

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

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

|  |
|--|
| Тема работы  |
| <b>Разработка технологического процесса изготовления детали «Фланец»</b> |

УДК 621.81-2-047.84

Студент

| Группа | ФИО           | Подпись | Дата       |
|--------|---------------|---------|------------|
| 154A81 | Чжан Цзяньчэн |         | 07.06.2022 |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО         | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------|-------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент    | Червач Ю.Б. | к.т.н.                 |         | 07.06.2022 |

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП           | ФИО             | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|----------------------------|-----------------|------------------------|---------|------------|
| 15.03.01<br>Машиностроение | Ефременков Е.А. | к.т.н.                 |         | 07.06.2022 |

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
Ефременков Е.А.  
 (Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)      \_\_\_\_\_  
 (Дата)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

**Форме:**

|                            |
|----------------------------|
| <b>Бакалаврской работы</b> |
|----------------------------|

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

**Студент:**

| Группа | ФИО           |
|--------|---------------|
| 154A81 | Чжан Цзяньчэн |

**Тема работы:**

|  |                        |
|--|------------------------|
| <b>Разработка технологического процесса изготовления детали «Фланец»</b> |                        |
| <b>Утверждена приказом директора (дата, номер)</b>                       | №34-77/с от 03.02.2022 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Срок сдачи студентом выполненной работы:</b> | 07.06.2022 |
|---|------------|

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Исходные данные к работе</b><br/> <b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> | <p>Чертеж детали, годовая программа выпуска детали «Фланец» 5000шт.<br/>         Анализ чертежа и технологичности детали, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.</p> |
| <p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p>                                      | <p>Определение типа производства, анализ конструкции детали на технологичность, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и норм времени, конструирование специального приспособления для операции сверления.</p>  |



|   |  |
|---|--|
| <b>Перечень графического материала</b><br><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i> | Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, сборочный чертеж приспособления. |
| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>                           |  |
| <b>Раздел</b>   | <b>Консультант</b>   |
| <b>Технологический и конструкторский</b>  | Червач Юрий Борисович  |
| <b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>                      | Гасанов Магеррам Али оглы  |
| <b>Социальная ответственность</b>   | Сечин Александр Иванович   |

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

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

| Должность | ФИО         | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------|-------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент    | Червач Ю.Б. | к.т.н.                 |         | 13.12.2021 |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО           | Подпись | Дата       |
|--------|---------------|---------|------------|
| 154A81 | Чжан Цзяньчэн |         | 13.12.2021 |

## Реферат

Выпускная квалификационная работа на тему: «Разработка технологического процесса изготовления детали «Фланец»» содержит 138 страницы, 6 рисунков, 9 источников.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ, РАЗРАБОТКА, ФЛАНЕЦ.

Объектом исследования является технологический процесс изготовления детали «Фланец».

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

В данной работе изложены причины внедрения ВКР, проанализированы чертежи деталей и их технологичность, определен вид производства, описаны принципы выбора заготовок и серийного производства на основе их материалов, вычерчены чертежи заготовок, сформулированы технологические маршруты. деталей, а также приведены эскизы операций и переходы для каждой операции, рассчитаны припуски на механическую обработку и технические размеры, выполнен размерный анализ технологических процессов, приведены спецификации размеров процесса, режимы резания для каждого перехода процесса и мощность оборудования, необходимая для каждого процесса. выделено, модель машины и рассчитано время выполнения каждой операции.

В конструкторской части работы было спроектировано механизированное устройство.

Также в работе приведен экономический анализ оценки коммерческой привлекательности предлагаемой разработки с учетом организации рабочего места в механической части.

## Abstract

Final qualifying work on the topic: "Development of the technological process for manufacturing the part" Flange "" contains 138 pages, 6 figures, 9 sources.

Key words: TECHNOLOGICAL PROCESS, MANUFACTURING OF THE PART, DEVELOPMENT, FLANGE.

The object of research is the technological process of manufacturing the part "Flange".

The purpose of the thesis: the development of the technological process for manufacturing the part "Flange".

This paper outlines the reasons for the introduction of WRC, analyzes the drawings of parts and their manufacturability, determines the type of production, describes the principles for selecting blanks and mass production based on their materials, draws drawings of blanks, and formulates technological routes. details, as well as sketches of operations and transitions for each operation, machining allowances and technical dimensions are calculated, a dimensional analysis of technological processes is performed, specifications for process dimensions, cutting conditions for each process transition and equipment power required for each process are given. selected, the model of the machine and the time of each operation is calculated.

In the design part of the work, a mechanized device was designed.

The paper also provides an economic analysis of the assessment of the commercial attractiveness of the proposed development, taking into account the organization of the workplace in the mechanical part.

## Оглавление

|   |     |
|---|-----|
| Введение .....  | 10  |
| 1. Технологическая часть.....   | 11  |
| 1.1. Исходные данные .....  | 12  |
| 1.2. Анализ технологичности конструкции детали .....  | 13  |
| 1.3. Определение типа производства .....  | 14  |
| 1.4. Выбор исходной заготовки .....   | 19  |
| 1.5. Маршрута изготовления детали .....   | 20  |
| 1.6. Размерный анализ технологического процесса .....   | 29  |
| 1.7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров .....  | 32  |
| 1.7.1. Допуски на конструкторские размеры.....  | 32  |
| 1.7.2. Допуски на технологических размеров .....  | 33  |
| 1.7.3. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров .....   | 34  |
| 1.7.4. Расчёт технологических размеров .....  | 37  |
| 1.8. Выбор средств технологического оснащения .....   | 42  |
| 1.9. Расчёт режимов резания .....   | 44  |
| 1.10. Расчет основного времени .....  | 83  |
| 1.11. Определение штучно-калькуляционного времени .....   | 101 |
| 2. Конструкторская часть .....  | 104 |
| 2.1. Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления .....                               | 104 |
| 2.2. Сверлильная головка.....   | 106 |
| 2.3 Порядок настройки и работы при сверлении отверстия.....   | 107 |
| 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение....  | 108 |
| 3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения..... | 109 |
| 3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....  | 109 |
| 3.1.2. Анализ конкурентных технических решений .....  | 110 |

|  |     |
|--|-----|
| 3.1.3. SWOT-анализ .....   | 112 |
| 3.2. Планирование научно-исследовательских работ .....   | 115 |
| 3.2.1. Структура работ в рамках научного исследования .....  | 115 |
| 3.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....  | 116 |
| 3.2.3. Разработка графика проведения научного исследования.....  | 118 |
| 3.3. Бюджет затрат на реализацию проекта .....   | 121 |
| 3.3.1. Расчет материальных затрат НТИ.....   | 121 |
| 3.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных<br>(экспериментальных) работ.....   | 122 |
| 3.3.3. Основная заработная плата исполнителей темы и расчет<br>дополнительной заработной платы.....                                    | 123 |
| 3.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые<br>отчисления).....   | 126 |
| 3.3.5. Накладные расходы.....  | 127 |
| 3.3.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского<br>проекта.....   | 127 |
| 3.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной,<br>социальной и экономической эффективности исследования ..... | 128 |
| 4. Социальная ответственность .....  | 133 |
| 4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....  | 133 |
| 4.1.1. Правовые нормы трудового законодательства.....  | 133 |
| 4.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны....   | 134 |
| 4.2. Производственная безопасность.....  | 133 |
| 4.3. Экологическая безопасность.....   | 139 |
| 4.4. Безопасность в ЧС.....  | 140 |
| Заключение.....  | 143 |
| Список литературы.....   | 144 |
| Предложение.....   | 145 |

## Введение

Машиностроение является ключевой отраслью индустриального общества, и его уровень развития отражает экономическую и военную мощь страны. Машиностроение не утратило своей ключевой роли при переходе к информационному обществу, так как является разработкой и созданием средств производства, обеспечивающих экономическую независимость и безопасность страны.

В технологии машиностроения развития происходит по следующим направлениям:

- повышение производительности, качества и экономичности технических средств (применение высокопроизводительных машин, точных и надежных приспособлений, инструментов, повышающих производительность и долговечность и т. д.);

- создать максимально эффективный технологический процесс ;

- использовать эффективную систему управления и плановое производство;

- Комплексная автоматизация производства, включая проектирование и разработку продукции, проектирование процессов, планирование и т. д.

Актуальность темы дипломной работы определяется необходимостью разработки изготовления детали для последующего серийного производства этой детали.

## 1. Технологическая часть

В дипломной работе задача создания оборудования для реализации эффективного технологического процесса определяет тип мощности, цену и требования к закупкам, которые необходимо обработать для эффективного выполнения.

При проектировании техпроцесса необходимо решить следующие задачи:

1. Анализировать чертеж и технологичность детали.
2. Подтвердить и выбрать тип продукции.
3. Разработать технические маршруты для производственных клиентов.
4. Рассчитать припуски и допуски, технологические размеры.
5. Подобрать технологические оборудования.
6. Рассчитать воображаемые условия каждого человека, необходимую мощность машины.
7. Рассчитать время обработки для каждого человека.

В конструкторской части необходимо сформулировать базовый чертеж вспомогательного рабочего приспособления, рассчитать необходимое усилие фиксации заготовки и спроектировать приспособление.

## 1.1. Исходные данные

Разработка технологический процесс изготовления детали «Фланец» (рис.1).

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

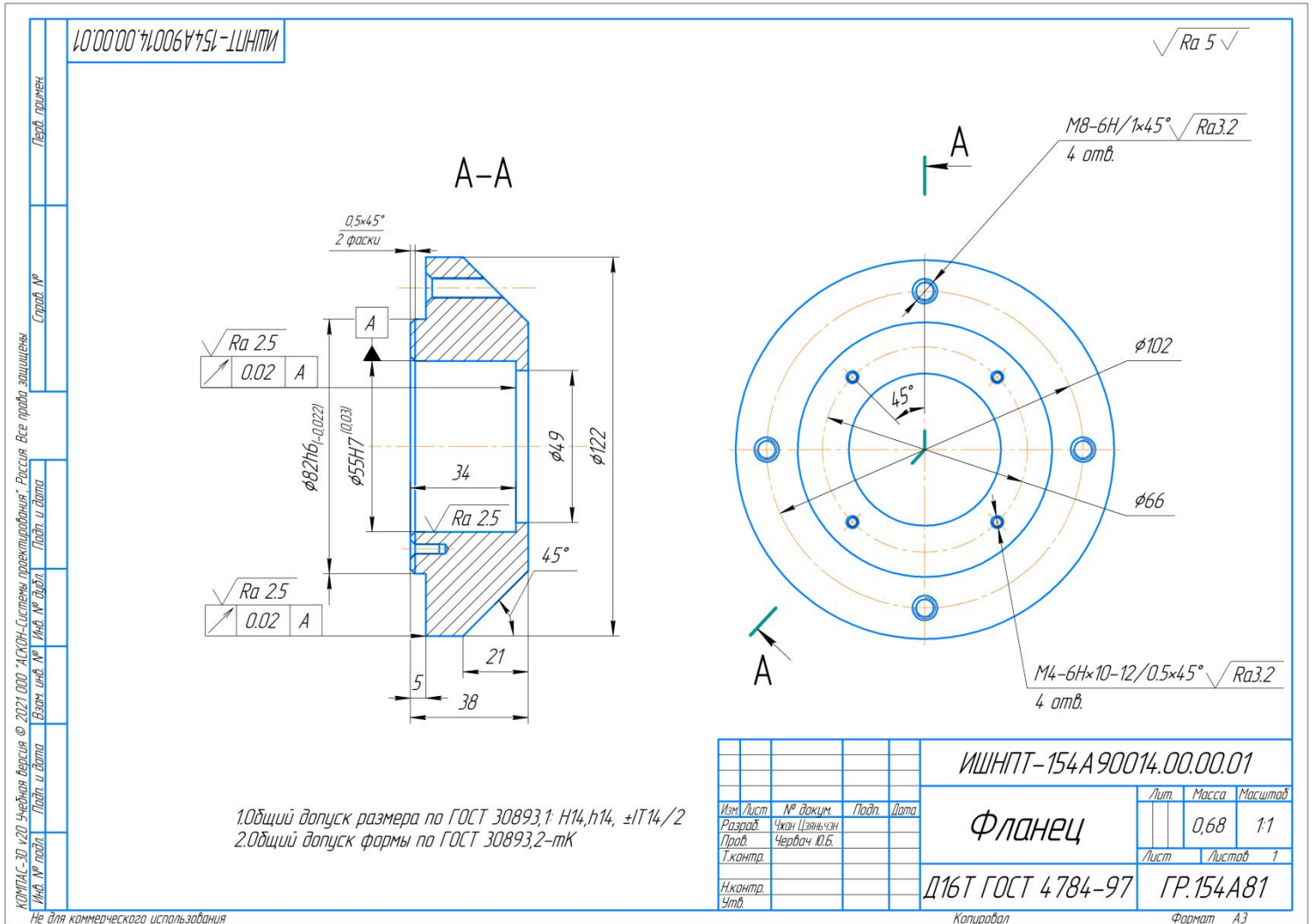


Рис. 1. Чертеж детали



## 1.2. Анализ технологичности конструкции детали

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

Его основные преимущества:

- Стабильная структура;
- Высокие прочностные характеристики;
- Повышенная чувствительность к деформации в процессе эксплуатации;
- Хорошая обрабатываемость на токарных станках и станках

Дюралюминий Д16Т относится к алюминиевым сплавам систем Al-Cu-Mg легируемым марганцем. На чертеже детали «Фланец» показаны все виды и разрезы, необходимые для уточнения конструкции детали. Форма детали проста и особых технических сложностей в процессе изготовления не возникает. Детали могут обрабатываться стандартными и унифицированными режущими и измерительными инструментами.

Наиболее точные поверхности для «Фланец» детали —  $\varnothing 55H7$  с допуском шероховатости поверхности Ra 2,5;  $\varnothing 82h6$  с допуском шероховатости поверхности Ra 2,5 и резьбовые отверстия М8-6Н и М4-6Н — которые можно получить сверлением и нарезанием резьбы метчиком. .

Ввиду вышеизложенного конструкция детали является технологичной .

### 1.3 Определение типа производства

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

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

Где  $t_B$  – такт выпуска детали, мин;

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

Такт выпуска детали определяем по формуле [2]:

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

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

$N_r$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования при двусменном режиме работы:

$F_r = 4029$  ч.

Рассчитаем:

$$t_B = \frac{4029 \times 60}{5000} = 48,35 \text{ мин},$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение технологического процесса:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.ки}}{n} \quad (3)$$

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

$n$  – количество основных операций.

Штучно-калькуляционное время  $i$ -ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1:

$$T_{ш.ки} = \varphi_{ki} \cdot T_{oi} \quad (4)$$

Где  $\varphi_{ki}$  – коэффициент  $i$ -ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

$T_{oi}$  – основное технологическое время  $i$ -ой операции, мин.

1.Ленточно-пильная операция:

переход 1:отрезать заготовку;

$$T_{ш.к0,1} = 0,19 \times D^2 = 0,19 \times 130^2 \times 10^{-3} = 3,211 \text{МИН}$$

Для первой операции(токарная с ЧПУ)  $\varphi_{к1} = 1,41$ .

$$T_{ш.к-1} = \varphi_{к1} \times T_{ш.к0,1} = 1,41 \times 3,211 = 4,53 \text{МИН}$$

2.Токарная операция с ЧПУ:

переход 1: подрезать торец;

$$T_{ш.к1,1} = 0,052 \times (D - d)^2 \times l = 0,1 \times 130^2 \times 10^{-3} = 0,879 \text{МИН}$$

переход 2:Точить поверхность

$$T_{ш.к1,2} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 122 \times 17 \times 10^{-3} = 0,207 \text{МИН}$$

переход 3:Точить поверхность

$$T_{ш.к1,3} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 108 \times 5 \times 10^{-3} = 0,054 \text{МИН}$$

переход 4:Точить поверхность

$$T_{ш.к1,4} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 94 \times 5 \times 10^{-3} = 0,047 \text{МИН}$$

переход 5:Точить поверхность

$$T_{ш.к1,5} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 82 \times 5 \times 10^{-3} = 0,041 \text{МИН}$$

переход 6:Точить фаску

$$T_{ш.к1,6} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 81 \times 0,5 \times 10^{-3} = 0,004 \text{МИН}$$

переход 7:Центровать торец

$$T_{ш.к1,7} = 0,52 \times d \times l = 0,52 \times 8 \times 17,89 \times 10^{-3} = 0,074 \text{МИН}$$

переход 8:Сверлить отверстие

$$T_{ш.к1,8} = 0,52 \times d \times l = 0,52 \times 40 \times 40 \times 10^{-3} = 0,832 \text{МИН}$$

переход 9:Рассверлить отверстие

$$T_{ш.к1,9} = 0,31 \times d \times l = 0,31 \times 49 \times 40 \times 10^{-3} = 0,608 \text{МИН}$$

переход 10:Расточить отверстие

$$T_{ш.к1,10} = 0,18 \times d \times l = 0,18 \times 51 \times 32 \times 10^{-3} = 0,294 \text{МИН}$$

переход 11:Расточить отверстие

$$T_{ш.к1,11} = 0,18 \times d \times l = 0,18 \times 53 \times 33 \times 10^{-3} = 0,315 \text{МИН}$$

переход 12:Расточить отверстие

$$T_{ш.к1,12} = 0,18 \times d \times l = 0,18 \times 55 \times 35 \times 10^{-3} = 0,347 \text{МИН}$$

переход 13:Расточить фаску

$$T_{ш.к1,13} = 0,18 \times d \times l = 0,18 \times 56 \times 0,5 \times 10^{-3} = 0,005 \text{МИН}$$

переход 14:Подрезать торец

$$T_{ш.к1,14} = 0,052 \times (D - d)^2 \times l = 0,1 \times 130^2 \times 10^{-3} = 0,879 \text{МИН}$$

переход 15:Точить поверхность

$$T_{ш.к1,15} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 118 \times 7 \times 10^{-3} = 0,083 \text{МИН}$$

переход 16:Точить поверхность

$$T_{ш.к1,16} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 102 \times 5 \times 10^{-3} = 0,051 \text{МИН}$$

переход 17:Точить поверхность

$$T_{ш.к1,17} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 92 \times 5 \times 10^{-3} = 0,046 \text{МИН}$$

переход 18:Точить поверхность

$$T_{ш.к1,18} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 80 \times 4 \times 10^{-3} = 0,032 \text{МИН}$$

Для второй операции(токарная с ЧПУ)  $\varphi_{к2} = 1,98$ .

$$\begin{aligned} T_{ш.к2} &= 0,879 + 0,207 + 0,054 + 0,047 + 0,041 + 0,004 + 0,074 + 0,832 \\ &+ 0,608 + 0,294 + 0,315 + 0,347 + 0,005 + 0,879 + 0,083 + 0,051 \\ &+ 0,046 + 0,032 = 4,798 \text{МИН} \end{aligned}$$

$$T_{ш-к2} = \varphi_{к2} \times T_{ш.к2} = 1,98 \times 4,798 = 9,5 \text{МИН}$$

переход 19:Сверлить 4 отверстия

$$T_{ш.к3,1} = 4 \times 0,52 \times d \times l = 4 \times 0,52 \times 6 \times 26 \times 10^{-3} = 0,324 \text{МИН}$$

переход 20:Зенковать 4 отверстия

$$T_{ш.к3,2} = 4 \times 0,21 \times d \times l = 0,21 \times 8 \times 1 \times 10^{-3} = 0,007 \text{МИН}$$

переход 21:Сверлить 4 отверстия

$$T_{ш.к3,3} = 4 \times 0,52 \times d \times l = 4 \times 0,52 \times 3 \times 12 \times 10^{-3} = 0,075 \text{МИН}$$

переход 22:Зенковать 4 отверстия

$$T_{ш.к3,4} = 4 \times 0,21 \times d \times l = 4 \times 0,21 \times 4 \times 0,5 \times 10^{-3} = 0,002 \text{МИН}$$

переход 23:Нарезать резьбу

$$T_{ш.к3,5} = 4 \times 0,4 \times d \times l = 4 \times 0,4 \times 6,7 \times 26 \times 10^{-3} = 0,279 \text{МИН}$$

переход 24:Нарезать резьбу

$$T_{ш.к3,6} = 4 \times 0,4 \times d \times l = 4 \times 0,4 \times 3,3 \times 10 \times 10^{-3} = 0,053 \text{МИН}$$

Для второй операции(токарная с ЧПУ)  $\varphi_{к2} = 1,98$ .

$$T_{ш.к3} = 0,324 + 0,007 + 0,075 + 0,002 + 0,279 + 0,053 = 0,74 \text{МИН}$$

$$T_{ш-к3} = \varphi_{к3} \times T_{ш.к3} = 1,98 \times 0,74 = 1,47 \text{МИН}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле [3]:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.ки}}{n} = \frac{4,53 + 9,5 + 1,47}{2} = 7,75 \text{ мин}$$

Тип производства определяем по формуле [1]:

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{48,35}{7,75} = 6,23$$

| Типа производства | $K_{з.о}$    |
|-------------------|--------------|
| Массовое          | 1            |
| Серийное          |              |
| Крупносерийное    | Св. 1 до 10  |
| Среднесерийное    | Св. 10 до 20 |
| Мелкосерийное     | Св. 20 до 40 |
| Единичное         | Св. 40       |

Рис.2-Типа производства

Так как  $1 < K_{з.о} < 10$ , то тип производства крупносерийное.

#### 1.4. Выбор исходной заготовки

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

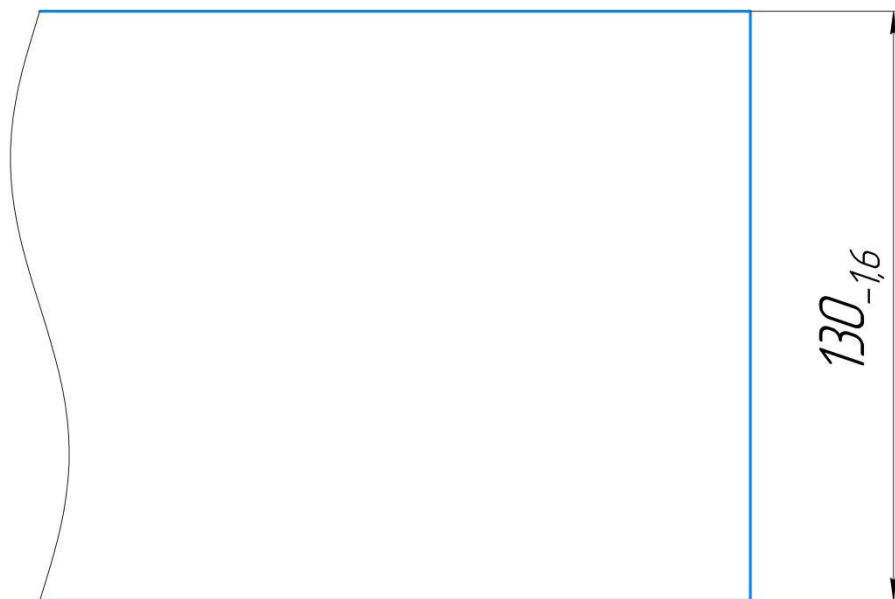


Рис.3-Заготовка

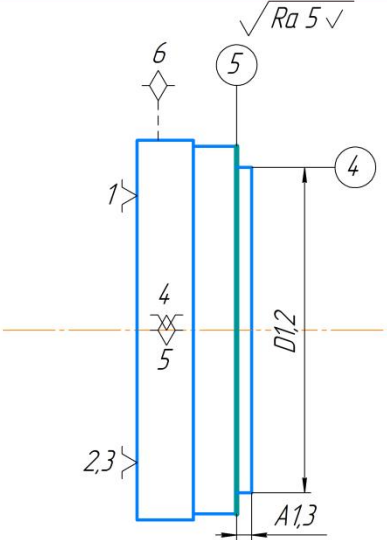
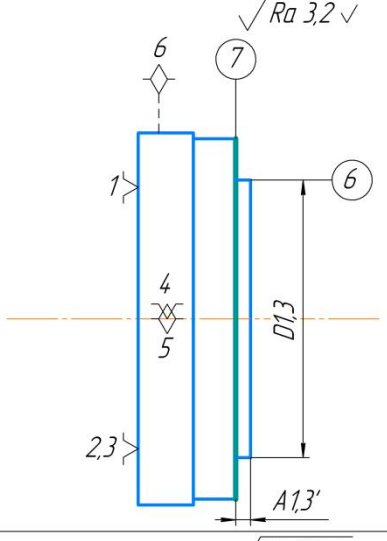
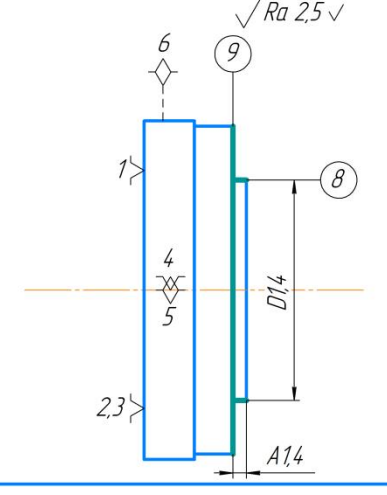
| Fe        | Si        | Mn          | Cr        | Ti         | Al              | Cu            | Mg            | Zn         | Примесей                         | -             |
|-----------|-----------|-------------|-----------|------------|-----------------|---------------|---------------|------------|----------------------------------|---------------|
| До<br>0,5 | До<br>0,5 | 0,3-<br>0,9 | До<br>0,1 | До<br>0,15 | До<br>90,9-94,7 | До<br>3,8-4,9 | До<br>1,2-1,8 | До<br>0,25 | Прочие,каждая<br>0,05;всего 0,15 | Ti+Zr<br><0.2 |

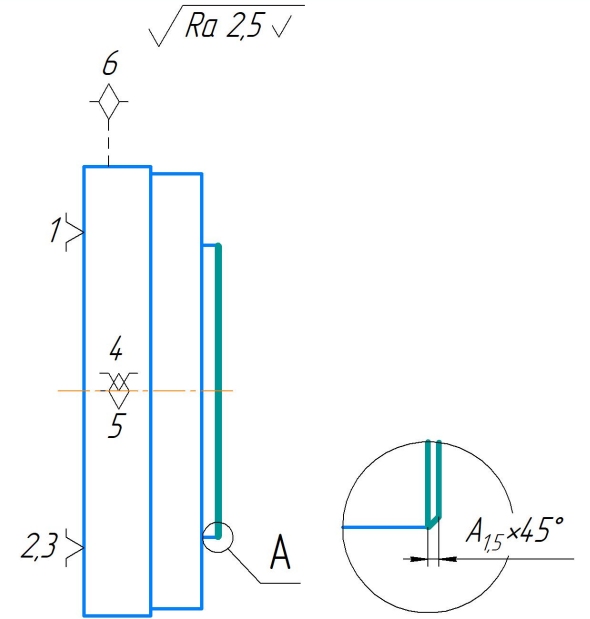
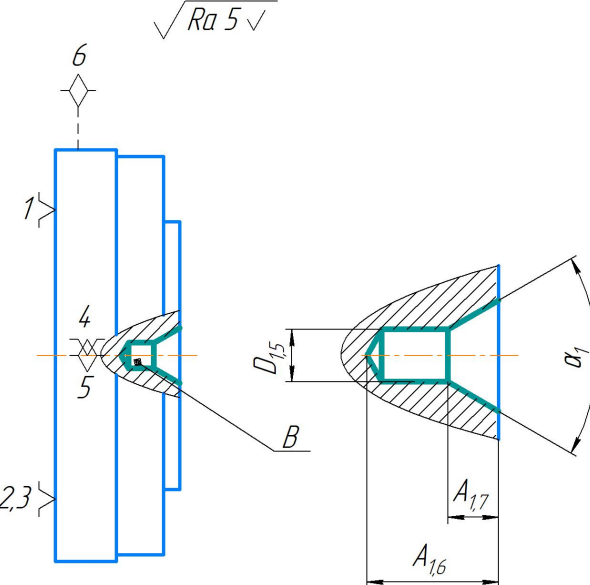
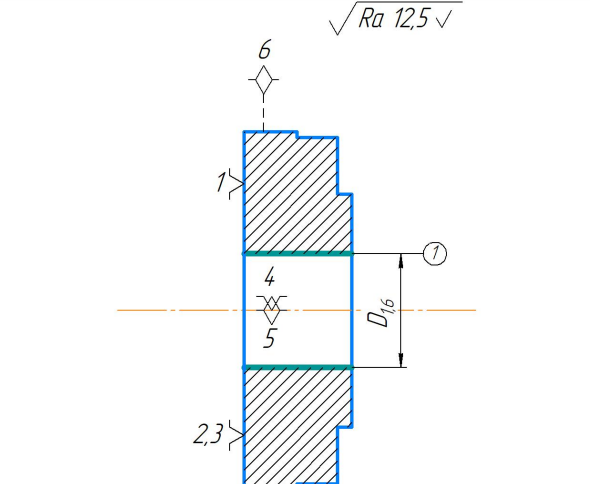
## 1.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали

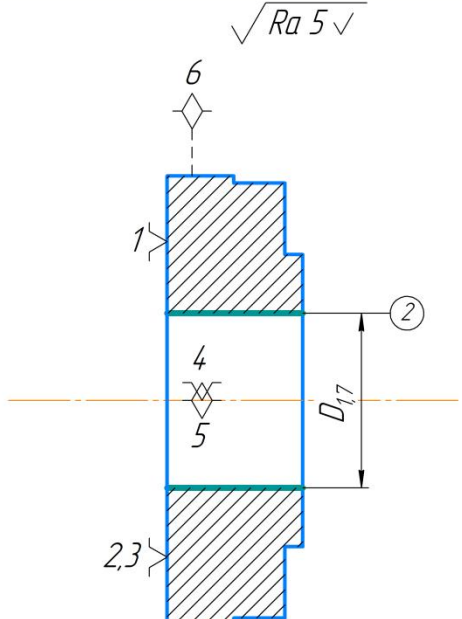
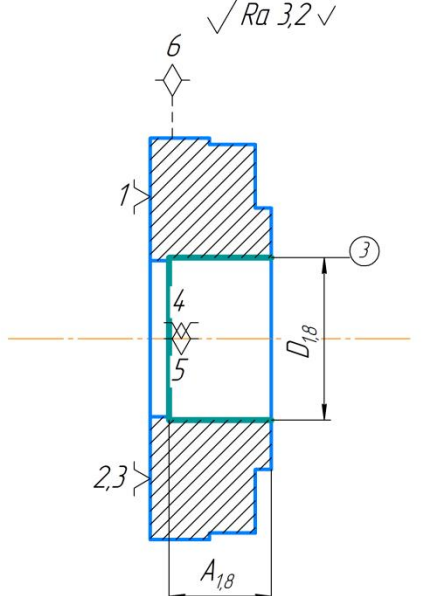
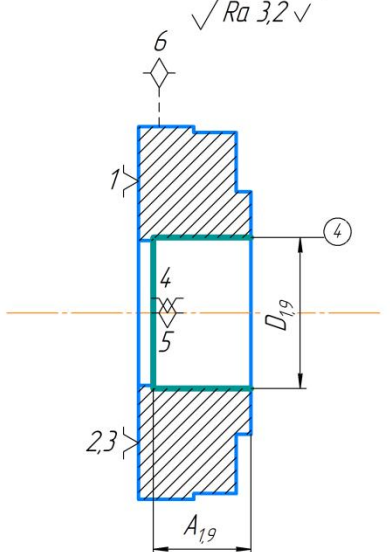
### «Фланец»

| Операция | Установ | Переход | Наименование операций и содержание переходов   | Операционный эскиз  |
|----------|---------|---------|--|---|
| 1        | 2       | 3       | 4  | 5   |
| 005      |         | 1       | <p><i>Заготовительная</i></p> <p><i>Отрезать заготовку, выдерживая размер <math>A_{0,1}, D_{0,1}</math>.</i></p> | <p>The sketch shows a rough cylindrical part with a diameter <math>D_{0,1}</math> and length <math>l^*</math>. The end face is marked with '1'. The side surface is marked with '2, 3' and '4, 5'. A chamfered edge is marked with '6'. A dashed line indicates the center axis.</p>  |
| 010      | A       | 1       | <p><i>Токарная с ЧПУ</i></p> <p><i>Подрезать торец 1, выдерживая размер <math>A_{1,1}</math>.</i></p>            | <p>The sketch shows the part after the first turning operation. The diameter is now <math>A_{1,1}</math>. The end face '1' is chamfered. The side surface is marked with '2, 3' and '4, 5'. The chamfered edge is marked with '6'. A surface texture symbol <math>\sqrt{Ra\ 5\ \checkmark}</math> is shown. A circled '1' is next to the chamfered edge.</p>  |
|          |         | 2       | <p><i>Точить поверхность 2 и 3, выдерживая размер <math>A_{1,2}, D_{1,1}</math>.</i></p>                         | <p>The sketch shows the part after the second turning operation. The diameter is now <math>D_{1,1}</math> and the length is <math>A_{1,2}</math>. The end face '1' is chamfered. The side surface is marked with '2, 3' and '4, 5'. The chamfered edge is marked with '6'. A surface texture symbol <math>\sqrt{Ra\ 5\ \checkmark}</math> is shown. Circled numbers '2' and '3' are next to the side surface.</p> |

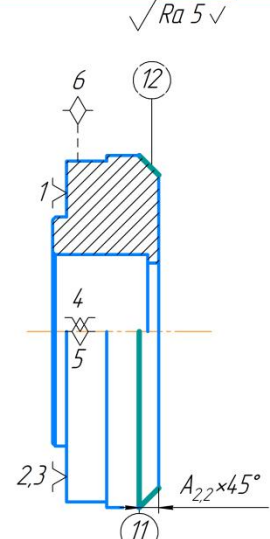
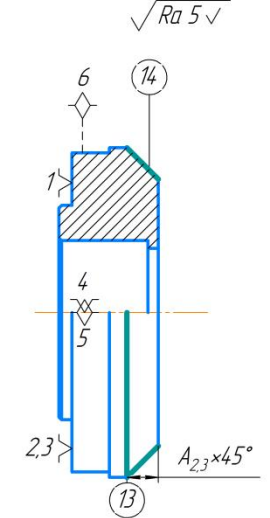
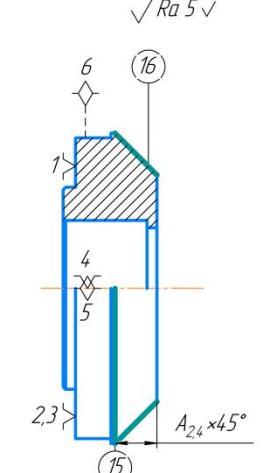


|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>3</p> <p><i>Точить поверхность 4 и 5,<br/>выдерживая размер <math>A_{1,3}, D_{1,2}</math>.</i></p>  |    |
|  | <p>4</p> <p><i>Точить поверхность 6 и 7,<br/>выдерживая размер <math>A_{1,3'}, D_{1,3}</math>.</i></p> |   |
|  | <p>5</p> <p><i>Точить поверхность 8 и 9,<br/>выдерживая размер <math>A_{1,4}, D_{1,4}</math>.</i></p>  |  |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  | 6 | <p>Точить фаску<br/>выдерживая размер <math>A_{15} \times 45^\circ</math>.</p>                                  |    |
|  | 7 | <p>Центровать торец,<br/>выдерживая размер <math>D_{15}, A_{16}, A_{17}</math>, угол <math>\alpha_1</math>.</p> |   |
|  | 8 | <p>Сверлить отверстие 1,<br/>выдерживая размер <math>D_{16}</math>.</p>   |  |

|  |    |   |   |
|--|----|---|---|
|  | 9  | <p><i>Расверлить отверстие 2, выдерживая размер <math>D_{17}</math>.</i></p>        |     |
|  | 10 | <p><i>Расточить отверстие 3, выдерживая размер <math>D_{18}, A_{18}</math>.</i></p> |   |
|  | 11 | <p><i>Расточить отверстие 4, выдерживая размер <math>A_{19}, D_{19}</math>.</i></p> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 12 | <p><i>Расточить отверстие 5,<br/>выдерживая размер <math>A_{1,10}</math>, <math>D_{1,10}</math>.</i></p> |  |
| 13 | <p><i>Расточить фаску,<br/>выдерживая размер <math>A_{1,11}</math>.</i></p>                              |  |
| 14 | <p><i>Точить поверхность 10,<br/>выдерживая размер <math>A_{2,1}</math>.</i></p>                         |  |

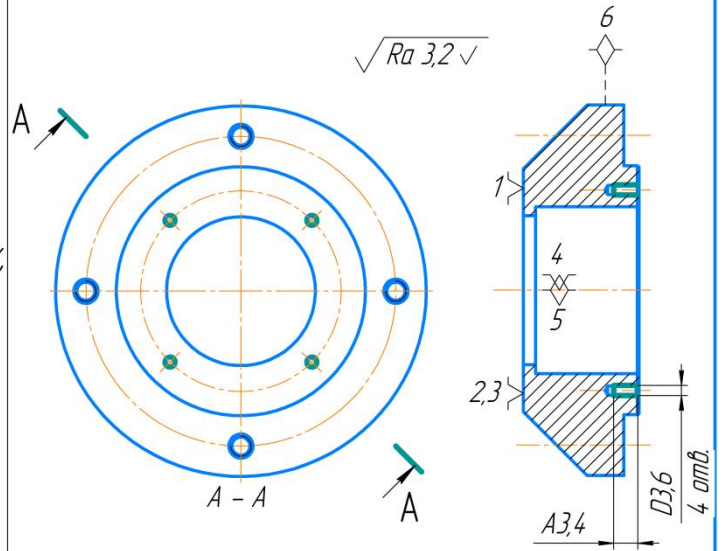
|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>15</p> <p><i>Точить поверхность 11 и 12, выдерживая размер <math>A_{2,2} \times 45^\circ</math>.</i></p> |    |
|  | <p>16</p> <p><i>Точить поверхность 13 и 14, выдерживая размер <math>A_{2,3} \times 45^\circ</math>.</i></p> |   |
|  | <p>17</p> <p><i>Точить поверхность 15 и 16, выдерживая размер <math>A_{2,4} \times 45^\circ</math>.</i></p> |  |

|   |    |  |  |
|---|----|--|--|
|   | 18 | <p>Точить поверхность 17 и 18, выдерживая размер <math>A_{2,5} \times 45^\circ</math>.</p> |  |
| В | 19 | <p>Сверлить 4 отверстия, выдерживая размер <math>D_{3,1}, D_{3,2}</math>.</p>              |  |
|   | 20 | <p>Зенковать 4 отверстия, выдерживая размер <math>A_{3,1} \times 45^\circ</math>.</p>      |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 21 | <p>Сверлить 4 отверстия.<br/>выдерживая размер <math>D_{3,3}, D_{3,4}, A_{3,2}</math>.<br/>Угол <math>\alpha_{3,1} \times 45^\circ</math>.</p> |  |
| 22 | <p>Зенковать 4 отверстия<br/>выдерживая размер <math>A_{3,3} \times 45^\circ</math>.</p>   |  |
| 23 | <p>Нарезать резьбу в 4 отверстиях,<br/>выдерживая размер <math>D_{3,5}</math>.</p>   |  |

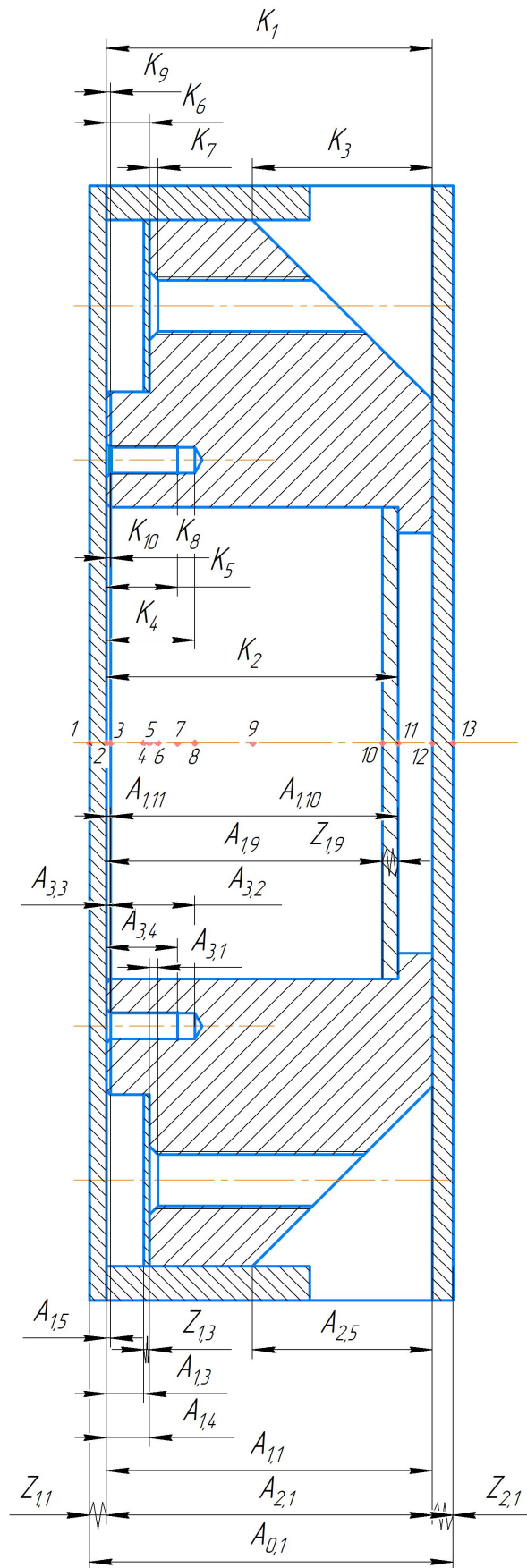
24

Нарезать резьбу в 4 отверстиях,  
выдерживая размер  $A_{3,4}$ ,  $D_{3,6}$ .





## 1.6 Анализ размеров процесса изготовления деталей



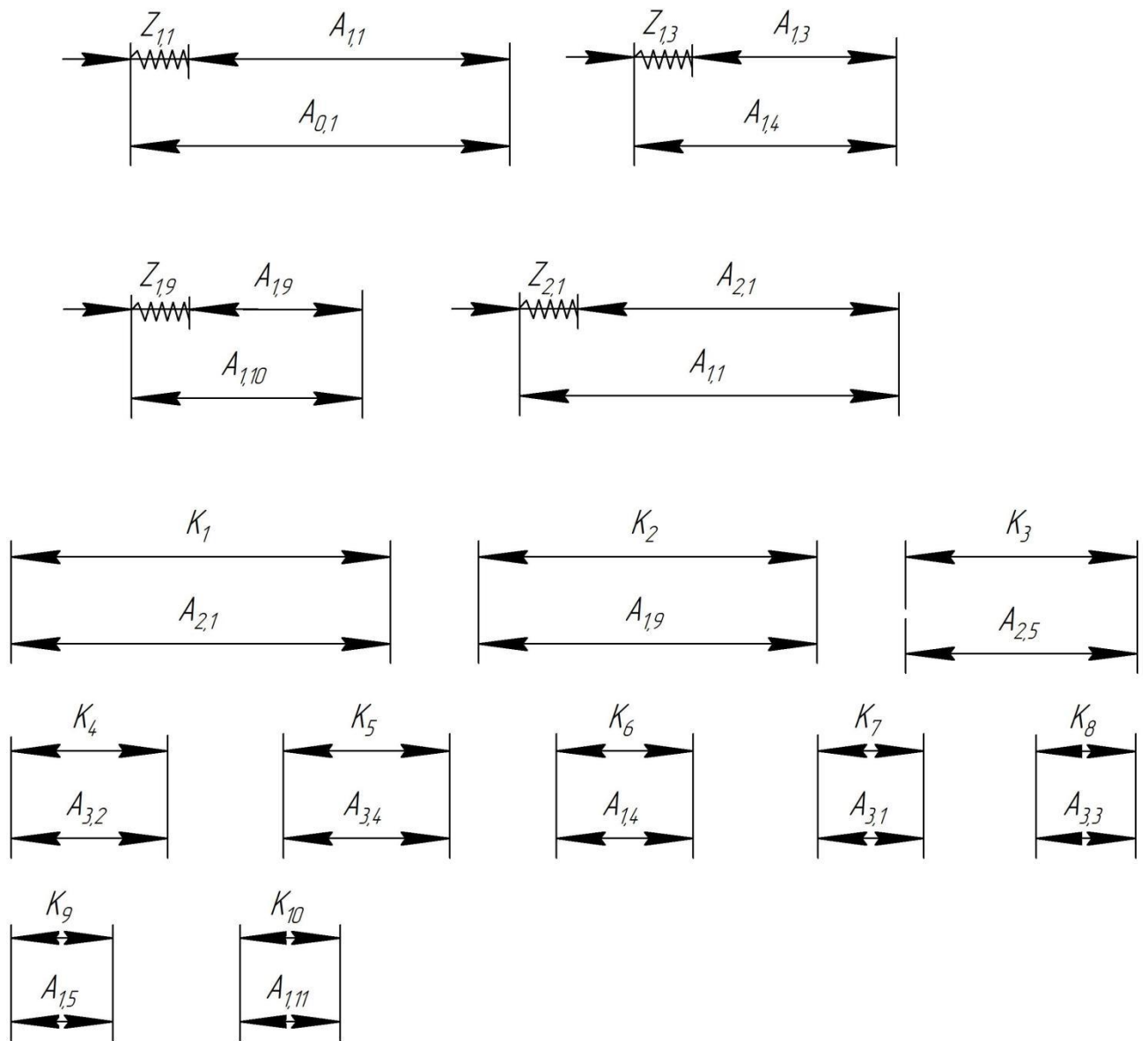


Рис.4 - Размерная цепь



## 1.7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров

### 1.7.1. Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры.

Размер  $K_1 = 38^{0,62}$  мм. Допуск  $TK_1=0,62$  мм

Размер  $K_2 = 34^{0,62}$  мм. Допуск  $TK_2=0,62$  мм

Размер  $K_3 = 21^{0,52}$  мм . Допуск  $TK_3=0,52$  мм

Размер  $K_4 = 12^{0,43}$  мм. Допуск  $TK_4=0,43$  мм

Размер  $K_5 = 10^{0,36}$  мм . Допуск  $TK_5=0,36$  мм

Размер  $K_6 = 5^{0,30}$  мм. Допуск  $TK_6=0,30$  мм

Размер  $K_7 = 1^{0,25}$  мм. Допуск  $TK_7=0,25$  мм

Размер  $K_8 = 0,5^{0,25}$  мм. Допуск  $TK_8=0,25$  мм

Размер  $K_9 = 0,5^{0,25}$  мм. Допуск  $TK_9=0,25$  мм

Размер  $K_{10} = 0,5^{0,25}$  мм. Допуск  $TK_{10}=0,25$  мм

Размер  $K_{D1} = 122$  мм. Допуск  $TK_{D1}=1$  мм

Размер  $K_{D2} = 82h6_{-0,022}^0$  мм. Допуск  $TK_{D2}=0,022$  мм

Размер  $K_{D3} = 55H7_0^{0,03}$  мм . Допуск  $TK_{D3}=0,03$  мм

Размер  $K_{D4} = 49_0^{0,62}$  мм. Допуск  $TK_{D4}=0,62$  мм

Размер  $K_{D5} = 8_0^{0,36}$  мм . Допуск  $TK_{D5}=0,36$  мм

Размер  $K_{D6} = 6_0^{0,30}$  мм. Допуск  $TK_{D6}=0,30$  мм

Размер  $K_{D7} = 4_0^{0,30}$  мм . Допуск  $TK_{D7}=0,30$  мм

Размер  $K_{D8} = 3_0^{0,25}$  мм. Допуск  $TK_{D8}=0,25$  мм

### 1.7.2.Расчёт допусков технологических размеров

Определение допусков на осевые технологические размеры:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{ui-1} + \varepsilon_{\delta i} \quad (4)$$

Где  $\omega_{ci}$  - статическая погрешность, мм;

$\rho_{ui-1}$  - пространственное отклонение измерительной  
(технологической) базы, мм;

$\varepsilon_{\delta i}$  - погрешность базирования, мм.

Допуски на заготовочные размеры после резки на ленточных назначаем:

$$TA_{0,1} = 1\text{мм};$$

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{1,1} = \omega_c + \rho_{1,1} = 0,20 + 0,2 = 0,4\text{мм};$$

$$TA_{1,3} = \omega_c = 0,20\text{мм};$$

$$TA_{1,4} = \omega_c = 0,20\text{мм};$$

$$TA_{1,5} = \omega_c = 0,20\text{мм};$$

$$TA_{1,9} = \omega_c = 0,20\text{мм};$$

$$TA_{1,10} = \omega_c = 0,20\text{мм};$$

$$TA_{1,11} = \omega_c = 0,20\text{мм};$$

$$TA_{2,1} = \omega_c + \rho_{2,1} = 0,20 + 0,2 = 0,4\text{мм}$$

$$TA_{3,1} = \omega_c = 0,15\text{мм};$$

$$TA_{3,2} = \omega_c = 0,10\text{мм};$$

$$TA_{3,3} = \omega_c = 0,15\text{мм};$$

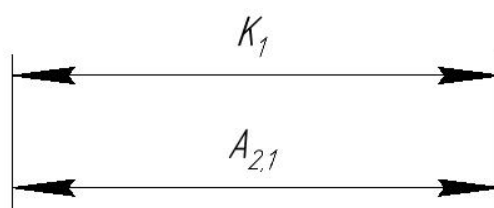
$$TA_{3,4} = \omega_c = 0,15\text{мм};$$

### 1.7.3. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле:

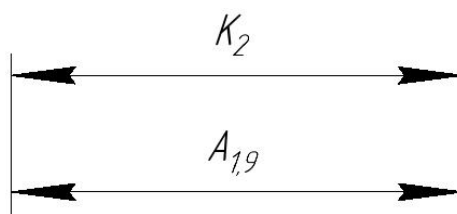
$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i \quad (5)$$

Рассмотреть размерную цепь для размера  $K_1$ :



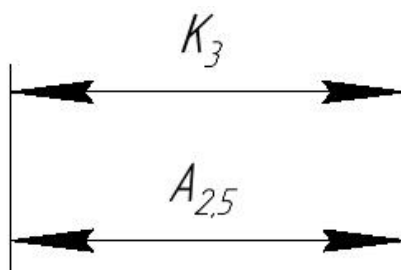
$TK_1 = 0,62\text{мм} \geq TA_{2,1} = 0,4\text{мм}$ , Размер  $K_1$  выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера  $K_2$ :



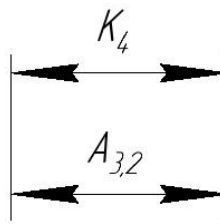
$TK_2 = 0,62\text{мм} \geq TA_{1,9} = 0,2\text{мм}$ , Размер  $K_2$  выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера  $K_3$ :



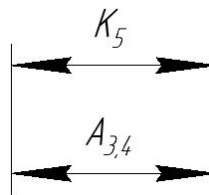
$TK_3 = 0,52\text{мм} \geq TA_{2,5} = 0,2\text{мм}$ , Размер  $K_3$  выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера  $K_4$ :



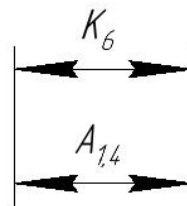
$TK_4 = 0,43\text{мм} \geq TA_{3,2} = 0,10\text{мм}$ , Размер  $K_4$  выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера  $K_5$ :



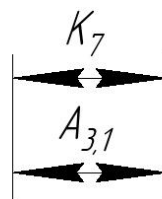
$TK_5 = 0,36\text{мм} \geq TA_{3,4} = 0,15\text{мм}$ , Размер  $K_4$  выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера  $K_6$ :



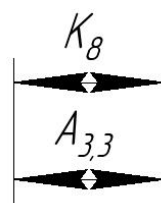
$TK_6 = 0,30\text{мм} \geq TA_{1,4} = 0,20\text{мм}$ , Размер  $K_4$  выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера  $K_7$ :



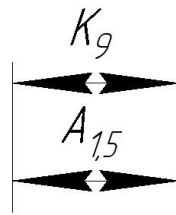
$TK_7 = 0,25\text{мм} \geq TA_{3,1} = 0,15\text{мм}$ , Размер  $K_4$  выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера  $K_8$ :



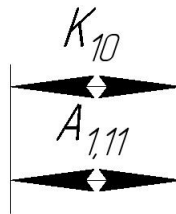
$TK_8 = 0,25\text{мм} \geq TA_{3,3} = 0,15\text{мм}$ , Размер  $K_4$  выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера  $K_9$ :



$TK_9 = 0,25\text{мм} \geq TA_{1,5} = 0,10\text{мм}$ , Размер  $K_9$  выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера  $K_{10}$ :



$TK_{10} = 0,25\text{мм} \geq TA_{1,11} = 0,20\text{мм}$ , Размер  $K_{10}$  выдерживается.

Расчет минимальных значений для осевых припусков определяем по формуле[4]:

$$z_i^{min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i \quad (6)$$

Где  $z_i^{min}$  – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

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

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

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

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

$$z_{1,1}^{min} = 80 + 80 + 200 + 100 = 460\text{мкм}$$

$$z_{1,9}^{min} = 40 + 60 + 100 = 200\text{мкм}$$



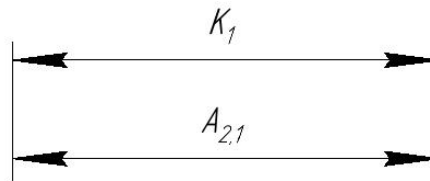
$$z_{1,4}^{min} = 40 + 60 + 100 = 200 \text{ мкм}$$

$$z_{2,1}^{min} = 80 + 80 + 200 + 60 = 420 \text{ мкм}$$

#### 1.7.4. Расчёт технологических размеров

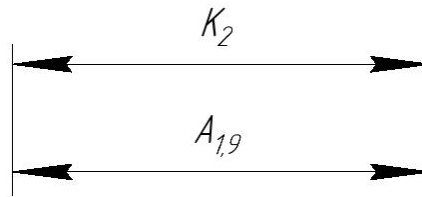
Расчет технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи.

Рассмотреть размерную цепь для размера  $A_{2,1}$ :



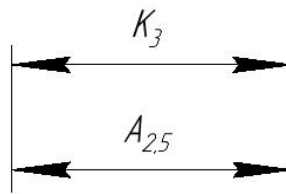
$$A_{2,1}^C = K_1^C = 38,2 \text{ мм}; A_{2,1} = 38^{0,4} \text{ мм}$$

Рассмотреть размерную цепь для размера  $A_{1,9}$ :



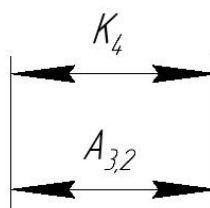
$$A_{1,9}^C = K_2^C = 34,1 \text{ мм}; A_{1,9} = 34^{0,2} \text{ мм}$$

Рассмотреть размерную цепь для размера  $A_{2,5}$ :



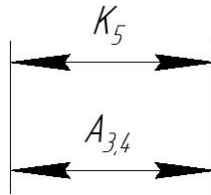
$$A_{2,5}^C = K_3^C = 21,1 \text{ мм}; A_{2,5} = 21^{0,2} \text{ мм}$$

Рассмотреть размерную цепь для размера  $A_{3,2}$ :



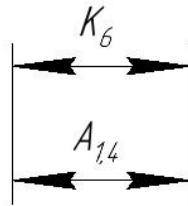
$$A_{3,2}^C = K_4^C = 12,1\text{мм}; A_{3,2} = 12^{0,2}\text{ мм}$$

Рассмотреть размерную цепь для размера  $A_{3,4}$ :



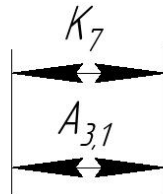
$$A_{3,4}^C = K_5^C = 10,1\text{мм}; A_{3,4} = 10^{0,2}\text{ мм}$$

Рассмотреть размерную цепь для размера  $A_{1,4}$ :



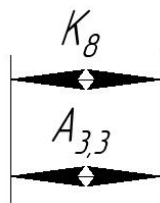
$$A_{1,4}^C = K_6^C = 5,1\text{мм}; A_{1,4} = 5^{0,2}\text{ мм}$$

Рассмотреть размерную цепь для размера  $A_{3,1}$ :



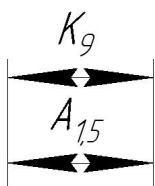
$$A_{3,1}^C = K_7^C = 1,1\text{мм}; A_{3,1} = 1^{0,2}\text{ мм}$$

Рассмотреть размерную цепь для размера  $A_{3,3}$ :



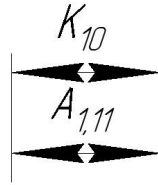
$$A_{3,3}^C = K_8^C = 0,6\text{мм}; A_{3,3} = 0,5^{0,2}\text{ мм}$$

Рассмотреть размерную цепь для размера  $A_{1,5}$ :



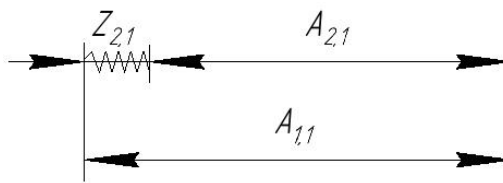
$$A_{1,5}^c = K_9^c = 0,6\text{мм}; A_{1,5} = 0,5^{0,2}\text{ мм}$$

Рассмотреть размерную цепь для размера  $A_{1,11}$ :



$$A_{1,11}^c = K_{10}^c = 0,6\text{мм}; A_{1,11} = 0,5^{0,2}\text{ мм}$$

Рассмотреть размерную цепь для размера  $A_{1,1}$ :



$$TZ_{2,1} = TA_{1,1} + TA_{2,1} = 0,2 + 0,4 = 0,6\text{мм}$$

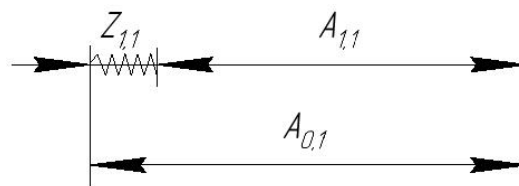
$$Z_{2,1\max} = Z_{2,1\min} + TZ_{2,1} = 1,02\text{мм}$$

$$Z_{2,1}^c = Z_{2,1\min} + \frac{TA_{1,1} + TA_{2,1}}{2} = 0,42 + \frac{0,2 + 0,4}{2} = 0,72\text{мм}$$

$$A_{1,1}^c = A_{2,1}^c + Z_{1,1}^c = 38,2 + 0,72 = 38,92\text{мм}$$

$$A_{1,1} = 38,92 \pm 0,2\text{мм}$$

Рассмотреть размерную цепь для размера  $A_{0,1}$ :



$$TZ_{1,1} = TA_{0,1} + TA_{1,1} = 1 + 0,4 = 1,4\text{мм}$$

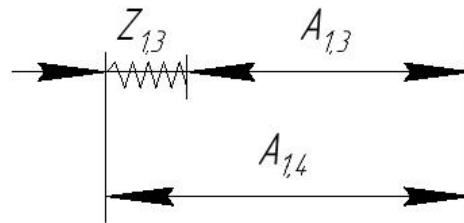
$$Z_{1,1\max} = Z_{1,1\min} + TZ_{1,1} = 1,86\text{мм}$$

$$Z_{1,1}^c = Z_{1,1\min} + \frac{TA_{0,1} + TA_{1,1}}{2} = 0,46 + \frac{1 + 0,4}{2} = 1,16\text{мм}$$

$$A_{0,1}^c = A_{1,1}^c + Z_{1,1}^c = 38,8 + 1,16 = 39,96\text{мм}$$

$$A_{0,1} = 39,96 \pm 0,5\text{мм}$$

Рассмотреть размерную цепь для размера  $A_{1,3}$ :



$$TZ_{1,3} = TA_{1,3} + TA_{1,4} = 0,2 + 0,2 = 0,4\text{мм}$$

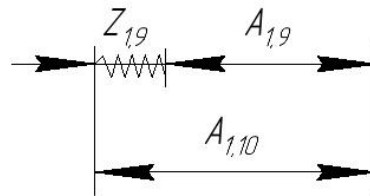
$$Z_{1,3 \max} = Z_{1,3 \min} + TZ_{1,1} = 0,6\text{мм}$$

$$Z_{1,3}^c = Z_{1,3 \min} + \frac{TA_{1,3} + TA_{1,4}}{2} = 0,2 + \frac{0,2 + 0,2}{2} = 0,4\text{мм}$$

$$A_{1,3}^c = A_{1,4}^c - Z_{1,3}^c = 5,1 - 0,4 = 4,7\text{мм}$$

$$A_{1,3} = 4,7 \pm 0,1\text{мм}$$

Рассмотреть размерную цепь для размера  $A_{1,10}$ :



$$TZ_{1,9} = TA_{1,9} + TA_{1,10} = 0,2 + 0,2 = 0,4\text{мм}$$

$$Z_{1,9 \max} = Z_{1,9 \min} + TZ_{1,9} = 0,6\text{мм}$$

$$Z_{1,9}^c = Z_{1,9 \min} + \frac{TA_{1,10} + TA_{1,9}}{2} = 0,2 + \frac{0,2 + 0,2}{2} = 0,4\text{мм}$$

$$A_{1,10}^c = A_{1,9}^c + Z_{1,9}^c = 34,1 + 0,4 = 34,5\text{мм}$$

$$A_{1,10} = 34,5 \pm 0,1\text{мм}$$

**Таблица 1.7. Результаты расчета продольных технологических размеров**

| Обозначение технологического размера, мм | Среднее значение технологического размера, мм | Принятое номинальное значение и предельные отклонения технологического размера, мм |
|--|---|--|
| $A_{0,1}$                                | 39,8  | $39,8 \pm 0,5$   |
| $A_{1,1}$                                | 38,8  | $38,8 \pm 0,2$   |
| $A_{1,3}$                                | 4,7   | $4,7 \pm 0,1$  |
| $A_{1,4}$                                | 5,1   | $5^{0,2}$  |
| $A_{1,5}$                                | 0,6   | $0,5^{0,2}$  |
| $A_{1,9}$                                | 34,1  | $34^{0,2}$   |
| $A_{1,10}$                               | 34,5  | $34,5 \pm 0,1$   |
| $A_{1,11}$                               | 0,6   | $0,5^{0,2}$  |
| $A_{2,1}$                                | 38,2  | $38^{0,4}$   |
| $A_{2,5}$                                | 21,1  | $21^{0,2}$   |
| $A_{3,1}$                                | 1,1   | $1^{0,2}$  |
| $A_{3,2}$                                | 12,1  | $12^{0,2}$   |
| $A_{3,3}$                                | 0,6   | $0,5^{0,2}$  |
| $A_{3,4}$                                | 10,1  | $10^{0,2}$   |

## 1.8. Выбор средств технологического оснащения

Выбор оборудования (станка) зависит от типа производства и объема производства 5000 шт/год и диаметра детали.

Таблица 1.8.1-Гидравлический ленточнопильный станок Stalex TGK-4235

|   | Stalex TGK-4235                |
|---|--------------------------------|
| Мощность двухскоростного двигателя  | 2,2/2,8 кВт (3-х фазный)       |
| Мощность гидравлической станции   | 0,55 кВт                       |
| Мощность системы СОЖ  | 0,04 кВт                       |
| Вращение пилы   | 90 градусов                    |
| Диаметр шкивов  | Ø 480 мм                       |
| Главный привод  | зубчатый                       |
| Тиски   | гидравлические                 |
| Натяжение полотна   | гидравлическое + манометр      |
| Скорость резания  | 45, 69 м/мин                   |
| Рабочая зона  | 90°                            |
|  | 350                            |
|  | 350 x 350                      |
| *Объем гидравлического бака   | 43л заливать 2/3 по уровню СОЖ |
| Габариты ленточного полотна   | 34x1,1x4115 мм                 |
| Рабочая высота стола  | 668 мм                         |
| Размер упаковки   | 2130x1150x1730 мм              |
| Масса нетто/брутто  | 775/940 кг.                    |

Таблица 1.8.2-Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ

GLS-2000L

| Модель  | GLS-2000L   |
|---|---|
| Максимальный диаметр точения, мм                          | 390   |
| Максимальная длина точения, мм                            | 330   |
| Максимальный диаметр прутка, мм                           | 65  |
| Размер 3-кулачкового патрона, дюймы                       | 8   |
| Диапазон скоростей вращения шпинделя, об/мин              | 42-4200   |
| Мощность двигателя привода шпинделя (номинал/30 мин), кВт | 15  |
| Количество позиций в револьверной головке, шт.            | 12 (10 – опц.)  |
| Тип направляющих  | качения   |
| Быстрые перемещения по осям X/Z, м/мин                    | 30  |
| Точность позиционирования / повторяемость, мкм            | ± 3   |
| Система ЧПУ   | Fanuc 0i-Mate (опц.: 0i / 31i, Mitsubishi CNC E68, Siemens 828 BASIC) |
| Вес станка, кг  | 3 000   |

## 1.9. Расчет режимов резания

### 000 операция заготовительная (отрезать заготовку)

Станок ленточнопильный STALEX TGK-4235

Режущий инструмент: ленточнопильное полотно 34 × 1,1 × 4115 мм

1. Глубина резания:  $t = 1,1$  мм.
2. Подачу  $S$  для ленточной пилы по таблице 108 [3, стр. 425]  $S \leq 50$  мм/мин, принимать  $S = 50$  мм/мин;
3. Принимать скорость резания (м/мин) по таблице 109 [3, стр. 425]  $V=12-16$  м/мин, принимать  $V=15$  м/мин.

### 005 операция Токарная с ЧПУ

#### Переход 1 (подрезать торец 1 )

Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Резец подрезной 2112-0031 ГОСТ 18871-73, материал - P18

1. Глубина резания:  $t = 1,16$ мм
2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [3, стр. 364]  $s = 0,4$ мм/об.
3. Скорость резания определяется по формуле [7]:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \quad (7)$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [3, стр. 368], принимаем  $T=40$  мин; Значения коэффициентов:  $C_v= 328$ ;  $m = 0,28$ ;  $y = 0,50$ ;  $x=0,12$  – определены по таблице 17 [3,стр. 368]:

Коэффициент  $K_v$  определяется по формуле [8] :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{hv} \quad (8)$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]



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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{mv} = 0,9; K_{mv} = 0,5$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 0,5 = 0,36$$

$$C_v = 328; m = 0,28; y = 0,50; x = 0,12$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{328}{40^{0,28} \times 1,16^{0,12} \times 0,4^{0,5}} \times 0,36 = 72,54 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 72,54}{\pi \times 130} = 178 \text{ об/мин}$$

5. Главную силы резания по формуле [9]:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p \quad (9)$$

Значения коэффициентов определены по таблице 22 [3, стр. 373]:

$$C_p = 40; x = 1; y = 0,75; n = 0$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp} \quad (10)$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{Mp} = 2,75; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{rp} = 1$$

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 40 \times 1,16^1 \times 0,4^{0,75} \times 72,54^0 \times 2,75 = 642 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{642 \times 72,54}{1020 \times 60} = 0,76 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,76}{0,8} = 0,95 \text{ кВт} < N_{ct} = 15 \text{ кВт}$$

### Переход 2 ( Точить поверхность 2 и 3 )

Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Резец проходной 2101-0565 ГОСТ 18870-73, материал - P18

1. Глубина резания:  $t = 4 \text{ мм}$ ;
2. Подачу  $s = 0,2 \text{ мм/об}$ .
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60 \text{ мин}$  [3, стр. 368], принимаем  $T=40 \text{ мин}$ ;

Значения коэффициентов:  $C_v=328$ ;  $m=0,28$ ;  $y=0,50$ ;  $x=0,12$  определены по таблице 17 [стр. 368]:

Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{lv} = 0,9; K_{iv} = 0,5$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 0,5 = 0,36$$

$$C_v = 328; m = 0,28; y = 0,50; x = 0,12$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{328}{40^{0,28} \times 4^{0,12} \times 0,2^{0,5}} \times 0,36 = 88 \text{ мм/ мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 88}{\pi \times 130} = 216 \text{об/мин}$$

5. Главную силу резания:

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

Значения коэффициентов определены по таблице 22 [3, стр. 373]:

$$C_p = 40; x = 1; y = 0,75; n = 0$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp}$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{Mp} = 2,75; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{rp} = 1$$

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 40 \times 4^1 \times 0,2^{0,75} \times 88^0 \times 2,75 = 1316 \text{Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1316 \times 88}{1020 \times 60} = 1,89 \text{кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,55}{0,8} = 2,36 \text{кВт} < N_{cr} = 15 \text{кВт}$$

### **Переход 3 (Точить поверхность 4 и 5)**

Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Резец проходной 2101-0565 ГОСТ 18870-73, материал - P18

1. Глубина резания:  $t = 8 \text{мм}$

2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [3, стр. 364]  $s = 0,1 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [3, стр. 368], принимаем  $T=40$  мин;  
Значения коэффициентов:  $C_v=328$ ;  $m=0,28$ ;  $y=0,50$ ;  $x=0,12$  определены по  
таблице 17 [3,стр. 368]:

Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{lv} = 0,9; K_{iv} = 0,5$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 0,5 = 0,36$$

$C_v=328$ ;  $m=0,28$ ;  $y=0,50$ ;  $x=0,12$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{328}{40^{0,28} \times 8^{0,12} \times 0,1^{0,5}} \times 0,36 = 81 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 81}{\pi \times 122} = 210 \text{ об/мин}$$

5. Главную силы резания:

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

Значения коэффициентов определены по таблице 22 [3,стр. 373]:

$$C_p = 40; x = 1; y = 0,75; n = 0$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp}$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{Mp} = 2,75; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{rp} = 1$$

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 40 \times 8^1 \times 0,2^{0,75} \times 81^0 \times 2,75 = 2632H$$

6. Мощность резания [3,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2632 \times 81}{1020 \times 60} = 3,48кВт$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{3,48}{0,8} = 4,35кВт < N_{ct} = 15кВт$$

#### **Переход 4 ( Точить поверхность 6 и 7)**

Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Резец проходной 2101-0565 ГОСТ 18870-73, материал - P18

1. Глубина резания :  $t = 6\text{мм}$

2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [3, стр. 364]  $s = 0,1 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [3, стр. 368], принимаем  $T=40$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v=328$ ;  $m = 0,28$ ;  $y = 0,50$ ;  $x=0,12$  определены по

таблице 17 [3,стр. 368]:

Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{nv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{mv} = 0,9; K_{mv} = 0,5$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 0,5 = 0,36$$

$$C_v = 328; m = 0,28; y = 0,50; x = 0,12$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{328}{40^{0,28} \times 6^{0,12} \times 0,1^{0,5}} \times 0,36 = 120 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 120}{\pi \times 106} = 360 \text{ об/мин}$$

5. Главную силы резания:

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

Значения коэффициентов определены по таблице 22 [3, стр. 373]:

$$C_p = 40; x = 1; y = 0,75; n = 0$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp}$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{Mp} = 2,75; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{rp} = 1$$

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 40 \times 6^1 \times 0,1^{0,75} \times 120^0 \times 2,75 = 1174 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1174 \times 120}{1020 \times 60} = 2,3 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,3}{0,8} = 2,875 \text{ кВт} < N_{ст} = 15 \text{ кВт}$$

**Переход 5 (Точить поверхность 8 и 9)**

Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Резец проходной 2101-0565 ГОСТ 18870-73, материал - P18

1. Глубина резания:  $t = 6$  мм

2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [3, стр. 364]  $s = 0,1$  мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [3, стр. 368], принимаем  $T=40$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v=328$ ;  $m=0,28$ ;  $y=0,50$ ;  $x=0,12$  определены по таблице 17 [3,стр. 368]:

Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{pv} = 0,9; K_{iv} = 0,5$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 0,5 = 0,36$$

$$C_v = 328; m = 0,28; y = 0,50; x = 0,12$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{328}{40^{0,28} \times 6^{0,12} \times 0,8^{0,5}} \times 0,36 = 120 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 120}{\pi \times 94} = 400 \text{ об/мин}$$

5. Главную силы резания:

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

Значения коэффициентов определены по таблице 22 [3, стр. 373]:

$$C_p = 40; x = 1; y = 0,75; n = 0$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp}$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{Mp} = 2,75; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{rp} = 1$$

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 40 \times 6^1 \times 0,1^{0,75} \times 120^0 \times 2,75 = 1174H$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1174 \times 120}{1020 \times 60} = 2,3 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,3}{0,8} = 2,63 \text{ кВт} < N_{ct} = 15 \text{ кВт}$$

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

Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Резец проходной 2100-0551 ГОСТ 18869-73, материал - P18

1. Глубина резания :  $t = 0,5 \text{ мм}$

2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [3, стр. 364]  $s = 0,05 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60 \text{ мин}$  [3, стр. 368], принимаем  $T=40 \text{ мин}$ ;

Значения коэффициентов:  $C_v=328$ ;  $m=0,28$ ;  $y=0,50$ ;  $x=0,12$  определены по таблице 17 [3, стр. 368]:



Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{lv} = 0,9; K_{iv} = 0,5$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 0,5 = 0,36$$

$$C_v = 328; m = 0,28; y = 0,50; x = 0,12$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{328}{40^{0,28} \times 0,5^{0,12} \times 0,05^{0,5}} \times 0,36 = 227 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 227}{\pi \times 82} = 881 \text{ об/мин}$$

5. Главную силы резания:

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

Значения коэффициентов определены по таблице 22 [3, стр. 373]:

$$C_p = 40; x = 1; y = 0,75; n = 0$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp}$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

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

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 40 \times 0,5^1 \times 0,05^{0,75} \times 227^0 \times 2,75 = 58H$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{58 \cdot 227}{1020 \cdot 60} = 0,22 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,22}{0,8} = 0,23 \text{ кВт} < N_{ct} = 15 \text{ кВт}$$

### Переход 7 (Центровать торец)

Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Сверло центровочное тип А 2317-0111 ГОСТ 14952-75, материал - P6M5

Выбираем диаметр и длину сверла:  $D = 17 \text{ мм}$ ;  $L = 17,89 \text{ мм}$

1. Глубина резания определится по формуле [3, с.381] :

$$t = 0,5 \cdot D = 0,5 \times 17 = 8,5 \text{ мм}$$

2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 35 [3, стр. 381]  $s = 0,6 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле [3, с.382]:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad (11)$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60 \text{ мин}$  [3, стр. 368], принимаем  $T=40 \text{ мин}$ ;

Значения коэффициентов:  $C_v=40,7$ ;  $m=0,125$ ;  $y=0,40$ ;  $q=0,25$  определены по таблице 38 [стр. 383]:

Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{mv} = 0,9; K_{mv} = 1$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 1 = 0,72$$

$$C_v = 40,7; m = 0,125; y = 0,40; q = 0,25$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{40,7 \times 17^{0,25}}{140^{0,125} \times 0,6^{0,4}} \times 0,72 = 39 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 39}{\pi \cdot 17} = 620 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (12)$$

Значения коэффициентов определены по таблице 42 [3, стр. 386]:

$$C_p = 0,005; y = 0,8; q = 2$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 363]:

$$K_p = K_{Mp} = 2,75 \quad (13)$$

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \times 0,005 \times 17^2 \times 0,6^{0,8} \times 2,75 = 26 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания [3, с. 386]:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{26 \cdot 620}{9750} = 1,65 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,65}{0,8} = 2,1 \text{ кВт} < N_{ст} = 15 \text{ кВт}$$

### **Переход 8 (Сверлить отверстие 1)**

Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Сверло спиральное 2301-3727 ГОСТ 10903-77, материал - P6M5

Диаметр Сверла: D = 47 мм,

1. Глубина резания: t = 0,5 × 47 = 23,5 мм

2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 35 [3, стр. 381]  $s = 0,4$  мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента  $T = 140$  мин [3, стр. 384];

Значения коэффициентов:  $C_v = 40,7$ ;  $m = 0,125$ ;  $y = 0,40$ ;  $q = 0,25$  определены по таблице 38 [3, стр. 383]:

Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{pv} = 0,9; K_{iv} = 1$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 1 = 0,72$$

$C_v = 40,7$ ;  $m = 0,125$ ;  $y = 0,40$ ;  $q = 0,25$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{40,7 \times 47^{0,25}}{140^{0,125} \times 0,4^{0,4}} \times 0,72 = 60 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 60}{\pi \times 47} = 406 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице 42 [3, стр. 386]:

$$C_p = 0,005; y = 0,8; q = 2$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 363]:

$$K_p = K_{Mp} = 2,75$$

$$M_{kp} = 10C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \times 0,005 \times 47^2 \times 0,4^{0,8} \times 2,75 = 146 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания [3, с. 386]:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{146 \cdot 406}{9750} = 6,08 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{6,08}{0,8} = 7,6 \text{ кВт} < N_{ст} = 15 \text{ кВт}$$

### Переход 9: (Рассверлить отверстия 2)

Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Сверло спиральное 2301-3732 ГОСТ 10903-77 , материал - P6M5

Диаметр Сверла: D = 49 мм,

1. Глубина резания: t = 1 мм

2. Подачу S назначаем по таблице 35 [3, стр. 381] s = 0,4 мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента T=140 мин [3, стр. 384];

Значения коэффициентов: C<sub>v</sub>= 34,7; m = 0,125; x = 0,1; y = 0,40; q=0,25

определены по таблице 39 [3, стр. 384]:

Коэффициент K<sub>v</sub> определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}$$

K<sub>v</sub> - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

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

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 1 = 0,72$$

$$C_v = 34,7; m = 0,125; x = 0,1; y = 0,40; q = 0,25$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{34,7 \times 49^{0,25}}{140^{0,125} \times 0,4^{0,4}} \times 0,72 = 51 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 51}{\pi \times 47} = 345 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент:

$$M_{kp} = 10 C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot s^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице 42 [3, стр. 386]:

$$C_p = 0,005; y = 0,8; q = 2$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 363]:

$$K_p = K_{Mp} = 2,75$$

$$M_{kp} = 10 C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \times 0,005 \times 49^2 \times 0,4^{0,8} \times 2,75 = 158 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания [3, с. 386]:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{158 \cdot 345}{9750} = 5,59 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,59}{0,8} = 6,99 \text{ кВт} < N_{ct} = 15 \text{ кВт}$$

### Переход 10 (Расточить отверстие 3)

Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Резец расточной 2141-0554 ГОСТ 18873-73, материал - P18

1. Глубина резания:  $t = 1$  мм

2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [3, стр. 364]  $s = 0,2$  мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [3, стр. 368], принимаем  $T=40$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v=328$ ;  $m=0,28$ ;  $y=0,50$ ;  $x=0,12$  определены по таблице 17 [3,стр. 368]:

Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv} \quad K_{mv} = 0,8; K_{lv} = 0,9; K_{iv} = 0,5$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 1 = 0,36$$

$C_v=328$ ;  $m=0,28$ ;  $y=0,50$ ;  $x=0,12$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{328}{40^{0,28} \times 1^{0,12} \times 0,2^{0,5}} \times 0,36 = 104 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 104}{\pi \times 49} = 676 \text{ об/мин}$$

5. Главную силы резания:

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

Значения коэффициентов определены по таблице 22 [3,стр. 373]:

$$C_p = 40; x = 1; y = 0,75; n = 0$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp}$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{Mp} = 2,75; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{rp} = 1;$$

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 40 \times 1^1 \times 0,2^{0,75} \times 104^0 \times 2,75 = 329H$$

6. Мощность резания [3,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{329 \times 104}{1020 \times 60} = 0,56кВт$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,56}{0,8} = 0,7кВт < N_{ст} = 15кВт$$

#### **Переход 11 (Расточить отверстие 4)**

Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Резец расточной 2141-0554 ГОСТ 18873-73, материал - P18

1. Глубина резания:  $t = 1\text{мм}$
2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [3, стр. 364]  $s = 0,2 \text{ мм/об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [3, стр. 368], принимаем  $T=40$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v = 328$ ;  $m = 0,28$ ;  $y = 0,50$ ;  $x=0,12$  определены по таблице 17 [3,стр. 368]:



Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{lv} = 0,9; K_{iv} = 0,5$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 1 = 0,36$$

$$C_v = 328; m = 0,28; y = 0,50; x = 0,12$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{328}{40^{0,28} \times 1^{0,12} \times 0,2^{0,5}} \times 0,36 = 104 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 104}{\pi \times 51} = 649 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

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

Значения коэффициентов определены по таблице 22 [3, стр. 373]:

$$C_p = 40; x = 1; y = 0,75; n = 0$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp}$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{Mp} = 2,75; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{rp} = 1;$$

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 40 \times 1^1 \times 0,2^{0,75} \times 104^0 \times 2,75 = 329 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{329 \times 649}{1020 \times 60} = 0,56 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,56}{0,8} = 0,7 \text{ кВт} < N_{cr} = 15 \text{ кВт}$$

### Переход 12 (Расточить отверстие 4)

Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Резец расточной 2141-0554 ГОСТ 18873-73, материал - P6M5

1. Глубина резания:  $t = 1 \text{ мм}$

2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [3, стр. 364]  $s = 0,1 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60 \text{ мин}$  [3, стр. 368], принимаем  $T=40 \text{ мин}$ ;

Значения коэффициентов:  $C_v=328$ ;  $m=0,28$ ;  $y=0,50$ ;  $x=0,12$  определены по таблице 17 [3, стр. 368]:

Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{lv} = 0,9; K_{iv} = 1$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 0,5 = 0,36$$

$$C_v = 328; m = 0,28; y = 0,50; x = 0,12$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{328}{40^{0,28} \times 1^{0,12} \times 0,1^{0,5}} \times 0,36 = 148 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 148}{\pi \times 53} = 889 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

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

Значения коэффициентов определены по таблице 22 [3, стр. 373]:

$$C_p = 40; x = 1; y = 0,75; n = 0$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp}$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{Mp} = 2,75; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{rp} = 1;$$

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 40 \times 1^1 \times 0,1^{0,75} \times 148^0 \times 2,75 = 196 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{196 \times 148}{1020 \times 60} = 0,47 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,47}{0,8} = 0,59 \text{ кВт} < N_{ct} = 15 \text{ кВт}$$

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

Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Резец проходной  $\varphi = 45^\circ$  2102-0501 ГОСТ 18868-73, материал - P18

1. Глубина резания :  $t = 0,5 \text{ мм}$

2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [3, стр. 364]  $s = 0,05 \text{ мм/об}$ .

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [3, стр. 368], принимаем  $T=40$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v=328$ ;  $m=0,28$ ;  $y=0,50$ ;  $x=0,12$  определены по таблице 17 [3,стр. 368]:

Коэффициент  $K_v$  определяется по формуле:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{lv} = 0,9; K_{iv} = 1$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 0,5 = 0,36$$

$$C_v = 328; m = 0,28; y = 0,50; x = 0,12$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{328}{40^{0,28} \times 0,5^{0,12} \times 0,05^{0,5}} \times 0,36 = 227 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 227}{\pi \times 55} = 1314 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

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

Значения коэффициентов определены по таблице 22 [3,стр. 373]:

$$C_p = 40; x = 1; y = 0,75; n = 0$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp}$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{Mp} = 2,75; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{rp} = 1;$$

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 40 \times 0,5^1 \times 0,05^{0,75} \times 227^0 \times 2,75 = 58H$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{58 \cdot 227}{1020 \cdot 60} = 0,21 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,21}{0,8} = 0,26 \text{ кВт} < N_{ct} = 15 \text{ кВт}$$

### Переход 14 (подрезать торец 10)

Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Резец подрезной 2112-0031 ГОСТ 18871-73, материал - P18

1. Глубина резания :  $t = 0,72 \text{ мм}$

2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [3, стр. 364]  $s = 0,4 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60 \text{ мин}$  [3, стр. 368], принимаем  $T=40 \text{ мин}$ ;

Значения коэффициентов:  $C_v=328$ ;  $m=0,28$ ;  $y=0,50$ ;  $x=0,12$  – определены по таблице 17 [3, стр. 368]:

Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{mv} = 0,9; K_{mv} = 0,5$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 1 = 0,36$$

$$C_v = 328; m = 0,28; y = 0,50; x = 0,12$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{328}{40^{0,28} \times 0,72^{0,12} \times 0,4^{0,5}} \times 0,36 = 77 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 87,45}{\pi \times 122} = 188 \text{ об/мин}$$

5. Главную силы резания

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

Значения коэффициентов определены по таблице 22 [3, стр. 373]:

$$C_p = 40; x = 1; y = 0,75; n = 0$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp}$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{Mp} = 2,75; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{rp} = 1;$$

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 40 \times 0,72^1 \times 0,4^{0,75} \times 77^0 \times 2,75 = 398 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{398 \times 77}{1020 \times 60} = 0,5 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,5}{0,8} = 0,63 \text{ кВт} < N_{cr} = 15 \text{ кВт}$$

## Переход 15 ( Точить поверхность 11 и 12)

Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Резец сборной контурные резцы с креплением клин-прихватом трехгранных пластинки 2103-0695 ГОСТ 20872-80, материал - Т15К6

1. Глубина резания:  $t = 7\text{мм}$
2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [3, стр. 364]  $s = 0,2\text{ мм/об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60\text{ мин}$  [3, стр. 368], принимаем  $T=40\text{ мин}$ ;  
Значения коэффициентов:  $C_v=328$ ;  $m = 0,28$ ;  $y = 0,50$ ;  $x=0,12$  определены по таблице 17 [3,стр. 368]:

Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{lv} = 0,9; K_{iv} = 0,5$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 1 = 0,36$$

$$C_v = 328; m = 0,28; y = 0,50; x = 0,12$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{328}{40^{0,28} \times 7^{0,12} \times 0,2^{0,5}} \times 0,36 = 83\text{ мм/ мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 83}{\pi \times 130} = 203 \text{ об/мин}$$

5. Главную силу резания

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

Значения коэффициентов определены по таблице 22 [3, стр. 373]:

$$C_p = 40; x = 1; y = 0,75; n = 0$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp}$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{Mp} = 2,75; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{rp} = 1;$$

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 40 \times 7^1 \times 0,2^{0,75} \times 83^0 \times 2,75 = 628 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{628 \times 83}{1020 \times 60} = 0,85 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,85}{0,8} = 1,06 \text{ кВт} < N_{cr} = 15 \text{ кВт}$$

### **Переход 16 ( Точить поверхность 13 и 14)**

Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000

Резец проходной 2101-0565 ГОСТ 18870-73, материал - P18

1. Глубина резания:  $t = 5 \text{ мм}$

2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [3, стр. 364]  $s = 0,2 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$



Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [3, стр. 368], принимаем  $T=40$  мин;  
 Значения коэффициентов:  $C_v=328$ ;  $m=0,28$ ;  $y=0,50$ ;  $x=0,12$  определены по  
 таблице 17 [3,стр. 368]:

Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{lv} = 0,9; K_{iv} = 1$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 0,5 = 0,36$$

$C_v=328$ ;  $m=0,28$ ;  $y=0,50$ ;  $x=0,12$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{328}{40^{0,28} \times 5^{0,12} \times 0,2^{0,5}} \times 0,36 = 86 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 86}{\pi \times 130} = 210 \text{ об/мин}$$

5. Главную силы резания

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

Значения коэффициентов определены по таблице 22 [3,стр. 373]:

$$C_p = 40; x = 1; y = 0,75; n = 0$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp}$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{Mp} = 2,75; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{rp} = 1;$$

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 40 \times 5^1 \times 0,2^{0,75} \times 86^0 \times 2,75 = 1645H$$

6. Мощность резания[3,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1645 \times 86}{1020 \times 60} = 2,3кВт$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,3}{0,8} = 2,88кВт < N_{ct} = 15кВт$$

### **Переход 17 ( Точить поверхность 15 и 16)**

Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000

Резец проходной 2101-0565 ГОСТ 18870-73, материал - P18

1. Глубина резания :  $t = 5\text{мм}$

2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [3, стр. 364]  $s = 0,2 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [3, стр. 368], принимаем  $T=40$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v=328$ ;  $m = 0,28$ ;  $y = 0,50$ ;  $x=0,12$  определены по

таблице 17 [3,стр. 368]:

Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{mv} = 0,9; K_{mv} = 0,5$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 0,5 = 0,36$$

$$C_v = 328; m = 0,28; y = 0,50; x = 0,12$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{328}{40^{0,28} \times 5^{0,12} \times 0,2^{0,5}} \times 0,36 = 86 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 86}{\pi \times 130} = 210 \text{ об/мин}$$

5. Главную силы резания

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

Значения коэффициентов определены по таблице 22 [3, стр. 373]:

$$C_p = 40; x = 1; y = 0,75; n = 0$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp}$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{Mp} = 2,75; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{rp} = 1;$$

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 40 \times 5^1 \times 0,2^{0,75} \times 86^0 \times 2,75 = 1645 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1645 \times 86}{1020 \times 60} = 2,31 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,31}{0,8} = 2,88 \text{ кВт} < N_{ст} = 15 \text{ кВт}$$

### **Переход 18 ( Точить поверхность 17 и 18)**

Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000

Резец проходной 2101-0565 ГОСТ 18870-73, материал - P18

1. Глубина резания :  $t = 4\text{мм}$

2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [3, стр. 364]  $s = 0,2\text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60\text{ мин}$  [3, стр. 368], принимаем  $T=40\text{ мин}$ ;

Значения коэффициентов:  $C_v=328$ ;  $m=0,28$ ;  $y=0,50$ ;  $x=0,12$  определены по таблице 17 [3,стр. 368]:

Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{lv} = 0,9; K_{iv} = 0,5$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 0,5 = 0,36$$

$$C_v = 328; m = 0,28; y = 0,50; x = 0,12$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{328}{40^{0,28} \times 4^{0,12} \times 0,2^{0,5}} \times 0,36 = 88\text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 88}{\pi \times 122} = 224\text{об/мин}$$

5. Главную силу резания

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

Значения коэффициентов определены по таблице 22 [3, стр. 373]:

$$C_p = 40; x = 1; y = 0,75; n = 0$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp}$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{Mp} = 2,75; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{rp} = 1;$$

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 40 \times 4^1 \times 0,2^{0,75} \times 88^0 \times 2,75 = 1316H$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1316 \times 88}{1020 \times 60} = 1,89 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,89}{0,8} = 3,15 \text{ кВт} < N_{cr} = 15 \text{ кВт}$$

### **Переход 19 (Сверлить 4 отверстие)**

Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000

Сверло спиральное 2300-5497 Гост 4010-77, материал - P6M5

Диаметр отверстия:  $D = 6 \text{ мм}$ ,

1. Глубина резания :  $t = 0,5 \times 6 = 3 \text{ мм}$

2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 35 [3, стр. 381]  $s = 0,4 \text{ мм/об}$ .

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента  $T = 25 \text{ мин}$  [3, стр. 384];

Значения коэффициентов:  $C_v = 40,7$ ;  $m = 0,125$ ;  $y = 0,40$ ;  $q = 0,25$  определены по таблице 38 [3, стр. 383]:

Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{lv} = 0,9; K_{iv} = 1$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 1 = 0,72$$

$C_v = 40,7$ ;  $m = 0,125$ ;  $y = 0,40$ ;  $q = 0,25$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{40,7 \times 6^{0,25}}{25^{0,125} \times 0,4^{0,4}} \times 0,72 = 44 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 44}{\pi \times 6} = 2334 \text{ об/мин}$$

5. Определяем крутящий момент

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице 42 [3, стр. 386]:

$$C_p = 0,005; y = 0,8; q = 2$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 363]:

$$K_p = K_{Mp} = 1$$

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \times 0,005 \times 6^2 \times 0,4^{0,8} \times 2,75 = 2,38 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания [3, с. 386]:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{2,38 \cdot 2334}{9750} = 0,57 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,57}{0,8} = 0,71 \text{ кВт} < N_{ст} = 15 \text{ кВт}$$

### Переход 20 (Зенковать 4 отверстие)

Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Зенковка коническая с цилиндрическим хвостиком ГОСТ 14953-80, типа 6, 2353-0107;

1. Глубина резания :t = 1мм
2. Подачу S назначаем по таблице 35 [3, стр. 381] s =0,05 мм/об.
3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента T=15 мин [3, стр. 384];

Значения коэффициентов:  $C_v = 40,7$ ;  $m = 0,125$ ;  $y = 0,40$ ;  $q = 0,25$  определены по таблице 38 [3,стр. 383]:

Коэффициент  $K_v$  определяется по формуле:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{mv} \cdot K_{mv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{mv} = 0,9; K_{mv} = 0,5$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 0,5 = 0,36$$

$$C_v = 40,7; m = 0,125; y = 0,40; q = 0,25$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{40,7 \times 8^{0,25}}{15^{0,125} \times 0,05^{0,4}} \times 0,36 = 58 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 58}{\pi \times 8} = 2308 \text{ об/мин}$$

5. Определяем крутящий момент

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице 42 [3, стр. 386]:

$$C_p = 0,005; y = 0,8; q = 2$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 363]:

$$K_p = K_{Mp} = 2,75$$

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \times 0,005 \times 8^2 \times 0,05^{0,8} \times 2,75 = 0,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания [3, с. 386]:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,8 \cdot 2308}{9750} = 0,19 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,19}{0,8} = 0,24 \text{ кВт} < N_{ст} = 15 \text{ кВт}$$

### **Переход 21 (Сверлить 4 отверстие)**

Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Сверло спиральное 2300-5415 ГОСТ 4010-77, материал - P6M5

Диаметр отверстия:  $D = 3 \text{ мм}$ ,

1. Глубина резания:  $t = 0,5 \times 3 = 1,5 \text{ мм}$

2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 35 [3, стр. 381]  $s = 0,4 \text{ мм/об}$ .

3. Скорость резания определяется по формуле:



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

Период стойкости инструмента  $T=15$  мин [3, стр. 384];

Значения коэффициентов:  $C_v=40,7$ ;  $m=0,125$ ;  $y=0,40$ ;  $q=0,25$  определены по таблице 38 [3,стр. 383]:

Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{lv} = 0,9; K_{iv} = 1$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 1 = 0,72$$

$C_v=40,7$ ;  $m=0,125$ ;  $y=0,40$ ;  $q=0,25$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{40,7 \times 3^{0,25}}{15^{0,125} \times 0,4^{0,4}} \times 0,72 = 40 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 40}{\pi \times 3} = 4244 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице 42 [3,стр. 386]:

$$C_p = 0,005; y = 0,8; q = 2$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 363]:

$$K_p = K_{Mp} = 2,75$$

$$M_{kp} = 10C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \times 0,005 \times 3^2 \times 0,4^{0,8} \times 2,75 = 0,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания [3, с. 386]:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{0,6 \cdot 4244}{9750} = 0,26 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,26}{0,8} = 0,33 \text{ кВт} < N_{ct} = 15 \text{ кВт}$$

### Переход 22 (Зенковать 4 отверстие)

Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Зенковка коническая с цилиндрическим хвостиком ГОСТ 14953-80, типа 6, 2353-0107

1. Глубина резания :t = 0,5мм
2. Подачу S назначаем по таблице 35 [3, стр. 381] s = 0,05мм/об.
3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента T=15 мин [3, стр. 384];

Значения коэффициентов:  $C_v = 40,7$ ;  $m = 0,125$ ;  $y = 0,40$ ;  $q = 0,25$  определяются по таблице 38 [3, стр. 383]:

Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{lv} = 0,9; K_{iv} = 0,5$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 0,5 = 0,36$$

$$C_v = 40,7; m = 0,125; y = 0,40; q = 0,25$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{40,7 \times 4^{0,25}}{15^{0,125} \times 0,05^{0,4}} \times 0,36 = 49 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 49}{\pi \times 4} = 3899 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице 42 [3, стр. 386]:

$$C_p = 0,005; y = 0,8; q = 2$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 363]:

$$K_p = K_{Mp} = 2,75$$

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \times 0,005 \times 4^2 \times 0,05^{0,8} \times 2,75 = 0,16 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания [3, с. 386]:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,16 \cdot 3899}{9750} = 0,07 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,07}{0,8} = 0,09 \text{ кВт} < N_{ст} = 15 \text{ кВт}$$

### **Переход 23 (Нарезать резьбу в 4 отверстиях)**

Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Метчик CoroTap 400 - Sandvik d = 8 мм E094M8, материал - P6M5

Шаг основной резьбы, P = 1,25мм;

Диаметр отверстия под резьбу, d = 6,7мм;

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

Высота профиля: 0,676 мм;

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

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

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента T=90 мин [3, стр. 431];

Значения коэффициентов:  $C_v = 20,0$ ;  $m = 0,9$ ;  $y = 0,5$ ;  $q = 1,2$  определены по таблице 118 [3, стр. 431]:

Коэффициент  $K_v$  определяется по формуле:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{cv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{iv} = 1; K_{cv} = 0,75$$

$$K_v = 0,8 \times 1 \times 0,75 = 0,6$$

$$C_v = 20,0; m = 0,9; y = 0,5; q = 1,2$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{20 \times 8^{1,2}}{90^{0,9} \times 1,25^{0,5}} \times 0,6 = 2,27 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 2,27}{\pi \times 8} = 88 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице 120 [3, стр. 433]:

$$C_p = 0,0022; y = 1,5; q = 1,8$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 433]:

$$K_p = K_{Mp} = 2,75$$

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \times 0,0022 \times 8^2 \times 1,25^{0,8} \times 2,75 = 4,63 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания [3, с. 386]:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{975} = \frac{4,63 \cdot 88}{975} = 0,42 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,42}{0,8} = 0,53 \text{ кВт} < N_{ст} = 15 \text{ кВт}$$

### **Переход 24 (Нарезать резьбу в 4 отверстиях)**

Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Метчик CoroTap 400 - Sandvik d = 4 мм E094M4, материал - P6M5

Шаг основной резьбы, P = 0,7 мм;

Диаметр отверстия под резьбу, d = 3,3 мм;

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

Высота профиля: 0,379 мм;

$$t = \frac{0,379}{2} = 0,189 \text{ мм}$$

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

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента T=90 мин [3, стр. 431];

Значения коэффициентов:  $C_v = 20,0$ ;  $m = 0,9$ ;  $y = 0,5$ ;  $q = 1,2$  определены по таблице 118 [3, стр. 431]:

Коэффициент  $K_v$  определяется по формуле:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{cv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{lv} = 1; K_{cv} = 0,75$$

$$K_v = 0,8 \times 1 \times 0,75 = 0,6$$

$C_v = 20,0$ ;  $m = 0,9$ ;  $y = 0,5$ ;  $q = 1,2$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{20 \times 4^{1,2}}{90^{0,9} \times 0,7^{0,5}} \times 0,6 = 1,32 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 1,32}{\pi \times 4} = 105 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице 120 [3, стр. 433]:

$$C_p = 0,0022; y = 1,5; q = 1,8$$

Коэффициент определяется по формуле [3, стр. 433]:

$$K_p = K_{Mp} = 2,75$$

$$M_{кр} = 10C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \times 0,0022 \times 4^2 \times 0,7^{0,8} \times 2,75 = 0,727 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания [3, с. 386]:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{975} = \frac{0,727 \cdot 105}{975} = 0,08 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,08}{0,8} = 0,1 \text{ кВт} < N_{ст} = 15 \text{ кВт}$$

## 1.10. Расчет норм времени технологического процесса

### 1.10. 1. Расчет основного времени

#### 005 Заготовительная операция

Основное время для отрезка заготовок сегментными пилами по формуле [4, с.619]:

$$T_o = \frac{L}{S_M};$$

$T_o$  – основное время;

$S_M$  – подача, мм/мин;

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$ – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$ – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 130 + 1 + 1 = 132\text{мм}$$

$$T_o = \frac{L}{s_M} = \frac{132}{50} = 2,64\text{мин}$$

### **010 Токарная операция с ЧПУ**

#### **Переход 1**

Основное время для токарных работ определяем по формуле [4, с. 610]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$ – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$ – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$ – величина перебега инструмента, мм.



$$L = 65 + 1 + 1 = 67 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{67}{0,4 \times 170} = 0,985 \text{ мин}$$

### **Переход 2**

Основное время для токарных работ определяем по формуле [4, с. 610]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 20 + 1 + 0 = 21 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{21}{0,2 \times 216} = 0,486 \text{ мин}$$

### **Переход 3**

Основное время для токарных работ определяем по формуле [4, с. 610]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

$$L = 4,7 + 1 + 0 = 5,7 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{5,7}{0,1 \times 210} = 0,271 \text{ мин}$$

#### **Переход 4**

Основное время для токарных работ определяем по формуле [4, с. 610]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 4,7 + 1 + 0 = 5,7\text{мм}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{5,7}{0,1 \times 360} = 0,158\text{мин}$$

### **Переход 5**

Основное время для токарных работ определяем по формуле [4, с. 610]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 5,1 + 1 + 0 = 6,1\text{мм}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{6,1}{0,1 \times 400} = 0,152\text{мин}$$

### **Переход 6**

Основное время для токарных работ определяем по формуле [4, с. 610]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 0,5 + 1 + 0 = 1,5 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{1,5}{0,05 \times 881} = 0,034 \text{ мин}$$

### Переход 7

Основное время для центрования определяем по формуле [4, с. 619]:

$$T_o = \frac{L}{s_M \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 17,89 + 1 + 0 = 18,89 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{L}{s_M \cdot n} = \frac{18,89}{0,6 \times 620} = 0,050 \text{ мин}$$

### **Переход 8**

Основное время для сверлильных и расточных работ определяем по формуле [4, с. 611]:

$$T_o = \frac{L}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 38,92 + 1 + 1 = 40,92 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{40,92}{0,4 \times 406} = 0,251 \text{ мин}$$

### **Переход 9**

Основное время для сверлильных и расточных работ определяем по формуле [4, с. 611]:

$$T_o = \frac{L}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 38,92 + 1 + 1 = 40,92 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{40,92}{0,4 \times 345} = 0,296 \text{ мин}$$

### **Переход 10**

Основное время для токарных работ определяем по формуле [4, с. 610]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$ – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$ – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 34,1 + 1 + 0 = 35,1\text{мм}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{35,1}{0,2 \times 676} = 0,261\text{мин}$$

### Переход 11

Основное время для токарных работ определяем по формуле [4, с. 610]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$ – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$ – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$ – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 34,1 + 1 + 0 = 35,1\text{мм}$$

$$T_o = \frac{L}{s_M} = \frac{35,1}{0,2 \times 649} = 0,270\text{мин}$$

### Переход 12

Основное время для токарных работ определяем по формуле [4, с. 610]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 34,5 + 1 + 0 = 35,5 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{35,5}{0,1 \times 889} = 0,399 \text{ мин}$$

### **Переход 13**

Основное время для токарных работ определяем по формуле [4, с. 610]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.



Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$ – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$ – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 0,5 + 1 + 0 = 1,5\text{мм}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{1,5}{0,05 \times 1314} = 0,022\text{мин}$$

#### Переход 14

Основное время для токарных работ определяем по формуле [4, с. 610]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$ – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$ – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$ – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 65 + 1 + 1 = 67\text{мм}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{67}{0,4 \times 188} = 0,89 \text{мин}$$

### Переход 15

Основное время для токарных работ определяем по формуле [4, с. 610]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 7\sqrt{2} + 1 + 1 = 11,90 \text{мм}$$

$$T_o = \frac{L}{s \cdot n} = \frac{11,90}{0,2 \times 203} = 0,293 \text{мин}$$

### Переход 16

Основное время для токарных работ определяем по формуле [4, с. 610]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$ – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$ – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$ – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 12\sqrt{2} + 1 + 1 = 18,97\text{мм}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{18,97}{0,2 \times 210} = 0,283\text{мин}$$

### Переход 17

Основное время для токарных работ определяем по формуле [4, с. 610]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$ – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$ – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 17\sqrt{2} + 1 + 1 = 26,05\text{мм}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{26,05}{0,2 \times 210} = 0,620\text{мин}$$

### **Переход 18**

Основное время для токарных работ определяем по формуле [4, с. 610]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 21\sqrt{2} + 1 + 1 = 31,70\text{мм}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{31,70}{0,2 \times 224} = 0,707\text{мин}$$

### **Переход 19**

Основное время для сверлильных и расточных работ определяем по формуле [4, с. 611]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 26 + 1 + 1 = 28 \text{ мм}$$

$$4T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{4 \times 28}{0,4 \times 2334} = 0,119 \text{ мин}$$

### **Переход 20**

Основное время для сверлильных и расточных работ определяем по формуле [4, с. 611]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$ – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$ – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 1 + 1 + 0 = 2\text{мм}$$

$$4T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{4 \times 2}{0,05 \times 2308} = 0,069\text{мин}$$

### **Переход 21**

Основное время для сверлильных и расточных работ определяем по формуле [4, с. 611]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$ – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$ – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$ – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 12 + 1 + 0 = 13\text{мм}$$

$$4T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{13}{0,4 \times 4244} = 0,030 \text{мин}$$

### Переход 22

Основное время для сверлильных и расточных работ определяем по формуле [4, с. 611]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$i$  – число рабочих ходов;

$s$  – подача, мм/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин

$L$  – длина обработки.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 0,5 + 1 + 0 = 1,5 \text{мм}$$

$$4T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{4 \times 1,5}{0,05 \times 3899} = 0,030 \text{мин}$$

### Переход 23

Основное время для нарезания резьбы метчиками определяем по формуле [4, с. 612]:

$$T_o = \frac{L + L_{всп.}}{P \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$L$  – длина резьбы;

$L_{всп.}$  – длина вспомогательного хода метчика, мм/мин;

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

$P$  – шаг резьбы.

Расчётная длина обработки:

$$L_{всп.} = l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 26 + 1 + 1 = 28 \text{ мм}$$

$$4T_o = \frac{L + L_{всп.}}{P \cdot n} = \frac{4 \times 28}{1,25 \cdot 80} = 1,12 \text{ мин}$$

### Переход 24

Основное время для нарезания резьбы метчиками определяем по формуле [4, с. 612]:

$$T_o = \frac{L + L_{всп.}}{P \cdot n};$$

Где  $T_o$  – основное время;

$L$  – длина резьбы;

$L_{всп.}$  – длина вспомогательного хода метчика, мм/мин;

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

$P$  – шаг резьбы.

Расчётная длина обработки:



$$L_{всп.} = l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$ – величина врезания инструмента, мм;

$l_2$ – величина перебега инструмента, мм.

$$L = 10 + 1 + 0 = 11\text{мм}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} = \frac{4 \times 11}{0,7 \cdot 100} = 0,628\text{мин}$$

### 1.10.2. Определение штучно-калькуляционного времени

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени  $T_{шт.к.}$  определяем по формуле[1, с101]:

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт.}$$

Где  $T_{п.з}$  - подготовительно заключительное время

$n$ - количество деталей в настроечной партии,  $n = 5000$ шт;

В производстве определяется штучное время  $T_{шт.}$  по формуле[1, с101]:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от}$$

Где  $T_o$  -основное время, мин;

$T_v$  -вспомогательное время, мин;

$T_{об}$ -время на обслуживание рабочего места, мин;

$T_{от}$ -время перерывов на отдых и личные надобности, мин;

Вспомогательное время определяем по формуле[1, стр. 101];

$$T_v = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{у.п.} + T_{из}$$

Где  $T_{у.с.}$  - время на установку и снятие детали, мин; – определены по таблице

5.1.[1, с.197];

$T_{з.о.}$  - время на закрепление и открепление детали, мин; – определены по таблице 5.7.[1, с.201];

$T_{у.п.}$  - время на управление станком, мин; – определены по таблице 5.8.[1, с.202];

$T_{из}$  - время на измерение детали, мин; – определены по таблице 5.12.[1,с.207];

Оперативное время  $T_{оп}$  определяем по формуле:

$$T_{оп} = T_o + T_v$$

Время перерывов на отдых и личные надобности при нормировании работ

$$T_{от} = T_{оп} \cdot P_{от} / 100.$$

Время на обслуживание рабочего места  $T_{об} = T_{тех.} + T_{орг.}$ ;

$T_{орг.}$  - время на организационное обслуживание, мин;

$T_{тех.}$  - время на техническое обслуживание, мин;

$$T_{шт.} = T_o + T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{у.п.} + T_{из} + T_{тех.} + T_{орг.} + T_{от}$$

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_o + (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{у.п.} + T_{из}) \cdot k + T_{об.от.}$$

### **005 Заготовительная операция**

$$T_o = 2,64 \text{ мин}$$

$$T_v = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{у.п.} + T_{из} = 0,08 + 0,024 + 0,08 + 0,16 = 0,344 \text{ мин}$$

применяя коэффициент  $k=1.5$  в крупносерийном производстве.

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_o + (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{у.п.} + T_{из}) \times 1,5 + T_{об.от.}$$

$$T_{шт.к.} = \frac{5}{5000} + 2,64 + 0,344 \times 1,5 + 0,15 \times (2,64 + 0,344) = 3,104 \text{ мин}$$

### **010 Токарная операция**

$$T_o = 8,424 \text{мин}$$

$$T_v = T_{y.c.} + T_{z.o.} + T_{y.n} + T_{из} = 0,08 + 0,024 + 0,08 + 0,04 = 0,224 \text{мин}$$

применяя коэффициент  $k=1.5$  в крупносерийном производстве.

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_o + (T_{y.c.} + T_{z.o.} + T_{y.n} + T_{из}) \times 1,5 + T_{об.от.}$$

$$T_{шт.к.} = \frac{10}{5000} + 8,424 + 0,224 \times 1,5 + 0,15 \times (4,005 + 0,224) = 9,396 \text{мин}$$

## 2.Конструкторская часть

### 2.1 Анализ данных и формирование технического задания на конструкцию крепления бурового инструмента

Техническое задание на проектирование специальных установок технических средств оформляют по ГОСТ 15.001-73.

Таблицу 2.1 для получения информации о проектных условиях для специальных устройств.

Таблица 2.1 - Техническое задание

| Раздел                              | Содержание раздела   |
|-------------------------------------|--|
| Наименование и область применения   | Приспособление для закрепления сверла при сверлении отверстия на Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L.   |
| Основание для разработки            | Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Фланец».   |
| Цель и назначение разработки        | Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «Фланец» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.  |
| Технические требования              | Тип производства – крупносерийное.<br>Программа выпуска – 5000 шт. в год.<br>Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L.<br>Входные данные о заготовке, поступающей на точную операцию: Ra = 5 мкм. |
| Документация, подлежащая разработке | Пояснительная записка, чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, принципиальная схема сборки специального приспособления.   |



## 2.2 Сверлильная головка

Структура сверлильной головки: 1 - Вал; 2 - Корпус; 3 - Втулка; 4 - Сверло; 5 - Цанга; 6 - Гайка; 7 - Гайка; 8 - Винт; 9 - Винт; 10 - Подшипник; 11 - Подшипник.

Этапы сборки сверлильной головки: Сначала установите втулку вала 3 на вал 1 (функцией втулки вала является снятие подшипника 11). Затем подшипник 10 устанавливается на вал 1, и механизм посадки между валом и подшипником представляет собой посадку с натягом. Установите сверло 4 в цангу 5, а затем установите установленную деталь в вал 1, и с помощью гайки 6 зажмите цангу резьбовым соединением и убедитесь, что сверло не двигается. Установите собранный вал в корпус 2, установите подшипник 10 на вал 1, а затем наденьте на вал гайку 7 через резьбовое соединение так, чтобы вал не двигался, кроме вращения.

Разработанное приспособление можно использовать на таких станках, как сверлильные станки, фрезерные станки, токарные станки и обрабатывающие центры. Определить размер приспособления в соответствии с размером режущего инструмента и выбрать цангу, соответствующую размеру приспособления.

## 2.3 Порядок настройки и работы при сверлении отверстия

Скорость резания при сверлении отверстия определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента  $T=25$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v=40,7$ ;  $m=0,125$ ;  $y=0,40$ ;  $q=0,25$

Коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{mv} \cdot K_{mv}$$

$K_v$  - произведение всех коэффициентов, [3, с.358]

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

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

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

$$K_{mv} = 0,8; K_{mv} = 0,9; K_{mv} = 1$$

$$K_v = 0,8 \times 0,9 \times 1 = 0,72$$

$$C_v = 40,7; m = 0,125; y = 0,40; q = 0,25$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{40,7 \times 6^{0,25}}{25^{0,125} \times 0,4^{0,4}} \times 0,72 = 44 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 44}{\pi \times 6} = 2334 \text{ об/мин}$$

$$n_{\text{ст}} = 2300 \text{ об/мин}$$

5. Определяем крутящий момент:

$$M_{kp} = 10 C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 0,005; y = 0,8; q = 2$

$$K_p = K_{Mp} = 1$$

$$M_{kp} = 10 C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \times 0,005 \times 6^2 \times 0,4^{0,8} \times 2,75 = 2,38 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{2,38 \cdot 2300}{9750} = 0,57 \text{ кВт}$$

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

Студент

|        |               |
|--------|---------------|
| Группа | ФИО           |
| 154A81 | Чжан Цзяньчэн |

|                     |             |                           |                            |
|---------------------|-------------|---------------------------|----------------------------|
| Школа               | ИШНПТ       | Отделение школы (НОЦ)     | ОМШ                        |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 15.03.01<br>Машиностроение |

**Тема дипломной работы: Разработка технологического процесса изготовления детали «Фланец»**

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

|   |  |
|---|--|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования(НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Расчет стоимости материальных ресурсов, затрат на специальное оборудование, оплату труда, отчисления во внебюджетные фонды, расчет накладных расходов. |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов  | Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование.  |
| Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                    | Отчисления во внебюджетные фонды 30 %.   |

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

|   |  |
|---|--|
| 1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)               | Расчет конкурентоспособности. SWOT-анализ.   |
| 2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)   | Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования.                                   |
| 3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)               | Расчет бюджетной стоимости НИ.   |
| 4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ) | Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности. |

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

|   |  |
|---|--|
| 1. Оценка конкурентоспособности ИР                          |  |
| 2. Матрица SWOT   |  |
| 3. Диаграмма Ганта  |  |
| 4. Бюджет НИ  |  |
| 5. Основные показатели эффективности НИ                     |  |
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> |  |

**Задание выдал консультант:**

|           |              |                        |         |            |
|-----------|--------------|------------------------|---------|------------|
| Должность | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
| Профессор | Гасанов М.А. | Д.Э.Н                  |         | 23.02.2022 |

**Задание принял к исполнению студент:**

|        |               |         |            |
|--------|---------------|---------|------------|
| Группа | ФИО           | Подпись | Дата       |
| 154A81 | Чжан Цзяньчэн |         | 23.02.2022 |



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

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

Обеспечить достижение целей путем решения следующих задач:

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

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

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

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

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

**Сегментирование** – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

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

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

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

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

### 3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

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

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

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

Т.Д.

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

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

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

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

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Разработка технического решения:

$$K = 29 \times 6,2 = 179,8$$

Разработка технического решения конкурентных предприятий:

$$K = 30 \times 5,6 = 168$$

$$K = 28 \times 5,5 = 154$$

### 3.1.3 SWOT-анализ

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

Таблица 3.3 - Матрица SWOT

|  | <b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b><br>С1.Высокое качество получаемой продукции<br>С2. Широкая область применения<br>С3. Более низкая стоимость производства<br>С4.Квалифицированный персонал<br>С5. Актуальность проекта | <b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b><br>Сл1. Требуется два источника питания<br>Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала<br>Сл3. Перенастройка оборудования |
|--|---|---|
| <b>Возможности:</b><br>В1. Увеличение степени надежности эксплуатации разработки технологического процесса изготовления «Фланец».<br>В2. Возможность проводить детальные научные исследования. | V1C1C2C3C4C5;<br>V2B3C1C2C4C5   | V2Cл1Cл3; V3Cл2   |

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

Таблица 3.4 - Интерактивная матрица проекта

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

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

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

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

Таблица 3.5 - Итоговая матрица SWOT-анализ

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

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | НИЦ, существует<br>вероятность<br>распространения<br>разработки на<br>предприятиях в области<br>машиностроения. |  |
|--|---|--|

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

## 3.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 3.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

Таблица 3.6 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

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

|                    |    |  |                         |
|--------------------|----|--|-------------------------|
|                    |    | процесса изготовления<br>детали<br>«Фланец»    |                         |
| Оценка результатов | 9  | Анализ результатов                             | Руководитель<br>студент |
|                    | 10 | Составление<br>технологической<br>документации | Руководитель<br>студент |

### 3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

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

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

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

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{ч_i}$$

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



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

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

Таблица 3.7 - Ожидаемая трудоемкость и время выполнения работ

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

### 3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

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

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

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

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

году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней

в году.

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





- Руководитель



- Студент

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

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

#### 3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$K_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента ( $K_T$ ), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 3.9 - Материальные затраты

| Наименование          | Единица измерения | Количество | Цена за ед.руб. | Затраты на материалы (Зм),руб. |
|-----------------------|-------------------|------------|-----------------|--------------------------------|
| Бумага                | лист              | 150        | 2               | 345                            |
| Картридж для принтера | штук              | 1          | 1120            | 1288                           |
| Интернет              | М/бит (пакет)     | 1          | 350             | 402,5                          |
| Итого:                |                   |            |                 | 2035,5                         |

### **3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных(экспериментальных) работ**

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стенов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НТИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

Таблица 3.10 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

| <b>№ п/п</b>  | <b>Наименование оборудования</b>                           | <b>Кол-во единиц оборудования</b> | <b>Цена единицы оборудования, тыс. руб.</b> | <b>Общая стоимость оборудования, тыс. руб.</b> |
|---------------|--|-----------------------------------|---|--|
|               | Исп.1  | Исп.1                             | Исп.1                                       | Исп.1  |
| 1             | Гидравлический ленточнопильный станок Stalex TГK-4235      | 1                                 | 772045                                      | 772045   |
| 3             | Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L | 1                                 | 8140000                                     | 8140000  |
| <b>Итого:</b> |  |                                   |   |  |
| 8912045       |  |                                   |   |  |

### 3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы и расчет дополнительной заработной платы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

Где  $Z_{зп}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ )

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

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

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;  $F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.



Таблица 3.11 - Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени                  | Руководитель | Студент |
|--|--------------|---------|
| Календарное число дней                       | 365          | 365     |
| Количество нерабочих дней                    |              |         |
| -выходные дни                                | 44           | 48      |
| -праздничные дни                             | 14           | 14      |
| Потери рабочего времени                      |              |         |
| -отпуск                                      | 56           | 28      |
| -невыходы по болезни                         | -            | -       |
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 251          | 275     |

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

Где  $Z_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{тс}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от  $Z_{тс}$ );

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

Где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии

проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таблица 3.12 - Расчёт основной заработной платы

| Исполнители   | Разряд | к <sub>т</sub> | З <sub>тс</sub> , руб. | к <sub>пр</sub> | к <sub>д</sub> | к <sub>р</sub> | З <sub>м</sub> , руб | З <sub>дн</sub> , руб | Тр, раб. дн. | З <sub>осн</sub> , руб. |
|---------------|--------|----------------|------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------------|-----------------------|--------------|-------------------------|
| Руководитель  | доцент | 1              | 35120                  | 0,3             | 0,2            | 1,3            | 68484                | 2837,5                | 29           | 82287,5                 |
| Студент       |        | 1              | 26300                  | 0,3             | 0,2            | 1,3            | 51285                | 2088,6                | 71           | 148290,6                |
| <b>Итого:</b> |        |                |                        |                 |                |                |                      |                       |              | 230578,1                |

Таблица 3.13 - Расчет дополнительной заработной платы

| Исполнители  | к <sub>доп</sub> | З <sub>осн</sub> | З <sub>доп</sub> | З <sub>п</sub> |
|--------------|------------------|------------------|------------------|----------------|
| Руководитель | 15%              | 82287,5          | 12343,1          | 94630,6        |
| Студент      | 15%              | 148290,6         | 22243,5          | 170534,1       |

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

Где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.)

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2017 году водится пониженная ставка – 30,2%.

Таблица 3.14 - Отчисления во внебюджетные фонды

| <b>Исполнители</b>                           | <b>Основная заработная плата, руб.</b> | <b>Дополнительная заработная плата, руб.</b> |
|--|--|--|
| Руководитель                                 | 94630,6                                | 28578  |
| Студент                                      | 170534,1                               | 51501  |
| Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды | 0,302                                  |  |
|  | <b>Итого:</b>                          | 80079  |

### 3.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (\text{сумма статей 1} \div 7)$$

Где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}} = 0,16 \cdot 51198 = 8192 \text{руб.}$$

### 3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 3.15 - Расчет бюджета затрат НИИ

| Наименование статьи                                    | Сумма, руб. |
|--|-------------|
| Затраты по основной заработной плате исполнителей темы | 36050       |
| Отчисления во внебюджетные фонды                       | 10887       |
| Накладные расходы                                      | 8192        |
| Материальные затраты                                   | 1898        |
| Амортизация оборудования                               | 2363        |
| Бюджет затрат НИИ                                      | 59390       |

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

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{фин } p}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

Где  $I_{\text{фин } p}^{\text{исп } i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

Интегральный показатель ресурс эффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pt} = \sum a_i \cdot b_i$$

Где  $I_{pt}$  – интегральный показатель ресурс эффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

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

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

$n$  – число параметров сравнения.

Таблица 3.16 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

| <b>Объект исследования</b><br><b>Критерии</b>                       | <b>Весовой коэффициент параметра</b> | <b>Исп.1</b> | <b>Исп.2</b> | <b>Исп.3</b> |
|---|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| 1. Способствует росту производительности труда пользователя         | 0,1                                  | 5            | 5            | 4            |
| 2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) | 0,15                                 | 5            | 4            | 4            |
| 3. Помехоустойчивость   | 0,15                                 | 4            | 4            | 4            |
| 4. Энергосбережение   | 0,20                                 | 4            | 4            | 5            |
| 5. Надежность   | 0,25                                 | 4            | 4            | 3            |
| 6. Материалоемкость   | 0,15                                 | 5            | 3            | 3            |
| <b>Итого:</b>   | <b>1</b>                             | <b>4,4</b>   | <b>4,1</b>   | <b>4</b>     |

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,1 + 4 \times 0,15 + 5 \times 0,15 + 4 \times 0,2 + 4 \times 0,25 + 5 \times 0,05 + 4 \times 0,01 = 3,94.$$

$$I_{p-исп2} = 3 \times 0,1 + 2 \times 0,15 + 3 \times 0,15 + 3 \times 0,2 + 4 \times 0,25 + 2 \times 0,05 + 4 \times 0,1 = 3,15$$

$$I_{p-исп3} = 4 \times 0,1 + 3 \times 0,15 + 3 \times 0,15 + 3 \times 0,2 + 4 \times 0,25 + 4 \times 0,05 + 4 \times 0,1 = 3,5.$$

разработки ( $I_{исп}$ ) определяется на основании интегрального показателя

ресурс эффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп } 1} = \frac{I_{\text{р-исп } 1}}{I_{\text{фин } p}}, I_{\text{исп } 1} = \frac{I_{\text{р-исп } 1}}{I_{\text{фин } p}}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.18) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта (Эср):

$$\text{Э}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп } 1}}{I_{\text{исп } 2}}$$

Таблица 3.17 - Сравнительная эффективность разработки

| № п/п | Показатели  | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
|-------|---|-------|-------|-------|
| 1     | Интегральный финансовый показатель разработки           | 0,51  | 1     | 0,89  |
| 2     | Интегральный показатель ресурс эффективности разработки | 4,4   | 4,1   | 4     |
| 3     | Интегральный показатель эффективности                   | 8,6   | 4,1   | 4,5   |
| 4     | Сравнительная эффективность вариантов исполнения        | 2     | 0,9   | 1     |

Сравнительная эффективность разработки показывает, что предпочтительным является первый вариант исполнения, так как данный вариант исполнения является наиболее экономичным и ресурсоэффективным.

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Фланец» экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой материалоемкостью, высокой производительностью труда, поэтому данный научно-исследовательский проект считается конкурентоспособным. Также можно сказать, что задачи, поставленные в данном разделе выпускной квалификационной работы, решены в полном объеме.

А именно:

1. Была выявлена конкурентоспособность предприятий производства изготовления детали. Преимуществом данного техпроцесса является высокая производительность при относительно низкой цене;

2. Проведен SWOT-анализ, в котором рассматриваются все сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы, связанные с проектом. Возможность получать качественную и конкурентоспособную продукцию позволяет выйти на внутренний рынок, но имеется риск потери спроса;

3. Был распланирован график НИР, по которому руководителю отводится 29 рабочих дней, студенту 71 рабочий день;

4. При планировании комплекса работ по проекту была построена диаграмма Ганта, которая позволяет координировать работу исполнителей в ходе выполнения исследования.

5. Рассчитан бюджет НИР (59390 руб.): основная заработная плата составила 36050 руб. с учетом районного коэффициента, отчисления во ВБФ - 10887 руб., накладные расходы – 8192 руб., материальные затраты – 1898 руб., амортизация оборудования – 2363 руб.

Также рабочим местом работника является цех. Который оснащен оборудованием т.е. станками: Станок ленточнопильный STALEX TKG-4235; Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000 для изготовления детали «ФЛАНЕЦ».

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

|        |               |
|--------|---------------|
| Группа | ФИО           |
| 154A81 | Чжан Цзяньчэн |

|                     |             |                               |                            |
|---------------------|-------------|-------------------------------|----------------------------|
| Школа               | ИШНПТ       | Отделение школы (НОЦ)         | ОМШ                        |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/<br>специальность | 15.03.01<br>Машиностроение |

### Тема ВКР:

|   |  |
|---|--|
| <b>Разработка технологического процесса изготовления детали «Фланец»</b>  |  |
| <b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»</b>   |  |
| <p>- Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</p> <p>- Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации.</p>   | <p>Объект исследования: процесс разработки технологии изготовления фланца редуктора, воздействие процесса и рабочей зоны на организм человека и окружающую среду. автоматизация технологического процесса</p>  |
| <b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>   |  |
| <p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации (нужное оставить)</b></p> <p>- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p style="padding-left: 20px;">— - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p> | <p>Нормативные документы: ТК РФ, Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ, Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н.</p>   |
| <p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>  | <p>Вредные и опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отклонение показателей микроклимата;</li> <li>2. Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума;</li> <li>3. Недостаток необходимого естественного и искусственного освещения;</li> <li>4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;</li> <li>5. Неудобная рабочая поза.</li> </ol> |
| <p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p>  | <p>Область воздействия на атмосферу, гидросферу и литосферу: безотходная или малоотходная технология производства; раздельный сбор мусора, утилизация средств освещения.</p>   |
| <p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>   | <p>- возможные ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения: подтопление и затопление в весеннее половодье, пожар;</p> <p>- реальная ЧС: режим «Повышенная готовность».</p>   |

|  |            |
|--|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 05.04.2022 |
|--|------------|

### Задание выдал консультант:

|           |            |                        |         |            |
|-----------|------------|------------------------|---------|------------|
| Должность | ФИО        | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
| Профессор | Сечин А.И. | д.т.н.                 |         | 05.04.2022 |

### Задание принял к исполнению студент:

|        |               |         |            |
|--------|---------------|---------|------------|
| Группа | ФИО           | Подпись | Дата       |
| 154A81 | Чжан Цзяньчэн |         | 05.04.2022 |



## **4. «Социальная ответственность»**

Объектом выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления детали «Фланец», в работе рассматривается воздействие вредных и опасных факторов на человека и окружающую среду в процессе разработки, изготовления и эксплуатации детали.

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

#### **4.1.1 Правовые нормы трудового законодательства**

Согласно ТК РФ, N 197 – ФЗ каждый работник обладает правом на:

- Рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве;
- Обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда заработной платы за счет средств работодателя;
- Гарантии и компенсации, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.
- Повышенные или дополнительные гарантии и компенсации за работу на работах с вредными и (или) опасными условиями труда могут устанавливаться коллективным договором, локальным нормативным актом с учетом финансово-экономического положения работодателя.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы:

- ПЭВМ должны соответствовать требованиям настоящих Санитарных

правил и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке.

- В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной (диспетчерские, операторские, расчетные, кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.) и связана с нервно-эмоциональным напряжением, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами микроклимата производственных помещений.
- Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям действующей нормативной документации. Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток. Оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.
- Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.
- Содержание вредных химических веществ в производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной, не должно превышать предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест в соответствии с действующими гигиеническими нормативами.

#### **4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Содержанием работ по охране труда являются:

- Разработка и осуществление механических и организационных мероприятий по созданию безопасных условий труда и предотвращению

взрывов и пожаров;

- Обеспечение нормальных санитарно-гигиенических условий труда;
- Соблюдение правовых норм.

В рабочей зоне, в которой проводится работа по изготовлению детали «Фланец», должны действовать следующие нормативы:

- Сотрудник должен быть обеспечен специальной одеждой, обувью и индивидуальными средствами защиты.
- Производственные помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной механической вентиляцией, обеспечивающий состояние воздуха рабочей зоны в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88.

#### 4.2 Производственная безопасность

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на рабочих, опасных производственных факторов до приемлемого уровня.

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов представлены в (табл.1.)

Таблица 4.1 - Возможные опасные и вредные факторы

| Факторы<br>(ГОСТ 12.0.003-2015)          | Этапы работ        |                      |                      | Нормативные<br>документы                           |
|--|--------------------|----------------------|----------------------|--|
|  | Разр<br>абот<br>ка | Изго<br>товл<br>ение | Эксп<br>луат<br>ация |  |
| 1.Отклонение показателей<br>микроклимата | +                  | +                    | +                    | Параметры микроклимата<br><br>СанПиН 2.2.4.548-96; |
| 2. Превышение уровня<br>шума             |                    | +                    | +                    | Уровень шума<br><br>СН2.2.4/2.1.8.562-96;          |

|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
| 3.Отсутствие или недостаток естественного света  | + | + | + | Уровень освещенности<br>СНиП 23- 05-95;   |
| 4.Недостаточная освещенность рабочей зоны  |   | + | + | Уровень освещенности<br>СП52.13330.2016;  |
| 5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека | + | + | + | ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ<br>Средства защиты работающих.<br>Общие требования и классификация. |

### Отклонение показателей микроклимата

На стадии разработки тех. процесса в помещениях, предназначенных для работы с компьютерной техникой в разработке технологического процесса изготовления детали «Фланец», должны соблюдаться определенные оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПин 2.2.4.548-96. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (табл.

2). Относительная

Таблица 4.2 - Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

| Период года | Температура воздуха в помещении, °С | Относительная Влажность воздуха в помещении, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|-------------------------------------|--|--------------------------------|
| Холодный    | 21-23                               | 40-60  | 0,1                            |
| Теплый      | 22-24                               | 40-60  | 0,1                            |

Таблица 4.3 - Параметры микроклимата для помещений, где установлены оборудование для механической обработки

| Период года | Температура воздуха в помещении, °С | Относительная Влажность воздуха в помещении, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|-------------------------------------|--|--------------------------------|
| Холодный    | 17-19                               | 15-75  | 0,1                            |
| Теплый      | 18-20                               | 15-75  | 0,1                            |

При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности.

Для создания благоприятных условий проводятся такие мероприятия, как естественная вентиляция помещения, кондиционирование воздуха в теплый период и отопление в холодный период.

### **Превышение уровня шума**

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 уровень шума на рабочем месте пользователя персонального компьютера не должен превышать 50 дБ. В технологическом бюро уровень внутренних шумов не превышает предельно допустимого значения, установленного в ГОСТ 12.1.003-2014.

Шум с уровнем звукового давления до 30—35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40—70 дБ в условиях среды обитания создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, и при длительном действии может быть причиной неврозов. Воздействие шума с уровнем свыше 80 дБ может привести к потере слуха. При действии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонки, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть. Шум снижает работоспособность и производительность труда.

Для уменьшения шума от внутренних источников проектируют изоляцию рабочих мест от наиболее шумного оборудования. В цеху рабочие используют беруши и противозумные наушники, т.к. на производстве не предполагается

использование подъемных механизмов и механизмов, которые используют предупреждающие звуки.

### **Отсутствие или недостаток естественного света**

Согласно СНиП 23-05-95 в производственном цеху по разработке технологического процесса изготовления детали «Фланец», освещение должно быть не менее 300 Лк.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

### **Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Для обеспечения достаточной освещенности используется СП 52.13330.2016, согласно которому при работе средней точности освещенность рабочего места при системе комбинированного освещения должна составлять 750 лк, коэффициент пульсаций не более 10 %. Имеется необходимость в использовании локализованного искусственного освещения совместно с общим. При выполнении работ средней точности общая освещенность должна составлять 200 лк, комбинированная освещенность – 300 лк.

Для обеспечения нормативных значений освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол, оконных проемов и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп. Для искусственного освещения могут быть использованы как лампы накаливания, так и газоразрядные лампы: люминесцентные и дуговые ртутные — ДРЛ.

### **Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека**

Источниками электрического тока могут быть электрические установки и оборудование применяемое при изготовлении детали «Фланец». Опасность поражения электрическим током существует всегда, если имеется контакт с устройством, питаемым напряжением 36 В и выше, тем более от электрической сети 220 В. Для предотвращения поражений электрическим током при работе с компьютером следует установить дополнительные оградительные устройства, обеспечивающие недоступность токоведущих частей для прикосновения. Обязательным во всех случаях является наличие защитного заземления или зануления (защитного отключения) электрооборудования. Для цеха соблюдаются те же требования и средства защиты, что и для технологического бюро, так же вывешиваются предупреждающие надписи и контроль за состоянием изоляции электрических установок.

#### **4.3 Экологическая безопасность**

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам по изготовлению детали «Фланец», необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги.

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика.

Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

Также необходимо утилизировать средства освещения. Все известные сегодня способы утилизации (демеркуризации) люминесцентных ламп очень трудоемки, опасны, энергозатратны и экономически нецелесообразны:

стоимость подобной операции практически сравнима со стоимостью новой лампы. Технология новосибирских водников дешева и экологически безопасна.

Специальный химический раствор позволяет полностью удалить все опасные компоненты люминофорного слоя со стекла, и после дальнейшей переработки, использовать их повторно, как, впрочем, и само стекло, и цоколи.

#### **4.4 Безопасность в ЧС**

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории Ан, Бн, Вн, Гн и Дн.

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.



Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
- е) курение в строго отведенном месте;
- ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии. Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды. Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5. В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей. Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рисунок 6).

### План эвакуации из помещения

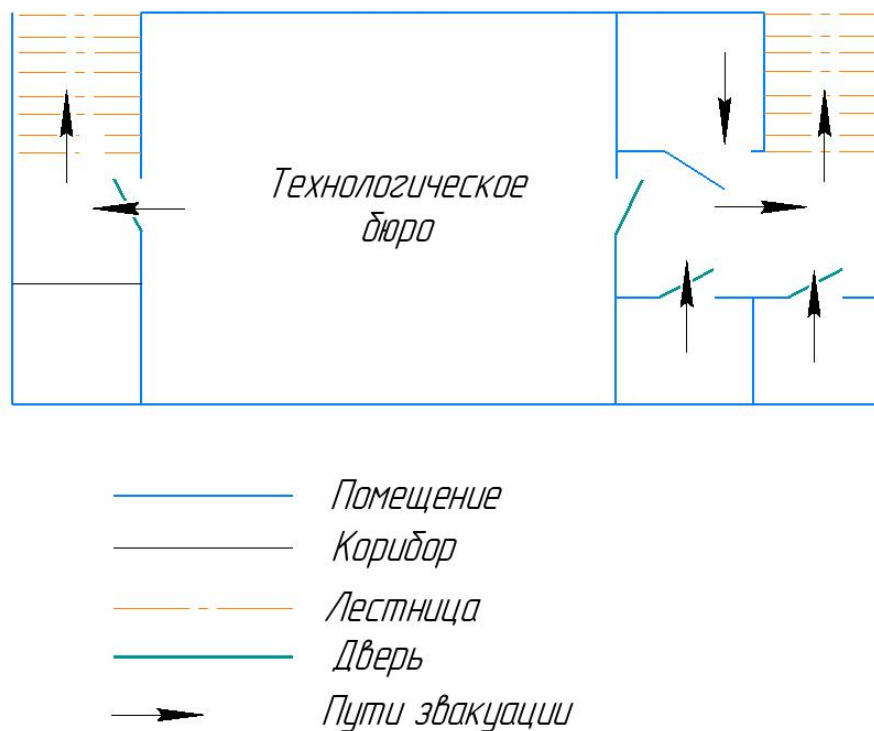


Рис.6 - План эвакуации.

В ходе исследования проекта по теме ВКР: «Разработка технологического процесса изготовления детали «Фланец», было выявлено соответствие нормам следующих факторов:

1. Отклонение показателей микроклимата
2. Превышение уровня шума
3. Отсутствие или недостаток естественного света
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Также рабочим местом работника является цех. Который оснащен оборудованием т.е. станками: Станок ленточнопильный STALEX TGK-4235; Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L для изготовления детали «Фланец».

## Заключение

В выпускной квалификационной работе решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. В разделе «Технологическая часть» был выполнен анализ чертежа и технологичности детали, определён тип производства и выбрана исходная заготовка, разработан технологический процесс и выполнен размерный анализ техпроцесса (проектирование и проверка допуска). Выбрано оборудование, рассчитаны режимы резания и произведено нормирование операций. В разделе «Конструкторская часть» было спроектировано приспособление, рассчитаны сила зажима. В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен расчет конкурентоспособности, разработан график проведения исследования, рассчитан бюджет стоимости НИ и определена его ресурсоэффективность. В разделе «Социальная ответственность» были проанализированы некоторые факторы в производственном цехе, рассмотрены возможные опасности и приняты превентивные меры для обеспечения безопасной и упорядоченной работы цеха.

## Список литературы

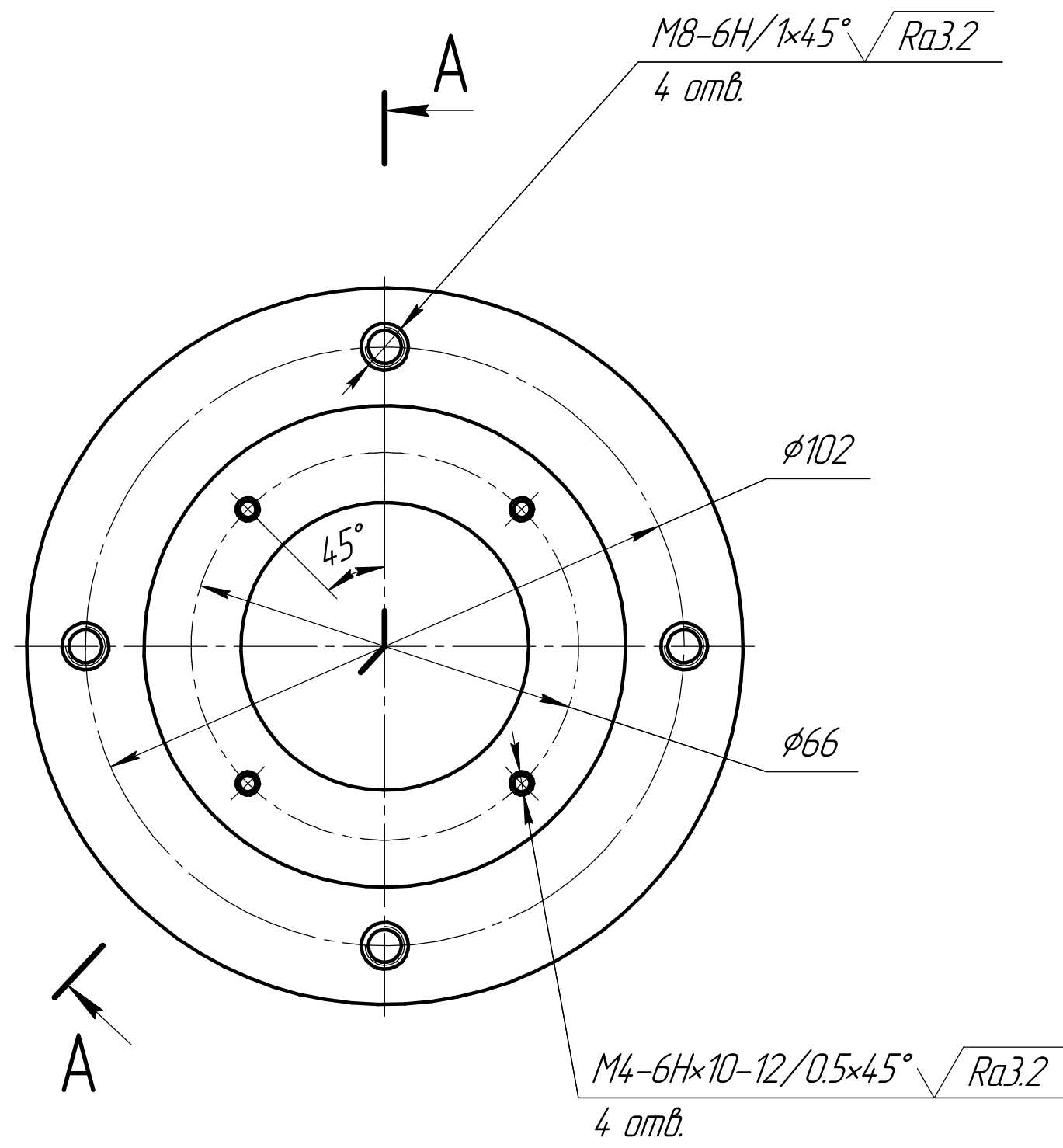
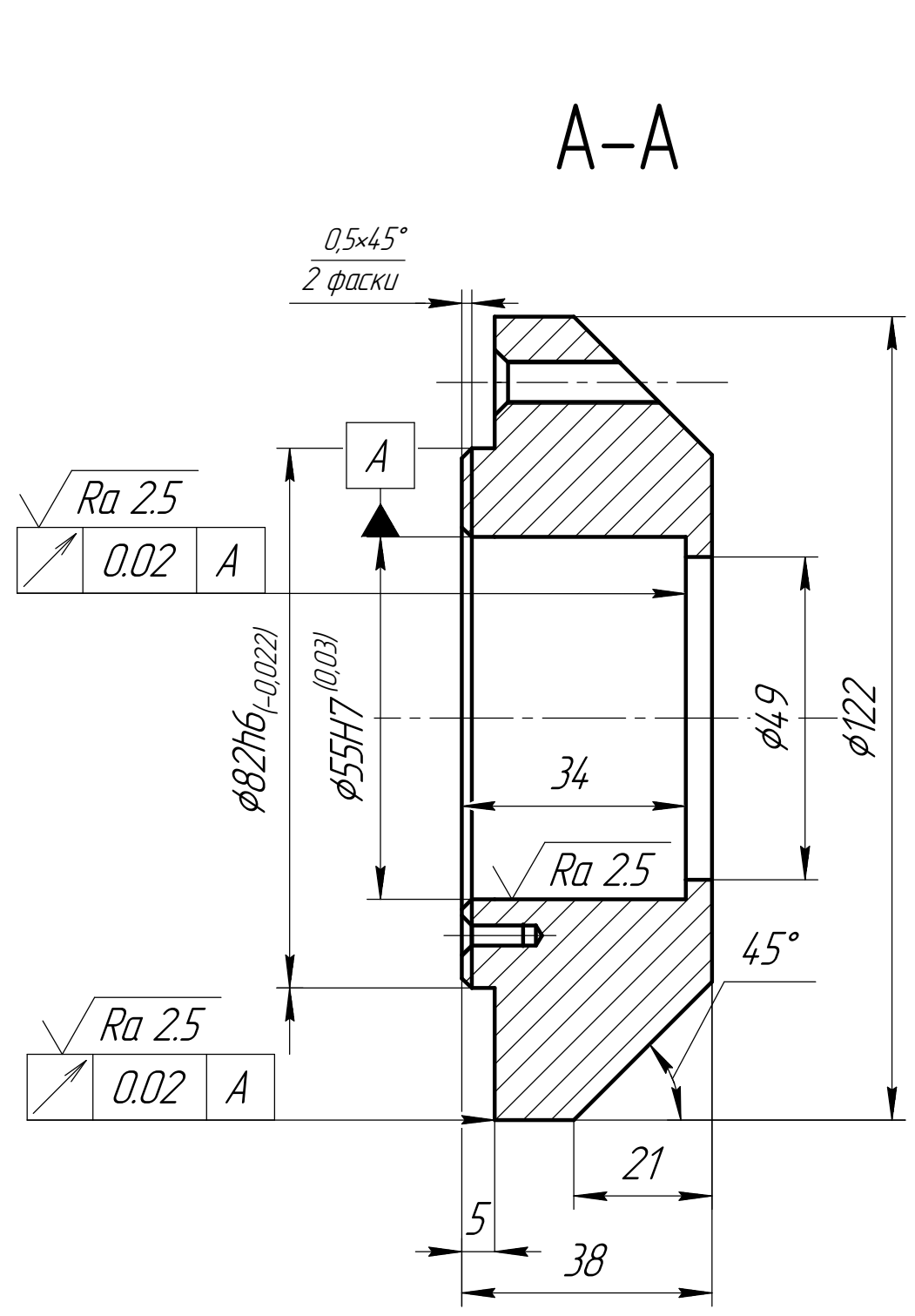
1. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983 г. – М.: Альянс, 2015 – 256 с.
2. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г.Суслова.Пятое издание, исправленное. 2003. -912 с, илл.
3. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Суслова.Пятое издание, исправленное. 2003. -943 с, илл.
4. Обработка металлов резанием: Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др.; Под общ. Ред. А.А.Панова. -М.: - Машиностроение, 1988. - 736 с.: ил.- ISBN 5-217-00032-5
- 5.Машиностроение. Энциклопедия / Ред. советгК.В. Фролов (пред.) и др.\*М.: Машиностроение\* М 38 Динамика и прочность машин. Теория механизмов и машин. Т. 1-3. В 2-х кн. Кн. 1 / К.С. Колесников, Д.А. Александров,В.К. Асташев и др.; Под общ. ред. К.С. Колесникова.
6. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2018 г.
7. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2016.
8. Сущность методики FAST в области ФСА. 132
9. Методы оценки финансово-экономической эффективности инвестиционного проекта без учета фактора времени.

**Приложение А**

**Чертёж детали**

ИШНПТ-ГР.154А81

$\sqrt{Ra 5}$



1.Общий допуск размера по ГОСТ 30893,1: Н14,н14, ±IT14/2  
 2.Общий допуск формы по ГОСТ 30893,2-мк

|          |               |          |       |                        |                          |      |          |         |
|----------|---------------|----------|-------|------------------------|--------------------------|------|----------|---------|
|          |               |          |       | <b>ИШНПТ-ГР.154А81</b> |                          |      |          |         |
| Изм.     | Лист          | № докум. | Подп. | Дата                   | <b>Фланец</b>            | Лит. | Масса    | Масштаб |
| Разраб.  | Чжан Цзяньчэн |          |       |                        |                          |      | 0,68     | 1:1     |
| Проб.    | Червач Ю.Б.   |          |       |                        |                          | Лист | Листов 1 |         |
| Т.контр. |               |          |       |                        |                          |      |          |         |
| Н.контр. |               |          |       |                        | <b>Д16Т ГОСТ 4784-97</b> |      |          |         |
| Утв.     |               |          |       |                        | <b>ГР.154А81</b>         |      |          |         |

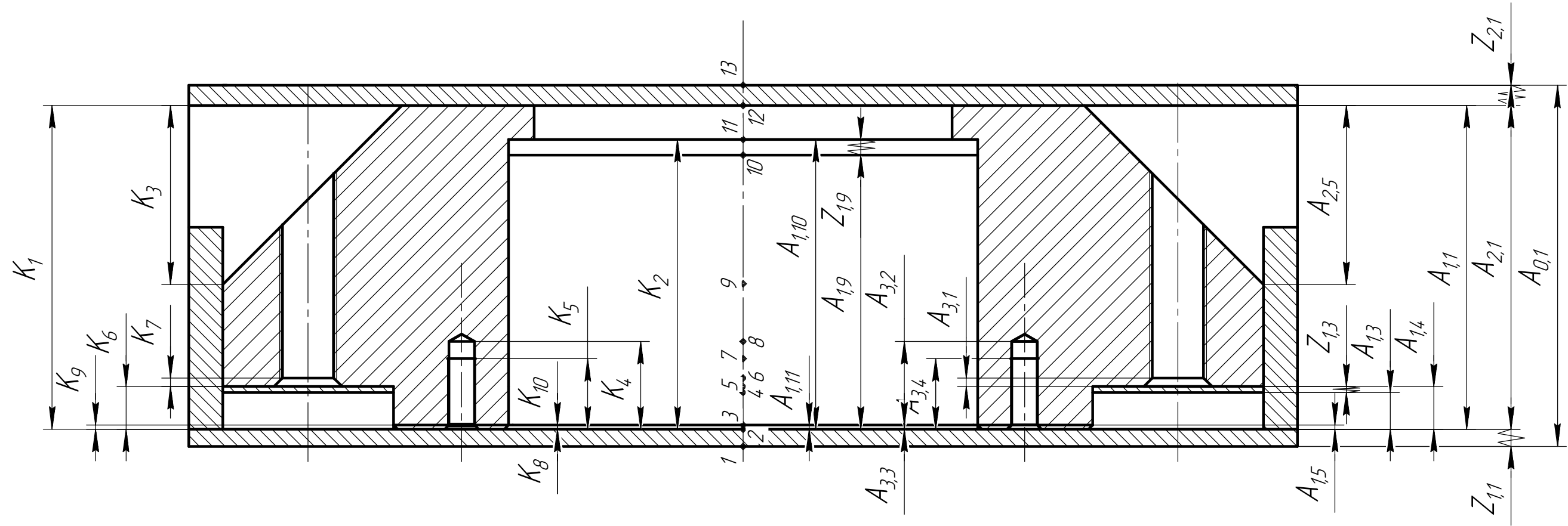
Копировал

Формат А3

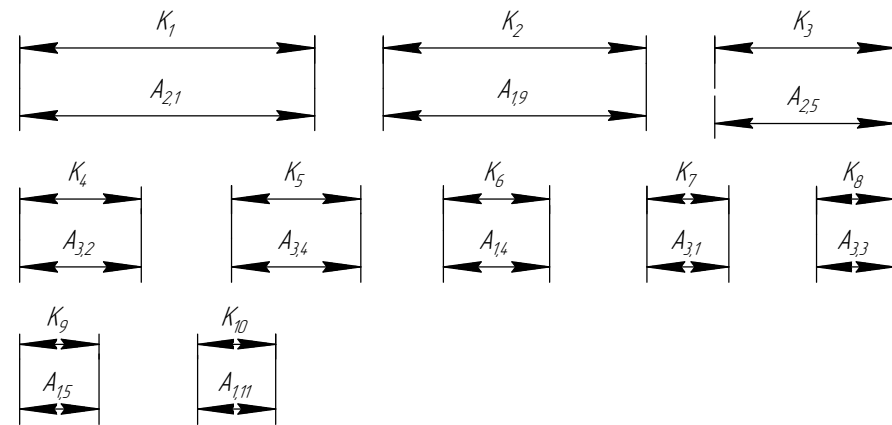
КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.  
 Взам. инв. № Инв. № дудл. Подп. и дата  
 Инв. № подл. Подп. и дата

Справ. №  
 Перв. примен.

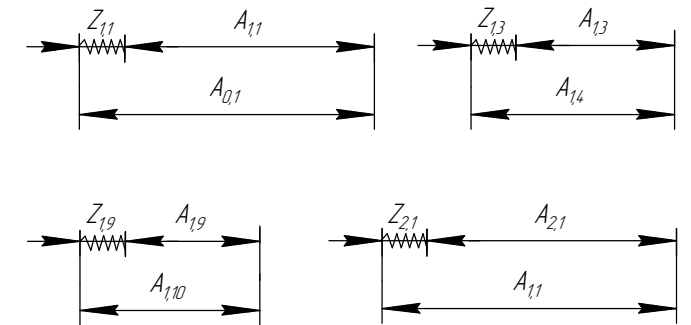
Не для коммерческого использования



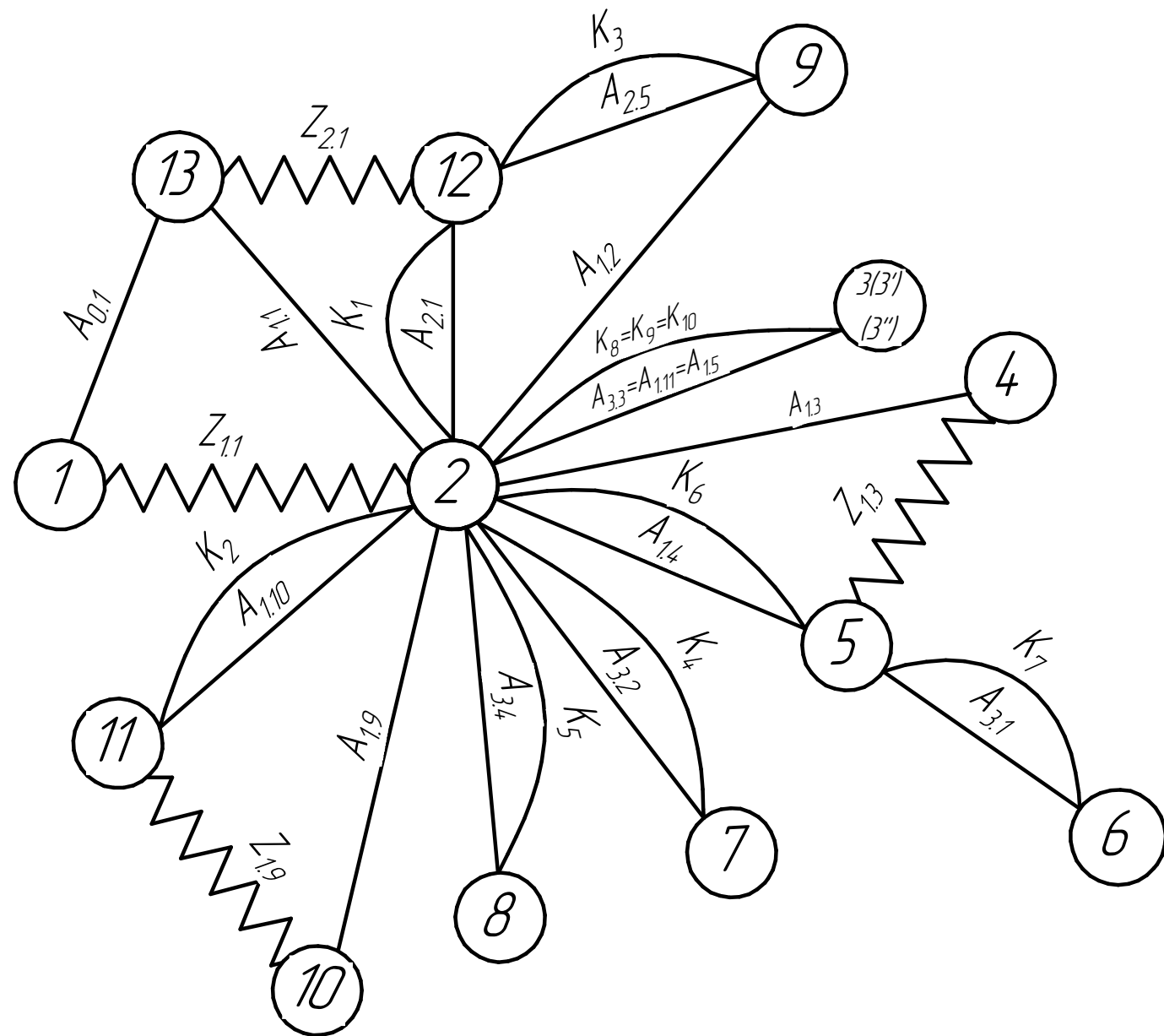
Размерные цепи, в которых конструкторские размеры выдерживаются непосредственно



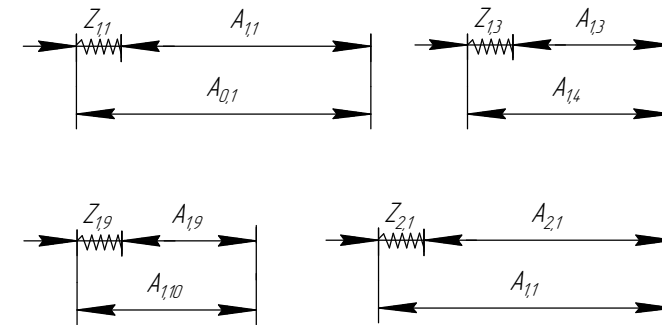
Размерные цепи, в которых замыкающим звеном является припуск



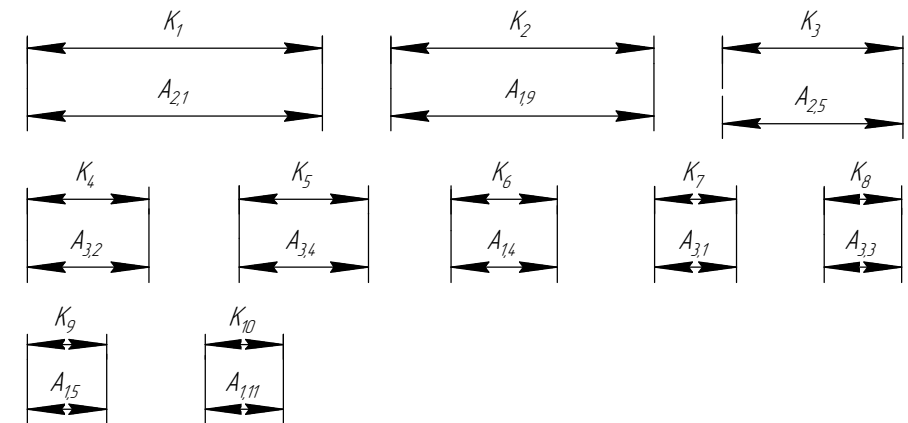
|          |               |          |       |                                 |                             |      |        |         |
|----------|---------------|----------|-------|---------------------------------|-----------------------------|------|--------|---------|
|          |               |          |       | <b>ИШНПТ-154А90014.00.00.03</b> |                             |      |        |         |
| Изм.     | Лист          | № докум. | Подп. | Дата                            | Линейная размерная<br>схема | Лит. | Масса  | Масштаб |
| Разраб.  | Чжан Цзяньчэн |          |       |                                 |                             | 1    |        | 2:1     |
| Пров.    | Червач Ю.Б.   |          |       |                                 |                             | Лист | Листов | 1       |
| Т.контр. |               |          |       |                                 | ТПУ<br>ГР.154А81            |      |        |         |
| Н.контр. |               |          |       |                                 | Копировал                   |      |        |         |
| Утв.     |               |          |       |                                 | Формат А3                   |      |        |         |



Размерные цепи, в которых замыкающим звеном является припуск



Размерные цепи, в которых конструкторские размеры выдерживаются непосредственно



|          |               |          |       |      |                         |      |        |         |
|----------|---------------|----------|-------|------|-------------------------|------|--------|---------|
|          |               |          |       |      | ИШНПТ-154А0014.00.00.03 |      |        |         |
| Изм.     | Лист          | № док-м. | Подп. | Дата | Граф-дерево             | Лит. | Масса  | Масштаб |
| Разраб.  | Чжан Цзяньчэн |          |       |      |                         | 1    |        | 1:1     |
| Проб.    | Червач Ю.Б.   |          |       |      |                         | Лист | Листов | 1       |
| Т.контр. |               |          |       |      | ТПУ<br>ГР.154А81        |      |        |         |
| Н.контр. |               |          |       |      | Копировал               |      |        |         |
| Утв.     |               |          |       |      | Формат А3               |      |        |         |

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены. ИШНПТ-154А0014.00.00.03

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № докл.

Подп. и дата

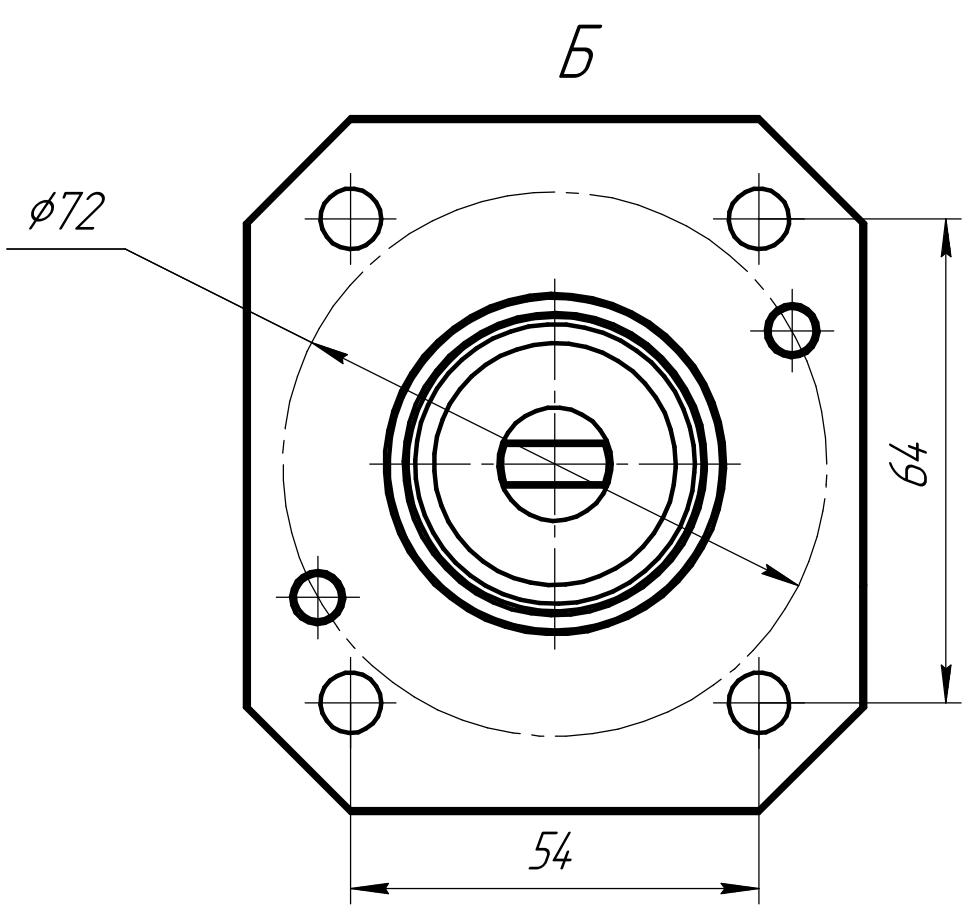
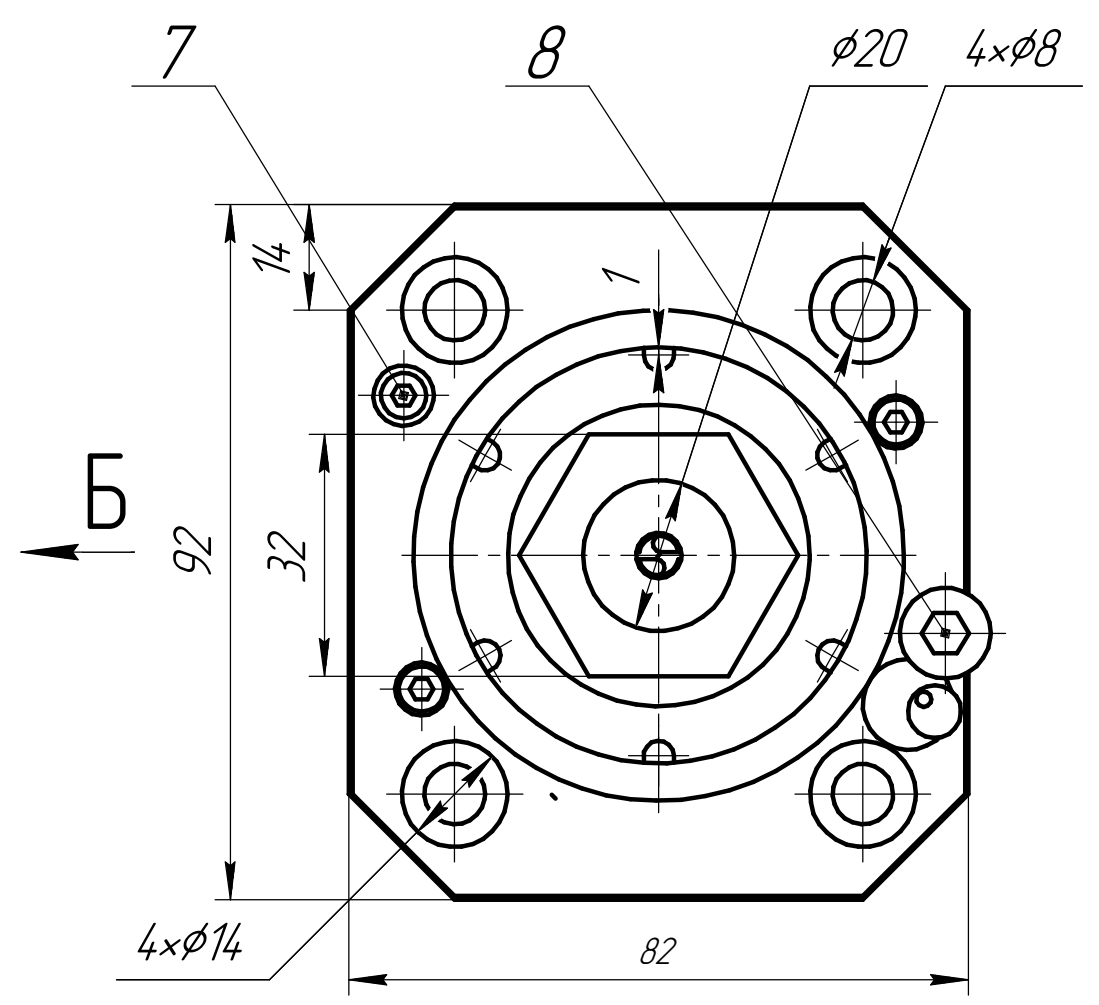
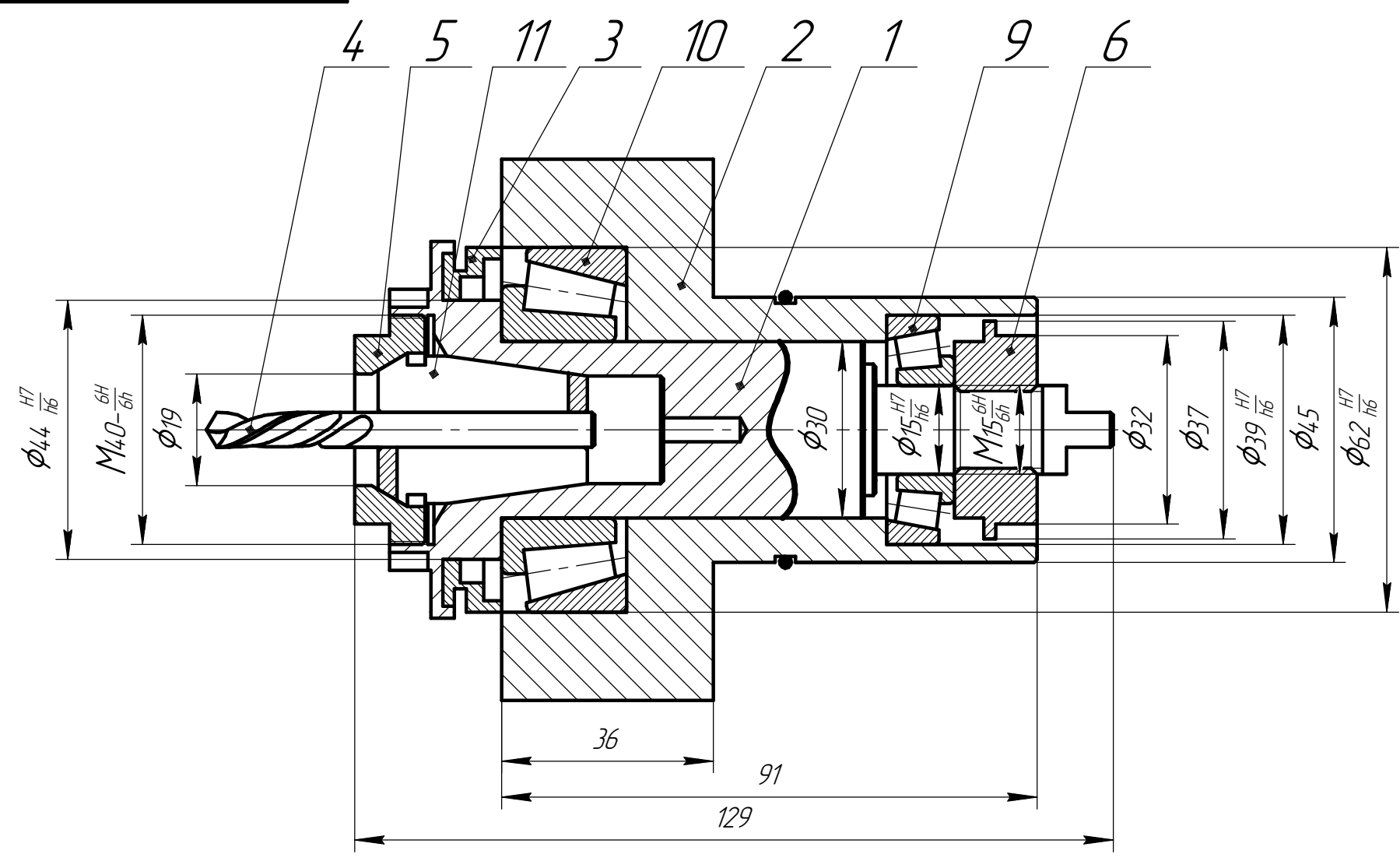


## **Приложение Б**

### **Чертёж приспособления**

ИШНПТ-154А90014.00.00.02

Перв. примен.  
Справ. №  
Взам. инв. №  
Инв. № дцкл.  
Подп. и дата  
Изм. № подл.  
Подп. и дата



Б

|                          |      |               |       |          |
|--------------------------|------|---------------|-------|----------|
| ИШНПТ-154А90014.00.00.02 |      |               |       |          |
| Сверлильная головка      |      | Лит.          | Масса | Масштаб  |
|                          |      | 1             |       | 1:1      |
|                          |      | Лист          |       | Листов 1 |
| ГР.154А81                |      |               |       |          |
| Изм.                     | Лист | № док-м.      | Подп. | Дата     |
| Разраб.                  |      | Чжан Цзяньчэн |       |          |
| Проб.                    |      | Червач Ю.Б.   |       |          |
| Т.контр.                 |      |               |       |          |
| Н.контр.                 |      |               |       |          |
| Утв.                     |      |               |       |          |

**Приложение В**

**Спецификация**

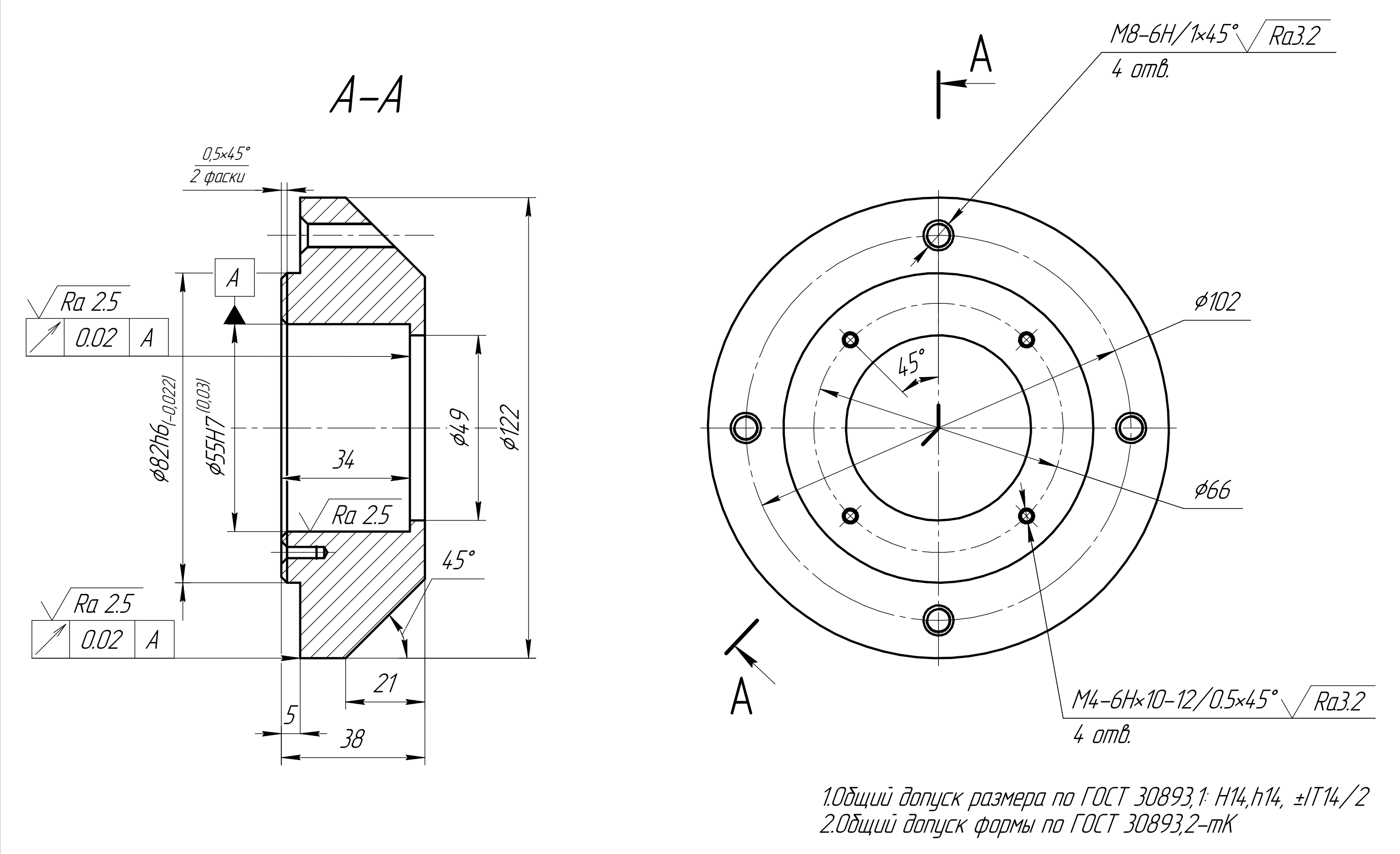
| Перв. примен. |          | Формат | Зона           | Поз.                  | Обозначение       | Наименование          | Кол. | Примечание                 |  |  |
|---------------|----------|--------|----------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|------|----------------------------|--|--|
| Справ. №      |          | A3     |                |                       | ВГ 14.00.00.00 СБ | Сверлильная головка   |      |                            |  |  |
|               |          | A4     |                |                       | ВГ 14.00.00.00 ПЗ | Пояснительная записка | 1    |                            |  |  |
| Подп. и дата  |          |        |                |                       |                   | <u>Детали</u>         |      |                            |  |  |
|               |          |        |                | 1                     | ВГ 14.00.00.01    | Вал                   | 1    |                            |  |  |
|               |          |        |                | 2                     | ВГ 14.00.00.02    | Корпус                | 1    |                            |  |  |
|               |          |        |                | 2                     | ВГ 14.00.00.03    | Втулка                | 1    |                            |  |  |
|               |          |        |                | 4                     | ВГ 14.00.00.04    | Сверло                | 1    |                            |  |  |
|               |          |        |                |                       |                   |                       |      | <u>Стандартные изделия</u> |  |  |
|               |          |        |                | 5                     | ВГ 14.00.00.05    | Гайка                 | 1    |                            |  |  |
|               |          |        |                | 6                     | ВГ 14.00.00.06    | Гайка                 | 1    |                            |  |  |
|               |          | 7      | ВГ 14.00.00.07 | Винт ГОСТ 11738-84    | 3                 |                       |      |                            |  |  |
|               |          | 8      | ВГ 14.00.00.08 | Винт ГОСТ Р ИСО 10642 | 1                 |                       |      |                            |  |  |
| Подп. и дата  |          |        |                |                       |                   | <u>Прочие изделия</u> |      |                            |  |  |
|               |          |        |                |                       |                   |                       |      |                            |  |  |
| Инв. № подл.  | Изм.     | Лист   | № докум.       | Подп.                 | Дата              |                       |      |                            |  |  |
|               | Разраб.  |        |                |                       |                   | Лит.                  | Лист | Листов                     |  |  |
|               | Пров.    |        |                |                       |                   |                       | 1    | 2                          |  |  |
|               | Н.контр. |        |                |                       |                   |                       |      |                            |  |  |
|               | Утв.     |        |                |                       |                   |                       |      |                            |  |  |



## **Приложение Г**

### **Карта технологического процесса**

Карта технологического процесса



|                     |  |                  |                  |                 |           |      |           |
|---------------------|--|------------------|------------------|-----------------|-----------|------|-----------|
| Материал            |  | Код ед. величины | Масса детали, кг | Заготовка       |           |      |           |
| Наименование, марка |  |                  |                  | Профиль Размеры | Код и вид | Кол. | Масса, кг |
| Д16Т ГОСТ 4784-97   |  |                  | 0,68             | Прокат          | 5000      | 1,37 |           |

| Номер    |         |          | Наименование и содержание операций и переходов   | Операционный эскиз | Оборудование                                | Приспособление | Инструмент  |               | Наличие обрабатываем. деталей | Число рабочих ходов | Диаметр или ширина в направлении подачи, мм | Длина в направлении подачи, мм | Глубина резания, мм | Режим обработки |        | Нормы времени, мин |                         |                |                |                  | Разряд работы |                  |                    |
|----------|---------|----------|--|--------------------|---|----------------|---|---------------|-------------------------------|---------------------|---|--------------------------------|---------------------|-----------------|--------|--------------------|-------------------------|----------------|----------------|------------------|---------------|------------------|--------------------|
| операции | установ | перехода |  |                    |   |                | режущий   | измерительный |                               |                     |   |                                |                     | Подача          |        | Частота, об/мин    | Скорость резания, м/мин | T <sub>0</sub> | T <sub>б</sub> | T <sub>п.з</sub> |               | T <sub>шт.</sub> | T <sub>шт.к.</sub> |
|          |         |          |  |                    |   |                |   |               |                               |                     |   |                                |                     | мм/об           | мм/мин |                    |                         |                |                |                  |               |                  |                    |
| 005      |         | 1        | Заготовительная<br>Отрезать заготовку, выдерживая размер 39,8±0,5мм; φ130 <sub>-16</sub> мм. |                    | Станок ленточнопильный STALE TGK -4235      |                | Ленточнопильное полотно ГОСТ Р 53924-2010; 34-1,1-4 115 |               |                               | 1                   |   |                                |                     |                 | 50     | 15                 | 2,64                    | 0,344          | 10             | 3,103            | 3,105         |                  |                    |
| 010      | A       | 1        | Токарная с ЧПУ<br>Подрезать торец 1, выдерживая размер 38,8±0,2мм.                           |                    | Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L |                | Резец подрезной 2112-0031 ГОСТ 18871-73, материал - P18 |               |                               | 1                   | 130   | 67                             | 1,16                | 0,4             | 170    | 72                 | 0,985                   |                |                |                  |               |                  |                    |
|          |         | 2        | Точить поверхность 2 и 3, выдерживая размер 20 <sup>0,5</sup> мм, φ122 <sub>-1</sub> мм.     |                    | Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L |                | Резец проходной 2101-0565 ГОСТ 18870-73, материал - P18 |               |                               | 1                   | 20  | 21                             | 4                   | 0,2             | 216    | 88                 | 0,486                   | 0,224          | 10             | 4,975            | 4,977         |                  |                    |
|          |         | 3        | Точить поверхность 4 и 5, выдерживая размер 4,7±0,1мм, φ106 <sub>-1</sub> мм.                |                    | Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L |                | Резец проходной 2101-0565 ГОСТ 18870-73, материал - P18 |               |                               | 1                   | 4,7   | 5,7                            | 8                   | 0,1             | 210    | 81                 | 0,271                   |                |                |                  |               |                  |                    |

| Номер    |         |          | Наименование и содержание операций и переходов   | Операционный эскиз | Оборудование                                | Приспособление  | Инструмент  |   | Наличие одноразов. обраб. детали | Число рабочих ходов | Диаметр или ширина в направлении подачи, мм | Длина в направлении подачи, мм | Глубина резания, мм | Режим обработки |        | Нормы времени, мин |                         |                |                |                  | Разряд работы<br>ИШНПТ - 54A90014.00.00.04 |                  |                    |  |  |
|----------|---------|----------|--|--------------------|---|---|---|---|----------------------------------|---------------------|---|--------------------------------|---------------------|-----------------|--------|--------------------|-------------------------|----------------|----------------|------------------|--|------------------|--------------------|--|--|
| операции | установ | перехода |  |                    |   |   | режущий   | измерительный   |                                  |                     |   |                                |                     | Подача          |        | Частота, об/мин    | Скорость резания, м/мин | T <sub>0</sub> | T <sub>б</sub> | T <sub>п.з</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   | 23               | 24                 |  |  |
|          |         | 4        | Точить поверхность 6 и 7, выдерживая размер 4, 7±0,1мм, φ94 <sup>-0,054</sup> мм.  |                    | Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L | Патрон трёхлапчатый самоцентрирующий 7100-0011 ГОСТ 2675-80 | Резец проходной 2101-0565<br>ГОСТ 18870-73, материал - P18    |   | 1                                | 4,7                 | 5,7   | 6                              | 0,1                 |                 |        | 360                | 120                     | 0,158          |                |                  |  |                  |                    |  |  |
|          |         | 5        | Точить поверхность 8 и 9, выдерживая размер 5 <sup>0,2</sup> мм, φ82 <sup>-0,022</sup> мм.   |                    |   |   | Резец проходной 2101-0565<br>ГОСТ 18870-73, материал - P18    |   | 1                                | 5                   | 6,1   | 6                              | 0,1                 |                 |        |                    | 400                     | 120            | 0,152          |                  |  |                  |                    |  |  |
|          |         | 6        | Точить фаску выдерживая размер 0,5±0,1×45°.  |                    |   |   | Резец проходной 2100-0551<br>ГОСТ 18869-73, материал - P18    | Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ГОСТ 166-89;<br>Глубиномер индикаторный ГИ-100-0,01 ГОСТ 7661-67 | 1                                | 0,5                 | 1,5   | 0,5                            | 0,05                |                 |        |                    | 881                     | 227            | 0,034          | 0,224            | 10   | 4,975            | 4,977              |  |  |
|          |         | 7        | Центровать торец, выдерживая размер φ8 <sup>+0,15</sup> мм, 10,1 <sup>+0,18</sup> мм, 7,79 <sup>+0,15</sup> мм, φ17 <sup>+0,18</sup> угол 60°. |                    |   |   | Сверло центровочное 2317-0111 ГОСТ 14952-75 материал - P6M5   | Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ГОСТ 166-89;<br>калибр - пробка 8133-0910 ГОСТ 14810-69          | 1                                | 17,89               | 18,89                                       | 8,5                            | 0,6                 |                 |        |                    | 620                     | 39             | 0,050          |                  |  |                  |                    |  |  |
|          |         | 8        | Сверлить отверстие 1, выдерживая размер φ47 <sup>0,6</sup> мм.   |                    |   |   | Сверло спиральное 2301-3727<br>ГОСТ 10903-77, материал - P6M5 | Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ГОСТ 166-89;<br>калибр-пробка гладкий 8133-0920 ГОСТ 14810-69;   | 1                                | 38,92               | 40,92                                       | 23,5                           | 0,4                 |                 |        |                    | 406                     | 60             | 0,251          |                  |  |                  |                    |  |  |

ИШНПТ - 54A90014.00.00.04  
ИШНПТ - 54A90014.00.00.04





| Номер    |         |          | Наименование и содержание операций и переходов                      | Операционный эскиз | Оборудование | Приспособление  | Инструмент   |               | Режим обработки                  |                     |   |                                |                     |        | Нормы времени, мин |                 |                         |                |                | ИШНПТ - 54A90014.00.00.04 |                  |                  |                    |                           |  |  |
|----------|---------|----------|---|--------------------|--------------|---|--|---------------|----------------------------------|---------------------|---|--------------------------------|---------------------|--------|--------------------|-----------------|-------------------------|----------------|----------------|---------------------------|------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--|--|
| операции | установ | перехода |   |                    |              |   | режущий  | измерительный | Наличие однокром. обраб. деталей | Число рабочих ходов | Диаметр или ширина в направлении подачи, мм | Длина в направлении подачи, мм | Глубина резания, мм | Подача |                    | Частота, об/мин | Скорость резания, м/мин | T <sub>0</sub> | T <sub>б</sub> |                           | T <sub>п.з</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               | 23               | 24                 | ИШНПТ - 54A90014.00.00.04 |  |  |
|          | Б       | 14       | Подрезать торец 10, выдерживая размер 38 <sup>0,4</sup> мм.         |                    |              |   | Резец подрезной 2112-0031 ГОСТ 18871-73, материал - Р18  |               |                                  | 1                   | 130   | 67                             | 0,72                | 0,4    |                    | 188             | 77                      | 0,89           |                |                           |                  |                  |                    |                           |  |  |
|          |         | 15       | Точить поверхность 11 и 12, выдерживая размер 7 <sup>0,4</sup> мм.  |                    |              |   | Резец сборной контурные резцы с креплением клин-прихватом трехгранных пластины 2103-0695 ГОСТ 20872-80 |               |                                  | 1                   | 9,9   | 11,9                           | 7                   | 0,2    |                    | 203             | 83                      | 0,293          |                |                           |                  |                  |                    |                           |  |  |
|          |         | 16       | Точить поверхность 13 и 14, выдерживая размер 12 <sup>0,4</sup> мм. |                    |              | Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L                 | Резец сборной контурные резцы с креплением клин-прихватом трехгранных пластины 2103-0695 ГОСТ 20872-80 |               |                                  | 1                   | 16,97                                       | 18,97                          | 5                   | 0,2    |                    | 210             | 86                      | 0,283          | 0,224          | 10                        | 4,975            | 4,977            |                    |                           |  |  |
|          |         | 17       | Точить поверхность 15 и 16, выдерживая размер 17 <sup>0,4</sup> мм. |                    |              | Патрон трёхшлицевой самоцентрирующий 7100-0011 Гост 2675-80 | Резец сборной контурные резцы с креплением клин-прихватом трехгранных пластины 2103-0695 ГОСТ 20872-80 |               |                                  | 1                   | 24,05                                       | 26,05                          | 5                   | 0,2    |                    | 210             | 86                      | 0,620          |                |                           |                  |                  |                    |                           |  |  |
|          |         | 18       | Точить поверхность 17 и 18, выдерживая размер 21 <sup>0,5</sup> мм. |                    |              | Угломер с нониусом тип 2 ГОСТ 5378-88                       | Резец сборной контурные резцы с креплением клин-прихватом трехгранных пластины 2103-0695 ГОСТ 20872-80 |               |                                  | 1                   | 29,7  | 31,7                           | 4                   | 0,2    |                    | 224             | 88                      | 0,707          |                |                           |                  |                  |                    |                           |  |  |

ИШНПТ - 54A90014.00.00.04  
ИШНПТ - 54A90014.00.00.04

| Номер    |         |          | Наименование и содержание операций и переходов  | Операционный эскиз | Оборудование | Приспособление                              | Инструмент  |  | Наличие оборудования, обрабатываемой детали | Число рабочих ходов | Диаметр или ширина в направлении подачи, мм | Длина в направлении подачи, мм | Глубина резания, мм | Режим обработки |        | Нормы времени, мин |                         |       |       |           | Разряд работы | ИШНПТ - 54А90014.00.00.04 |           |            |  |  |  |
|----------|---------|----------|---|--------------------|--------------|---|---|--|---|---------------------|---|--------------------------------|---------------------|-----------------|--------|--------------------|-------------------------|-------|-------|-----------|---------------|---------------------------|-----------|------------|--|--|--|
| операции | установ | перехода |   |                    |              |   | режущий   | измерительный  |   |                     |   |                                |                     | Подача          |        | Частота, об/мин    | Скорость резания, м/мин | $T_0$ | $T_6$ | $T_{п.з}$ |               |                           | $T_{шт.}$ | $T_{шт.к}$ |  |  |  |
|          |         |          |   |                    |              |   |   |  |   |                     |   |                                |                     | 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            | 23                        | 24        |            |  |  |  |
|          | В       | 19       | Сверлить 4 отверстия, выдерживая размер $\phi 6^{+0,30}$ мм, $\phi 102^{+0,9}$ мм.              |                    |              |   | Сверло спиральное с цилиндрическим хвостиком ГОСТ 10902-77, материал-Р6М5 | Штангенциркуль ШЦ-250-0,05 ГОСТ 166-89; калибр-пробка гладкая ГОСТ 14807-69  |   | 4                   | 25  | 27                             | 3                   | 0,4             |        |                    | 2334                    | 44    | 0,119 |           |               |                           |           |            |  |  |  |
|          |         | 20       | Зенковать 4 отверстия выдерживая размер $1 \times 45^\circ$ .                                   |                    |              | Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L | Патрон трехкулачковый самоцентрирующий 7100-0011 Гост 2675-80             | Зенковка коническая с цилиндрическим хвостиком ГОСТ 14953-80, типа 6,2353-0107, материал-Р6М5                                      | Угломер с нониусом тип 2 ГОСТ 5378-88       |                     | 4   | 1                              | 2                   | 1               | 0,05   |                    | 2308                    | 58    | 0,069 | 0,224     | 10            | 4,975                     | 4,977     |            |  |  |  |
|          |         | 21       | Сверлить 4 отверстия выдерживая размер $12^{+0,4}$ мм, $\phi 3^{+0,3}$ мм, $\phi 66^{+0,7}$ мм. |                    |              |   | Сверло спиральное 2300-5497 ГОСТ 4010-77, материал - Р6М5                 | Калибр-пробка гладкая ГОСТ 14816-69; Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ГОСТ 166-89; Стойка типа С-III-8-50; штатив Ш-III-81 ГОСТ 10197-70 |   | 4                   | 12  | 13                             | 15                  | 0,4             |        |                    | 4244                    | 40    | 0,030 |           |               |                           |           |            |  |  |  |



| Номер    |         |          | Наименование и содержание операций и переходов                           | Операционный эскиз | Оборудование | Приспособление                              | Инструмент   |               | Наличие отдельных операций | Число рабочих ходов | Диаметр или ширина в направлении подачи, мм | Длина в направлении подачи, мм | Глубина резания, мм | Режим обработки |        | Нормы времени, мин |                         |                |                |                  | Разряд работы | ИШНПТ - 54A90014.00.00.04 |                  |                    |  |  |  |
|----------|---------|----------|--|--------------------|--------------|---|--|---------------|----------------------------|---------------------|---|--------------------------------|---------------------|-----------------|--------|--------------------|-------------------------|----------------|----------------|------------------|---------------|---------------------------|------------------|--------------------|--|--|--|
| операции | установ | перехода |  |                    |              |   | режущий  | измерительный |                            |                     |   |                                |                     | Подача          |        | Частота, об/мин    | Скорость резания, м/мин | T <sub>о</sub> | T <sub>б</sub> | T <sub>п.з</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            | 23                        | 24               |                    |  |  |  |
|          |         | 22       | Зенковать 4 отверстия выдерживая размер $0,5 \pm 0,1 \times 45^\circ$ .  |                    |              |   | Зенковка коническая с цилиндрическим хвостиком ГОСТ 14953-80, тила 6.2353-0107, материал-Р6М5<br>Калибр-пробка гладкая ГОСТ 14816-69;<br>Штангенциркуль ШЦ-125-0,05 ГОСТ 166-89;<br>Стойка тила С-ИИ-8-50; штатив Ш-ИИ-8 ГОСТ 10197-70 |               |                            | 4                   | 0,5   | 15                             | 0,5                 | 0,05            |        |                    | 3899                    | 49             | 0,030          |                  |               |                           |                  |                    |  |  |  |
|          |         | 23       | Нарезать резьбу в 4 отверстиях, выдерживая размер М8-6Н.                 |                    |              | Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L | Метчик CoroTap 400 - Sandvik d = 8 мм E094M8   |               |                            | 4                   | 25  | 27                             | 0,17                | 125             |        |                    | 80                      | 23             | 1,12           | 0,224            | 10            | 4,975                     | 4,977            |                    |  |  |  |
|          |         | 24       | Нарезать резьбу в 4 отверстиях, выдерживая размер $10^{+0,4}$ мм, М4-6Н. |                    |              | Токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L | Метчик CoroTap 400 - Sandvik d = 4 мм E094M4   |               |                            | 4                   | 10  | 11                             | 0,18                | 0,7             |        |                    | 100                     | 1,32           | 0,628          |                  |               |                           |                  |                    |  |  |  |