}{0,03 \times 150} = 3,56 \text{ мин}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,3 + 0,24 + 0,22 + 1,2 = 1,96 \text{ мин}$$

$$T_{\text{опре.}} = 3,56 + 1,96 = 5,52 \text{ мин}$$

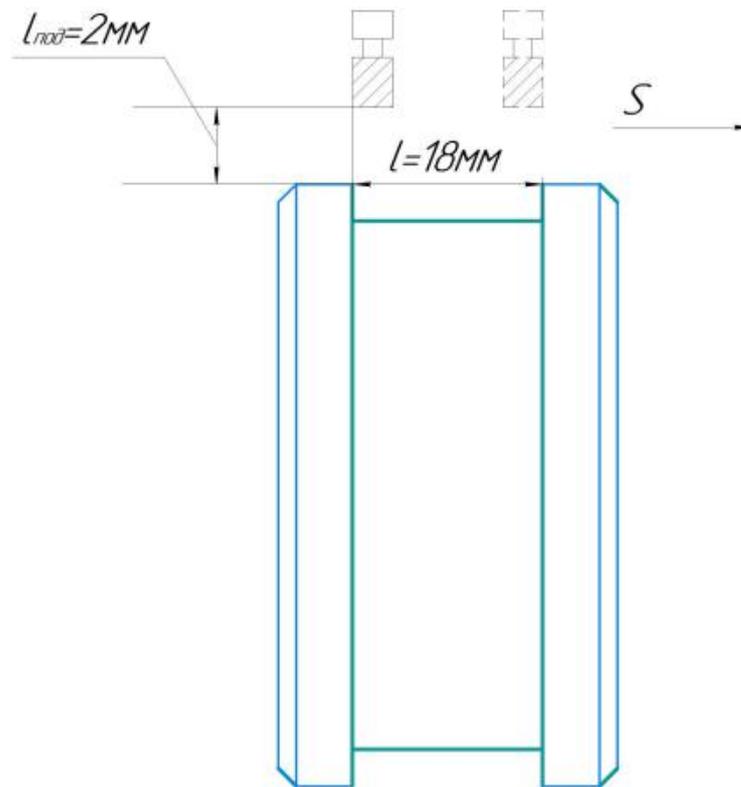
$$T_{\text{o.o}} = 15\% \times 5,52 = 0,828 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 3,56 + 1,96 + 0,828 = 6,348 \text{ мин}$$

$$T_{\text{п.з}} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт.к2}} = \frac{12}{1000} + 3,56 + 1,96 + 0,828 = 6,36 \text{ мин}$$

Круглошлифовальная операция 30 переход А5.1



$$T_0 = \frac{L_{px} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(18 + 2) \times 1}{0,03 \times 150} = 4,44 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,3 + 0,24 + 0,22 + 1,2 = 1,96 \text{ мин}$$

$$T_{опре.} = 4,44 + 1,96 = 6,4 \text{ мин}$$

$$T_{о.о} = 15\% \times 6,4 = 0,96 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 4,44 + 1,96 + 0,96 = 7,36 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{штк2} = \frac{12}{1000} + 4,44 + 1,96 + 0,96 = 7,372 \text{ мин}$$

## 2.КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Анализ данных данные и разработка задания на проектирование станочного приспособления

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73 [4, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 11.

Таблица 11 – Техническое задание

| Раздел                              | Содержание раздела  |
|-------------------------------------|---|
| Наименование и область применения   | Приспособление для измерения биения.  |
| Основание для разработки            | Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «ролик».   |
| Цель и назначение разработки        | Разработанное устройство должно обеспечивать: точную установку и надежную фиксацию детали для получения точных данных о биении; простоту монтажа, крепления и демонтажа заготовки.                      |
| Документация, подлежащая разработке | Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления. |

## 2.2 Описание конструкции и работы приспособления

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки «ролик» при ее измрении.

Компоновка приспособления приведена на Рисунок 27. Сборочный чертеж приспособления приведен на формате А2

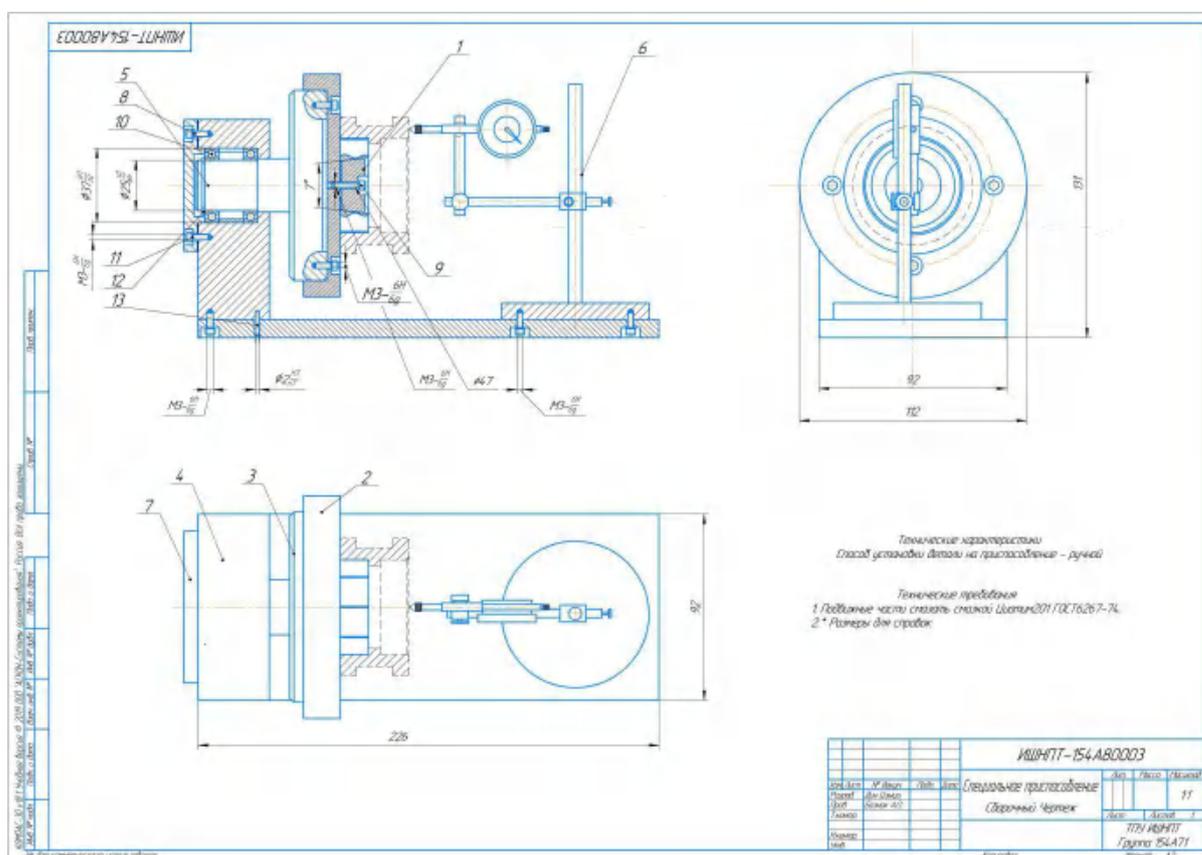


Рисунок 27 – Сборочный чертеж приспособления

Приспособление состоит из следующих частей: разжимная втулка 2, зажимный патрон 3, корпус 4, вала 5, крышка 6,плита 7,плита измерителя

8,Стержень измерителя 9,Регулируемая головка 10,показатель 11.Заготовка закрепляется с помощью разжимной оправки 2 и зажимной патрон 3.Посадка между валом 5 и подшипником 14 - переходная.Соединение между плитом 7 и корпусом 4 - винтовая переключка.Роль штифта 17 - определять положение.Крышка 6 и корпус 4 также соединены винтами, но между кожухом и коробкой есть зазор, потому что корпус должен обеспечивать, чтобы подшипник не скользил.Стпорное кольцо 16 застряло в пазу. Соединение измерительного прибора также является винтовым.Регулируемая головка 10 регулирует направление и высоту указывается.

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

Студенту:

|               |            |
|---------------|------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b> |
| 154А71        | Дин Цзыци  |

|                     |              |                              |                            |
|---------------------|--------------|------------------------------|----------------------------|
| <b>Школа</b>        | <b>ИШНПТ</b> | <b>Отделение школы (НОЦ)</b> | <b>Матриаловедение</b>     |
| Уровень образования | бакалавр     | Направление/специальность    | 15.03.01<br>Машиностроение |

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

|   |  |
|---|--|
| <i>1. 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<br>Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ |
| <i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>   | 30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 30% районный коэффициент.  |
| <i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>                                  | Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%   |

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

|   |   |
|---|---|
| <i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | Анализ конкурентных технических решений<br>SWOT-анализ                        |
| <i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>  | Планирование работ<br>Разработка графика Ганта<br>Формирование бюджета затрат |
| <i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>        | Описание потенциального эффекта   |

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

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

5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику 01.02.2021г.

**Задание выдал консультант:**

| Должность        | ФИО                           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата         |
|------------------|-------------------------------|---------------------------|---------|--------------|
| Доцент ОСГН,ШБИП | Былкова Татьяна<br>Васильевна | Канд.экон.<br>наук        |         | 01.02.2021г. |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО       | Подпись | Дата         |
|--------|-----------|---------|--------------|
| 154A71 | Дин Цзыци |         | 01.02.2021г. |

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

#### **3.1. Общая информация**

Цель данной ВКР – Массовое производство ликов, использование существующей технологии обработки для разработки маршрута обработки и достижение точности стандарта символов.

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 результатов исследования**

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

Основными потребителями роликов являются, например, завод «Шанхай авто» («Shanghai Qiche»), «Чанчунь авто» («Changchun Qiche»). Данные завод предъявляют спрос на такие виды роликов: ролик двигателя и ролик дифференциала.

На основе таких критериев как потребности компании-клиента, качество роликов построим карту сегментирования рынка (рис. 28).

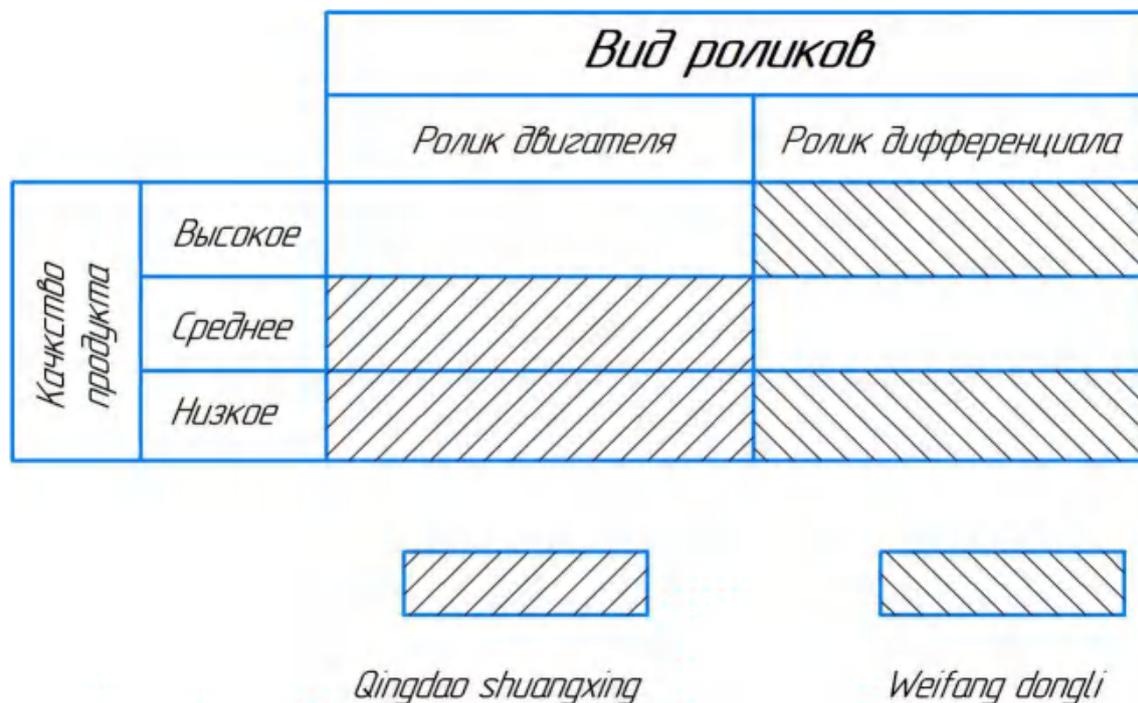


Рисунок 28 – Карта сегментирования потребителей

В приведенной карте сегментирования показано, какие ниши на рынке услуг по разработке роликов не заняты конкурентами или где уровень конкуренции низок.

### 3.3 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку

сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Представим в таблице 12 оценочную карту, где представим две конкурентных разработки.

Таблица 12 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (ролик)

| Критерии оценки  | Вес критерия | Баллы          |                 |                 | Конкуренто-способность |                 |                 |
|--|--------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|
|  |              | Б <sub>ф</sub> | Б <sub>к1</sub> | Б <sub>к2</sub> | К <sub>ф</sub>         | К <sub>к1</sub> | К <sub>к2</sub> |
| 1  | 2            | 3              | 4               | 5               | 6                      | 7               | 8               |
| <b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>                                  |              |                |                 |                 |                        |                 |                 |
| 1. Простота изготовления   | 0,1          | 5              | 3               | 4               | 0,5                    | 0,3             | 0,4             |
| 2.Безопасность   | 0,14         | 5              | 2               | 3               | 0,7                    | 0,28            | 0,42            |
| 3.Надежность   | 0,18         | 4              | 3               | 3               | 0,72                   | 0,54            | 0,54            |
| 4. Технология обработки ролика   | 0,14         | 4              | 4               | 3               | 0,56                   | 0,56            | 0,42            |
| 5. Метод устранения шероховатостей ролика  | 0,05         | 3              | 5               | 4               | 0,15                   | 0,25            | 0,2             |
| 6. Место нахождение завода по производству роликов (относительно основных потребителей). | 0,05         | 5              | 5               | 5               | 0,25                   | 0,25            | 0,25            |
| 7. Стабильность соединения с подложкой   | 0,08         | 4              | 4               | 4               | 0,32                   | 0,32            | 0,32            |
| <b>Экономические критерии оценки эффективности</b>                                       |              |                |                 |                 |                        |                 |                 |
| 1. Цена сырья  | 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 конкурентных товаров и разработок                   | 0,08         | 5              | 4               | 4               | 0,4                    | 0,32            | 0,32            |
| <b>Итого</b>   | <b>1</b>     | <b>43</b>      | <b>38</b>       | <b>37</b>       | <b>4,32</b>            | <b>3,6</b>      | <b>3,47</b>     |

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 1, подобраны, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

### 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, составим матрицу SWOT, в которой представим слабые и сильные стороны проекта, возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Матрица SWOT-анализа

| <b>Сильные стороны</b>                                   | <b>Слабые стороны</b>   |
|--|---|
| С1. Низкая цена исходного сырья.                         | Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.             |
| С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции. | Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования. |

|  |   |
|--|---|
| С3. Простые этапы обработки                                | Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.          |
| С4. Экологичность технологии.                              | Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.     |
| С5. Квалифицированный персонал.                            | Сл5. Вероятность получения брака.                                   |
| <b>Возможности</b>   | <b>Угрозы</b>   |
| В1. Использование оборудования<br>ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН. | У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.                      |
| В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.   | У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок. |
| В3. Внедрение технологии в автомобильная промышленность    |   |
| В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.          |   |

На втором этапе на основании матрицы SWOT построим интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 14 – 17.

Таблица 14 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

| <b>Сильные стороны проекта</b>   |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| <b>Возможность<br/>и проекта</b> |    | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|                                  | B1 | -  | -  | -  | -  | -  |
|                                  | B2 | -  | +  | +  | -  | -  |
|                                  | B3 | -  | +  | -  | +  | -  |
|                                  | B4 | +  | +  | -  | -  | -  |

Таблица 15 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

| <b>Слабые стороны проекта</b>    |    |     |     |     |     |     |
|----------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Возможность<br/>и проекта</b> |    | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 | Сл5 |
|                                  | B1 | -   | -   | +   | +   | +   |
|                                  | B2 | -   | -   | -   | -   | -   |
|                                  | B3 | -   | -   | -   | -   | -   |
|                                  | B4 | -   | -   | -   | -   | -   |

Таблица 16 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

| <b>Сильные стороны проекта</b> |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| <b>Угрозы<br/>проекта</b>      |    | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|                                | У1 | -  | +  | -  | -  | -  |
|                                | У2 | -  | +  | -  | -  | -  |

Таблица 17 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

| <b>Слабые стороны проекта</b> |    |     |     |     |     |     |
|-------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Угрозы<br/>проекта</b>     |    | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 | Сл5 |
|                               | У1 | -   | -   | -   | +   | +   |
|                               | У2 | -   | -   | -   | -   | -   |

Представим итоговую матрицу SWOT (таблица 18)

Таблица 18 - Итоговая таблица SWOT-анализа

|  | <b>Сильные стороны<br/>научно-исследовательского<br/>проекта</b> | <b>Слабые стороны<br/>научно-исследовательского<br/>проекта</b> |
|--|--|---|
|  | С1. Низкая цена исходного сырья.<br>С2. Высокая                  | Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих         |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | <p>трещиностойкость и ударопрочность продукции.</p> <p>С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.</p> <p>С4. Экологичность технологии</p> <p>С5. Квалифицированный персонал.</p> | <p>научных исследований.</p> <p>Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.</p> <p>Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.</p> <p>Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.</p> <p>Сл5. Вероятность получения брака.</p> |
| <p><b>Возможности</b></p> <p>В1.</p> <p>Использование оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН.</p> | <p><b>Направления развития</b></p> <p>В2С2С3. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции позволяет расширить спрос, использование новейшей</p>  | <p><b>Сдерживающие факторы</b></p> <p>В1Сл3Сл4Сл5.</p> <p>Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований,</p>  |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.</p> | <p>информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки.</p>  | <p>также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.</p> |
| <p>В3. Внедрение технологии в аэрокосмической области</p>       | <p>В3С2С4. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции и экологичность технологии являются хорошим</p>   |  |
| <p>В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.</p>        | <p>основанием для внедрения технологии в аэрокосмической области.</p> <p>В4С1С2. Низкая цена исходного сырья и высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции являются основой для экспорта за рубеж и выхода на мировой рынок.</p> |  |
| <p><b>Угрозы</b></p> <p>У1. Снижение</p>                        | <p><b>Угрозы развития</b></p> <p>У1С2. Несмотря на</p>   | <p><b>Уязвимости:</b></p> <p>У1Сл4Сл5. Введение</p>                                    |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>стоимости разработок конкурентов.</p> <p>У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.</p> | <p>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>систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.</p> |
|---|--|---|

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. 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**

Результатом планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 19.

Таблица 19 – 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,<br>Научный руководитель |
| Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР) | 10    | Составление пояснительной записки   | Инженер                          |

### 3.6 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 бюджета.

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

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (3.1)$$

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

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

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (3.2)$$

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

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

$\Psi_i$  – 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 (3.3):

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

(3.3)

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

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

$k_{кал}$  – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

(3.4)

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 20.

Таблица 20 – Временные показатели проведения научного исследования

| Название работы | Трудоёмкость работ  |                     |                     | Длительность работ в рабочих днях | Длительность работ в календарных днях |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
|                 | $t_{min}$ , чел-дни | $t_{max}$ , чел-дни | $t_{ожж}$ , чел-дни |                                   |                                       |
|                 |                     |                     |                     |                                   |                                       |

|  | Исп.1 | Исп.2 | Исп.1 | Исп.2 | Исп.1 | Исп.2 | $T_{pi}$ | $T_{ki}$ |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|
| 1  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8        | 9        |
| 1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика | 2     | -     | 4     | -     | 2,8   | -     | 2,8      | 4        |
| 2. Календарное планирование выполнения ВКР                                   | 1     | 3     | 3     | 4     | 1,8   | 3,4   | 2,6      | 4        |
| 3. Обзор научной литературы  | -     | 6     | -     | 10    | -     | 7,6   | 7,6      | 11       |
| 4. Выбор методов исследования  | -     | 3     | -     | 5     | -     | 3,8   | 3,8      | 6        |
| 5. Планирование эксперимента   | 2     | 6     | 4     | 8     | 2,8   | 6,8   | 4,8      | 7        |
| 6. Подготовка образцов для эксперимента                                      | -     | 5     | -     | 7     | -     | 5,8   | 5,8      | 9        |
| 7. Проведение эксперимента   | -     | 15    | -     | 20    | -     | 17    | 17       | 25       |
| 8. Обработка полученных данных   | -     | 10    | -     | 15    | -     | 12    | 12       | 18       |
| 9. Оценка правильности полученных результатов                                | 2     | 3     | 4     | 5     | 2,8   | 3,8   | 3,3      | 5        |
| 10. Составление пояснительной записки  |       | 8     |       | 10    | -     | 8,8   | 8,8      | 13       |
| <b>Итого:</b>  | 7     | 59    | 15    | 84    | 10,2  | 69    | 68,5     | 102      |

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

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 21).

Таблица 21– Диаграмма Ганта

| №  | Вид работ   | Исп          | $T_{ki}$ ,<br>кал.<br>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<br>Исп2 | 4                         | ▨<br>■                  |   |        |      |   |   |     |   |   |        |   |   |  |  |
| 3  | Обзор научной литературы  | Исп2         | 11                        |                         | ■ |        |      |   |   |     |   |   |        |   |   |  |  |
| 4  | Выбор методов исследования  | Исп2         | 6                         |                         |   | ■      |      |   |   |     |   |   |        |   |   |  |  |
| 5  | Планирование эксперимента   | Исп1<br>Исп2 | 7                         |                         |   | ▨<br>■ |      |   |   |     |   |   |        |   |   |  |  |
| 6  | Подготовка образцов для эксперимента                                      | Исп2         | 9                         |                         |   |        | ■    |   |   |     |   |   |        |   |   |  |  |
| 7  | Проведение эксперимента   | Исп2         | 25                        |                         |   |        |      | ■ | ■ | ■   |   |   |        |   |   |  |  |
| 8  | Обработка полученных данных   | Исп2         | 18                        |                         |   |        |      |   |   |     | ■ | ■ |        |   |   |  |  |
| 9  | Оценка правильности полученных результатов                                | Исп1<br>Исп2 | 5                         |                         |   |        |      |   |   |     |   |   | ▨<br>■ |   |   |  |  |
| 10 | Составление   | Исп2         | 13                        |                         |   |        |      |   |   |     |   |   |        | ■ | ■ |  |  |

| № | Вид работ             | Исп | $T_{ki}$ ,<br>кал.<br>дн. | Продолжительность работ |   |   |      |   |   |     |   |   |     |   |   |
|---|-----------------------|-----|---------------------------|-------------------------|---|---|------|---|---|-----|---|---|-----|---|---|
|   |                       |     |                           | февр                    |   |   | март |   |   | апр |   |   | май |   |   |
|   |                       |     |                           | 1                       | 2 | 3 | 1    | 2 | 3 | 1   | 2 | 3 | 1   | 2 | 3 |
|   | пояснительной записки |     |                           |                         |   |   |      |   |   |     |   |   |     |   |   |

Примечание:



– Исп. 1 (научный руководитель),



– Исп. 2 (инженер)

### 3.7 Бюджет научно-технического исследования

#### 3.7.1. Расчет материальных затрат научно-технического исследования

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

Таблица 4.11. – Материальные затраты

| Наименование материалов               | Цена за ед., руб. | Кол-во, ед. | Сумма, руб. |
|---------------------------------------|-------------------|-------------|-------------|
| Комплекс канцелярских принадлежностей | 300               | 4           | 1 200       |
| Картридж для лазерного принтера       | 3 490             | 1           | 3 490       |
| Итого:                                |                   |             | 4690        |

#### 3.7.2. Расчет амортизации специального оборудования

При выполнении научно-исследовательского проекта использовался ПЭВМ - Asus. Срок полезного использования данного ноутбука по паспорту составляет 3 года.

Таблица 22– Затраты на оборудование

| №            | Наименование оборудования | Кол-во, шт.  | Срок полезного использования, лет | Цены единицы оборудования, тыс. руб. | Общая стоимость оборудования, тыс. руб. |
|--------------|---------------------------|--------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---|
| 1            | ПЭВМ                      | 1            | 3                                 | 40                                   | 40                                      |
| <b>Итого</b> |                           | 40 тыс. руб. |                                   |                                      |   |

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где  $n$  – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m,$$

где  $I$  – итоговая сумма, тыс. руб.;

$m$  – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим

образом:

$$A = \frac{H_{AI}}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 40000}{12} \cdot 3 = 3300 \text{ руб.}$$

### 3.7.3. Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе представим расчет заработной платы исполнителей проекта (инженера и руководителя). Для этого определим трудоемкость проекта (таблица 23).

Таблица 23 – Баланс рабочего времени исполнителей

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

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

$$Z_{осн} = Z_{он} \cdot T_p, \quad (3.5)$$

где  $Z_{он}$  – среднедневная заработная плата, руб.;  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 4.13).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$z_{\text{он}} = \frac{z_m \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{50000 \cdot 10,3}{246} = 2093,5 \text{ руб.}, \quad (3.6)$$

где  $z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;  $F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

– при отпуске в 56 раб. дней –  $M = 10,3$  месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$z_{\text{он}} = \frac{z_m \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{46200 \cdot 11,2}{213} = 2429,3 \text{ руб.} \quad (3.7)$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$z_m = z_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) k_p = 37200 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 72540 \text{ руб} \quad (3.8)$$

– для инженера:

$$z_m = z_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) k_p = 22000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 42900 \text{ руб.}, \quad (3.9)$$

где  $z_{\text{мс}}$  – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;  $k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равен 0,3;  $k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;  $k_p$  – районный коэффициент, равен 30% (для г. Томска).

Таблица 24 – Результаты расчета основной заработной платы исполнителей

| Исполнители<br>НИ | $z_{\text{мс}}, \text{руб}$ | $k_{\text{пр}}$ | $k_{\text{д}}$ | $k_p$ | $z_m, \text{руб}$ | $z_{\text{он}}, \text{руб}$ | $T_p, \text{раб.дн.}$ | $z_{\text{осн}}, \text{руб}$ |
|-------------------|-----------------------------|-----------------|----------------|-------|-------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Руководитель      | 37200                       | 0,3             | 0,2            | 1,3   | 72540             | 2093,5                      | 13,5                  | 28262,3                      |
| Инженер           | 22000                       | 0,3             | 0,2            | 1,3   | 42900             | 2429,3                      | 68,5                  | 166407,1                     |
| Итого:            |                             |                 |                |       |                   |                             |                       | 194669,2                     |

Представим расчет дополнительной заработной платы:

– для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 28262,3 = 4239,3 \text{ руб.} \quad (3.10)$$

– для инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 166407,1 = 24691,1 \text{ руб.}, \quad (3.11)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

#### 3.7.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{внеб} (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \cdot (28262,3 + 4239,3) = 9750,48 \text{ руб.} \quad (3.12)$$

– для инженера:

$$Z_{доп} = k_{внеб} (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \cdot (166407,1 + 24691,1) = 57329,5 \text{ руб.}, \quad (3.13)$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

#### 3.7.5. Накладные расходы

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

Таблица 25 – Группировка затрат по статьям

| Статьи      |                  |                           |                                 |                                |                              |
|-------------|------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 1           | 2                | 3                         | 4                               | 5                              | 6                            |
| Амортизация | Сырье, материалы | Основная заработная плата | Дополнительная заработная плата | Отчисления на социальные нужды | Итого без накладных расходов |
| 3300        | 4690             | 194669,2                  | 28935,4                         | 67079,9                        | 298674,5                     |

Величина накладных расходов определяется по формуле (3.14):

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей} \div 5) \cdot k_{np}, \quad (3.14)$$

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

Таблица 26 – Группировка затрат по статьям

| № | Наименование статьи  | Сумма, руб.    |          |          |
|---|--|----------------|----------|----------|
|   |  | Текущий Проект | Исп.2    | Исп.3    |
| 1 | Материальные затраты НИР                                     | 4690           | 4626,3   | 4669     |
| 2 | Затраты на специальное оборудование                          | 43300          | 40392    | 45236    |
| 3 | Затраты по основной заработной плате исполнителей темы       | 194669,2       | 193681,6 | 189124,6 |
| 4 | Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 28935,4        | 28935,4  | 28935,4  |

|                   |                                  |          |          |          |
|-------------------|----------------------------------|----------|----------|----------|
| 5                 | Отчисления во внебюджетные фонды | 67079,9  | 67079,9  | 67079,9  |
| 6                 | Накладные расходы                | 48687    | 54192    | 54192    |
| Бюджет затрат НИР |                                  | 386361,5 | 388907,2 | 389236,9 |

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

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве аналогов данной НИР рассмотрены:

1) Просветляющие покрытия на основе CVD алмаза для германиевой ИК-оптики;

2) Композиционные материалы на основе ZrC-BN, структура и свойства.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.1)$$

где  $I_{\text{финр}}^{исп.i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

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

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 386361,5$  руб,  $\Phi_{\text{исп.2}} = 388907,2$  руб,  $\Phi_{\text{исп.3}} = 389236,9$  руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тех.пр}} = \frac{\Phi_{\text{тех.пр}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{386361,5}{389236,9} = 0,92$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{388907,2}{389236,9} = 0,99$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{389236,9}{389236,9} = 1$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

**Интегральный показатель ресурсоэффективности** вариантов выполнения НИР ( $I_{pi}$ ) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 27).

Таблица 27 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

| исследования | Объект   | Весовой коэффициент параметра | Текущий проект | Исп.2 | Исп.3 |
|--------------|----------|-------------------------------|----------------|-------|-------|
|              | Критерии |                               |                |       |       |
|              |          |                               |                |       |       |

|   |      |      |     |      |
|---|------|------|-----|------|
| 1. Безопасность при использовании установки | 0,15 | 4    | 4   | 4    |
| 2. Стабильность работы                      | 0,2  | 4    | 4   | 5    |
| 3. Технические характеристики               | 0,2  | 5    | 3   | 4    |
| 4. Механические свойства                    | 0,3  | 5    | 4   | 3    |
| 5. Материалоёмкость                         | 0,15 | 5    | 4   | 5    |
| ИТОГО                                       | 1    | 4,65 | 3,8 | 4,05 |

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

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

$$I_{p2} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,3 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 3,80;$$

$$I_{p3} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,3 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 = 4,05.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}} \quad (20)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,65}{0,90} = 5,18, \quad I_{исп.2} = \frac{3,8}{0,91} = 4,18, \quad I_{исп.3} = \frac{4,05}{1} = 4,05.$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 4.18).

Таблица 28 – Сравнительная эффективность разработки

| №<br>п/п | Показатели                         | Текущий проект | Исп.2 | Исп.3 |
|----------|------------------------------------|----------------|-------|-------|
| 1        | Интегральный финансовый показатель | 0,92           | 0,99  | 1     |

|   |   |      |      |      |
|---|---|------|------|------|
|   | разработки  |      |      |      |
| 2 | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 4,65 | 3,8  | 4,05 |
| 3 | Интегральный показатель эффективности                   | 5,18 | 4,18 | 4,05 |
| 4 | Сравнительная эффективность вариантов исполнения        | 1    | 0,81 | 0,78 |

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

### **Выводы по разделу**

В результате выполнения задач раздела можно сделать следующие выводы:

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

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество дней для выполнения работ составляет 102 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 98 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 20 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 292122,17 руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,92, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,65, по сравнению с 3,8 и 4,05;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,18, по сравнению с 4,18 и 4,05, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

|               |            |
|---------------|------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b> |
| 154A71        | Дин Цзыци  |

|                                |              |                                  |                                       |
|--------------------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| <b>ШКОЛА</b>                   | <b>ИШНПТ</b> | <b>Отделение</b>                 | <b>Отделение<br/>материаловедения</b> |
| <b>Уровень<br/>образования</b> | Бакалавриат  | <b>Направление/специальность</b> | 15.03.01<br>Машиностроение            |

**Тема дипломной работы: «Ролик»**

|  |  |
|--|--|
| <b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>   |  |
| <p><b>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>• организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>   | <p>-Требования к организации оборудования</p> <p>-Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно ТК РФ, N 197- ФЗ</p>   |
| <b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>  |  |
| <p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p align="center"><b>Анализ показателей шума и вибрации</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• установление соответствие показателей нормативному требованию;</li> </ul> <p align="center"><b>Анализ показателей микроклимата</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• показатели температурные, скорости движения воздуха, запыленности.</li> </ul> <p align="center"><b>Анализ освещенности рабочей зоны</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• типы ламп, их количество, соответствие нормативному требованию освещенности;</li> <li>• при расчете освещения указать схему размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету.</li> </ul> <p align="center"><b>Анализ электробезопасности</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• наличие электроисточников, характер их опасности;</li> <li>• установление класса электроопасности помещения, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления.</li> </ul> | <p><b>Для всех случаев вредных и опасных факторов на рабочем месте указать ПДУ, ПДД, допустимые диапазоны существования, в случае превышения этих значений:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты;</li> <li>• привести классы электроопасности помещений, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления,</li> <li>• категорию пожароопасности помещения,</li> <li>• марки огнетушителей, их назначение.</li> </ul> <p>При отклонении показателя предложить</p> |

|   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>при расчете заземления указать схему размещения заземлителя согласно проведенному расчету.</li> </ul> <p><b>Анализ пожарной безопасности</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>присутствие горючих материалов, тем самым, присутствие повышенной степени пожароопасности.</li> <li>категории пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение.</li> <li>Разработать схему эвакуации при пожаре.</li> </ul> | мероприятия.   |
| <p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>защита селитебной зоны</li> <li>анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>  | Наличие отходов (металлическая стружка, абразивная пыль, черновики бумаги, отработанные картриджи принтера, обрезки электромонтажных проводов) потребовали разработки методов (способов) утилизации перечисленных отходов.<br>Наличие радиоактивных отходов также требует разработки их утилизации.                  |
| <p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>  | Рассматриваются 2 ситуации ЧС:<br>1) природная – сильные морозы зимой;<br>2) техногенная – исключить несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (большая вероятность проведения диверсии).<br><br>Предусмотреть мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае. |
| <p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>  | Приведены: <ul style="list-style-type: none"> <li>перечень НТД, используемых в данном разделе,</li> <li>схема эвакуации при пожаре,</li> <li>схема размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету.</li> </ul>  |

|  |             |
|--|-------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 26.02.20 г. |
|--|-------------|

**Задание выдал консультант:**

| Должность     | ФИО                      | Ученая степень, звание | Подпись | Дата        |
|---------------|--------------------------|------------------------|---------|-------------|
| Профессор ТПУ | Сечин Александр Иванович | Д.т.н.                 |         | 06.05.21 г. |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО       | Подпись | Дата        |
|--------|-----------|---------|-------------|
| 154A71 | Дин Цзыци |         | 06.05.21 г. |

## Введение

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами промышленной гигиены, промышленной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной разделе рассмотрено техническое бюро и оборудование (ПК), в котором оно находится.

Под проектированием рабочего места следует понимать целесообразное пространственное расположение функционально взаимосвязанных средств производства в горизонтальной и вертикальной плоскостях, необходимое для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест учитывается освещение, температуру, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие гигиенические требования к организации рабочего места. При проектировании бюро необходимо уделять внимание охране окружающей среды, особенно организациям, которые не производят отходов.

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

4.1.1. Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, а естественный свет падал преимущественно слева.

4.1.2. Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В

производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

4.1.3. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

4.1.4. Следует ограничивать прямую блескость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м<sup>2</sup>.

4.1.5. Следует ограничивать отраженную блескость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов

светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м<sup>2</sup> и яркость потолка не должна превышать 200 кд/м<sup>2</sup>.

4.1.6. Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях должен быть не более 20. Показатель дискомфорта в административно-общественных помещениях не более 40, в дошкольных и учебных помещениях не более 15.

4.1.7. Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90°с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м<sup>2</sup>, защитный угол светильников должен быть не менее 40°.

4.1.8. Светильники местного освещения должны иметь непросвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40°.

4.1.9. Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ПЭВМ, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3 : 1 - 5 : 1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10 : 1.

## **4.2.Производственная безопасность**

### **4.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов**

При обработке на заводе. Обзор возможных вредных производственных факторов произведём по стандартам, определяющим степень учёта их важности.

ГОСТ 12.2.007.0-75 распространяется на электротехнические изделия и устанавливает требования безопасности, предотвращающие или уменьшающие до допустимого уровня воздействие на человека следующих факторов, связанных с такими изделиями: электрического тока; электрической искры и дуги; движущихся частей изделия; частей изделия, нагреваемых до высоких температур; опасных и вредных материалов; используемых в конструкции изделия, а также опасных и вредных веществ, выделяющихся при его эксплуатации; шума и ультразвука; вибрации; электромагнитных полей, теплового, оптического и рентгеновского излучения.

Данный стандарт устанавливает также требования, снижающие вероятность возникновения пожара от: электрической искры и дуги; частей изделия, нагреваемых до высоких температур, в том числе от воздействия электромагнитных полей; применения пожароопасных материалов, используемых в изделии, выделяющих опасные и вредные вещества при эксплуатации и хранении.

| Факторы<br>(ГОСТ<br>12.0.003-2015)  | Этапы работ |              |              | Нормативные<br>документы  |
|---|-------------|--------------|--------------|---|
|   | Разработка  | Изготовление | Эксплуатация |   |
| 1. Отклонение показателей микроклимата  | +           | +            | +            | Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы. Например, требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[59]. |
| 2. Превышение уровня шума   |             | +            | +            |   |
| 3. Отсутствие или недостаток естественного света  | +           | +            | +            |   |
| 4. Недостаточная освещенность рабочей зоны  |             | +            | +            |   |
| 5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека | +           | +            | +            |   |

Рис 29. Факторы риска

#### 4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

Среди химических веществ, выделяющихся при работе на станках, наибольший вред приносят: пылевыведение, сопровождающиеся процессы абразивной обработки металлов (зачистка, полирование, шлифование и др.), а также при работе с СОЖ.

В составе современных жидкостей содержатся различные ингибиторы коррозии, противозадирные присадки, гликоль, анионоактивные и неионогенные эмульгаторы, индустриальные и минеральные масла, масляный асидол, едкий натр, бактерицидные препараты (каустическая сода, хлорпарафины и т. д.). Со временем в любой СОЖ бурно развиваются микроорганизмы (бактерии), которые формируют особую дисперсную фазу с

размером частиц 0,2—10 мкм. Эти бактерии прогрессируют в водных растворах в форме палочек и кокков. Поскольку прогрессирующее развитие бактерий в среде «масло—вода» приводит к изменению структурно- механических характеристик СОЖ, бактерии, уничтожая органические компоненты, высвобождают из эмульсий масло (диэлектрик).

Все это влияет на электропроводность жидкостей, увеличивая ее. Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования.

Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации, не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно- вытяжную вентиляцию.

Кратность воздухообмена не ниже 3. В целях обеспечения безопасности работников на рабочих местах применяют СИЗ: защитные перчатки, очки, спец. одежда, респиратор.

#### 4.2.3 Анализ условий труда на рабочем месте.

Рабочее место располагается на 1 этаже в цехе, помещение представляет собой комнату размером 9м на 7 м, высотой 3,5 м, 8 окон выходящих на север, в помещении находится (12 единиц технологического оборудования, 6 людей).

При обработке на заводе. Обзор возможных вредных производственных факторов произведём по стандартам, определяющим степень учёта их важности.

ГОСТ 12.2.007.0-75 распространяется на электротехнические изделия и устанавливает требования безопасности, предотвращающие или уменьшающие до допустимого уровня воздействие на человека следующих факторов, связанных с такими изделиями: электрического тока; электрической искры и дуги; движущихся частей изделия; частей изделия, нагреваемых до высоких температур; опасных и вредных материалов; используемых в конструкции изделия, а также опасных и вредных веществ, выделяющихся при его эксплуатации; шума и ультразвука; вибрации; электромагнитных полей, теплового, оптического и рентгеновского излучения.

Данный стандарт устанавливает также требования, снижающие вероятность возникновения пожара от: электрической искры и дуги; частей изделия, нагреваемых до высоких температур, в том числе от воздействия электромагнитных полей; применения пожароопасных материалов, используемых в изделии, выделяющих опасные и вредные вещества при эксплуатации и хранении.

#### 4.2.4 Анализ показателей микроклимата

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», оптимальная температура воздуха на рабочих местах в холодный период года, должна находиться в диапазоне 22-24°C, в теплый период года 23-25°C. Перепады температур воздуха в течении смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°C. Относительная влажность воздуха в диапазоне 60-40%. Оптимальная скорость движения воздуха 0,1 м/с. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в холодный период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных величин 20,0-21,9°C, в диапазоне выше оптимальных величин 24,1-25,0°C. Температура поверхностей 19,0-26,0°C. Относительная влажность воздуха 15-75%, при температуре воздуха на рабочих местах до 25°C. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в теплый период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных величин 21,0-22,9°C, в диапазоне выше оптимальных величин 25,1-28,0°C. Температура поверхностей 20,0-29,0°C. Относительная влажность воздуха 15-75%, при температуре воздуха на рабочих местах до 25°C. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. При температурах воздуха 25°C и выше максимальные величины относительной влажности воздуха должны приниматься в соответствии с требованиями п. 6.5. СанПиН 2.2.4.548-96. При температурах воздуха 26-28°C скорость движения воздуха в

теплый период года должна приниматься в соответствии с требованиями п. 6.6. СанПиН 2.2.4.548-96. Интенсивность теплового излучения от нагретых поверхностей,

осветительных приборов не должна превышать 35 Вт/м<sup>2</sup>.

- Для обеспечения комфортных метеоусловий, описанных в данном разделе, необходима установка системы местного кондиционирования

воздуха, а также воздушное датирование. Немаловажным фактором, влияющим на метеоусловия, является соответствие нормам площадь и объем рабочего помещения.

- Устройство вентиляции и отопления является важным мероприятием для оздоровления воздушной среды. Вентиляция должна обладать достаточным объемом, так в помещении с работающими ПЭВМ осуществляется кондиционирование воздуха, необходимое для поддержания необходимых параметров микроклимата независимо от внешних условий.

Микроклимат комнаты поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

#### 4.2.5 Анализ показателей шума и вибрации

В данном цехе шум возникает при использовании оборудования, находящегося в цехе и при воздействии внешних факторов.

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает психические и физиологические нарушения, снижение слуха, работоспособности, создают предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма, а также происходит ослабление памяти, внимания, нарушение артериального давления и ритма сердца.

Уровни шума не должны превышать значений установленных в ГОСТ 12.1.003 – 83 и ГОСТ 17187 – 81, и проводится не реже двух раз в год.

- для цеха составляет 80 дБ;

Меры по борьбе с шумами:

-правильная организация труда и отдыха;

-снижение и ослабление шума;

-применение звукопоглощающих преград;

-применение глушителей шума;

-применение средств индивидуальной защиты от шума.

#### 4.2.6 Анализ освещенности рабочей зоны

Работа инженера-разработчика имеет третий разряд точности, т.е. при выполнении работ происходит большая нагрузка на органы зрения человека. Освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП 23-05-95 300 лк (разряд зрительной работы IVa, минимальный размер предметов различения 0,5 – 1 мм). Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение.

Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

#### 4.2.7 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):

1. 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.

3. Категория помещения: мало опасные помещения. Отсутствуют признаки и факторы, характерные для двух предыдущих классов.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

- изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- установки защитного заземления;
- наличие общего рубильника;
- своевременный осмотр технического оборудования, изоляции;
- использование разделительных трансформаторов.

Безопасные номиналы:  $U = 12-36\text{В}$ ,  $I = 0,1\text{ А}$ .

#### 4.2.8 Анализ пожарной безопасности

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под

напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В 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 на рисунке 30 .

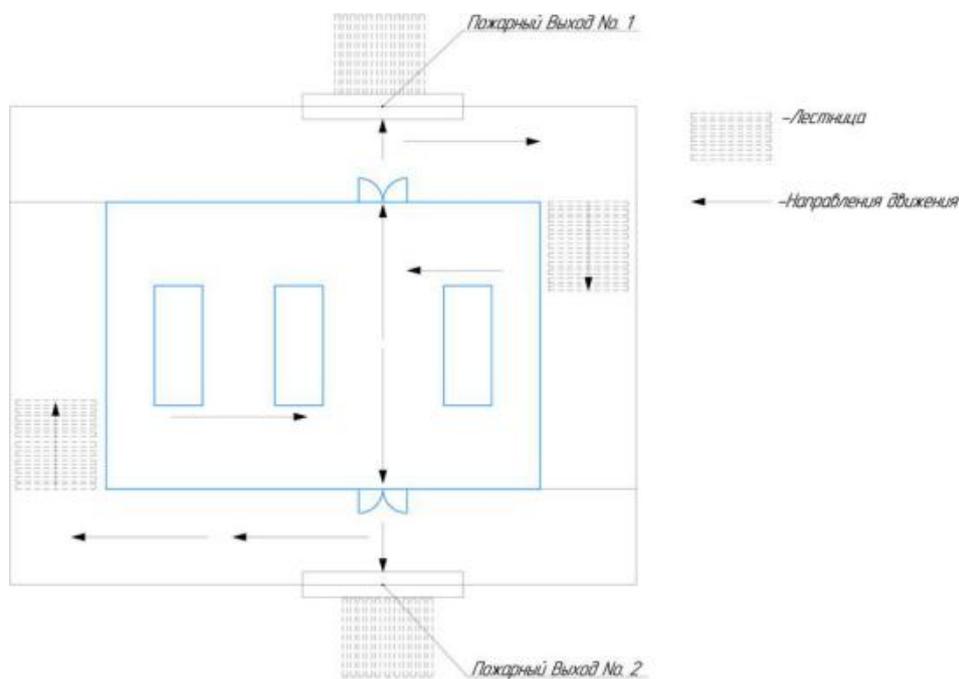


Рисунок 30. План эвакуации из помещения

## 4.3. Экологическая безопасность

### 4.3.1 Защита селитебной зоны.

Планировочная структура селитебной зоны фиксируется до начала строительства и включает в себя все необходимые для благоустроенной жизни населения здания, зеленые зоны, учебные и административные учреждения и даже небольшие предприятия. Все дома, входящие в единое территориальное пространство, имеют схожую архитектуру.

В зависимости от размера населенного пункта в нем может быть от одной до множества селитебных зон:

в поселке, где проживает до 30 000 человек, обычно один жилой район, в котором сосредоточены все необходимые административные, учебные и другие здания;

город среднего размера с населением до 150 000 делят на несколько микрорайонов, разделенных парками, скверами или водоемами, при этом каждый из них имеет свою инфраструктуру и архитектурный стиль, а связывает их воедино общественный транспорт;

### 4.3.2 Защита атмосферы.

В целях защиты атмосферы от загрязнения применяют следующие экозащитные мероприятия:

– экологизация технологических процессов;

- очистка газовых выбросов от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;
- устройство санитарно-защитных зон, архитектурно-планировочные решения и др.

Экологизация технологических процессов – это в первую очередь создание замкнутых технологических циклов, безотходных и малоотходных технологий, исключающих попадание в атмосферу вредных загрязняющих веществ. Кроме того необходима предварительная очистка топлива или замена его более экологичными видами, применение гидрообеспыливания, рециркуляция газов, перевод различных агрегатов на электроэнергию и др.

Очистка газовых выбросов от вредных примесей. Нынешний уровень технологий не позволяет добиться полного предотвращения поступления вредных примесей в атмосферу с газовыми выбросами. Поэтому повсеместно используются различные методы очистки отходящих газов от аэрозолей (пыли) и токсичных газо- и парообразных примесей (NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> и др.).

Для очистки выбросов от аэрозолей применяют различные типы устройств в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки: сухие пылеуловители (циклоны, пылесадительные камеры), мокрые пылеуловители (скрубберы и др.), фильтры, электрофильтры.

Архитектурно-планировочные мероприятия включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом

направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами и т. д.

#### 4.3.3 Защита гидросферы.

Поверхностные воды охраняют от засорения, загрязнения и истощения.

Для предупреждения от засорения принимают меры, исключая попадание в водоемы и реки строительного мусора, твердых отходов, разработанного грунта и других предметов, негативно влияющих на качество воды, условия обитания рыб и др.

Важнейшая и очень сложная проблема – защита вод от загрязнения. С этой целью предусматривают следующие мероприятия:

- развитие безотходных и безводных технологий, внедрение систем оборотного водоснабжения, утилизация отходов;

- очистка промышленных, коммунально-бытовых и др. сточных вод;

- передача сточных вод на другие предприятия, предъявляющие менее жесткие требования к качеству воды и если, содержащиеся в ней примеси, не оказывают вредного воздействия на технологический процесс этих предприятий, а наоборот улучшают качество выпускаемой продукции (например, передача сточных вод химических предприятий на предприятия строительного производства)

- канализованное и санитарная очистка городов;

- очистка поверхностного стока городских, промышленных территорий;

-создание водоохраных зон.

Методы очистки сточных вод. В виду огромного разнообразия состава сточных вод существуют различные способы их очистки: механический, физико-химический, химический, биологический и др. В зависимости от характера загрязнения и степени вредности очистка сточных вод может производиться каким-либо одним методом или комплексом методов (комбинированный способ).

При механической очистке путем процеживания, отстаивания и фильтрования удаляют нерастворимые механические примеси. Для этой цели используют решетки, песколовки, песчаные фильтры, отстойники различных типов. Вещества, плавающие на поверхности сточных вод (нефть, смолы, масла, жиры, полимеры и др.), задерживают нефть- и жироловушками или другого вида уловителями, путем слива верхнего слоя, содержащего плавающие вещества.

Химические и физико-химические способы используют для очистки промышленных сточных вод.

При химической очистке в сточные воды вводят специальные реагенты (известь, кальцинированную соду, аммиак и др.), которые взаимодействуют с загрязнителями и выпадают в осадок.

При физико-химической очистке используют методы коагуляции, сорбции, флотации и др.

Основные мероприятия по защите подземных вод заключаются в предотвращении истощения запасов их (путем регулирования водосбора) и загрязнения.

#### 4.3.4 защита литосферы

Можно выделить следующие основные направления:

-Защита почв.

Охрана и рациональное использование недр: наиболее полное извлечение из недр основных и попутных полезных ископаемых; комплексное использование минерального сырья, включая проблему утилизации отходов.

Рекультивация нарушенных территорий.

Рекультивация это комплекс работ, проводимых с целью восстановления нарушенных территорий (при открытой разработке месторождений полезных ископаемых, в процессе строительства и др.) и приведения земельных участков в безопасное состояние.

-Различают рекультивацию техническую, биологическую и строительную.

Техническая рекультивация представляет собой предварительную подготовку нарушенных территорий. Проводится планировка поверхности, снятие верхнего

слоя, транспортировка и нанесение плодородных почв на рекультивируемые земли. Засыпаются выемки, разбираются отвалы, поверхность выравнивается.

Биологическая рекультивация проводится для создания растительного покрова на подготовленных участках.

Строительная

рекультивация – при необходимости возводятся здания, сооружения и другие объекты.

-Защита массивов горных пород:

Защита от подтопления – организация стока грунтовых вод, дренаж, гидроизоляция;

Защита оползневых массивов и селеопасных массивов – регулирование поверхностного стока, организация ливневых коллекторов. Запрещается строительство зданий, сброс хозяйственных вод, вырубка деревьев.

#### **4.4.Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

В последние годы человечество испытывает большие неудобства и беды от многочисленных природных катастроф - наводнений и паводков, ураганных

ветров и обильных ливней, устрашающих оползней и схода снежных лавин и ледников. Чрезвычайные природные ситуации периодически возникают и на территории Томской области. Интенсивные ливни, сильные морозы, продолжительные снегопады, поздние весенние и ранние осенние заморозки - вот неполный перечень особо опасных природных явлений, которые почти ежегодно встречаются в разных районах нашей области.

Природная чрезвычайная ситуация — обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате источника чрезвычайной ситуации, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Ряд опасных природных явлений происходит в определенные сезоны года. Например, наводнения – весной, снегопады – зимой. Однако в пределах сезона они наступают в случайный момент времени, предсказать который не всегда возможно.

Чрезвычайные ситуации природного характера:

- геофизические опасные явления — землетрясения, вулканы и т.д.
- геологические опасные явления — пыльные бури, оползни, сели, обвалы и т.д.
- метеорологические опасные явления — бури, ураганы, смерчи, ливни, снежные заносы, заморозки и т.д.
- гидрологические опасные явления — наводнения, паводки, половодья и т.д.

- морские гидрологические опасные явления — штормы, тайфуны, цунами и т.д.

- гидрогеологические опасные явления — опасно высокие уровни грунтовых вод и т.д.

- природные пожары — лесные, торфяные, степные, хлебные и т.д.

В качестве организационных мероприятий, проводимых с целью защиты населения от чрезвычайных ситуаций, производятся:

1. Планирование защиты населения и территорий от ЧС на уровне предприятия;

2. Планы эвакуации рабочих;

3. Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС;

4. Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности;

5. Подготовка работающих к действиям в условиях ЧС;

6. Наличие и поддержание в постоянной готовности системы общего оперативного и локального оповещения и информации о ЧС.

К инженерно-техническим мерам защиты от ЧС относят:

1. Проектирование, размещение, строительство и эксплуатация объектов инфраструктуры, в том числе и потенциально опасных;

2. Инженерное обеспечение защиты населения — строительство защитных сооружений (средств коллективной защиты);

3. Инженерное оборудование территории региона с учёта характера воздействия прогнозируемых ЧС;

4. Создание санитарно-защитных зон вокруг потенциально опасных объектов.

В качестве мер, предусматривающих защиту от названных ЧС, следует отметить:

- повышение прочности конструкции зданий;
- создание развитой системы вентиляции;
- проведение мед. осмотров;
- утепление помещений;
- проведение инструктажей ТБ.

Так же существуют и социальные чрезвычайные ситуации, связанные с противоречиями в общественных отношениях. Анализ происходящих в последнее время ЧС свидетельствует, что в 75–80 % случаев их возникновение связано с деятельностью человека и обусловлено причинами социального характера.

К чрезвычайным ситуациям социального характера относятся:

- войны;
- локальные и региональные конфликты
- голод;
- крупные забастовки;
- массовые беспорядки, погромы, поджоги и др.

## Выводы по разделу

В данном разделе были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, проанализированы вредные и опасные факторы, выявлены организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны, рассмотрена экологическая безопасность и безопасность в чрезвычайных ситуациях приведены примеры ЧС.

Для обеспечения безопасности труда, необходимо понимать "безопасность труда"; исключать воздействие на работников вредных и опасных производственных факторов; привести уровень их воздействия к уровням, не превышающим установленных нормативов и минимизация их физиологических последствий травм и заболеваний. Более того, согласно п. 2 статьи 4 закона «О специальной оценке условий труда» работодатель обязан реализовывать мероприятия, направленные на улучшение условий труда работников, с учетом результатов проведения специальной оценки условий труда.

Мы подготовили меры по предотвращению пожаров и электробезопасности, разместили огнетушители в специально отведенных местах и спланировали пути эвакуации.

## Список литературы

- 1.Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.Машиностроение, 2002.
- 2.Безопасность жизнедеятельности Ч.2. Охрана труда на железнодорожном транспорте К. Б. Кузнецов, В. И. Бекасов, В. К. Васин, А. П. Мезенцев, Ю. П. Чепульский; под ред., 2006- 536 с.
- 3.Обработка металлов резанием:Справочник технолога. А.А.Панов, В.В.Аникин и др.2004.-784 с.
- 4.Справочник технолога-машиностроителя 2.Дальский А.М.,Суслов А.Г.,2003 г.944 с.
5. Пупатенко К.В. Обеспечение безопасности при производстве путевых работ: Методические указания на выполнение раздела —Безопасность жизнедеятельности дипломного проекта. , 2000. – 43 с.
- 6.Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: учебник для вузов. – М.: Изд- во Юрайт, 2013. – 671с.

7.СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха .

8.Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей:учебное пособие/В.Ф.Скворцов.-томск: издательство ТПУ, 2006.-99

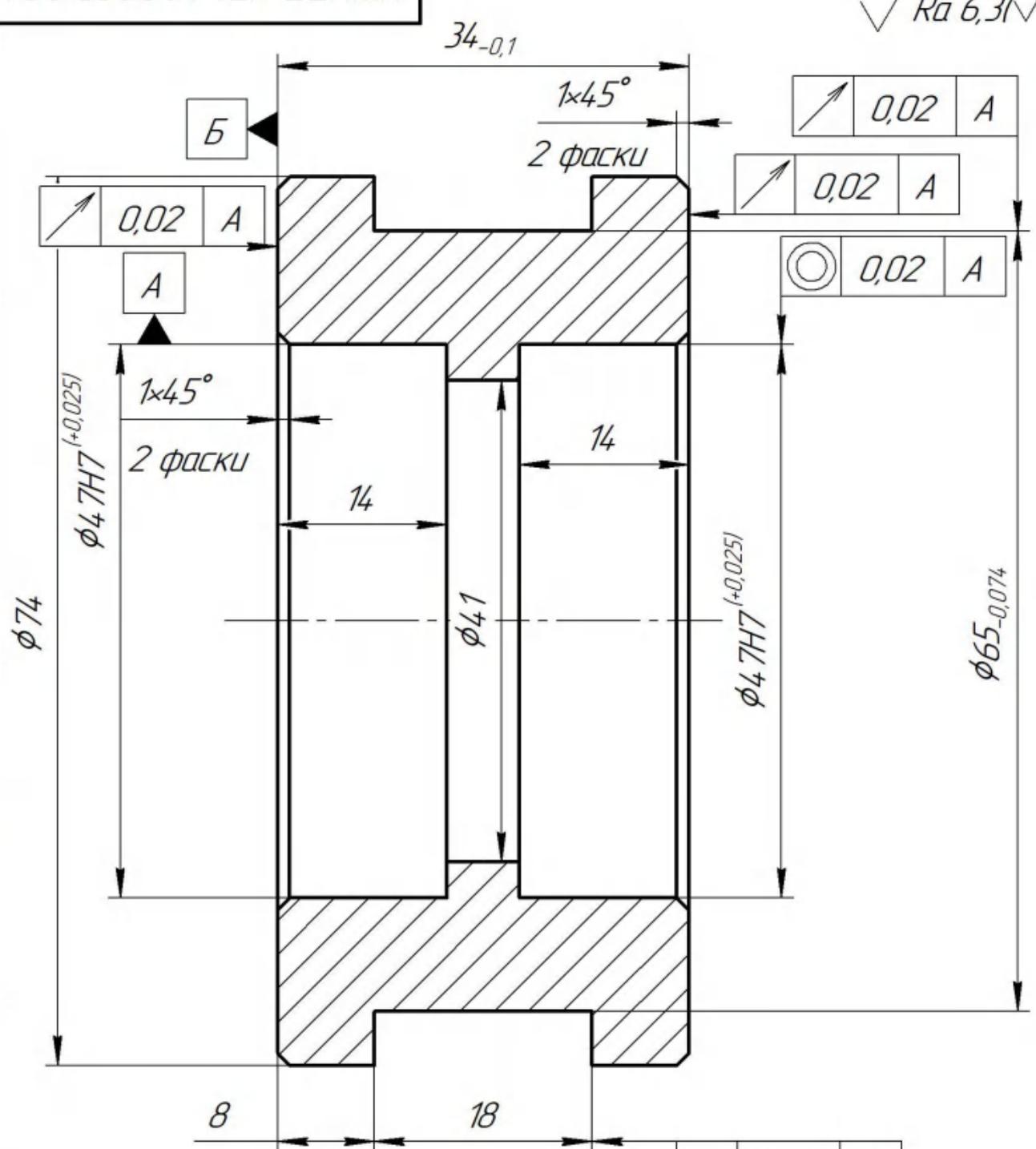
с.

## **Приложение А. Чертеж детали**

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

ИШНПТ-154А80003.001

$\sqrt{Ra\ 6,3(\sqrt{1})}$



1. H14, h14,  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

2. Отверстие кромки притупить фаской 1x45°.

$\equiv$  0,02 A

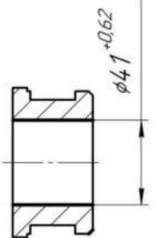
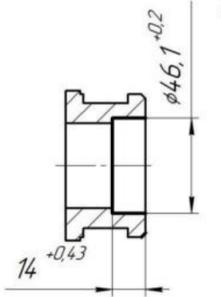
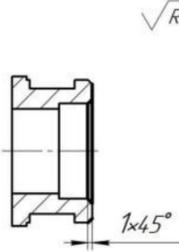
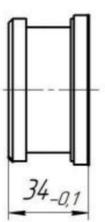
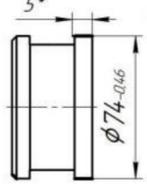
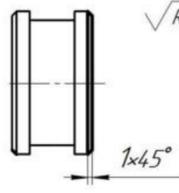
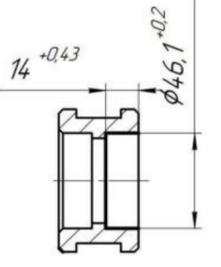
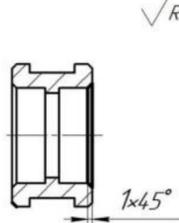
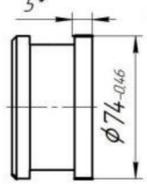
Перв. примен. Справ. № Подп. и дата Инв. № дробл. Инв. № Взам. инв. № Подп. и дата Инв. № подл. Инв. №

|          |      |          |       |      |
|----------|------|----------|-------|------|
| Изм.     | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| Разраб.  |      |          |       |      |
| Проб.    |      |          |       |      |
| Т.контр. |      |          |       |      |
| Н.контр. |      |          |       |      |
| Утв.     |      |          |       |      |

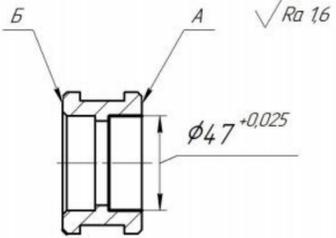
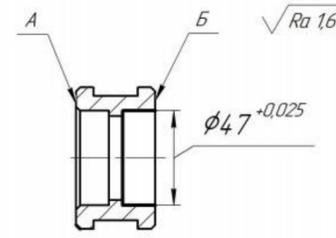
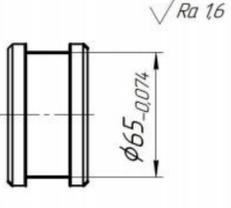
|                       |      |        |         |
|-----------------------|------|--------|---------|
| ИШНПТ-154А80003.001   |      |        |         |
| Ролик                 | Лист | Масса  | Масштаб |
|                       |      |        | 2:1     |
| Лист                  |      | Листов | 1       |
| Сталь 40Х ГОСТ4543-71 |      |        |         |

## **Приложение Б. Технические карты**



| Номер    |          | Наименование и содержание операций и переходов | Операционный ЭКСиЗ   | Оборудование  | Приспособление                  | Инструмент   |   | Наличие односторонней обработки                                  | Число рабочих ходов             | Диаметр или ширина в направлении подачи, мм                    | Длина в направлении подачи, мм                   | Глубина резания, мм  | Режимы обработки |      |     |      | Нормы времени |       |       |       | ИИИПТ-154А80003 |       |    |      |      |  |  |  |  |
|----------|----------|--|--|---|---------------------------------|--|---|--|---------------------------------|--|--|--|------------------|------|-----|------|---------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|----|------|------|--|--|--|--|
| операции | перехода |  |  |   |                                 | Резущий  | Измерительный                           |  |                                 |  |  |  | Подача           |      | То  | Тос  | Тпз           | Тшт   | Тшт.к |       |                 |       |    |      |      |  |  |  |  |
| 1        | 2        | 3  | 4  | 5   | 6                               | 7  | 8                                       | 9  | 10                              | 11   | 12   | 13   | 14               | 15   | 16  | 17   | 18            | 19    | 20    | 21    | 22              |       |    |      |      |  |  |  |  |
| 10       |          | 6  | Сверлить отверстие по диаметру $\phi 41^{+0,62}$   |    | Токарный станок с ЧПУ СТ 16А25. | Трехшпиндельный самоцентрирующий патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80 | Сверло спиральное 2300-7071 ГОСТ 886-77 | Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,5 ГОСТ 166-89<br>Нутромер ГОСТ 868-82 | 15                              | 41   | 4,115  | 15   | 0,1              | 65   | 650 | 61   | 1,75          | 0,575 | 12    | 2,67  | 2,69            |       |    |      |      |  |  |  |  |
|          |          | 7  | Точить, поверхность, выдерживая размер $14^{+0,43}$ , $\phi 46,1^{+0,2}$                       |    |                                 |  |   |  | 8                               | 46,1   | 16   | 0,4  | 0,05             | 4,5  | 150 | 20   | 0,08          | 0,575 | 12    | 0,75  | 0,77            |       |    |      |      |  |  |  |  |
|          |          | 8  | Точить фаску, выдерживая размер $1^{+0,2}_{-0,2}$  |   |                                 |  |   |  | 3                               | 1  | 3  | 0,2  | 0,3              | 272  | 900 | 1718 | 0,0055        | 0,575 | 12    | 0,76  | 0,77            |       |    |      |      |  |  |  |  |
|          |          | 1  | Токарная<br>Установить и снять заготовку.<br>Точить поверхность, выдерживая размер $34_{-0,1}$ |  |                                 |  |   |  | 1                               | 78   | 82   | 2,02   | 0,3              | 180  | 900 | 210  | 0,16          | 0,575 | 12    | 0,845 | 0,857           |       |    |      |      |  |  |  |  |
|          |          | 2  | Точить поверхность, выдерживая размер $5^*$ , $\phi 74_{-0,46}$                                |  |                                 |  |   |  | 10                              | 2  | 5  | 1,92   | 0,3              | 240  | 800 | 194  | 0,05          | 0,575 | 12    | 0,72  | 0,73            |       |    |      |      |  |  |  |  |
|          |          | 3  | Точить фаску, выдерживая размер $1^{+0,2}_{-0,2}$  |  |                                 |  |   |  | 3                               | 1  | 3  | 0,2  | 0,3              | 272  | 900 | 1718 | 0,0055        | 0,575 | 12    | 0,76  | 0,77            |       |    |      |      |  |  |  |  |
| 15       |          | 4  | Точить, поверхность, выдерживая размер $14^{+0,43}$ , $\phi 46,1^{+0,2}$                       |  |                                 |  |   |  | Токарный станок с ЧПУ СТ 16А25. | Трехшпиндельный самоцентрирующий патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80 | Резец проходной упорный 2101-0005 ГОСТ 18879-73. | Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,5 ГОСТ 166-89<br>Нутромер ГОСТ 868-82 | 4                | 46,1 | 16  | 0,4  | 0,03          | 4,5   | 150   | 20    | 0,08            | 0,575 | 12 | 0,75 | 0,77 |  |  |  |  |
|          |          | 5  | Точить фаску, выдерживая размер $1^{+0,2}_{-0,2}$  |  |                                 |  |   |  |                                 |  |  |  | 3                | 1    | 3   | 0,2  | 0,3           | 272   | 900   | 1718  | 0,0055          | 0,575 | 12 | 0,76 | 0,77 |  |  |  |  |
|          |          | 1  | Точить поверхность, выдерживая размер $5^*$ , $\phi 74_{-0,46}$                                |  |                                 |  |   |  |                                 |  |  |  | 10               | 2    | 5   | 1,92 | 0,3           | 240   | 800   | 194   | 0,05            | 0,575 | 12 | 0,72 | 0,73 |  |  |  |  |

0,72

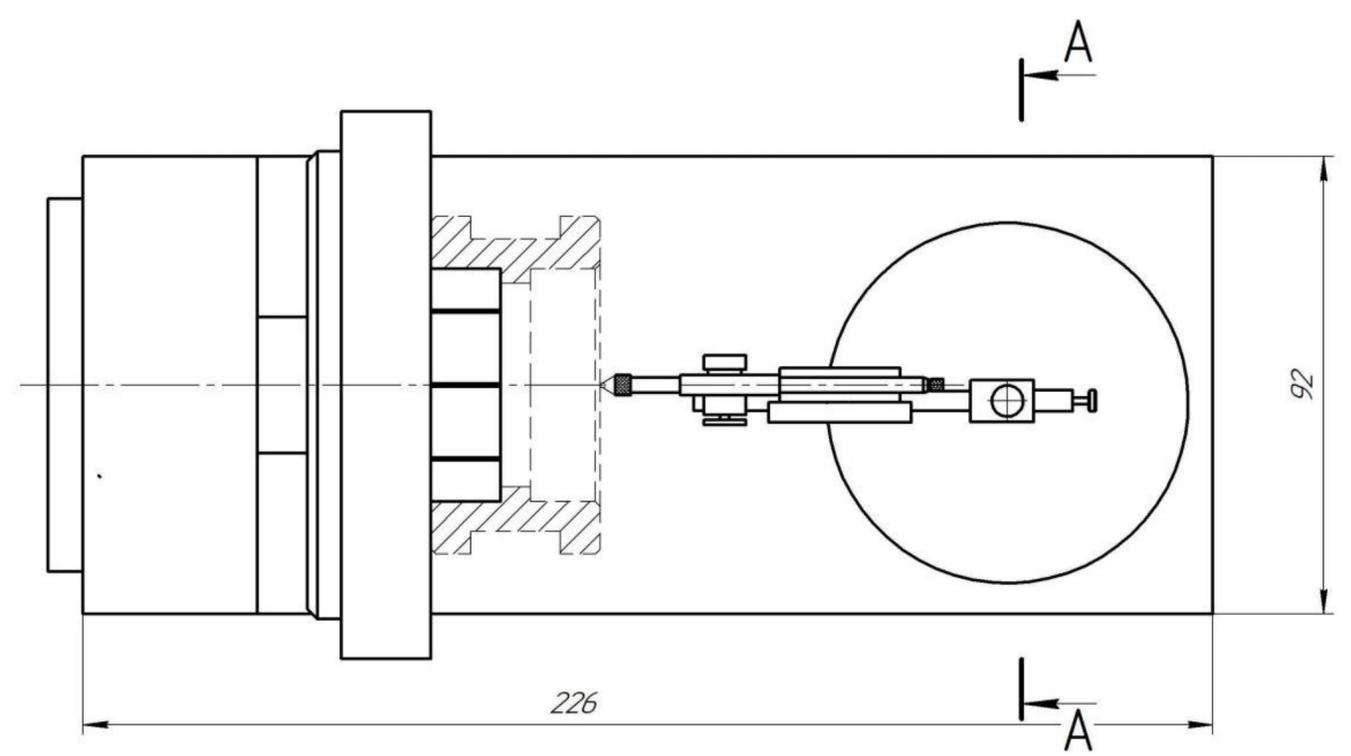
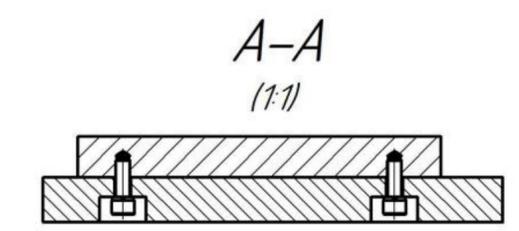
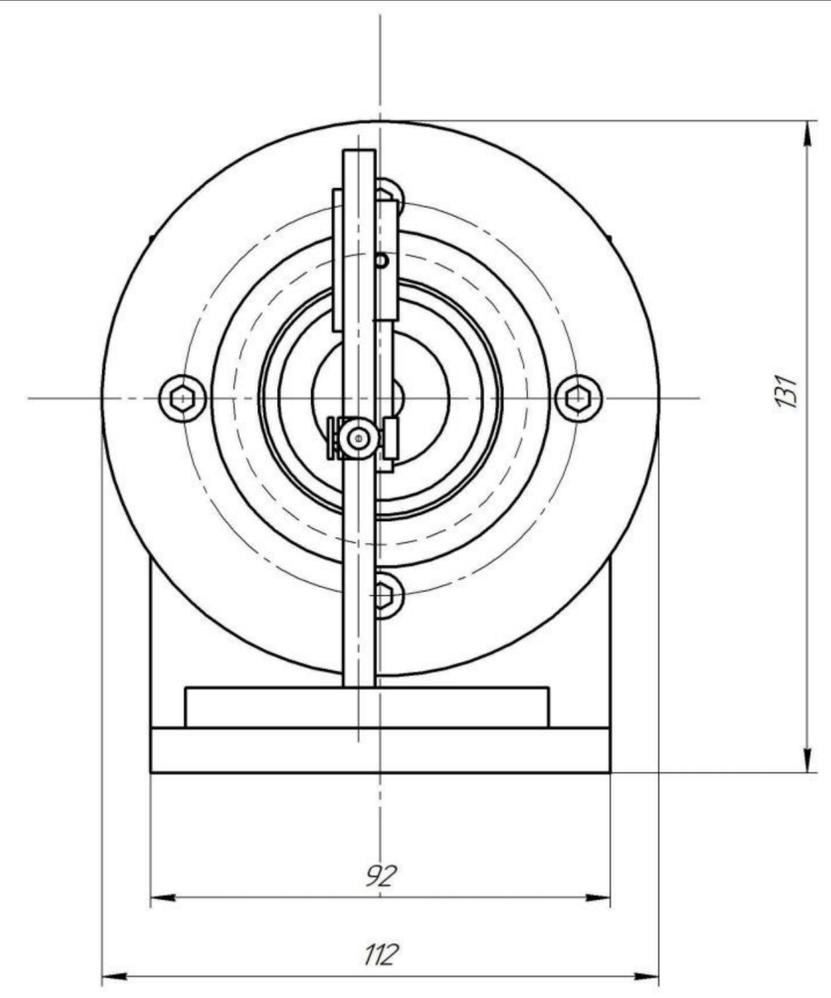
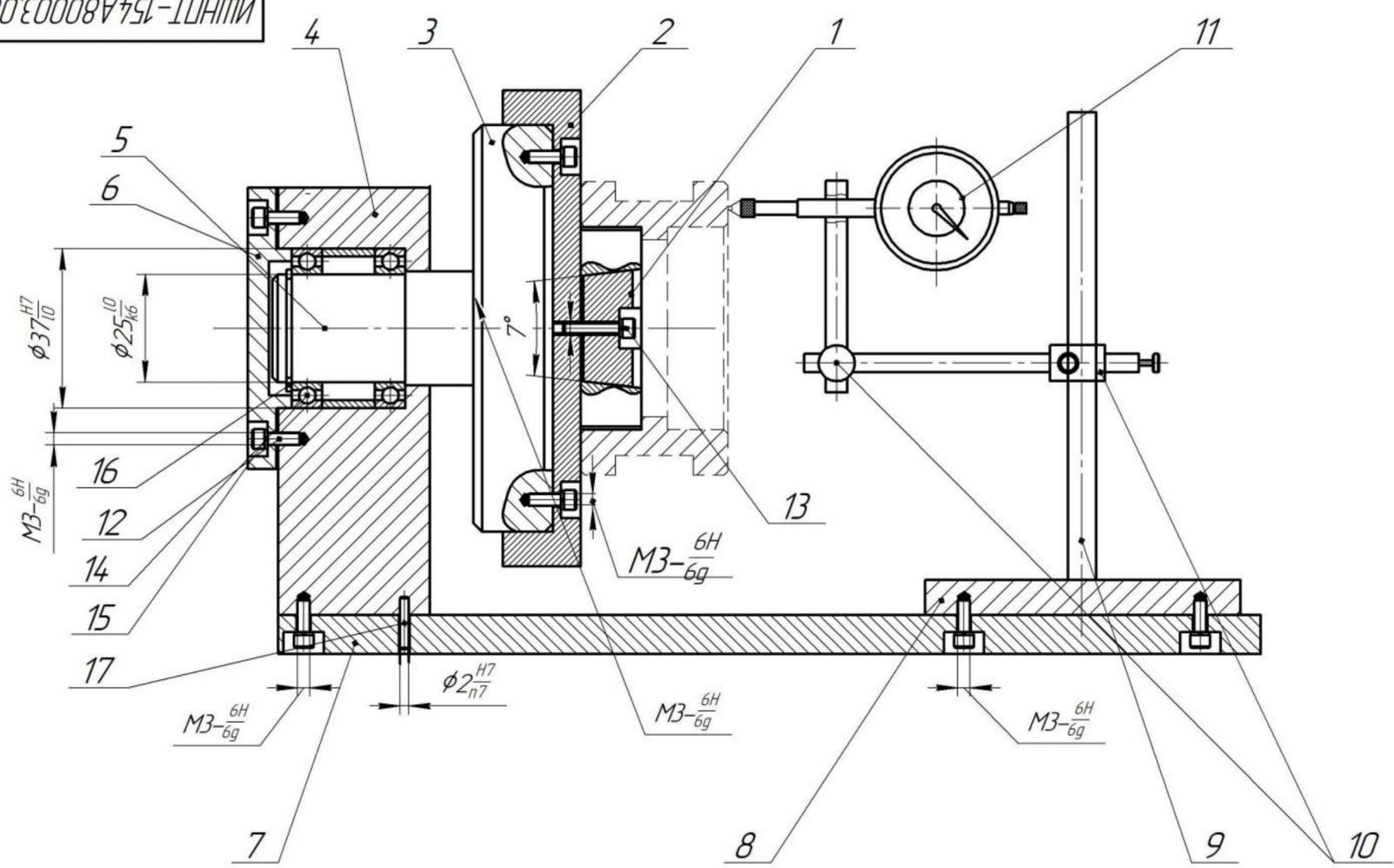
| Номер    |          | Наименование и содержание операций и переходов  | Операционный ЭКСиЗ   | Оборудование                            | Приспособление   | Инструмент   |                                 | Наличие односторонней обработки | Число рабочих ходов | Диаметр или ширина в направлении подачи, мм | Длина в направлении подачи, мм | Глубина резания, мм | Режимы обработки |                         |                |                 | Нормы времени   |                 |                   |      |      |
|----------|----------|---|--|---|--|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|---|--------------------------------|---------------------|------------------|-------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|------|------|
| операции | перехода |   |  |   |  | Подача   |                                 |                                 |                     |   |                                |                     | 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>шт.к</sub> |      |      |
|          |          |   |  |   |  | мм/об  | мм/мин                          |                                 |                     |   |                                |                     |                  |                         |                |                 |                 |                 |                   |      |      |
| 1        | 2        | 3   | 4  | 5                                       | 6  | 7  | 8                               | 9                               | 10                  | 11  | 12                             | 13                  | 14               | 15                      | 16             | 17              | 18              | 19              | 20                | 21   | 22   |
| 20       | 1        | Внутришлифовальная<br>Установить и снять заготовку.<br>Шлифовать, выдерживая размер $\phi 4,7^{+0,025}$ |   | внутришлифовальный станок 2К227А.       | Поводковый центр ГОСТ 31107-81<br>Вращающийся центр ГОСТ 8742-75 | Шлифовальный диск ГОСТ 2424-83                       | Диаметр ГОСТ 868-82             | 1                               | 1                   | 0,9   | 16                             | 0,4                 | 0,03             | 4,5                     | 150            | 20              | 3,56            | 1,96            | 12                | 6,35 | 6,36 |
| 25       | 1        | Внутришлифовальная<br>Установить и снять заготовку.<br>Шлифовать, выдерживая размер $\phi 4,7^{+0,025}$ |   | внутришлифовальный станок 2К227А.       | Поводковый центр ГОСТ 31107-81<br>Вращающийся центр ГОСТ 8742-75 | Шлифовальный диск ГОСТ 2424-83                       | Диаметр ГОСТ 868-82             | 1                               | 1                   | 0,9   | 16                             | 0,4                 | 0,03             | 4,5                     | 150            | 20              | 3,56            | 1,96            | 12                | 6,35 | 6,36 |
| 30       | 1        | Круглошлифовальная<br>Установить и снять заготовку.<br>Шлифовать, выдерживая размер $\phi 65_{-0,074}$  |  | Круглошлифовальный станок С ЧПУ ШИ20СФ3 | Поводковый центр ГОСТ 31107-81<br>Вращающийся центр ГОСТ 8742-75 | Шлифовальный круг ИВ 250х10х45 25СМ1 К5 ГОСТ 2424-83 | рычажный микрометр ГОСТ 4381-87 | 1                               | 1                   | 0,7   | 18                             | 0,66                | 0,03             | 4,5                     | 150            | 30              | 4,44            | 1,96            | 12                | 7,36 | 7,37 |

ИШНПТ-154А80003.002

КОМПАС-3D 11.01 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.  
Имя пользователя: [blank] Пароль: [blank]

## **Приложение В. Чертёж приспособления**

ИШНПТ-154А80003.003



Технические характеристики  
Способ установки детали на приспособление - ручной

- Технические требования
1. Подвижные части смазать смазкой Циатим201 ГОСТ6267-74.
  - 2.\* Размеры для справок

|          |             |          |       |                            |                            |                             |        |         |
|----------|-------------|----------|-------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------|---------|
|          |             |          |       | <b>ИШНПТ-154А80003.003</b> |                            |                             |        |         |
| Изм.     | Лист        | № докум. | Подп. | Дата                       | Специальное приспособление | Лит.                        | Масса  | Масштаб |
| Разраб.  | Дин Цзыци   |          |       |                            |                            |                             |        | 1:1     |
| Проб.    | Базнак А.О. |          |       |                            | Сборочный Чертеж           | Лист                        | Листов | 1       |
| Т.контр. |             |          |       |                            |                            | ТПУ ИШНПТ<br>Группа 154.А71 |        |         |
| Н.контр. |             |          |       |                            |                            | Копировал<br>Формат А2      |        |         |
| Утв.     |             |          |       |                            |                            |                             |        |         |

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.  
 Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. № Инв. № докум. Подп. и дата. Справ. №

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

| Перв. примен. |  | Справ. № |  | Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование                       | Кол. | Примечание |
|---------------|--|----------|--|--------|------|------|-------------|------------------------------------|------|------------|
|               |  |          |  | A2     |      |      |             | <u>Документация</u>                | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      | 1    |             | <u>Сборочные единицы</u>           |      |            |
|               |  |          |  |        |      |      |             | Приспособление для контроля биения | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      |      |             | <u>Детали</u>                      |      |            |
|               |  |          |  |        |      | 2    |             | Разжимная втулка                   | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      | 3    |             | Зажимной патрон                    | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      | 4    |             | Корпус                             | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      | 5    |             | Вал                                | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      | 6    |             | Крышка                             | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      | 7    |             | Плита                              | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      | 8    |             | Плита измерителя                   | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      | 9    |             | Стержень измерителя                | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      | 10   |             | Регулируемая головка               | 2    |            |
|               |  |          |  |        |      | 11   |             | Показатель                         | 1    |            |

ИШНПТ-154А80003.004

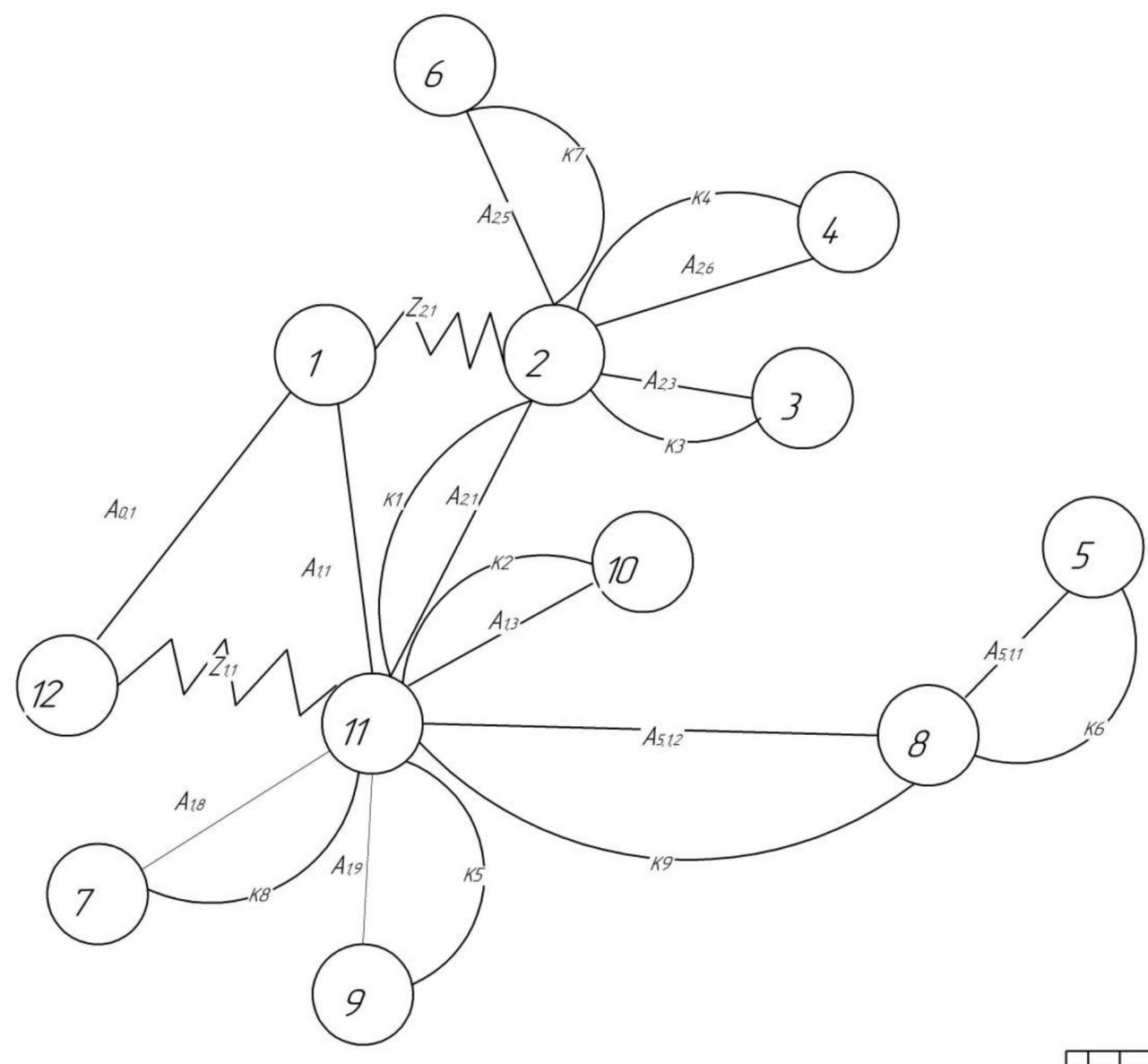
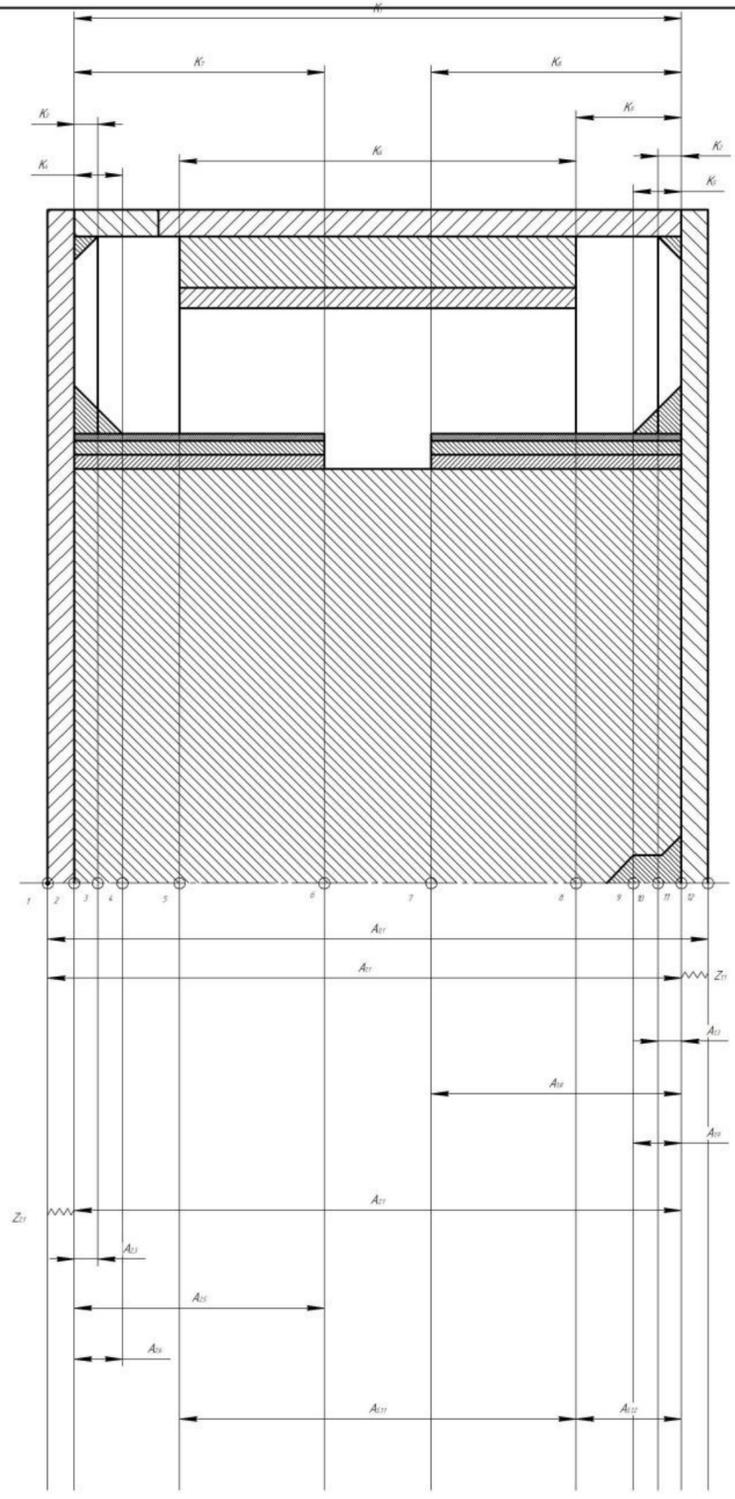
Специальное приспособление

|               |      |        |
|---------------|------|--------|
| Лит.          | Лист | Листов |
|               | 1    | 2      |
| ИШНПТ         |      |        |
| Группа 154А71 |      |        |

|          |             |          |       |      |
|----------|-------------|----------|-------|------|
| Изм.     | Лист        | № докум. | Подп. | Дата |
| Разраб.  | Дин Цзыци   |          |       |      |
| Проб.    | Бознак А.О. |          |       |      |
| Исконтр. |             |          |       |      |
| Утв.     |             |          |       |      |



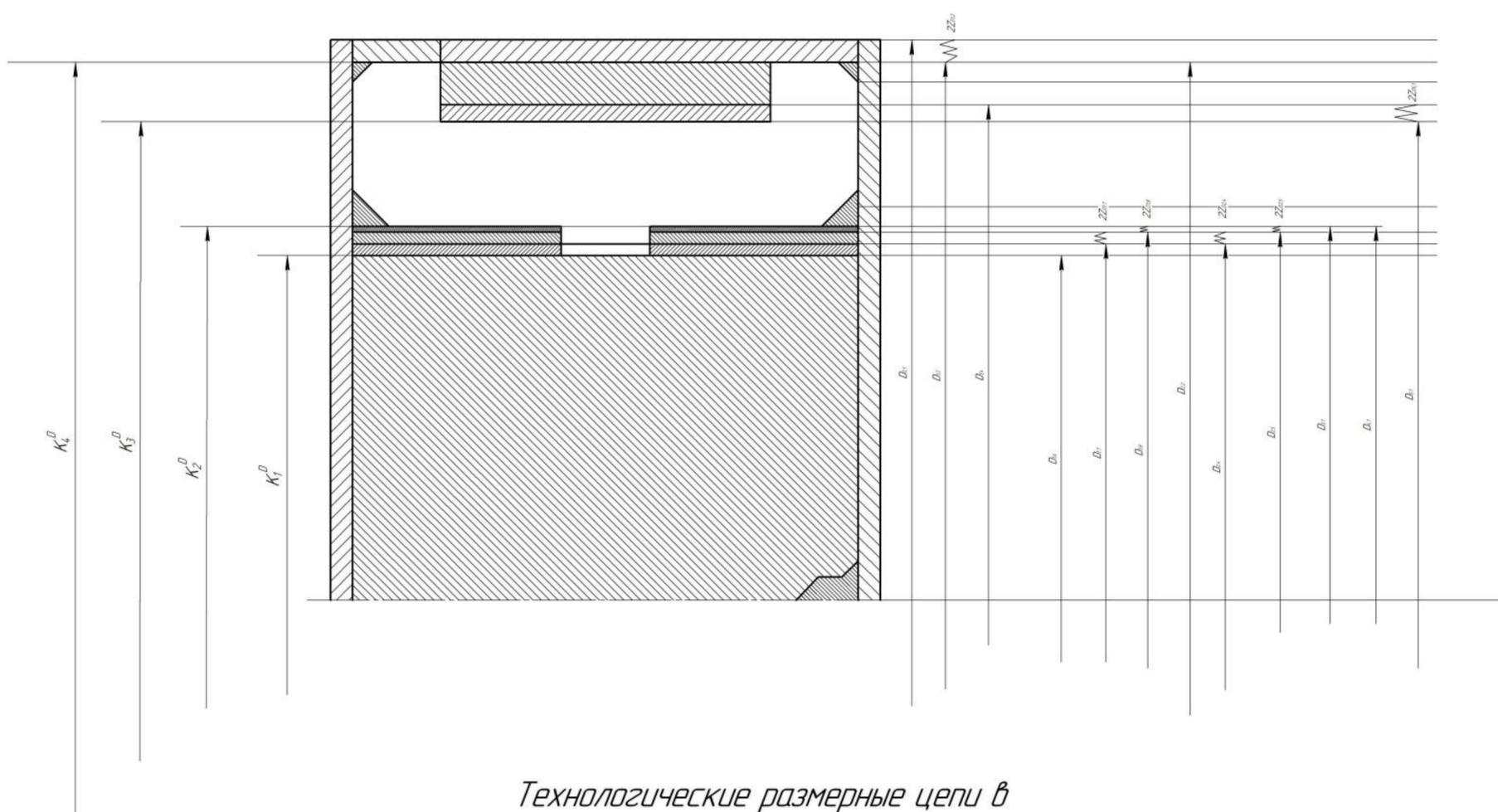
## **Приложение Г. Размерный анализ**



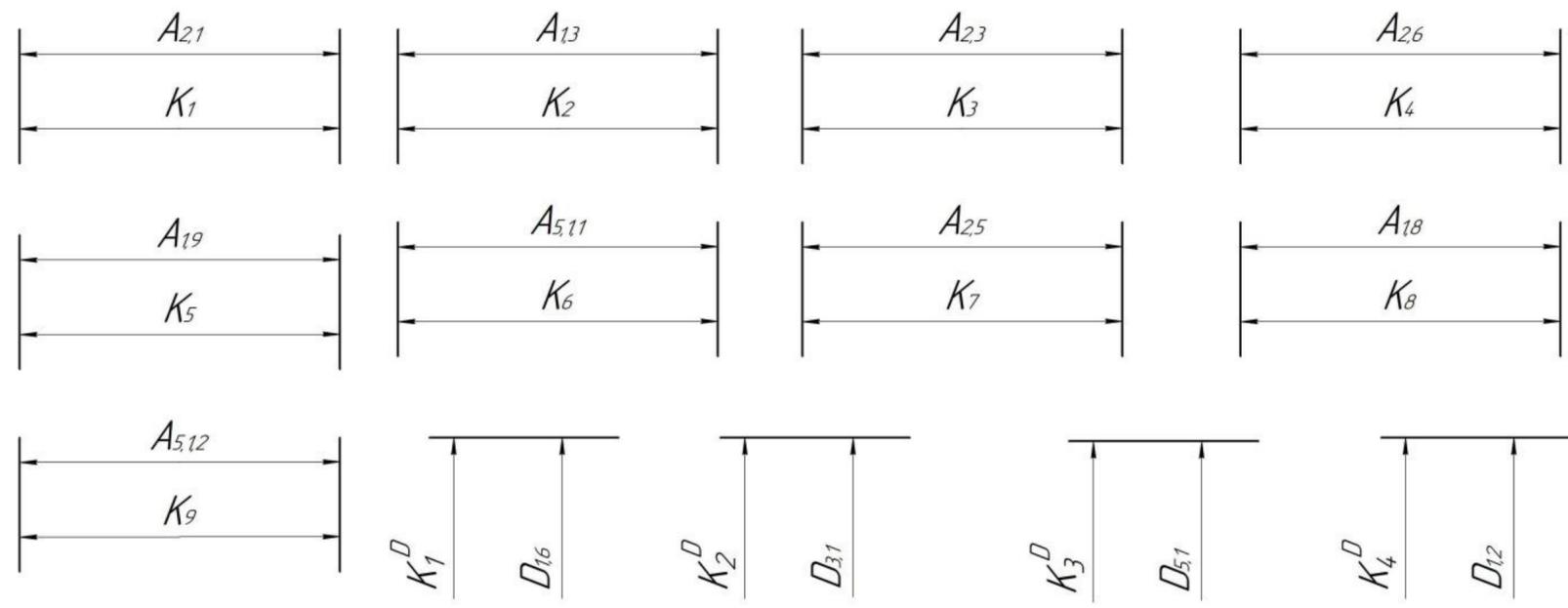
|           |              |       |      |                     |        |         |
|-----------|--------------|-------|------|---------------------|--------|---------|
|           |              |       |      | ИШНПТ-154А80003.005 |        |         |
| Изм./Лист | № докум.     | Подп. | Дата | Лист                | Масса  | Масштаб |
| Разработ  | Дин Цыпки    |       |      | Размерный анализ    |        |         |
| Проект    | Базанак А.О. |       |      | Лист                | Листов | 7       |
| Техцентр  |              |       |      | ИШНПТ               |        |         |
| Нач.цеха  |              |       |      | Группа 154А71       |        |         |
| Станд.    |              |       |      | Формат А1           |        |         |

КОМПАС-3D v17 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН"-Системы проектирования, Россия. Все права защищены.  
 Имя, № папки, Лист и дата, Имя, № папки, Лист и дата, Имя, № папки, Лист и дата, Имя, № папки, Лист и дата.  
 Не для коммерческого использования

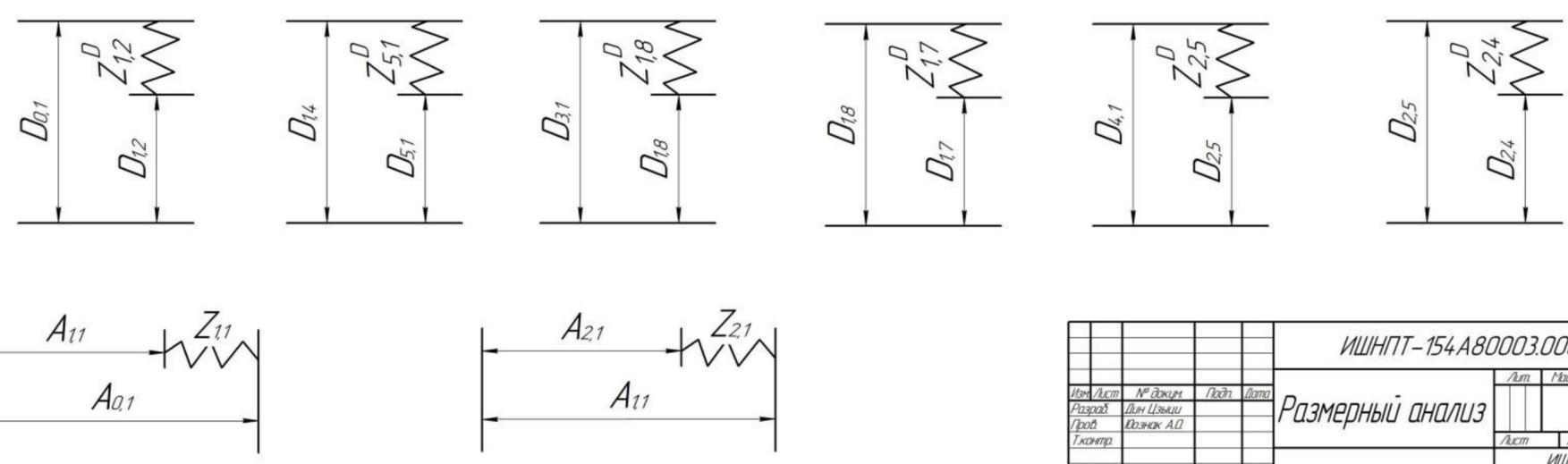
# Радиальные размеры



Технологические размерные цепи в которых замыкающими звеньями являются конструкторские размеры



Технологические размерные цепи в которых замыкающими звеньями являются припуски



|                     |              |       |               |
|---------------------|--------------|-------|---------------|
| ИШНПТ-154А80003.006 |              |       |               |
| Изм./Лист           | № докум.     | Подп. | Дата          |
| Разработ            | Дин Цыпки    |       |               |
| Проб                | Козачок А.О. |       |               |
| Техн. контр.        |              |       |               |
| Исполн.             |              |       |               |
| Чит                 |              |       |               |
| Размерный анализ    |              |       | Лист 1        |
| ИШНПТ               |              |       | Группа 154А71 |

АКМУПАС-30 v 08.11. Учетная версия © 2019 ООО "АКМУПАС-Системы проектирования". Гарантия. Все права защищены.  
 Лист № 1 из 1  
 Дата: 15.08.2019  
 Вкладчик: Дин Цыпки