

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ) \_\_\_\_\_ Отделение материаловедения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка технологии изготовления детали «Втулка подшипника»</b>

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Емец Надежда Александровна		05.06.2021

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Козлов В.Н.	к.т.н., доцент		05.06.2021

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	к.э.н., доцент		05.06.2021

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		05.06.2021

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

## Планируемые результаты обучения по программе

Код результ ата	Результат обучения*
<b>Общие по направлению подготовки (специальности)</b>	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам,

	<p>техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.</p>
<p><b>Профиль 3 (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)</b></p>	
P11	<p>Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.</p>
P12	<p>Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.</p>

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

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

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

Ефременков Е.А.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

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

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л61	Емец Надежда Александровна

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Втулка подшипника»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	21.04.2021 №111-34/с

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

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Чертёж детали «Втулка подшипника», годовая программа выпуска 4000шт.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ чертежа и технологичности детали, разработка маршрута обработки, определение типа производства, составление операционных эскизов и содержание всех технологических переходов, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания для каждого перехода и штучно-калькуляционного времени на каждую операцию, конструирование специального приспособления для одной операции. Разработка вопросов финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения, социальной ответственности
<b>Перечень графического материала</b>	Чертежи детали и заготовки формата А2, карты технологического процесса изготовления детали формата А1, плакат размерного анализа формата А1 или А2, чертёж приспособления формата А1 или А2

<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	Трубченко Татьяна Григорьевна
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</b>	
Реферат	

<b>Дата выдачи задания на выполнение работы по линейному графику</b>	16.12.2020
--	------------

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОМ ИШНПТ	Козлов В.Н.	к.т.н., доцент		16.12.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Л61	Емец Надежда Александровна		16.12.2020

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 95 страницы пояснительной записки и 15 страниц приложения, 23 таблицы, 23 рисунка, 17 источников, 4 листа графического материала формата А1, 2 листа графического материала А2 и 1 лист графического материала формата А3.

Ключевые слова: втулка подшипника, технологический процесс обработки, размерный анализ, режимы резания, самоцентрирующаяся оправка.

Key words: bearing bush, master schedule of machining, dimensional analysis, cutting mode, calculation of attachment.

Актуальность работы определяется необходимостью иметь технологический процесс изготовления конкретной детали «Втулка подшипника» на производстве с использованием спроектированного в работе приспособления.

Объектом исследования является технология изготовления детали «Втулка подшипника».

Цели и задачи исследования: создание эффективного маршрута технологического процесса изготовления детали «Втулка подшипника».

В работе изложено обоснование выполнения ВКР, выполнен анализ чертежа детали и её технологичности, определен тип производства, описан принцип выбора заготовки в соответствии с её материалом и серийностью производства, выполнен чертёж заготовки, разработан маршрут обработки детали с представлением операционных эскизов и описанием переходов по каждой операции, рассчитаны припуски на обработку и технологические размеры, выполнен размерный анализ техпроцесса с уточнением технологических размеров, рассчитаны режимы резания и требуемая мощность оборудования для каждой операции, назначена модель станка, рассчитано время выполнения каждой операции.

В конструкторской части работы выполнен расчёт усилия для закрепления заготовки и спроектировано механизированное приспособление с пневмоприводом.

В работе также выполнен экономический анализ оценки деловой привлекательности представленной разработки, рассмотрены вопросы организации рабочего места на механическом участке.

## THE ABSTRACT

The final qualifying work (Diploma Thesis) contains 95 pages of explanatory notes and 15 pages of appendix, 23 tables, 23 figures, 17 references, 4 sheets of graphic material in A1 format, 2 sheets of graphic material in A2 format and 1 sheet of graphic material in A3 format.

Key words: bearing bush, master schedule of machining, dimensional analysis, cutting mode, self centering mandrel.

The relevance of the work is determined by the need to have a technological process for manufacturing a specific part " bearing bush" in production using a device designed in the work.

The object of research is the manufacturing technology of part "The bearing bush".

Goals and objectives of the research: creating an effective route for the manufacturing process of the part "The bearing bush".

The paper presents the rationale for the implementation of Diploma Thesis, the analysis of the drawing of the part and its technology, the type of production, the principle of selection of procurement in accordance with its material and serial production, carried out a drawing of the initial workpiece, the route processing of detail with operational sketches and descriptions of transitions for each operation, calculated allowances for processing and technological dimensions, is made dimensional analysis of the process with the specification of the technological dimensions, the cutting modes for each technological transition and the required power of the equipment for each operation are calculated, the machine model is assigned, and the execution time for each operation is calculated.

In the design part of the work, the force calculation for fixing the workpiece was performed and a mechanized device "The self centering mandrel" with a pneumatic drive was designed.

The paper also provides an economic analysis of the assessment of the business attractiveness of the presented development, and considers the issues of workplace organization at the mechanical site.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	11
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	13
1.1. Анализ чертежа детали и её технологичности.....	15
1.2. Расчёт серийности и выбор заготовки .....	15
1.3. Разработка маршрута технологии изготовления втулки подшипника.....	19
1.4. Расчет припусков.....	27
1.5. Расчет диаметральных технологических размеров .....	29
1.6. Расчет припусков и технологических размеров в осевом направлении .....	36
1.7. Расчет режимов резания .....	50
1.7.1 Токарная обработка.....	51
1.7.2 Токарно-фрезерная с ЧПУ.....	52
1.7.3 Круглошлифовальная (внутришлифовальная) операция.....	53
1.8. Расчет основного времени.....	55
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	57
2.1. Описание приспособления .....	60
2.2. Принцип работы приспособления .....	60
2.3. Расчёт усилия зажима .....	60
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	64
ЗАДАНИЕ .....	64
3.1. Актуальность исследований.....	66
3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....	66
3.1.2. Анализ конкурентных технических решений .....	67
3.2. SWOT-анализ технологического процесса изготовления детали «Втулка подшипника» .....	68
3.3. Планирование научно-исследовательских работ .....	70
3.3.1. Структура работ в рамках научного исследования .....	70
3.3.2. Разработка графика проведения научно-технического исследование .....	71
3.4. Бюджет научно-технического исследования .....	74
3.4.1. Расчет материальных затрат .....	74

3.4.2. Расчет амортизационных отчислений.....	75
3.4.3. Расчет заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды .....	76
3.4.4. Расчет общей стоимости.....	77
3.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	78
Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	80
<b>4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....</b>	<b>82</b>
<b>ЗАДАНИЕ .....</b>	<b>82</b>
4.1. Введение .....	84
4.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	84
4.3. Производственная безопасность .....	86
4.3.1. Анализ вредных производственных факторов при изготовлении втулки подшипника. ....	87
4.3.2. Анализ опасных производственных факторов при изготовлении втулки подшипника. ....	88
4.4. Электробезопасность.....	89
4.5. Экологическая безопасность .....	90
4.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. ....	91
Выводы по разделу.....	92
Заключение .....	93
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>94</b>
Приложение А (обязательное) Чертеж детали «Втулка подшипника» .....	96
Приложение Б (обязательное) Карта технологического процесса .....	98
Приложение В (обязательное) Граф конструкторских размеров и технологических размеров, припусков .....	102
Приложение Г (обязательное) Диаметральная размерная схема .....	104
Приложение Д (обязательное) Сборочный чертеж приспособления .....	106
Приложение Е (обязательное) Спецификация .....	108

## Введение

Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения методов технико-экономического анализа, обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка эффективного технологического процесса изготовления детали втулка. Это позволит получить навыки разработки технологии изготовления детали и закрепит теоретические знания по дисциплине «Технология машиностроения». Технологический процесс разрабатывается для условий среднесерийного производства.

Актуальность темы дипломного проекта определяется необходимостью разработки технологии изготовления детали «Втулка подшипника» для последующего изготовления этой детали в серийном производстве. Втулка подшипника – это часть механизма, устройства в форме конуса или цилиндра, которая имеет осевое отверстие, а в нем содержится другая деталь.

Целью данной работы является разработка необходимых документов и выполнение расчётов для организации производства по изготовлению детали, выданной предприятием, на котором планируется её обработка.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач: выбор заготовки, рациональных способов обработки, оборудования и режущих инструментов, составление технологического процесса, выполнение размерного анализ техпроцесса, расчёт режимов резания и норм времени изготовления детали, проектирование приспособлений и технологической оснастки для выполнения каждой операции, разработка вопросов финансового менеджмента и обеспечение безопасности работы.

Для выполнения поставленных задач выпускная квалификационная работа содержит следующие основные разделы:

1. Технологический;
2. Конструкторский;
3. Финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
4. Социальной ответственности.

## 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

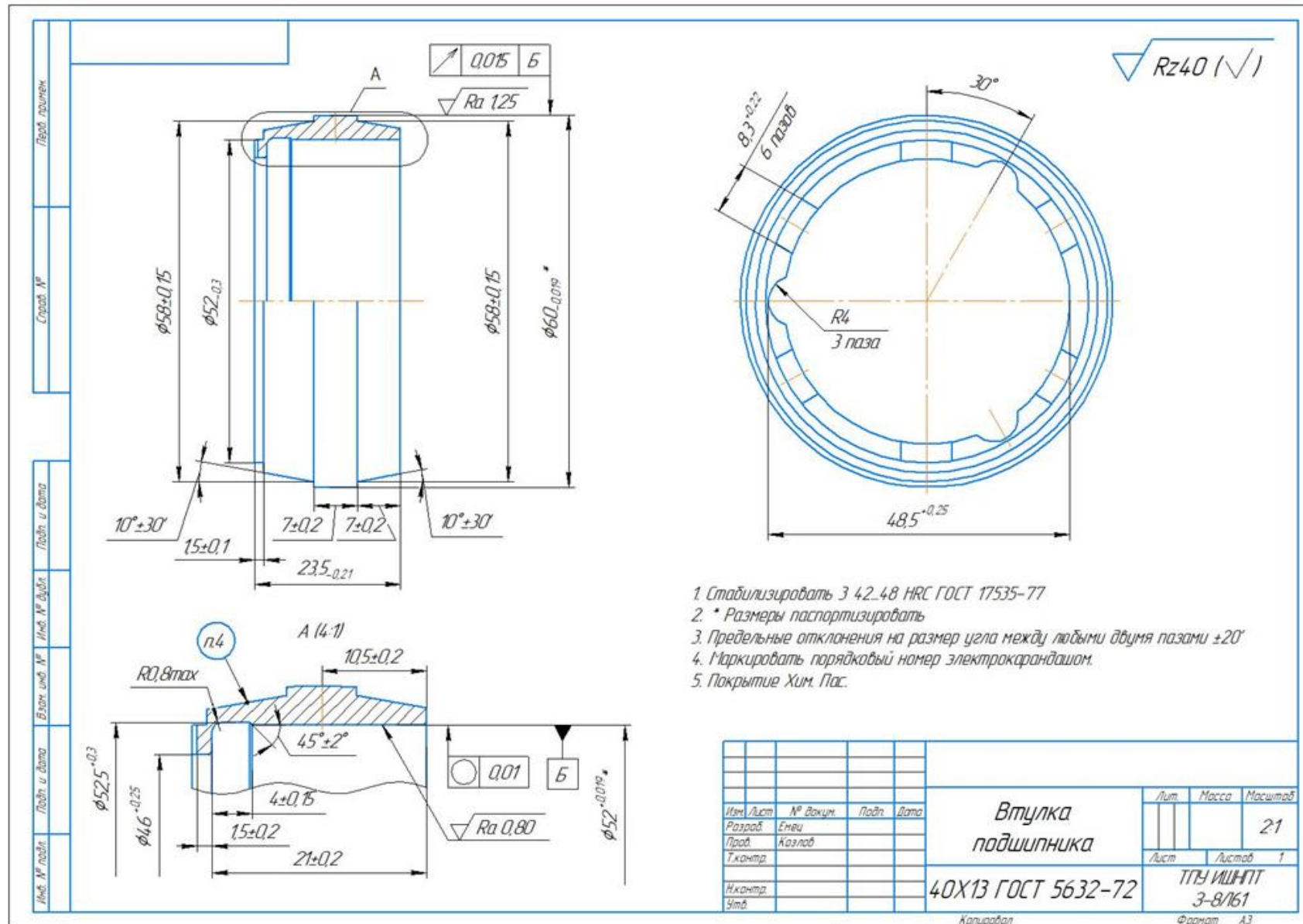
В дипломной работе решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. Подробный технологический процесс разрабатывается для условий среднесерийного, крупносерийного и массового производства. Для каждой операции выполняется выбор оборудования с учётом возможности выполнения необходимых видов обработки, требуемой мощности, цены и доступности для приобретения.

При проектировании техпроцесса необходимо решить следующие задачи:

1. Анализ чертежа и технологичности детали.
2. Определение типа производства и выбор исходной заготовки.
3. Разработка маршрута технологии изготовления детали.
4. Расчет припусков и допусков, продольных и диаметральных технологических размеров.
5. Выбор средств технологического оснащения.
6. Выбор режущих и измерительных инструментов, расчёт режимов резания для каждого перехода, требуемой мощности станка.
7. Расчёт времени на обработку.
8. В конструкторской части необходимо разработать принципиальную расчетную схему приспособления для операции токарная с чпу, на которой выполняется сфера, рассчитать требуемое усилие закрепления заготовки, спроектировать приспособление.

Основой для проектирования технологического процесса является чертёж или эскиз детали (рис. 1.1), её вес  $Q_0 = 0,9$  кг и годовая программа выпуска – 4 000 шт.

Рис. 1.1. Чертеж детали «Втулка подшипника»



### 1.1. Анализ чертежа детали и её технологичности

Деталь втулка подшипника представляет собой тело вращения, изготавливаемое из стали 40Х13.

Табл. 1.1.1 - Химический состав стали 40Х13

C	C	Fe	P	S	Si	M	N
г			Не более				
0,35-0,44	1,2-14,0	Осн. ~84	≤0,03	≤0,025	≤0,6	≤0,6	≤0,6

Деталь имеет достаточно простую конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, так же деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Деталь изготовлена из материала сталь 40Х13, которая хорошо обрабатывается резанием. Это позволяет считать деталь технологичной.

Но также присутствуют и нетехнологичные элементы: тонкие стенки, требования к шероховатости, отклонениям от формы и расположения поверхностей, допускам некоторых поверхностей детали. Так же нетехнологичной является сферическая поверхность, на которую предъявлены достаточно жёсткие требования, что вынуждает обрабатывать её после термической обработки с помощью лезвийного инструмента со специальным инструментальным сплавом.

### 1.2. Расчёт серийности и выбор заготовки

Тип производства и соответствующие ему формы организации труда во многом определяют структуру технологического процесса. Тип производства (единичное, серийное или массовое) характеризуется номенклатурой и объемом выпуска изделий (годовой производственной программой), их массой и

габаритными размерами, а также другими признаками. Ориентировочно тип производства устанавливают на начальной стадии проектирования. Основным критерием при этом служит коэффициент закрепления операций ( $K_{з.о}$ ), который находим по формуле:

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

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

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

Тип производства зависит от двух факторов, а именно: от заданной программы и от трудоёмкости изготовления изделия. На основании заданной программы рассчитывается такт выпуска изделия  $t_{\text{в}}$ , а трудоёмкость определяется средним штучным (штучно-калькуляционным) временем по операциям действующего на производстве или аналогичного технологического процесса.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} \quad (2)$$

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

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

Годовой фонд времени работы оборудования при частично непрерывном режиме:

$$F_{\text{г}} = 357 \times 24 = 8570 \text{ ч.}$$

Тогда

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} = \frac{8570 \times 60}{4000} = 154,5 \text{ мин.};$$

Штучно-калькуляционное время – это технически обоснованная норма времени на выполнение операции. Она используется для определения необходимого количества оборудования, расчета численности и заработной платы



основных рабочих и др. Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n}, \quad (3)$$

где  $T_{ш.к i}$  – штучно – калькуляционное время  $i$ - ой основной операции, мин.;  
 $n$  – количество основных операций.

Для расчетов в качестве основных операций выберем 3-и операции ( $n=3$ ).

Штучно – калькуляционное время  $i$ - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [1, с.147]:

$$T_{ш.к i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{oi} \quad (4)$$

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

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

В качестве основных выбираем следующие операции: токарную (010), токарно-фрезерную с ЧПУ (025) и кругло-шлифовальную операции (050) (см. операционную карту).

Для токарной операции (010)  $\varphi_{к.1} = 2.14$ ;

Для токарно-фрезерной с ЧПУ операции (025)  $\varphi_{к.2} = 2.14$ ;

Для кругло-шлифовальной операции (050)  $\varphi_{к.3} = 2.1$ .

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложениям [1, с.146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время токарной операции (010) определяем для её переходов (подрезка торца, точение поверхности начерно, расточка отверстия начерно, сверление отверстия и его расточка (см. операционную карту):

$$T_{0.1} = (0.037 \times (D^2 - d^2) + 0.17 \times d \times l + 0.18 \times d \times l + 0.18 \times d \times l + 0.52 \times d \times l) \times 10^{-3}$$

где  $d$  – диаметр, мм;

$l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по рисунку 1.1

Тогда

$$T_{0.1} = (0,037(65 - 40) \cdot (65 + 40) + 0,17 \cdot 40 \cdot 24 + 0,18 \cdot 40 \cdot 24 + 0,18 \cdot 40 \cdot 24 + 0,52 \cdot 40 \cdot 24) \cdot 10^{-3} = 8,4 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле (4):

$$T_{\text{ш.к1}} = \varphi_{\text{к.1}} \times T_{0.1} = 2.14 \times 8.4 = 19 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время для токарно-фрезерной с ЧПУ операции (025) определяем для следующих переходов: подрезка торцов, расточка отверстия, фрезерование пазов (см. операционную карту):

$$T_{0.2} = (0.037 \times (D^2 - d^2) + 0.037 \times (D^2 - d^2) + 0.18 \times d \times l + 7 \times l \times i + 7 \times l \times i) \times 10^{-3}$$

Тогда

$$T_{0.2} = (0.037 \times (63^2 - 50^2) \times 2 + 0.18 \times 50 \times 21 + 7 \times 8 \times 3 + 7 \times 3 \times 3) \times 10^{-3} = 5.2 \text{ мин}$$

Определяем по формуле (4) штучно – калькуляционное время для данной операции:

$$T_{\text{ш.к2}} = \varphi_{\text{к.2}} \times T_{0.2} = 2.14 \times 5.2 = 12 \text{ мин.}$$

Определим основное технологическое время для кругло-шлифовальной операции (050) (см. операционную карту):

$$T_{0.3} = (1.8 \times d \times l) \times 10^{-3}$$

Тогда

$$T_{0.3} = (1.8 \times 52 \times 20) \times 10^{-3} = 2.3 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время для данной операции по формуле (4):

$$T_{\text{ш.к3}} = \varphi_{\text{к.3}} \times T_{0.3} = 2.1 \times 2.3 = 5 \text{ мин.}$$

Определим по формуле (3) среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к } i}}{n} = \frac{T_{\text{ш.к1}} + T_{\text{ш.к2}} + T_{\text{ш.к3}}}{3} = \frac{19 + 12 + 5}{3} = 12.6 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем по формуле (1):

$$K_{з.о} = \frac{t_{в}}{t_{ср}} = \frac{154.5}{12.6} = 11$$

Типы машиностроительных производств характеризуются следующими значениями коэффициента закрепления операций:

**K з.о. ≤ 1** - массовое производство

**1 < K з.о. ≤ 10** - крупносерийное производство

**10 < K з.о. ≤ 20** - среднесерийное производство

**20 < K з.о. ≤ 40** - мелкосерийное производство

**K з.о. не регламентируется** - единичное производство

Так как рассчитанный  $K_{з.о} = 11$ , то тип производства среднесерийный.

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали сталь 40X13), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам (особых требований нет), а также типом производства (среднесерийное), выбираем в качестве исходной заготовки горячий прокат, а не штамповку, т.к. у тонкостенной детали после штамповки будут большие остаточные напряжения, и она начнет деформироваться в процессе эксплуатации.

### 1.3. Разработка маршрута технологии изготовления втулки подшипника

Исходя из пункта 1 технических требований чертежа и согласно ГОСТ 17535-77 маршрут технологии изготовления детали типа «Втулка подшипника» можно представить в виде таблицы.

Таблица 1.3.1 Маршрут технологии изготовления

Последовательность операций	Категория деталей		
	1	2	3
1	Получение заготовки		
2	Предварительная механическая обработка резанием с оставлением припуска до 2,0 мм на сторону		
3	Термическая обработка по режиму 1		
4	Механическая обработка с оставлением припуска до 0,5 мм на сторону для наиболее точных размеров		
5	Отделочная операция (нанесение гальванического или лакокрасочного	Термическая обработка по режиму 2	

	покрытия)	
6	Окончательная механическая обработка резанием	Отделочная операция (нанесение гальванического или лакокрасочного покрытия)
7	-	Окончательная механическая обработка резанием
8	-	- Термическая обработка по режиму 3

Предварительный маршрут включает в себя операционные эскизы, схемы базирования заготовки, выдерживаемые технологические размеры, описание переходов.

Таблица 1.3.2 – Маршрут обработки

<p>Название операции и ее содержание</p>	<p>Операционный эскиз</p>
<p><u>Заготовительная</u></p> <p>Резать пруток на заготовки в размеры 1, 2*</p> <p>* Размер для справок ** Размер инструмента</p>	
<p><u>Токарная</u></p> <p>Подрезать торец в размер 1</p> <p>Точить поверхность в размер 2 на длине 3</p> <p>Сверлить сквозное отверстие в размер 22*</p> <p>Расточить отверстие ф22 до диаметра 4</p> <p>Расточить отверстие 4 до диаметра 5 на длине 6</p> <p>* Размеры, не участвующие в расчёте размерных цепей, ** Размер для справок</p>	

<p>Название операции и ее содержание</p>	<p>Операционный эскиз</p>
<p><u>Токарная</u> Подрезать торец в размер 1</p> <p>Точить поверхность в размер 2 на длине 3</p> <p>* Размер для справок</p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Rz\ 40}</math></p>
<p>Термическая (Отжиг по режиму 1) ГОСТ 17535-77</p>	
<p><u>Токарно-фрезерная с ЧПУ</u> Установ А</p> <p>Подрезать торец в размер 1</p> <p>Точить по контуру, выдержав размеры 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7</p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Rz\ 40}</math></p>

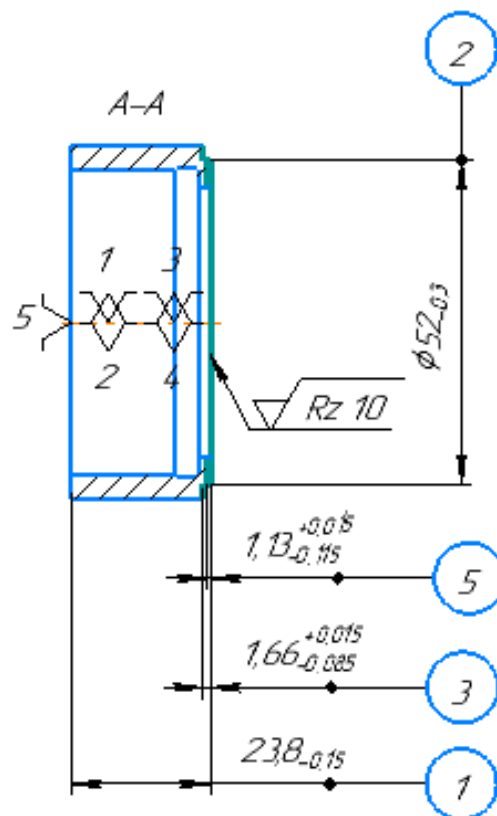
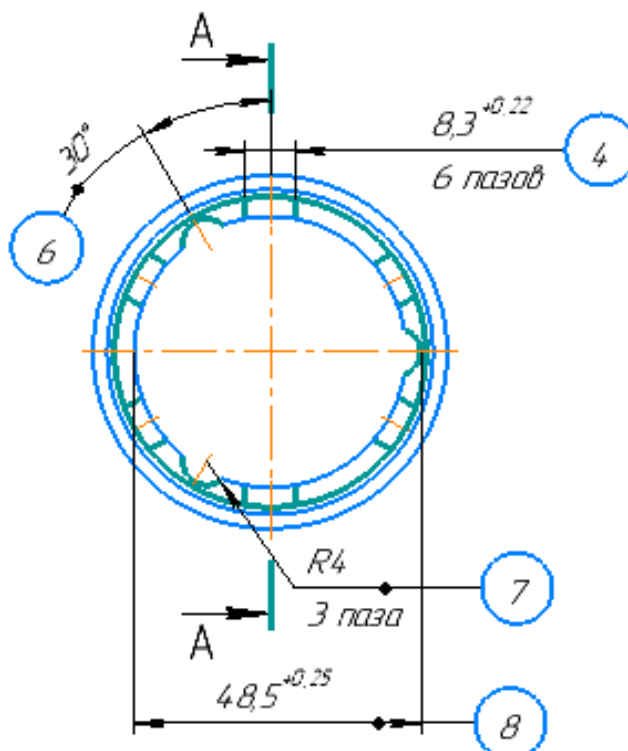
Установ Б

Подрезать торец в размер 1

Точить поверхность в размер 2 на длине 3

Фрезеровать пазы, выдержав размеры 4, 5, 6, 7, 8

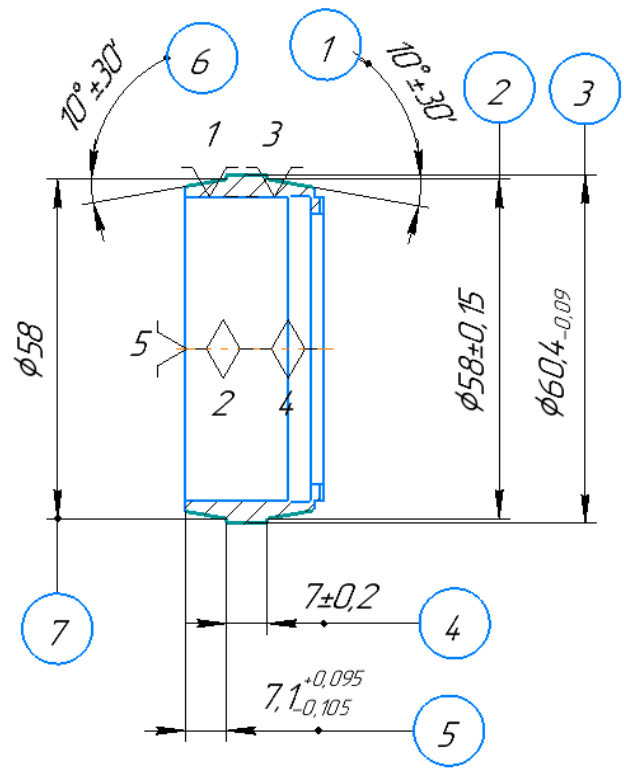
$\sqrt{Rz 40}$



*Токарная с ЧПУ*

*Точить поверхность по  
контуру в размеры 1, 2, 3, 4, 5  
6, 7*

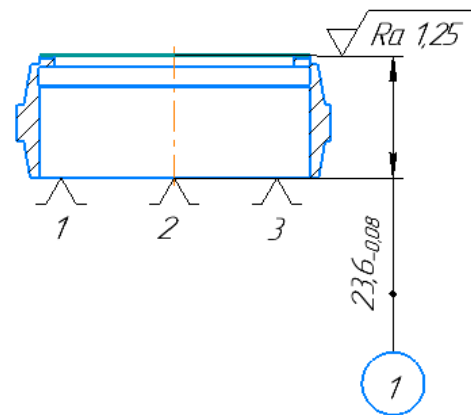
$\sqrt{Rz 20}$



*Термическая (Закалка и отпуск по режиму 2) ГОСТ 17535-77  
42...48 HRC*

*Плоскошлифовальная*

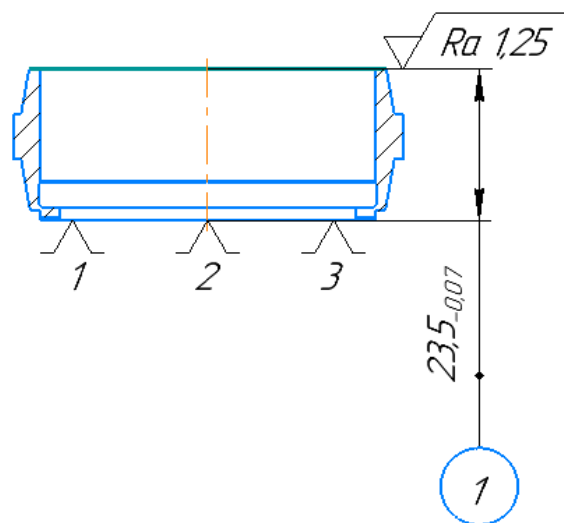
*Шлифовать торец в размер 1*





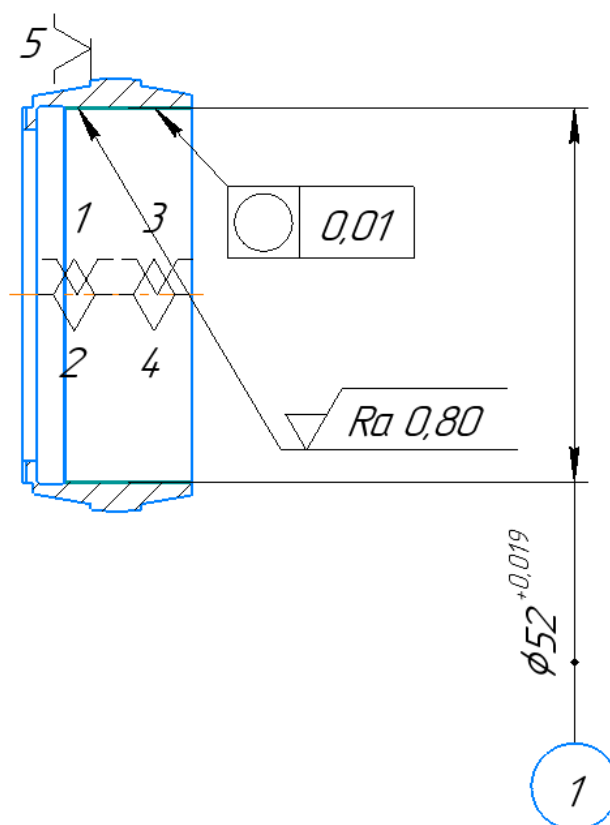
*Плоскошлифовальная*

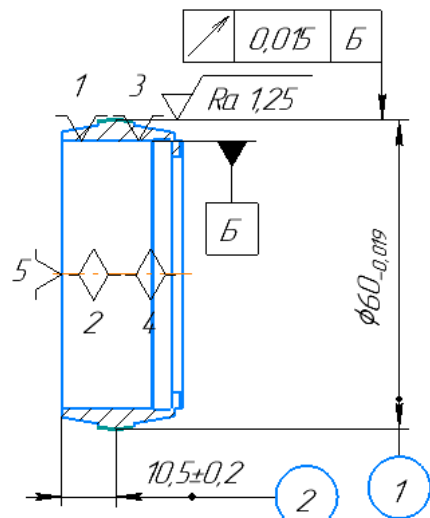
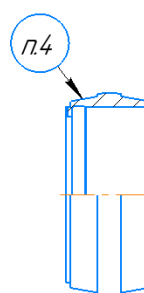
*Шлифовать торец в размер 1*



*Кругло-шлифовальная  
(внутришлифовальная)*

*Шлифовать поверхность в  
размер 1*



<p><i>Токарная с ЧПУ</i></p> <p><i>Точить сферу выдержав размеры 1, 2</i></p>	 <p>The drawing shows a cylindrical part with a diameter of <math>\phi 60_{-0,019}</math> and a length of <math>10,5 \pm 0,2</math>. It features chamfered ends (1), a central section with a surface roughness of <math>Ra 1,25</math> (3), and two diamond-shaped features (2, 4) with a diameter of <math>0,015</math> (5). A box labeled 'Б' is positioned near the top and bottom of the cylinder. Circled numbers 1 and 2 are located at the bottom right of the drawing.</p>
<p><i>Макировка</i></p> <p><i>Маркировать согласно п.4</i></p>	 <p>A small technical drawing of the cylindrical part with a marking 'п.4' (p.4) indicated by an arrow pointing to the top surface.</p>
<p><i>Промывка</i></p> <hr/> <p><i>Термическая (старение стабилизирующее по режиму 3 ГОСТ 17535-77)</i></p> <hr/> <p><i>Гальваническая: Покрытие Хим.Пас</i></p> <hr/> <p><i>Контрольная</i></p>	

### 1.4. Расчет припусков

Минимальный припуск на обработку поверхностей вращения и обработки плоскостей определяется по формулам:

$$2 \cdot Z_{i \min} = 2 \cdot (R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (5)$$

$$Z_{\min} = R_{Z_0} + h_0 + \rho$$

где  $R_{Z_{i-1}}$  – шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм;

$h_{i-1}$  – толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

$\rho_{i-1}$  – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученное на предшествующем переходе или операции, мкм;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Таблица 1.4.1 – Расчет припусков на обработку поверхности сферы Ø60

Переходы обработки сферы Ø60	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск $2 \cdot Z_{\min}$ , мкм
	Rz	h	$\rho$	$\varepsilon$	
Токарная: Черновая	160	250	335,4	-	$2Z_{1,2}^{\min} = 2Z_{2,2}^{\min} = 1490,8$
Токарно-фрезерная с ЧПУ: Получистовая	80	100	223,6	-	$2Z_{6,3}^{\min} = 807,2$
Токарная с ЧПУ: Чистовая	20	30	128,1	-	$2Z_{11,1}^{\min} = 356,2$

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по таблице 4.5 [1, с. 64]:

$$R_z=160\text{мкм}, h=250\text{мкм}. \rho_i = \sqrt{\rho_{\text{ф.прокат}}^2 + \rho_{\text{р.прокат}}^2} = \sqrt{150^2 + 300^2} = 335,4\text{мкм}.$$

Минимальный припуск на черновое точение, формула (5):

$$2Z_{1.2\text{min}} = 2(R_{\text{зн}} + h_{\text{пр}} + \sqrt{\rho_{\text{ф.прокат}}^2 + \rho_{\text{р.прокат}}^2}) = 2(160 + 250 + \sqrt{150^2 + 300^2}) = 1490,8\text{мкм}.$$

Остальные припуски рассчитаем аналогично.

Таблица 1.4.2 – Расчет припусков на обработку поверхности Ø52

Переходы обработки отверстия Ø52	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск $2 \cdot Z_{\text{min}}$ , мкм
	Rz	h	ρ	ε	
Токарно-фрезерная с ЧПУ: Чистовая	80	80	223,6	-	$2Z_{4.2}^{\text{min}}=767,2$
Шлифование	10	10	20	6	$2Z_{10.1+}^{\text{min}}=92$

Таблица 1.4.3 – Расчет припусков на обработку отверстия Ø46

Переходы обработки отверстия Ø46	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск $2 \cdot Z_{\text{min}}$ , мкм
	Rz	h	ρ	ε	
Токарно-фрезерная с ЧПУ Чистовая	40	40	128,1	-	$Z_{4.1}^{\text{min}}=416,2$

Определим допуски на переходы [1, 65], [2, 192].

$$TD_{01} = 1,6 = 1600 \text{ мкм}$$

$$TD_{11.1} = TDK_1 = 0,019 = 19 \text{ мкм}$$

$$TD_{6.1} = TD_{6.2} = TDK_2 = TDK_3 = 0,3 = 300 \text{ мкм}$$

$$TD_{4.3} = TDK_4 = 0,3 = 300 \text{ мкм}$$

$$TD_{4.1} = TDK_6 = 0,25 = 250 \text{ мкм}$$

$$TD_{10.1} = TDK_5 = 0,019 = 19 \text{ мкм}$$

$$TD_{5.2} = TDK_7 = 0,3 = 300 \text{ мкм}$$

$$TD_{1.4} = 0,35 = 350 \text{ мкм}$$

$$TD_{1.3} = 0,35 = 350 \text{ мкм}$$

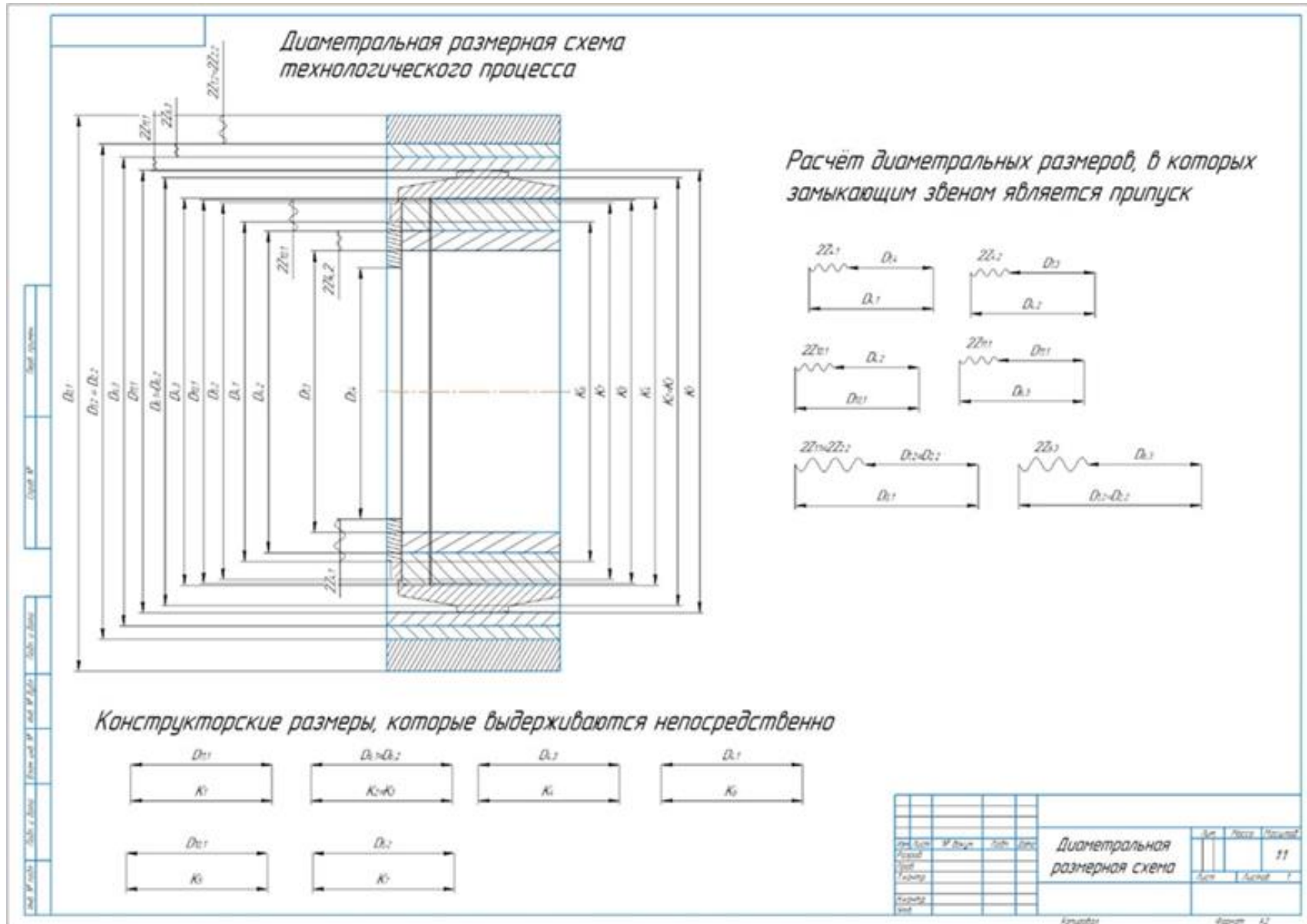
$$TD_{4.2} = 0,04 = 40 \text{ мкм}$$

$$TD_{6.3} = 0,09 = 90 \text{ мкм}$$

$$TD_{1.1} = TD_{2.2} = 0,4 = 400 \text{ мкм}$$

### **1.5. Расчет диаметральных технологических размеров**

Рис.1.5.1 - Диаметральная размерная схема



Расчет диаметральных технологических размеров выполняем из условия обеспечения минимальных припусков на обработку. При этом расчете будем использовать размерную схему, представленную на рисунке 1.5.2.

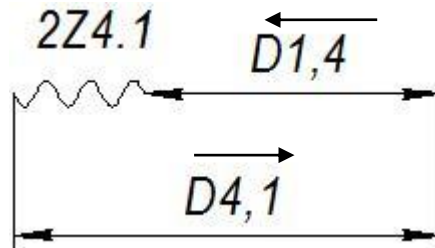


Рисунок 1.5.2 – Размерная схема обработки отверстия Ø46 мм.

$$2 \cdot Z_{4,1}^{\min} = 416,2 \text{ мм}$$

Так как звеньев в размерной цепи не более 3, то  $TZ_{4,1}$  рассчитаем по формуле:

$$TZ_{4,1} = TD_{4,1} + TD_{1,4} = 250 + 300 = 550 \text{ мкм} = 0,55 \text{ мм}$$

Определим среднее значение припуска для дальнейшего расчёта размерной цепи:

$$2 \cdot Z_{4,1}^c = 2 \cdot Z_{4,1}^{\min} + \frac{TDZ_{4,1}}{2} = 2416,2 + \frac{550}{2} = 691,2 \text{ мкм} = 0,6912 \text{ мм}$$

$$D_{4,1} = K_6 = 46^{+0,25} \text{ мм}$$

$$D_{4,1}^c = D_{4,1} + \frac{TD_{4,1}}{2} = 46,125 \text{ мм} \leftarrow$$

Определим значение размера  $D_{4,1}$  из размерной цепи, где замыкающим звеном является припуск  $Z_{4,1}$ . Для составления уравнения необходимо определить увеличивающие и уменьшающие звенья. Присваиваем условно замыкающему звену направление уменьшающего (короткая стрелка) на рис.1.5.2, далее определяем увеличивающие и уменьшающие звенья, согласно направлению стрелок. Далее составляем уравнение:

$2Z_{4,1}^c = D_{4,1}^c - D_{1,4}^c$  из которого выражаем неизвестный размер и рассчитываем его значение.

$$D_{1,4}^c = D_{4,1}^c - 2Z_{4,1}^c = 46,125 - 0,6912 = 45,4338 \text{ мм}$$

Определим номинальное значение размера  $D_{1,4}$

$$D_{1.4}^{cp} = D_{1.4}^{cp} - \frac{TD_{1.4}}{2} = 45,4338 - \frac{0,25}{2} = 45,3088 \text{ мм}$$

При округлении значения размера руководствуемся следующим правилом: увеличивающие звенья округляем в большую сторону, а уменьшающие в меньшую. Так как размер  $D_{1.4}$  является уменьшающим, то принимаем  $D_{1.4} = 45,3$  мм

$$\text{Уточняем значение } 2Z_{4.1} = D_{4.1} - D_{1.4} = 46^{+0,25} - 45,3^{+0,35} = 0,7_{-0,35}^{+0,25} \text{ мм}$$

$$D_{1.4} = 45,3^{+0,35} \text{ мм}$$

Аналогично рассчитаем другие технологические размеры.

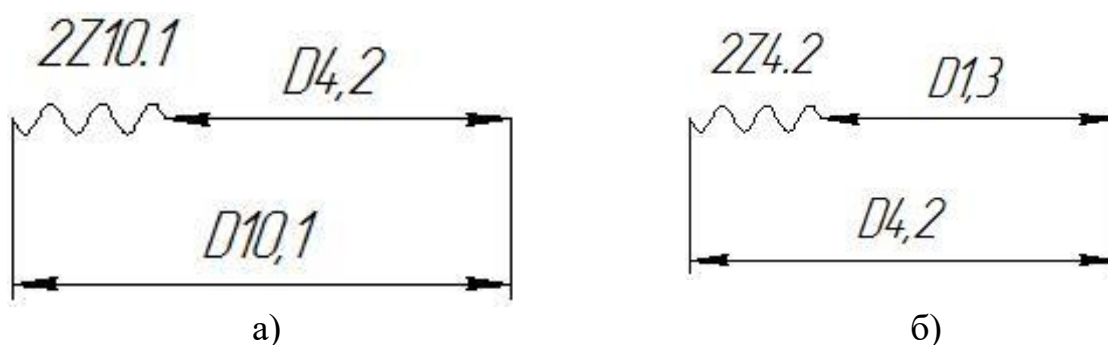


Рисунок 1.5.3 – Размерная схема обработки отверстия  $\varnothing 52$  мм.

$$2 * Z_{10.1}^{\min} = 92 \text{ мкм} = 0,092 \text{ мм}$$

$$TDZ_{10.1} = 40 + 19 = 59 \text{ мкм} = 0,059 \text{ мм}$$

$$D_{10.1} = K_5 = 52^{+0,019} \text{ мм}$$

$$D_{10.1}^c = 52,0095 \text{ мм}$$

$$2Z_{10.1}^{cp} = 0,1215 \text{ мм}$$

$$D_{4.2}^c = 52,0095 - 0,1215 = 51,888 \text{ мм}$$

$$D_{4.2} = 51,888 - 0,02 = 51,868 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем: } D_{4.2} = 51,8^{+0,04} \text{ мм}$$

$$\text{Уточняем значение } 2Z_{10.1} = D_{10.1} - D_{4.2} = 52^{+0,019} - 51,8^{+0,04} = 0,2_{-0,04}^{+0,019} \text{ мм}$$

Определим технологический размер  $D_{1.3}$  и припуск  $Z_{4.2}$  (рис. 1.5.3б)



$$D_{4,2} = 51,8^{+0,04} \text{ мм}$$

$$2Z_{4,2}^{\min} = 767,2 \text{ мкм} = 0,7672 \text{ мм}$$

$$TD_{1,3} = 350 \text{ мкм} = 0,35$$

$$TDZ_{4,2} = 0,39 \text{ мм}$$

$$D_{4,2}^c = 51,82 \text{ мм}$$

$$2Z_{4,2}^c = 0,9422 \text{ мм}$$

$$D_{1,3}^c = 51,82 - 0,9422 = 50,8778 \text{ мм}$$

$$D_{1,3} = 50,8778 - 0,175 = 50,7028 \text{ мм}$$

Принимаем:  $D_{1,3} = 50,7^{+0,35} \text{ мм}$

Уточняем значение  $2Z_{4,2} = D_{4,2} - D_{1,3} = 51,8^{+0,04} - 50,7^{+0,35} = 1,1_{-0,35}^{+0,04} \text{ мм}$

$$D_{1,3} = 50,7^{+0,35} \text{ мм}$$

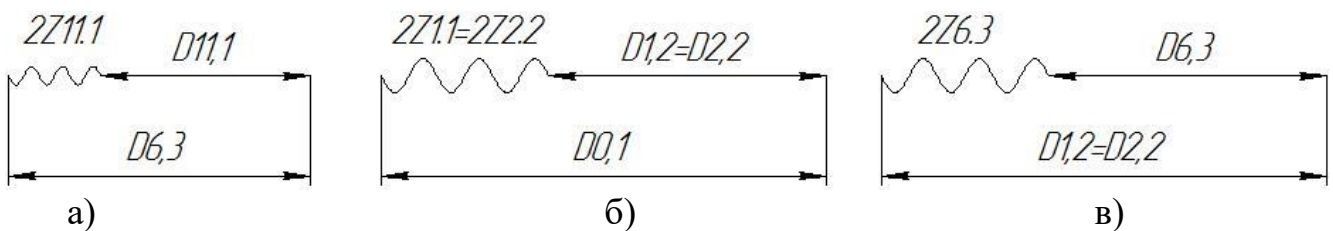


Рисунок 1.5.4 – Размерная схема обработки сферы Ø 60 мм.

Определим технологический размер  $D_{6,3}$  и припуск  $2Z_{11,1}$  (рис. 1.5.4а)

$$D_{11,1} = K_1 = 60_{-0,019} \text{ мм}$$

$$2Z_{11,1}^{\min} = 356,2 \text{ мкм} = 0,3562 \text{ мм}$$

$$TD_{6,3} = 90 \text{ мкм} = 0,090$$

$$TDZ_{11,1} = 0,109 \text{ мм}$$

$$D_{11,1}^c = 59,9905 \text{ мм}$$

$$2Z_{11,1}^c = 0,4107 \text{ мм}$$

$$D_{6,3}^c = 59,9905 + 0,4107 = 60,4012 \text{ мм}$$

$$D_{6,3} = 60,4012 + 0,045 = 60,4462 \text{ мм}$$

Принимаем:  $D_{6,3} = 60,4_{-0,09} \text{ мм}$

Уточняем значение  $2Z_{1.1} = D_{6.3} - D_{1.1.1} = 60,4_{-0,09} - 60_{-0,019} = 0,4_{-0,09}^{+0,019}$

$$D_{6.3} = 60,4_{-0,09} \text{ мм}$$

Определим технологический размер  $D_{1.2}=D_{1.1}$  и припуск  $2Z_{11.1}$  (рис. 1.5.4в)

$$D_{6.3} = 60,4_{-0,09} \text{ мм}$$

$$2Z_{6.3}^{\min} = 807,2 \text{ мкм} = 0,8072 \text{ мм}$$

$$TD_{1.1} = TD_{2.2} = 400 \text{ мкм} = 0,4 \text{ мм}$$

$$TDZ_{6.3} = 0,49 \text{ мм}$$

$$D_{6.3}^c = 60,355 \text{ мм}$$

$$2Z_{6.3}^{cp} = 1,0522 \text{ мм}$$

$$D_{1.1}^c = D_{2.2}^c = 60,355 + 1,0522 = 61,4072 \text{ мм}$$

$$D_{1.1} = D_{2.2} = 61,4072 + 0,2 = 61,6072 \text{ мм}$$

Принимаем:  $D_{1.1} = D_{2.2} = 61,6_{-0,4} \text{ мм}$

Уточняем значение  $2Z_{6.3} = D_{1.1} - D_{6.3} = 61,6_{-0,4} - 60,4_{-0,09} = 1,2_{-0,4}^{+0,09}$

$$D_{1.1} = D_{2.2} = 61,6_{-0,4} \text{ мм}$$

Определим технологический размер  $D_{0.1}$  и припуск  $2Z_{1.1} = 2Z_{2.2}$  (рис. 1.5.4б)

$$D_{1.1} = D_{2.2} = 61,6_{-0,4} \text{ мм}$$

$$2Z_{1.1}^{\min} = 2Z_{2.2}^{\min} = 1409,8 \text{ мкм} = 1,4098 \text{ мм}$$

$$TD_{0.1} = 1600 \text{ мкм} = 1,6 \text{ мм}$$

$$TDZ_{1.1} = TDZ_{2.2} = 2 \text{ мм}$$

$$D_{1.1}^c = D_{2.2}^c = 61,4 \text{ мм}$$

$$2Z_{6.3}^{cp} = 2,4098 \text{ мм}$$

$$D_{0.1}^c = 61,4 + 2,4098 = 63,8098 \text{ мм}$$

$$D_{0.1} = 63,8098 + 0,8 = 64,6098 \text{ мм}$$

Согласно ГОСТ 2590-2006, принимаем:  $D_{0.1} = 65_{-1,1}^{+0,5} \text{ мм}, [2, \text{стр.} 3]$

Уточняем значение  $2Z_{1.1} = 2Z_{2.2} = D_{0.1} - D_{1.1} = 65_{-1,1}^{+0,5} - 61,6_{-0,4} = 3,4_{-1,1}^{+0,9}$

$$D_{0.1} = 65_{-1,1}^{+0,5} \text{ мм}$$

Далее, представим размеры, которые выдерживаются непосредственно:

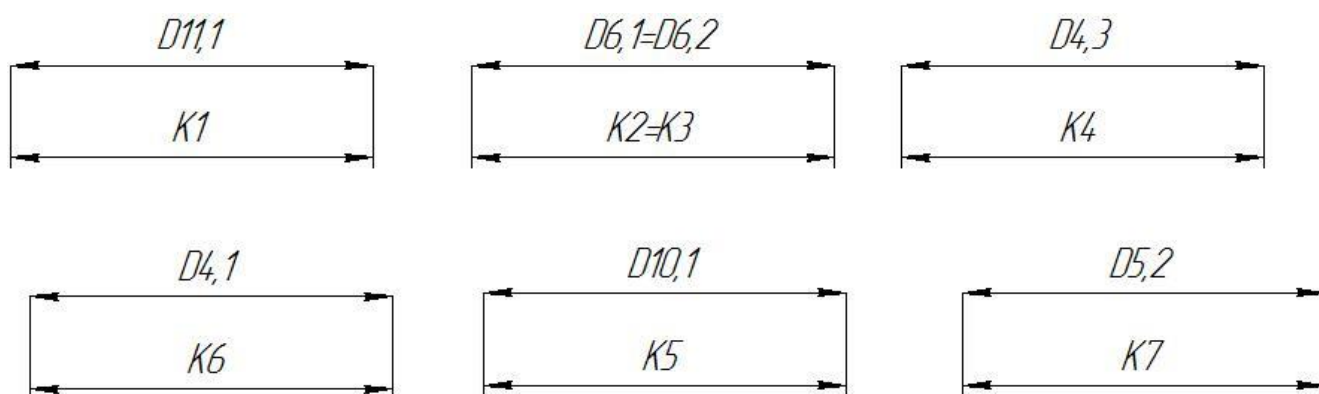


Рисунок 1.5.5

Сведём все значения припусков и диаметральных размеров в таблицу:

Таблица 1.5.1 - Таблица рассчитанных припусков и технологических размеров

Технологические размеры, мм	Припуски, мм
$D_{1.4}=45,3^{+0,35}$	$2Z_{4.1} = 0,7^{+0,25}_{-0,35}$
$D_{4.1}=46^{+0,25}$	$2Z_{4.2} = 1,1^{+0,04}_{-0,35}$
$D_{4.2}=51,8^{+0,04}$	$2Z_{10,1} = 0,2^{+0,019}_{-0,03}$
$D_{1.3}=50^{+0,35}$	$2Z_{11.1} = 0,4^{+0,019}_{-0,09}$
$D_{11.1}=60_{-0,019}$	$2Z_{6.3} = 1,2^{+0,09}_{-0,4}$
$D_{6.3}=60,4_{-0,09}$	$2Z_{1.1} = 2Z_{2.2} = 3,4^{+0,9}_{-1,1}$
$D_{1.1}=D_{2.2}=61,6_{-0,4}$	
$D_{0.1} = 65^{+0,5}_{-1,1}$	
$D_{6.1}=58\pm 0,15$	
$D_{4.3}=52,5^{+0,3}$	
$D_{5.2}=52_{-0,3}$	

## 1.6. Расчет припусков и технологических размеров в осевом направлении

Формула для расчета минимальных припусков на обработку:

$$2Z_{\min} = 2(R_{z_1} + h_1 + \rho) \quad (6)$$

По смысловому содержанию переменные данной формулы совпадают с переменными формулы (5).

Рис.1.6.1 – Осевая размерная схема

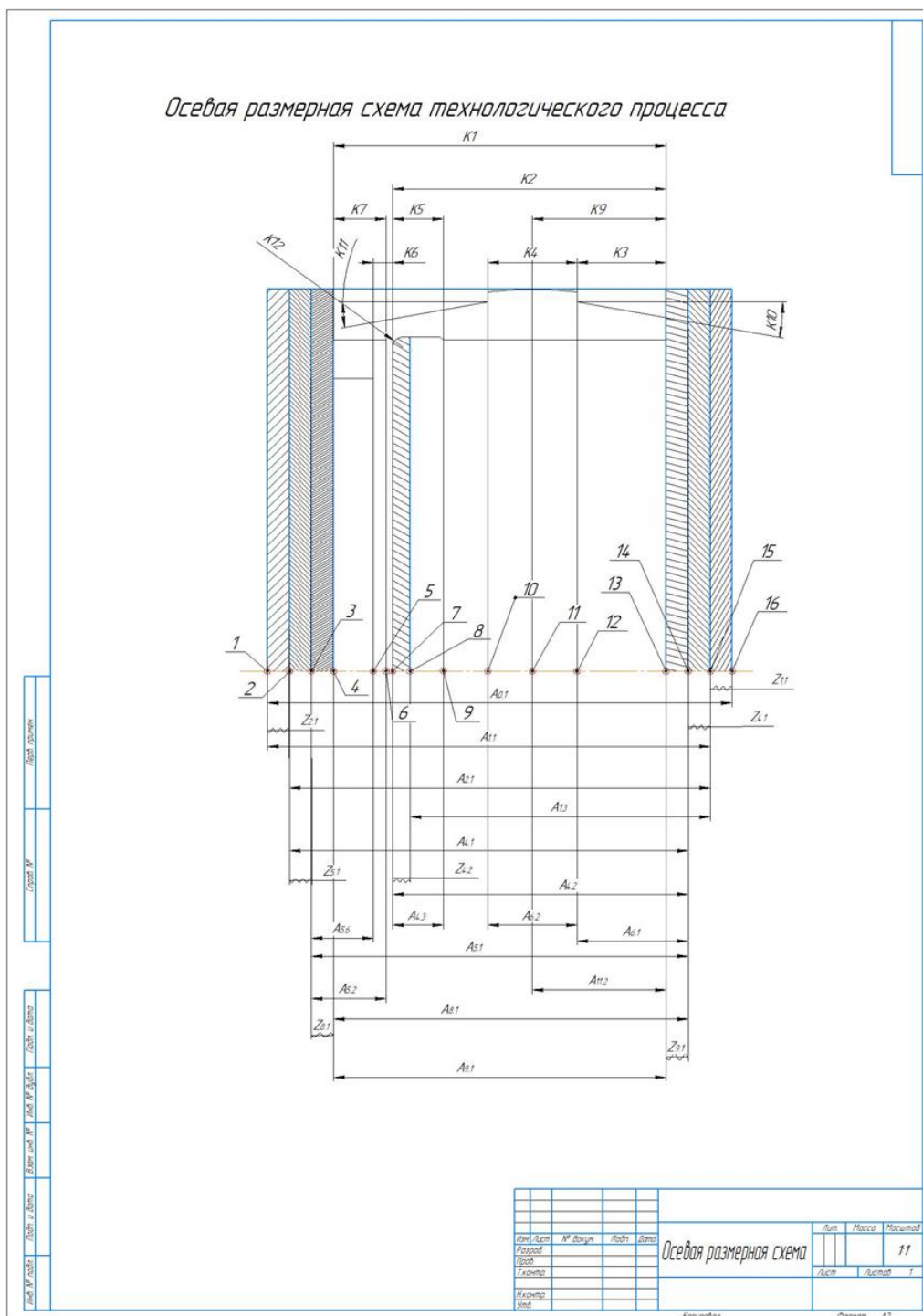


Таблица 1.6.1 – Расчет припусков на обработку торца

Переходы обработки торца $\varnothing 52_{-0,3}$	Элементы минимального припуска, мкм			Минимальный припуск $Z^{\min}$ , мкм
	Rz	h	$\rho$	
Подрезка торца: Черновая	100	100	200	$Z_{2,1}^{\min} = 400$
Подрезка торца: Чистовая	80	80	110	$Z_{5,1}^{\min} = 270$
Шлифование	10	10	20	$Z_{8,1}^{\min} = 40$

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя заготовки определяем по таблице 4.4 [1, с.64]:  $Rz + h = 100 + 100 = 200$  мкм.

Суммарное пространственное отклонение находим по формуле:

$$\rho_i = \sqrt{\rho_{\phi_{i-1}}^2 + \rho_{p_{i-1}}^2}, \quad (7)$$

где  $\rho_{\phi_{i-1}}$  – погрешность формы обрабатываемой поверхности;

$\rho_{p_{i-1}}$  – погрешность расположения обрабатываемой поверхности.

$$\rho_{\phi_{i-1}} = \Delta_{i-1} \cdot l$$

$l$  – Длина вылета заготовки из патрона;

Рассчитаем  $\rho_{\phi_{i-1}}$  для подрезки торца.

$$\rho_{p_{i-1}} = 500 \text{ мкм} [3, 72]$$

$$\rho_{\phi_{i-1}} = \Delta_{i-1} \cdot l = 0,1 \text{ мкм/мм} \cdot 15 \text{ мм} = 1,5 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{i-1} = 0,1 [1, 186]$$

$$\rho_i = \sqrt{1,5^2 + 200^2} = 200 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск на подрезку торца, по формуле (6):

$Z_{2.1\min}=(100+100+200)=400$  мкм=0,4 мм, для остальных припусков расчёт аналогичен.

Таблица 1.6.2

Переходы обработки торца	Элементы минимального припуска, мкм			Минимальный припуск $Z^{\min}$ , мкм
	Rz	h	$\rho$	
Подрезка торца: Черновая	100	100	200	$Z_{1.1}^{\min}=400$
Подрезка торца: Чистовая	80	80	110	$Z_{4.1}^{\min}=270$
Шлифование	10	10	20	$Z_{9.1}^{\min}=40$

Таблица 1.6.3

Переходы Расточка отверстия	Элементы минимального припуска, мкм			Минимальный припуск $Z^{\min}$ , мкм
	Rz	h	$\rho$	
Чистовая	80	80	110	$Z_{4.2}^{\min}=270$

Технологические размеры в осевом направлении определяем, используя размерную схему на рисунке 1.6.2.

Назначим допуски на технологические размеры:

$$TA_{0.1}=800\text{мкм}=0,8\text{мм}$$

$$TA_{1.1}=400\text{мкм}=0,4\text{мм}$$

$$TA_{2.1}=400\text{мкм}=0,4\text{мм}$$

$$TA_{4.1}=300\text{мкм}=0,3\text{мм}$$

$$TA_{5.1}=150\text{мкм}=0,15\text{мм}$$

$$TA_{4.2}=300\text{мкм}=0,3\text{мм}$$

$$TA_{1,3} = 400 \text{ мкм} = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{8,1} = 80 \text{ мкм} = 0,08 \text{ мм}$$

$$TA_{9,1} = 70 \text{ мкм} = 0,07 \text{ мм}$$

$$TA_{6,1} = 200 \text{ мкм} = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{5,2} = 100 \text{ мкм} = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{5,6} = 100 \text{ мкм} = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{6,2} = TK_4 = 0,4 \text{ мм} = 400 \text{ мкм}$$

$$TA_{4,3} = TK_5 = 0,3 \text{ мм} = 300 \text{ мкм}$$

$$TA_{11,2} = TK_9 = 0,4 \text{ мм} = 400 \text{ мкм}$$

Определяем технологический размер  $A_{8,1}$  из размерной цепи, представленной на рисунке 1.6.2. Для определения этого размера воспользуемся методом максимума-минимума, так как имеем три звена в размерной цепи.

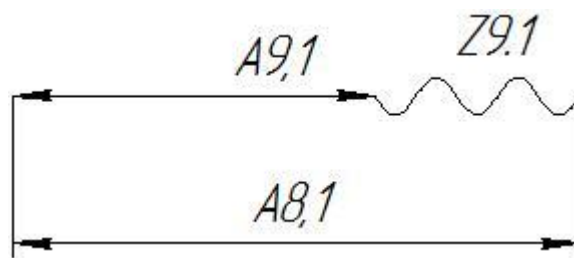


Рисунок 1.6.2– Размерная схема для расчёта  $A_{8,1}$

$$A_{9,1} = K_1 = 23,5_{-0,21} \text{ мм}$$

Так как при шлифовании, можно выдержать размер с точностью выше, чем она задана конструктором, назначим допуск на размер  $TA_{9,1} = 0,05$ .

$$TZ_i = \sum TA_i$$

$$TA_{8,1} = 80 \text{ мкм} = 0,08 \text{ мм}$$

$$TZ_{9,1} = 0,08 + 0,07 = 0,15 \text{ мм}$$

Далее проведём расчёт через среднее значение припуска. Расчёт аналогичен расчёту диаметральных размеров.

$$A_{9,1}^c = \frac{A_{9,1}^{\max} + A_{9,1}^{\min}}{2} = \frac{23,5 + 23,43}{2} = 23,465 \text{ мм}$$

$$Z_{9,1}^{\min} = 0,04 \text{ мм}$$

$$Z_{9,1}^c = Z_{9,1}^{\min} + \frac{TZ_{9,1}}{2} = 0,04 + \frac{0,15}{2} = 0,115 \text{ мм}$$

$$Z_{9,1}^c = A_{8,1}^c - A_{9,1}^c$$

Преобразуем данное уравнение

$$A_{8,1}^c = A_{9,1}^c + Z_{9,1}^c$$

$$A_{8,1}^c = 23,465 + 0,115 = 23,58 \text{ мм}$$

$$A_{8,1} = A_{8,1}^c + \frac{TA_{8,1}}{2} = 23,58 + \frac{0,08}{2} = 23,62 \text{ мм}$$

Округляем значение размера в большую сторону, так как определяемый размер является увеличивающим звеном в размерной цепи.

$$A_{8,1} = 23,6_{-0,08}$$

Фактическое значение припуска:

$$Z_{9,1} = A_{8,1} - A_{9,1} = 23,6_{-0,08} - 23,5_{-0,07} = 0,1_{-0,08}^{+0,07} \text{ мм}$$

Далее расчёт размерных цепей производится аналогично.

Определяем технологический размер  $A_{5,1}$  из размерной цепи, представленной на рисунке 1.6.3

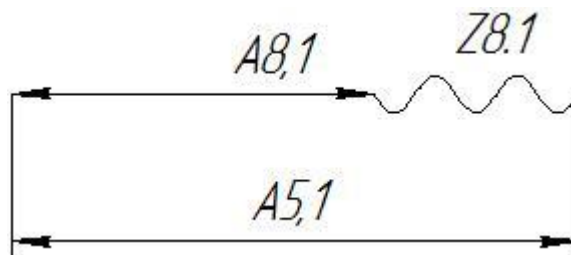


Рисунок 1.6.3 – Размерная схема для расчёта  $A_{5,1}$

$$TA_{8,1} = 80 \text{ мкм} = 0,08 \text{ мм}$$

$$TA_{5,1} = 150 \text{ мкм} = 0,15 \text{ мм}$$

$$TZ_{8,1} = 0,08 + 0,15 = 0,23 \text{ мм}$$

$$Z_{8,1}^{\min} = 0,04 \text{ мм}$$

$$A_{8,1}^c = 23,56 \text{ мм}$$

$$Z_{8,1}^c = 0,04 + 0,115 = 0,155 \text{ мм}$$



$$A_{5,1}^c = 23,56 + 0,155 = 23,715 \text{ мм}$$

$$A_{5,1} = 23,715 + 0,075 = 23,79 \text{ мм}$$

Принимаем:

$$A_{5,1} = 23,8_{-0,15} \text{ мм}$$

Фактическое значение припуска:

$$Z_{8,1} = A_{5,1} - A_{8,1} = 23,8_{-0,15} - 23,6_{-0,08} = 0,2_{-0,15}^{+0,08} \text{ мм}$$

Определяем технологический размер  $A_{5,1}$  из размерной цепи, представленной на рисунке 1.6.4

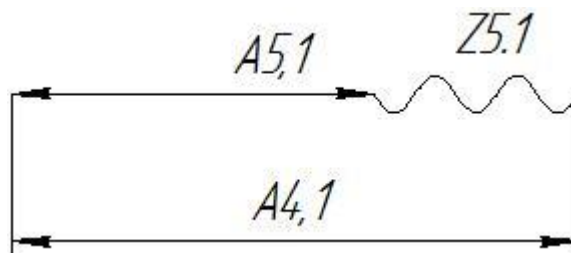


Рисунок 1.6.4 – Размерная схема для расчёта  $A_{4,1}$

$$TA_{4,1} = 300 \text{ мкм} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TA_{5,1} = 150 \text{ мкм} = 0,15 \text{ мм}$$

$$TZ_{5,1} = 0,3 + 0,15 = 0,45 \text{ мм}$$

$$Z_{5,1}^{\min} = 0,27 \text{ мм}$$

$$A_{5,1}^c = 23,725 \text{ мм}$$

$$Z_{5,1}^c = 0,27 + 0,225 = 0,495 \text{ мм}$$

$$A_{4,1}^c = 23,725 + 0,495 = 24,22 \text{ мм}$$

$$A_{4,1} = 24,22 + 0,15 = 24,37 \text{ мм}$$

Принимаем:

$$A_{4,1} = 24,4_{-0,3} \text{ мм}$$

Фактическое значение припуска:

$$Z_{5,1} = A_{4,1} - A_{5,1} = 24,4_{-0,3} - 23,8_{-0,15} = 0,6_{-0,3}^{+0,15} \text{ мм}$$

Определяем технологический размер  $A_{2.1}$  из размерной цепи, представленной на рисунке 1.6.5

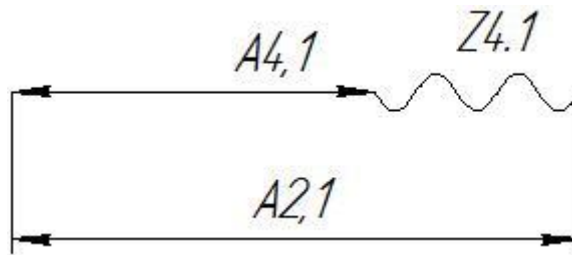


Рисунок 1.6.5 – Размерная схема для расчёта  $A_{2.1}$

$$T_{A_{4.1}} = 300 \text{ мкм} = 0,3 \text{ мм}$$

$$T_{A_{2.1}} = 400 \text{ мкм} = 0,4 \text{ мм}$$

$$T_{Z_{4.1}} = 0,3 + 0,4 = 0,7 \text{ мм}$$

$$Z_{4.1}^{\min} = 0,27 \text{ мм}$$

$$A_{4.1}^c = 24,25 \text{ мм}$$

$$Z_{4.1}^c = 0,27 + 0,35 = 0,62 \text{ мм}$$

$$A_{2.1}^c = 24,25 + 0,62 = 24,87 \text{ мм}$$

$$A_{2.1} = 24,87 + 0,2 = 25,07 \text{ мм}$$

Принимаем:

$$A_{2.1} = 25,1_{-0,4} \text{ мм}$$

Фактическое значение припуска:

$$Z_{4.1} = A_{2.1} - A_{4.1} = 25,1_{-0,4} - 24,4_{-0,3} = 0,7_{-0,4}^{+0,3} \text{ мм}$$

Определяем технологический размер  $A_{1.1}$  из размерной цепи, представленной на рисунке 1.6.6

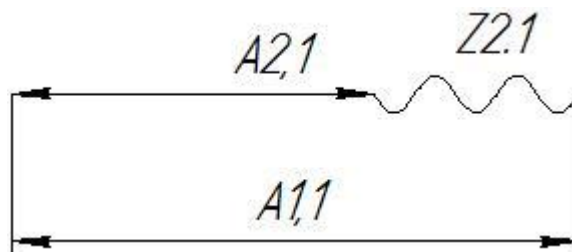


Рисунок 1.6.6 – Размерная схема для расчёта  $A_{1.1}$

$$TA_{1.1} = 400 \text{ мкм} = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2.1} = 400 \text{ мкм} = 0,4 \text{ мм}$$

$$TZ_{2.1} = 0,4 + 0,4 = 0,8 \text{ мм}$$

$$Z_{2.1}^{\min} = 0,4 \text{ мм}$$

$$A_{2.1}^c = 24,9 \text{ мм}$$

$$Z_{2.1}^c = 0,4 + 0,4 = 0,8 \text{ мм}$$

$$A_{1.1}^c = 24,9 + 0,8 = 25,7 \text{ мм}$$

$$A_{1.1} = 25,7 + 0,2 = 25,9 \text{ мм}$$

Принимаем:

$$A_{1.1} = 25,9_{-0,4} \text{ мм}$$

Фактическое значение припуска:

$$Z_{2.1} = A_{1.1} - A_{2.1} = 25,9_{-0,4} - 25,1_{-0,4} = 0,8_{-0,4}^{+0,4} \text{ мм}$$

Определяем технологический размер  $A_{0.1}$  из размерной цепи, представленной на рисунке 1.6.7

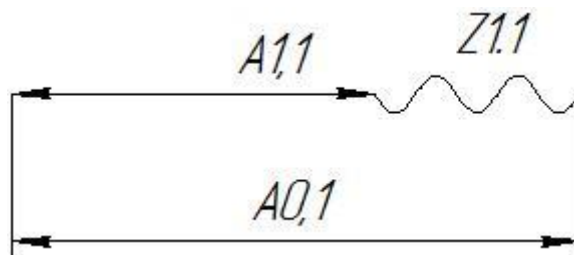


Рисунок 1.6.7– Размерная схема для расчёта  $A_{0.1}$

$$TA_{1.1} = 400 \text{ мкм} = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{0.1} = 800 \text{ мкм} = 0,8 \text{ мм}$$

$$TZ_{1.1} = 0,4 + 0,8 = 1,2 \text{ мм}$$

$$Z_{1.1}^{\min} = 0,4 \text{ мм}$$

$$A_{1.1}^c = 25,7 \text{ мм}$$

$$Z_{1.1}^c = 0,4 + 0,6 = 1 \text{ мм}$$

$$A_{0.1}^c = 25,7 + 1 = 26,7 \text{ мм}$$

$$A_{0,1} = 26,7 + 0,4 = 27,1 \text{ мм}$$

Принимаем:

$$A_{0,1} = 28_{-0,8} \text{ мм}$$

Фактическое значение припуска:

$$Z_{1,1} = A_{0,1} - A_{1,1} = 28_{-0,8} - 25,9_{-0,4} = 2,1_{-0,8}^{+0,4} \text{ мм}$$

Рассчитаем цепи, в которых замыкающими звеньями являются конструкторские размеры. Так как звеньев в цепи больше трёх, то расчёт производится вероятностным методом [1, стр.35]. Определим размер  $A_{4,2}$ . Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sqrt{\sum (TA_i)^2} \quad (8)$$

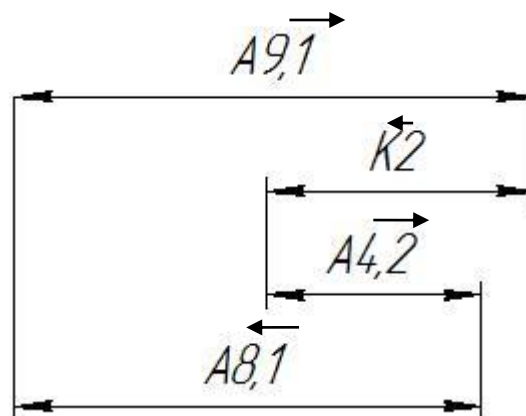


Рисунок 1.6.8 – Размерная схема для расчёта  $A_{4,2}$

$$TK_2 = 0,4$$

$$TK_2 \geq \sqrt{\sum (TA_{9,1})^2 + (TA_{4,2})^2 + (TA_{8,1})^2} = \sqrt{\sum (0,05)^2 + (0,3)^2 + (0,08)^2}$$

$$0,4 \geq 0,31 - \text{условие выполнено.}$$

$$A_{9,1} = 23,5_{-0,07}$$

$$A_{8,1} = 23,6_{-0,08}$$

$$K_2 = 21 \pm 0,2$$

$$TA_{4,2} = 300 \text{ мкм} = 0,3 \text{ мм}$$

$$K_2^c = A_{9,1}^c + A_{4,2}^c - A_{8,1}^c$$

Определим размер  $A_{4,2}$

$$A_{4,2}^c = K_2^c - A_{9,1}^c + A_{8,1}^c$$

$$A_{4.2}^c = 21 - 23,465 + 23,56 = 21,095$$

$$\Delta_0 K_2 = \Delta_0 A_{9.1} + \Delta_0 A_{4.2} - \Delta_0 A_{8.1}$$

$$\Delta_0 K_2 - \Delta_0 A_{9.1} + \Delta_0 A_{8.1} = \Delta_0 A_{4.2}$$

$$\Delta_0 A_{4.2} = 0 - (-0,035) - 0,04 = -0,005$$

$$\Delta^e A_{4.2} = \Delta_0 A_{4.2} + \frac{TA_{4.2}}{2} = -0,005 + \frac{0,3}{2} = 0,145$$

$$\Delta^h A_{4.2} = \Delta_0 A_{4.2} - \frac{TA_{4.2}}{2} = -0,005 - \frac{0,3}{2} = -0,155$$

$$A_{4.2} = 21,1_{-0,155}^{+0,145}$$

Далее расчёт производится аналогично.

Определим размер  $A_{6.1}$  (рис.1.6.9)

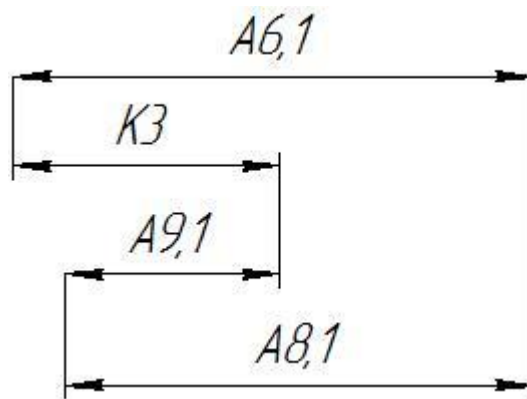


Рисунок 1.6.9 – Размерная схема для расчёта  $A_{6.1}$

$$TK_3 = 0,4$$

$$TK_3 \geq \sqrt{\sum (TA_{9.1})^2 + (TA_{8.1})^2 + (TA_{6.1})^2} = \sqrt{\sum (0,05)^2 + (0,2)^2 + (0,08)^2}$$

$$0,4 \geq 0,22 - \text{условие выполнено.}$$

$$A_{9.1} = 23,5_{-0,07}$$

$$A_{8.1} = 23,6_{-0,08}$$

$$K_3 = 7 \pm 0,2$$

$$TA_{6.1} = 200 \text{ мкм} = 0,2 \text{ мм}$$

$$K_3^c = A_{9.1}^c + A_{6.1}^c - A_{8.1}^c$$

Определим размер  $A_{6.1}$

$$A_{6,1}^c = K_3^c - A_{9,1}^c + A_{8,1}^c$$

$$A_{6,1}^c = 7 - 23,465 + 23,56 = 7,095$$

$$\Delta_0 K_3 = \Delta_0 A_{9,1} + \Delta_0 A_{6,1} - \Delta_0 A_{8,1}$$

$$\Delta_0 K_3 - \Delta_0 A_{9,1} + \Delta_0 A_{8,1} = \Delta_0 A_{6,1}$$

$$\Delta_0 A_{6,1} = 0 - (-0,035) - 0,04 = -0,005$$

$$\Delta^s A_{6,1} = \Delta_0 A_{6,1} + \frac{TA_{6,1}}{2} = -0,005 + \frac{0,2}{2} = 0,095$$

$$\Delta^h A_{6,1} = \Delta_0 A_{6,1} - \frac{TA_{4,2}}{2} = -0,005 - \frac{0,2}{2} = -0,105$$

$$A_{6,1} = 7,1_{-0,105}^{+0,095}$$

Определим размер  $A_{5,2}$  (рис.1.6.10)

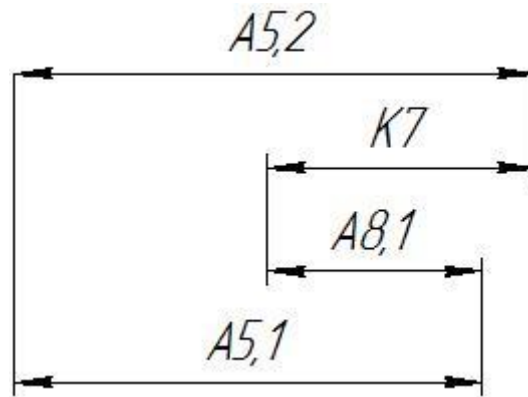


Рисунок 1.6.10 – Размерная схема для расчёта  $A_{5,2}$

$$TK_7 = 0,2$$

$$TK_7 \geq \sqrt{\sum (TA_{5,1})^2 + (TA_{8,1})^2 + (TA_{5,2})^2} = \sqrt{\sum (0,15)^2 + (0,1)^2 + (0,08)^2}$$

$$0,2 \geq 0,19 - \text{условие выполнено.}$$

$$A_{8,1} = 23,6_{-0,08}$$

$$A_{5,1} = 23,8_{-0,15}$$

$$K_7 = 1,5 \pm 0,1$$

$$TA_{5,2} = 100 \text{ мкм} = 0,1 \text{ мм}$$

$$K_7^c = A_{5,2}^c + A_{8,1}^c - A_{5,1}^c$$

Определим размер  $A_{5,2}$

$$A_{5,2}^c = K_7^c - A_{8,1}^c + A_{5,1}^c$$

$$A_{5,2}^c = 1,5 - 23,56 + 23,725 = 1,665$$

$$\Delta_0 K_7 = \Delta_0 A_{5,2} + \Delta_0 A_{8,1} - \Delta_0 A_{5,1}$$

$$\Delta_0 K_7 - \Delta_0 A_{8,1} + \Delta_0 A_{5,1} = \Delta_0 A_{5,2}$$

$$\Delta_0 A_{5,2} = 0 - (-0,04) + (-0,075) = -0,035$$

$$\Delta^b A_{5,2} = \Delta_0 A_{5,2} + \frac{TA_{5,2}}{2} = -0,035 + \frac{0,1}{2} = 0,015$$

$$\Delta^h A_{5,2} = \Delta_0 A_{5,2} - \frac{TA_{5,2}}{2} = -0,035 - \frac{0,1}{2} = -0,085$$

$$A_{5,2} = 1,66_{-0,085}^{+0,015}$$

Определим размер  $A_{5,6}$  (рис.1.6.11)

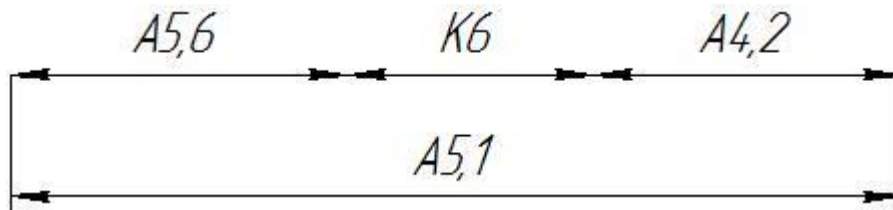


Рисунок 1.6.11 – Размерная схема для расчёта  $A_{5,6}$

$$TK_6 = 0,4$$

$$TK_6 \geq \sqrt{\sum (TA_{5,1})^2 + (TA_{4,2})^2 + (TA_{5,6})^2} = \sqrt{\sum (0,15)^2 + (0,3)^2 + (0,1)^2}$$

$0,4 \geq 0,35$  - условие выполнено.

$$A_{4,2} = 21,1_{-0,155}^{+0,145}$$

$$A_{5,1} = 23,8_{-0,15}$$

$$K_6 = 1,5 \pm 0,2$$

$$TA_{5,6} = 100 \text{ мкм} = 0,1 \text{ мм}$$

$$K_6^c = A_{5,1}^c - A_{4,2}^c - A_{5,6}^c$$

Определим размер  $A_{5,6}$

$$A_{5,6}^c = -K_6^c + A_{5,1}^c - A_{4,2}^c$$

$$A_{5,6}^c = -1,5 + 23,725 - 21,09 = 1,135$$

$$\Delta_0 K_6 = \Delta_0 A_{5,1} - \Delta_0 A_{4,2} - \Delta_0 A_{5,6}$$

$$-\Delta_0 K_6 - \Delta_0 A_{4,2} + \Delta_0 A_{5,1} = \Delta_0 A_{5,6}$$

$$\Delta_0 A_{5,6} = -0 - (-0,01) + (-0,075) = -0,065$$

$$\Delta^e A_{5,6} = \Delta_0 A_{5,6} + \frac{TA_{5,6}}{2} = -0,065 + \frac{0,1}{2} = -0,015$$

$$\Delta^h A_{5,6} = \Delta_0 A_{5,6} - \frac{TA_{5,6}}{2} = -0,065 - \frac{0,1}{2} = -0,115$$

$$A_{5,6} = 1,13_{-0,115}^{+0,015}$$

Определим размер  $A_{1,3}$  (рис.1.6.12), в этой цепи замыкающим звеном является припуск. Так как звеньев в цепи больше чем 3, то расчёт проведём вероятностным методом.

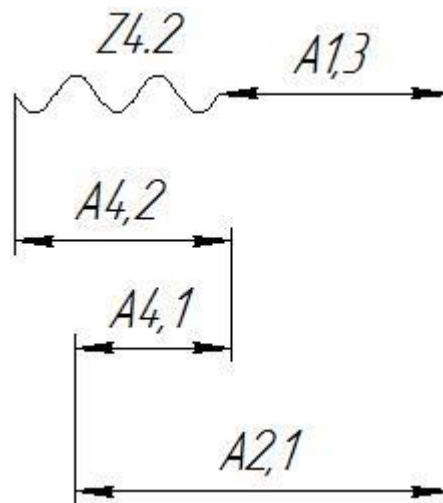


Рисунок 1.6.12 – Размерная схема для расчёта  $A_{1,3}$

$$TZ_{4,2} \geq \sqrt{\sum (TA_{4,1})^2 + (TA_{4,2})^2 + (TA_{2,1})^2 + (TA_{1,3})^2} = \sqrt{\sum (0,3)^2 + (0,3)^2 + (0,4)^2 + (0,4)^2}$$

$$TZ_{4,2} = 0,7$$

$$A_{4,2} = 21,1_{-0,155}^{+0,145}$$

$$A_{4,1} = 24,4_{-0,3}$$

$$A_{2,1} = 25,1_{-0,4}$$

$$TA_{1,3} = 400 \text{ мкм} = 0,4 \text{ мм}$$

$$Z_{4,2}^{\min} = 270 \text{ мкм} = 0,27 \text{ мм}$$



$$Z_{4,2}^c = 0,62 \text{ мм}$$

$$Z_{4,2}^c = A_{4,2}^c + A_{2,1}^c - A_{1,3}^c - A_{4,1}^c$$

Определим размер  $A_{1,3}$

$$A_{1,3}^c = -Z_{4,2}^c + A_{2,1}^c + A_{4,2}^c - A_{4,1}^c$$

$$A_{1,3}^c = -0,62 + 24,9 + 21,09 - 24,25$$

$$A_{1,3}^c = 21,12 \text{ мм}$$

Принимаем

$$A_{1,3} = 21,1 \pm 0,2 \text{ мм}$$

Уточняем значение припуска  $Z_{4,2}$

$$\Delta_0 Z_{4,2} = \Delta_0 A_{4,2}^c + \Delta_0 A_{2,1}^c - \Delta_0 A_{1,3}^c - \Delta_0 A_{4,1}^c$$

$$\Delta_0 Z_{4,2} = -0,01 - 0,2 - 0 + 0,15 = -0,06$$

$$\Delta^6 Z_{4,2} = -0,06 + \frac{0,7}{2} = 0,29 \text{ мм}$$

$$\Delta^H Z_{4,2} = -0,06 - \frac{0,7}{2} = -0,41 \text{ мм}$$

$$Z_{4,2} = 0,7_{-0,41}^{+0,29} \text{ мм}$$

Конструкторские размеры, которые выдерживаются непосредственно, представлены на рисунке 1.6.13

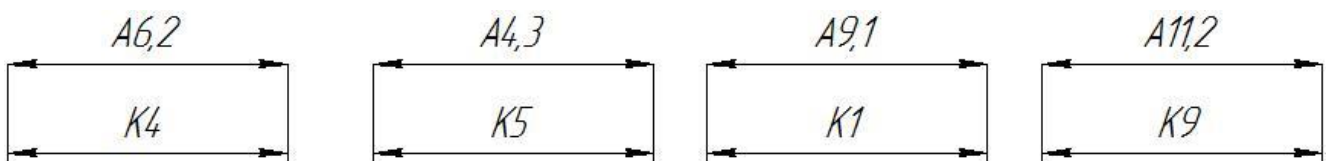


Рис.1.6.13 Конструкторские размеры, выдерживающиеся непосредственно

$$A_{6,2} = 7 \pm 0,2; A_{4,3} = 4 \pm 0,15; A_{11,2} = 10,5 \pm 0,2;$$

Все значения линейных размеров и припусков сведём в таблицу 1.6.4

Таблица 1.6.4

Линейные размеры	Припуски
$A_{0.1}=28_{-0,8}$	$Z_{4.2} = 0,7_{-0,41}^{+0,29} \text{ мм}$
$A_{1.1}=25,9_{-0,4}$	$Z_{1.1} = 2,1_{-0,8}^{+0,4} \text{ мм}$
$A_{2.1}=25,1_{-0,4}$	$Z_{2.1} = 0,8_{-0,4}^{+0,4} \text{ мм}$
$A_{1.3}=21,1 \pm 0,2$	$Z_{4.1} = 0,7_{-0,4}^{+0,3} \text{ мм}$
$A_{4.1}=24,4_{-0,3}$	$Z_{5.1} = 0,6_{-0,3}^{+0,15} \text{ мм}$
$A_{5.6} = 1,13_{-0,115}^{-0,015}$	$Z_{8.1} = 0,2_{-0,15}^{+0,08} \text{ мм}$
$A_{5.2} = 1,66_{-0,085}^{-0,015}$	$Z_{9.1} = 0,1_{-0,07}^{+0,08} \text{ мм}$
$A_{6.1} = 7,1_{-0,105}^{-0,095}$	
$A_{5.1}=23,8_{-0,15}$	
$A_{8.1}=23,6_{-0,08}$	
$A_{9.1}=23,5_{-0,07}$	
$A_{6.2}=7 \pm 0,2$	
$A_{4.3}=4 \pm 0,15$	
$A_{11.2}=10,5 \pm 0,2$	

### 1.7. Расчет режимов резания

Инструментальный материал выбираем в соответствии с рекомендациями по обработке конкретного материала.

Для ленточной пилы материал быстрорежущая сталь с содержанием 8% кобальта HSSCo, для токарных резцов выбираем сплав IC908, для окончательной обработки сферы после термообработки выбираем сплав HC, для фрезерования пазов сплав IC900, для внутреннего шлифования электрокорунд белый.

Приведём пример расчёта режимов резания для трёх операций: токарной черновой (точение наружной поверхности), токарно-фрезерной с ЧПУ

(фрезерование пазов), плоскошлифовальной. Для остальных операций расчёт производится аналогично.

### 1.7.1 Токарная обработка

1. Глубина резания:  $t = Z^C = 3,3$  мм.

2. Подача для данной глубины резания, рекомендуемая по каталогу:

$$s = 0,25 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по рекомендациям каталога

$$V=100\text{м/мин:}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 61,6} = 775 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\text{ст}} = 770 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 61,6 \cdot 770}{1000} = 148 \text{ м/мин.}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов:  $C_p = 100$ ;  $n = -0,15$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [4, с.273].

Глубина резания в формуле:  $t = 3,3$  мм.

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\tau P} \quad (10)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9, 23 [4, с.264]:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,85.$$

$$K_{MP} = 0,85; K_{\varphi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{\tau P} = 0,93.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\tau P} = 0,85 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,7.$$

Главная составляющая силы резания, формула (9):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 100 \cdot 3,3^{0,15} \cdot 0,25^{0,35} \cdot 148^{-0,15} \cdot 0,7 = 2350 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2350 \cdot 148}{1020 \cdot 60} = 5,6 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,6}{0,75} = 7,4 \text{ кВт}$$

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

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}} \cdot \eta;$$

$$7,4 \leq 12 \cdot 0,75$$

$$7,4 \leq 9$$

где  $N_{\text{ст}}$  – мощность электродвигателя главного привода станка.

### 1.7.2 Токарно-фрезерная с ЧПУ

Характеристика режущего инструмента:

Концевая фреза  $D_f$  8мм,  $z = 4$ , материал фрезы сплав IC900

1. Определяем длину и ширину фрезерования:

$$L = 4 \text{ мм.}$$

$$B = 3 \text{ мм}$$

Для фрезерования в заготовке с предварительно расточенным отверстием, принимаем глубину резания  $t=4$ мм, за один проход.

2. Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 33 [4, с.283]:

$$S_z = 0,06 \text{ мм/зуб.}$$

3. Рекомендуемая скорость резания:  $V=120$ м/мин

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 120}{3,14 \cdot 8} = 4777 \text{ об/мин}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{ст} = 4700 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 4700}{1000} = 118 \text{ м/мин}$$

6. Определяем минутную подачу:

$$S_m = S_z \cdot Z \cdot n_{ст} = 0,06 \cdot 4 \cdot 4700 = 1128 \text{ мм/мин}$$

6. Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{мп} \quad (11)$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 180$ ;  $x = 0,9$ ;  $y = 0,8$ ;  $u = 1,1$ ;  $q = 1,1$ ;  $w = 0,3$   
– определены по таблице 41 [4, с.291].

По табл. 9 [4, с.264]:

$$K_{мп} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{600}{750} \right)^{0,3} = 0,94.$$

Окружная сила, формула (21):

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{мп} = \frac{10 \cdot 18 \cdot 0,04^{0,9} \cdot 0,06^{0,8} \cdot 3^{0,8} \cdot 4}{8^{1,1} \cdot 4700^{0,3}} = 29 \text{ Н.}$$

8. Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D_\phi}{2 \cdot 100} = \frac{29 \cdot 8}{2 \cdot 100} = 1,16 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

9. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{29 \cdot 118}{1020 \cdot 60} = 0,05 \text{ кВт}$$

Мощность привода контршпинделя станка 10 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Остальные режимы резания выбираем по рекомендациям, приведенным в [5].

### 1.7.3 Круглошлифовальная (внутришлифовальная) операция

1. Выбор шлифовального круга [3]:

## Маркировка

1	50x16x25	25А	F46	L	6	V	35	A	3
---	----------	-----	-----	---	---	---	----	---	---

1(ПП) – Прямой профиль;

25А – Абразив электрокорунд белый;

F46 – Зернистость (размер зерна 400-315 мкм);

L – Твёрдость среднемягкий;

6 - Структура средняя;

V – Связка керамическая;

35 – скорость 35м/с;

A – класс точности;

3 – класс неуравновешенности круга;

$$Z_{101}^c = 0,211 \text{ мм}$$

2. Принимаем  $V=35\text{м/с}$

$$3. \quad n = \frac{1000 \cdot V \cdot 60}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 35 \cdot 60}{3,14 \cdot 50} = 13375 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n=13300\text{об/мин}$ ,

4. Расчёт фактической скорости резания шлифовального круга

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 13300}{1000 \cdot 60} = 34 \text{ м/мин}$$

5. Окружная скорость заготовки  $V=30\text{м/мин}$ ,

Частота вращения шпинделя передней бабки

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 52} = 183 \text{ об/мин}$$

6. Глубина шлифования  $t=0,003\text{мм}$

7. Продольная подача:  $0,4V=10\text{мм/об}$

$$8. \text{ Скорость продольного хода стола } V_c = \frac{S \cdot n}{1000} = \frac{10 \cdot 183}{1000} = 1,83 \text{ м/мин}$$

Принимаем  $V_c = 1,8 \text{ м/мин}$

Расчёт тангенсальной силы резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot V_{\text{заг}}^u \cdot S_{\text{пр}}^y \cdot t^x$$

$$C_p = 2,2; U=0,5; x=0,55, y =0,5$$

$$P_z = 10 \cdot 2,2 \cdot 5,47 \cdot 1,39 \cdot 0,055 = 9 \text{Н}$$

### 1. Проверка достаточности мощности станка

Мощность, затрачиваемая на резание

$$N_p = C_N \times V_3^z \times t^x \times S^y \times d^q, \text{ кВт [2], [3],}$$

где  $C_N$  – коэффициент, учитывающий условия шлифования;

$x, y, z, q$  – показатели степени;

$V, t, S$  – элементы режима резания;

$d$  – диаметр шлифования, мм.

$$C_N = 2,65; z = 0,5; x = 0,5; y = 0,55; q = 0,$$

$$\text{тогда } N_p = 2,65 \times 30^{0,5} \times 0,01^{0,5} \times 10^{0,55} \times 0,211 = 2,65 \times 5,47 \times 0,1 \times 3,54 \times 0,211 = 1 \text{ кВт.}$$

Мощность главного привода станка

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{1}{0,75} = 1,33 \text{ кВт.}$$

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

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}} \cdot \eta;$$

$$1,33 \leq 3,475 \cdot 0,75$$

$$1,33 < 2,6$$

## 1.8. Расчет основного времени

### Токарная операция

Обтачивание поверхности  $\text{Ø}61,6$ :

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_m},$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{\text{вр}} = t \cdot \text{tg} \varphi$  – длина врезания инструмента в заготовку, мм;

$l_{\text{пер}}$  – длина перебега инструмента, мм;

$l_{\text{подв}}$  - длина подвода инструмента к заготовке, мм ( $1 \div 3$  мм);

$i$  – число рабочих ходов;

$S_{\text{м}}$  – минутная подача, мм/мин.

$$l_{\text{сп}} = 3 \cdot \text{tg} 95^\circ = 38 \text{ мм}$$

$$S_{\text{мин}} = 0,25 \cdot 770 = 192,5 \text{ мм}$$

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{сп}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(20 + 38 + 2 + 2) \cdot 2}{192,5} = 0,6 \text{ мин}$$

### Токарно-фрезерная операция (фрезерование пазов)

$$t_o = \left( \frac{(l + l_{\text{сп}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} + t_n \right) \cdot n + \left( \frac{(l + l_{\text{сп}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} + t_n \right) \cdot n_1 = \left( \frac{(2 + 2 + 2 + 2) \cdot 1}{1128} + 0,04 \right) \cdot 3 + \left( \frac{(3 + 4 + 4 + 3) \cdot 1}{1128} + 0,02 \right) \cdot 6 = 0,13 + 0,17 = 0,3 \text{ мин}$$

$n$  – количество пазов;

$t_n$  – время, затраченное на поворот заготовки

$$t_n = \frac{2\pi R}{n \cdot S_{\text{мин}}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 23}{3 \cdot 1128} = 0,04 \text{ мин}$$

$$t_n = \frac{2\pi R}{n \cdot S_{\text{мин}}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 23}{6 \cdot 1128} = 0,02 \text{ мин}$$

### Плоскошлифовальная

Основное время для плоскошлифовальной операции определяется по формуле:

$$T_{\text{ш}} = \frac{H \cdot L \cdot h}{1000 \cdot V_c \cdot S \cdot t \cdot g} \cdot K, \text{ мин}$$

Где  $H$  – перемещение шлифовального круга в направлении поперечной подачи, мм;

$L$  – величина хода стола, мм;

$h$  – припуск на сторону;

$V_c$  – скорость движения стола, м/мин;

$g$  – число одновременно шлифуемых заготовок.

$$H = B_3 + B_k + 5, \text{ мм}$$

где  $B_3$  – суммарная ширина заготовок, установленных на столе, мм.



$V_k$  – величина шлифовального круга, мм.

$L=1+(10,15)$ , мм

где  $l$  – суммарная длина заготовок, установленных на столе, мм.

$K$  – коэффициент выхаживания;

$K=1,4$  – при чистовом шлифовании;

$K=1,1$  – при предварительном шлифовании;

$g=8$  шт.

$V_c=15$  м/мин

$Z_{9,1}=0,2$  мм

$H=240+40+5=285$ , мм

$L=480+15=495$ , мм

$$t_o = \frac{285 \cdot 495 \cdot 0,2}{1000 \cdot 15 \cdot 12 \cdot 0,015 \cdot 8} \cdot 1,4 = 2 \text{ мин}$$

$S=0,3V=12$  мм/об

## 2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

При выполнении операции 055 необходимо использовать оправку. Так как производство, на котором изготавливается данная деталь, является серийным, то целесообразно применить оправку с пневмозажимом. Операция, на которой обрабатывается сфера, токарная. Выполняется на прецизионном токарном станке Schaublin 250 R-TM A1-5, для него и спроектировано приспособление (рис.2.2).

В качестве привода для оправки использован зажимной вращающийся пневмоцилиндр тип 1202. Пневмоцилиндр предназначен для установки в металлорежущих станках в качестве привода механизированных патронов. Для предотвращения падения давления в полостях цилиндра, при внезапном падении давления в подводящей системе, в пневмоцилиндр встроены пневматические клапаны, автоматически отключающие полости цилиндра от подводящей системы и обеспечивающие поддержание силы зажима детали в патроне до остановки вращения шпинделя станка. Схема привода и его

типоразмеры представлены ниже. С использованием этого привода спроектирована оправка для обработки сферы ф60.

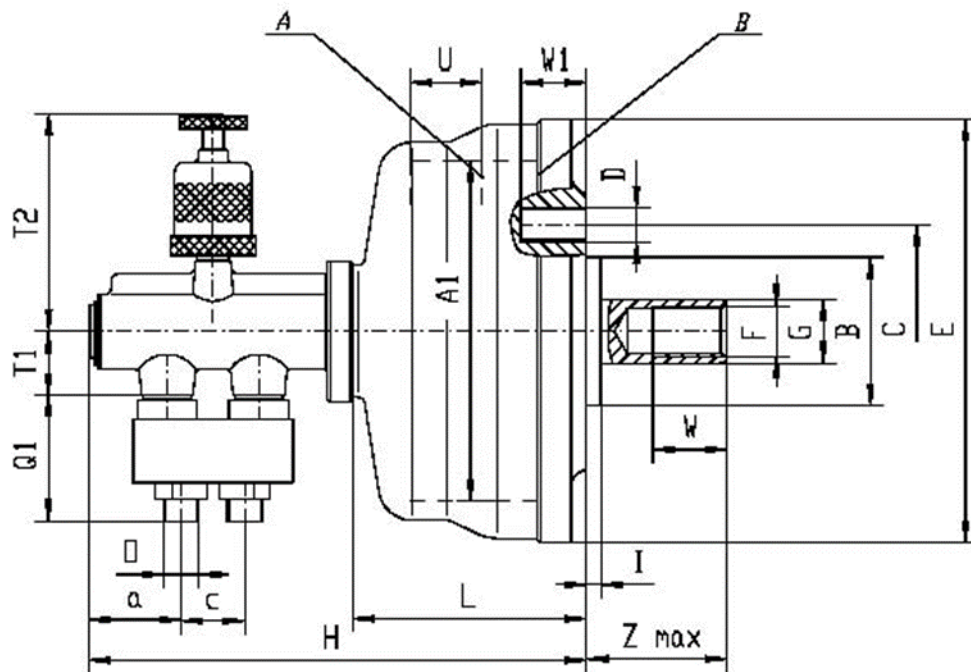
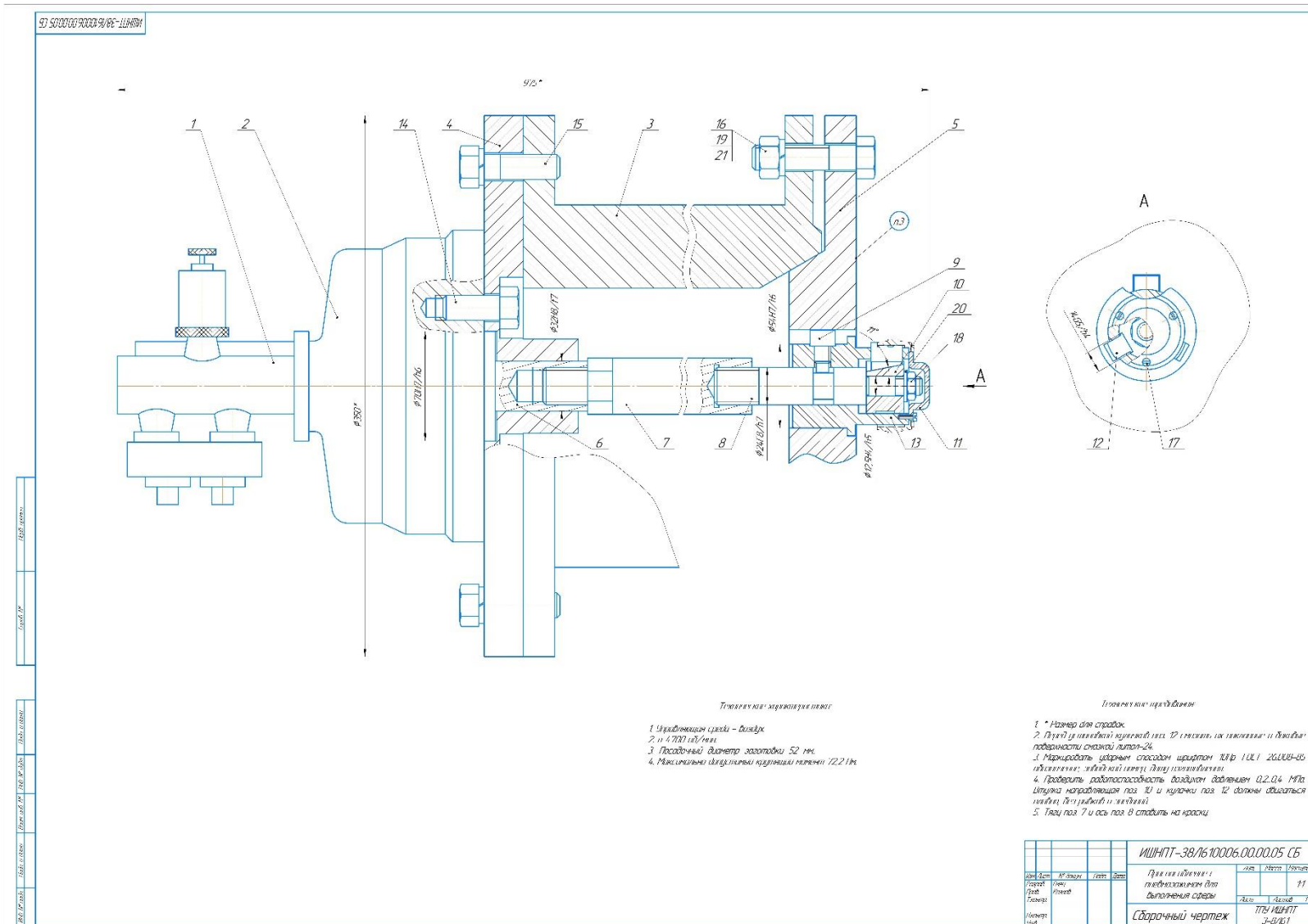


Рис. 2.1 Привод тип 1202

Рис.2.2 Оправка для наружного точения сферы



## 2.1. Описание приспособления

Пневмокамера 2 соединена с планшайбой 4 с помощью болтов 14. Планшайба 4 с помощью болтов 15 и пружинных шайб 21 крепится к шпинделю 3 станка. Тяга 7 соединяется по резьбе со штоком 6 и ставится на краску для избежания раскручивания. Винт ограничительный (с внутренним шестигранником) 9 необходим для фиксации оси 8 и втулки направляющей 10 в требуемом положении. Кулачки 12 установлены в пазах втулки направляющей 10. Втулка направляющая 10 установлен на оси 8 и зафиксирован через шайбу 20 гайкой 18. Корпус 13, в котором размещены ось 8, втулка 10 и кулачки 12 имеет защитный кожух 11, который прикреплен к корпусу винтами 17. Корпус 13 устанавливается во фланец 5, в котором выполнен паз под винт 9. Фланец 5 центрируется по конусу шпинделя и крепится к нему с помощью болтов 16, шайб 21 и гаек 19.

## 2.2. Принцип работы приспособления

Деталь установлена с упором в торец кулачков 12. После подачи воздуха, шток 6 вместе с тягой 7 и осью 8 перемещаются влево. Ось 8 перемещает втулку 10. Кулачки 12 перемещаются в пазах втулки 10 и происходит зажим заготовки. При обратном ходе штока 6 вместе с тягой 7 и осью 8 происходит разжим. Винт ограничительный 9 фиксирует положение оси 8 в требуемом положении.

## 2.3. Расчёт усилия зажима

Разжимные оправки отличаются от жестких тем, что имеют подвижные элементы, перемещающиеся в радиальном направлении. Заготовка устанавливается на оправку свободно с зазором. Разжимающиеся элементы оправки фиксируют заготовку на ней, выбирая зазор между оправкой и заготовкой.

При обработке наружного диаметра детали расчет момента силы резания будет производиться исходя из максимальной силы резания  $P_Z$ .

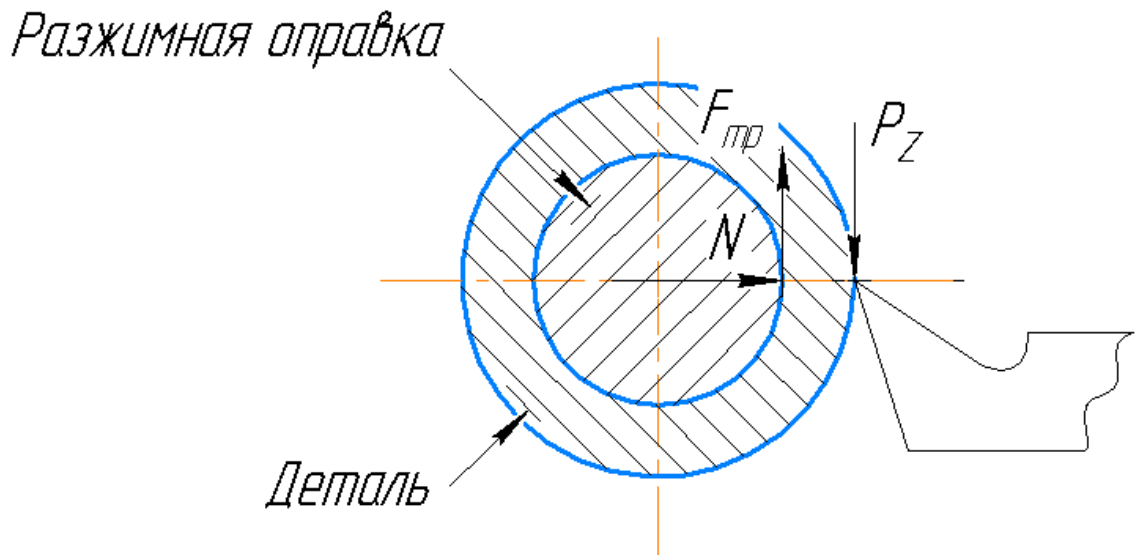


Рис.2.6. Схема сил, действующих при резании и закреплении заготовки

Для обработки детали, должно выполняться условие:

$$M_{\text{рез.}} \leq M_{\text{тр.}}$$

Момент силы резания рассчитываем по формуле:

$$M_{\text{рез.}} = P_z \frac{D_{\text{max}}}{2}$$

Где  $D_{\text{max}} = 60,4$  мм.

$$P_z = 2390,7 \text{ Н}$$

Соответственно  $M_{\text{рез.}} = 2390,7 \times \frac{0,0604}{2} = 72,2 \text{ Н} \cdot \text{м};$

Момент силы трения рассчитываем по формуле:

$$M_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \frac{d_{\text{оправки}}}{2}$$

Найдем силу трения и требуемую силу давления кулачков на базовое отверстие  $\varnothing 52^{+0,019}$  по формулам:

$$F_{\text{тр}} = N \times f$$

$$N = P_z \frac{D_{\text{max}}}{d_{\text{оправки}} \times f}$$

где  $f$  – коэффициент трения (при трении сталь по стали  $f = 0,15$ ).

Рассчитываем требуемую силу давления кулачков по формуле:

$$N = 2390,7 \times \frac{0,0604}{0,052 \times 0,15} = 18,5 \text{ кН}$$

Расчет осевого усилия выполним по формуле:

$$Q = N \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \cdot n / \eta,$$

где  $\alpha$  – угол скоса (уклона);

$\varphi$  – коэффициент трения на скосе конуса (уклона);

$n$  – количество зажимающих кулачков;

$\eta$  – коэффициент, учитывающий потери от трения на направляющих (на боковой поверхности кулачков).

Угол скоса (уклона)  $\alpha$  должен быть больше  $5^\circ$ , чтобы не было явления самоторможения, но чем этот угол меньше, тем меньше потребуется осевое усилие для создания силы закрепления  $N$ . Но при этом радиальное перемещение кулачков при закреплении будет меньше. В проектируемой оправке принимаем рекомендуемый угол  $\alpha = 11^\circ$ .

В нашем случае для разжимной оправки  $\alpha = 11^\circ$ , коэффициент трения  $\operatorname{tg}\varphi = 0,15$ , тогда  $\varphi = 8^\circ$ ;  $\eta = 1,2$ ;  $n = 3$  шт.

Рассчитываем осевое усилие на штоке:

$$Q = N \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \cdot n / \eta = 18,5 \cdot \operatorname{tg}(11 + 8) \cdot 3 / 1,2 = 15,3 \text{ кН.}$$

Для обеспечения гарантированного закрепления используется коэффициент запаса  $K$ .

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5$$

Определяемые коэффициенты принимаем из [6]:

где  $K_0 = 1,5$  – коэффициент запаса гарантированного;

$K_1$  – коэффициент учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки: при чистовой обработке  $K_1 = 1$ ;

$K_2$  - коэффициент учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента (выбираем по таблице в зависимости от метода обработки и материала заготовки:  $K_2 = 1$ ;

$K_3$  - коэффициент учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании: для непрерывного резания  $K_3 = 1$ ;

$K_4$  - коэффициент характеризующий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом: для механических устройств прямого действия (пневматических, гидравлических и т.п.)  $K_4 = 1$ ;

$K_5$  - коэффициент характеризующий эргономику немеханизированного зажимного механизма (удобство расположения органов зажима):  $K_5 = 1$ .

Поэтому получим ,  $K = 1,5$ .

Рассчитываем окончательно требуемое осевое усилие:

$$Q_{um} = Q \times K = 15,3 \times 1,5 = 22,95 \text{ кН.}$$

### 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Л61	Емец Надежда Александровна

<b>Школа</b>	<b>ИИНПТ</b>	<b>Отделение</b>	<b>Отделение материаловедения</b>
<b>Уровень образования</b>	<b>Бакалавриат</b>	<b>Направление/специальность</b>	<b>15.03.01 Машиностроение</b>

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Примерный бюджет проекта – 206728,39 руб.; В реализации проекта задействованы два человека: руководитель, инженер.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30% Минимальный размер оплаты труда (на 01.01.2021) 12792 руб.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

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

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Описание потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование работ, разработка диаграммы Ганта, формирование бюджета затрат.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка сравнительной эффективности исследования. Интегральный показатель ресурсоэффективности – 4,5 Интегральный показатель эффективности – 6,2 Сравнительная эффективность проекта – 1,348

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

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

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--



**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	Канд.экон.наук, доцент		26.04.2021

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Емец Надежда Александровна		26.04.2021

### **3.1. Актуальность исследований**

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

#### **3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

Для анализа потребителей результатов исследования, которым является «втулка подшипника» необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Потенциальными потребителями могут выступать промышленные предприятия (производство приводного оборудования, нефтегазовые предприятия), строительство, сельскохозяйственная техника. Целесообразно выбрать два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль, по которым будет производиться сегментирование рынка. Карта сегментирования приведена в таблице 3.1.1.1.

Таблица 3.1.1.1 – Карта сегментирования

		Сфера использования		
		Промышленные предприятия	Строительство	Сельскохозяйственная техника
Размер организации	Крупные	+	+	+
	Средние	+	+	-
	Мелкие	-	-	-

Как показывает приведенная выше карта сегментирования, для реализации разработки подходят крупные и средние промышленные предприятия, сфера строительства, а также крупные производители сельскохозяйственной техники.

### 3.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Поскольку рынки пребывают в постоянном движении, то детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить регулярно. Это помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим конкурентам. В настоящий момент в Томске можно рассмотреть два предприятия конкурента в области производства детали «Втулка подшипника»: АО «Томский завод электроприводов» (ТОМЗЭЛ) и АО «НПЦ Полус».

АО «Томский завод электроприводов» (ТОМЗЭЛ) в основном специализируется на изготовлении высоконадежных электроприводов для трубопроводной арматуры.

АО "НПЦ "Полус" специализируется на создании наукоемкого бортового, наземного электротехнического оборудования, и систем точной механики, производство электроклапанов постоянного и переменного тока для систем кондиционирования и вентиляции воздуха, устройств авиационной техники и многого другого.

Сравнительная таблица конкурирующих технических решений приведена в таблице 3.1.2.1.

Таблица 3.1.2.1 – Сравнение конкурирующих технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Качество	0,22	5	4	5	1,1	0,88	1,1
2. Способ изготовления	0,28	4	4	5	1,12	1,12	1,4
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
3. Цена	0,18	5	5	4	0,9	0,9	0,72
4. Уровень проникновения на рынок	0,17	4	3	5	0,68	0,51	0,85
5. Финансирование научной разработки	0,15	3	4	5	0,45	0,6	0,75
Итого:	1	21	20	24	4,25	4,01	4,82

Бф – продукт проведенной исследовательской работы;

Бк1 – АО «Томский завод электроприводов» (ТОМЗЭЛ);

Бк2 – АО «Научно-Производственный Центр Полус».

Таким образом, на основании таблицы 2 можно сделать вывод, что разработанный в ходе исследовательской работы технологический процесс может составить серьезную конкуренцию уже имеющимся на российском рынке производителям. Главными преимуществами данной разработки является довольно высокая производительность и срок службы при относительно низкой цене.

### **3.2. SWOT-анализ технологического процесса изготовления детали «Втулка подшипника»**

SWOT-анализ проводится для комплексной оценки внешней и внутренней среды проекта. При SWOT-анализе рассматриваются сильные и слабые стороны, возможности и угрозы применительно к способу решения поставленной задачи. Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 3.2.1.

Таблица 3.2.1 – Матрица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны:</b>  С1. Ряд конструкторских размеров выдерживается непосредственно;  С2. Использование производительных видов обработки;  С3. Низкое влияние человеческого фактора;  С4. Требуется малая номенклатура станков.</p>	<p><b>Слабые стороны:</b>  Сл1. Наличие малопроизводительной операции;  Сл2. Наличие термообработки;  Сл3. Обработка станками с ЧПУ;  Сл4. Необходимость специальной оснастки.</p>
<p><b>Возможности:</b>  В1. Изготовление детали на любом предприятии;  В2. Поддержка государством;  В3. Увеличение такта выпуска деталей;  В4. Возможность удешевления ТП.</p>	<p>В1 С1 С2 С4;  В3 С2 С3</p>	<p>В1 Сл1 Сл2 Сл4;  В3 Сл1;  В4 Сл1 Сл2 Сл3 Сл4.</p>
<p><b>Угрозы:</b>  У1. Разработка более совершенного техпроцесса;  У2. Изменение конструкции или требований;  У3. Перенасыщение рынка;  У4. Отсутствие спроса.</p>	<p>У1 С1 С3;  У2 С1 С4;  У3 С4;  У4 С4.</p>	<p>У1 Сл1 Сл3 Сл4;  У2 Сл1;  У3 У4 Сл4.</p>

По итогам SWOT-анализа выявлены возможности для дальнейшего развития как настоящего разработанного технологического процесса, так и в целом подхода к созданию подобных технологических процессов.

1. В случае разработки более совершенного техпроцесса (угроза У1) разработка может получить конкурентное отставание, так как организационно-

технический уровень производства будет разным и не каждое предприятие сможет быть оснащено нужным оборудованием для данной разработки.

2. Изменение в конструкции или требований (угроза У2) может привести как к удорожанию разработки, так и к ее ухудшению, а это может привести в свою очередь к отсутствию спроса и ухудшению качества детали.

3. Для противодействия угрозе У3 необходимо использовать разработку с учетом рациональных областей применения конкретного вида технологического процесса.

4. Во избежание отсутствия спроса (угроза У4) технологический процесс разработан как информационная основа для проектирования рабочих технологических процессов при техническом и организационном перевооружении производства, предусматривающий применение более совершенных методов обработки, более производительных и экономически эффективных средств технологического оснащения и изменение принципов организации производства.

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

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

Прежде чем начать работу над проектом, необходимо провести планирование этапов работы, обозначив при этом занятость каждого из участников, а также привести сроки выполнения каждого этапа. Структура работ и распределение занятости исполнителей приведены в табл.3.3.1.1. Данный этап характеризуется планированием работ по разработке технологического процесса, анализом трудоёмкости и необходимых средств для реализации проекта.

Таблица 3.3.1.1 – Структура работ и распределение занятости исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Ознакомление с литературой	Инженер
	3	Выбор способов обработки	Руководитель, Инженер

Технологическая часть	4	Анализ конструкции и технологичности	Инженер
	5	Определение типа производства	Инженер
	6	Выбор заготовки	Руководитель, Инженер
	7	Составление технологического процесса	Инженер
	8	Назначение допусков	Инженер
	9	Расчет припусков	Инженер
	10	Размерный анализ	Инженер
	11	Выбор режимов резания	Инженер
	12	Выбор технологической оснастки	Руководитель, Инженер
	13	Нормирование времени	Инженер
Конструкторская часть	14	Разработка 3D модели	Инженер
	15	Расчет сил закрепления	Инженер
	16	Составление чертежей	Инженер
Обобщение и оценка результатов	17	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, Инженер

### 3.3.2. Разработка графика проведения научно-технического исследование

Трудоёмкость выполнения оценивается экспертным путём в человеко- днях, характеризуется вероятностным характером, по причине зависимости от множества трудно оцениваемых факторов.

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (12)$$

где  $t_{ож}$  – ожидаемая трудоёмкость выполнения работы [чел-дн];

$t_{\min}$  – минимально возможная трудоёмкость заданной работы [чел-дн];

$t_{\max}$  – максимально возможная трудоёмкость заданной работы [чел-дн].

Для построения графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ в рабочих днях переводится в календарные дни по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot K_{КД}, \quad (13)$$

где  $T_{КД}$  – продолжительность выполнения работы в календарных днях;

$T_{РД}$  – продолжительность выполнения работы в рабочих днях;

$K_{КД}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$K_{КД} = \frac{T_{КД}}{T_{КД} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (14)$$

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

$T_{ВД}$  – количество выходных дней в году;

$T_{ПД}$  – количество праздничных дней в году.

Значение коэффициента календарности для 2021 года:

$$K_{КД} = \frac{365}{365 - 118} = \frac{365}{247} = 1,48$$

С учётом данных таблицы 3.3.1.1 и приведённых выше формул составляется расчётная таблица 3.3.2.1. Диаграмма Ганта, представляющая собой календарный график работ, приведена в табл.3.3.2.1.

Таблица 3.3.2.1 – Расчёт трудозатрат на выполнение работ

Наименование работы	Испол-ли работы	Длительность работ, дн.			Трудоёмкость работ по исполнителям, чел.дн			
		$t_{\min}$	$t_{\max}$	$t_{ож}$	$T_{РД}$		$T_{КД}$	
					Р	И	Р	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Составление и утверждение технического задания	Р	1	3	1,8	1,8	0	2,7	0
Ознакомление с литературой	И	1	2	1,4	0	1,4	0	2
Выбор способов обработки	Р, И	1	2	1,4	1,4	1,4	2	2



Анализ конструкции и технологичности	И	1	2	1,4	0	1,4	0	2
Определение типа производства	И	1	2	1,4	0	1,4	0	2
Выбор заготовки	Р, И	1	2	1,4	1,4	1,4	2	2
Составление технологического процесса	И	3	5	3,8	0	3,8	0	5,6
Назначение допусков	И	1	2	1,4	0	1,4	0	2
Расчет припусков	И	1	2	1,4	0	1,4	0	2
Размерный анализ	И	2	3	2,4	0	2,4	0	3,5
Выбор режимов резания	И	3	4	3,4	0	3,4	0	5
Выбор технологической оснастки	Р, И	2	3	2,4	2,4	2,4	3,5	3,5
Нормирование времени	И	2	3	2,4	0	2,4	0	3,5
Разработка 3D модели	И	1	2	1,4	0	1,4	0	2
Расчет сил закрепления	И	2	3	2,4	0	2,4	0	3,5
Составление чертежа	И	1	3	1,8	0	1,8	0	2,7
Оценка эффективности полученных рез-ов	Р,И	2	4	2,8	2,8	2,8	4,1	4,1
<b>Итого:</b>				<b>34,4</b>	<b>9,8</b>	<b>32,6</b>	<b>14,3</b>	<b>42,4</b>

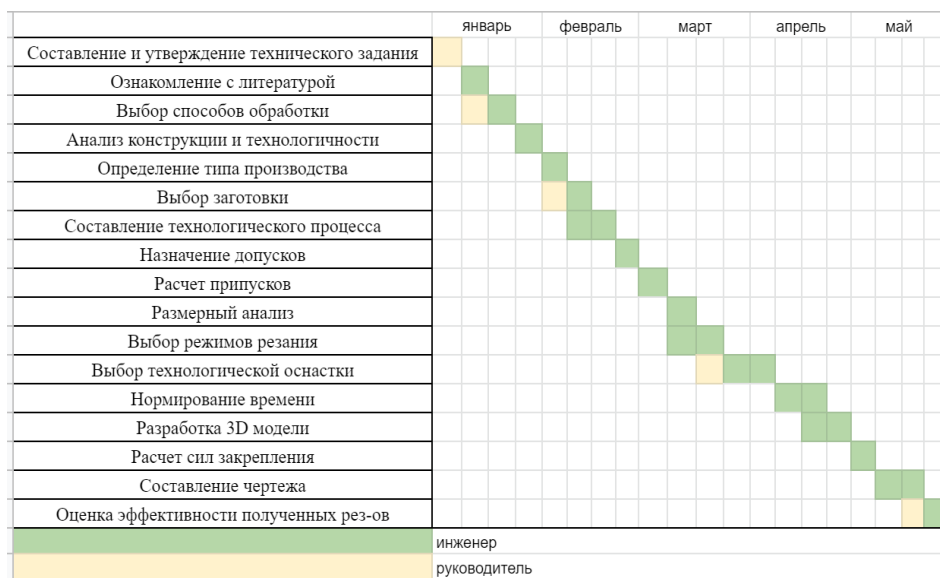


Рисунок 3.3.2.1 – Диаграмма Ганта

Из диаграммы на рис.3.3.2.1 видно, что подготовка к выполнению задания и поставленных задач началась довольно рано, это необходимо для лучшей проработки и исключения необходимости возвращаться к некоторым этапам работы в дальнейшем. Сравнительно большой промежуток выделен времени на составление технического процесса, выбора технологической оснастки для лучшей его проработки.

### **3.4. Бюджет научно-технического исследования**

Планирование бюджета позволяет оценить затраты на проведение исследования до его фактического начала и позволяет судить об экономической эффективности работы. В данном разделе подсчитываются следующие статьи расходов:

- материальные затраты;
- амортизационные отчисления;
- заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

#### **3.4.1. Расчет материальных затрат**

В этом подразделе оценивается стоимость всех материальных ценностей, непосредственно расходуемых в процессе выполнения работ.

Теоретические исследования, а также моделирование системы требуют ряд программных продуктов: Microsoft Office, КОМПАС-3D и др. Большинство из них предоставляются бесплатно для студентов, другие находятся в свободном доступе в сети «Интернет». Таким образом, затраты на материалы включают в себя расходы на канцелярские принадлежности. Для исследований используется персональный компьютер. В материальные затраты также включаются транспортно-заготовительные расходы (ТЗР) в пределах от 5% до 20% от общей цены материалов. Расчёт материальных затрат приведён в табл.3.4.1.1.

Таблица 3.4.1.1 – Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Офисная бумага	1,5	150	225
Тетрадь общая, 48 л.	54	1	54
Степлер	190	1	190
Распечатка	2,5	120	300
Шариковая ручка	56	3	168
<b>Итого</b>			<b>937</b>
<b>Итого с учётом ТЗР (10%)</b>			<b>1031</b>

### 3.4.2. Расчет амортизационных отчислений

Написание выпускной квалификационной работы по плану занимает 5 месяцев. Для разработки и проведения расчётов используется персональный компьютер первоначальной стоимостью 62000 рублей. Срок полезного использования для офисной техники составляет от 2 до 3 лет

Норма амортизации  $H_A$  рассчитывается как:

$$H_A = \frac{1}{T} \cdot 100\%, \quad (15)$$

где  $T$  – срок полезного использования, лет.

Если принять срок полезного использования равным 3 годам, тогда норма амортизации  $H_A$ :

$$H_A = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\% .$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_{\text{год}} = 62000 \cdot 0,33 = 20460 \text{ руб.}$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{\text{мес}} = \frac{20460}{12} = 1705 \text{ руб.}$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 1705 \cdot 5 = 8525 \text{ руб.}$$

### 3.4.3. Расчет заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды

Оклад научного руководителя (в должности доцента) составляет 41 650 рублей, оклад консультанта (в должности ассистента) – 16900 рублей. Оклад студента (инженера) принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации, т.е. ассистента и составляет 16900 рублей. В 2021 году с учётом 48-дневного отпуска 247 рабочих дня. Среднее количество рабочих дней в месяце составит 21 день. Среднедневная заработная плата для руководителя составит 1983,33 рублей в день, для консультанта и инженера – 804,76 рублей в день.

Заработная плата включает в себя основную и дополнительную части. При этом основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{осн} = ЗП_{дн} \cdot T_{РД} \cdot (1 + K_{пр} + K_{\partial}) \cdot K_p, \quad (16)$$

где  $ЗП_{дн}$  – среднедневная заработная плата, руб.;

$T_{РД}$  – трудоёмкость выполнения работы в рабочих днях;

$K_{пр}$  – коэффициент премирования;

$K_{\partial}$  – коэффициент доплат;

$K_p$  – районный коэффициент.

Результаты расчёта основной заработной платы по формуле 10 приведены в табл.3.4.3.1.

Таблица 3.4.3.1 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$ЗП_{дн}$	$K_p$	$K_{\partial}$	$K_{пр}$	$T_{РД}$	$ЗП_{осн}$ , руб
Руководитель	1983,33	1,3	0,2	0,1	9,8	50535,25
Инженер	804,76	1,3	0,2	0	34,4	71977,73
<b>Итого</b>						<b>122512,98</b>

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дон} = ЗП_{осн} \cdot 0,12, \quad (17)$$

где  $ЗП_{осн}$  – основная заработная плата, руб.

Отчисления во внебюджетные фонды в соответствии с Налоговым кодексом РФ рассчитываются по формуле:

$$ЗП_{внеб} = (ЗП_{осн} + ЗП_{доп}) \cdot 0,3, \quad (18)$$

где  $ЗП_{осн}$  – основная заработная плата, руб;

$ЗП_{доп}$  – дополнительная заработная плата, руб.

Результаты расчётов по формулам 17 и 18 приведены в табл.3.4.3.2.

Таблица 3.4.3.2 – Расчёт дополнительной заработной платы и отчислений

Исполнители	$ЗП_{доп}$	$ЗП_{внеб}$
Руководитель	6064,23	16979,84
Инженер	8637,33	24184,52
<b>Итого</b>	<b>14701,56</b>	<b>41164,36</b>

Накладные расходы принимаются в размере 10% от величины всех остальных расходов.

#### 3.4.4. Расчет общей стоимости

Рассчитанные в пунктах 3.4.2 – 3.4.3 расходы сведены в таблицу 3.4.3.3.

Таблица 3.4.3.3 – Суммарные расходы

Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	1031	0,5
Затраты на амортизацию	8525	4,12
Основная заработная плата	122512,98	59,26
Дополнительная заработная плата	14701,56	7,12
Страховые взносы	41164,36	19,91
Накладные расходы	18793,49	9,09
<b>Итого</b>	<b>206728,39</b>	<b>100</b>

В ходе подсчёта затрат на разработку проекта выявлено, что основная часть (66%) средств расходуется на заработную плату исполнителей.

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

Эффективность разработки сравнивается аналогичными системами:

1. Если разработка технологического процесса исполнена на АО «Томский завод электроприводов» (ТОМЗЭЛ) общей стоимостью 284640,53 руб.

2. Если разработка технологического процесса исполнена на АО «Научно-Производственный Центр Полюс» общей стоимостью 260039,17 руб.

Эффективность разработки определяется путём расчёта интегрального финансового показателя:

$$I_{фин}^i = \frac{\Phi_i}{\Phi_{max}}, \quad (19)$$

где  $I_{фин}^i$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_i$  – стоимость  $i$ -ого варианта исполнения;

$\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения проекта (зависит от сложности АСУ).

$$I_{фин} \frac{206728,39}{284640,53} = 0,726,$$

$$I_{фин} \frac{284640,53}{284640,53} = 1,$$

$$I_{фин} \frac{260039,17}{284640,53} = 0,914,$$

Сравнительная оценка ресурсоэффективности рассматриваемых аналогов приведена в табл. 3.5.1.

Таблица 3.5.1 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Ресурсоэффективность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
Надежность	0,3	4	5	5	1,2	1,5	1,5
Материалоемкость	0,15	5	5	4	0,75	0,75	0,6
Сложность исполнения	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Технологичность	0,2	4	4	5	0,8	0,8	1
Энергоёмкость	0,15	5	5	4	0,75	0,75	0,6
Качество исполнения	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5

<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>28</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>4,5</b>	<b>4,6</b>	<b>4,6</b>
--------------	----------	-----------	-----------	-----------	------------	------------	------------

Интегральный показатель эффективности разработки  $I^i$  вычисляется на основании рассчитанных выше интегрального финансового показателя  $I_{фин}^i$  и показателя ресурсоэффективности  $I_p^i$ :

$$I^i = \frac{I_p^i}{I_{фин}^i}, \quad (20)$$

Для разрабатываемого тех.процесса:

$$I = \frac{4,5}{0,726} = 6,20,$$

Для рассматриваемых аналогов:

$$I^1 = \frac{4,6}{1} = 4,6,$$

$$I^2 = \frac{4,6}{0,914} = 5,03,$$

Сравнительная эффективность разрабатываемой системы и рассматриваемых аналогов рассчитывается как:

$$\mathcal{E} = \frac{I}{I^i}, \quad (21)$$

Сравнительная эффективность разрабатываемой системы с аналогами приведена в табл. 3.5.2.

Таблица 3.5.2 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог №1	Аналог №2
1	Интегральный финансовый показатель $I_{фин}$	0,726	1	0,914
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности $I_p$	4,5	4,6	4,6
3	Интегральный показатель эффективности $I$	6,2	4,6	5,03

4	Сравнительная эффективность Э разработки к аналогам	1,348	1,233
---	--	-------	-------

Сравнение значений показателей эффективности показало, что наиболее эффективным вариантом технологического процесса является исполнение под аналогом №1. Так же исполнение под аналогом №1 является предпочтительным потому как не требуется дополнительное оборудование и возможно обойтись стандартным сырьём. Однако хоть вариант технологического процесса и уступает аналогу №1, но превосходит его по интегральному показателю эффективности за счет меньшей стоимости разработки.

### **Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»**

В данном разделе оценены экономические аспекты исследуемого подхода к разработке технологического процесса.

1. Выявлены потенциальные потребители результатов исследования. Разработанный технологический процесс может быть применен на крупных и средних промышленных предприятиях, в сфере строительства, а также у крупных производителей сельскохозяйственной техники.

2. Проведён анализ конкурентных технических решений. Выявлено два конкурента: АО «Томский завод электроприводов» (ТОМЗЭЛ) и АО «Научно-Производственный Центр Полус». Разработанный технологический процесс на данном этапе уступает конкурентам по техническим своим характеристикам производства, однако выигрывает за счет меньшей стоимости и возможности внедрения как информационная основа для проектирования рабочих технологических процессов при техническом и организационном перевооружении производства.

3. В ходе SWOT-анализа основными угрозами обозначены: разработка более совершенного техпроцесса; изменение конструкции или требований; перенасыщение рынка; отсутствие спроса. Возможные пути снижения влияния выявленных угроз представлены в разделе 3.2.

4. Подсчёт затрат на разработку позволяет заключить, что основной



статьёй расходов в научно-исследовательской работе является заработная плата исполнителей: основная – 122512,98 руб. (59,26%), дополнительная – 14701,56 руб. (7,12%). На втором месте страховые взносы – 41164,36 руб. (19,91%). Затем идут накладные расходы – 18793,49 руб. (9,09%). Меньше всего средств уходит на амортизацию оборудования – 8525 руб. (4,12%) и на материальные затраты – 1031 руб. (0,5%). Общий бюджет разработки составил **206728,39** руб.

5. В разделе 3.5 оценена экономическая эффективность разработки.

## 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

### ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л61	Емец Надежда Александровна

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

Тема ВКР:

<b>Разработка технологического процесса изготовления детали «Втулка подшипника»</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Объектом исследования является участок механического цеха, на котором изготавливается деталь «Втулка подшипника»</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> 1.1. специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; 1.2. организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020)</li> <li>- ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя</li> <li>- ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя</li> </ul>
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Опасный уровень напряжения в электрической цепи</li> <li>- Неподвижные части твердых объектов</li> <li>- Недостаточная освещенность рабочего места</li> <li>- Струи СОЖ</li> <li>- Загрязненность рабочей зоны</li> <li>- Повышенный уровень шума на рабочем месте</li> <li>- Незащищенные подвижные элементы производственного оборудования</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность:</b> 3.1. Защита селитебной зоны; 3.2. Анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); 3.3. Анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); 3.4. Анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Рассеивание паров эмульсии и металлической пыли в атмосфере</li> <li>- Загрязнение гидросферы после чистки станков и его узлов</li> <li>- Антропогенное загрязнение почвы различными промышленными отходами</li> </ul>

<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<i>Возможные ЧС:</i> - Внезапное обрушение здания - Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения населения - Пожар - Угроза пандемии <i>Наиболее типичная ЧС:</i> - Пожары
--	--

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		26.04.2021

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Емец Надежда Александровна		26.04.2021

#### **4.1. Введение**

Объектом исследования в данной работе является участок механического цеха, на котором изготавливается деталь втулка подшипника. В изготовлении детали участвуют металлорежущие станки, предусмотрены термические операции.

В результате автоматизации и механизации промышленных предприятий, большинство тяжёлых и опасных профессий ликвидировано. В связи с этим резко снизился производственный травматизм. Улучшение условий труда и его безопасность приводят к снижению профессиональных заболеваний и производственного травматизма. Это помогает сохранить здоровье трудящихся и одновременно приводит к уменьшению затрат на оплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда, на оплату последствий такой работы (временной или постоянной нетрудоспособности), на лечение, переподготовку кадров по причинам, связанным с условиями труда.

#### **4.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

На предприятиях, связанных с обработкой металла, бывают несчастные случаи, связанные, зачастую с несоблюдением техники безопасности, невнимательным отношением к работе, неисправностью оборудования. При происшествии несчастного случая необходимо выяснить что явилось его причиной. Для этого и существуют такие документы, как правовые нормы и акты.

Согласно ТК РФ, статья 229.2 определён порядок для расследования несчастных случаев на производствах.

В данном разделе оговорены все возможные аспекты при расследовании несчастных случаев. Комиссия проводит беседу с пострадавшим, фиксирует его показания и доказательства в качестве фотосъёмки или видеосъёмки, если такие присутствуют. После того как необходимые документы заполнены, комиссия выявляет виновника, при каких обстоятельствах и почему произошёл инцидент, выдаются рекомендации по устранению и предотвращению последующих возможных возникновений подобных ситуаций.

Так же следует отметить, что работодатель оставляет за собой право не информировать пострадавшего или его представителей о том, что они могут

участвовать в расследовании (ч. 10 ст. 229 ТК РФ). Так же работодатель оставляет за собой право известить пострадавшего по телефону о результатах расследования.

ГОСТ 12.2.049-80 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие эргономические требования

В этом правовом документе рассказано о существующих требованиях, которые предъявляются к производственному оборудованию. Общее положение включает в себя представление о эргономических требованиях, что они должны быть установлены к тем элементам оборудования, с которыми контактирует человек при выполнении своей трудовой деятельности.

Вспомогательные конструкторские элементы станков или другого оборудования, которые предотвращают воздействие на работника вредных факторов, не должны способствовать затруднению выполнения работником основных работ, а наоборот применение средств индивидуальной защиты должно облегчать выполнение работы и способствовать её улучшению. Конструкция оборудования на производстве должна быть спроектирована таким образом, чтобы энергозатраты организма в течение рабочей смены не превышали бы 1046,7 кДж/ч (250 ккал/ч). Это необходимо для поддержания работников в нормальном состоянии для выполнения заданий в течении рабочей смены, не способствует переутомлению работника и не сказывается ни на его здоровье, ни на качестве операции, которую он выполняет. При работе человека на оборудовании типа конвейерных линий необходимо, чтобы скорость выполнения работы, а в данном случае скорость движения конвейера, могла регулироваться в течении рабочей смены. Если у работника будет возможность регулирования скорости производственного процесса в течение рабочей смены, то его производительность вырастет, а утомляемость, наоборот, снизится. Так же производственное оборудование должно соответствовать требованиям технической эстетики. Знаки безопасности и цвета должны соответствовать ГОСТ 12.4.026 – 2015.

Так же в этом правовом документе описаны требования к конкретно каждому рабочему месту самого работника. Рабочее место должно обеспечивать

возможность удобного выполнения работ сидя или стоя. Так же необходимо учитывать ряд факторов, такие как физическая тяжесть, само положение рабочей зоны и возможность, и необходимость передвижения по ней работника в процессе трудового рабочего дня. Например, на рабочем месте оператора станков с ПУ должна быть деревянная решётка, тумбочка с инструментом, возможность подхода к станку со всех сторон, с целью его обслуживания и уборки, стол для хранения заготовок, стол для выполнения контрольных работ, место для подъезда тележек с заготовками или кран-балки. Деревянные решётки на полу защищают работника не только от токопроводящего пола, а ещё способствуют меньшей утомляемости, так как большую часть трудового дня оператор должен находиться на ногах возле своего станка.

Так же существуют требования, предъявленные к рабочим местам при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ12.2.032-78, в положении стоя - ГОСТ12.2.033-78. Если выполнение технологического процесса не требует постоянного нахождения человека в вертикальном положении, то необходимо оборудовать рабочее место стульями.

### 4.3. Производственная безопасность

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлены в виде таблицы

Таблица 4.3.1

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Загрязненность рабочей зоны мелкой стружкой и пылью обрабатываемого материала	+	+	+	СанПин 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [11]
2. Плохая освещённость	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение [12]

3. Повышение уровня шума	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования [13]
4. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов	+	+	+	Правила и инструкции по охране труда в соответствии с частью второй ст. 212 ТК РФ Трудовой кодекс РФ [14]
5. Струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним		+	+	СанПин 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [15]
6. Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего		+	+	Правила и инструкции по охране труда в соответствии с частью второй ст. 212 ТК РФ Трудовой кодекс РФ [14]
7. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. [16] ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. [17]

#### 4.3.1. Анализ вредных производственных факторов при изготовлении втулки подшипника.

С точки зрения санитарно-гигиенических норм можно выделить следующие вредные факторы, связанные с работой на станках данного технологического процесса:

1. Загрязненность рабочей зоны мелкой стружкой и пылью сталь 40X13, следствием этого может быть травма глаз и лёгочные заболевания (пневмокониозы), вызванные длительным воздействием пыли на органы дыхания. Как способ борьбы с этим фактором применяют вентиляцию вытяжную и СИЗ.
2. Плохая освещённость. При работе на станках недостаточная освещённость рабочего места и производственного помещения в целом приводит к ослаблению зрения и общей утомляемости рабочего. Система освещения в цехе должна включать в себя общее и местное освещение. Величина минимальной освещённости должна составлять 400лк согласно СП 52.13330.2016. Освещение нормируется по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, которые

свет отражают, не должны производить слепящего действия на человека.

3. Монотонный шум, который вызван работой станков при обработке детали на токарных и токарно-фрезерных станках раздражающее действует на станочника. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника. Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования. А это приводит к различным тяжёлым травмам. Допустимый уровень шума 80 дБА в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Следуя требованиям стандарта ГОСТ 12.1.003-2014, необходимо снабжать паспортом с указанием спектра излучаемой звуковой мощности по ГОСТ-30691. На практике, основными методами по борьбе с шумами на рабочих местах являются проведение послеремонтного и периодического контроля шумовых характеристик машин, использование малошумных машин, оптимальное размещение шумных машин, позволяющее минимизировать воздействие шума на рабочем месте, использование материалов и конструкций, препятствующих распространению шума и вибрации, которая может быть переизлучена в виде шума, применение СИЗ органов слуха – наушников, вкладышей, шлемов.

4. Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей. Для устранения вредного воздействия на здоровье станочников продуктов горения и испарения СОЖ необходимо в цехе устанавливать систему вентиляции, которая поддерживает необходимый состав атмосферы в рабочем помещении. Так же, для устранения влияния СОЖ на кожу рук станочников, необходимо выдавать им мыло и «биологические перчатки» (СанПиН 1.2.3685-21).

#### **4.3.2. Анализ опасных производственных факторов при изготовлении втулки подшипника.**

Выявлены следующие возможные факторы и причины травматизма рабочих, обслуживающих участок:

1. При работе на станках, используемых в данном технологическом процессе,



таких как токарный с ЧПУ, токарно-фрезерные с ЧПУ, шлифовальные, возможен захват волос или элементов одежды вращающимися частями станков. Во избежание этого необходимо выдавать рабочим специальные береты.

2. При фрезерных и токарных работах существует вероятность отлёта стружки в сторону рабочего места, на котором находится человек. Чтобы предотвратить опасные последствия, необходимо установить защитные ограждения, использовать станки, предусматривающие в своей конструкции защитные кожуха или выдать защитные очки рабочему.

3. При таком процессе как шлифование, возможен разрыв шлифовального круга, а также выкрашивание круга может привести к травмам у шлифовщика. Рабочему необходимо использовать защитные очки и респираторы.

4. Наличие разветвлённой цепи электропроводки, некачественная изоляция, неправильная эксплуатация электрооборудования могут привести к электротравмам или травмам со смертельным исходом.

5. Слабое крепление режущего инструмента может явиться причиной травм рук (ушибов, переломов) станочника.

6. Ненадёжное складирование заготовок так же может привести к травме. Для снижения влияния опасных производственных факторов на рабочих необходимо провести ряд организационных и технических мер, таких как аттестация рабочих, контрольные испытания оборудования, использование защитных ограждений, использование спецодежды и тд.

#### **4.4. Электробезопасность**

Согласно ПУЭ помещение производственного участка относится к категории помещений с повышенной опасностью, так как в нём присутствуют сырость (относительная влажность более 75%), наличие токопроводящего пола, токопроводящая пыль.

Чтобы решить проблему токопроводящих полов, применяется оборудование рабочих мест деревянными плитами (решётками). А токопроводящая пыль устраняется с помощью устройств местной вытяжной вентиляции.

В данном случае производство втулки подшипника осуществляется на металлорежущих станках. А так как каждый металлорежущий станок имеет электропривод, все вышеперечисленные меры защиты от поражения электрическим током должны применяться на каждом рабочем месте.

Основными мерами защиты от поражения электрическим током являются:

1. Обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, путём надёжной изоляции, вывешивание плакатов и знаков т.д.
2. Электрическое разделение сети.
3. Применение специальных электрозащитных средств.
4. Правильная эксплуатация электроустановок.
5. Устранение опасности поражения электрическим током при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным занулением, заземлением и др.

#### **4.5. Экологическая безопасность**

Механическая обработка металлов на станках сопровождается образованием: металлической стружки, отработанной смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), пыли. Пары эмульсии и пыль через вентиляционную систему поступают из помещений в атмосферу. Помимо этого, имеется и промышленный мусор. Загрязнение гидросферы металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, которые наблюдают за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

В производственном цехе необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для стружки, стекла, металлических частей, пластика.

Фильтрация смазочно-охлаждающей жидкости будет производиться путем установки самоочищающегося барабанного фильтра (для очистки СОЖ, чистого масла и водных эмульсий, от магнитных и немагнитных частиц).

Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

#### **4.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.**

Чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определённой территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Под источником ЧС понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространённую инфекционную болезнь людей, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть ЧС.

Для минимизации вероятности возникновения последствий цех снабжается защитными устройствами, объект и обслуживающий персонал готовят к действиям в условиях ЧС. В соответствии с СП 12.13130.2009 все производства делят на категории по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности. Цех, в котором изготавливается втулка подшипника, относится к категории В4. На данном производстве обрабатываются твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна).

Большую опасность на машиностроительных предприятиях для работников представляют пожары, которые могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами.

Опасными факторами пожара являются: открытый огонь, искры, повышение температуры воздуха и окружающих предметов, токсичные продукты горения, дым, вероятность обрушения и повреждения зданий и сооружений.

Пожары в производственном помещении могут возникать из-за пользования открытым огнём, курения в не отведённых для этого местах, возгорания

промасляной ветоши, появления искры при авариях в электроустановке, неправильная работа с воспламеняющимися веществами.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами профилактики и активной защиты. Профилактика включает в себя предотвращение образования горючей среды, предотвращение образования в горючей среде источников воспламенения, поддержание температуры и давления горючей среды ниже максимального допустимого по горючести и т.д. Под активной пожарной защитой понимаются применение средств пожаротушения, эвакуация людей, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре и др.

На заводе осуществляются те и другие меры пожарной защиты. В качестве профилактики два раза в год проводится инструктаж по пожарной безопасности. Данные инструктажа заносятся в специальный журнал.

В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования должна проводиться по специальным эвакуационным путям, обозначенных на планах эвакуации в случае пожара, которые должны быть вывешены в наиболее видных местах. Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

### **Выводы по разделу**

Таким образом, в данном разделе были рассмотрены вредные и опасные факторы, вынесены предложения по их минимизации. Рассмотрены чрезвычайные ситуации и предложены варианты действий, в случае их возникновения. Рассмотрен правовой документ, в котором рассказывается о несчастных случаях на производстве и методах их расследования, требованиям к оборудованию и рабочему месту работников, рассмотрена экологическая безопасность. Все эти факторы представлены для производства АО «НПЦ Полюс», конкретно для участка механического цеха, на котором изготавливается деталь втулка подшипника.

## **Заключение**

В выпускной квалификационной работе решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали «Втулка подшипника». В разделе «технологическая часть» был определен анализ чертежа и технологичности детали, тип производства и выбор исходной заготовки, разработан маршрутный технологический процесс и выполнен размерный анализ техпроцесса (проектирование и проверка допуска). В соответствии с процессом изготовления, выбрано оборудование, рассчитаны режимы резания и произведено нормирование операций. В разделе «конструкторская часть» было спроектировано приспособление, рассчитаны сила зажима и решение проблемы установки приспособления с шпинделем. В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен расчет конкурентоспособности, разработан график проведения исследования, рассчитан бюджет стоимости НИ и определена его ресурсоэффективность. В разделе «Социальная ответственность» проанализированы некоторые факторы в производственном цехе, рассмотрены возможные опасности и приняты превентивные меры для обеспечения безопасной и упорядоченной работы цеха.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
3. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. – Л.: Машиностроение, 1983. – 448 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.Д., Садыхов А.И. и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
7. Основной каталог Искар
8. ГОСТ 17535-77
9. Методические указания к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 «Машиностроение».
10. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» ВКР бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во ТПУ, 2020. – 24 с.
11. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
12. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
13. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования.

14. Трудовой кодекс РФ.

15. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

16. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

17. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

**Приложение А**  
(обязательное)  
Чертеж детали «Втулка подшипника»



ИШНПТ-38/1610006.00.00.01

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дюрл.

Взам. инв. №

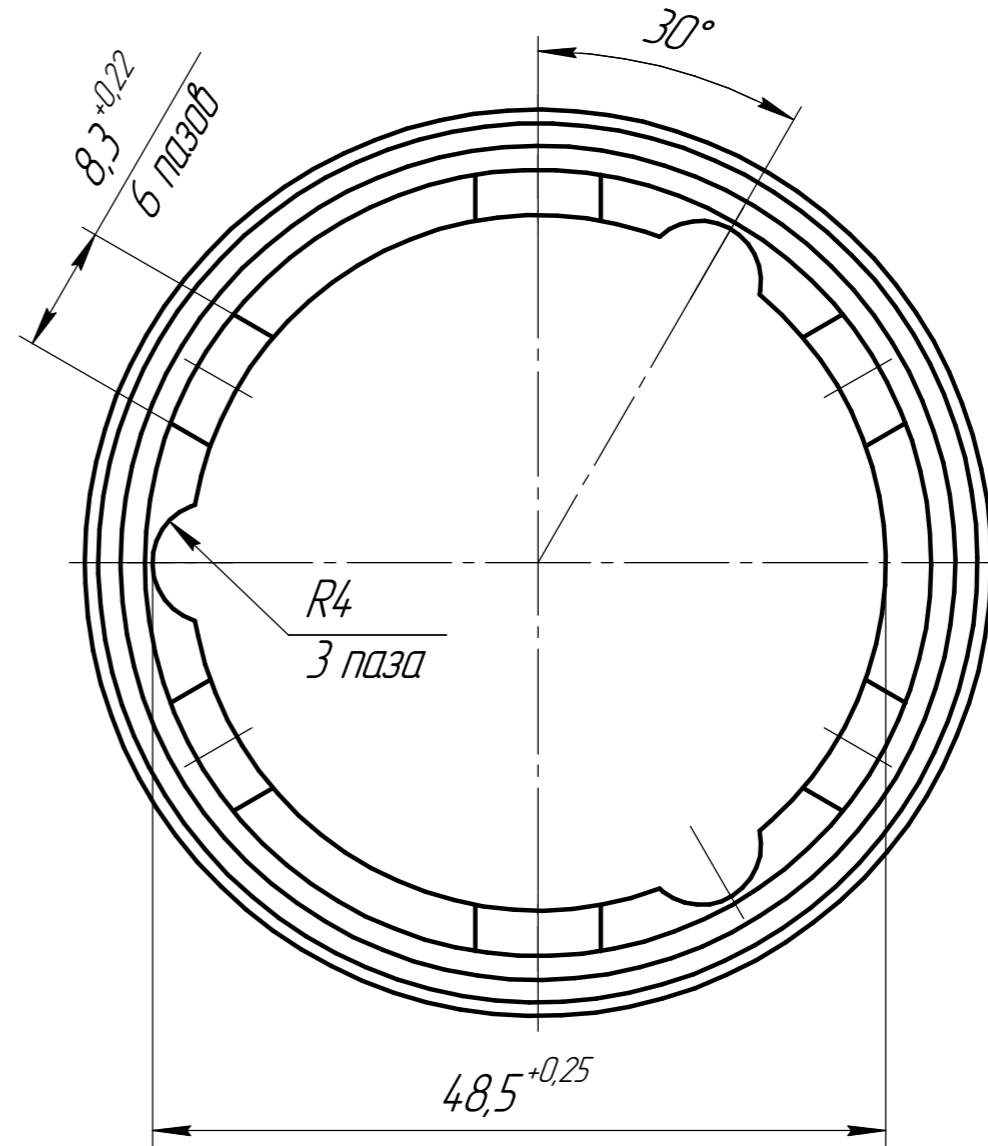
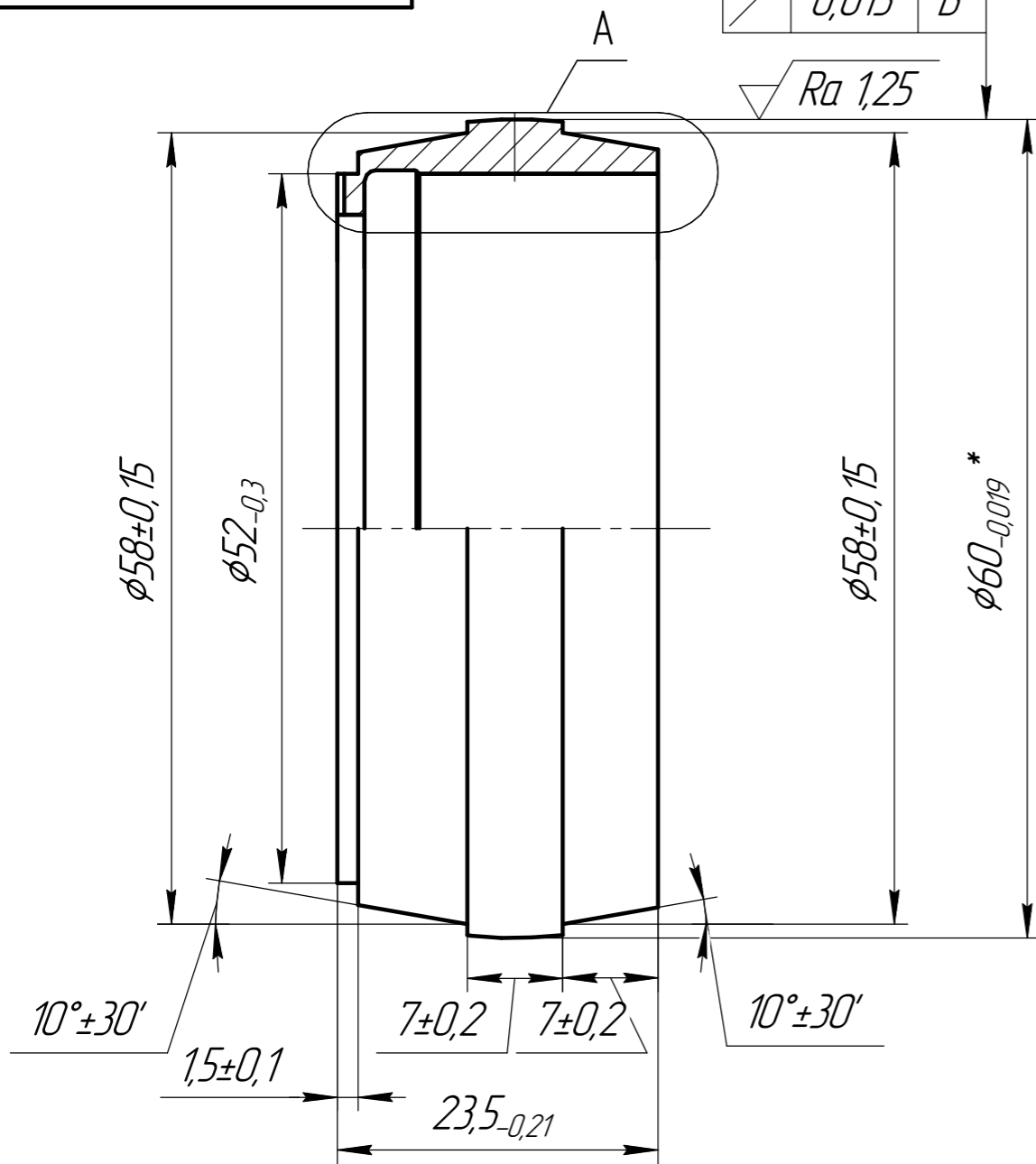
Подп. и дата

Инд. № подл.

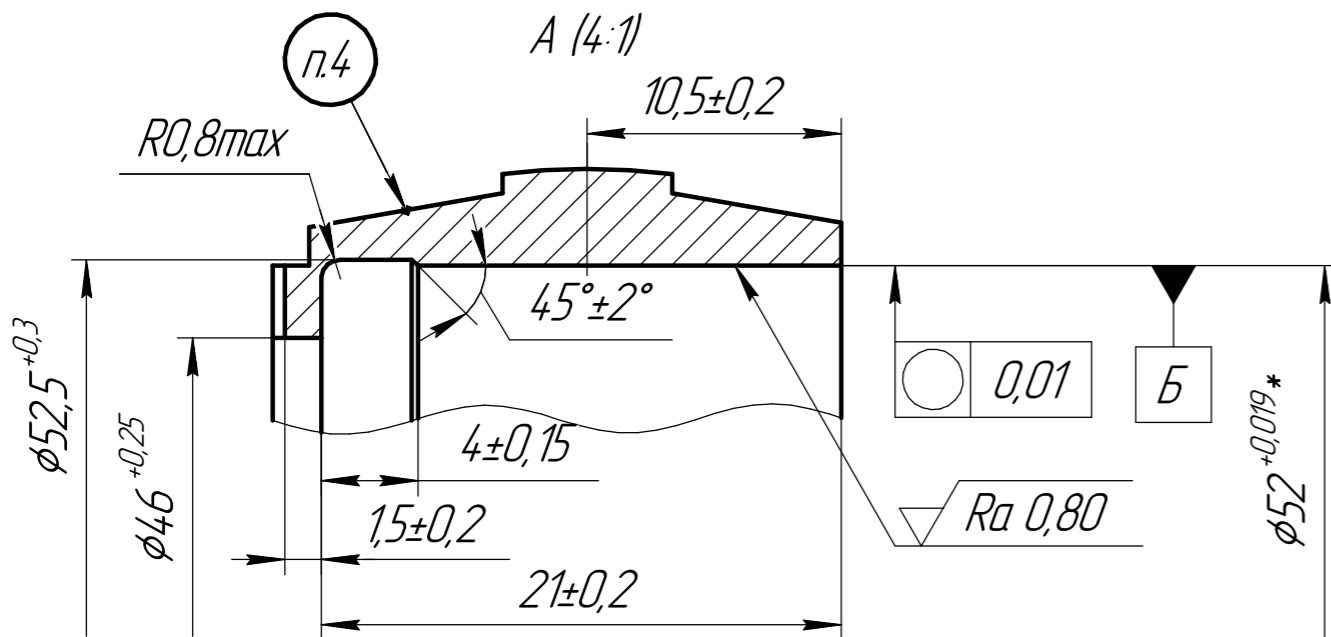
0,015 Б

Ra 1,25

Rz40 (✓)



1. Стабилизировать 3 42...48 HRC ГОСТ 17535-77
2. \* Размеры паспортизировать
3. Предельные отклонения на размер угла между любыми двумя пазами  $\pm 20'$
4. Маркировать порядковый номер электрокарандашом.
5. Покрытие Хим. Пас.



ИШНПТ-38/1610006.00.00.01				Лит.	Масса	Масштаб
Втулка подшипника					90г.	2:1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Листов 1
Разраб.	Емец					
Проб.	Козлов					
Т.контр.						
И.контр.						
Утв.						
40X13 ГОСТ 5632-72				ТПУ ИШНПТ 3-8/161		

Копировал

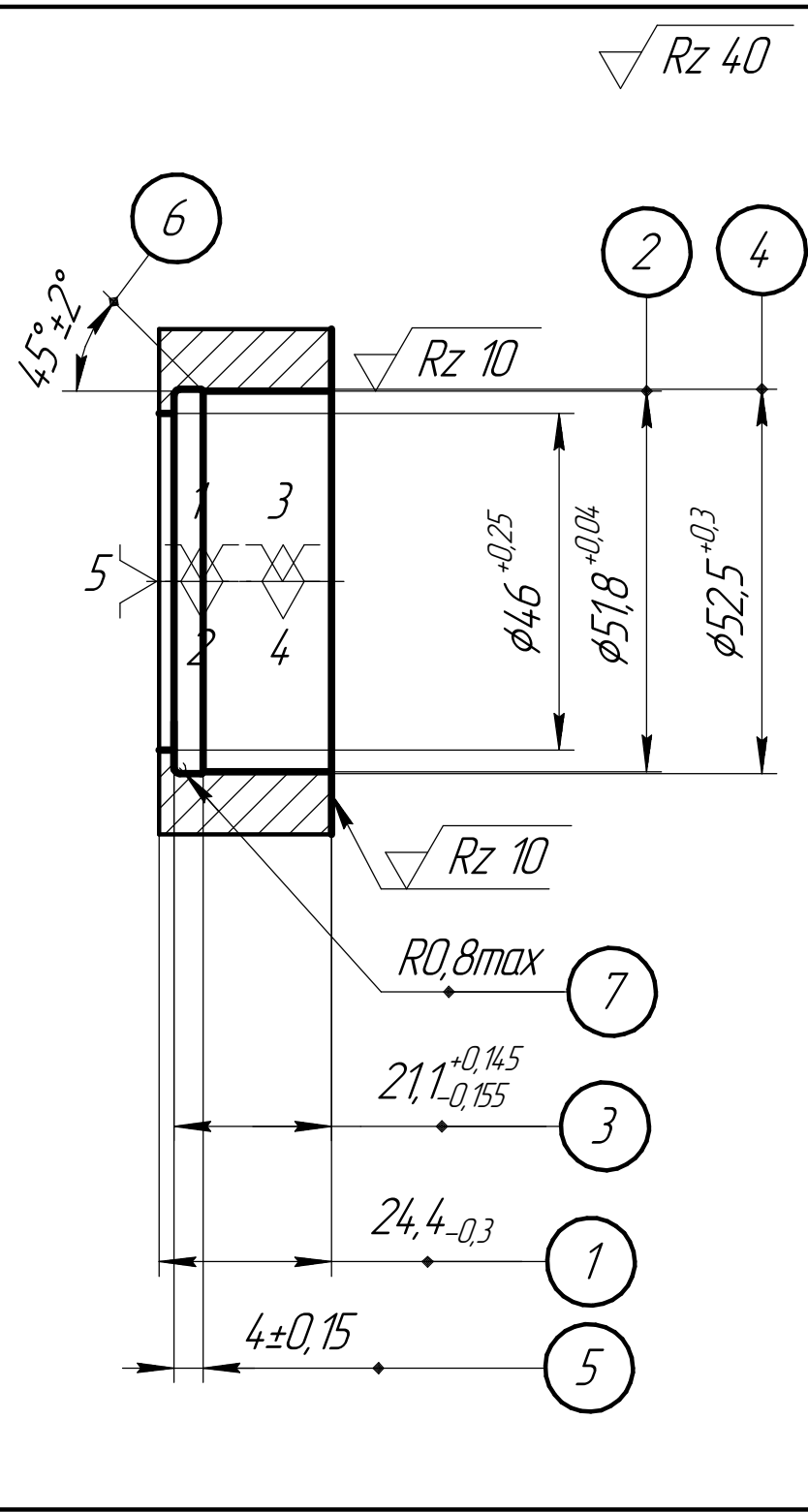
Формат А3

**Приложение Б**  
**(обязательное)**  
Карта технологического процесса

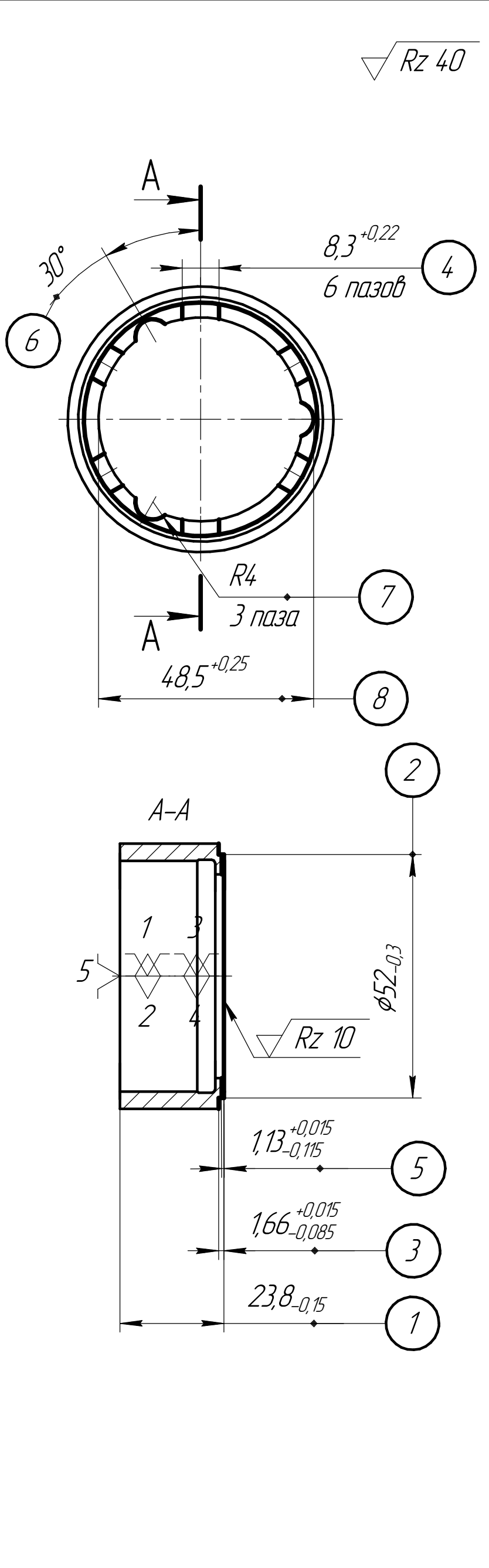


# Термическая (Отжиг по режиму 1) ГОСТ 17535-77

25  
 1 Подрезать торец в размер 1  
 2 Точить по контуру, выдерживать размеры 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7



Установ Б  
 1 Подрезать торец в размер 1  
 2 Точить поверхность в размер 2 на длине 3  
 3 Фрезеровать пазы, выдерживать размеры 4, 5, 6, 7, 8



Многоцелевой токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ SMT2045F3

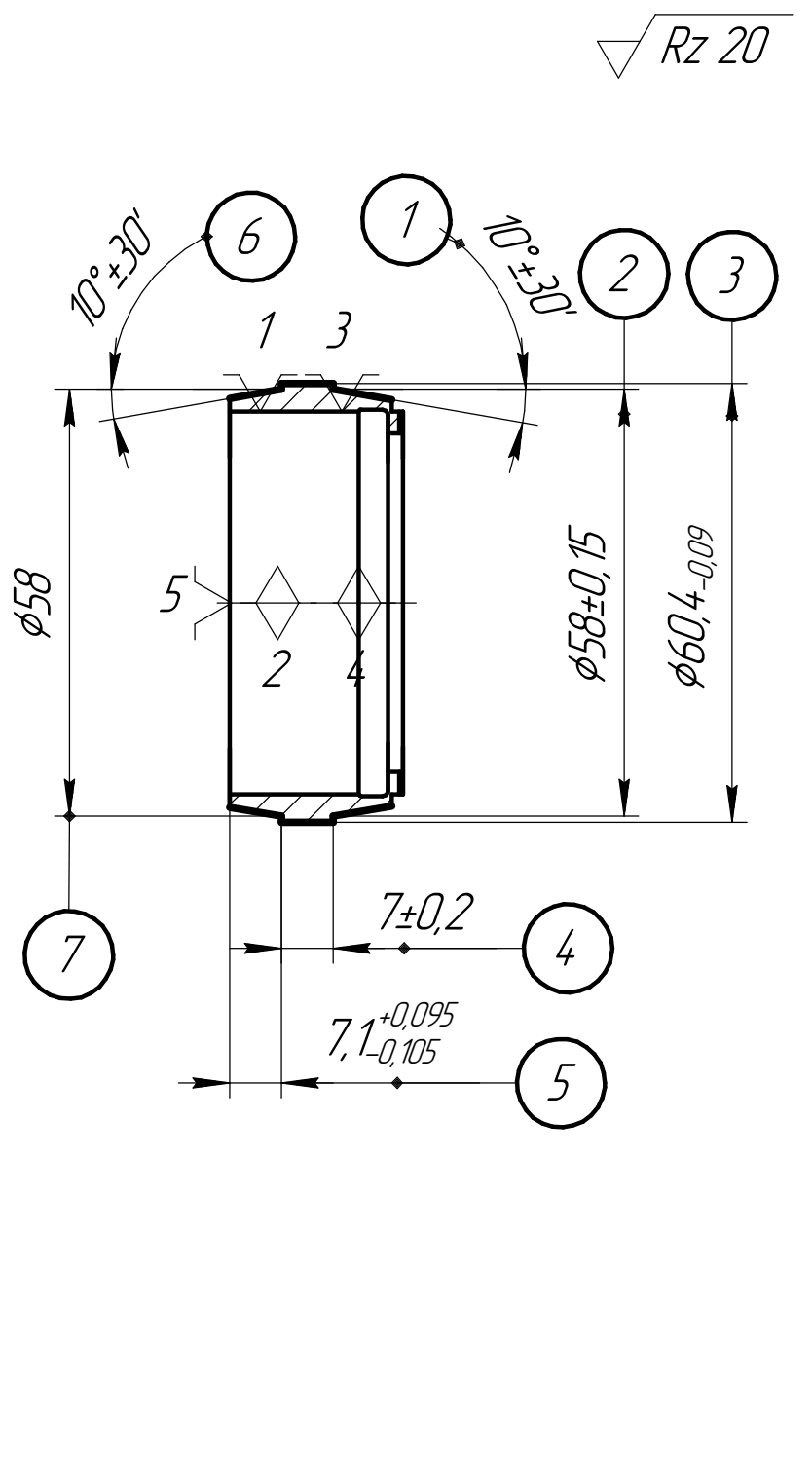
Патрон трёхлапчатый 2314-200/4 DIN 55026

Державка SCACR-1616K09S, пластина SCMT09T304-14, материал IC808 фреза ECP-4HL8-16/26C8FR4, IC900, державка S25SSVQCR-16, пластина VCMТ160402-SM, IC807. Державка VCMТ11T308-F3P, IC807

Штангенциркуль ЩЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89; Эталоны шероховатости  
 Кронциркуль индикаторный 35-55, шаблоны-радиусомеры

1	1	5,8	0,7	0,2	770	148	0,12
2	2	26	11	0,15	770	148	3,28
1	1	8,15	0,8	0,2	770	148	0,12
2	2	166	9,6	0,2	770	148	0,07
1	8				1128		
3					4700		
8					118		
					165		
							20,5

30  
 1 Точить поверхность по контуру в размеры 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7



Станок токарный с ЧПУ VIGLIA B545-M-S-SM

Патрон трёхлапчатый 3331 DIN 55027; Оправка

Державка SDJCL2020K-11, SDJCR2020K-11 Пластина DCGT 11T302-AC, IC907

Угломер типа 1-2 ГОСТ5378-88; микрометр МК75-1 ГОСТ6507-90

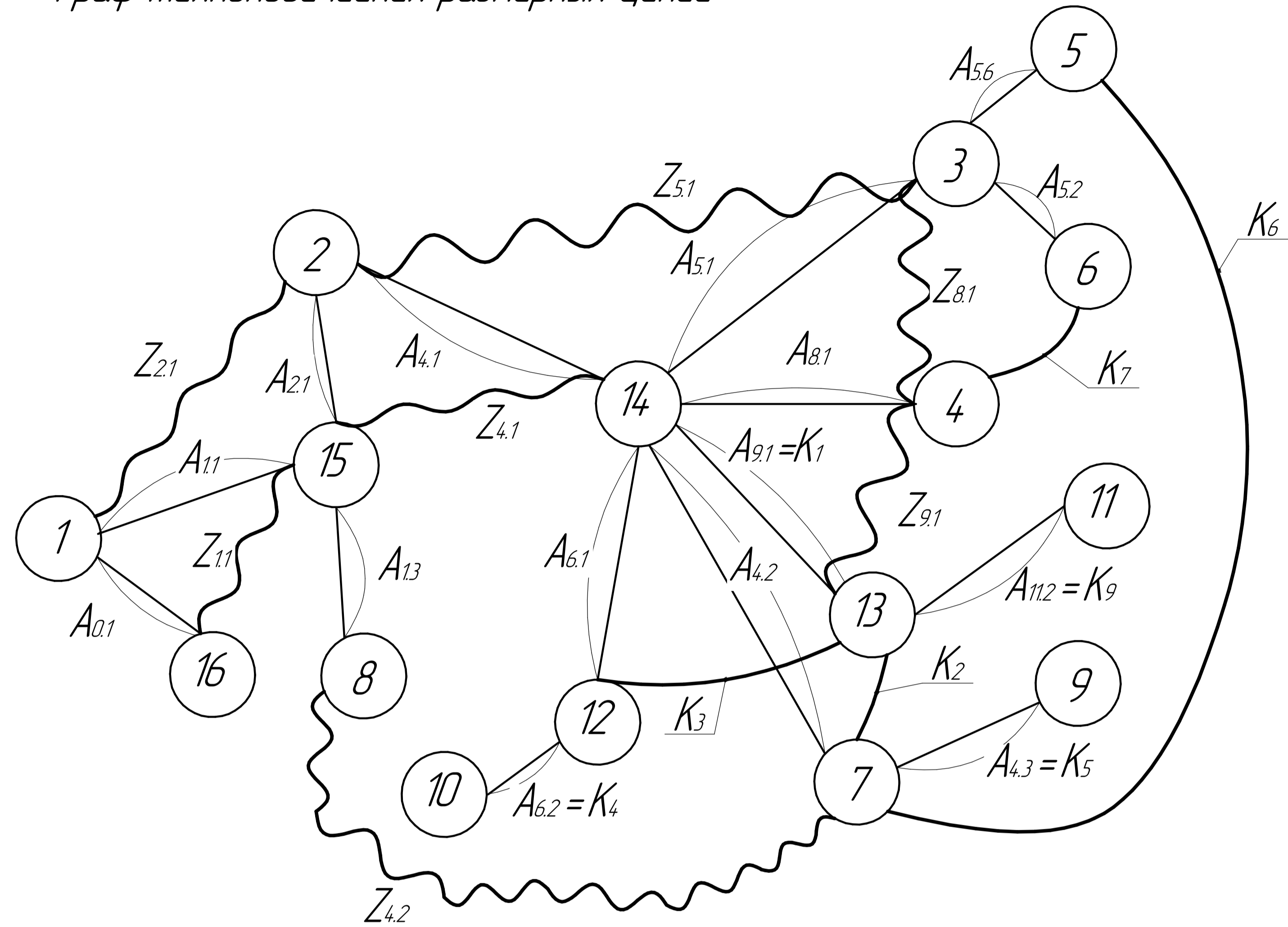
2	2	15,5	12	0,15	770	148	1,57
							6,6
							4



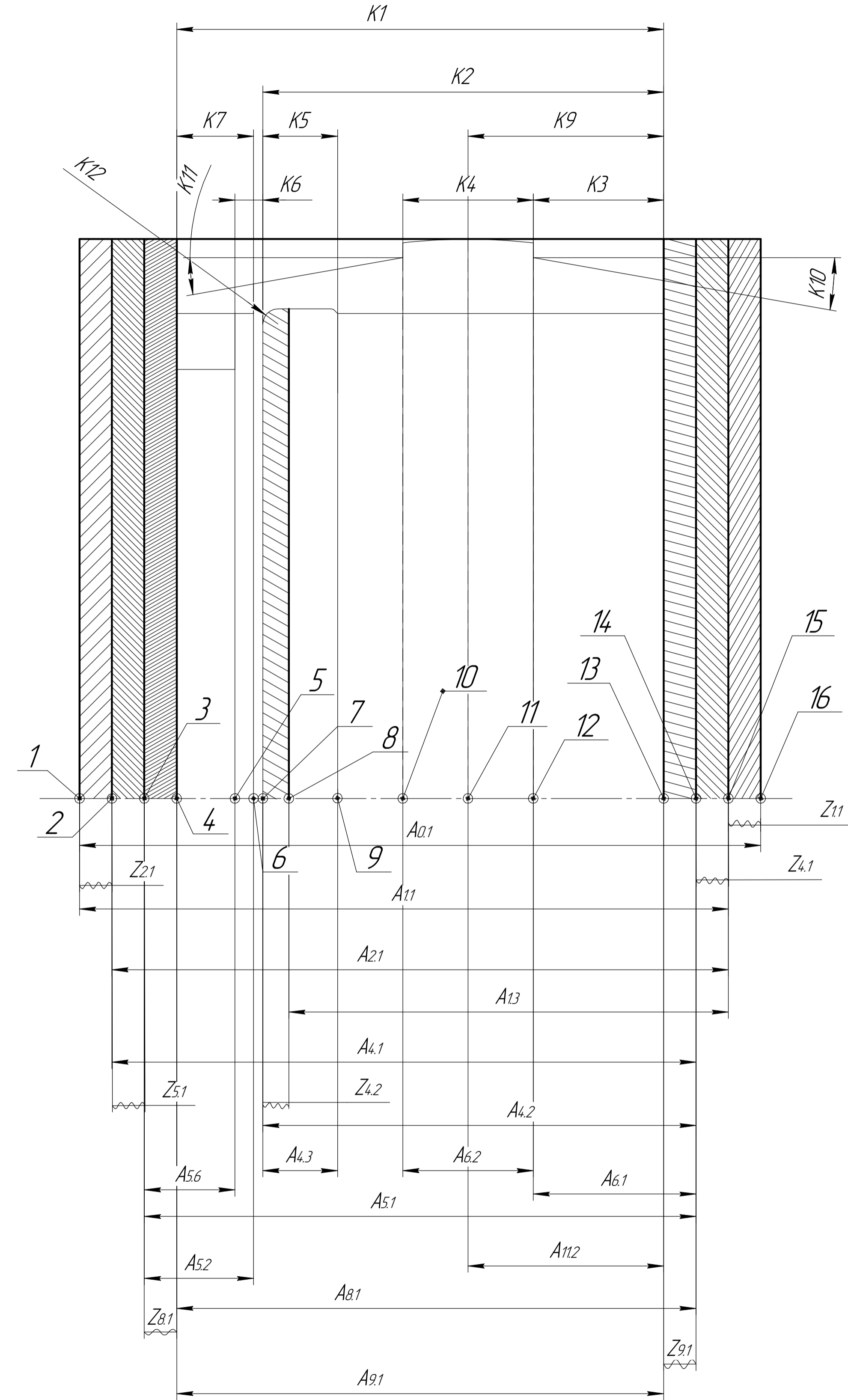
**Приложение В**  
(обязательное)

Граф конструкторских размеров и технологических размеров, припусков

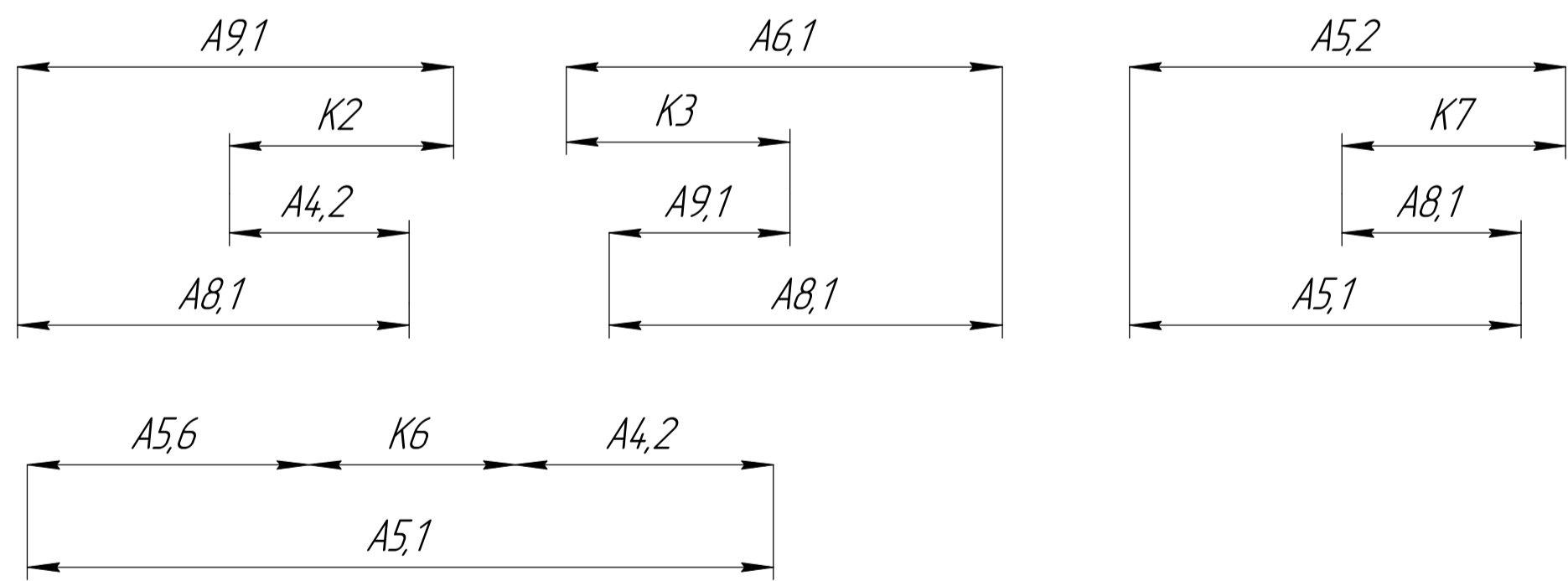
Граф технологических размерных цепей



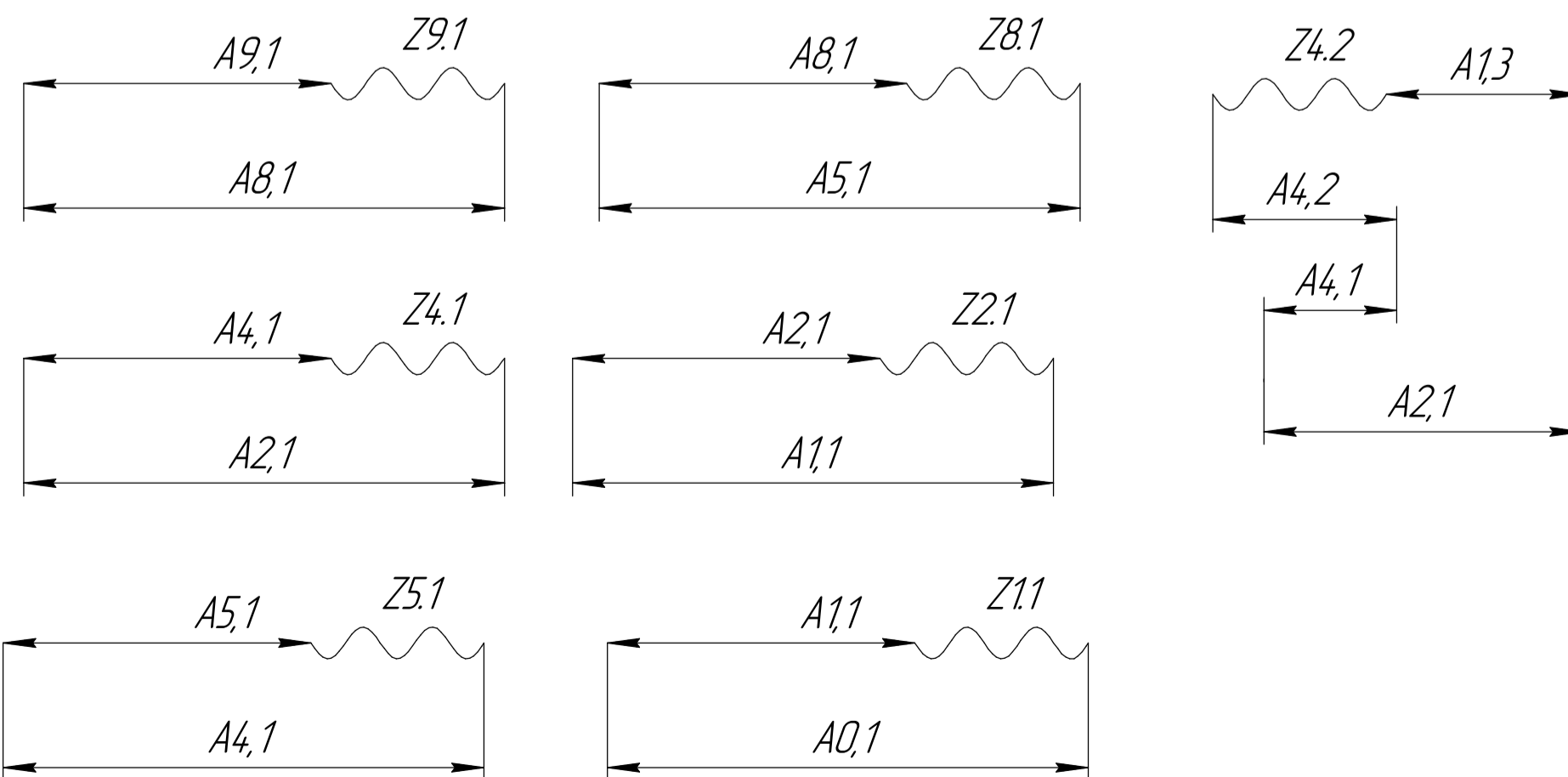
Осевая размерная схема технологического процесса



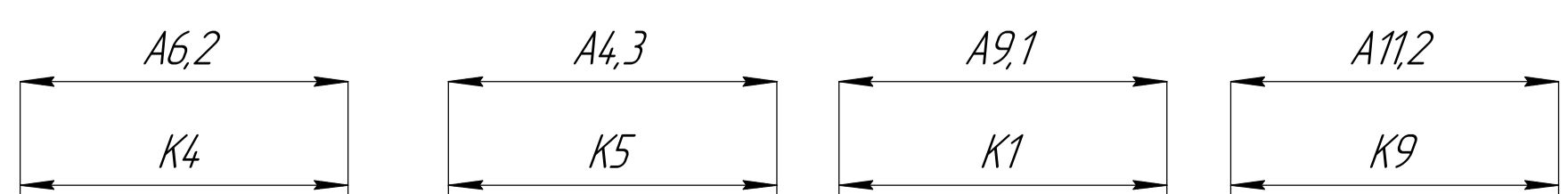
Технологические размерные цепи, в которых замыкающими звеньями являются конструкторские размеры:



Технологические размерные цепи, в которых замыкающими звеньями являются припуски:



Технологические размерные цепи, в которых конструкторские размеры выдерживаются непосредственно:

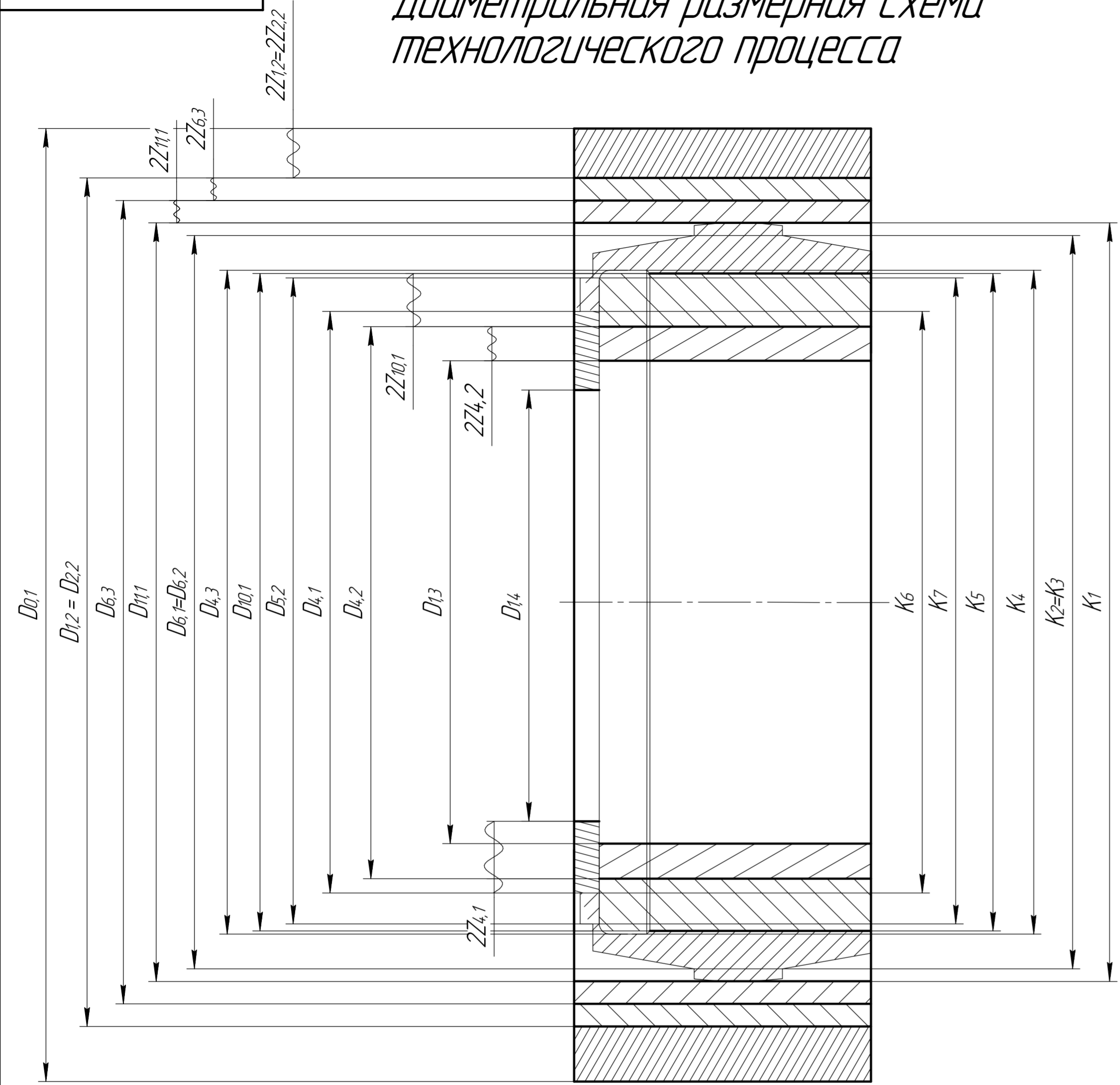


ИШНПТ-38/610006.00.00.03			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
Разраб.	Емец	Козлов	
Проб.	Козлов		
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			
Размерный анализ			Лист
			Листов
			1
			ТПУ ИШНПТ
			3-8/61
			Формат А1

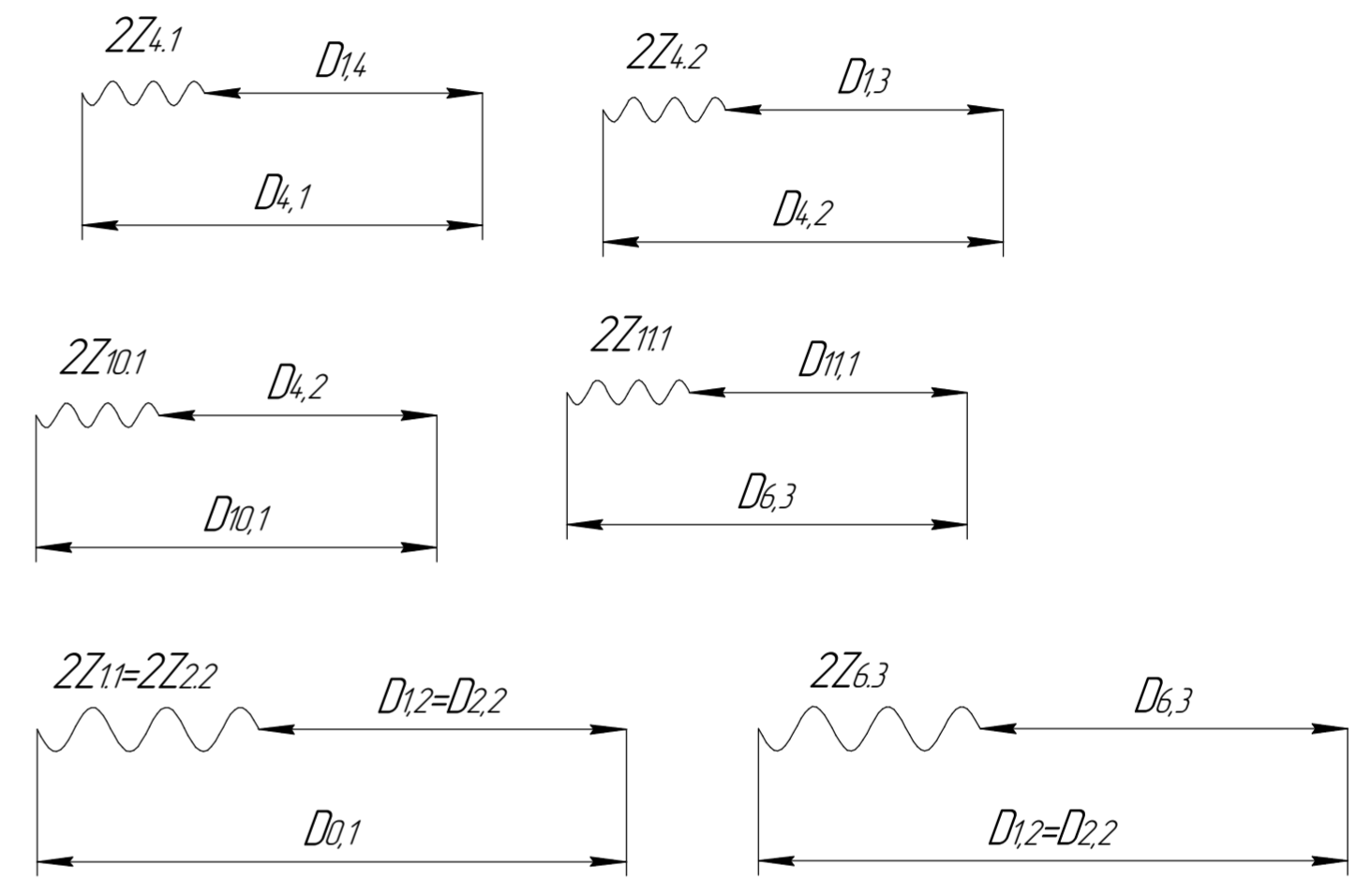
**Приложение Г**  
**(обязательное)**  
Диаметральная размерная схема



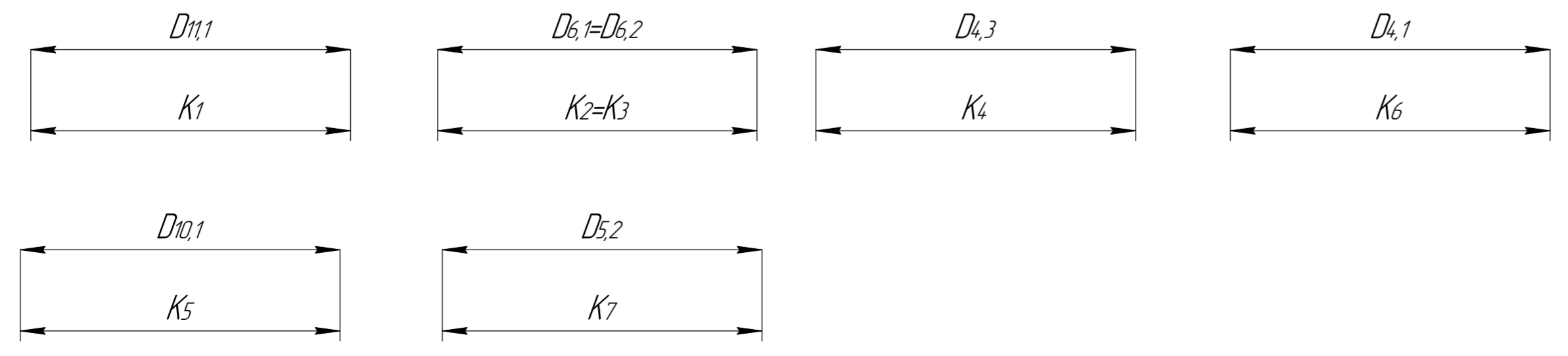
# Диаметральная размерная схема технологического процесса



Расчёт диаметральных размеров, в котором замыкающим звеном является припуск



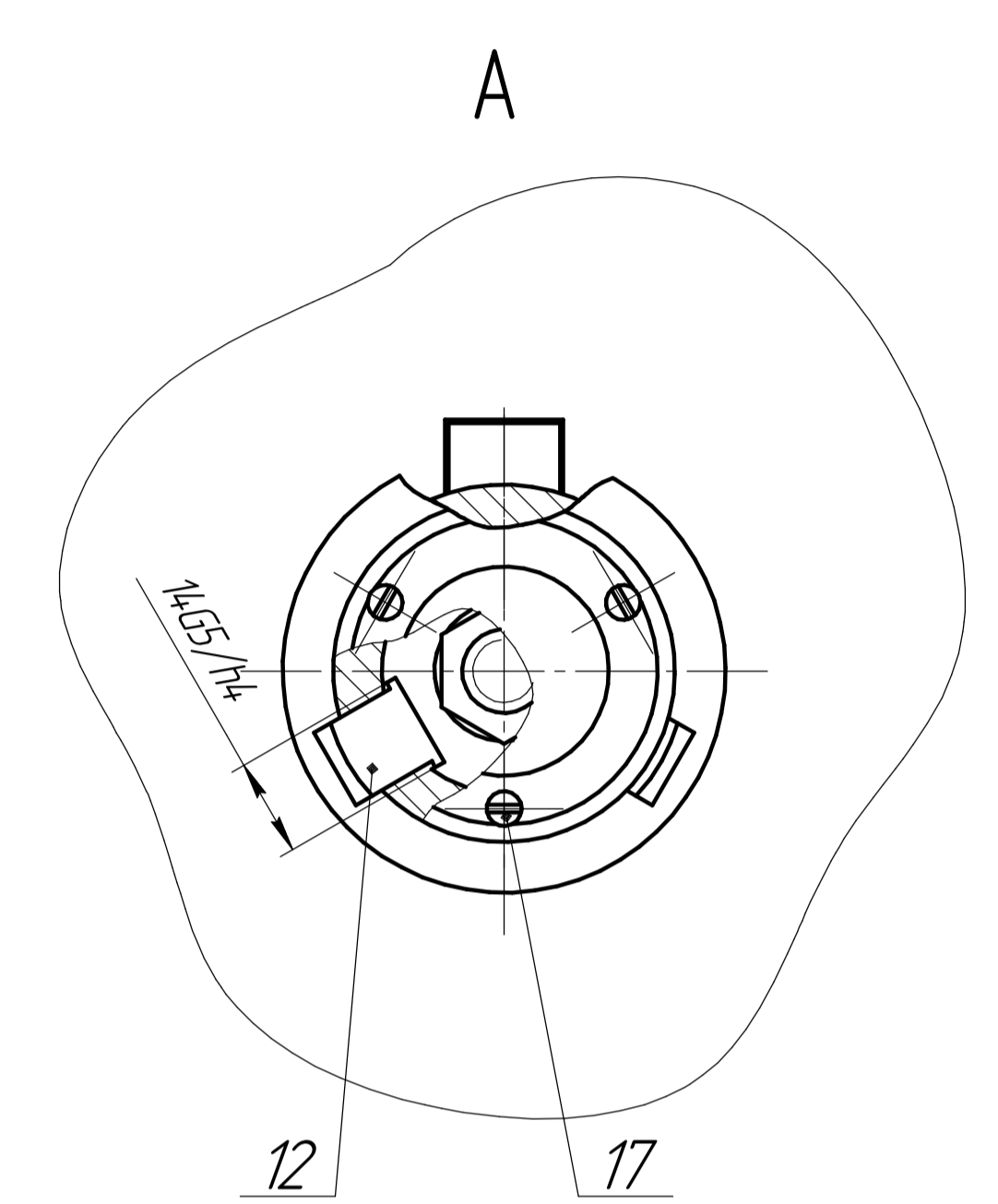
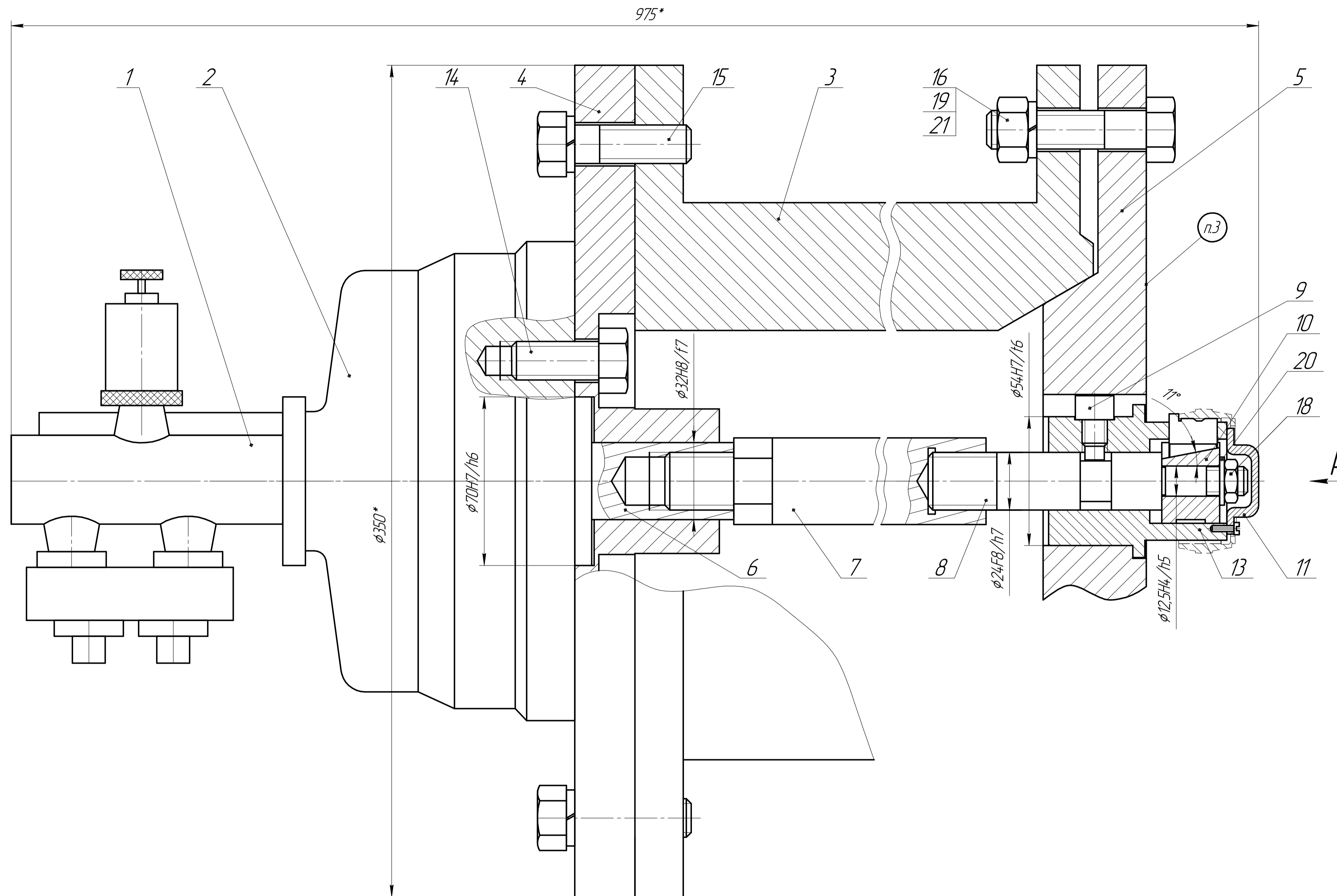
Конструкторские размеры, которые выдерживаются непосредственно



				ИШНПТ-38/16 10006.00.00.04				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Диаметральная	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Емец				размерная схема			1:1
Проб.	Козлов					Лист	Листов	1
Т.контр.						ТПУ ИШНПТ		
Н.контр.						3-8/161		
Утв.						Копировал		
						Формат А2		

Перв. примен.	
Справ. №	
Инд. № дробл.	
Взам. инд. №	
Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Подп. и дата	

**Приложение Д**  
**(обязательное)**  
**Сборочный чертеж приспособления**



Технические характеристики:

1. Управляющая среда – воздух.
2.  $n=4700$  об/мин.
3. Посадочный диаметр заготовки 52 мм.
4. Максимально допустимый крутящий момент 72,2 Нм.

Технические требования:

1. \* Размер для справок.
2. Перед установкой кулачков поз. 12 смазать их наклонные и боковые поверхности смазкой литол-24.
3. Маркировать ударным способом шрифтом 10Пр ГОСТ 26.008-85 обозначение, заводской номер, дату изготовления.
4. Проверить работоспособность воздухом давлением 0,2-0,4 МПа. Втулка направляющая поз. 10 и кулачки поз. 12 должны двигаться плавно, без рывков и заеданий.
5. Тягу поз. 7 и ось поз. 8 ставить на краску.

				ИШНПТ-38/16 10006.00.00.05 СБ		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лит.	Масса
Разраб.	Емец					1:1
Проб.	Козлов				Лист	Листов 1
Т.контр.					Сборочный чертёж	
Исполн.					ТПУ ИШНПТ	
Удб.					3-8/161	
				Копирабол	Формат А1	

Перв. примен.  
Справ. №  
Лист и дата  
Лист и дата  
Лист и дата  
Лист и дата  
Лист и дата

**Приложение Е**  
**(обязательное)**  
**Спецификация**

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			ИШНПТ-38/1610006.00.00.05 СБ	Сборочный чертеж		
<i>Сборочные единицы</i>						
		1	ИШНПТ-38/1610006.00.00.05.01 СБ	Клапан	1	
		2	ИШНПТ-38/1610006.00.00.05.02 СБ	Пневмокамера	1	
		3	ИШНПТ-38/1610006.00.00.05.03 СБ	Шпindelь	1	
<i>Детали</i>						
		4	ИШНПТ-38/1610006.00.00.05.04	Планшайба	1	
		5	ИШНПТ-38/1610006.00.00.05.05	Фланец	1	
		6	ИШНПТ-38/1610006.00.00.05.06	Шток	1	
		7	ИШНПТ-38/1610006.00.00.05.07	Тяга	1	
		8	ИШНПТ-38/1610006.00.00.05.08	Ось	1	
		9	ИШНПТ-38/1610006.00.00.05.09	Винт ограничительный	1	
		10	ИШНПТ-38/1610006.00.00.05.10	Втулка направляющая	1	
		11	ИШНПТ-38/1610006.00.00.05.11	Кожух	1	
		12	ИШНПТ-38/1610006.00.00.05.12	Кулачек	3	
		13	ИШНПТ-38/1610006.00.00.05.13	Корпус	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		14	Болт М16-6g35.58 ГОСТ7798-70	Болт	4	
<b>ИШНПТ-38/1610006.00.00.06</b>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Емец				Лит.	Лист
Проб.	Козлов					1
Н.контр.					ТПУ ИШНПТ	
Утв.					3-8/161	
Копировал					Формат А4	

