

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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроения  
 ООП/ОПОП: Оборудование и высокоэффективные технологии в автоматизированном машиностроительном производстве  
 Отделение школы (НОЦ): Отделение машиностроения

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Технологическая подготовка производства детали «Проставка» на станках с ЧПУ

УДК 621.81-2:621.9.06-529

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A01	Ван Шэнчэнь		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМШ ИШНПТ	Козлов В.Н.	к.т.н., доцент		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель Бизнес-школы	Громова Т. В.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

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

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 «Машиностроение» доцент ОМШ ИШНПТ	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

Томск – 2024 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП

### Оборудование и высокоэффективные технологии в автоматизированном машиностроительном производстве

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 конструкторские документы в соответствии со стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-16	Способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
ПК(У)-17	Умеет обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов

Школа: Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки (ООП/ОПОП): 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ): Отделение машиностроения

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП 15.03.01  
Е.А. Ефременков  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

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

В форме

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

Обучающийся:

Группа	ФИО
154A01	Ван Шэнчэнь

Темаработы:

Технологическая подготовка производства детали «Проставка» на станках с ЧПУ	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ №134-51/с от «13» 05.2024 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2024
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Чертёж детали «Проставка», годовая программа выпуска 2000 шт.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Анализ чертежа и технологичности детали, определение типа производства и выбор заготовки, разработка маршрута обработки, составление операционных эскизов и содержание всех технологических переходов, размерный анализ технологического процесса, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания для каждого перехода и штучно-калькуляционного времени на каждую операцию, конструирование специального механизированного приспособления для одной операции. Разработка вопросов финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения, социальной ответственности.

<b>Перечень графического материала</b>	Чертёж детали формата А2, карты технологического процесса изготовления детали формата А1, плакат размерного анализа формата А1, чертёж приспособления формата А1
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Технологический и конструкторский	Козлов Виктор Николаевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Громова Татьяна Викторовна
Социальная ответственность	Сечин Александр Иванович
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Реферат	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	01.12.2023г.
---	--------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОмШ ИШНПТ	Козлов В.Н.	к.т.н., доцент		30.11.2023г.

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А01	Ван Шэнчэнь		30.11.2023г.

## Реферат

Выпускная квалификационная работа студента гр. 154А01 ТПУ Ван Шэнчэнь на тему «Технологическая подготовка производства детали «Проставка» на станках с ЧПУ» выполнена на 86 с., имеет 16 рис., 39 табл., 12 источников, 6 прил.

**Ключевые слова:** проставка, технологический процесс обработки втулок, станок с ЧПУ, режущий инструмент, приспособление, цанговый патрон с пневмопроводом.

**Объектом исследования** является производственный процесс изготовления детали «Проставка» на станках с числовым программным управлением (ЧПУ).

**Цель работы** – разработка и внедрение технологического процесса, направленного на повышение эффективности и качества производства детали «Проставка» с использованием станков с ЧПУ.

В процессе выполнения ВКР проводился анализ существующих методов производства подобных деталей и втулок, выполнен анализ чертежа детали и её технологичности, был выбран способ получения исходной заготовки, разработан технологический процесс изготовления проставки, рассчитаны припуски на обработку и технологические размеры, сделан размерный анализ, выбраны режущие и измерительные инструменты, оборудование и приспособления, рассчитаны режимы резания и время выполнения каждой операции. В конструкторской части спроектировано и рассчитан цанговый патрон с пневмопроводом. В работе также разработаны вопросы финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения, а также социальной ответственности.

**Область применения:** машиностроение, автомобилестроение, производство высокоточных компонентов.

**Экономическая значимость работы:** сокращение затрат на производство, увеличение производительности труда и снижение брака.

В будущем планируется расширение области применения разработанной технологии при проектировании гибких производственных систем.

## THE ABSTRACT

Final qualifying work of a student class 154A01 TPU Wang Shengchen on the topic “Technological preparation for the production of the part “Spacer” on CNC machines” is made on 86 pages, has 14 figures, 39 tables, 12 sources, 6 appendices.

**Key words:** spacer, technological process of processing bushings, CNC machine, cutting tool, fixture, collet chuck with pneumatic line.

**The object of the study** is the production process of manufacturing the “Space” part on computer numerical control (CNC) machines.

**The goal of the work** is the development and implementation of a technological process aimed at increasing the efficiency and quality of production of the “Space” part using CNC machines.

In the process of performing the workpiece, an analysis was carried out of existing methods for the production of such parts and bushings, an analysis of the drawing of the part and its manufacturability was carried out, a method for obtaining the initial workpiece was selected, a technological process for manufacturing the spacer was developed, allowances for processing and technological dimensions were calculated, a dimensional analysis was made, cutting and cutting tools were selected measuring instruments, equipment and devices, cutting modes and time for each operation are calculated. In the design part, a collet chuck with a pneumatic line was designed and calculated. The work also develops issues of financial management, resource efficiency and resource conservation, as well as social responsibility.

Scope of application: mechanical engineering, automotive industry, production of high-precision components.

Economic significance of the work: reducing production costs, increasing labor productivity and reducing defects.

In the future, it is planned to expand the scope of application of the developed technology in the design of flexible production systems.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	1
1 Технологическая часть .....	2
1.1. Анализ технологичности конструкции детали. ....	3
1.2. Обеспечение эксплуатационных свойств детали. ....	10
1.3. Способ получения заготовки. ....	11
1.4 Проектирование технологического маршрута.....	12
1.5 Расчет припусков на обработку.....	14
1.6. Проектирование технологических операций. ....	15
1.6.1. Уточнение технологических баз и схемы закрепления заготовки. ....	16
1.6.2. Уточнение содержания переходов .....	17
1.6.3. Выбор средств технологического оснащения .....	21
1.6.4. Выбор и расчет режимов резания .....	24
1.6.5. Нормирование технологических переходов .....	26
1.7. Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ. ....	29
1.8. Размерный анализ технологического процесса. ....	30
1.9. Техничко-экономические показатели технологического процесса.....	34
2 Проектирование автоматизированного приспособления.....	46
2.1 Устройство и принцип работы проектируемого приспособления .....	46
2.2 Расчёт моментов сил резания и трения .....	50
2.3 Расчет основных параметров зажимного механизма.....	54
3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	55
Введение .....	57
3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	57
3.1.1. Анализ конкурентных технических решений .....	57
3.1.2. SWOT-анализ.....	59
3.2. Планирование научно-исследовательских работ .....	62
3.2.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	62
3.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения .....	63



3.3. Бюджет научно-технического исследования .....	66
3.4. Расчет материальных затрат научно-технического исследования .....	66
3.5. Расчет амортизации специального оборудования .....	66
3.6. Основная заработная плата исполнителей темы .....	67
3.7. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....	69
3.8. Накладные расходы .....	69
3.9. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	70
3.10. Выводы по разделу .....	73
<b>4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....</b>	<b>74</b>
Введение .....	76
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	77
4.2 Производственная безопасность .....	77
4.3 Экологическая безопасность .....	83
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	84
4.5 Выводы по разделу .....	85
Заключение .....	86
Список литературы .....	87
<b>Приложение А(Формат А2) Чертёж детали«Проставка» .....</b>	<b>88</b>
<b>Приложение Б Комплект технологической документации .....</b>	<b>89</b>
<b>Приложение В Карта наладки графическая часть .....</b>	<b>109</b>
<b>Приложение Г(Формат А1) Размерный анализ .....</b>	<b>112</b>
<b>Приложение Д(Формат А1) Сборный чертеж приспособления .....</b>	<b>114</b>
<b>Приложение Ж Спецификация .....</b>	<b>116</b>

## Введение

Машиностроение занимает центральное место в структуре мировой экономики, при этом текущие тенденции в данной отрасли направлены на повышение точности производства комплектующих, усложнение кинематических схем технологического оборудования, увеличение скоростей работы исполнительных механизмов, а также на широкое внедрение автоматизации не только основных, но и вспомогательных производственных процессов с активным использованием компьютерных технологий для контроля и управления всем производственным циклом. Развитие автоматизации в машиностроении позволяет существенно снизить себестоимость продукции, повышая при этом её конкурентоспособность и эффективность, что достигается без значительных капитальных вложений. Аналитические обзоры указывают на то, что ведущим направлением в автоматизации производства является использование станков с числовым программным управлением (ЧПУ) и обрабатывающих центров, а также разработка и внедрение гибких производственных систем.

Задачи, поставленные в рамках ВКР, включают:

Разработку технологического процесса для изготовления детали «Проставка» с использованием современных станков с числовым программным управлением.

Подготовку полного комплекта технологической документации и программного обеспечения для управления этим процессом, что позволит автоматизировать производство и обеспечить высокое качество конечного продукта.

# 1 Технологическая часть

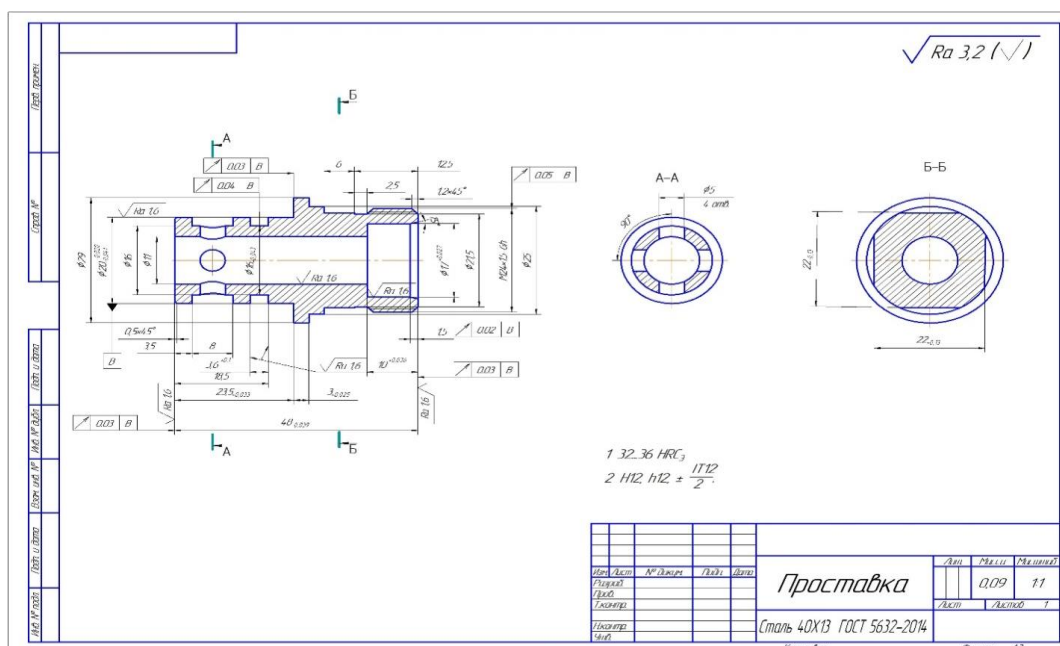


Рисунок 1.1 – Исходный эскиз детали «Проставка»

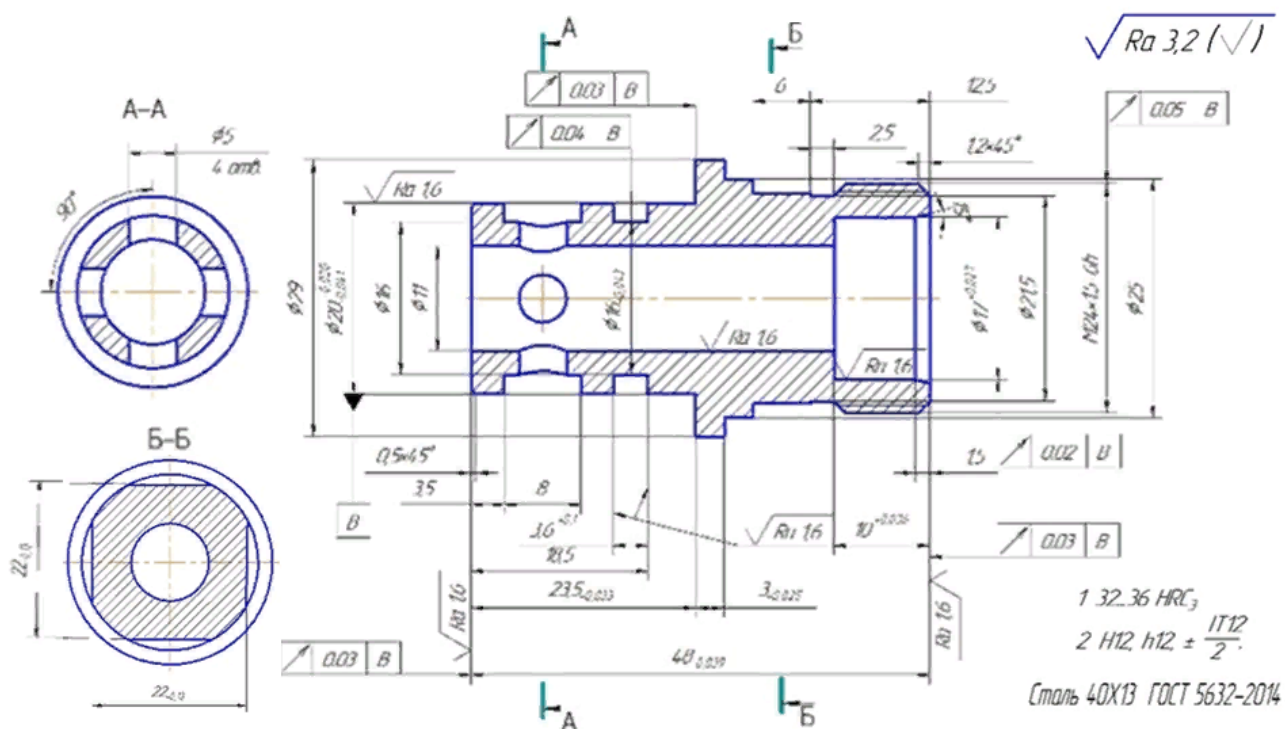


Рисунок 1.2 – Эскиз детали «Проставка»



Рисунок 1.3 – 3D модель детали «Проставка»

### **1.1. Анализ технологичности конструкции детали.**

Проставка имеет широкое применение в редукторах, электромоторах, трансмиссиях и других различных механизмах, которые передают различного рода энергию.

Масса детали – 0,09 кг.

Анализ требований к размерам детали «Проставка».

- 1) Длина детали 48h12 мм, наибольший диаметр 29h12 мм.
- 2) Размер  $\varnothing 20$  мм с полем допуска f7 и шероховатость Ra 1,6 мкм на длину 18.5 мм с фаской  $0,5 \times 45^\circ$  на левом торце.
- 3) Канавка  $\varnothing 16$  мм на длину 8 мм. Также в канавке есть четыре радиальных отверстия  $\varnothing 5$  мм расположенных под углом  $90^\circ$ .
- 4) Канавка  $\varnothing 16$  мм с полем допуска h9 (на наш взгляд точность по диаметру чрезмерно завышена, достаточно h12 или даже h14, т.к. нет высоких требований к сопрягаемой детали, т.е. нет посадки), ширина  $3,6^{+0,1}$  мм. Торцы канавки с шероховатость Ra 1,6 мкм (на наш взгляд требования по

шероховатости завышены, достаточно Ra 6,3 мкм, т.к. в канавке по всей видимости будет установлена разрезная стопорная шайба).

5) Размер  $\varnothing 29$  мм на длину 3 мм с полем допуска h12 (т.к. нет контакта с сопрягаемой деталью).

6) Размер  $\varnothing 25$  мм на длину 11,5 мм. На данной поверхности выполнено 4 лыски в размеры 22 с полем допуска h11 длиной 6 мм.

7) Канавка  $\varnothing 21,5$  мм с полем допуска h12 на длину 2,5 мм.

8) Наружная резьба M24×1,5 мм на длину предположительно 10 мм с полем допуска 6h, т.е. с повышенной 6 степенью точности по среднему и наружному диаметрам. Точность на длину резьбы (с отклонением +0,036 мм) очень завышена, достаточно выполнять по h14). Имеется фаска 1,2×45° на входе и сходе резьбы.

9) Отверстие сквозное осевое  $\varnothing 11$  по H12. Точность по диаметру невысокая, но требования к шероховатости поверхности неоправданно завышены (Ra 1,6 мкм). Требуется уточнение у конструктора и анализ сборочного чертежа (будут ли там перемещения какой-нибудь сопрягаемой детали). Если нет, то достаточно шероховатость Ra 3,2 мкм, получаемая сверлением без дополнительной обработки поверхности отверстия.

10) Относительно базовой поверхности  $\varnothing 20$  мм с полем допуска f7 и шероховатостью Ra 1,6 мкм заданы допуски торцевого биения левого и правого торце детали в пределах 0,03 мм, левого торца поверхности  $\varnothing 29$  – в пределах 0,03 мм.

11) Относительно базовой поверхности  $\varnothing 20$  мм с полем допуска f7 и шероховатостью Ra 1,6 мкм заданы допуски радиального биения поверхности канавки  $\varnothing 16$  мм с полем допуска h9 в пределах 0,04 мм, отверстия  $\varnothing 17$  с допуском H8 – в пределах 0,02 мм, наружной резьбы M24×1,5-6h - в пределах 0,05 мм.

Данная деталь изготавливается из нержавеющей стали 40X13, твердость поверхностей детали 32...35 HRC. Для данного материала не требуется особых

марок инструментальных материалов или инструментов для обработки, что является технологично.

Таким образом, можно сделать вывод, что деталь технологична, так как имеет хорошие базовые поверхности, применяется стандартный режущий инструмент, материал детали не требует дополнительных инструментов для обработки. К не технологичности можно отнести соотношение длины детали к диаметру, оно превышает 15, но это можно избежать за счет установки детали в цанговом патроне.

Данная деталь изготавливается из нержавеющей стали 40X13 ГОСТ 18907-73.

Коррозионно-стойкая жаропрочная сталь марки 40X13 мартенситного класса применяется для производства высокопрочных и износостойких компонентов, функционирующих в агрессивных средах или при температурах до 4500°C. Она используется для изготовления таких деталей, как оси, втулки, пружины, корпуса, лопасти, цапфы, бандажы, турбины, рессоры, диски, иглы карбюраторов, крепеж и другие изделия. Эта сталь также отличается устойчивостью к образованию окалины при длительной эксплуатации при температурах до 6000°C.

Таблица 1.1 - Характеристики материала [1].

Марка	Классификация	Вид поставки	ГОСТ	Зарубежные аналоги
40X13	Сталь коррозионно-стойкая жаропрочная	Сортовой прокат	5949–75	есть
		Прутки	18907–73	
		Лист тонкий	5582–75	
		Проволока	18143–72	

Таблица 1.2 -Технологические особенности термообработки стали 40X13 [1].

Режим	Охлаждающая среда	t, °C	Выдержка, ч
Закалка	воздух	1030–1050	
Нагрев		530	2

Таблица 1.3-Коррозионная стойкость стали 40X13 [1].

Вид коррозии	t	Длительность испытания	Среда	Балл или группа стойкости
	°C			
Общая	20	720	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (концентрированная)	1
	40	24	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (p-p 63,4%)	4
	20	720	Аммиак (24%)	1

Для увеличения стойкости к коррозии рекомендуется закалку и отпуск проводить при t=250–300°С.

Таблица 1.4– Химический состав. Массовая доля элементов не более, % [1].

Кремний	Сера	Фосфор	Хром	Никель	Углерод	Марганец
0,6	0,025	0,035	12–14	0,6	0,35–0,44	0,6

Таблица 1.5–Механические свойства стали 40X13 [1].

Сортамент	ГОСТ	Размеры	Режим термообработки	t	КСУ	y	d <sub>5</sub>	σ <sub>T</sub>	σ <sub>B</sub>
		толщина, диаметр		°C	кДж/м <sup>2</sup>	%	%	МПа	МПа
Лист	5582–75	мм	Отжиг	740–800			15		550
Прутки заданной прочности	18907–73						10		590–810
Проволока	18143–72						10–14		640–880

Таблица 1.6– Твердость стали 40X13 [1].

Сортамент	ГОСТ	Термообработка	НВ 10 <sup>-1</sup>
Прокат		Закалка	460–550
		Отпуск	
Прутки	5949–75		143–229

Таблица 1.7– Температура критических точек стали 40X13, °С[1].

Критические точки	Ac1	Ar1
Температура	800	780

Таблица 1.8– Физические свойства стали 40X13 [1].

t	$\rho$	R 10 <sup>9</sup>	E 10 <sup>-5</sup>	$\alpha$	$\lambda$ 10 <sup>6</sup>	C
°С	кг/м <sup>3</sup>	Ом·м	МПа	Вт/(м·град)	1/Град	Дж/ (кг·град)
20	7650	590	2.18	25		461
100	7630	650	2.14	26	10.8	482
300	7570	790	1.98	28.3	12.3	565
500	7510	940	1.76	29.1	13.6	674
700	7450	1120	1.48	28.3	13.8	988
900		1160		28.5		691

Оценка конструкции изделия на технологичность бывает качественная и количественная.

Технологичность конструкции детали обуславливается:

- а) Рациональным выбором сходной заготовки и материалом;
- б) Технологичностью формы детали;
- в) Рациональной простановкой размеров;
- г) Назначением оптимальной точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований.

Технологичность детали тесно связана с типом производства, что определяет возможности и ограничения в процессе её изготовления. Тип производства может быть серийным, массовым или единичным, и каждый из этих типов предъявляет различные требования к проектированию и технологической подготовке производства.

В массовом производстве, где требуется изготовление большого количества однотипных деталей, технологичность детали обеспечивается за счет



стандартизации и унификации процессов и компонентов. Это позволяет упростить и ускорить процессы наладки и сборки, а также снизить стоимость производства.

В серийном производстве, когда изготавливается ограниченное количество продукции, технологичность детали достигается за счет баланса между адаптивностью и эффективностью использования оборудования. Здесь возможна некоторая гибкость в изменении конструкции детали для упрощения производства без значительного ув

В единичном производстве, где каждый продукт или деталь уникальны, технологичность зачастую зависит от индивидуальных решений инженеров и возможности применения специализированных технологий. Здесь особенно важно правильное проектирование с учетом доступного оборудования и технологических возможностей.

Таким образом, технологичность детали напрямую зависит от типа производства, который влияет на выбор материалов, методов обработки и даже на конструкцию продукта, чтобы оптимизировать производственный процесс, снизить затраты и повысить качество готовой продукции. Произведем качественный анализ технологичности конструкции детали:



Рисунок 1.4 – Трехмерная модель детали «Проставка»

Технологичность конструкции изделия оценивают совокупностью свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению

оптимальных затрат ресурсов при производстве, эксплуатации и ремонте при заданных показателях качества, объема выпуска и условий выполнения работ. Оценка конструкции на технологичность — это процесс анализа возможности и удобства изготовления продукта, а также его последующей эксплуатации и обслуживания. Разные виды оценки помогают инженерам и дизайнерам улучшить конструкцию с точки зрения производства и использования. Вот основные виды такой оценки:

Виды оценки конструкции на технологичность:

Этот вид оценки включает в себя анализ доступного оборудования, технологий и материалов для производства конструкции. Он помогает убедиться, что деталь или изделие можно изготовить с существующими производственными средствами без дополнительных значительных вложений.

Оценка конструктивной адаптивности: Заключается в анализе легкости внесения изменений в конструкцию без потери функциональности и с минимальными затратами, что особенно важно при серийном и массовом производстве.

Экономический анализ: Оценивает стоимость производства конструкции, включая затраты на материалы, обработку, сборку и контроль качества. Этот вид оценки помогает определить, какие аспекты конструкции наиболее значительно влияют на общую стоимость производства.

Оценка на удобство обслуживания и эксплуатации: Проверяет, насколько легко будет обслуживать и ремонтировать изделие в процессе его эксплуатации. Включает анализ доступа к основным узлам и агрегатам, возможности их замены или ремонта.

Оценка модульности и стандартизации: Анализирует, насколько конструкция соответствует принципам модульности и стандартизации, что упрощает производство, с

Оценка устойчивости и экологичности: Рассмат

Заготовка имеет надежные технологические базы, обеспечивающие правильную ориентацию и требуемую жесткость при ее дальнейшей обработке;

В конструкции детали предусмотрены базовые поверхности, обеспечивающие надежное крепление заготовки при обработке;

Конструкция детали допускает обработку всех внутренних поверхностей с одной стороны при одной установке;

В конструкции используются унифицированные конструктивные элементы формы детали;

Назначенная шероховатость соответствует качеству точности поверхностей детали.

Конструкция детали отвечает требованиям обработки на станках с ЧПУ и с применением роботов;

Простановка размеров на чертеже детали удовлетворяет требования программирования и исключает их пересчета при подготовке программы;

С точки зрения требований предъявленных к точности и шероховатости поверхностей при обработке не представляет значительных трудностей.

На чертеже приведены требования к термической обработке. Деталь должна иметь твердость от 32 до 36 единиц HRC (твердость по Роквеллу).

Неуказанные предельные отклонения размеров должны быть с полями допуска H12, h12,  $\pm IT12/2$  по ГОСТ 30893.1.

Таким образом, исходя из проведенного анализа технологичности конструкции детали, можно сделать вывод о том что, представленная деталь «Прставка» является технологичной с точки зрения рационализации конструкции, стандартизации, унификации, типизации, симплификации, оптимизации применяемых материалов, агрегатирования и автоматизации является технологичной.

## **1.2. Обеспечение эксплуатационных свойств детали.**

К большинству изделий предъявляются следующие требования: надежность, работоспособность, технологичность, экономичность, жесткость, прочность и устойчивость.

Так как на этапе разработки курсового проекта условия эксплуатации данной детали не известны, выполнен визуальный конструкторский анализ свойств детали. Данная деталь достаточно жесткая, имеет достаточно большой коэффициент запаса прочности, а деформации в ходе эксплуатации незначительны.

### **1.3. Способ получения заготовки.**

Заготовка представляет собой объект производственного процесса, который подвергается изменению формы, размеров, шероховатости поверхности и свойств материала для создания готовой детали. Заготовка, находящаяся в состоянии до первой технологической обработки, именуется исходной.

При выборе способа изготовления заготовки ключевым аспектом является не только соблюдение заданных эксплуатационных характеристик готовой детали, но и экономическая целесообразность производства заготовки в данных условиях.

Поскольку данная деталь производится из стали 40Х13 и имеет малые габаритные размеры, то методом изготовления заготовки для детали выбираю сортовой прокат калиброванный, в прутках.

Для проката назначим по 3 мм припуска с каждой стороны на самый большой диаметр оси. В соответствии с ГОСТ 2590-2006 выбираем прокат диаметром 35 мм обычного класса точности В1. Для каждого торца предварительно назначим по 2 мм припуска, но окончательный размер будет рассчитан после проведения размерного анализа технологического процесса. Допуск на диаметр заготовки назначен в соответствии с требованиями стандарта на прокат, а допуск на длину будет определяться методом отрезки. В нашем случае прокат будет нарезать на пресс-ножницах с прямым ножом,

обеспечивая точность резки в пределах от  $\pm 1$  до  $\pm 6$  мм. Мы примем допуск на резку  $\pm 2$  мм. Если назначим отрезку ленточной пилой, то точность расположения торцов будет выше.

Коэффициент использования материала

$$K_{и.м.} = \frac{M_{\partial}}{M_{заг}},$$

где  $M_{\partial}$  – масса детали, кг,

$M_{заг}$  – масса заготовки, кг.

Согласно ГОСТ 2590-2006 теоретическая масса 1 м прутка  $\varnothing 35$  – 7,553 кг.

$$M_{заг} = 7,553 * 0,052 = 0,393 \text{ кг}$$

$$K_{им} = \frac{M_{д}}{M_{заг}} = \frac{0,09}{0,393} = 0,23 \text{ - деталь технологична.}$$

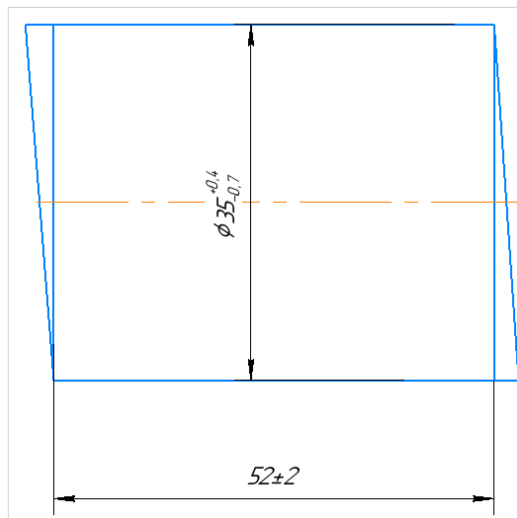


Рисунок 1.5 – Эскиз заготовки

#### 1.4 Проектирование технологического маршрута

Проектировать технологический маршрут необходимо с целью определения последовательности технологических операций, технологического оснащения и оборудования для их выполнения.

В серийном производстве применяется токарно-фрезерное оборудование с ЧПУ и универсальное оборудование. Для данного технологического процесса целесообразно применить следующее:

- черновые и чистовые токарные операции производить на станках с ЧПУ;
- сконцентрировать в одной операции токарную, фрезерную, сверлильную;
- применить на операциях токарных и токарно-фрезерной прогрессивный инструмент для качественной и высокоскоростной обработки детали;

- на всех операциях применить принцип совмещения измерительных и установочных баз;

- для проведения отделочных операций после термической обработки целесообразно заменить операции шлифовки на точение с использованием оборудования с ЧПУ, и применив специальный токарный инструмент.

Технологический маршрут изготовления детали «Проставка» составим на основании типового технологического процесса изготовления стакана включает следующие операции:

005 Заготовительная

010 Токарная

015 Термическая

020 Токарная с ЧПУ

025 Токарно-фрезерная с ЧПУ

030 Слесарная

035 Промывочная

040 Контрольная

## 1.5 Расчет припусков на обработку

Расчет припусков на обработку включает определение величины слоя материала, который необходимо снять с заготовки на каждом этапе механической обработки для достижения требуемых размеров и качества поверхности. Припуски зависят от типа материала заготовки, метода обработки (точение, фрезерование, сверление и т.д.), допусков на окончательные размеры детали, точности используемого оборудования и износа инструмента. Правильный расчет припусков позволяет минимизировать отходы материала, сократить время обработки и обеспечить высокое качество готового изделия.

Расчет минимальных припусков начнем с правого торца.

Минимальный припуск на обработку поверхностей вращения определяется по формуле:

$$2Z_{i\min} = (Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1}$$

где  $Rz_{i-1}$  – высота неровностей профиля по десяти точкам на предшествующем переходе;

$h_{i-1}$  – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

$\Delta_{\Sigma i-1}$  – суммарное отклонение расположения поверхности на предшествующем переходе;

Таблица 1.9 – Расчет припусков на обработку торцев

Переходы обработки торца	Элементы расчёта минимального припуска, мкм			Минимальный припуск $Z_{\min}$ , мкм
	$Rz_{i-1}$	$h_{i-1}$	$\Delta_{\Sigma i-1}$	
Заготовка	300	400	99	
Подрезка правого торца начисто	30	30	4	799
Подрезка левого торца начисто	30	30	4	799
Подрезка промежуточного торца	30	30	4	64

Толщина дефектного поверхностного слоя и шероховатости поверхностей заготовки определяется по таблице 4.3 [1, стр.64]:

$$Rz = 300 \text{ мкм}, h = 400.$$

Толщина дефектного поверхностного слоя, а так же шероховатости поверхностей детали после механической обработки:

$$\text{чистовое подрезание: } Rz = 30 \text{ мкм}, h = 30 \text{ мкм};$$

Суммарное пространственное отклонение торца заготовки возникает только из-за коробления, которое определяют как произведение удельной кривизны заготовки на наружный диаметр:

$$\rho = 0,3 * 330 = 99 \text{ мкм}$$

Остаточное суммарное пространственное отклонение после механической обработки определяют по эмпирической зависимости:

$$\rho = K_y * \rho_{\text{заг}}$$

$$\text{Чистовое подрезание торца: } \rho = 0,04 * 99 = 4 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки заготовки не учитываем, так как эта погрешность войдет в допуск на соответствующий размер.

Минимальный припуск под подрезание:

Левого торца

$$z_{1,2min} = Rz_0 + h_0 + \rho_0 = 300 + 400 + 99 = 799 \text{ мкм}$$

Промежуточного торца

$$z_{7,8min} = Rz_0 + h_0 + \rho_0 = 30 + 30 + 4 = 64 \text{ мкм.}$$

Припуски на остальные размеры и получаемые поверхности назначаются статистическим методом (по таблицам).

## **1.6. Проектирование технологических операций.**

Проектирование технологических операций — это сложный и многоступенчатый процесс, который заключается в разработке наиболее



оптимального порядка и способов выполнения производственных процессов для изготовления деталей или сборки изделий. Основная цель этого процесса — обеспечение высокого качества продукции при минимальных затратах ресурсов и времени. Проектирование начинается с тщательного анализа требований к изделиям, включая их функциональные характеристики и условия эксплуатации. Основываясь на этих данных, выбираются методы обработки, инструменты и оборудование, определяются режимы резания, устанавливаются контрольные параметры, а также назначаются необходимые припуски и допуски для обработки.

Контроль качества играет ключевую роль в проектировании технологических операций, так как он позволяет на ранних этапах выявлять и устранять возможные дефекты. Документирование всех этапов процесса обеспечивает возможность анализа и оптимизации производственных операций. Также важно обеспечить соответствие всем требованиям безопасности на рабочем месте и принять меры для минимизации воздействия производства на окружающую среду. Систематическое улучшение процессов позволяет повышать эффективность производства, сокращать затраты и улучшать качество изделий, что в конечном итоге способствует повышению конкурентоспособности предприятия на рынке. В итоге, проектирование технологических операций создает подробную и эффективную схему производства, которая гарантирует точность, экономичность ресурсов и высочайшее качество конечной продукции.

#### **1.6.1. Уточнение технологических баз и схемы закрепления заготовки.**

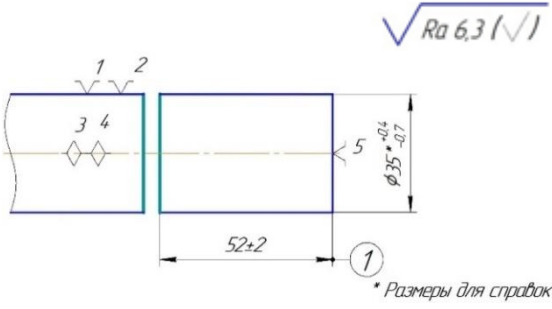
Уточнение технологических баз и схемы закрепления заготовки является важным этапом проектирования технологических операций. Процесс включает выбор и оптимизацию баз для каждой операции, а также разработку схемы надежного и точного закрепления заготовки на оборудовании. Определяются

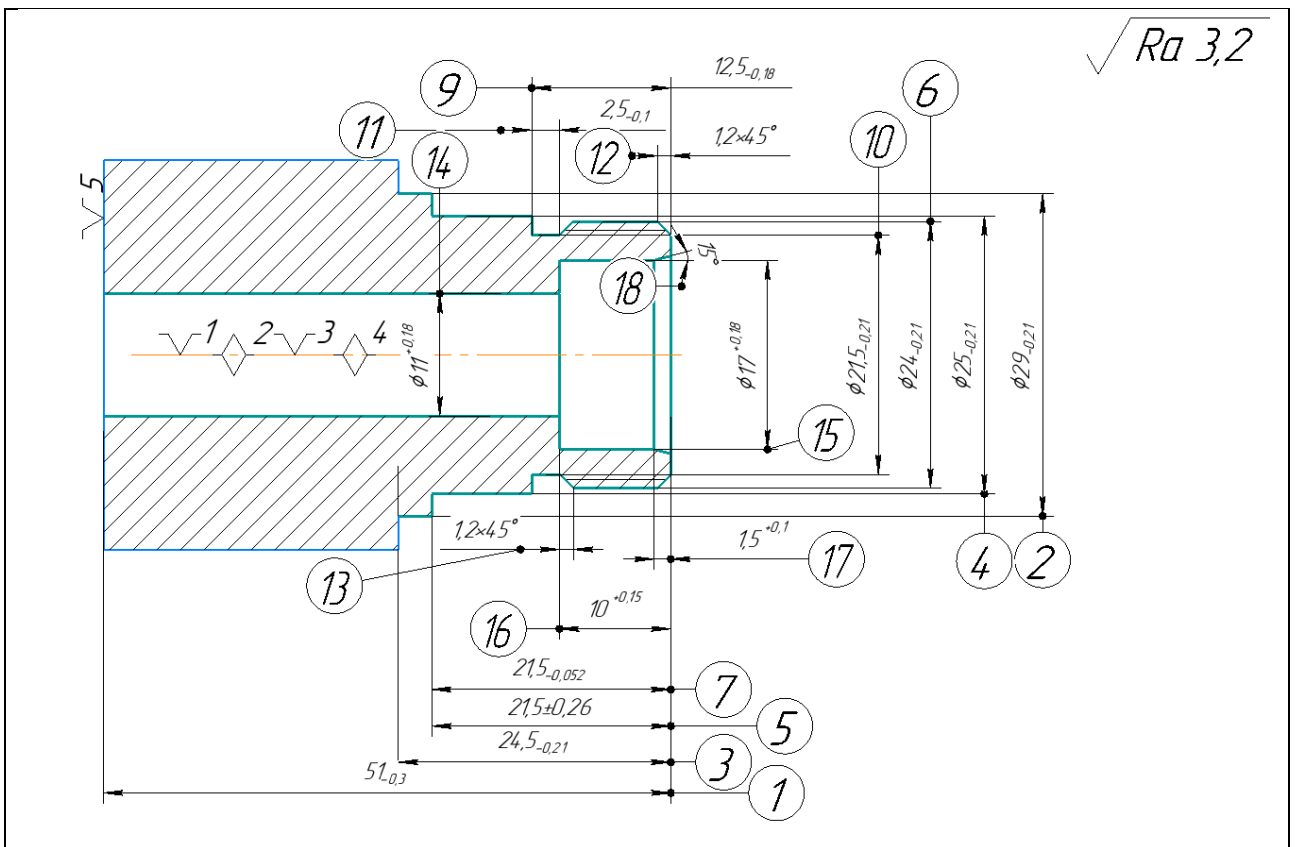
базы установки, измерения и обработки, которые обеспечат наилучшую стабильность и точность.

На первом этапе создаются технологические базы для получения более точных поверхностей на последующих операциях. Разрабатываются схемы закрепления с учетом типа крепежа, жесткости, устойчивости и действующих сил, чтобы заготовка была надежно закреплена и избегала смещения или вибрации. Оптимизация схемы закрепления направлена на минимизацию времени установки и снятия заготовки, обеспечение удобства доступа для инструмента и возможности контроля размеров. Все это документируется в чертежах и инструкциях, создавая основу для надежного и точного выполнения операций, что способствует достижению высокого качества конечного изделия и эффективности производственного процесса.

### 1.6.2. Уточнение содержания переходов

Таблица 1.10 – Последовательность обработки детали

Операционный эскиз	Наименование и содержание операции
	<p><b>005 Заготовительная</b></p> <p>А. Установить заготовку в призмы.</p> <p>База: наружный диаметр и торец.</p> <p>1. Отрезать заготовку, выдерживая размер (1) <math>52 \pm 2</math> мм.</p>



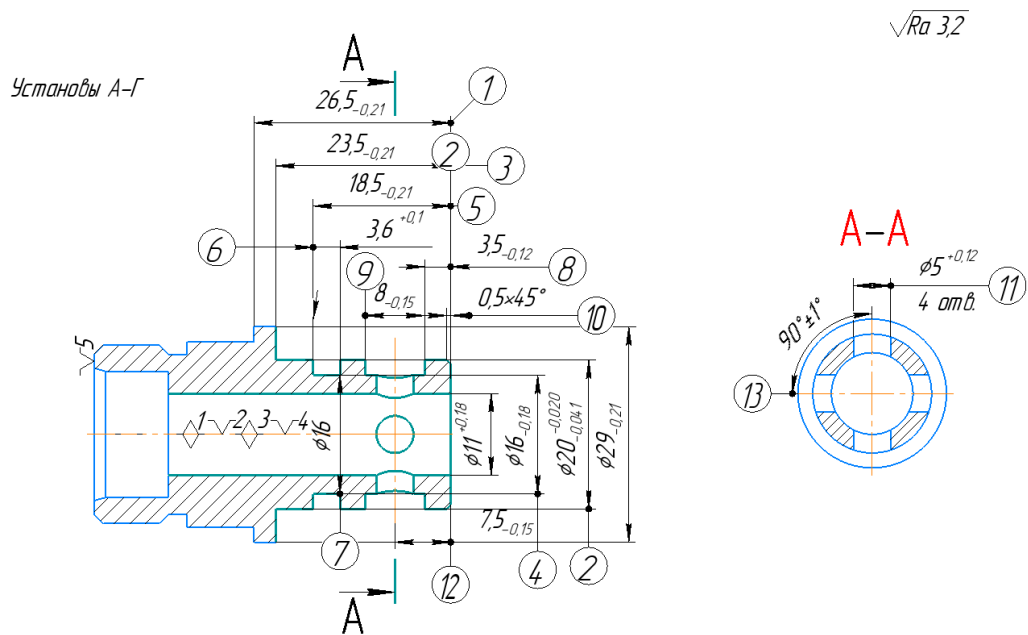
### 010 Токарная

А. Установить деталь в трехкулачковом патроне. База: наружный диаметр мерного прутка (исходной заготовки)  $\varnothing 35$  и левый торец прутка.

1. Подрезать торец (1), выдерживая размер  $A_{10.1}h_{12}$  ( $\approx 51_{-0.3}$ ).
2. Точить наружную поверхность (2)  $\varnothing d_{10.2}h_{12}$  на длину (3)  $A_{10.2}js_{14}$ .
3. Точить наружную поверхность (4)  $\varnothing d_{10.3}h_{14}$ , выдерживая размер (5)  $A_{10.3}(js_{14})$ .
4. Обточить наружную поверхность (6)  $\varnothing d_{10.4}h_{12}$  (под цангу), выдерживая размер (7)  $A_{10.4}h_9$ .
5. Точить наружную поверхность (8)  $\varnothing d_{10.5}h_{12}$  под резьбу, выдерживая размер (9)  $A_{10.5}js_{14}$ .
6. Точить наружную канавку (10)  $\varnothing d_{10.6}h_{12}$ , выдерживая размеры (9)  $A_{10.5}js_{14}$  и (11)  $A_{10.6}H_{12}$ .
7. Снять правую фаску (12)  $A_{10.7}js_{14}$ .
8. Снять левую фаску (13)  $A_{10.8}h_{12}$ .
9. Сверлить сквозное отверстие (14)  $\varnothing D_{10.9}H_{12}$ .
10. Расточить отверстие (15)  $\varnothing D_{10.10}H_{12}$ , выдерживая размер (16)  $A_{10.10}H_{12}$ .
11. Расточить фаску (19)  $A_{10.11.1}h_{12}$ , выдерживая размер (20)  $A_{10.11.2}(15 \pm 0,1^\circ)$ .

### 015 Термическая

1. Поместить деталь в печь.
2. Нагреть деталь до температуры 850°C.
3. Калить деталь при заданной температуре в течение 48 мин.
4. Охладить деталь в воде со скоростью выше критической.
5. Поместить деталь в печь.
6. Нагреть деталь до температуры 600°C.
7. Отпустить деталь при заданной температуре в течение 1 ч 36 мин до 32...36 HRC.
8. Охладить деталь на воздухе.



### 020 Токарная с ЧПУ

**А.** Установить деталь в цанговом патроне с пневмозажимом. База: наружный диаметр Ø25h9 и торец уступа по середине заготовки

1. Подрезать торец (1), выдерживая размер A<sub>20.1h12</sub>.
2. Точить наружную поверхность, выдерживая размер (2) на длину (3) A<sub>20.2js12</sub> с подрезкой торца.
3. Точить наружную канавку, выдерживая размер (4) Ød<sub>20.3h12</sub> и размеры (5) A<sub>20.3.1H12</sub> на длину (6) A<sub>20.3.2js12</sub>.
4. Точить наружную канавку, выдерживая размер (7) Ød<sub>20.4h12</sub> и размер (8) A<sub>20.4.1H12</sub> на длину (9) A<sub>20.4.2js12</sub>.
5. Снять фаску, выдерживая размер (10) A<sub>20.5h12</sub>.
6. Сверлить радиальное отверстие выдерживая размеры (11) ØD<sub>20.6H12</sub>., (12) A<sub>20.6.1h12</sub>, (13) A<sub>20.6.2h12</sub>.

**Б.** Повернуть деталь на 90°

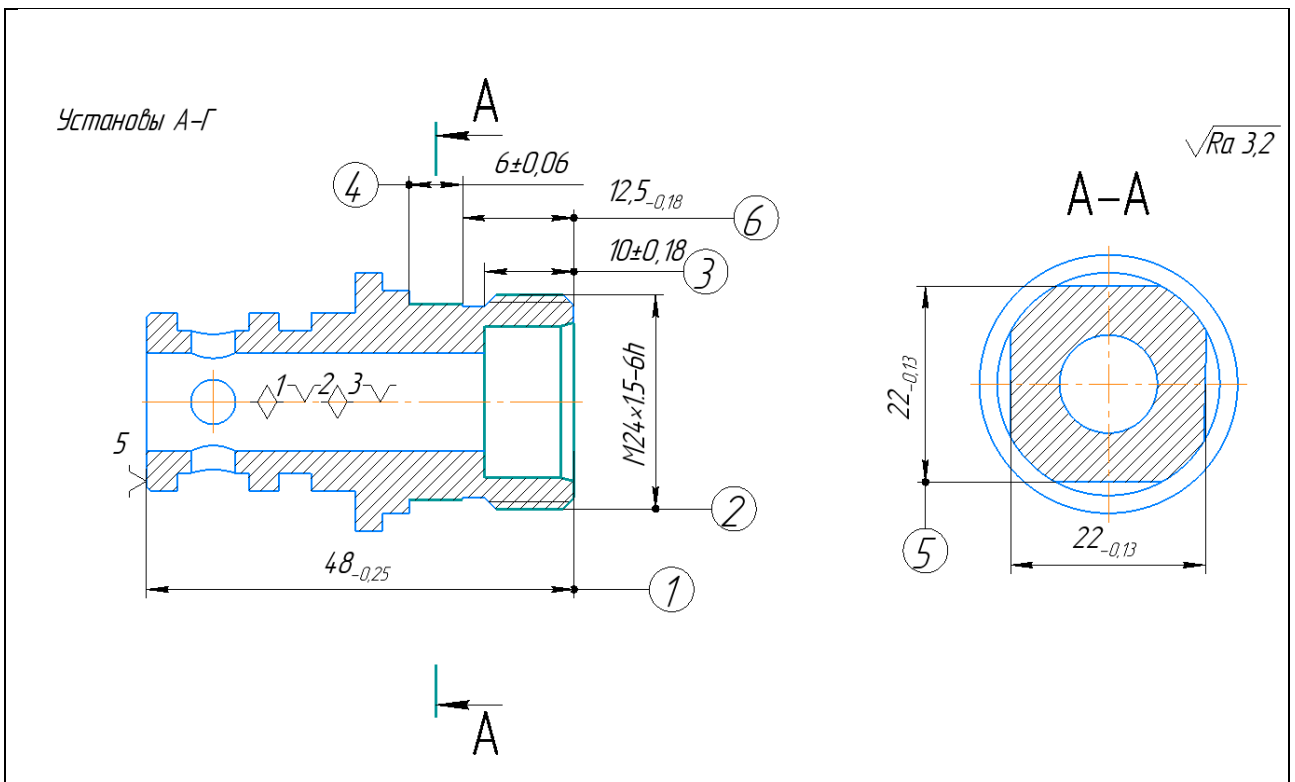
1. Сверлить радиальное отверстие выдерживая размеры (11) ØD<sub>20.6H12</sub>., (12) A<sub>20.6.1h12</sub>, (13) A<sub>20.6.2h12</sub>.

**В.** Повернуть деталь на 90°

1. Сверлить радиальное отверстие выдерживая размеры (11) ØD<sub>20.6H12</sub>., (12) A<sub>20.6.1h12</sub>, (13) A<sub>20.6.2h12</sub>.

**Г.** Повернуть деталь на 90°

1. Сверлить радиальное отверстие выдерживая размеры (11) ØD<sub>20.6H12</sub>., (12) A<sub>20.6.1h12</sub>, (13) A<sub>20.6.2h12</sub>.



#### 025 токарно-фрезерная с ЧПУ

А. Установить деталь в цанговом патроне с пневмозажимом.

База: наружный диаметр и торец

1. Подрезать начисто торец (1).
2. Нарезать наружную резьбу, выдерживая размеры (2)  $M_{25.2}$  и (3)  $A_{20.2h12}$ .
3. Фрезеровать лыску, выдерживая размеры (4)  $A_{25.3.1js14}$ , (5)  $B_{25.3.1h11}$ .

Б. Повернуть деталь на  $90^\circ$

1. Фрезеровать лыску, выдерживая размеры (4)  $A_{25.3.1js14}$ , (5)  $B_{25.3.1h11}$ .

В. Повернуть деталь на  $90^\circ$

1. Фрезеровать лыску, выдерживая размеры (4)  $A_{25.3.1js14}$ , (5)  $B_{25.3.1h11}$ .

Г. Повернуть деталь на  $90^\circ$

1. Фрезеровать лыску, выдерживая размеры (4)  $A_{25.3.1js14}$ , (5)  $B_{25.3.1h11}$ .

#### 030 Слесарная

1. Снять заусенцы, притупить острые кромки

#### 035 Промывочная

1. Промыть деталь по ТТП 01279-00001.

#### 040 Контрольная

1. Контролировать размеры полученных поверхностей;
2. Контролировать шероховатость полученных поверхностей.
3. Контролировать допуски формы и расположения полученных поверхностей
4. Контролировать твердость.

### 1.6.3. Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения – это совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса.

Технические средства можно разделить на:




- технологическое оборудование;
- средства механизации и автоматизации технологических процессов (включая вспомогательные операции и этапы);
- технологическую оснастку.

Технологическое оборудование – это средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка. Технологическое оборудование выбирается в зависимости от конструкции детали и требованиями по обеспечению качества поверхности.

В таблице 1.11 представлены средства технологического оснащения для изготовления детали «Проставка».

Таблица 1.11 – Средства технологического оснащения

Операция	Средства технологического оснащения
005 Заготовительная	Консольный ленточнопильный станок Carif 450 ВАСНС  Ленточная пила; Призма 7033– 0037 ГОСТ 12195– 66; Дисковая пила 2257-0163 с вставками Р6М5 ГОСТ 4047-82

<p>010 Токарная с ЧПУ</p>	<p>Универсальный токарный станок ML 320×1000</p>  <p>Резец подрезной 2112– 0005 BK6 ГОСТ 18880– 73  Резец проходной 2100– 2617 BK6 ГОСТ 28980– 91  Резец отрезной 211-0005 BK6 ГОСТ 18880-73  Резец для контурного точения 2101-0602 ГОСТ 20872-80  Сверло Ø11 202-0032-1141 ГОСТ 20695-75 P6M5  Резец расточной 2141-0007 ГОСТ 18883-73  Резцовый блок  Цанговый патрон</p>
<p>020 Токарная с ЧПУ</p>	<p>ТОКАРНЫЙ СТАНОК С ЧПУ 16ГС25Ф3-01</p>  <p>Резец подрезной 2112– 0005 BK6 ГОСТ 18880– 73  Резец проходной 2100– 2617 BK6 ГОСТ 28980– 91  Резец для контурного точения 2101-0602 ГОСТ 20872-80  Центровочное сверло Ø5 2317-0111 ГОСТ 14952-750  Цанговый патрон</p>
<p>025 Токарно-фрезерная с ЧПУ</p>	<p>Обработывающий центр CTX beta 800 TC</p>  <p>Резец проходной, канавочный, отрезной, подрезной SandvikCoromantRF1 51.23– 3225– 30M1;  Пластина R151.2– 300 12– 5F 1125  Твердосплавная концевая фреза CoroMill® 326  Резец для нарезания резьбы Sandvik Coromant 266LFG– 2525– 16  Режущая пластина 266LG– 16VM01A002M 1135</p>

Чтобы проверить размеры, полученные в каждой операции, использовались средства измерений, указанные в таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Измерительный прибор
005 Заготовительная	Линейка 1500x45 мм ГОСТ 427– 75
010 Токарная	Штангенциркуль ШЦ– I– 125– 0,1 ГОСТ 166– 89 Образцы шероховатости 1,6-6,3 ГОСТ 9378-93 Шаблон для фасок 1,2 × 45° Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378-88
020 Токарная	Штангенциркуль ШЦ– I– 125– 0,1 ГОСТ 166– 89 Штангенциркуль ШЦЦ– I–125–0,01 ГОСТ 166– 89 Образцы шероховатости 1,6-6,3 ГОСТ 9378-93 Шаблон для фасок 86698-22 Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378-88
025 Токарно-фрезерная с ЧПУ	Штангенциркуль ШЦ– I– 125– 0,1 ГОСТ 166– 89. Штангенциркуль ШЦЦ– I–125–0,01 ГОСТ 166– 89. Калибр резьбовой М5 ГОСТ 18465– 73. Калибры пробки 8133– 0964, 8133– 0926, 8133– 0930, 8133– 0936, 8133– 0934 ГОСТ 14810– 69 1,6– 6,3 Р ГОСТ 9378– 93 Индикатор ИЧ10 кл. 0 ГОСТ 577– 68 Стойка магнитная гибкая ИНО– 301М. Угломер 2– 2 ГОСТ 5378– 88



#### 1.6.4. Выбор и расчет режимов резания

Рассчитаем режимы резания на операцию чернового точения аналитическим методом.

Глубина резания – 2,5 мм.

Выберем инструмент и материал режущей части резца.

Резец проходной:  $\varphi = 90^\circ, \varphi_1 = 10^\circ, \gamma = 10^\circ, \lambda = 0^\circ, \alpha = 10^\circ$ , радиус при вершине резца  $r = 0,5$  мм. Материал режущей части резца – твердый сплав ВК6.

Сечение державки резца 16×16 мм.

Назначим подачу.

Табличная подача при черновом точении  $S_t = 0,63$  мм/об.

Рассчитаем подачу с учетом твердости обрабатываемого материала:

$$S = S_t \cdot K_{si} \cdot K_{сп} \cdot K_{sd} \cdot K_{sp} \cdot K_{s\varphi} \cdot K_{sm},$$

где  $K_{si}$  – поправочный коэффициент на инструментальный материала;

$K_{сп}$  – поправочный коэффициент на состояние поверхности заготовки;

$K_{sd}$  – поправочный коэффициент на диаметр обработки;

$K_{sp}$  – поправочный коэффициент на тип конструкции резца;

$K_{s\varphi}$  – поправочный коэффициент на геометрию резца;

$K_{sm}$  – поправочный коэффициент на механические свойства обрабатываемого материала;

$$S_o = 0,63 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 0,41 \text{ мм/об.}$$

По паспорту станка принимаем подачу  $S_o = 0,41$  мм/об (регулирование бесступенчатое).

Рассчитаем скорость резания:

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

где  $C_v$  – постоянная в формуле скорости резания,  $C_v = 350$ ;

$m, x, y$  – показатели степени,  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ;

$T$  – период стойкости резца,  $T = 45$  мин – среднее значение при одноинструментальной обработке;

$K_V$  – поправочный коэффициент на скорость резания.

$$K_V = K_{M_V} \cdot K_{n_V} \cdot K_{u_V} \cdot K_{\varphi_V},$$

где  $K_{M_V}$  – поправочный коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала,

$K_{n_V}$  – поправочный коэффициент, зависящий от состояния поверхности заготовки,  $K_{n_V} = 0,9$ .

$K_{u_V}$  – поправочный коэффициент, зависящий от марки материала резца,  $K_{u_V} = 1$ .

$K_{\varphi_V}$  – поправочный коэффициент, зависящий от угла в плане  $\varphi$   $K_{\varphi_V} = 0,8$ .

$$K_{M_V} = K_{\Gamma} \left( \frac{190}{HB} \right)^n = 0,6$$

где  $K_{\Gamma}$  – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости,  $K_{\Gamma} = 0,8$ ;

$n$  – показатель степени,  $n = 1$ .

$$K_V = 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,44.$$

$$V = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,41^{0,35}} \cdot 0,44 = 93 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 93}{\pi \cdot 89} = 332 \text{ мин}^{-1}. \quad D=35\text{мм}$$

По паспорту станка принимаем  $n = 300 \text{ мин}^{-1}$

Действительная скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 89 \cdot 300}{1000} = 83,8 \text{ м/мин.}$$

Рассчитаем силу резания  $P_z$ :

$$P_z(y, x) = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

где  $C_p$  – постоянная в формуле силы резания,  $C_p = 300$ .

$n, x, y$  – показатели степени,  $x=1$  ;  $y=0,75$  ;  $n = -0,1$ ;

$K_p$  – поправочный коэффициент на силу резания:

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p},$$

где  $K_{M_p}$  – поправочный коэффициент на обрабатываемый материал;

$K_{\varphi_p}$  – поправочный коэффициент на угол в плане  $\varphi$ ,  $K_{\varphi_p} = 0,89$ ;

$K_{\gamma_p}$  – передний угол  $\gamma$ ,  $K_{\gamma_p} = 1$ ;

$K_{\lambda_p}$  – угол наклона режущей кромки  $\lambda$ ,  $K_{\lambda_p} = 1$ .

$$K_{M_p} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22;$$

$$K_{p_z} = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 1,08.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,41^{0,75} \cdot 83,8^{-0,1} \cdot 1,08 = 1586 \text{ Н.}$$

По известной силе  $P_z$  и скорости резания  $V$  произведем проверку по мощности привода главного движения станка необходимо, чтобы мощность затрачиваемая на резание была меньше мощности привода станка. Мощность затрачиваемая на резание:

$$N_{PEZ} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_{рез} = \frac{1586 \cdot 83,8}{1020 \cdot 60} = 2,17 \text{ кВт},$$

Проверка по мощности выполняется  $2,17 \text{ кВт} < 10 \text{ кВт}$ .

### 1.6.5. Нормирование технологических переходов

Нормирование технологических переходов — это процесс установления временных и ресурсных стандартов для каждой операции в производственном процессе с целью оптимизации и повышения эффективности. Этот процесс начинается с точного определения всех необходимых операций и переходов,

таких как подготовка оборудования, настройка, перемещение материалов и смена инструментов. Далее проводится анализ времени, затрачиваемого на выполнение каждого перехода, используя исторические данные, прямые замеры и стандартные временные методики. На основе этих данных устанавливаются временные стандарты, которые учитывают возможные вариации в процессах и предусматривают буферы для неожиданных задержек. Оптимизация процессов часто влечет за собой уменьшение времени на переходы и упрощение операций. Важной частью нормирования является также создание детальной документации и обучение персонала эффективному выполнению работ по новым стандартам. Нормы должны регулярно пересматриваться для их актуализации, что позволяет поддерживать их соответствие современным требованиям производства. Этот процесс способствует не только улучшению производительности, но и значительному снижению затрат, что делает его критически важным элементом в управлении современным производством.

определяется по формуле:

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{нз}/n,$$

где  $T_{шт}$  — штучное время в минутах;

$T_{нз}$  — подготовительно-заключительное время на партию деталей, оно складывается из времени наладки станка, инструмента и приспособления, а также на получение инструмента и приспособлений до начала сдачи их после окончания обработки;

$n$  — количество деталей в партии.

Количество деталей в партии можно определить исходя из годовой программы выпуска данных деталей  $N=2000$ , числа дней, на которое необходимо иметь запас деталей на складе  $T_y = 30$  и числа рабочих дней в году  $\Phi_k = 250$ .

$$n = \frac{N}{\Phi_v} \cdot T_v = \frac{2000}{250} \cdot 30 = 240 \text{ шт.}$$

Штучное время определяется следующим образом:

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_{тех} + T_{орг} + T_{отд},$$

где  $T_o$  – основное время, в течение которого происходит изменение формы или состояния поверхности обрабатываемой детали;

$T_e$  – вспомогательное время;

$T_{тех}$  – время технического обслуживания рабочего места;

$T_{орг}$  – время организационного обслуживания рабочего места;

$T_{отд}$  – время на личные надобности рабочего.

Основное время определяется по формуле:

$$T_o = i \frac{L}{n \cdot s} = i \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot s}$$

где  $i$  – количество переходов в данной операции;

$L$  – глубина резания;

$l_1=4$  и  $l_2=2$  - врезание и перебег инструмента

$s$  – подача станка;

$n$  – частота оборотов шпинделя станка.

Техническое нормирование на токарную операцию:

$$T_{штк} = T_{шт} + T_{нз}/n$$

$$n = 2000 \text{ шт}$$

$T_{нз} = 11,5$  мин – подготовительно-заключительное время обработки на одну деталь (3,5 мин – установить и закрепить деталь в патроне и снять деталь, 4 мин - получить чертеж, технологическую документацию, программноноситель, 2 мин – ознакомиться с чертежом, документацией, 2 мин – инструктаж мастера).

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_{тех} + T_{орг} + T_{отд}$$

Вспомогательное время складывается из времени выверки детали в патроне при помощи индикатора (0,9 мин), времени закрепления (1,04 мин), времени на управление станком (1,3 мин)

$$T_e = 0,9 + 1,3 + 1,04 = 3,24 \text{ мин.}$$

Время на организационное обслуживание рабочего места:

$$T_{\text{тех}} = 1,34 \text{ мин, } T_{\text{отд}} = 2,35 \text{ мин, } T_{\text{шт}} = 0,44 + 3,24 + 1,34 + 2,35 = 7,37 \text{ мин}$$

$$T_o = \frac{54 \cdot 1}{300 \cdot 0,41} = 0,44 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шк}} = \frac{7,37 + 11,5}{2000} = 7,38 \text{ мин}$$

### **1.7. Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ.**

Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ (числовое программное управление) — это ключевой этап в производственном процессе, который позволяет автоматизировать и оптимизировать обработку материалов. Управляющая программа (УП) представляет собой маршрутную технологию, записанную на носителе в закодированном виде к обрабатываемой детали.

Разработка УП произведена с помощью САМ-системы «SprutCAM 15», а также с использованием учебного пособия [15]. В нашем случае необходимо разработать управляющие программы для операций 020 Токарная с ЧПУ, 025 Токарно-фрезерная с ЧПУ. Для составления и заполнения технологической документации используется САМ-система «СПРУТ-ТП-Нормирование 10». Вся технологическая документация (карта наладки, дополнение к карте наладки, код кодирования информации) входит в комплект технологической документации.

## **1.8. Размерный анализ технологического процесса.**

Суть размерного анализа технологического процесса заключается в определении критических размеров и допусков на каждой стадии производства, разработке плана измерений с выбором методов и инструментов контроля, проведении измерений, анализе данных и внесении корректировок для обеспечения соответствия требованиям, а также в систематическом управлении качеством для поддержания стабильного уровня продукции, минимизации дефектов и отклонений. Это помогает выявлять и устранять потенциальные проблемы на ранних стадиях, повышая точность, снижая затраты и улучшая качество конечной продукции.

На созданном чертеже указываются: – технологические размеры в порядке их получения, начиная с размеров исходной заготовки и заканчивая размерами, выдерживаемыми на последней операции;

– размеры припусков на обработку (изображаются волнистыми линиями, обозначаются буквой *Z* с индексом того технологического размера, при получении которого они удаляются);

– конструкторские размеры. Таким образом, получаем размерную схему технологического процесса.

Правильность построения размерной схемы проверяется так:

– число технологических размеров должно быть на единицу меньше числа поверхностей;

– число конструкторских размеров и размеров припусков должно быть равно числу технологических размеров. Для данного технологического размера проведем размерный анализ для поверхностей:

1. Для габаритного размера.

2. Для диаметального.

Эскизы припусков показаны на рисунках 1.6, 1.7, 1.8.

1. Для габаритного размера.

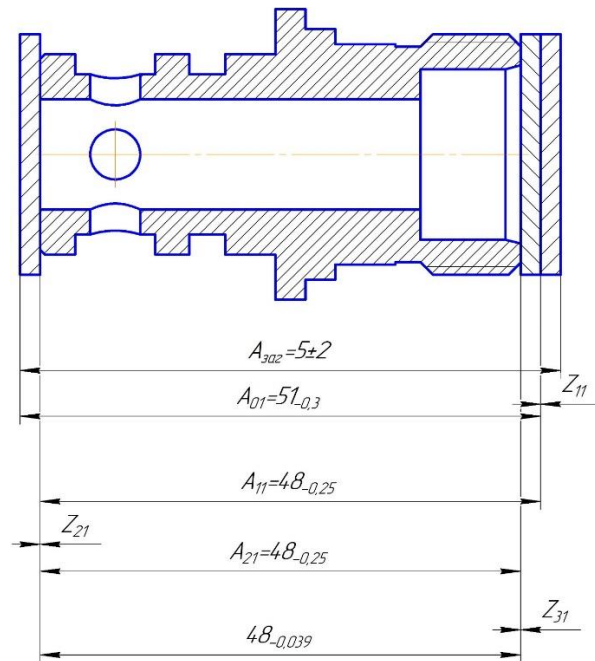


Рисунок 1.6 – Эскиз продольного припуска

2. Для двух самых точных размеров

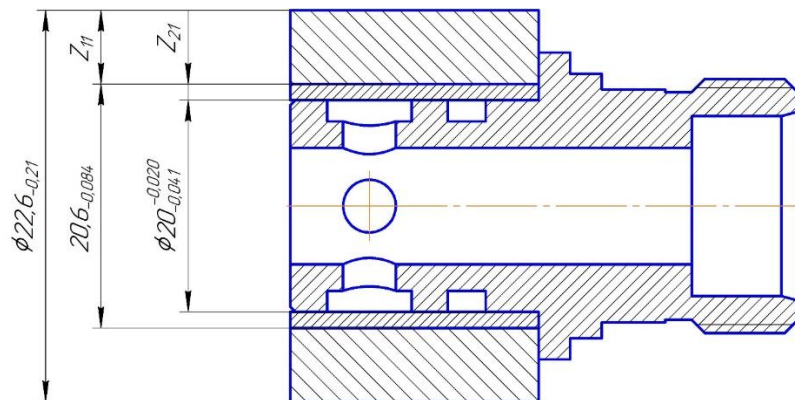


Рисунок 1.7 – Эскиз диаметального припуска для поверхности  $\phi 20_{f7}$



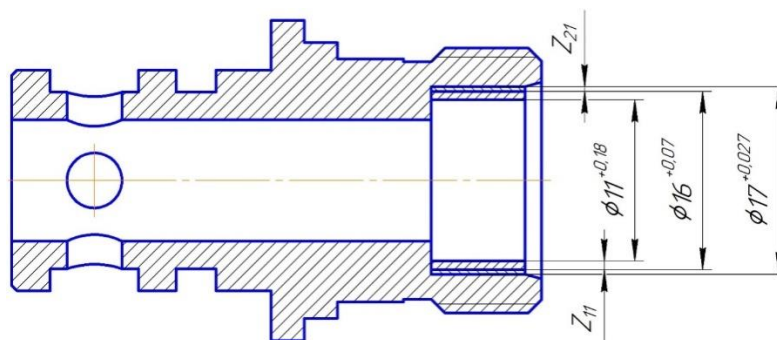


Рисунок 1.8 – Эскиз диаметрального припуска для размера 17H8

Полученные данные приведены в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – Проверка припусков

Проверяемый размер	Уравнение
$Z_{11}$	$Z_{11} = A_{\text{зар}} - A_{01} = 2^{+0,87}_{-2}$
$Z_{21}$	$Z_{21} = A_{01} - A_{11} = 1^{+0,87}_{-0,87}$
$Z_{31}$	$Z_{31} = A_{11} - A_{21} = 2^{+0,87}_{-0,87}$
$Z_{11}$	$Z_{11} = 2^{+0,039}_{-0,235}$
$Z_{12}$	$Z_{12} = 0,6^{+0,02}_{-0,039}$
$Z_{21}$	$Z_{21} = 4^{+0,027}_{-0,43}$
$Z_{22}$	$Z_{22} = 4^{+0,033}_{-0,027}$

Выполнен анализ размерных цепей и построен граф конструкторских и технологических размеров, в которых также указаны припуски (см. рис. 1.9 и 1.10). Более крупно они представлены в Приложении Г. Анализ показал, что все конструкторские размеры выдерживаются непосредственно, что увеличивает технологичность спроектируемого техпроцесса.

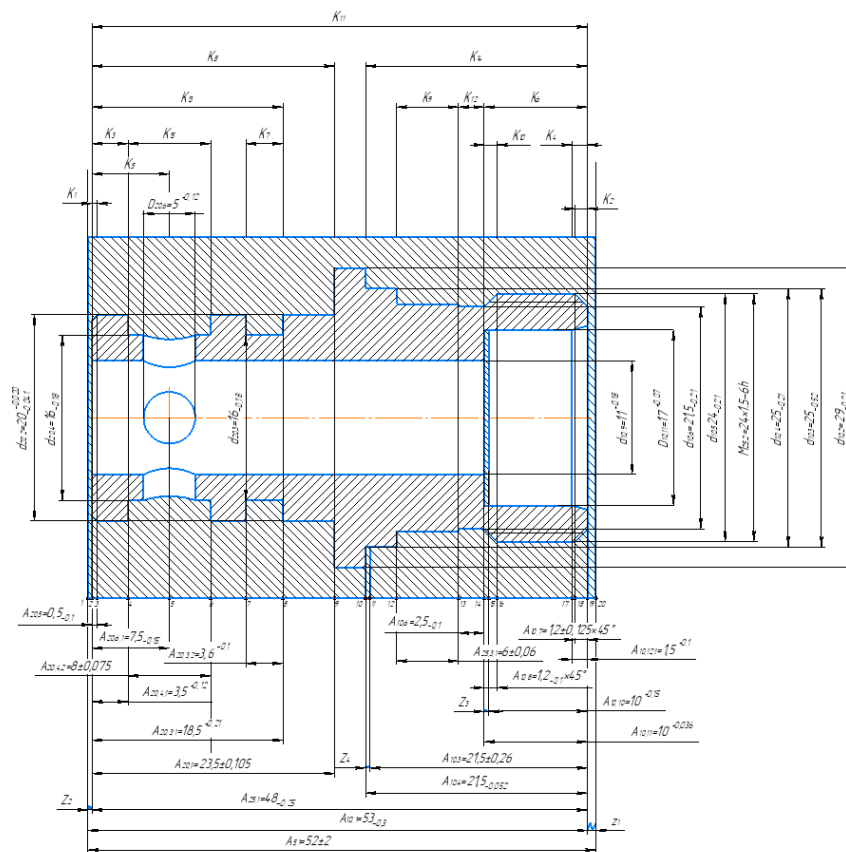


Рисунок 1.9 – Размерный анализ

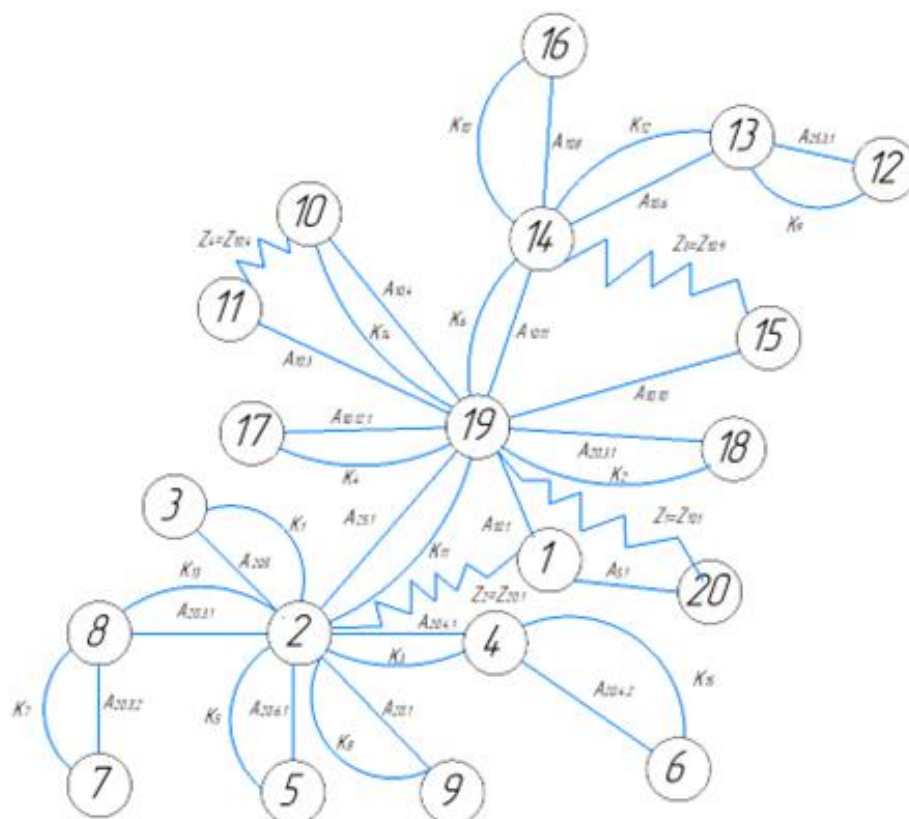


Рисунок 1.10 – граф-дерево

### 1.9. Техничко-экономические показатели технологического процесса.

Продукция должна производиться в кратчайшие сроки, с наименьшими трудозатратами и с наименьшими затратами. Нам необходимо рассчитать уровень автоматизации производства, загруженность работы, количество рабочих задач и стоимость изготовления деталей.

Также произведен расчет себестоимости производства детали без учета общезаводских затрат, с учетом цены 2024 года.

В расчете используются следующие показатели:

- цена оборудования;
- затраты, связанные с оплатой труда рабочих, участвующих в производстве детали;
- стоимость материала для получения заготовок.

В состав капитальных вложений включаются:

- стоимость производственных зданий;
- затраты на приобретение стандартного и нестандартизованного оборудования, транспортных средств, дорогостоящего инвентаря, их доставку, монтаж, наладку;
- подъемно-транспортных средств.д.;
- затраты на технологическую подготовку производства.

Таблица 1.14 -Стоимость технологического оборудования.

Наименование оборудования	Кол-во	Стоимость оборудования, тыс. руб.
СТХ beta 800 ТС	1	10500
<b>ИТОГО</b>		10500

$$C_{об.}=10500000руб.$$

Транспортно-заготовительные расходы и затраты на монтаж составляют 10% от стоимости оборудования:

$$C_{\text{т.з.р.}} = 1050000 \cdot 0.1 = 1050000 \text{ руб.}$$

Стоимость подъемно-транспортного оборудования.

Принимают равным 10% от стоимости технологического оборудования:

$$C_{\text{тр}} = 10500000 \cdot 0.1 = 1050000 \text{ руб.}$$

Стоимость энергетического оборудования.

Принимают равным 5% от стоимости технологического оборудования:

$$C_{\text{то}} = 10500000 \cdot 0.05 = 525000 \text{ руб.}$$

Стоимость производственного инвентаря. К ним относят средства контроля и управления технологическим процессом, ремонт и обслуживание здания. Составляет 3 % от первоначальной стоимости оборудования:

$$C_{\text{к.и.у.}} = 10500000 \cdot 0.03 = 315000 \text{ руб.}$$

Стоимость здания не учитывается, т.к. технологический процесс разрабатывается в существующем цехе.

Капитальные вложения рассчитываются:

$$K_{\text{об}} = K_{\text{от}} + K_{\text{оэ}} + K_{\text{опт}} + K_{\text{оу}} + K_{\text{з}}$$

где  $K_{\text{от}}$ ,  $K_{\text{оэ}}$ ,  $K_{\text{опт}}$ ,  $K_{\text{оу}}$ ,  $K_{\text{з}}$  – капитальные вложения соответственно в технологическое оборудование (с учетом затрат на содержание оборудования, так как в рассматриваемом случае оборудование недогружено работой по изготовлению другой продукции), в энергетическое оборудование, подъемно-транспортное оборудование, производственного инвентаря, здания:

$$K_{\text{об}} = 10500000 + 1050000 + 1050000 + 525000 + 315000 = 13440000 \text{ руб.}$$

Под прямыми затратами понимаются расходы, которые могут быть непосредственно отнесены на единицу продукции.

В состав прямых затрат входят:

- материальные затраты, в том числе: стоимость основных материалов (за вычетом возвратных отходов, а также стоимость вспомогательных материалов, которые используются для обеспечения нормального технологического процесса;

- покупные комплектующие изделия;
- топливо и энергия на технологические цели;
- основная заработная плата производственных рабочих;
- дополнительная заработная плата производственных рабочих;
- отчисления на социальные нужды с заработной платы производственных рабочих;
- расходы на подготовку и освоение производства;
- износ инструментов и приспособлений целевого назначения и прочие специальные расходы.

Затраты на основные материалы определяем по формуле:

$$C_m = \sum [q_m \cdot C_m \cdot K_{ТЗ} - q_o \cdot C_o] \cdot N$$

где  $C_m$  - затраты на материалы, руб.;

$q_m$  - норма расхода материала на одну деталь, кг;

$C_m$  - действующая оптовая цена весовой единицы материала, руб/кг;

$K_{ТЗ}$  - коэффициент транспортно-заготовительных расходов 1.04 - 1.08 (4 - 8 % от стоимости материалов);

$q_o$  - реализуемые отходы, кг;

$C_o$  - цена весовой единицы отходов, руб/кг;

$N$  - годовая программа выпуска деталей, шт.

$$C_m = [22,1 \cdot 115 \cdot 1.08 - (27,8 - 22,1) \cdot 24,1] \cdot 2000 = 5214900 \text{ руб.}$$

Стоимость транспортно-заготовительных расходов на материалы 5% от стоимости материала:

$$Ст.з.м. = 5214900 \cdot 0.05 = 260745 \text{ руб.}$$

Стоимость возвратных отходов:

$$Св.о. = (27,8 - 22,1) \cdot 24,1 \cdot 2000 = 274740 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата выплачивается производственным рабочим за работу, выполняемую непосредственно по изготовлению продукции, а также и РСсл, когда они непосредственно участвуют в изготовлении продукции.

В её состав входит:

- оплата за выполнение операций и работ по сдельным нормам и расценкам;
- оплата труда рабочих повременщиков;
- доплаты по условиям тарифных соглашений, премии.

Тарифный (нормативный) фонд оплаты труда производственных рабочих сдельщиков (с учетом районных и северных надбавок) определяют по формуле:

$$З_{сд} = l_{рсд} \cdot \sum_{i=1}^n T_j \cdot N_j \cdot k_p \cdot k_c$$

$$З_{сд} = 40.88 \cdot \frac{193,1}{60} \cdot 2000 \cdot 1.3 \cdot 1.3 = 444691,28 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата состоит из нормативной и доплаты:

$$З_{осн.зар.пл} = З_{сд} + З_{допл}$$

Доплаты к нормативной (тарифной) заработной плате основных рабочих составляет 50 % фонда оплаты труда соответствующих категорий рабочих (в том числе доплаты по премиальным системам, приработок рабочего, учитывающий доплаты за ночные часы, за обучение учеников, руководство бригадой):

$$З_{допл} = З_{сд} \cdot 0.5$$

$$З_{допл} = 444691,28 \cdot 0.5 = 222345,64 \text{ руб.}$$

$$З_{осн.зар.пл} = 444691,28 + 222345,64 = 667036,92 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата основных рабочих составляет 25.6 % от основной заработной платы (в состав дополнительной заработной платы входит оплата очередного, учебного отпуска, дней выполнения государственных обязанностей, выслуги лет, 30 % надбавка за отдаленность):

$$З_{сд.доп} = 667036,92 \cdot 0.256 = 170761,45 \text{ руб.}$$

Общий фонд заработной платы основных рабочих будет составлять:

$$З_{об.сд} = З_{осн.зар.пл} + З_{сд.доп}$$

Подставляя данные, получим общую заработную плату рабочих сдельщиков:

$$Z_{\text{об.сд}} = 667036,92 + 170761,45 = 837798,37 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды установлены в размере 30% от основной и дополнительной зарплаты производственных рабочих, в том числе:

$$C_{\text{отч}} = 837798,37 \cdot 0.30 = 251339,51 \text{ руб.}$$

Фонд заработной платы РССл (руководители, специалисты, служащие), СКП (служащий конторский персонал) и МОП (младший обслуживающий персонал) определяем исходя из средних месячных окладов для:

РССл - 15000 руб.

СКП - 8800 руб.

МОП - 6000 руб.

Фонд основной заработной платы с учетом районных надбавок определяется как произведение заработной платы по окладам на районный коэффициент.

Фонд дополнительной заработной платы РССл и СКП составляет 25.6 % к фонду

Общий фонд заработной платы РССл, СКП, МОП определяем как сумму основной и дополнительной заработной платы.

Составляем ведомость фондов заработной платы РССл, СКП, и МОП по категориям.

Таблица 1.15- Фонд заработной платы РССл, СКП, МОП

Должность	К-во	Оклад, руб.	Фонд заработной платы по окладам руб./год
сменный мастер	1	150000	1800000
технолог	1	180000	2100000
СКП	1	88000	1056000
МОП	1	60000	720000
ИТОГО	3	298000	3576000

Доплата районной и северной надбавок:

$$Z_{\text{осн РССл}} = 1800000 \cdot 0.6 = 108000 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{осн технолог}} = 210000 \cdot 0.6 = 180000 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{осн СКП}} = 105600 \cdot 0.6 = 633600 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{осн МОП}} = 72000 \cdot 0.6 = 432000 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата:

$$Z_{\text{доп РССл}} = 1800000 \cdot 0.256 = 46080 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{доп технолог}} = 210000 \cdot 0.256 = 53760 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{доп СКП}} = 105600 \cdot 0.256 = 27033.6 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{доп МОП}} = 72000 \cdot 0.256 = 18432 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды:

$$C_{\text{отч РССл}} = (180000 + 46080) \cdot 0.34 = 76867.2 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{отч СКП}} = (105600 + 27033.6) \cdot 0.34 = 45095.42 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{отч МОП}} = (72000 + 18432) \cdot 0.34 = 30746.88 \text{ руб.}$$

Общая заработная плата:

$$Z_{\text{о РССл}} = 180000 + 108000 + 46080 + 76867.2 = 410947.2 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{о СКП}} = 105600 + 63360 + 27033.6 + 45095.42 = 241089 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{о МОП}} = 72000 + 46080 + 18432 + 30746.88 = 164378.88 \text{ руб.}$$

Составляем ведомость фонда заработной платы РССл, СКП, МОП.

Таблица 1.16- Ведомость фондов заработной платы РССл, СКП, МОП

Категории работников	Основная заработная плата руб./год	Доплата районной и северной надбавок руб./год	Дополнительная заработная плата руб./год	Отчисления заработной платы на социальные нужды руб./год	Общий фонд оплаты труда руб./год
РССл	180000	108000	46080	76867,2	410947,2
СКП	105600	63360	27033,6	45095,42	241089
МОП	72000	43200	18432	30746,88	164378,9



Косвенные затраты образуют комплексные статьи, поэтому для их расчета составляются отдельные сметы, в частности, смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования и смета цеховых расходов, которые включают:

- затраты на содержание дорогостоящего инструмента и приспособлений
- 10 % от стоимости оборудования:

$$C = 10500000 \cdot 0.1 = 1050000 \text{ руб.}$$

- основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих, обслуживающих оборудование (наладчиков, смазчиков, электромонтеров, слесарей, ремонтных и других вспомогательных рабочих, обслуживающих производственное оборудование) – 50% от основной и дополнительной заработной платы основных рабочих:

Таблица 1.17- Ведомость фонда заработной платы повременщика.

Должность	К-во	Тарифная ставка	Разряд	Тарифная ставка руб./день	Фонд заработной платы по тарифу руб./год
Слесарь-наладчик	2	33,82	4	270,56	120596

Основная заработная плата:

$$Z_{осн.} = 120596 \cdot 0,6 = 72357,6 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата:

$$Z_{доп.} = 120596 \cdot 0.256 = 30872,58 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды:

$$Z_{доп.} = (120596 + 30873) \cdot 0,30 = 30996,05 \text{ руб.}$$

Общая заработная плата:

$$Z_o = 120596 + 72357,6 + 30872,58 + 30996,05 = 254795,2 \text{ руб.}$$

- затраты на силовую электроэнергию определяем:

$$C_э = Ц_{час} \cdot W_э$$

где  $Ц_{час}$  - стоимость 1кВт/ч электроэнергии руб.;

$W_э$  - годовой расход электроэнергии, кВт/ч.

$$W_э = \frac{N_{уст} \cdot \Phi_д \cdot K_з \cdot n_0}{K_c - K_д}$$

где  $N_{уст}$  - установленная мощность всех станков в цехе ;

$\Phi_д$  - действительный годовой фонд времени оборудования;

$K_з$  - средний коэффициент загрузки оборудования по времени;

$n_0$  - коэффициент одновременной работы оборудования;

$K_c$  - коэффициент потерь в электрической сети;

$K_д$  - КПД электродвигателей.

Определяем необходимое количество силовой энергии:

$$W_э = \frac{60 \cdot 3565,8 \cdot 0,98 \cdot 0,7}{0,95 - 0,85} = 1467683 \text{ Вт.}$$

Определяем потребность в силовой энергии в стоимостном выражении:

$$C_э = 1467683 \cdot 1,94 = 2847306 \text{ руб.}$$

Затраты на силовую энергию относят в расходы по содержанию и эксплуатации оборудования.

Стоимость воды на бытовые нужды.

Берем по нормативам расхода 25 литров в смену вода для душевых на одного работающего в смену.

Стоимость воды определяется по формуле:

$$C_в = q_в \cdot F_n \cdot R \cdot Ц_в$$

где  $C_в$  – стоимость воды, руб.;

$q_в$  – норма расхода на одного работающего, м<sup>3</sup>/день;

$Ц_в$  – тариф на воду, руб/ м<sup>3</sup>;

$F_n$  - номинальный фонд рабочего времени, дней;

$R$  – количество работающих, чел.

Подставляя числовые значения определим затраты на воду:

$$C_в = 0,025 \cdot 6 \cdot 248 \cdot 8,53 = 317,3 \text{ руб.}$$

Составим смету расходов на эксплуатацию оборудования и занесем в таблицу 1.18

Таблица 1.18- Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

Наименование статей	Сумма, руб.
1 Амортизация оборудования и транспортных средств (а также ценных инструментов)	840000
2 Силовая энергия	2847306
3 Текущий ремонт оборудования, дорогостоящего инструмента	420000
4 Прочие расходы	12600
ИТОГО расходов по содержанию и эксплуатации оборудования	4119906

К цеховым расходам относят:

Содержание зданий, сооружений инвентаря (1% от первоначальной стоимости оборудования ):

$$C = 10500000 \cdot 0.01 = 106000 \text{ руб.}$$

Затраты на воду для бытовых нужд:

$$C_{в} = 317,3 \text{ руб.}$$

Затраты на пар для отопления:

$$C_{п} = 115340 \text{ руб.}$$

Стоимость вспомогательных материалов (3 % от первоначальной стоимости оборудования):

$$C_{вс.м.} = 10600000 \cdot 0.03 = 315000 \text{ руб.}$$

Расходы по охране труда 240 руб. на одного работающего, на проектируемом участке работает 2 основных рабочих, 3 служащих и 2 вспомогательных рабочих – слесаря наладчика:

$$C_{о.т.} = 240 \cdot 7 = 1680 \text{ руб.}$$

Таблица 1.19 - Смета цеховых расходов

Статьи расходов	Сумма расходов, руб./год
1 Содержание зданий, сооружений инвентаря	105000
2 Затраты на воду для бытовых нужд	317,3
3 Стоимость вспомогательных материалов	315000
4 Расходы по охране труда	1680
5 Зарплата:РССл	410947,2
СКП	241089
МОП	164378,9
Вспом.	275326
Итого	1629078,4

Составим калькуляцию себестоимости единицы продукции по статьям расходов и занесем в таблицу 1.20.

Таблица 1.20 – Калькуляция себестоимости продукции

Наименование статей	Сумма, руб./год
1 Материалы (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	5475645
2 Возвратные отходы (вычитаются)	274740
3 Топливо и энергия на технологические цели	2962646
4 Основная заработная плата основных производственных рабочих Зо.	667036,9
5 Дополнительная заработная плата основных производственных рабочих	170761,5
6 Отчисления на социальные нужды	251339,5
7 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	4119906

8 Цеховые расходы	1629078
Итого цеховая себестоимость	15 001 672

В полную сметную калькуляцию, кроме статей цеховой себестоимости, включаются общезаводские расходы: 70% от цеховой себестоимости:

$$15001672 \cdot 0.7 = 10\,501\,171 \text{ руб.}$$

Производственная себестоимость (общезаводская) состоит из цеховой себестоимости и общезаводских расходов:

$$15001672 + 10\,501\,171 = 25\,502\,843 \text{ руб.}$$

Внепроизводственные расходы составляют 3% от производственной себестоимости:

$$25\,502\,843 \cdot 0.03 = 765\,085,29 \text{ руб.}$$

Прочие расходы 1.5% от производственной себестоимости:

$$25\,502\,843 \cdot 0.015 = 382\,542,65 \text{ руб.}$$

Таким образом, полная себестоимость равна:

$$15001672 + 10\,501\,171 + 765\,085,29 + 382\,542,65 = 26\,650\,471 \text{ руб.}$$

Плановые накопления (годовая прибыль), включаются в сметную калькуляцию из расчета 20-40% от полной себестоимости.

Годовая прибыль:

$$26\,650\,471 \cdot 0.2 = 5\,330\,094,2 \text{ руб.}$$

Себестоимость единицы продукции определяем по формуле:

$$C_{\text{ед.}} = C_{\text{цех.}} / N,$$

где  $C_{\text{цех.}}$  – цеховая себестоимость, руб;

$N$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$C_{\text{ед.}} = 15001672 / 2000 = 7500,74 \text{ руб.}$$

Эффективность внедрения любого вида техники определяется, как известно, величиной срока окупаемости, в течении которого капитальные затраты будут компенсированы экономией от снижения себестоимости изготавливаемой продукции.

Срок окупаемости капитальных вложений при разработке предложенного дипломного проекта определяется:

$$T_{ок} = K / П,$$

где К – капитальные вложения в проект, руб;

П – планируемая прибыль, руб.

$$T_{ок} = 13440000 / 5330094,2 = 2,52 \text{ года}$$

## **2 Проектирование автоматизированного приспособления**

### **2.1 Устройство и принцип работы проектируемого приспособления**

Цанговый патрон с пневмоприводом представляет собой высокоточный механизм, который широко используется в металлообработке и других областях промышленности для зажима инструментов или обрабатываемых деталей. Особенностью этого типа патрона является использование пневматического привода, который работает на основе сжатого воздуха, подаваемого в систему под давлением. Это давление активирует механизм патрона, вызывая сжатие или расширение цанги, которая является основным зажимным элементом. Такой метод управления позволяет осуществлять быструю смену инструментов, что крайне важно в условиях серийного и массового производства.

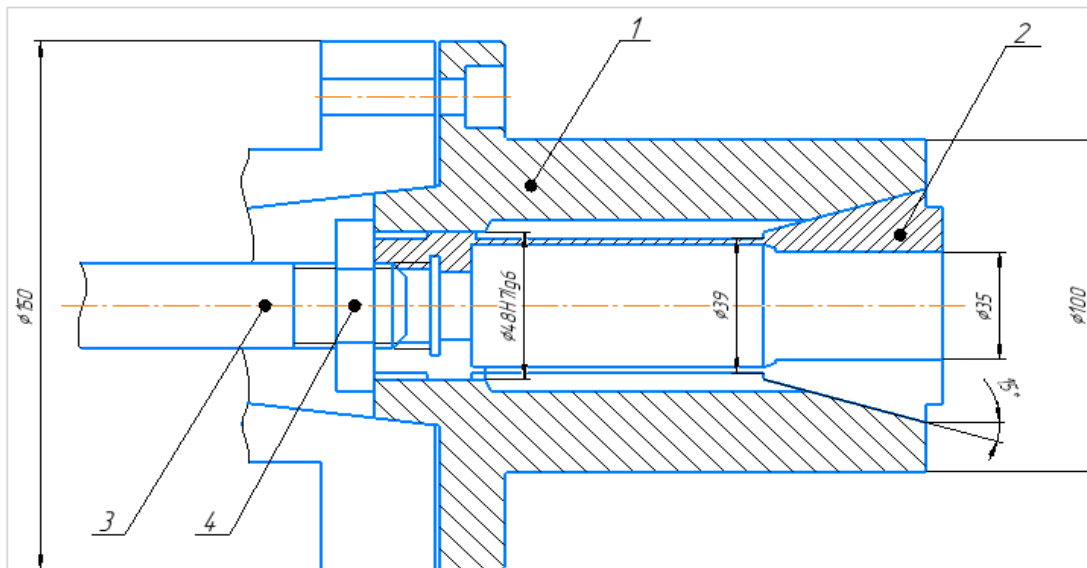
Благодаря пневмоприводу, цанговые патроны обеспечивают равномерное распределение зажимного усилия по всей окружности зажимаемой детали или инструмента. Это исключает риск неравномерной нагрузки и потенциального повреждения детали, а также способствует улучшению качества обработки за счет более стабильного и точного зажима. Также стоит отметить, что пневмопривод обладает высокой надежностью и не требует сложного обслуживания, что снижает вероятность производственных простоев и увеличивает общую продуктивность процесса.

Цанговые патроны с пневмоприводом легко интегрируются в современные автоматизированные производственные линии, позволяя управлять ими через стандартные программы управления станками. Это делает их незаменимым инструментом в индустрии точной механики, где требуется максимальная точность и минимизация времени на наладку и смену обор

В заключение, использование цанговых патронов с пневмоприводом является одним из ключевых факторов повышения эффективности и технологичности современного производственного процесса. Они способствуют ускорению производства, повышению его качества и уменьшению затрат, что







ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
 1. n до 1200 об/мин  
 2. Максимальное усилие зажатия на цанге: 6кН  
 3. Максимальный диаметр вала: 30 мм  
 4. Максимальный крутящий момент: 3,22 Нм

Рис. 2.2. Эскиз цангового патрона

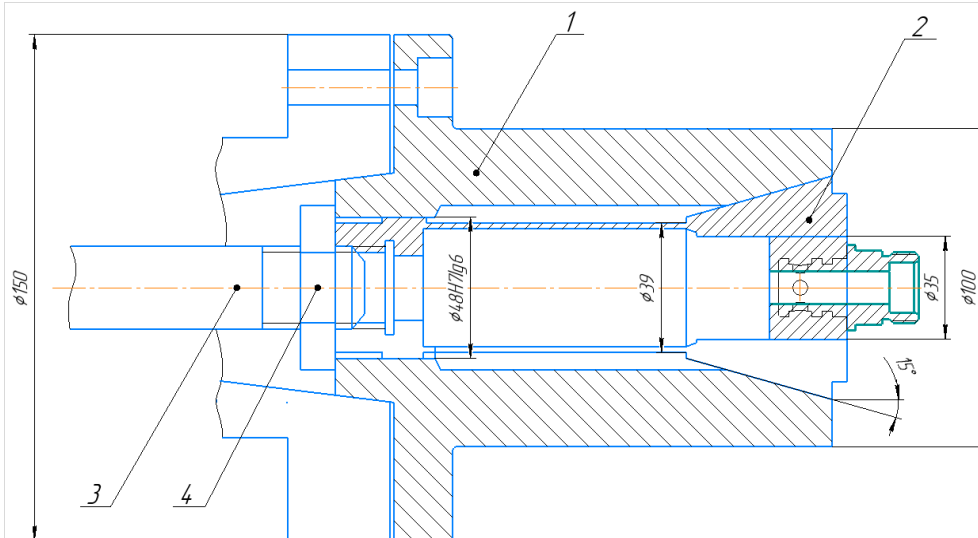


Рис.2.3. Эскиз цангового патрона с заготовкой

Для осевого перемещения цанги используется цилиндр пневматический вращающийся одинарный.



Между каждой парой наконечников имеется проставочное кольцо 26 с радиальными отверстиями для прохода воздуха. Кроме того, для фиксации манжеты предусмотрено упорное кольцо 27 и штифт подачи воздуха 12 ролика 5 запрессован в центральное отверстие. Стержень полый), а корпус соединения подачи воздуха снабжен резьбовым отверстием К 1/4 для подсоединения резиноканевых шланговых аксессуаров.

При подаче сжатого воздуха из левого отверстия он поступает в правую камеру цилиндра по каналам а, б, в и г, а шатун поршня перемещается в левое крайнее положение. Стержень продевается через стержень и патрон, а патрон тянется влево. Его внешний конус перемещается внутри конического отверстия корпуса картриджа, а отверстие эластичного картриджа сжимается, тем самым уменьшая силу упругости. Гибкий картридж. Устройство прижимается к заготовке.

При переключении распределительного клапана воздух попадает в правое отверстие сцепления и по каналам е, е, ж попадает в левую камеру цилиндра, вызывая перемещение поршня вправо.

Поршень, шток и крышка уплотнены уплотнительными кольцами.

## **2.2 Расчёт моментов сил резания и трения**

Так как на данной операции будет производиться обработка резьбы М24 × 1,5 – 6h и сверление отверстия Ø11Н12 в заготовке, то последующий расчет момента силы резания должен осуществляться по наибольшему крутящему моменту, который создаётся:

а) при нарезании резьбы резьбовым резцом при силе резания  $P_z = 239$  Н крутящий момент резания  $M_{кр рез} = P_z \times d_2/2 = 239 \times 23,513/2 = 2009,8$  Н·мм  $\approx 2,01$  Н·м;

б) при сверлении отверстия Ø11Н12 ружейным сверлом крутящий момент резания  $M_{кр рез} = 2,15$  Н·м;

Таблица 2.1 – Размеры резьбы метрической (из ГОСТ 24705-2004)

Номинальный диаметр резьбы $D$ , наружный диаметр резьбы $d$	Шаг $P$	Средний диаметр $D_2, d_2$	Внутренний диаметр $D_1, d_1$	Внутренний диаметр по дну впадины $d_3$
24	3	22,051	20,752	20,319
	2	22,701	21,835	21,546
	1,5	23,026	22,376	22,160
	1	23,350	22,917	22,773
	0,75	23,513	23,188	23,080

Принимаем наибольший крутящий момент для проектирования приспособления при сверлении отверстия  $\varnothing 11H12$  ружейным сверлом, который составляет  $2,15 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Учитывая возможное увеличение крутящего момента из-за износа сверла и других факторов, используем коэффициент увеличения крутящего момента при износе  $K_m = 1,5$ ,

тогда  $M_{кр \text{ рез прин}} = 2,15 \times 1,5 = 3,22 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

Осевая сила при сверлении  $P_o = 1497 \text{ Н}$ .

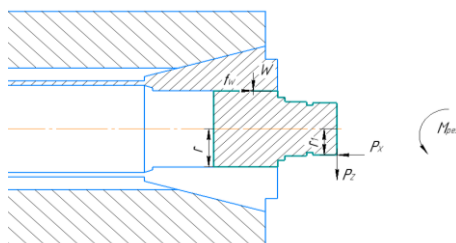


Рис. 2.5. Схема определения требуемого усилия зажима

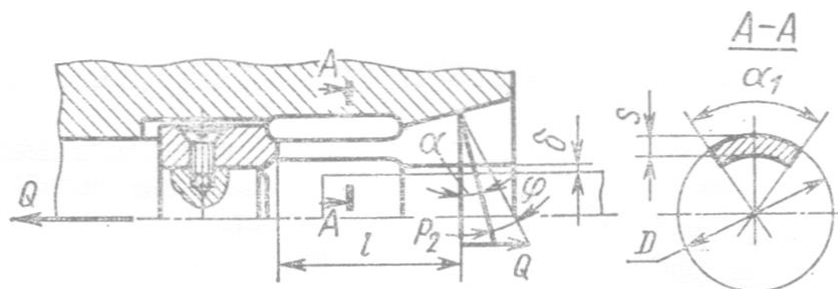


Рис. 2.6. Эскиз для определения усилия зажима заготовки в цанговом патроне без осевого упора

Осевая сила  $Q$ , необходимая для затягивания цанги, обеспечивающая силу зажима  $P_2$  (рис. 2.2.2):  $Q = (P_1 + P_2) \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)$ ,

где  $P_1 = 3 \cdot E \cdot J \cdot f \cdot z / l^3$  – сила, сжимающая лепестки цанги до их соприкосновения с поверхностью заготовки;

$P_2$  — сила зажима заготовки всеми лепестками цанги;

$\alpha$  – половина угла конуса цанги;

$\varphi$  – угол трения,  $\varphi = \operatorname{arctg} f_1$ ;

$f_1$  – коэффициент трения конусной поверхности цанги;

$E$  – модуль упругости первого рода (модуль Юнга). Для стали 65Г, из которой изготовлена цанга,  $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2 = 0,21 \cdot 10^6 \text{ Н/мм}^2 = 0,21 \cdot \text{МПа}$ ;

$l$  – расстояние от плоскости задела лепестка цанги до середины зажимающего конуса цанги;

$f$  – стрела прогиба лепестка,  $f = \Delta$ ;

$\Delta$  – зазор между цангой и заготовкой (до начала зажима);

$z$  – число лепестков цанги;

$J$  – момент инерции в сечении заделанной части лепестка, рассчитываемый по формуле:

$$J = [D^3 \cdot S (\alpha_1 + \sin \alpha_1 \times \cos \alpha_1 - 2 \cdot (\sin^2 \alpha_1) / \alpha_1)] / 8,$$

где  $D$  – наружный диаметр лепестков цанги;

$\alpha_1$  – угол сегмента лепестка цанги;

$S$  – толщина лепестка цанги.

С учётом  $J$  силу  $P_1$  можно рассчитать по формуле:

$$P_1 = (0,375 \cdot E \cdot D^3 \cdot S \cdot \Delta \cdot z / l^3) \times (\alpha_1 + \sin \alpha_1 \times \cos \alpha_1 - (2 \sin^2 \alpha_1) / \alpha_1).$$

При существенной разнице между диаметром заготовки на участке зажима и диаметром на участке приложения силы резания можно рассчитать силу зажима

$$P_2 = \frac{1}{f} \sqrt{M^2 / r^2 + q^2 \cdot K},$$

где  $M = P_z \cdot r_1$  – момент резания;

$r_1$  – расстояние от оси вращения шпинделя до точки приложения силы резания;

$r$  – радиус заготовки на участке зажима;

$P_z$  – сила резания, стремящаяся повернуть заготовку относительно цанги;

$q$  – составляющая часть усилия, приложенного при резании, сдвигающая заготовку вдоль оси,  $q = P_o$ ;

$K = 1,5-2,0$  — коэффициент запаса.

Момент резания  $M = M_{кр рез прин} = 2,15 \times 1,5 = 3,22 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;

$q = P_o =$  Осевая сила при сверлении  $P_o = 1497 \text{ Н}$ .

$r_1 = 24/2 \text{ мм} = 0,012 \text{ м}$  – учтено при расчёте  $M_{кр рез прин} = 2,15 \times 1,5 = 3,22 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;

$r = 35/2 = 17,5 \text{ мм} = 0,0175 \text{ м}$ ;

$D = 32...39 \text{ мм}$  – определяется из сборочного чертежа цангового патрона (по чертежу цанги) (см. рис. 2.2.2);

$S = 3,5...7 \text{ мм}$  – толщина лепестка цанги, определяется из сборочного чертежа цангового патрона (по чертежу цанги)

$\Delta = S_{max} = IT12 + IT9 = 0,15 + 0,043 + 0,052 + 0,052 = 0,297 \text{ мм} \approx 0,3 \text{ мм}$  ← допуск заготовки по  $\varnothing 11h12$  + допуск отверстие в цанге  $\varnothing 35H9$ ;  $S_{max}$  – наибольший зазор между цангой и заготовкой с  $\varnothing 11h12$  (до начала зажима) (см. рис. 2.1);

$\alpha_1 = 120^\circ$  – угол сегмента лепестка цанги;

$z = 3$  – число лепестков цанги;

$l$  – расстояние от контактной поверхности лезвия патрона до середины зажимного конуса патрона. Определяется из сборочного чертежа цангового патрона (по чертежу цанги) (см. рис. 2.2.2).

$$P_1 = \frac{0,375 \times 0,21 \times 39 \times 7 \times 0,3 \times 3}{25^3} \times \left( 120 + \frac{\sqrt{3}}{2} \times \frac{1}{2} - \frac{2 \times 0,75}{120} \right) = 227 \text{ Н}$$

$$P_2 = \frac{1}{0,3} \times \sqrt{\frac{3,22^2}{12^2} + 1497^2 \times 1,5} = 6111 \text{ Н}$$

$$Q = (227 + 6111) \times \tan \left[ \frac{15,66}{2} + \tan^{-1}(0,15) \right] = 1861 \text{ Н.}$$

### 2.3 Расчет основных параметров зажимного механизма

Диаметр пневматического цилиндра:

$$D_{\text{ц}} = 1,44 \times \sqrt{\frac{Q}{p}}$$

где  $p$  – давление воздуха в сети. С учётом потерь давления в цеховой пневмосети принимаем  $p = 0,4$  МПа.

$$D_{\text{ц}} = 1,44 \times \sqrt{\frac{1861}{0,4}} = 98,2 \text{ мм}$$

Принимаем  $D_{\text{ц}} = 100$  мм.

Определяем диаметр штока по формуле:

$$D = 0,7 \times \sqrt{Q} = 0,7 \times \sqrt{1861} = 35,2 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр штока  $D = 35$  мм.

### 3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

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

Студенту:

Группа	ФИО
154A01	Ван Шэнчэнь

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

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30 %</i>

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

1. <i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	<i>Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ</i>
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	<i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования</i>
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	<i>Расчет бюджетной стоимости НИ</i>
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	<i>Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.</i>

#### Перечень графического материала

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка конкурентоспособности ИР</li> <li>2. Матрица SWOT</li> <li>3. Диаграмма Ганта</li> <li>4. Бюджет НИ</li> <li>5. Основные показатели эффективности НИ</li> </ol>
--

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



**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель (БШ)	Громова Т. В.	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A01	Ван Шэнчэнь		

## **Введение**

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской работы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

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

Целью НИР является исследование и разработка привода линейного перемещения (выдвижения) руки строительного робота.

Целью выпускной квалификационной работы является технологическая подготовка производства детали «Стакан подшипниковый» на станках с ЧПУ.

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

#### **3.1.1. Анализ конкурентных технических решений**

В ходе исследования были рассмотрены различные типы наконечников для лабораторных мешалок:

- 1) Пропеллерные наконечники;
- 2) Турбинные насадки;

Таблица 3.1 – Сравнение конкурентных технических решений (исследовательских работ).

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Актуальность исследования	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
2. Энергэффективность	0,2	3	2	2	0,6	0,4	0,4
3. Удобство монтажа	0,05	4	3	4	0,25	0,15	0,15
4. Скорость работы	0,05	5	3	4	0,2	0,15	0,25
5. Надёжность	0,25	5	3	3	1,25	0,75	0,75
6. Безопасность	0,2	4	2	2	1	0,4	0,4
7. Устойчивость к внешним воздействиям	0,1	2	3	5	0,2	0,3	0,5
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Цена на расходы	0,025	5	5	5	0,125	0,125	0,125
2. Конкурентоспособность исследовательской работы	0,025	3	3	3	0,075	0,075	0,075
3. Финансирование научного исследования	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>40</b>	<b>33</b>	<b>37</b>	<b>4,15</b>	<b>2,8</b>	<b>3,1</b>

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

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

Где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

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

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность. Производство по изготовлению детали «Проставка» с использованием технологической подготовки, представленной в ВКР, является конкурентоспособным.

### 3.1.2. SWOT-анализ

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

Составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Матрица SWOT-анализа

<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
С1. Низкая стоимость используемого сырья.	Сл1. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.
С2. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.	Сл2. Необходимость в изготовлении специального приспособления;
С3. Широкая область применения.	Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.
С4. Дешевизна разработки	Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.
С5. Квалифицированный персонал.	Сл5. Высокие требования к качеству продукции.
<b>Возможности</b>	<b>Угрозы</b>
В1.Повышение квалификации Сотрудников.	У1. Отсутствие спроса на новые результаты исследования в частных предприятиях.
В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.	У2. Снижение стоимости разработок конкурентов.
В3. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	У3. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.
В4. Повышение стоимости конкурентных разработок.	У4. Появление новых производственных технологий.

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 3.3 –3.6.

Таблица 3.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	-	-	+	-
	B2	-	+	-	-	-
	B3	+	-	+	+	-
	B4	+	-	-	+	-

Таблица 3.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	+	+	+
	B2	+	-	+	-	-
	B3	-	-	-	-	-
	B4	-	+	+	+	+

Таблица 3.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	+	-	-	+
	У2	+	-	-	+	-
	У3	-	-	-	-	+
	У4	-	-	-	+	-

Таблица 3.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	+	+	+
	У2	-	-	-	-	-
	У3	-	-	-	-	-
	У4	-	+	-	-	+

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта
	<p>C1. Низкая стоимость используемого сырья.</p> <p>C2. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.</p> <p>C3. Широкая область применения.</p> <p>C4. Дешевизна разработки</p> <p>C5. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Сл1. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.</p> <p>Сл2. Необходимость в изготовлении специального приспособления;</p> <p>Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.</p> <p>Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.</p>

		Сл5. Вероятность получения брака.
<b>Возможности</b> В1. Повышение квалификации сотрудников. В2. Появление потенциального спроса на новые разработки. В3. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж. В4. Повышение стоимости конкурентных разработок.	<b>Направления развития</b> В1С4 ТПУ доступен для использования оборудования и имеет большое количество специалистов для содействия развитию В2С2С3 Значение для новых разработок В3С1С3С4 Низкая стоимость сырья, низкие затраты на разработку и широкий спектр применения - все это может открыть новые рыночные ниши В4С1С3 Низкая стоимость сырья, низкая стоимость разработки, конкуренты будут расти	<b>Сдерживающие факторы</b> В1Сл3Сл4Сл5 Оборудование ТПУ в основном используется в учебных целях и не имеет чрезвычайно сложных приборов В2Сл1Сл3 Высокие требования к точности оборудования, требующие нового оборудования для постоянного совершенствования В4Сл2Сл3Сл4Сл5 Высокие требования к оборудованию и трудности производства, что может привести к замедлению разработки продукции и конкурентному давлению
<b>Угрозы</b> У1. Отсутствие спроса на новые результаты исследования в частных предприятиях. У2. Снижение стоимости разработок конкурентов. У3. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок. У4. Появление новых производственных технологий.	<b>Угрозы развития</b> У1С1С4 Частные компании имеют фиксированный бизнес и могут не иметь квалифицированных операторов для производства новых продуктов У2С2С5 Низкая стоимость облегчит конкурентам проведение исследований У3У4С5 За рубежом есть профессионалы в этой области	<b>Уязвимости:</b> У1Сл3Сл4Сл5. Из-за отсутствия управленческого опыта и клиентской базы существует угроза отсутствия спроса на продукцию, вследствие чего дорогостоящее оборудование, используемое в технологии ВКР будет неоправданно.

SWOT-анализа показывает, что проект обладает как сильными, так и слабыми сторонами, также были идентифицированы потенциальные угрозы и возможности. Несмотря на риски, связанные с уменьшением стоимости продукции конкурентов, технология ВКР остается релевантной. Применение недорогого сырья для производства детали «Стакан подшипниковый» позволяет снизить затраты на производство, а использование автоматизированных устройств ускоряет процесс работы. Проект нацелен на расширение присутствия на рынке, а высококвалифицированные сотрудники гарантируют качество технологического процесса. Благодаря низкой стоимости производства и автоматизации, проект имеет потенциал для перехода к масштабному или массовому производству с использованием

ресурсосберегающих технологий. Однако проект сталкивается с уязвимостями из-за отсутствия управленческого опыта и клиентской базы, что создает риск недостаточного спроса, делая дорогостоящее оборудование неэффективным. Тем не менее, преимущества разрабатываемой технологии превосходят ее недостатки, и теоретически возможно устранить существующие проблемы. Итоговый SWOT-анализ подчеркивает необходимость приобретения управленческого опыта и активизации продаж для расширения клиентской базы, что поможет не только сохранить, но и увеличить спрос на продукцию.

### **3.2. Планирование научно-исследовательских работ**

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

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

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

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 3.8

Таблица 3.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения ВКР	Студент Научный руководитель

Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Студент
	4	Выбор методов исследования	Студент
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Студент Научный руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента	Студент
	7	Проведение эксперимента	Студент
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Студент
	9	Оценка правильности полученных результатов	Студент Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Студент

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

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

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

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

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

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

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

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

$$T_{р\ i} = \frac{t_{ож\ i}}{ч\ i},$$



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

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

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

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

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

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

$K_{kal}$  – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

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

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

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

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

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$
	$t_{min}$ , чел-дни		$t_{max}$ , чел-дни		$t_{ожi}$ , чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения ВКР	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4

3. Обзор научной литературы	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Планирование эксперимента	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7
6. Подготовка образцов для эксперимента	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
7. Проведение эксперимента	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Обработка полученных данных	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Оценка правильности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13
<b>Итого:</b>	7	59	15	84	10,2	69	68,5	102



Примечание: Исп. 1 – Научный руководитель, Исп. 2 –Студент.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 3.10).

Таблица 3.10 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп.	$T_{ki}$ кал. дн.	Продолжительность работ												
				февр			март			апр			май			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4	█												
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4	█												
3	Обзор научной литературы	Исп2	11		█											
4	Выбор методов исследования	Исп2	6			█										
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	7			█										
6	Подготовка образцов для эксперимента	Исп2	9				█									
7	Проведение эксперимента	Исп2	25					█	█	█						
8	Обработка полученных данных	Исп2	18								█	█	█			
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	5										█	█		
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13												█	█

*Примечание:*

 – Исп. 1 (научный руководитель),  – Исп. 2 (студент)

### 3.3. Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

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

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

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Таблица 3.11 материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество, ед.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Сталь 40X13	42	44,2	2234,68
Раствор по ТТП 01279-00001	56	1	56
Мерительный инструмент (линейка, штангенциркули, нутромер, индикаторные головки и др.)	15	комплект	250 000
Режущий инструмент (резцы, сверла, фреза, метчик и др.)	22	комплект	350 000
Итого:			602234,68

### 3.5. Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании

учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

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

где  $n$  – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \times И}{12} \times м$$

где  $и$  – итоговая сумма, тыс. руб.;  $м$  – время использования, мес.

Таблица 3.12 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.	М.в.из. мес.	$H_A = \frac{1}{n}$ %	$A_{амо.}$ тыс.руб.
1	Ленточнопильный станок Carif450 ВАСНС	1	50	0,6	33	4,167
2	Универсальный токарный станок ML 320x1000	1	30	0,7	25	1,875
3	ОБРАБОТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР СТХ beat 800ТС	1	10500	0,7	14	114,3
4	Муфельная печь КЭП-Z38/1100	1	150	0,3	11	35,1
Итого:			155,451			

Стоимость приобретенного специализированного оборудования составила 155451 руб.

### 3.6. Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{дор}$$

Где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;  $Z_{дор}$  – дополнительная заработная

плата.

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p$$

где  $Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата, руб.;  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 4.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \times M}{F_d} = \frac{55000 \times 10,3}{246} = 2303 \text{ руб}$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;  $F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 28 раб. дня –  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная рабочая неделя;
- при отпуске в 56 раб. дней –  $M = 10,3$  месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \times M}{F_d} = \frac{34000 \times 11,2}{246} = 1548 \text{ руб}$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_m = Z_{\text{мс}} \times (1 + K_{\text{пр}} + K_d) \times K_p = 29000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 56550$$

– для инженера:

$$Z_m = Z_{\text{мс}} \times (1 + K_{\text{пр}} + K_d) \times K_p = 18000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 35100$$

где  $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;  $k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равен 0,3;  $k_d$  – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;  $k_p$  – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 3.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
-----------------------------	--------------	---------

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

Таблица 3.14 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{мс.руб.}$	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м.руб}$	$Z_{дн.руб}$	$T_{р.раб.дн.}$	$Z_{осн.руб}$
Руководитель	29000	0,3	0,2	1,3	56550	2303	13,5	31090,5
Инженер	18000	0,3	0,2	1,3	35100	1548	68,5	106038
Итого:								137128,5

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{доп} = K_{доп} \times Z_{осн} = 0,15 \times 31090,5 = 4663,6 \text{ руб}$$

– для инженера:

$$Z_{доп} = K_{доп} \times Z_{осн} = 0,15 \times 106038 = 15905,7 \text{ руб}$$

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

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

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{внеб} = K_{внеб} \times (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \times (31090,5 + 4663,6) = 10726,23 \text{ руб}$$

– для инженера:

$$Z_{внеб} = K_{внеб} \times (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \times (106038 + 15905,7) = 36583,11 \text{ руб}$$

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

### 3.8. Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать

ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Величина накладных расходов определяется по формуле

$$Z_{\text{накл}} = \left( \frac{C_{\text{су.}}}{5} \right) \times K_{\text{нр}}$$

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

Таблица 3.15 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий Проект	Исп.2	Исп.3	
1	Материальные затраты НИ	8750	6214	15964	Пункт 3,3,1
2	Затраты на специальное оборудование	145165	153826	178055	Пункт 3,3,2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	137128,5	128070,9	128070,9	Пункт 3,3,3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	20569,3	20569,3	20569,3	Пункт 3,3,3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	47309,34	47309,34	47309,34	Пункт 3,3,4
6	Накладные расходы	57427,54	57427,54	57427,54	Пункт 3,3,5
Бюджет затрат НИ		359123,42	416349,68	413417,08	447396,08

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

Для определения эффективности исследования представим расчет интегрального показателя эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

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

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}$$

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

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

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

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 416349,68$  руб;  $\Phi_{\text{исп.2}} = 413417,08$  руб;  $\Phi_{\text{исп.3}} = 447396,08$  руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тех.пр.}} = \frac{\Phi_{\text{тех.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{416349,68}{447396,08} = 0,93$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{413417,08}{447396,08} = 0,92$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{447396,08}{447396,08} = 1$$

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

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР ( $I_{ri}$ ) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 3.16).

Таблица 3.16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

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



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

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^5 K_{\text{вес.}} \times T_{\text{пр/ис.}}$$

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

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{\text{р-исп.}i}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}}$$

$$I_{\text{исп.}1} = \frac{4,65}{0,93} = 5; I_{\text{исп.}2} = \frac{3,8}{0,92} = 4,13; I_{\text{исп.}3} = \frac{4,05}{1} = 4,05.$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 3.17).

Таблица 3.17 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,93	0,92	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,8	4,05
3	Интегральный показатель эффективности	5	4,13	4,05
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,81	0,78

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

является более эффективным по сравнению с конкурентами.

### **3.10. Выводы по разделу**

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

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

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

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 416349,68руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,93, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

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

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5, по сравнению с 4,13 и 4,05, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

## 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

### ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>		<b>ФИО</b>	
154A01		Ван Шэнчэнь	
<b>ШКОЛА</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение</b>	<b>Машиностроение</b>
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

«Технологическая подготовка производства детали «Простовка» на станках с ЧПУ»	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>- Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p>В качестве объекта исследования выступает деталь «Простовка». Область применения – машиностроительная, станкостроительная отрасль.</p> <p>Рабочая зона: производственное помещение.</p> <p>Размеры помещения: S 400 м<sup>2</sup>.</p> <p>Рабочая зона оснащена ленточнопильным станком, токарным станком, токарным и фрезерным станками с ЧПУ, двумя печами, водяной закалочной ванной, промывочной ванной. В рабочей зоне рядом с каждым оборудованием имеется решетка под ноги, тара, тумбочка инструментальная.</p> <p>В рабочей зоне проводятся операции технологического процесса изготовления детали «Простовка». Работа осуществляется за металлообрабатывающим оборудованием, что влечет за собой ряд вредных и опасных факторов.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Указать нормативные документы, регламентирующие организацию трудового процесса на вашем рабочем месте (см. список рекомендуемой литературы)</p>
<p><b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации :</b></p> <p>К факторам относят:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>присутствие вредных веществ;</li> <li>присутствие некомфортных метеоусловий;</li> <li>повышенные уровни шума, вибрации, инфразвука и ультразвука;</li> <li>недостаточную освещенность рабочей зоны;</li> <li>повышенный уровень электромагнитных излучений.</li> </ul>	<p>Каждый фактор рассматривается по следующему плану:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) источник возникновения фактора на анализируемом рабочем месте;</li> <li>2) возможные профессиональные заболевания или травмы, которые работник может получить в результате воздействия фактора;</li> <li>3) приведение допустимых норм с необходимой размерностью, а также при возможности проводится сравнительный анализ фактических значений факторов на соответствие нормативным значениям;</li> </ol>

	4)разрабатываются решения, обеспечивающие снижение влияния выявленных опасных и вредных факторов на работающих
<b>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации</b>  Указать, какое воздействия на селитебную зону, атмосферу, гидросферу и литосферу оказывает процесс разработки или эксплуатации проектного решения	1) Защита селитебной зоны; 2) Анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); 3) Анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); 4) Анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b> Перечислить возможные ЧС при разработке проектного решения; Разработать превентивные меры по предотвращению чрезвычайных ситуаций; Разработка действий и последующих решений для чрезвычайных ситуаций.	<b>Возможные ЧС</b> пожар, взрыв, внезапное обрушение производственного помещения.  <b>Наиболее типичная ЧС</b> Мороз в экстремальной погоде в Сибири
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОКД ОБД	Сечин А. И.	Д.Т.Н., профессор		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A01	Ван Шэнчэнь		

## **Введение**

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке Согласно стандарту ГОСТ Р ИСО 26000-2012 «Руководство по социальной ответственности», под термином социальная ответственность понимается ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду.

В разделе «Социальная ответственность» содержится 4 подраздела:

- Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. Данный подраздел включает в себя стандарты, которые необходимы для полноценной работы инженера, занимающегося проектированием и созданием различных деталей. Подраздел затрагивает такие вопросы, как: эргономические требования к рабочему месту инженера, эргономические требования к креслу, а также общие требования взаимодействия со средствами изображения информации т.к. грамотная организация рабочего пространства, играет важную роль в комфорте и продуктивности сотрудников.

- Производственная безопасность. В подразделе приведены опасные и вредные факторы на этапах производства кольца. Также приведена аналитика данных факторов в табличном виде.

- Экологическая безопасность. В подразделе рассматриваются факторы, которые могут негативно воздействовать на окружающую среду при создании кольца и какой ущерб они могут нанести природе.

- Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Данный подраздел посвящен вопросам возможных чрезвычайных ситуациях на производстве и технике безопасности на рабочих местах.

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

Нормативные документы, регламентирующие мое рабочее место - организация трудовых процессов на производстве, следующие :

1. ГОСТ EN 894-3-2012 Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 3. Органы управления.

2. СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда».

3. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

4. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

5. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

6. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.

7. ГОСТ 12.3.002-2014 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

8. Р 2.2.2006–05. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

9. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*

#### **4.2 Производственная безопасность**

УПН представляют собой место повышенной опасности с большим количеством вредных и опасных производственных факторов. В таблице 4.1 представлен перечень опасных и вредных производственных факторов, характерных для исследуемой среды, в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ.()

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

#### ***Вредные вещества***

Таблица 4.1 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте при выполнении НИР

№	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1	Производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека;	ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности; СанПиН 1.2.3685-21. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны; ГОСТ 12.1.000-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
2	Производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека (активное наблюдение за ходом производственного процесса, монотонность труда, перенапряжение анализаторов);	МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности»;
3	Производственные факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого искусственного освещения;	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 2305-95*; СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий;
4	Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды;	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;

### *Анализ показателей шума*

Шумовое загрязнение машиностроительных заводов в основном возникает при работе различных станков, воздушных компрессоров и сварочных аппаратов, а уровень звука может достигать 100 дБ(А). Вред шума для человека многогранен. Шум может вызвать глухоту и другие заболевания.

При длительной работе в условиях сильного шума органы внутреннего уха со временем подвержены качественным поражениям, которые приобретут перманентный сдвиг порога слышимости и шумовую глухоту. Глухота, вызванная шумом, связана с интенсивностью и частотой шума, а также с

продолжительностью шума. Чем больше интенсивность шума, выше его частота и больше время работы, тем больше вероятность появления заболеваний.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА.

Чтобы решить эту проблему, источники шума высокой интенсивности могут быть расположены централизованно, а также может быть установлено звукоизоляционное экранирование. Источники аэродинамического шума должны быть заглушены на впуске или выпуске. Звукоизоляция и звукопоглощение должны быть приняты для централизованной диспетчерской и послеоперационного помещения. Необходимо надевать противошумные беруши или наушники при входе на рабочее место, где интенсивность шума превышает 80 дБ(А).

#### *Анализ показателей электромагнитного загрязнения*

Любая цепь переменного тока излучает электромагнитную энергию, образуя электромагнитное поле переменной частоты. Когда частота превышает 100 000 раз в секунду, возникает высокочастотный ток и поля, которые могут негативно влиять на здоровье человека, вызывая головокружение, потерю памяти, учащенное сердцебиение и усталость.

В цехе по производству механических деталей используются электроприборы, генерирующие электромагнитные поля, поэтому важно учитывать их воздействие на организм при организации безопасности труда. При работе с ПЭВМ следует соблюдать санитарно-эпидемиологические нормы, так как производственные факторы могут негативно сказываться на здоровье.

Требования к конструкции ПЭВМ включают нежно-пастельные тона корпуса, диффузное рассеивание света, матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4-0,6, отсутствие блестящих частей и возможность поворота корпуса для фронтального обзора экрана.



Защита от электромагнитного излучения включает дистанционную и временную защиту, снижение интенсивности излучения, защиту рабочего места, экранирование по ГОСТ 12.4.154, использование индивидуальных средств защиты, таких как очки из металлизированной ткани и специальная одежда.

### ***Анализ электробезопасности***

При взаимодействии работников с заряженными частями электрооборудования из-за неисправности может произойти смертельный электрический удар. Для защиты жизни рабочих введена система инструктажа по электробезопасности и контроля за его соблюдением, предотвращающая вредные и опасные воздействия тока и дуги. Согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ), производственные цеха, коммерческие и бытовые объекты делятся на три категории риска: особо опасные помещения с относительной влажностью до 100%, химически активной или органической средой или с высокой влажностью; помещения с повышенной опасностью, такие как влажные или пыльные помещения, токопроводящие полы и высокие температуры; помещения без повышенной опасности с низкой влажностью (менее 75%).

Основные меры для обеспечения энергетической безопасности на заводе включают: электроприборы и оборудование с механической трансмиссией должны быть защищены кожухами или ограждениями; руки и другие части тела не должны находиться в зоне трансмиссии работающего оборудования; оборудование должно иметь защитное заземление для предотвращения поражения током при повреждении изоляции; необходимо усилить контроль за безопасностью кабельных проводов и увеличить число проверок в условиях сильных дождей или наводнений.

### ***Анализ пожарной безопасности.***

На заводе может произойти чрезвычайная ситуация, такая как внезапный обвал, взрыв или пожар, создающего угрозу жизни и здоровью работающих и причиняющего огромный материальный ущерб, поэтому крайне важно обеспечить пожарную безопасность здания.

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.

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). Учитывая специфику выполнения работ и наличие в помещении электронного оборудования, наиболее вероятно возникновение пожара.

Пожары при использовании электронного оборудования на заводе могут быть вызваны:

- током короткого замыкания;
- небрежностью оператора при использовании компьютера;
- возгоранием ПК из-за перегрузки.

В связи с этим, согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования», при работе с компьютером необходимо соблюдать следующие нормы пожарной безопасности:

- уменьшить количество одновременно подключенных пользователей для профилактики превышения допустимой нагрузки на электросеть;
- иметь средства пожаротушения (огнетушители), огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м;
- обеспечить беспрепятственный доступ персонала на пути эвакуации и проводить регулярные противопожарные учения;

В случае пожара необходимо сохранять спокойствие, немедленно сообщить в пожарную часть (01 или 112), следовать сигналам автоматических датчиков пожаротушения и звуковой системы, эвакуируясь по плану (см. рис.4.1).

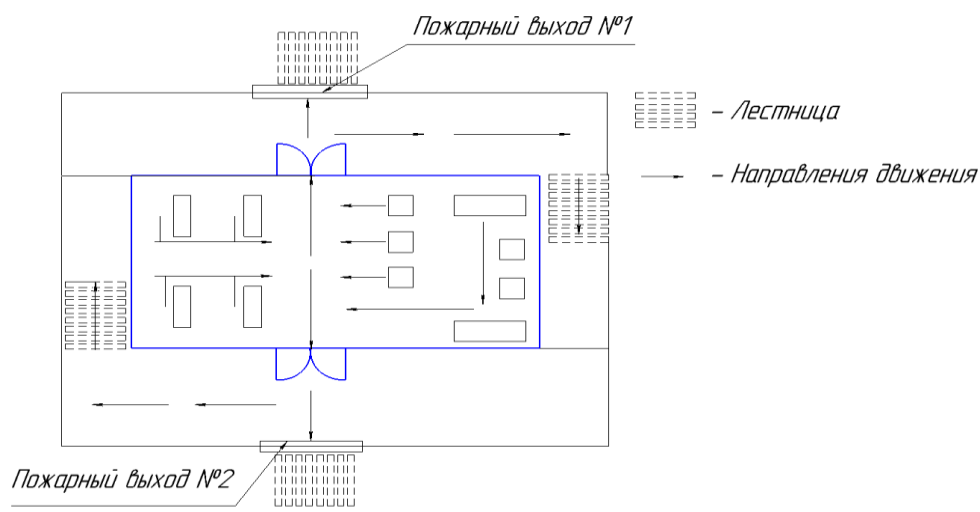


Рис.4.1 Пути эвакуации с 1 этажа производственного помещения

### 4.3 Экологическая безопасность

В процессе механической обработки деталей неизбежно возникает воздействие на окружающую среду, что проявляется в четырех основных аспектах:

#### *Защита жилых зон:*

Установление санитарно-защитных зон и выполнение требований по защите процессов и оборудования.

#### *Анализ воздействия на атмосферу:*

При механической обработке металлических деталей на токарных, шлифовальных, фрезерных, сверлильных станках и других типах оборудования образуется металлическая стружка, охлаждающая жидкость и большое количество пыли, которые через вентиляционные системы попадают в атмосферу.

Необходимо соблюдать требования нормативных актов по охране атмосферного воздуха, включая организацию производственного экологического контроля, регулирование выбросов загрязняющих веществ при неблагоприятных погодных условиях, проверку работоспособности и эффективности газоочистного оборудования.

#### *Анализ воздействия на гидросферу:*

При очистке станков и обрабатываемых деталей образуются промышленные отходы, загрязняющие воду и негативно влияющие на её качество, среду обитания рыб и другие водные экосистемы.

Требуется соблюдение нормативных актов по охране водных ресурсов, а также принятие мер по разработке безотходных и безводных технологий, использованию систем оборотного водоснабжения, очистке промышленных и городских сточных вод, а также обезвреживанию городских сточных вод и канализации.

Эти меры помогут минимизировать негативное воздействие на окружающую среду и обеспечат соблюдение экологических стандартов.

#### *Анализ воздействия объекта на литосферу*

Машиностроительные заводы должны соблюдать требования нормативных правовых актов, регулирующих отношения между земельными ресурсами и охраной недр. При эксплуатации машиностроительных заводов необходимо проводить охрану земель, обеспечивающую рекультивацию деградации и загрязнения земель.

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

Чрезвычайно низкие зимние температуры - очень обычная ситуация для сибирского региона, где объекты очень подвержены внезапным возникновением сильных морозов и повреждений. Для электрических компонентов слишком низкие температуры могут привести к ослаблению болтов, плохому контакту контактов и авариям в заводская система отопления и даже обморожение рабочих.

Поэтому очень необходимо иметь достаточное количество и мощность обогревателей, которые могут решить проблему горячего водоснабжения заводчан и замерзания оборудования, кроме того, очень важны и генераторы, которые могут обеспечить защиту от внезапных обрывов линий электропередач; Для работающих при низких температурах должны быть подготовлены утепленная рабочая одежда и защитная обувь, в том числе вязаные защитные щитки для лица, меховые перчатки и шапки с накидками, а работникам следует выдавать крем для защиты от обморожения, а рабочие должны регулярно обучаться правилам безопасной работы при низких температурах правила оказания первой помощи при переохлаждении и обморожении.

Для предотвращения проникновения посторонних лиц на рабочее место и причинения ущерба производственным объектам завод должен быть оборудован видеокамерами и установлен на видном месте предупредительными знаками. Если непрофессионалам необходимо войти в рабочую зону по необходимым причинам, они должны сначала связаться с администратором завода и получить разрешение перед входом.

#### 4.5 Выводы по разделу

В данном разделе рассмотрены вопросы обеспечения производственной и экологической безопасности при эксплуатации производственного объекта. Определены опасные и вредные факторы, их источники и воздействие на человека. Приведены допустимые нормы и предложены мероприятия для снижения их влияния. Проанализировано воздействие на атмосферу, гидросферу и литосферу, предложены природоохранные мероприятия. Приняты меры по предотвращению ЧС, включая пожары.

Производственное помещение относится ко второй категории по электробезопасности (ПУЭ), для работников требуется знание Правил не ниже II группы по электробезопасности. Труд относится к III категории по СанПиН 1.2.3685-21 (энергозатраты более 290 Вт), помещение пожароопасное (категория В2 по СП 12.13130.2009). Объект оказывает негативное воздействие на окружающую среду (III категория по правительственному постановлению).

## Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были рассмотрены ключевые аспекты и этапы технологической подготовки производства детали «Проставка» на станках с ЧПУ. Основное внимание было уделено разработке оптимальных технологических процессов, выбору необходимого оборудования и инструментов, а также созданию эффективной и точной управляющей программы для ЧПУ.

При разработке технологического процесса детали «Проставка» выполнен анализ технологичности ее конструкции, осуществлена проверка работоспособности и эксплуатационных свойств конструкции детали с помощью САЕ-системы, подобран метод получения заготовки, спроектирован технологический маршрут, состоящий из 7 операций, выполнен расчёт припусков на механическую обработку и составлен технологический процесс, согласно выбранному оборудованию и средств технологического оснащения, выполнен расчет режимов резания и нормирования технологических операций.

С помощью САМ-системы «SprutCAM 15» разработаны УП для операций «020 Токарная с ЧПУ» и «025 Токарно-фреерная с ЧПУ».

Рассчитаны технико-экономические показатели технологического процесса. По итогам выполненных расчетов следует, что спроектированный технологический процесс детали «Проставка» с точки зрения технического принципа проектирования является технически совершенным и позволит с указанной точностью и шероховатостью получить изделие на выходе, согласно чертежу. С точки зрения экономического принципа проектирования разработанный ТП является экономически выгодным и целесообразным.

## Список литературы

1. Аверьянов И.Н., Болотеин А.Н Проектирование и расчет станочных и контрольно- измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие. – Рыбинск: РГАТА, 2010.- 220 с.
2. Ансеров М.А. Зажимные приспособления для токарных и круглошлифовальных станков. – Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы // Москва,1948. – 92с.
3. Белов Н.А. Безопасность жизнедеятельности – М.: Знание, – 2000 – 364с.
4. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.– 256 с.
5. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. – 1979.
6. Методы оценки финансово-экономической эффективности инвестиционного проекта без учета фактора времени.
7. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ,2006. – 100 с.
8. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2016.
9. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2 (1985 г) Под ред. А.Г. Косиловой. – URL:[Справочник технолога-машиностроителя. Том 2 - Косилова А.Г., Мешеряков Р.К. \(djvu.online\)](#) (дата обращения: 01.06.2023)
10. Стружестрах Е.И.Справочник нормировщика-машиностроителя 156 Том 2. – Москва, 1961. – 892 с.
11. Справочник технолога-машиностроителя. Том 2./Под ред. А.Н. Малова. - М.: Машиностроение, 1972. - 568 с.
12. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974. - 328 с.



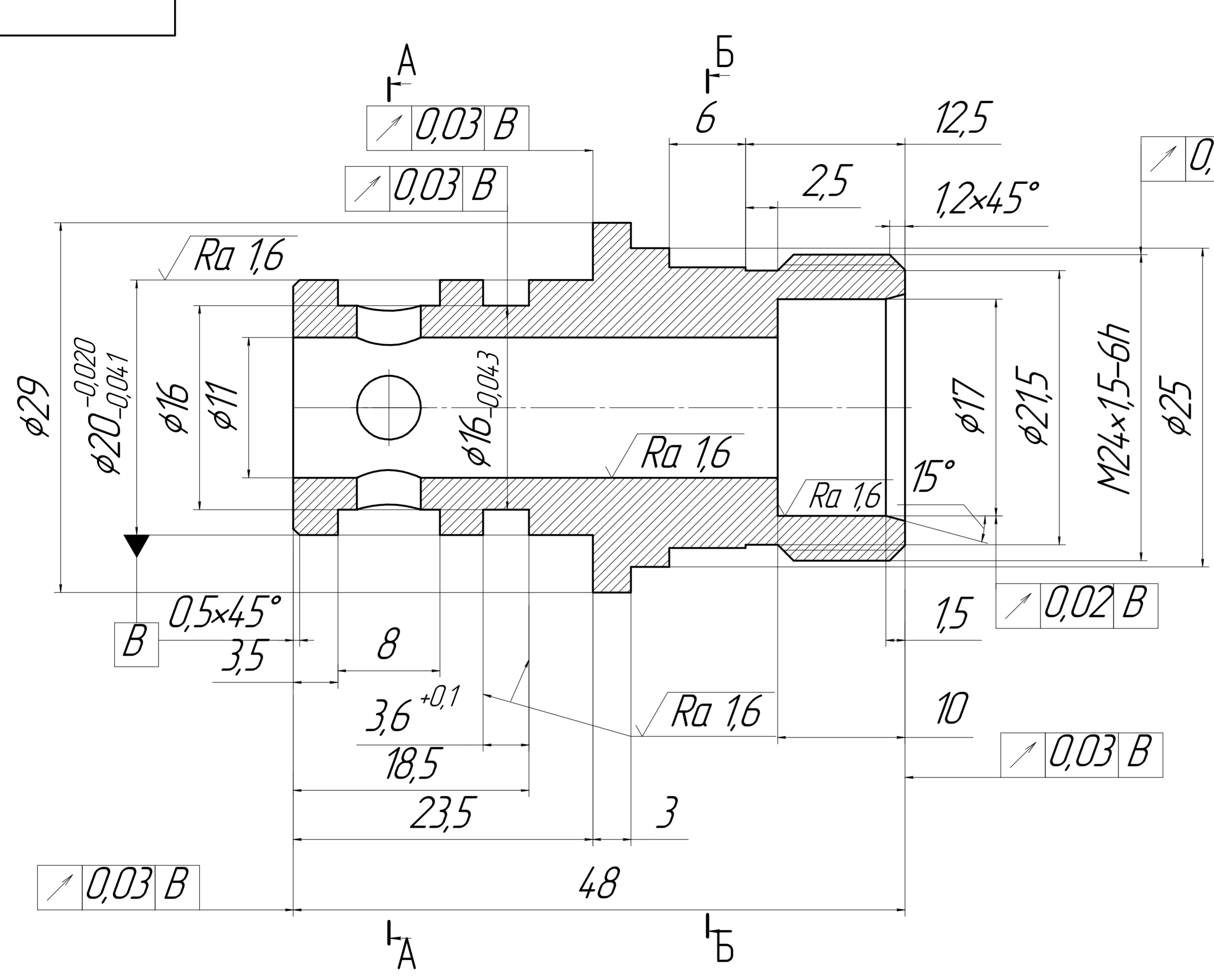
**Приложение А(Формат А2)**

**Чертежи детали«Проставка»**

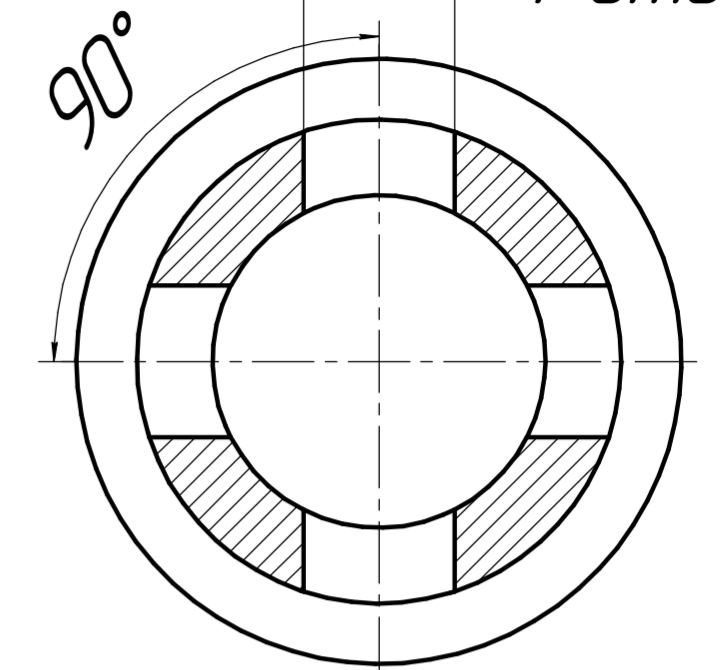
Перв. примен.

Склад. №

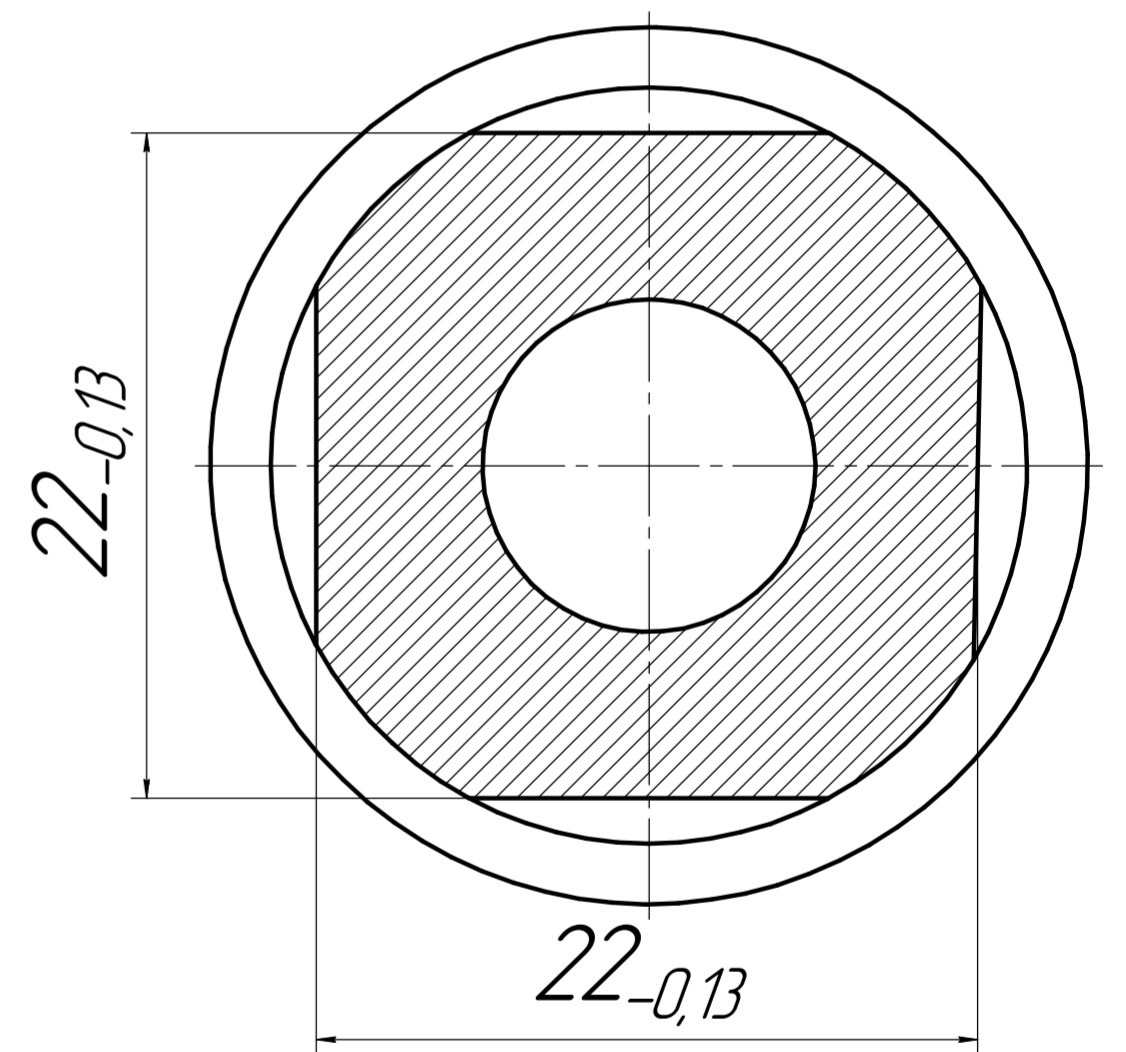
Контракт-30 v21 Челябинск Версия © 2022 ООО "АЮС-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.  
Инд. № подл. Взам. инд. № Инд. № дробл. Подп. и дата



$\sqrt{Ra\ 3,2 (\checkmark)}$   
A-A  $\phi 5$   
4 отв.

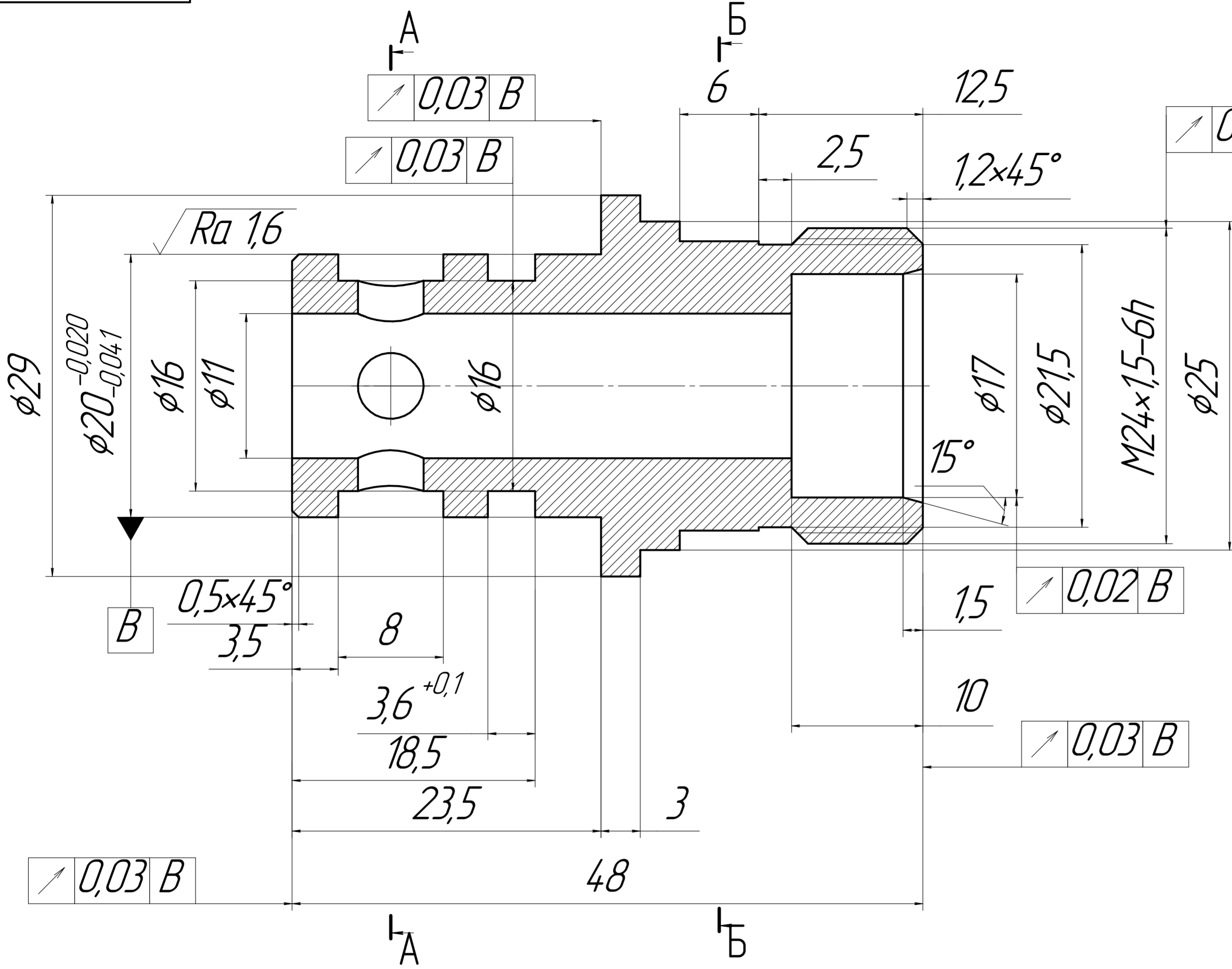


Б-Б

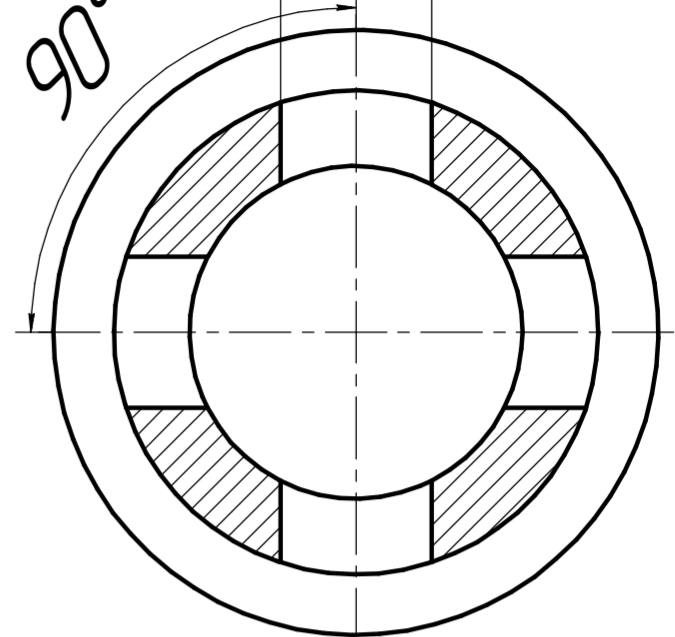


1. H12, h12,  $\pm \frac{IT12}{2}$   
2. 32...36 HRC

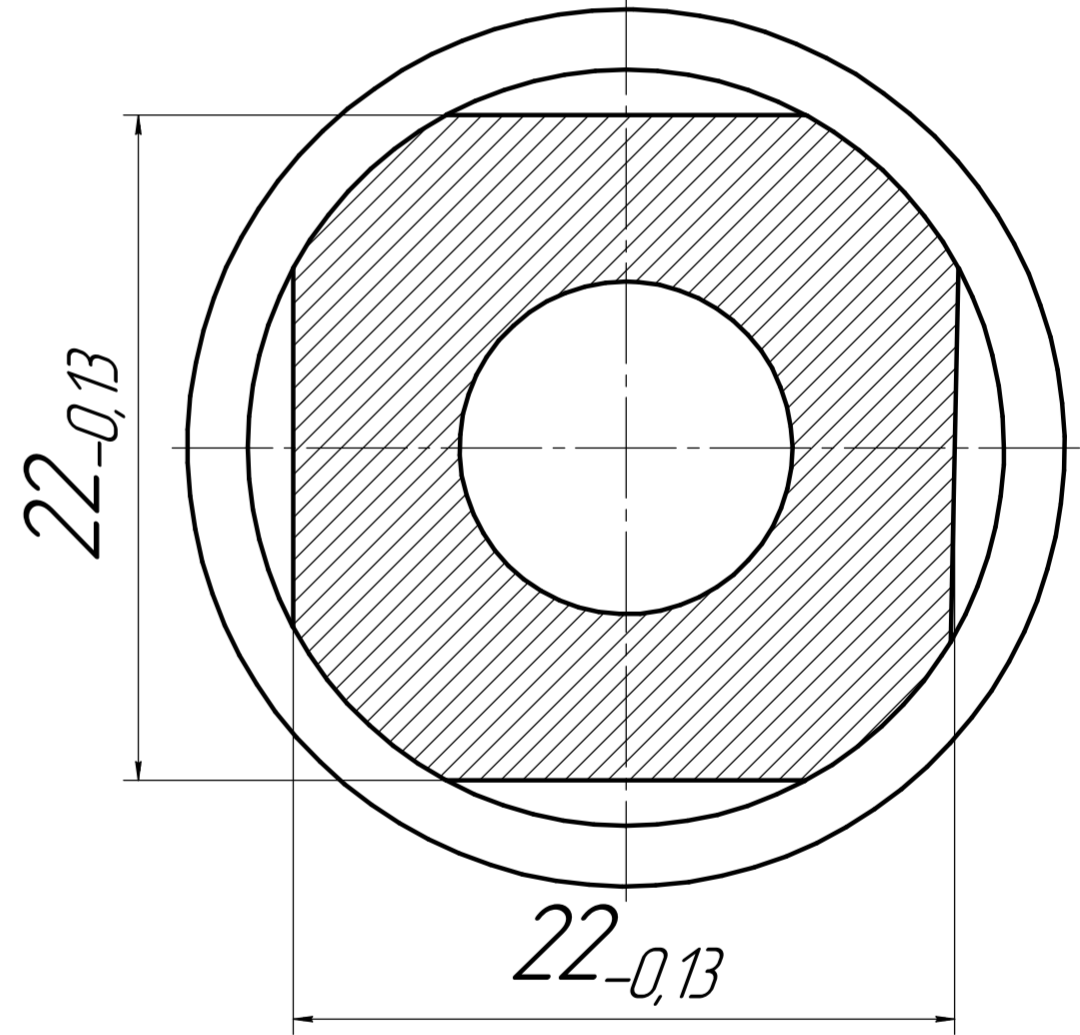
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.							4:1
Проб.					Лист	Листов	1
Т.контр.					Сталь 40X13 ГОСТ 5632-2014		
Н.контр.					Копировал		
Утв.					Формат А2		



A-A  $\phi 5$   
4 отв.



Б-Б



1. H12, h12,  $\pm \frac{IT12}{2}$   
2. 32...36 HRC

ИШНПТ-154А20002.00.00.00  
Изм. № 1  
Изм. № 2  
Изм. № 3  
Изм. № 4  
Изм. № 5  
Изм. № 6  
Изм. № 7  
Изм. № 8  
Изм. № 9  
Изм. № 10  
Изм. № 11  
Изм. № 12  
Изм. № 13  
Изм. № 14  
Изм. № 15  
Изм. № 16  
Изм. № 17  
Изм. № 18  
Изм. № 19  
Изм. № 20  
Изм. № 21  
Изм. № 22  
Изм. № 23  
Изм. № 24  
Изм. № 25  
Изм. № 26  
Изм. № 27  
Изм. № 28  
Изм. № 29  
Изм. № 30  
Изм. № 31  
Изм. № 32  
Изм. № 33  
Изм. № 34  
Изм. № 35  
Изм. № 36  
Изм. № 37  
Изм. № 38  
Изм. № 39  
Изм. № 40  
Изм. № 41  
Изм. № 42  
Изм. № 43  
Изм. № 44  
Изм. № 45  
Изм. № 46  
Изм. № 47  
Изм. № 48  
Изм. № 49  
Изм. № 50  
Изм. № 51  
Изм. № 52  
Изм. № 53  
Изм. № 54  
Изм. № 55  
Изм. № 56  
Изм. № 57  
Изм. № 58  
Изм. № 59  
Изм. № 60  
Изм. № 61  
Изм. № 62  
Изм. № 63  
Изм. № 64  
Изм. № 65  
Изм. № 66  
Изм. № 67  
Изм. № 68  
Изм. № 69  
Изм. № 70  
Изм. № 71  
Изм. № 72  
Изм. № 73  
Изм. № 74  
Изм. № 75  
Изм. № 76  
Изм. № 77  
Изм. № 78  
Изм. № 79  
Изм. № 80  
Изм. № 81  
Изм. № 82  
Изм. № 83  
Изм. № 84  
Изм. № 85  
Изм. № 86  
Изм. № 87  
Изм. № 88  
Изм. № 89  
Изм. № 90  
Изм. № 91  
Изм. № 92  
Изм. № 93  
Изм. № 94  
Изм. № 95  
Изм. № 96  
Изм. № 97  
Изм. № 98  
Изм. № 99  
Изм. № 100

ИШНПТ-154А20002.00.00.00				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	0,09	4:1
Разраб.	Ван Шэнчэнь					
Проб.	Козлов В.Н.					
Т.контр.					Лист	Листов
Н.контр.					1	1
Утв.					ТТУ	ИШНПТ
					Группа	154А01
Сталь 40Х13 ГОСТ 5632-2014					Копировал	
					Формат А2	

## **Приложение Б**

### **Комплект технологической документации**

Дудл.			
Взам.			
Подп.			

			Ван Ш.	

ИШНПТ-154А20002.00.00.01

19

1

НИ ТПУ

ИШНПТ-154А20002.00.00.01

Простовка

У

СОГЛАСОВАНО  
Представитель заказчика

УТВЕРЖДАЮ  
Гл. инженер

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский томский политехнический университет»

Комплет технологической документации  
на технологический процесс  
детали «Проставка»

Руководитель: к.т.н., доцент  
/Козлов В.Н.

Исполнитель: студент группы 154А01  
/Ван Шэнчнь





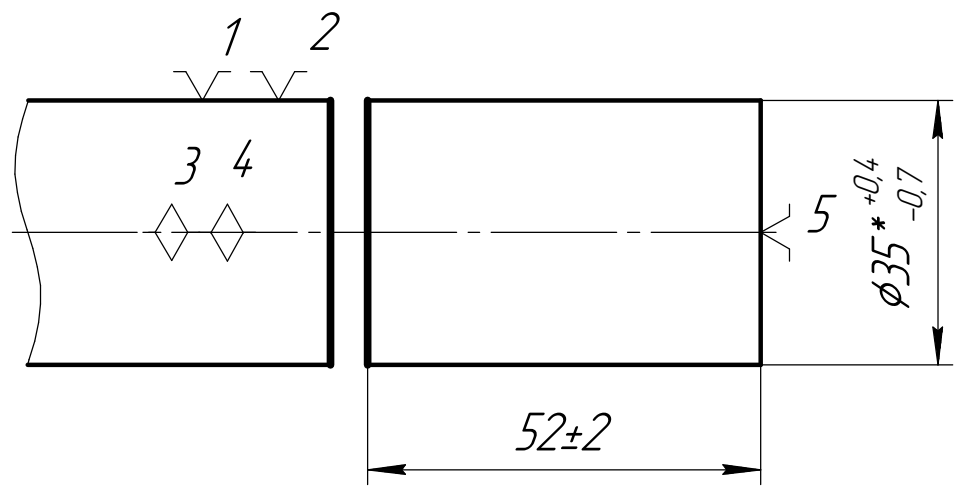
Дудл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ИШНПТ-154А20002.00.00.01 1

Разрод.	Ван Шэнчэнь			НИ ТПУ	ИШНПТ-154А20002.00.00.01		ИШНПТ 154А01	
Пробер.	Козлов В.Н.							
Н. Контр.	Козлов В.Н.			Простовка			У	005

$\sqrt{Ra\ 3,2(\sqrt{1})}$



\*Размер для справок.



Дудл.																			
Взам.																			
Подп.																			

Разрод.	Ван Шэнчэнь																		
Провер.	Козлов В.Н.																		

НИ ТПУ

ИШНПТ-154А20002.00.00.01

ИШНПТ 154А01

Н. Контр.	Козлов В.Н.																		

Простовка

У

005

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МЦ	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Заготовительная	40Х13 ГОСТ 5632-2014	180	К2	0,09	φ35×52	0,393	1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ	
Консольный ленточнопильный станок Carif 450 BASNC		1,3		1	1,3		

Р	Содержание перехода	ПИ	П или В	l	t	i	S	п	v
---	---------------------	----	---------	---	---	---	---	---	---

001 1. Установить заготовку в призму.

002 Базы: наружный диаметр и торец.

003 2. Отрезать заготовку, выдерживая размер  $52 \pm 2$  мм.

Т04 Дисковая пила 2257-0163 с вставками Р6М5 φ800 ГОСТ 4047-82

Т05 Линейка 1500×45 мм ГОСТ 427-75

ОК Операционная карта

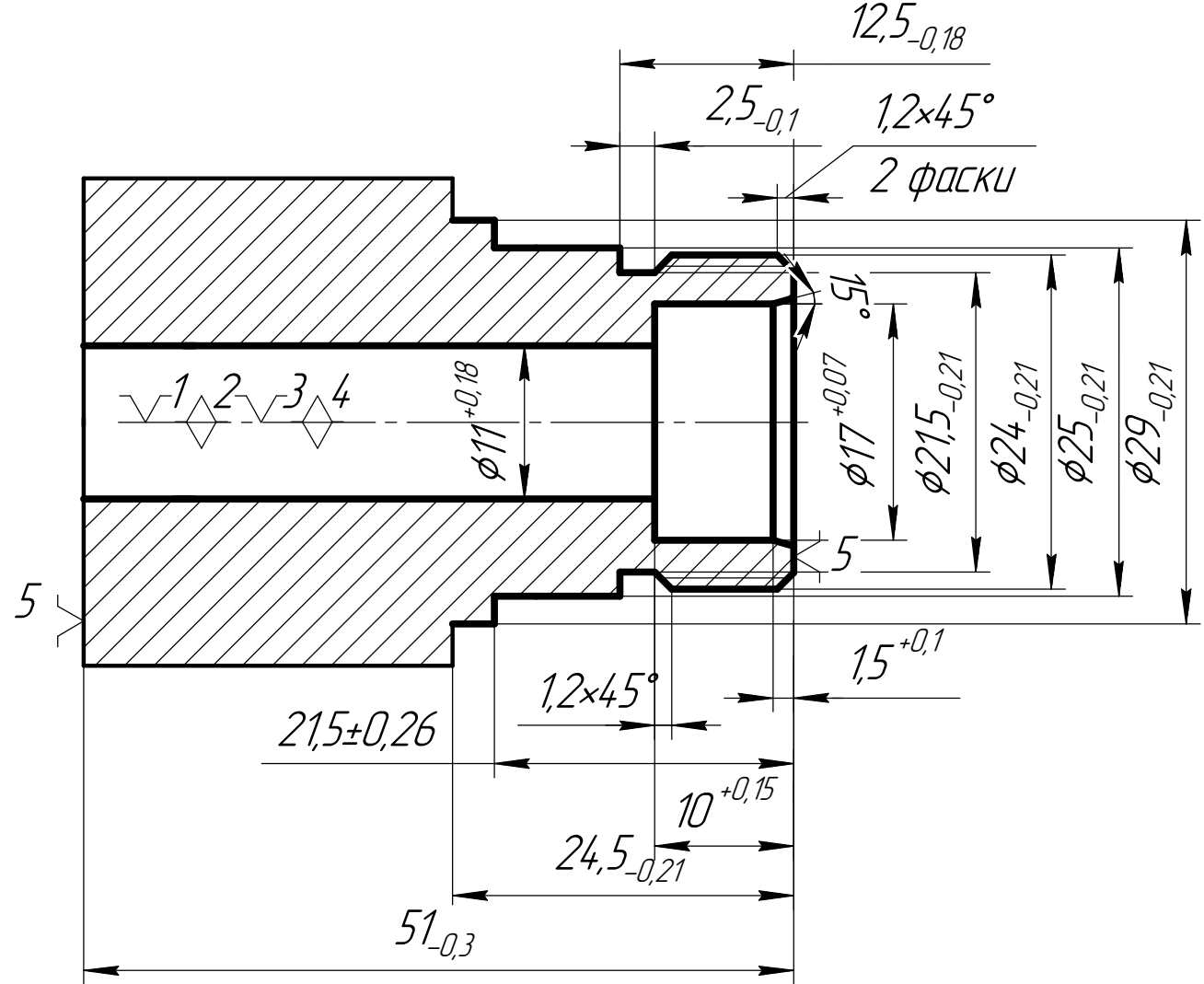
Дудл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ИШНПТ-154А20002.00.00.01 2

Разрод.	Ван Шэнчэнь			НИ ТПУ	ИШНПТ-154А20002.00.00.01		ИШНПТ 154А01
Провер.	Козлов В.Н.						

Н. Контр. Козлов В.Н. Простовка Ч 010







Дудл.																			
Взам.																			
Подп.																			

3

ИШНПТ-154А20002.00.00.01

ИШНПТ 154А01

010

Р	Содержание перехода	П	П или В	l	t	i	S	п	v
P01					2	3	0,1	400	100
O02	8.Снять левую фаску 1,2×45°.								
T03	Резец для контурного точения 2101-0602 ГОСТ 20872-80, режущая пластина 08116-170405-230 Т15К6								
T04	шаблон для фасок 86698-22								
O05	Образцы шероховатости 1,6-6,3 ГОСТ 9378-93								
P06					2	3	0,1	400	100
O07	9.Сверлить сквозное отверстие $\phi 11(+0,18)$ .								
T08	Цанга 7010-0032-d11 ГОСТ 2876-80								
T09	Сверло $\phi 11$ 2302-0032-1141 ГОСТ 20695-75 P6M5.								
T10	Образцы шероховатости 1,6-6,3 ГОСТ 9378-93								
P11		$\phi 11$			7,5	6	0,3	640	30
T12	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.								
T13	Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378-88								
O14	10.Расточить отверстие $\phi 17(+0,18)$ , выдерживая размер $10(+0,15)$ .								
T15	Резец расточной 2141-0007 ГОСТ 18883-73								
P16					11	12	0,3	470	100
T17	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.								
T18	Образцы шероховатости 1,6-6,3 ГОСТ 9378-93								
OK	Операционная карта								



Дудл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

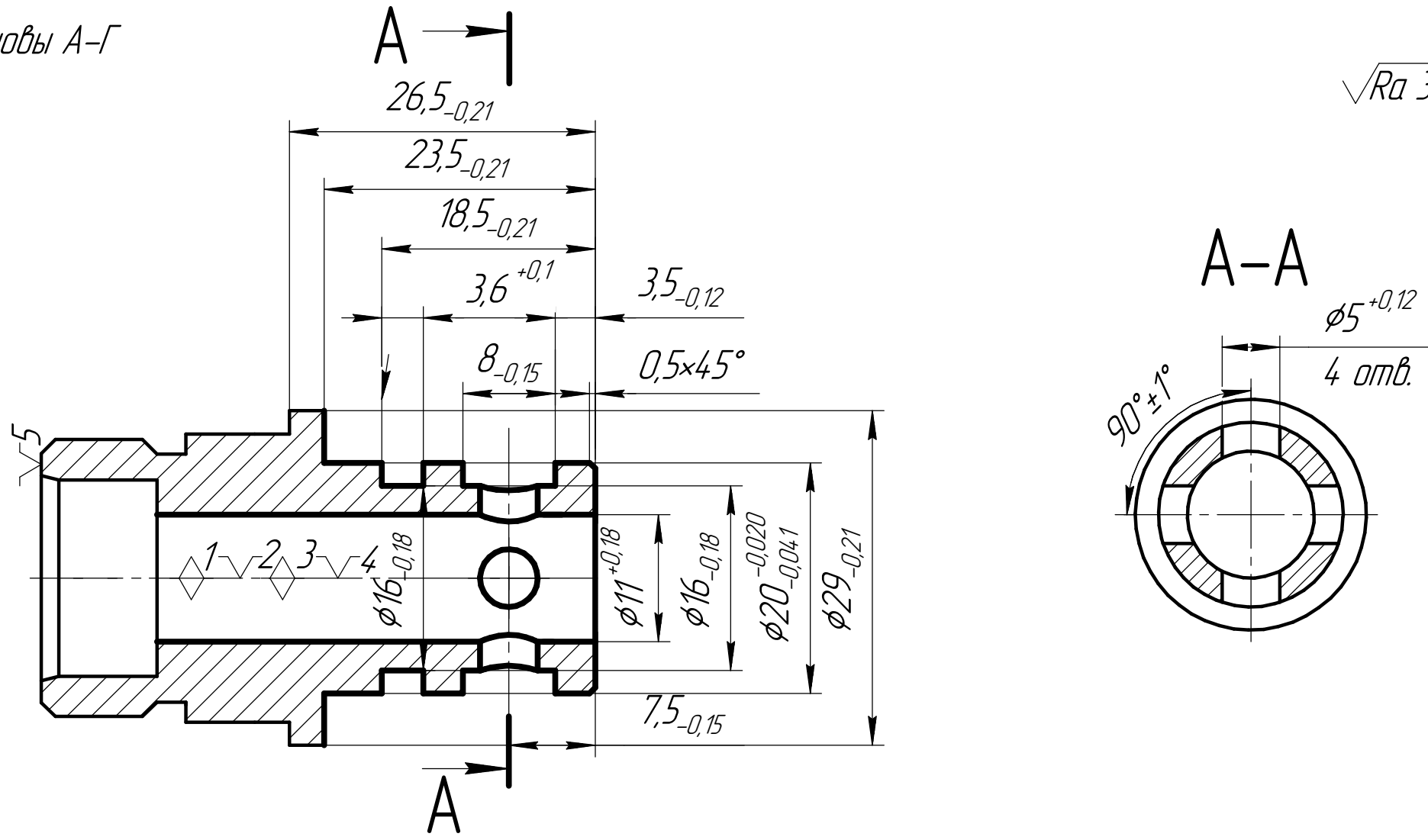
ИШНПТ-154А20002.00.00.01 3

Разрод.	Ван Шэнчэнь		НИ ТПУ	ИШНПТ-154А20002.00.00.01		ИШНПТ 154А01
Провер.	Козлов В.Н.					

Н. Контр.	Козлов В.Н.		Простовка			У	020
-----------	-------------	--	-----------	--	--	---	-----

Установы А-Г

$\sqrt{Ra} 3,2$



Дудл.											
Взам.											
Подп.											

4 1

Разработ.	Ван Шэнчэн			НИ ТПУ	ИШНПТ-154А20002.00.00.01		ИШНПТ 154А01
Провер.	Козлов В.Н.						

Н. Контр.	Козлов В.Н.			Простовка				У	020
-----------	-------------	--	--	-----------	--	--	--	---	-----

Наименование операции	Материал	Твердость	EB	МЦ	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Токарная с ЧПУ	40Х13 ГОСТ 5632-2014	180	К2	0,09	φ35×52	0,393	1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тлз.	Тшт.	СОЖ	
Токарный станок с ЧПУ СКЕ 6150Z	8700-0001	1		1,8	1	Эмульсия	

P	Содержание перехода	ПН	П или В	l	t	i	S	п	v
---	---------------------	----	---------	---	---	---	---	---	---

001 1. Установить деталь в цанговом патроне с пневмозажимом.

002 База: наружный диаметр φ25h9 и торец уступа по середине заготовки.

003 2. Подрезать торец, выдерживая размер 26,5(-0,21).

T04 Резец подрезной 2112-0005 ВК6 ГОСТ 18880-73.

T05 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

T06 Образцы шероховатости 1,6-6,3 Т ГОСТ 9378-93

P07 2 95 0,63 2500 110

008 3. Точить наружную поверхность, выдерживая размер φ20 на длину 23,5(-0,21).

T09 Резец проходной 2100-2617 ВК6 ГОСТ 28980-91

T10 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

T11 Образцы шероховатости 1,6-6,3 ГОСТ 9378-93

P12 2 3 0,58 2600 120

013 4. Точить наружную канавку, выдерживая размер φ16(-0,18) и размер 18,5(+0,21) на длину 3,6(+0,1).

OK	Операционная карта								
----	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--





Дудл.																			
Взам.																			
Подп.																			

3

ИШНПТ-154А20002.00.00.01

ИШНПТ 154А01

020

Р	Содержание перехода	П	П. или В	l	t	i	S	п	v
P01					2	3	0,1	400	100
002	8. Повернуть деталь на 90°								
T03	Сверлить радиальное отверстие выдерживая размеры 5(+0,12), 7,5(-0,15), 90°(±1°).								
T04	Центровочное сверло φ5 2317-0111 ГОСТ 14.952-750.								
005	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.								
P06	Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378-88								
P07					2	3	0,1	400	100
008	9. Повернуть деталь на 90°								
T09	Сверлить радиальное отверстие выдерживая размеры 5(+0,12), 7,5(-0,15), 90°(±1°).								
T10	Центровочное сверло φ5 2317-0111 ГОСТ 14.952-750.								
011	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.								
P12	Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378-88								
013					2	3	0,1	400	100
014	10. Повернуть деталь на 90°								
T15	Сверлить радиальное отверстие выдерживая размеры 5(+0,12), 7,5(-0,15), 90°(±1°).								
T16	Центровочное сверло φ5 2317-0111 ГОСТ 14.952-750.								
017	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.								
P18	Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378-88								

OK

Операционная карта

Дудл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

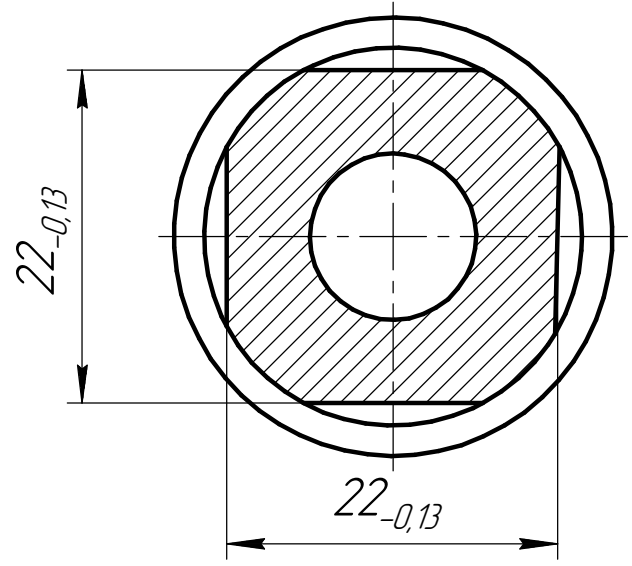
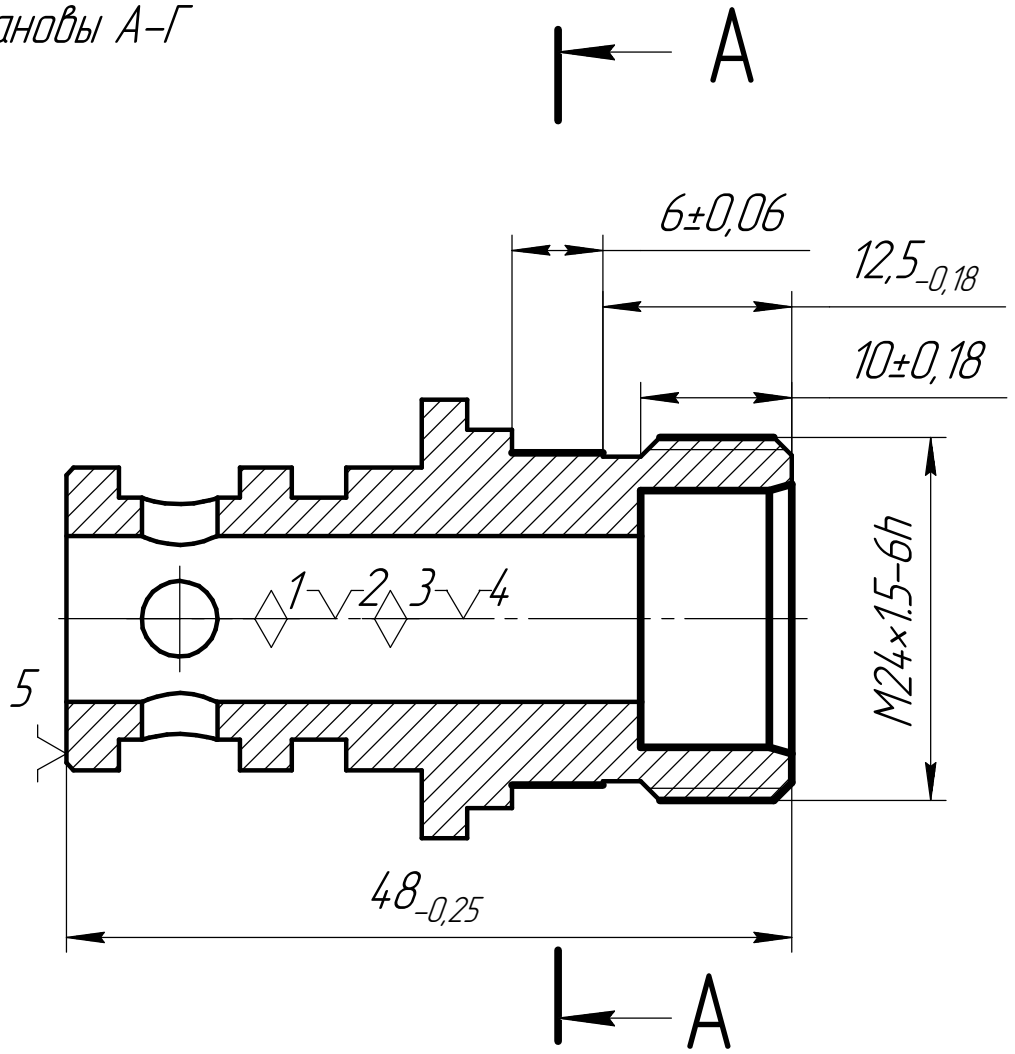
ИШНПТ-154А20002.00.00.01 4

Разрод.	Ван Шэнчэнь			НИ ТПУ	ИШНПТ-154А20002.00.00.01		ИШНПТ 154А01	
Пробер.	Козлов В.Н.							
Н. Контр.	Козлов В.Н.			Простовка			У	025

Установы А-Г

$\sqrt{Ra\ 3,2}$

А-А



Дудл.																			
Взам.																			
Подп.																			

3 1

Разрод.	Ван Шэнчэнь																		
Провер.	Козлов В.Н.																		

НИ ТПУ

ИШНПТ-154А20002.00.00.01

ИШНПТ 154А01

Н. Контр.	Козлов В.Н.																		

Простовка

У

025

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МЦ	Профиль и размеры	МЗ	КОИЦ
Токарно-фрезерная с ЧПУ	40Х13 ГОСТ 5632-2014	180	к2	0,09	φ35×52	0,393	1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тлз.	Тшт.	СОЖ	
Обрабатывающий центр СТХ beta 800ТС	8700-0001	1		1,8	1	Эмульсия	

Р	Содержание перехода	ПИ	П или В	l	t	i	S	п	v
---	---------------------	----	---------	---	---	---	---	---	---

001 1. Установить деталь в трехкулачковом патроне

002 База: наружный диаметр и торец

003 2. Подрезать начисто торец 48(-0,25).

Т04 Резец подрезной Sandvik CjuyvfntRF1 51/23-3225-30M1; Пластина R151/2-300 12 -5F 11225.

Т05 Штангециркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Т06 Образцы шероховатости 1,6-6,3 Т ГОСТ 9378-93

Р07 2 95 0,5 2200 110

008 3. Нарезать наружную резьбу, выдерживая размеры M24×1,5-6h и 10±0,18.

Т09 Резец для нарезания резьбы Sandvik Coromant 266LFG -2525-16.

Т10 Штангециркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Т11 Образцы шероховатости 1,6-6,3 ГОСТ 9378-93

Р12 2 3 0,58 2600 120

013 4. Фрезеровать лыску, выдерживая размеры 6(+0,06), и 22(-0,13).

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

OK

Операционная карта

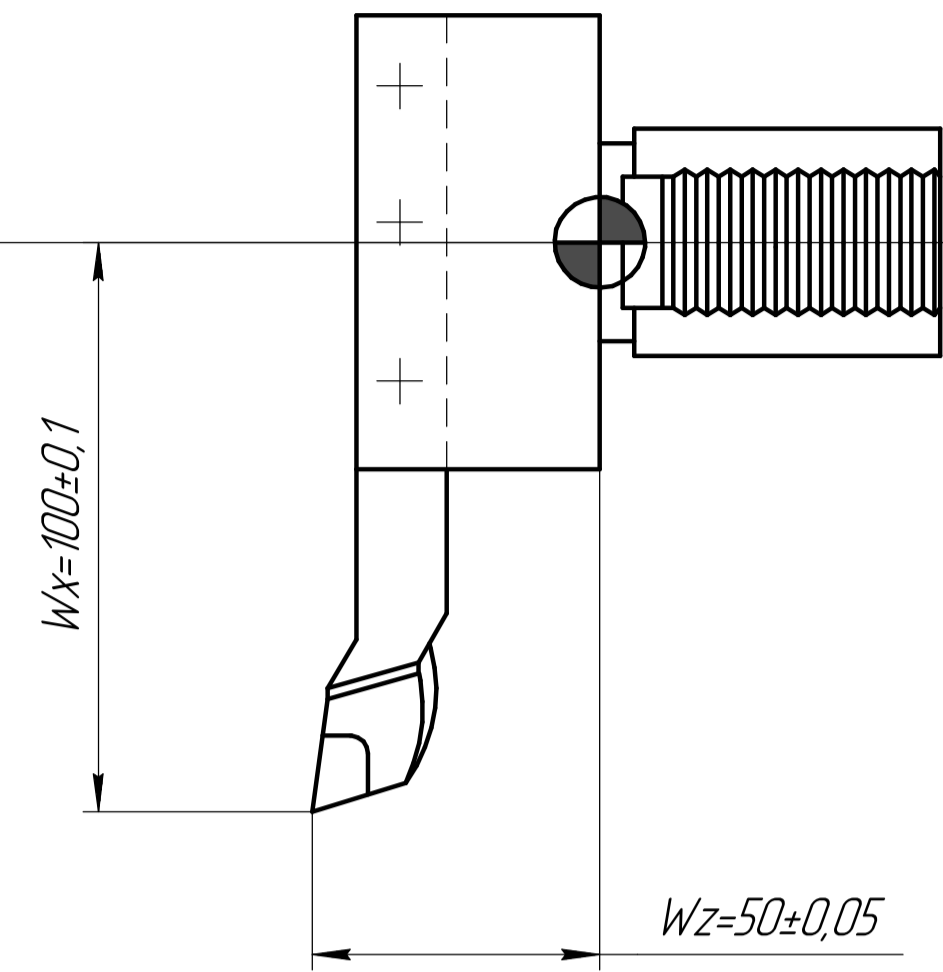




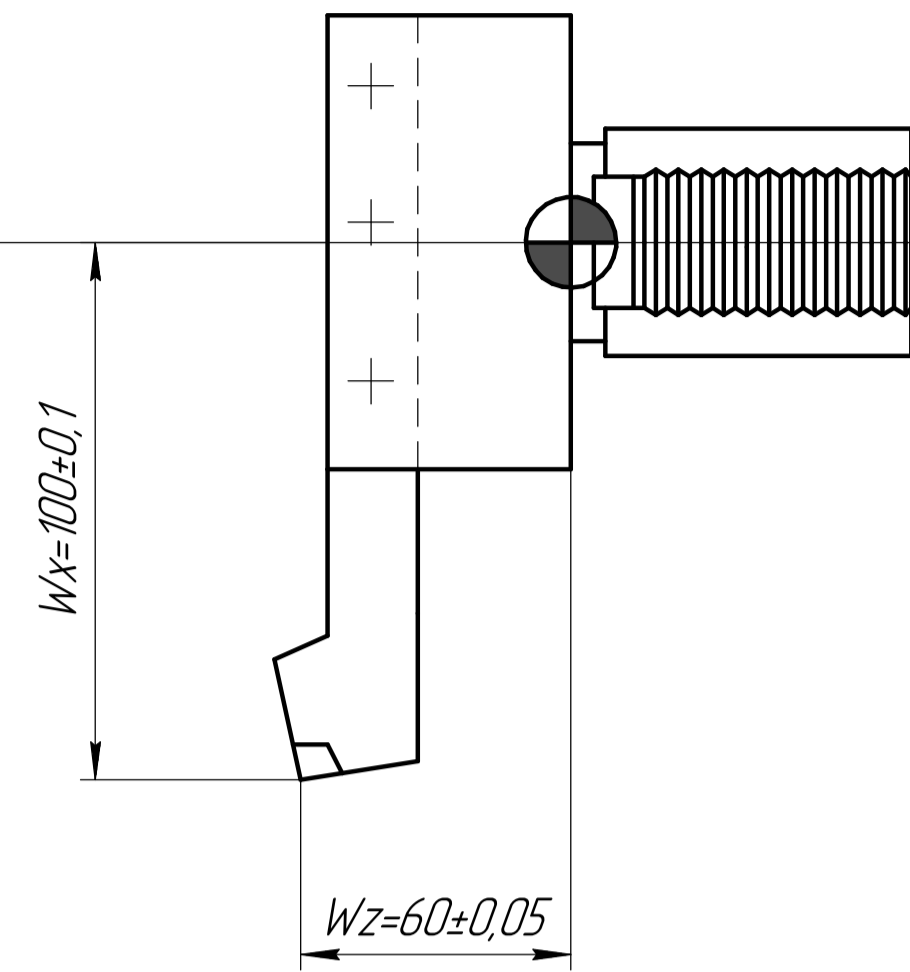
## **Приложение В**

### **Карта наладки графическая часть**

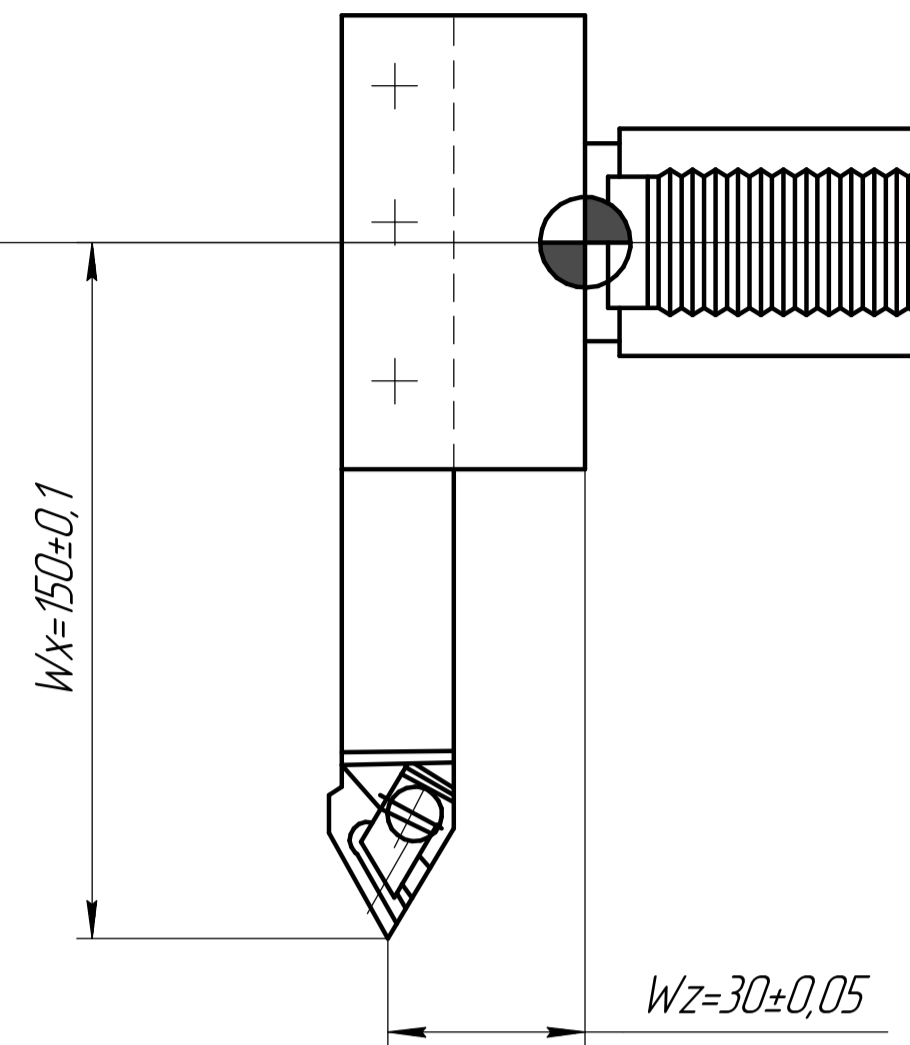
ПМ-1



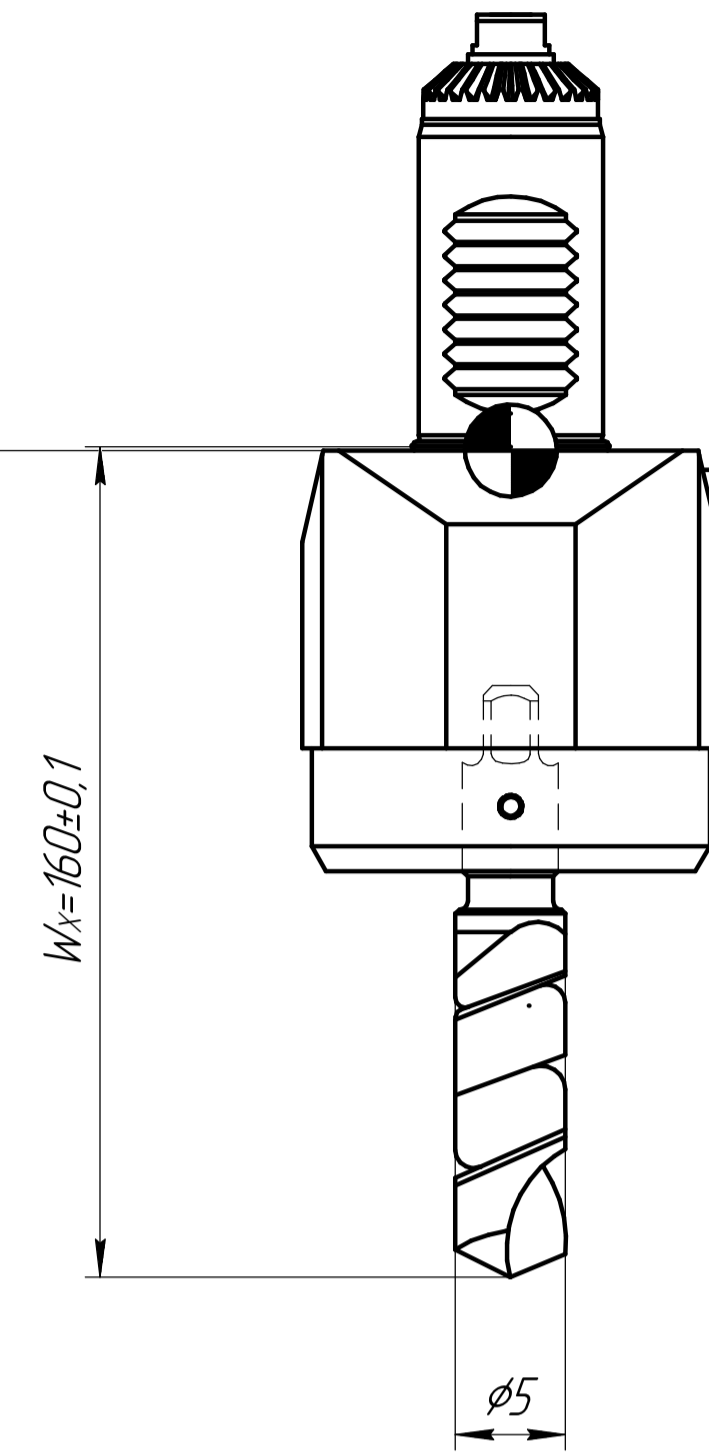
ПМ-2



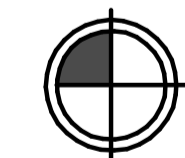
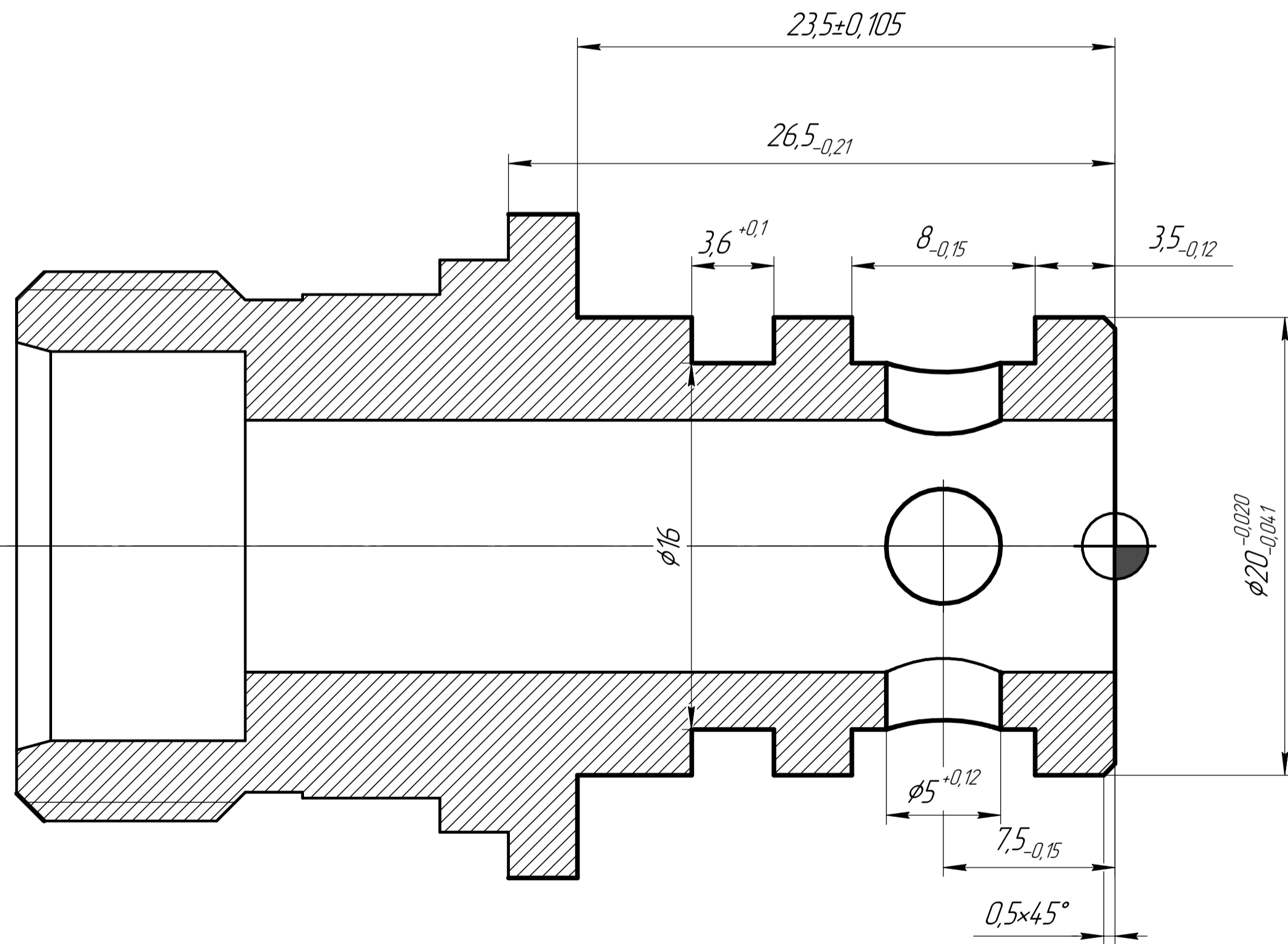
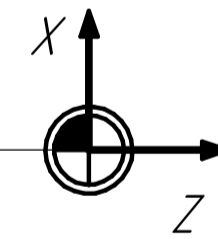
ПМ-3



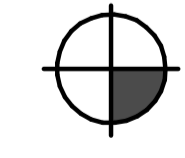
ПМ-4



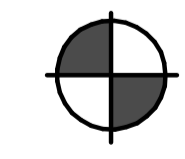
300



нуль станка



нуль детали

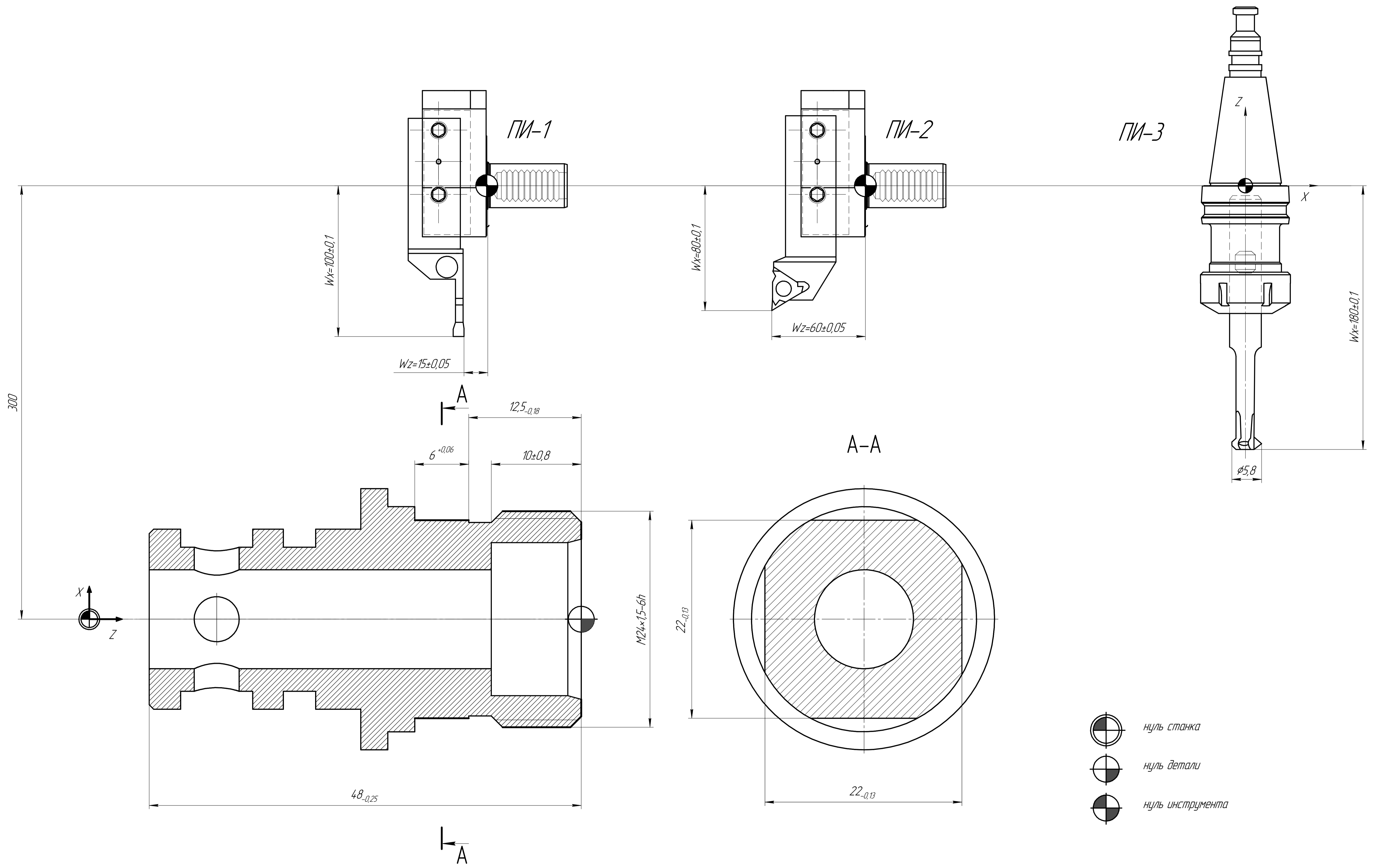


нуль инструмента

ИШНПТ-154А20002.00.00.01				Лист	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Карта наладки		
Разраб.	Ван Шэнчэнь	для токарной операции 020				у	5-1
Проб.	Козлов В.Н.					Лист	Листов 1
Т.контр.						ТПУ ИШНПТ	
Исполн.						Группа 154А01	
Утв.						Формат А1	

Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20  
Лист № 21  
Лист № 22  
Лист № 23  
Лист № 24  
Лист № 25  
Лист № 26  
Лист № 27  
Лист № 28  
Лист № 29  
Лист № 30  
Лист № 31  
Лист № 32  
Лист № 33  
Лист № 34  
Лист № 35  
Лист № 36  
Лист № 37  
Лист № 38  
Лист № 39  
Лист № 40  
Лист № 41  
Лист № 42  
Лист № 43  
Лист № 44  
Лист № 45  
Лист № 46  
Лист № 47  
Лист № 48  
Лист № 49  
Лист № 50





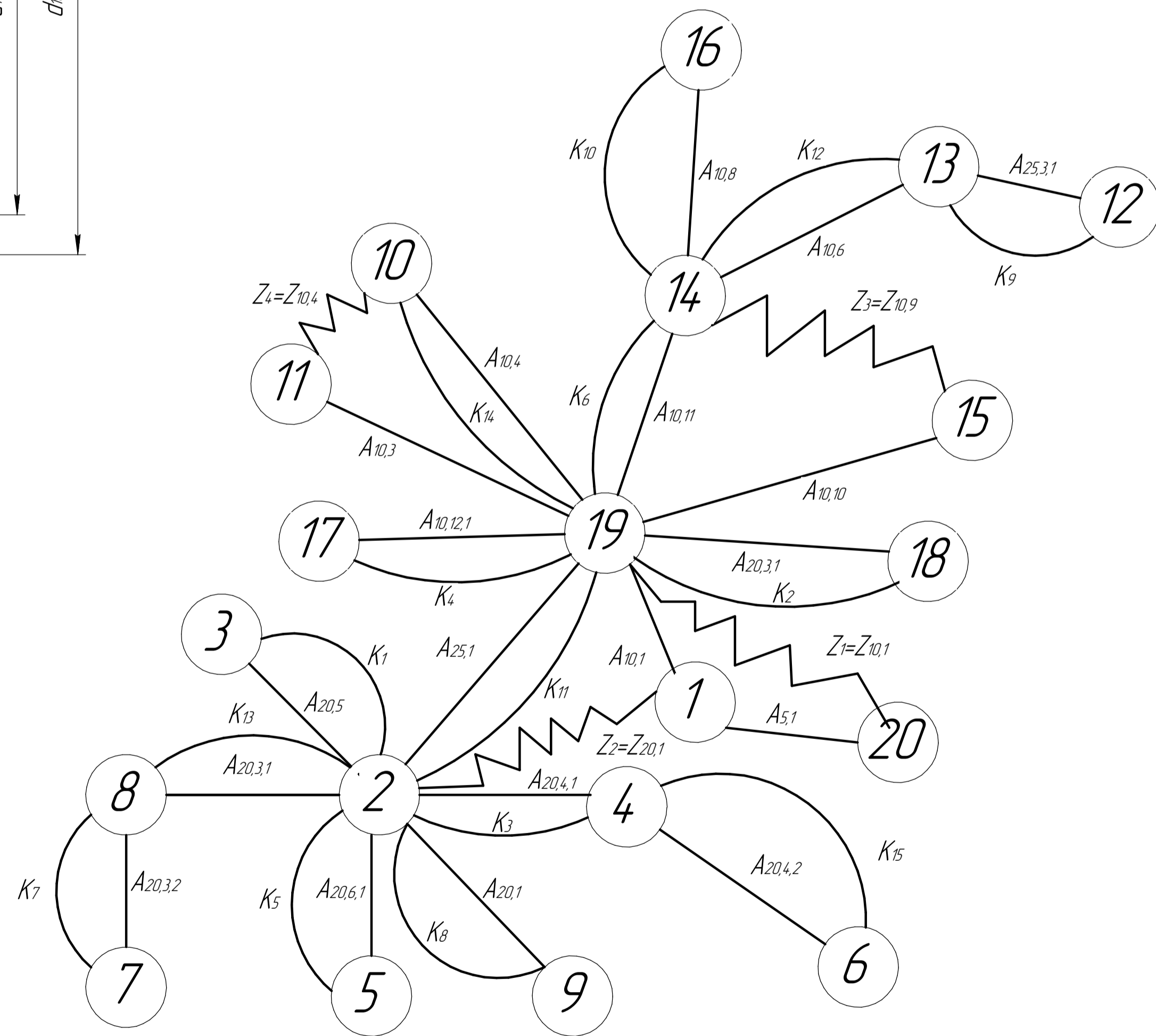
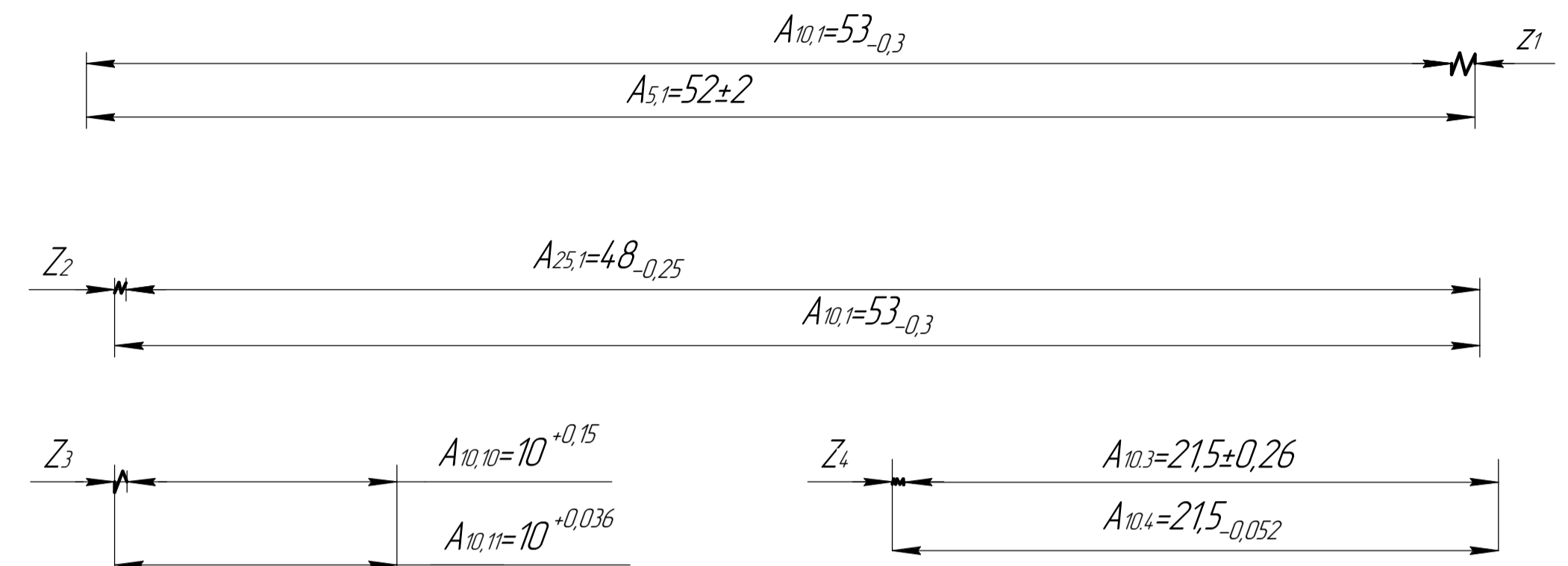
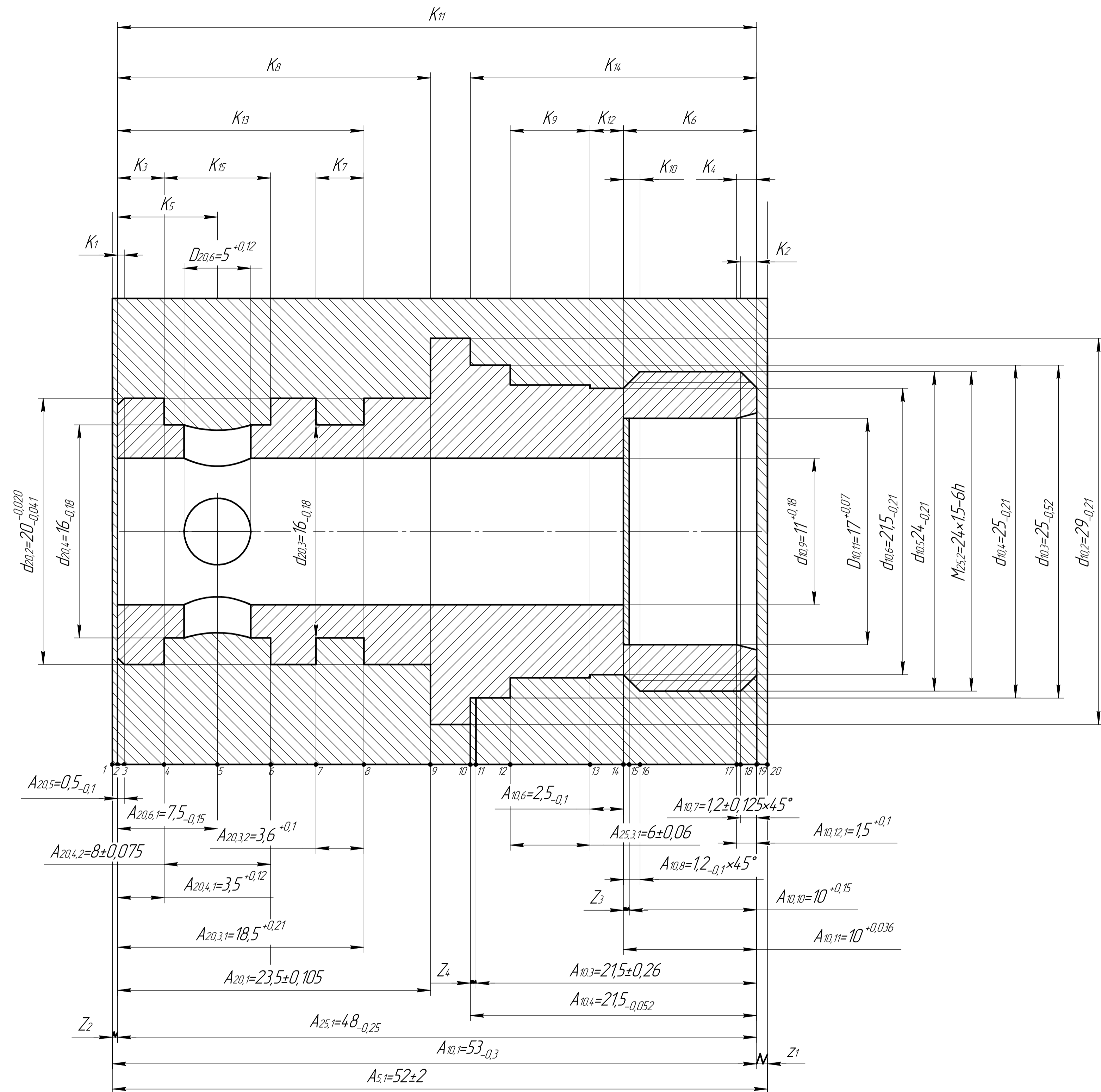
- ноль станка
- ноль детали
- ноль инструмента

ИШНПТ-154А20002.00.00.01				Лист	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Карта наладки		
Разраб.	Ван Шэнчэнь	для токарно-фрезерной операции 025				у	5-1
Проб.	Козлов В.Н.					Лист	Листов 1
Т.контр.						ТПУ ИШНПТ	
Н.контр.						Группа 154А01	
Утв.						Формат А1	

Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20  
Лист № 21  
Лист № 22  
Лист № 23  
Лист № 24  
Лист № 25  
Лист № 26  
Лист № 27  
Лист № 28  
Лист № 29  
Лист № 30  
Лист № 31  
Лист № 32  
Лист № 33  
Лист № 34  
Лист № 35  
Лист № 36  
Лист № 37  
Лист № 38  
Лист № 39  
Лист № 40  
Лист № 41  
Лист № 42  
Лист № 43  
Лист № 44  
Лист № 45  
Лист № 46  
Лист № 47  
Лист № 48  
Лист № 49  
Лист № 50

## **Приложение Г(Формат А1)**

### **Размерный анализ**



Линейные размеры  
 Количество технологических размеров:  $A=19$   
 Количество поверхностей:  $\Pi=20$   
 Количество конструкторских размеров:  $K=15$   
 Количество припусков:  $Z=4$   
 Проверка правильности построения размерной схемы:  
 $\Pi-1=A$   
 $20-1=19$   
 Условие №1 выполняется  
 $K+Z=A$   
 $15+4=19$   
 Условие №2 выполняется

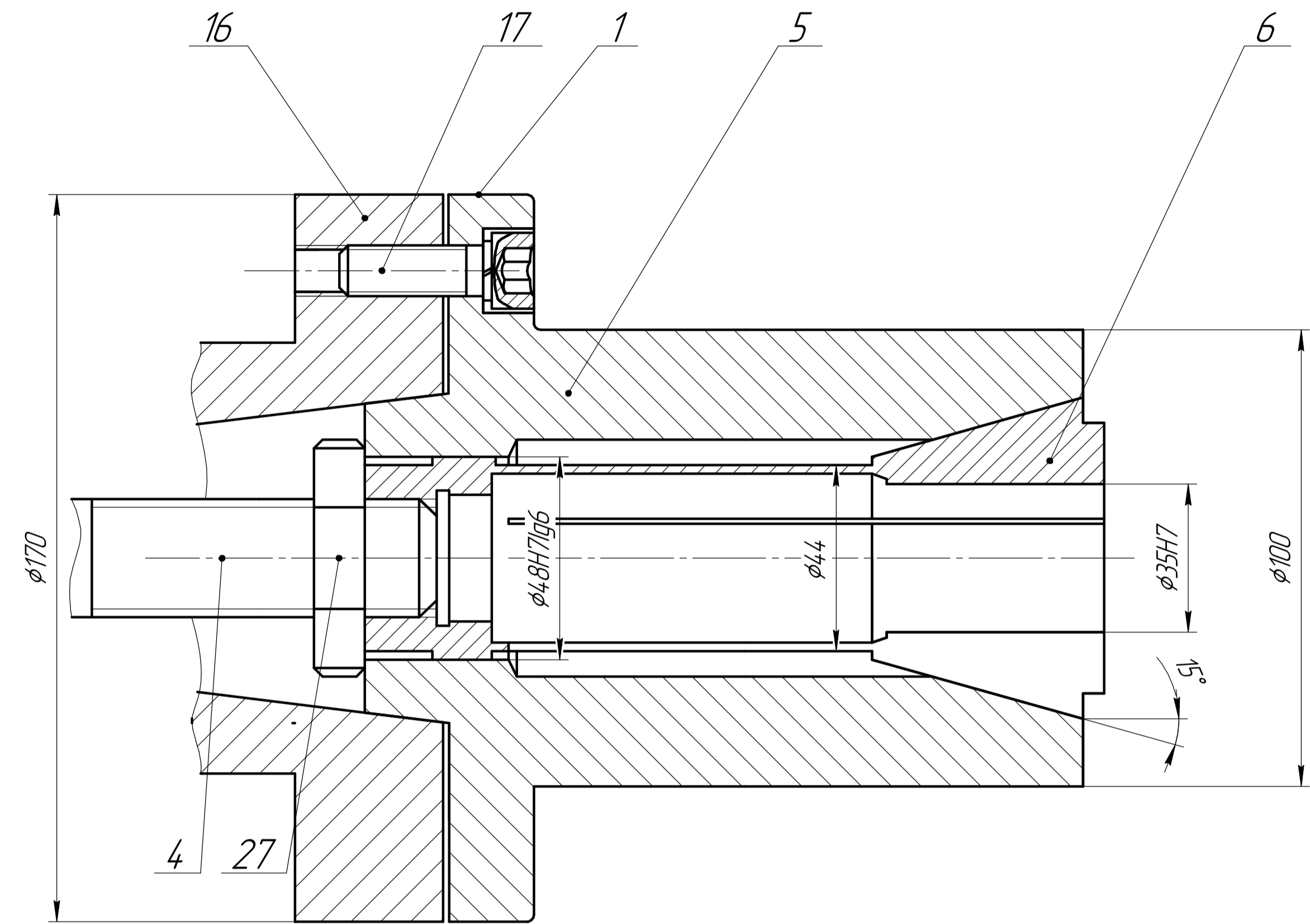
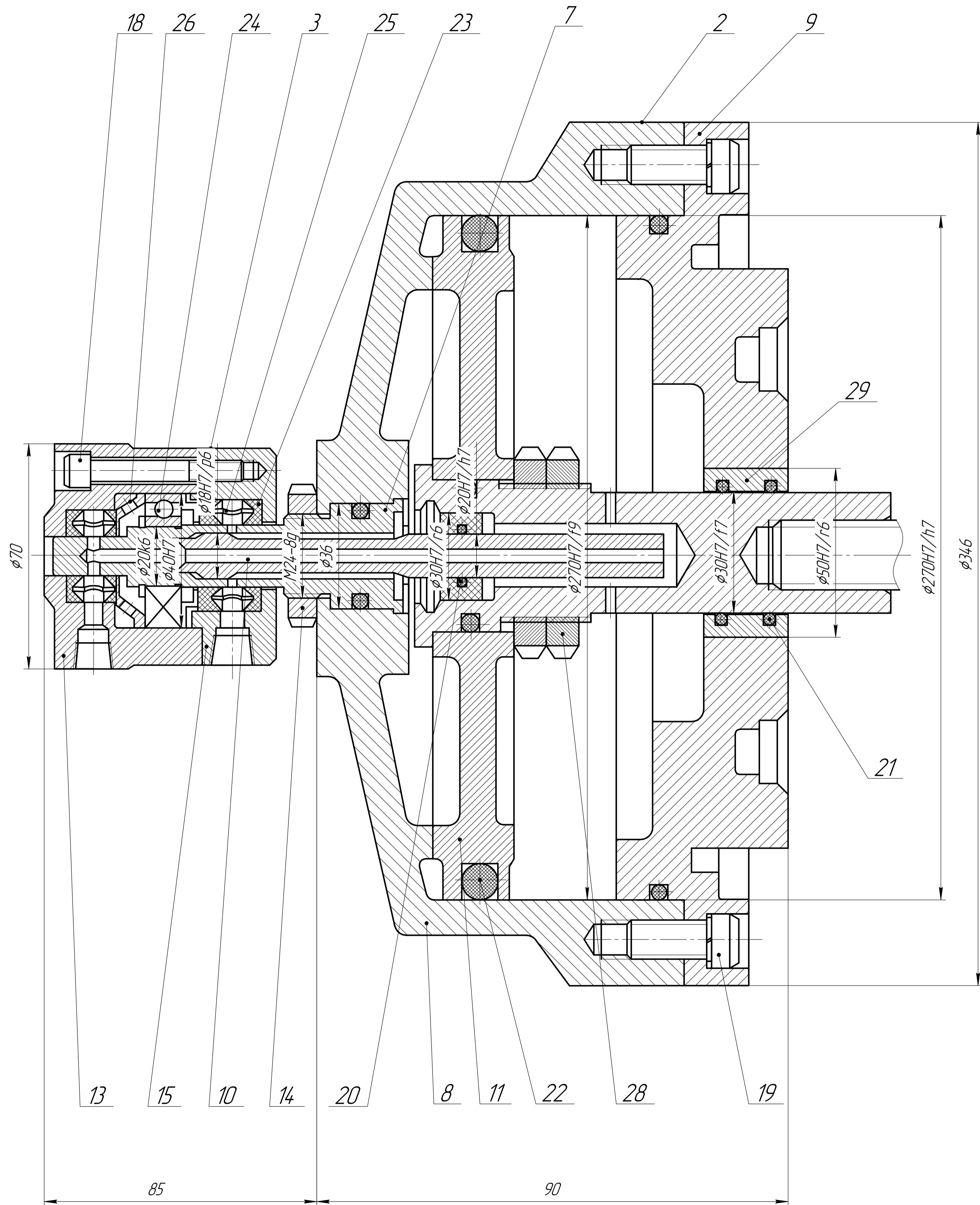
Граф-дерево

ИШНПТ-154А2002.00.00.00				Лист	Масса	Масштаб
Размерный анализ технологического процесса				у		5:1
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разраб.	Ван Шэнчэн					
Проб.	Козлов В.Н.					
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						
				Лист	Листов	1
				ТТУ	ИШНПТ	
				ГРУППА	154А01	
				Копировал	Формат	A1

ИШНПТ-154А2002.00.00.00 © 2022 ООО «АСОП-Системы проектирования». Россия. Все права защищены.  
 Не для коммерческого использования

**Приложение Д(Формат А1)**

**Сборный чертеж приспособления**



**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

1. Диаметр пневматического цилиндра 270 мм
2. Давление воздуха составляет 0,4 МПа
3. Усилие на штоке – 2 кН

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

1. Перед установкой цангового патрона смазать их наклонную и доковые поверхности консистентной смазкой Литол 24 ГОСТ21150-2017.
2. Проверить радиальное биение эталонные заготовки цанговым патроном.

				ИШНПТ-154А20002.00.00.03 СБ		
				Цанговый патрон с пневмоприводом		
Изм.	Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	Лит.	Масса
Разраб.	Ван Шенчэнь				у	
Проб.	Козлов В.Н.					1:1
Т.контр.					Лист	Листов 1
Исполн.					ТТУ	ИШНПТ
Утв.					Группа	154А01
				Копировал	Формат А1	

КОМПАС-3D v21 © 2022 ООО "АСОП-Системы проектирования". Россия. Все права защищены.  
 Имя, № листа, Лист и дата, Взам. инв. №, Инв. № докум., Подп. и дата, Стр. 1 из 1, Серий. №, Перв. докум.

**Приложение Ж**

**Спецификация**

КОМПАС-3D v21 Учебная версия © 2022 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Документация</u>			
		A1			ИШНПТ-154А20002.00.00.00.СБ	Сборочный чертеж			
		A4			ИШНПТ-154А20002.00.00.00.ПЗ	Пояснительная записка			
						<u>Сборочные единицы</u>			
				1	ИШНПТ-154А20002.00.01.00.СБ	Патрон	1		
				2	ИШНПТ-154А20002.00.02.00.СБ	Привод	1		
				3	ИШНПТ-154А20002.00.03.00.СБ	Шпилька	1		
				4	ИШНПТ-154А20002.00.04.00.СБ	Воздуховодящая муфта	1		
						<u>Детали</u>			
				4	ИШНПТ-154А20002.00.00.01	Корпус патрона	1		
				6	ИШНПТ-154А20002.00.00.02	Тяга	1		
				7	ИШНПТ-154А20002.00.00.03	Крышка патрона	1		
				8	ИШНПТ-154А20002.00.00.04	Цанга	1		
				9	ИШНПТ-154А20002.00.00.05	Валик	1		
				10	ИШНПТ-154А20002.00.00.06	Корпус привода	1		
				11	ИШНПТ-154А20002.00.00.07	Крышка привода	1		
				12	ИШНПТ-154А20002.00.00.08	Стержень пустотельный	1		
				13	ИШНПТ-154А20002.00.00.09	Поршень	1		
				14	ИШНПТ-154А20002.00.00.10	Шток	1		
					<b>ИШНПТ-154А20002.00.00.00</b>				
Изм.		Лист		№ докум.		Подп.		Дата	
Разраб.		Ван Шэнчэн							
Пров.		Козлов В.Н.							
Н.контр.									
Утв.									
<b>Цанговый патрон с пневмоприводом</b>						Лит.	Лист	Листов	
							1	2	
						ТПУ		ИШНПТ	
Не для коммерческого использования					Копировал			Формат А4	

Изм. № подл.	Подп.	и дата
Взам. инв. №	Инд. № дробл.	Подп. и дата

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		15	ИШНПТ-154А20002.00.00.11	Корпус воздухоприводящей муфты	1	
		16	ИШНПТ-154А20002.00.00.12	Гайка	1	
		17	ИШНПТ-154А20002.00.00.13	Крышка воздухопроводящей муфты	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		7		Винт М12-6d×30 ГОСТ 11738-84	4	
		19		Винт АМ12-6d×60.31АМ25 ГОСТ 1481-84	4	
		20		Винт АМ24-6d×50.31АМ25 ГОСТ 11483-84	5	
				Кольцо ГОСТ 9833-73		
		21		060-064-25-1-0	1	
		22		060-065-30-1-0	3	
		23		125-130-36-1-0	1	
		24		Манжета 1-045-4 ГОСТ 6678-72	1	
		25		Подшипник 7000106 ГОСТ 8338-75	1	
		26		Кольцо ГОСТ 13943-86	1	
		27		Кольцо ГОСТ 13941-86	1	

ИШНПТ-154А20002.00.00.00					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	2