

Школа Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Отделение машиностроение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали "Стакан"

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Чэн Хунлянь		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель (ОМШ, ИШНПТ)	Цыганков Р.С.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор (ООД, ШБИП)	Сечин А.И.	Д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2022 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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

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

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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Отделение машиностроение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП 15.03.01

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
154A81	Чэн Хунлянь

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали "Стакан"
Утверждена приказом директора (дата, номер) №34-77/с от 03.02.2022

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ чертежа и технологичности детали, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Цыганков Р.С.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов М.А.
Социальная ответственность	Сечин А.И.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:
РЕФЕРАТ (THE REPORT)

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	13.12.2021
---	-------------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель (ОМШ, ИШНПТ)	Цыганков Р.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Чэн Хунлян		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 110 страниц пояснительной записки и 5 страниц приложения, 30 таблиц, 36 рисунка, 10 источников, 5 листов графического материала формата А1, 3 листа графического материала формата А4.

Ключевые слова: стакан, технологический процесс изготовления, размерный анализ, режимы резания, приспособление.

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

Объектом исследования является технология изготовления детали «Стакан».

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

В работе изложено обоснование выполнения ВКР, выполнен анализ чертежа детали и её технологичности, определен тип производства, описан принцип выбора заготовки в соответствие 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 для каждого технологического перехода и требуемая мощность оборудования для каждой операции, назначена модель станка, рассчитано время выполнения каждой операции.

В конструкторской части работы выполнено спроектировано механизированное приспособление.

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

THE REPORT

The final qualifying work consists of 110 pages of explanatory notes and 5 pages of application, 30 tables, 36 figures, 10 sources, 5 sheets of graphic material in A1 format, 3 sheets of graphic material in A4 format.

Keywords: sleeve, manufacturing process, dimensional analysis, cutting conditions, fixture.

The relevance of the job depends on the need to have a technical process to manufacture a specific part of the "glass" in production using the equipment designed at the job.

The research object is the manufacturing technology of "glass" parts.

Research Aim and Purpose: To create an efficient route for the process of manufacturing "glass" parts.

This paper outlines the reasons for implementing WRC, analyzes the drawings of the parts and their manufacturability, determines the type of production, describes the principles of selecting workpieces and mass production based on their materials, draws the drawings of the workpieces, formulates the processing routes of the parts, and provides Operation sketches and transitions for each operation are described, machining allowances and technical dimensions are calculated, dimensional analysis of technical processes is performed, process dimension specifications, cutting conditions for each process transition and equipment power required for each process are allocated, machine model, and calculated the execution time of each operation.

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

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

Содержание

Введение	10
1. Технологическая часть	11
1.1 Исходные данные.....	11
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	12
1.3 Определение типа производства	13
1.4 Выбор исходной заготовки	15
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления	17
1.6 Размерный анализ технологического процесса	20
1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров.....	23
1.7.1 Определение допусков на диаметральные размеры	24
1.7.2 Определение допусков на осевые размеры	25
1.8 Допуски на технологические размеры	26
1.9 Расчёт припусков на обработку заготовки	31
1.9.1 Расчет припусков на диаметральные размеры	31
1.9.2 Расчет припусков на осевые размеры	34
1.10 Расчёт технологических размеров	36
1.10.1 Расчет технологических размеров на диаметральны размеры.....	36
1.10.2 Расчёт технологических размеров на осевые размеры	39
1.11 Расчет режимов резания.....	41
1.11.1 Заготовительная операция (Отрезка заготовки).....	41
1.11.2 Токарная операция:	41
1.11.3 Токарная операция:	52
1.11.4 Вертикально-сверлильная операция: сверление отверстий $\phi D3, 2$	55
1.11.5 Чистовая токарная операция:	58
1.12 Выбор оборудования.....	60
1.13 Определение норм времени	64
1.13.1 Расчет основного времени	64
1.13.2 Расчет вспомогательного времени	68
1.13.3 Определение штучно-калькуляционного времени	68
2. Конструкторская часть	71
2.1 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.....	71
2.2 Описание конструкции и работы приспособления	72
2.3 Определение необходимой силы зажима.....	73
2.4 Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления.....	74

2.5 Расчет приспособлений на точность	74
2.6 Анализ технологичности конструкции.....	75
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	77
Введение	77
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	78
3.1.1 Анализ конкурентных технических решений	78
3.1.2 SWOT-анализ.....	80
3.2 Планирование научно-исследовательских работ	83
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	83
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	83
3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	87
3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	87
3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных(экспериментальных) работ	88
3.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	89
3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	91
3.3.5 Накладные расходы.....	92
3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	93
3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	94
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	99
Введение	99
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	100
4.2 Производственная безопасность	101
4.2.1 Анализ условий труда на рабочем месте.	101
4.2.2 Анализ показателей микроклимата.....	102
4.2.3 Анализ показателей шума.....	103
4.2.4 Анализ освещенности рабочей зоны.....	104
4.2.5 Анализ электробезопасности.....	107
4.2.6 Анализ пожарной безопасности	108
4.3 Экологическая безопасность	109
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	110
Заключение	112
Список литературы	113

Введение

Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления детали «Стакан» для последующего изготовления этой детали в единичном производстве. Стакан — это цилиндрическая деталь с вращающейся поверхностью и шестью отверстиями.

Целью данной работы является разработка необходимых документов и выполнение расчётов для организации производства по изготовлению детали.

В работе изложено обоснование выполнения ВКР, выполнен анализ чертежа детали и её технологичности, определен тип производства, описан принцип выбора заготовки в соответствие 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 для каждого технологического перехода и требуемая мощность оборудования для каждой операции, назначена модель станка, рассчитано время выполнения каждой операции.

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

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

Область применения – машиностроение.

1. Технологическая часть

Разработать технологический процесс изготовления детали «Стакан». Чертеж детали представлен на листе формата А4 (Приложение 1). Годовая программа выпуска 10000 шт.

1.1 Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления изделия, показанного на рис. 1.1.

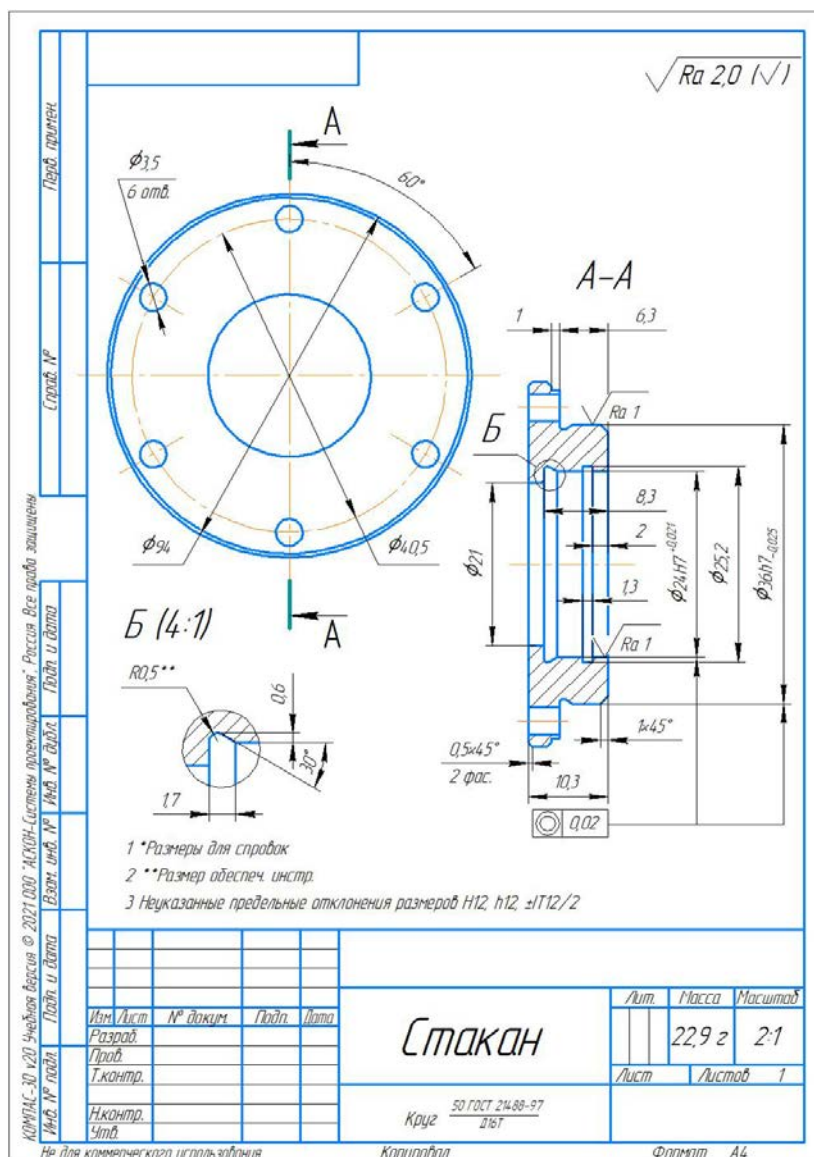


Рис. 1.1 Чертеж детали Стакана

Чертеж детали в приложении 1

Программа выпуска-----10000 шт/год.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь - стакан изготовлен из сплава Д16Т. Деталь имеет простую конструкцию.

Конструкция деталей включает в себя минимальное число поверхностей простой геометрической формы (цилиндрические и плоские поверхности). В детали имеется шесть ($\phi 3,5$) отверстий и две 30-градусные канавки.

Шероховатость в диаметре $\phi 36h7_{-0,025}$ составляет Ra 1, в диаметре $\phi 24H7^{+0,021}$ составляет Ra 1, что требуют дополнительной чистовой обработки. Можно использовать универсальные измерительные приборы. Нам нужно измерить концентричность $\phi 36h7$ и $\phi 24H7$ методом кругового биения.

1.3 Определение типа производства

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций [1, стр. 19].

$$K_{30} = \frac{t_d}{t_{шс}}$$

где t_d – такт выпуска деталей, $t_{шс}$ – среднее штучное время операций.

Рассчитаем такт выпуска деталей по формуле [1, стр. 21]:

$$t_d = \frac{60\Phi_d}{N} = \frac{124200}{10000} = 12,42 \text{ мин}$$

где Φ_d – действительный годовой фонд времени оборудования;

$N = 3000$ – годовой объем выпуска деталей.

Годовой фонд времени оборудования при условии работы в одну смену $\Phi_d = 2070$ ч

Среднее штучное время рассчитывают по формуле

$$t_{шс} = \sum_{i=1}^n t_{ши}/n,$$

где $t_{ши}$ – штучное время i -ой операции изготовления детали;

n – число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время каждой операции определяется как [3.с147]

$$t_{ш} = \varphi_k \cdot T_0,$$

где φ_k – коэффициент, зависящий от вида станка;

T_0 – основное технологическое время.

0. Заготовительная операция.

Отрезание

$$\varphi_k = 2,14$$

$$T_0 = 0,00019 \cdot D^2$$

$$t_{ш0} = 2,14 \cdot 0,00019 \cdot 50^2 = 1,017 \text{ мин}$$

1. Токарная

$$\varphi_k = 2,14$$

$$\begin{aligned}
t_{ш1} &= \varphi_k \cdot [0,037 \cdot D^2 + 0,17dl + 0,17dl + 0,037 \cdot (D^2 - d^2) + 0,037 \\
&\quad \cdot (D^2 - d^2) + 0,17 \cdot dl + 0,18 \cdot Dl + 0,037 \cdot (D^2 - d^2) + 0,17 \cdot dl \\
&\quad + 0,17 \cdot dl) \cdot 10^{-3} \\
&= 2,14 \cdot [0,037 \cdot 50^2 + 0,17 \cdot 45 \cdot 7,3 + 0,17 \cdot 36 \cdot 6,3 + 0,037 \cdot (36^2 - 34^2) \\
&\quad + 0,037 \cdot (47^2 - 46^2) + 0,17 \cdot 35 \cdot 1,7 + 0,18 \cdot 21 \cdot 15 + 0,037 \\
&\quad \cdot (24^2 - 21^2) + 0,17 \cdot 25 \cdot 1,3 + 0,17 \cdot 25 \cdot 1,7) \cdot 10^{-3} \\
&= 1,042 \text{ мин}
\end{aligned}$$

2. Токарная

$$\varphi_k = 2,14$$

$$\begin{aligned}
t_{ш2} &= \varphi_k \cdot [0,037 \cdot D^2 + 0,037 \cdot (D^2 - d^2) + 0,037 \cdot (D^2 - d^2)] \cdot 10^{-3} \\
&= 2,14 \cdot [0,037 \cdot 50^2 + 0,037 \cdot (50^2 - 47^2) + 0,037 \cdot (47^2 - 46^2)] \cdot 10^{-3} \\
&= 0,228 \text{ мин}
\end{aligned}$$

3. Сверлильная

$$\varphi_k = 1,75$$

$$t_{ш3} = \varphi_k \cdot 0,52 \cdot dl \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 1,75 \cdot 0,52 \cdot 3,5 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 0,076 \text{ мин}$$

4. Слесарная

5. Чистовая токарная

$$\varphi_k = 2,10$$

$$\begin{aligned}
t_{ш4} &= \varphi_k \cdot (1,5dl + 1,5dl) \cdot 10^{-3} = 2,10 \cdot (1,5 \cdot 36 \cdot 6 + 1,5 \cdot 24 \cdot 7) \cdot 10^{-3} \\
&= 1,210 \text{ мин}
\end{aligned}$$

6. Промывочная

7. Тконтрольная

Рассчитаем среднее штучное время операций:

$$t_{шс} = \frac{(1,017 + 1,042 + 0,228 + 0,076 + 1,210)}{5} = 0,7146 \text{ мин}$$

Тип производства определяем по формуле (1,1)

$$K_{30} = \frac{t_d}{t_{шс}} = \frac{12,42}{0,7146} = 17,4$$

Потому что $10 \leq K_{30}$

≤ 20 , что соответствует среднесерийному производству

1.4 Выбор исходной заготовки

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

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

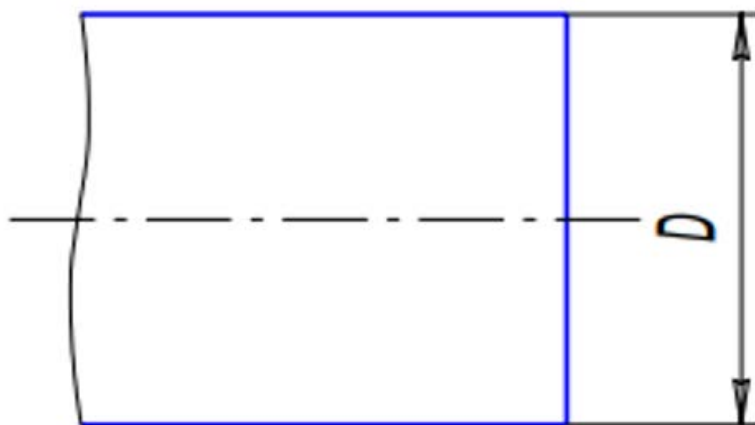


Рис. 1.1 Заготовка

Таблица 1.1 - Химический состав в % материала сплав Д16Т

ГОСТ 4784-97

Fe	Si	Mn	Cr	Ti	Al	Cu	Mg	Zn	Примесей	-
до 0.5	до 0.5	0.3 - 0.9	до 0.1	до 0.15	90.9 - 94.7	3.8 - 4.9	1.2 - 1.8	до 0.25	прочие, каждая 0.05; всего 0.15	Ti+Zr < 0.2

Механические свойства сплава Д16 при T=20°C											
Прокат	Толщина или диаметр, мм	E, ГПа	G, ГПа	σ_{-1} , ГПа	σ_B , (МПа)	$\sigma_{0.2}$, (МПа)	δ_5 , (%)	ψ , %	$\sigma_{сж.}$, МПа	KCU, (кДж/м ²)	KCV, (кДж/м ²)
Лист	2-4	72		130	450	320	19				
Лист	30-40				460	360	10				
Профиль прессованный закаленный и искусственно состаренный	5-10	72		140-150	480	350	12				

Механические свойства сплава Д16 при высоких температурах											
Прокат	Т испытания	σ_B , (МПа)	$\sigma_{0.2}$, (МПа)	δ_5 , (%)	ψ , %						
Лист плакированный закаленный и естественно состаренный	20	435	280	19							
	100	410	270	18							
	200	330	250	12							
Лист плакированный закаленный и естественно состаренный нагартованный	20	465	350	13							
	100	440	320	13							
	200	360	270	9							
Лист плакированный закаленный и естественно состаренный 5-10 мм	20	455	390	7							
	100	440	390	7							
	175	410	350	10							
	200	380	330	8							
Профиль прессованный закаленный и естественно состаренный 2 мм	20	460	410	9							
	100	460	410	9							
	175	410	390								
	200	380	360	10							
	250	290	260								

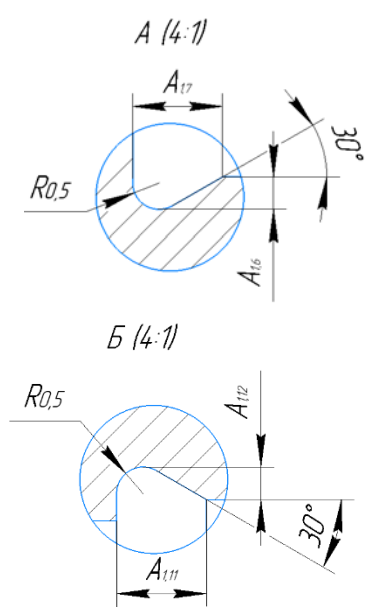
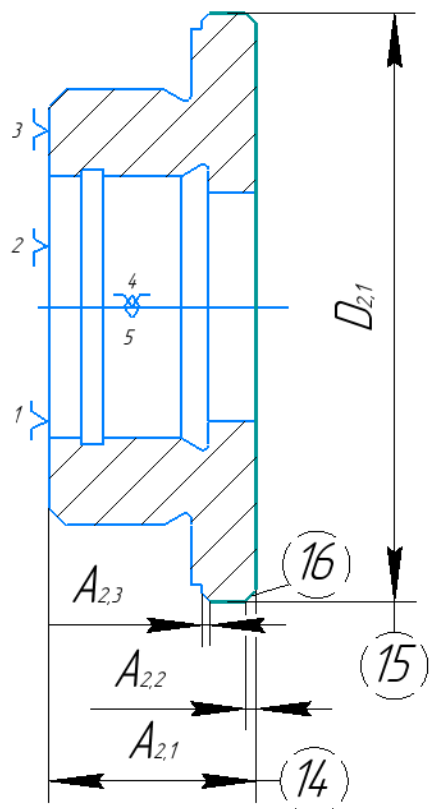
Механические свойства сплава Д16 при низких температурах					
Прокат	Т испытания	σ_B , (МПа)	$\sigma_{0.2}$, (МПа)	δ_5 , (%)	ψ , %
Лист плакированный до 2 мм, закаленный и естественно состаренный	20	440	350	17	
	-70	470	370	19	
	-196	590	470	24	
Лист плакированный до 2 мм, закаленный и искусственно состаренный	20	460	420	6	
	-70	500	460	6	
	-196	570	520	8	
Лист плакированный до 2 мм, закаленный и искусственно состаренный нагартованный	20	460	360	13	
	-70	500	370	16	
	-196	570	490	20	
Пруток прессованный закаленный и естественно состаренный 20-80 мм	20	530	370	15	16
	-70	560	400	12	12
	-196	700	530	11	10

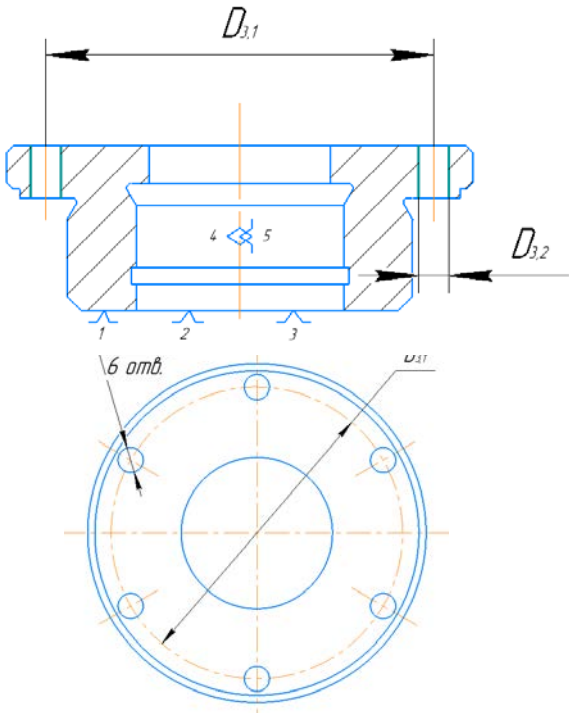
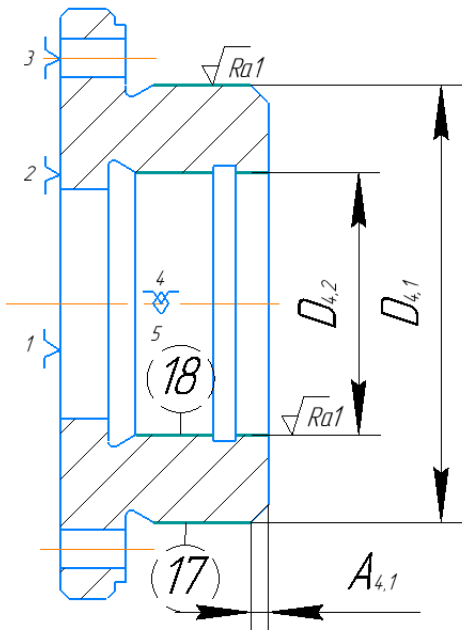
Физические свойства сплава Д16						
T (Град)	$E \cdot 10^{-5}$ (МПа)	$\alpha \cdot 10^{-6}$ (1/Град)	λ (Вт/(м·град))	ρ (кг/м ³)	C (Дж/(кг·град))	R 10^{-9} (Ом·м)
20	0.72			2800		
100		22.9	130		0.922	

1.5 Разработка маршрута технологии изготовления

Таблица 1.2 Технологический процесс изготовления детали

Номер операции	Эскиз	Описание
005		Заготовительная Отрезать заготовку , выдержав размер $A_{0.1}$ и $D_{0.1}$
010		Токарная 1) Установить и закрепить заготовку в трёхкулачковый самоцентрирующий патрон; 2) Подрезать торец 1, выдержав размер $A_{1.1}$ 3) Точить поверхность 2 и 3 выдерживая размеры $D_{1.1}$, $A_{1.2}$ и $A_{1.3}$. 4) Точить поверхность 4 и 5 выдерживая размеры $D_{1.2}$ и $A_{1.3}$ 5) Точить фаску 6 и 7, выдерживая размеры $A_{1.4}$ и $A_{1.5}$. 6) Точить канавку 8, выдерживая размеры $A_{1.6}$, $A_{1.7}$ согласно эскизу А. 7) Центровать и сверлить сквозное отверстие 9 диаметр $D_{1.3}$. 8) Расточить поверхность 10, с образованием поверхность 11, выдерживая

	 $A (4:1)$ $R_{0,5}$ A_{17} A_{16} 30° $B (4:1)$ $R_{0,5}$ A_{112} A_{111} 30°	размеры $D_{1,4}$, $A_{1,8}$. 9) Расточить канавку 12, выдерживая размеры $D_{1,5}$, $A_{1,9}$, $A_{1,10}$. 10) Точить канавку 13, выдерживая размеры $A_{1,11}$, $A_{1,12}$ согласно эскизу Б. 11) Раскрепить и снять заготовку.
015	 $D_{2,1}$ $A_{2,3}$ $A_{2,2}$ $A_{2,1}$ (16) (15) (14)	Токарная 1) Установить и закрепить заготовку в трёхкулачковый самоцентрирующий патрон; переустановить заготовку 2) Подрезать торец 14, выдержав размер $A_{2,1}$ 3) Точить поверхность 15, выдерживая размеры $D_{2,1}$ 4) Точить фаску 16, выдерживая размеры $A_{2,2}$. 5) Раскрепить и снять заготовку.

020		Сверлильная 1) Сверлить шесть сквозных отверстий диаметром $D_{3.2}$, выдерживая размер $D_{3.1}$. 2) Раскрепить и снять заготовку.
025		Чистовая токарная 1) Точить поверхность 17, выдерживая размер $D_{4.1}$ и $A_{4.1}$. 2) Расточить поверхность 18, выдерживая размер $D_{4.2}$. 3) Раскрепить и снять заготовку.
030	Слесарная	Удалить заусенцы с поверхности после сверлильной Снять заусенцы, острые кромки притупить.
035	Промывочная	
040	Контрольная	

1.6 Размерный анализ технологического процесса

Размерная схема для изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающее звено в операционных технологических цепях – это припуск на обработку поверхностей и конструкторская размера, которая можно получить непосредственно из чертежей. В дополнение к закрытым звеньям в технологической цепи существуют составляющие звенья, которые представляют собой технологические размеры, полученные во всех операциях (переходах) обработки изделия.

На основании техпроцесса изготовления «Стакан», составляется размерная схема (как показано на рисунке 1.2 а и б). Она включает в себя все осевые технологические размеры, припуски на обработку и расчетные размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу работы.

Чтобы облегчить подготовку размерных цепей, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей (Рис.1,2 в).

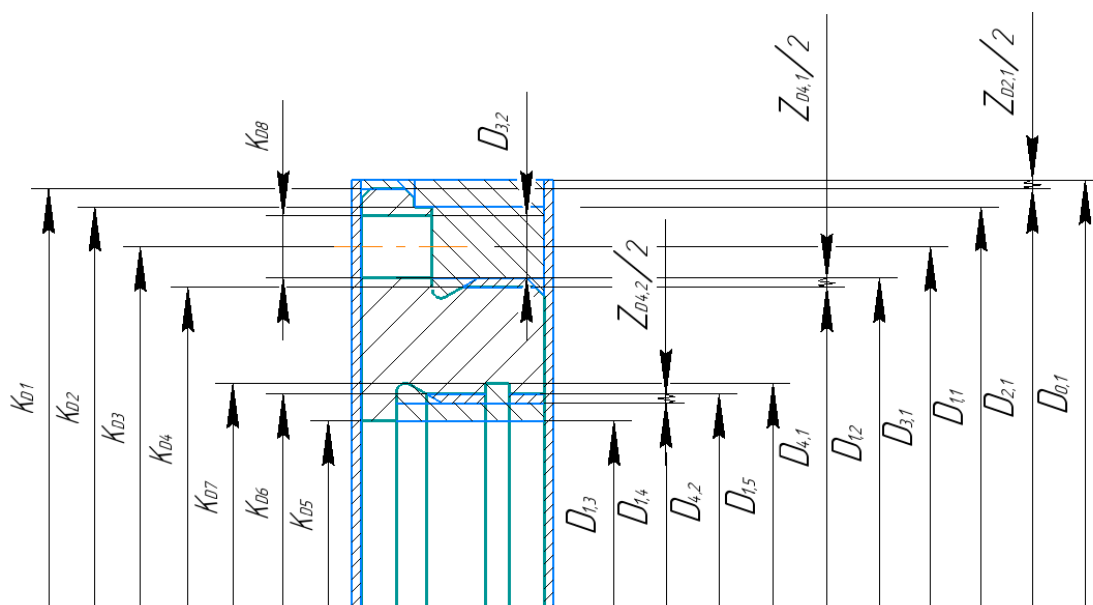


Рис. 1.2 а. Комплексная схема обработки детали в диаметральной направлении

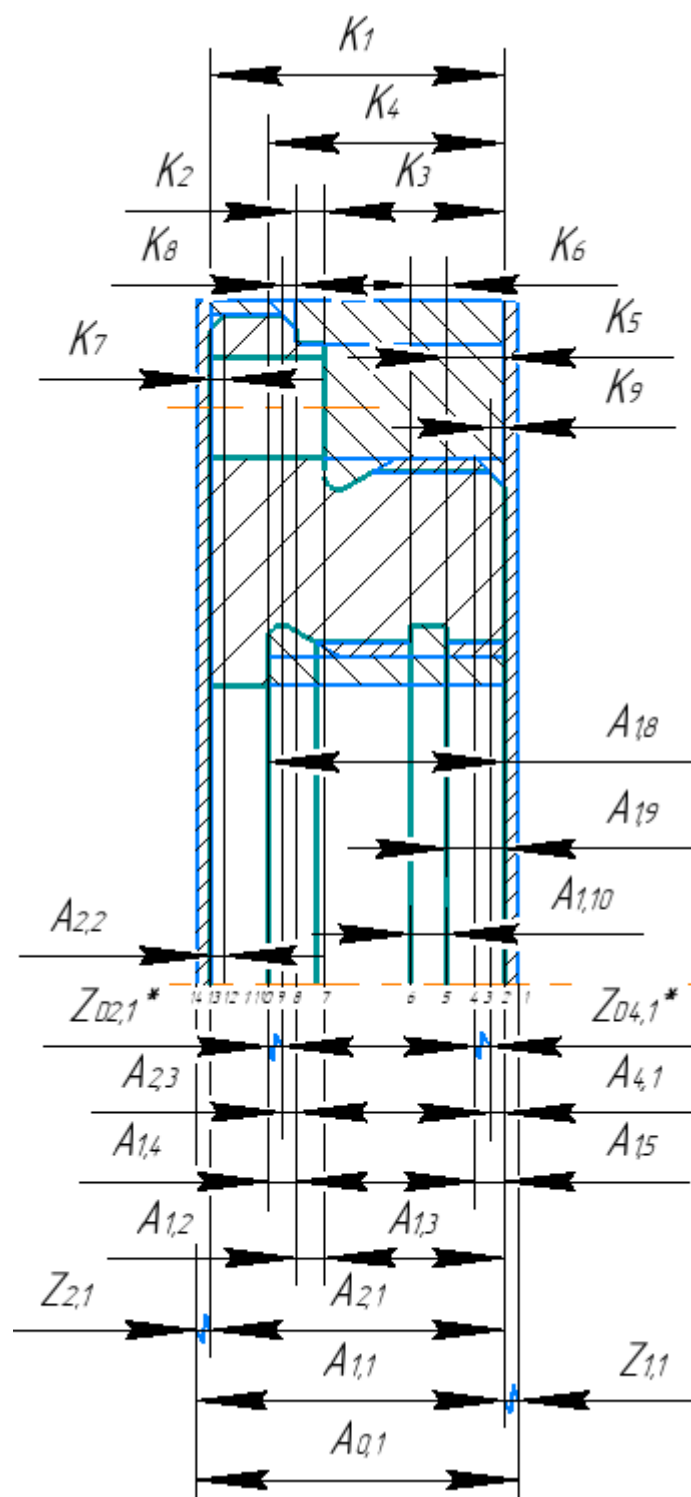


Рис. 1.2 б. Комплексная схема обработки детали в осевом направлении

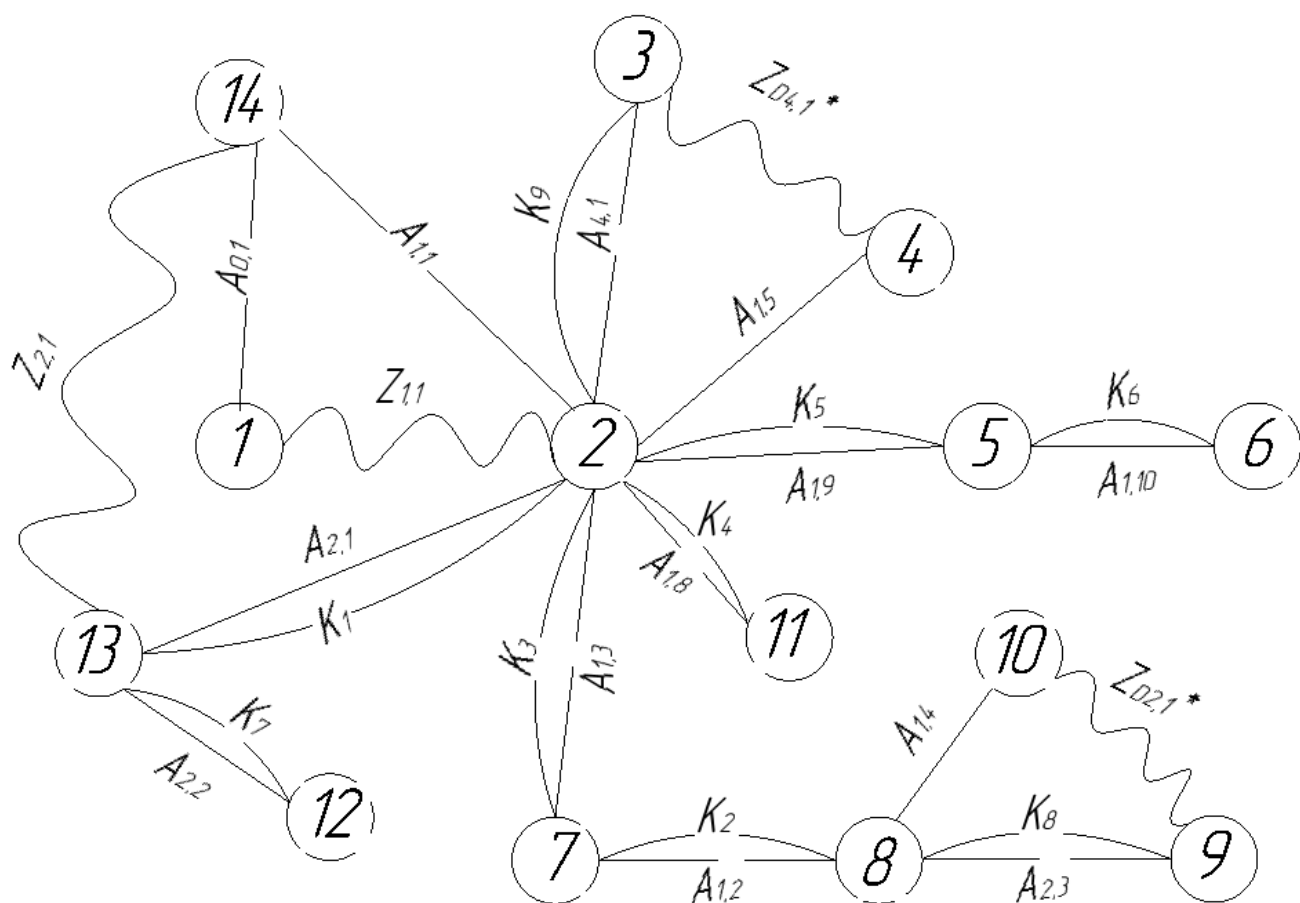


Рис.1.2 в. Граф технологических размерных цепей

Здесь: $T=14$, $A=13$, $K=9$, $Z=4$.

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

1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров

Выписываем допуски на конструкторские размеры:

Допуски на конструкторские размеры:

Размер $K_1=10,3_{-0,180}$. Допуск $TK_1=0,180\text{мм}$

Размер $K_2=1_{-0,050}^{+0,050}$. Допуск $TK_2=0,100\text{мм}$

Размер $K_3=6,3_{-0,075}^{+0,075}$. Допуск $TK_3=0,150\text{мм}$

Размер $K_4=8,3_{-0,075}^{+0,075}$. Допуск $TK_4=0,150\text{мм}$

Размер $K_5=2_{-0,050}^{+0,050}$. Допуск $TK_5=0,100\text{мм}$

Размер $K_6=1,3_{-0,050}^{+0,050}$. Допуск $TK_6=0,100\text{мм}$

Размер $K_7=0,5_{-0,050}^{+0,050}$. Допуск $TK_7=0,100\text{мм}$

Размер $K_8=0,5_{-0,050}^{+0,050}$. Допуск $TK_8=0,100\text{мм}$

Размер $K_9=1_{-0,050}^{+0,050}$. Допуск $TK_9=0,100\text{мм}$

Размер $K_{D1}=\emptyset 47h12_{-0,250}$. Допуск $TK_{D1}=0,250\text{мм}$

Размер $K_{D2}=\emptyset 45h12_{-0,250}$. Допуск $TK_{D2}=0,250\text{мм}$

Размер $K_{D3}=\emptyset 40,5h12_{-0,250}$. Допуск $TK_{D3}=0,250\text{мм}$

Размер $K_{D4}=\emptyset 36h7_{-0,025}$. Допуск $TK_{D4}=0,025\text{мм}$

Размер $K_{D5}=\emptyset 21H12^{+0,210}$. Допуск $TK_{D5}=0,210\text{мм}$

Размер $K_{D6}=\emptyset 24H7^{+0,021}$. Допуск $TK_{D6}=0,021\text{мм}$

Размер $K_{D7}=\emptyset 25,2H12^{+0,210}$. Допуск $TK_{D7}=0,210\text{мм}$

1.7.1 Определение допусков на диаметральные размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными статистической погрешности

$$TD_i = \omega_{ci}$$

$$TA^* = \omega_{ci} + \rho_{иi-1}$$

Где ω_{ci} - статическая погрешность, мм.

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

Когда назначаем допуски, руководствуясь

$$TD_{1.1} = \omega_{c1,1} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TD_{1.3} = \omega_{c1,3} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TD_{1.4} = \omega_{c1,4} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TD_{1.5} = \omega_{c1,5} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TD_{3,1} = \omega_{c3,1} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TD_{2,1} = \omega_{c2,1} + \rho_{и2.1} = 0,12 + 0,05 = 0,17 \text{ мм}$$

$$TD_{4,1} = 0 \text{ мм}$$

$$TD_{4,2} = 0 \text{ мм}$$

Допуск на размеры круглого проката:

$$TD_{0,1} = (50)_{-1} = 1 \text{ мм}$$

1.7.2 Определение допусков на осевые размеры

Допуск на размер после отрезки:

$$TA_{0.1} = (15)_{-0,7} = 0,7 \text{ мм}$$

Допуски на осевые технологические размеры определяются по формуле

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{и.i-1} + \varepsilon_{yi};$$

$$\varepsilon_{yi} = \sqrt{\varepsilon_{6i}^2 + \varepsilon_{3i}^2}$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

$\rho_{и.i-1}$ - значительные пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм;

ε_{yi} - погрешность уточнения, мм; ε_{6i} - погрешность базирования, мм;

ε_{3i} - погрешность закрепления, мм.

$$TA_{1.1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_y = 0,09 + 0,05 + \sqrt{0,01^2 + 0,04^2} = 0,18 \text{ мм};$$

$$TA_{1.2} = \omega_c = 0,09 \text{ мм}$$

$$TA_{1.3} = \omega_c = 0,09 \text{ мм}$$

$$TA_{1.4} = \omega_c = 0,09 \text{ мм}$$

$$TA_{1.5} = \omega_c = 0,09 \text{ мм}$$

$$TA_{1.8} = \omega_c = 0,09 \text{ мм}$$

$$TA_{1.9} = \omega_c = 0,09 \text{ мм}$$

$$TA_{1.10} = \omega_c = 0,09 \text{ мм}$$

$$TA_{2.1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_y = 0,09 + 0,05 + \sqrt{0,01^2 + 0,04^2} = 0,18 \text{ мм}$$

$$TA_{2.2} = \omega_c = 0,09 \text{ мм}$$

$$TA_{2.3} = \omega_c = 0,09 \text{ мм}$$

$$TA_{4.1} = \omega_c = 0,09 \text{ мм}$$

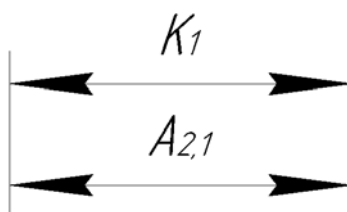
1.8 Допуски на технологические размеры

Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете максимального и минимального метода проверьте условия, чтобы обеспечить точность расчетных размеров по формуле

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i$$

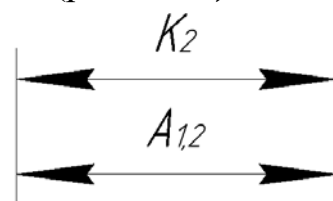
Размерная цепь для размера K_1 (рис. 1.3.1)



$$TK_1 = 0,180 \text{ мм}; TA_{2,1} = 0,18 \text{ мм}$$

Размер K_1 выдерживается непосредственно.

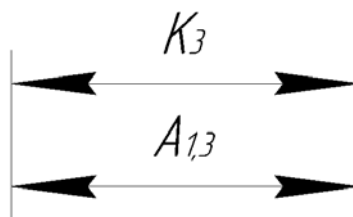
Размерная цепь для размера K_2 (рис. 1.3.2)



$$TK_2 = 0,1 \text{ мм}; TA_{1,2} = 0,09 \text{ мм}$$

Размер K_2 выдерживается непосредственно.

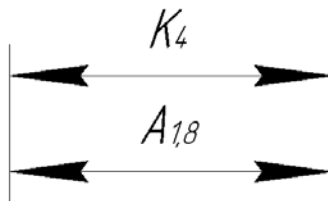
Размерная цепь для размера K_3 (рис. 1.3.3)



$$TK_3 = 0,150 \text{ мм}; TA_{1,2} = 0,09 \text{ мм}$$

Размер K_3 выдерживается непосредственно.

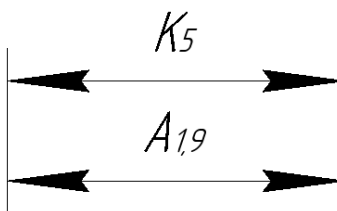
Размерная цепь для размера K_4 (рис. 1.3.4)



$$TK_4=0,15\text{мм}; TA_{1,8} = 0,09 \text{ мм}$$

Размер K_4 выдерживается непосредственно.

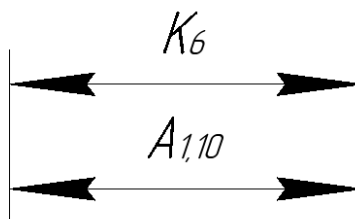
Размерная цепь для размера K_5 (рис. 1.3.5)



$$TK_5=0,1\text{мм}; TA_{1,9} = 0,09 \text{ мм}$$

Размер K_5 выдерживается непосредственно.

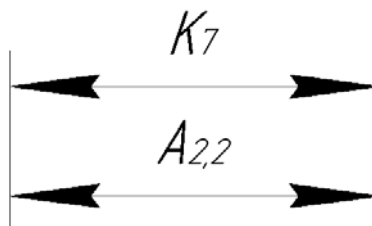
Размерная цепь для размера K_6 (рис. 1.3.6)



$$TK_6=0,1\text{мм}; TA_{1,10} = 0,09 \text{ мм}$$

Размер K_6 выдерживается непосредственно.

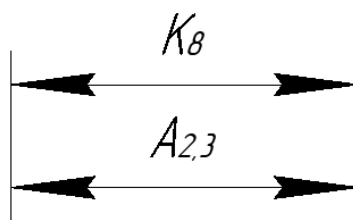
Размерная цепь для размера K_7 (рис. 1.3.7)



$$TK_7=0,1\text{мм}; TA_{2,2} = 0,09 \text{ мм}$$

Размер K_7 выдерживается непосредственно.

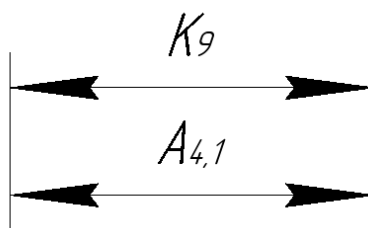
Размерная цепь для размера K_8 (рис. 1.3.8)



$$TK_8=0,1\text{мм}; TA_{2,3} = 0,09 \text{ мм}$$

Размер K_8 выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_9 (рис. 1.3.9)



$$TK_9=0,1\text{мм}; TA_{4,1} = 0,09 \text{ мм}$$

Размер K_9 выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_{D1} (рис. 1.3.10).



$$TK_{D1} = 0,25 \text{ мм}; TD_{2,1} = 0,17 \text{ мм}$$

Размер K_{D1} выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_{D2} (рис. 1.3.11).



$$TK_{D2} = 0,25 \text{ мм}; \quad TD_{1,1} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_{D2} выдерживается непосредственно.

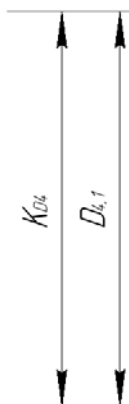
Размерная цепь для размера K_{D3} (рис. 1.3.12).



$$TK_{D3} = 0,25 \text{ мм}; \quad TD_{3,1} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_{D3} выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_{D4} (рис. 1.3.13).



$$TK_{D4} = 0,025 \text{ мм}; \quad TD_{4,1} = 0 \text{ мм}$$

Размер K_{D4} выдерживается непосредственно.

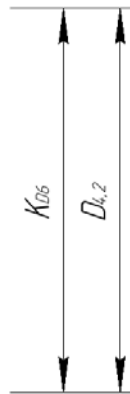
Размерная цепь для размера K_{D5} (рис. 1.3.14).



$$TK_{D5} = 0,21 \text{ мм}; \quad TD_{1,3} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_{D5} выдерживается непосредственно.

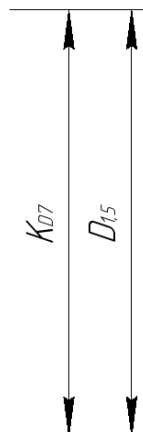
Размерная цепь для размера K_{D6} (рис. 1.3.15).



$$TK_{D6} = 0,021 \text{ мм}; \quad TD_{4,2} = 0 \text{ мм}$$

Размер K_{D6} выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_{D7} (рис. 1.3.16).



$$TK_{D7} = 0,21 \text{ мм}; \quad TD_{1,5} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_{D7} выдерживается непосредственно.

1.9 Расчёт припусков на обработку заготовки

Минимальный припуск на обработку плоскости:

$$Z_{imin} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{\phi-1} + \rho_{p-1},$$

где R_{zi-1} – шероховатость поверхности, полученная на предшествующем переходе (операции) обработки данной поверхности, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного на предшествующем переходе (операции) обработки данной поверхности, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

$\rho_{\phi-1}$ – погрешность формы обрабатываемой поверхности, полученная на предшествующем переходе (операции) ее обработки, мкм;

ρ_{p-1} – погрешность расположения обрабатываемой поверхности относительно технологических баз, возникшая на предшествующем переходе (операции) ее обработки, мкм.

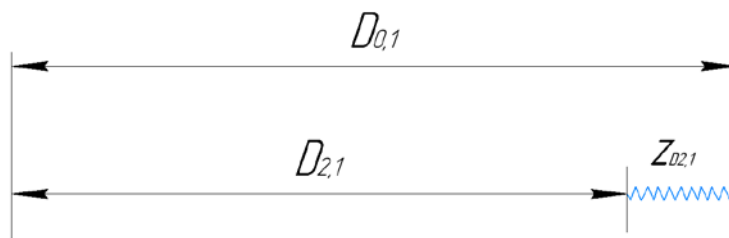
1.9.1 Расчет припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обработку поверхностей вращения:

$$2Z_{imin} = 2 \cdot \left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right),$$

где ε_{yi} – погрешность установки на выполняемом переходе, мкм.

Припуски $Z_{2,1}^D$



Расчетный минимальный припуск (1,4,1):

$$2Z_{2,1min}^D = 2 \cdot \left(150 + 250 + \sqrt{250^2 + 370^2} \right) = 1693 \text{ мкм}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{2,1}^D = TD_{2,1} + TD_{0,1} = 170 + 1000 = 1170 \text{ мкм}$$

Расчетный максимальный припуск:

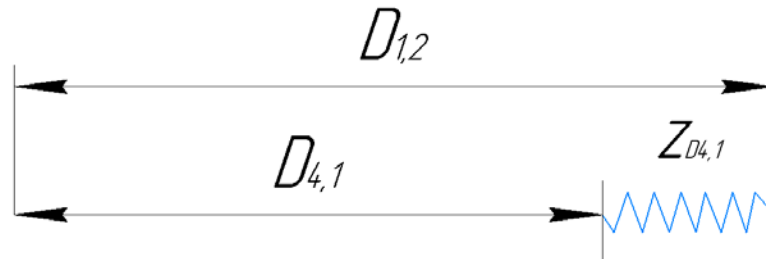
$$Z_{2,1max}^D = Z_{2,1min}^D + TZ_{2,1}^D = 2016,5 \text{ мкм}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2,1cp}^D = \frac{Z_{2,1min}^D + Z_{2,1max}^D}{2} \pm \frac{TZ_{2,1}^D}{2} = \frac{1693/2 + 2016,5}{2} \pm \frac{1170}{2}$$

$$= 1431,5 \pm 585 \text{ мкм}$$

Припуски $Z_{4,1}^D$



Расчетный минимальный припуск (Рис. 1,4,2):

$$2Z_{4,1min}^D = 2 \cdot (150 + 250 + \sqrt{250^2 + 370^2}) = 1693 \text{ мкм}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{4,1}^D = TD_{4,1} + TD_{1,2} = 170 + 120 = 290 \text{ мкм}$$

Расчетный максимальный припуск:

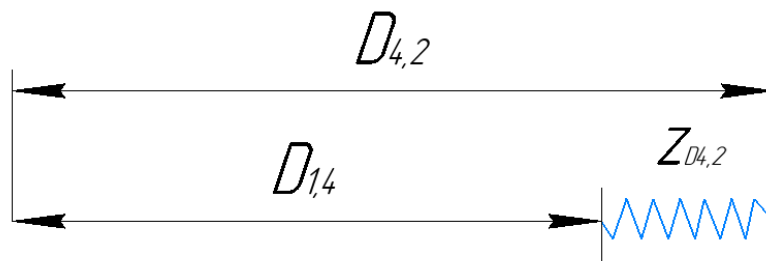
$$Z_{4,1max}^D = Z_{4,1min}^D + TZ_{4,1}^D = 1136,5 \text{ мкм}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{4,1cp}^D = \frac{Z_{4,1min}^D + Z_{4,1max}^D}{2} \pm \frac{TZ_{4,1}^D}{2} = \frac{1693/2 + 1136,5}{2} \pm \frac{290}{2}$$

$$= 991,5 \pm 145 \text{ мкм}$$

Припуски $Z_{4,2}^D$



Расчетный минимальный припуск (Рис. 1,4,3):

$$2Z_{4,2min}^D = 2 \cdot (150 + 100 + \sqrt{110^2 + 320^2}) = 1177 \text{ мкм}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{4,2}^D = TD_{4,2} + TD_{1,4} = 170 + 120 = 290 \text{ мкм}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{4,2max}^D = Z_{4,2min}^D + TZ_{4,2}^D = 878,5 \text{ мкм}$$

Расчетный средний припуск:

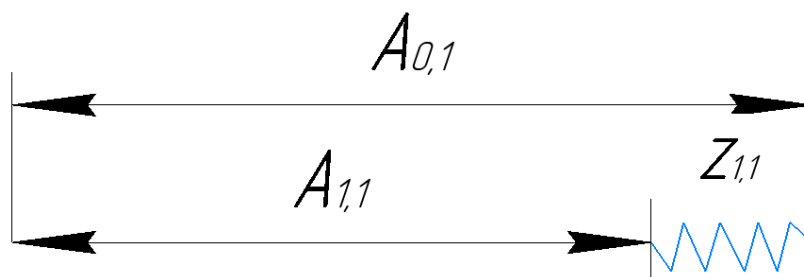
$$Z_{4,2cp}^D = \frac{Z_{4,2min}^D + Z_{4,2max}^D}{2} \pm \frac{TZ_{4,2}^D}{2} = \frac{1177/2 + 878,5}{2} \pm \frac{290}{2}$$

$$= 733,5 \pm 145 \text{ мкм}$$

1.9.2 Расчет припусков на осевые размеры

$$Z_{imin} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{yi}$$

Припуски $Z_{1,1}$:



Расчетный минимальный припуск (Рис. 1,4,4):

$$Z_{1,min} = 150 + 150 + 110 + 80 = 490 \text{ мкм}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1,1} = TA_{0,1} + TA_{1,1} = 580 + 180 = 760 \text{ мкм}$$

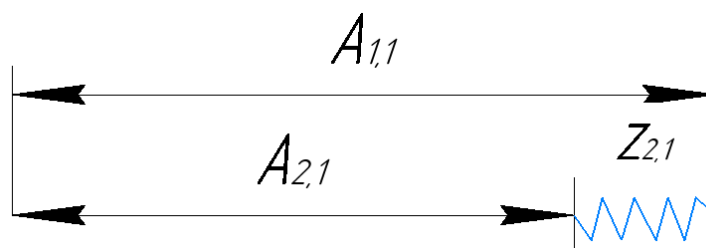
Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1,max} = Z_{1,min} + TZ_{1,1} = 1250 \text{ мкм}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1,ср} = \frac{Z_{1,min} + Z_{1,max}}{2} \pm \frac{TZ_{1,1}}{2} = \frac{490 + 1250}{2} \pm \frac{760}{2} = 870 \pm 380 \text{ мкм}$$

Припуски $Z_{2,1}$:



Расчетный минимальный припуск (Рис. 1,4,5):

$$Z_{2,min} = 150 + 150 + 110 + 80 = 490 \text{ мкм}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{2,1} = TA_{1,1} + TA_{2,1} = 180 + 180 = 360 \text{ мкм}$$

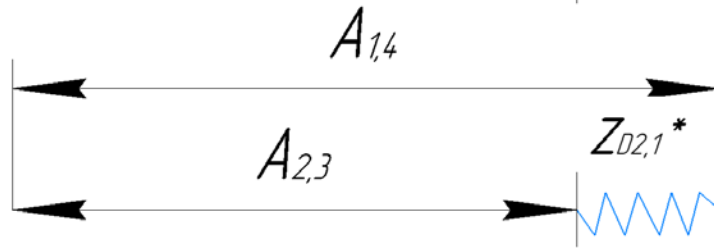
Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{2,max} = Z_{2,min} + TZ_{2,1} = 850 \text{ мкм}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2,ср} = \frac{Z_{2,min} + Z_{2,max}}{2} \pm \frac{TZ_{2,1}}{2} = \frac{490 + 850}{2} \pm \frac{360}{2} = 670 \pm 180 \text{ мкм}$$

Припуски $Z_{2,1}^{D*}$:



Расчетный минимальный припуск (Рис. 1,4,6):

$$Z_{2,1min}^{D*} = 150 + 100 + \sqrt{110^2 + 320^2} = 845,5 \text{ мкм}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{2,1}^{D*} = TA_{1,4} + TA_{2,3} = 100 + 100 = 200 \text{ мкм}$$

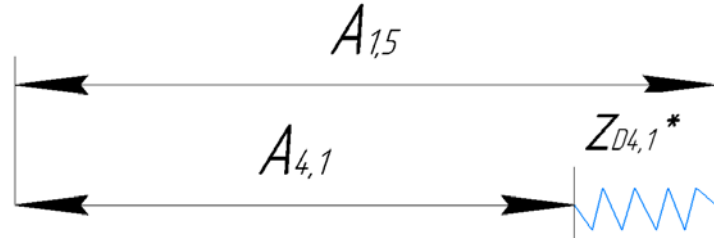
Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{2,1max}^{D*} = Z_{2,1min}^{D*} + TZ_{2,1}^{D*} = 1045,5 \text{ мкм}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2,1cp}^{D*} = \frac{Z_{2,1min}^{D*} + Z_{2,1max}^{D*}}{2} \pm \frac{TZ_{2,1}^{D*}}{2} = \frac{845,5 + 1045,5}{2} \pm \frac{200}{2} = 945,5 \pm 100 \text{ мкм}$$

Припуски $Z_{4,1}^{D*}$:



Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{4,1min}^{D*} = 150 + 250 + \sqrt{250^2 + 370^2} = 846,5 \text{ мкм}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{4,1}^{D*} = TA_{1,5} + TA_{4,1} = 100 + 100 = 200 \text{ мкм}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{4,1max}^{D*} = Z_{4,1min}^{D*} + TZ_{4,1}^{D*} = 1046,5 \text{ мкм}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{4,1cp}^{D*} = \frac{Z_{4,1min}^{D*} + Z_{4,1max}^{D*}}{2} \pm \frac{TZ_{4,1}^{D*}}{2} = \frac{846,5 + 1046,5}{2} \pm \frac{200}{2} = 946,5 \pm 100 \text{ мкм}$$

1.10 Расчёт технологических размеров

1.10.1 Расчет технологических размеров на диаметральны размеры

Расчет технических размеров определяется на основе размерного анализа процесса обработки нашей установленной размерной цепи.

1. Вычерчиваем размерную цепь для обработки наружной поверхности $\phi 47$

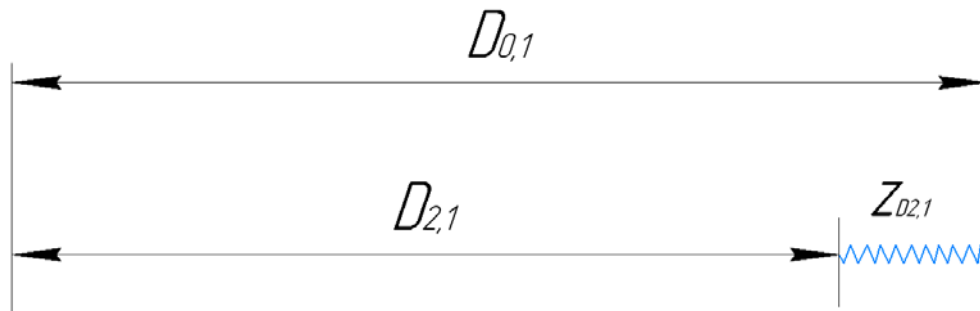


Рис. (1,5,1) Размерная цепь для расчета технологических размеров

Технологический размер $D_{1,1}$ должен быть таким же, как конструкторский

K_{D1} , т.е.: $D_{2,1} = K_{D1} = 47_{-0,25} \text{ мм}$

Рассчитаем технологический размер $D_{0,1}$:

$$D_{2,1\text{cp}} = 46,875 \text{ мм.}$$

$$D_{0,1\text{cp}} = D_{2,1\text{cp}} + Z_{2,1\text{cp}}^D = 46,875 + 1,4315 = 48,3065 \text{ мм}$$

Так как $TD_{0,1} = 0,62 \text{ мм}$, $D_{0,1\text{расч}} = 48,3065_{-0,31}^{+0,31} \text{ мм}$.

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$D_{0,1} = 48,3_{-0,31}^{+0,31} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{2,1\text{max}}^D = D_{0,1\text{max}} - D_{2,1\text{min}} = 48,61 - 46,75 = 1,86 \text{ мм.}$$

$$Z_{2,1\text{min}}^D = D_{0,1\text{min}} - D_{2,1\text{max}} = 48 - 47 = 1 \text{ мм.}$$

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

Тогда максимально возможная глубина резания t_{max} (необходима для расчета максимальной возможной силы резания и мощности станка):

Максимальная глубина резания:

$$t_{2,1max} = \frac{Z_{2,1max}^D}{2} = \frac{1,86}{2} = 0,93 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{2,1min} = \frac{Z_{2,1min}^D}{2} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{2,1cp} = \frac{t_{2,1max} + t_{2,1min}}{2} = \frac{(0,93 + 0,5)}{2} = 0,715 \text{ мм.}$$

2. Вычерчиваем размерную цепь для обработки наружной поверхности $\phi 36h7_{-0,025}$ (Рис.).

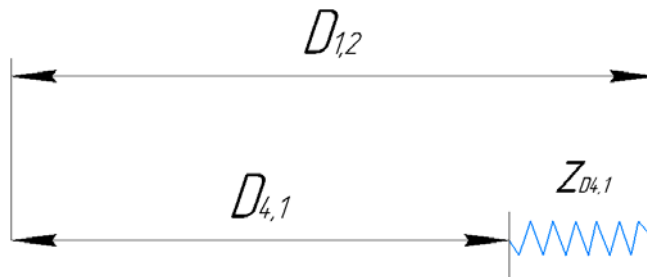


Рис. (1,5,2) Размерная цепь для расчета технологических размеров
Технологический размер $D_{4,1}$ должен быть таким же, как конструкторский K_{D4} , т.е.: $D_{4,1} = K_{D4} = \phi 36h7_{-0,025}$ мм

Рассчитаем технологический размер $D_{1,2}$:

$$D_{4,1cp} = 35,9875 \text{ мм.}$$

$$D_{1,2cp} = D_{4,1cp} + Z_{4,1cp}^D = 35,9875 + 0,9915 = 36,979 \text{ мм}$$

Так как $TD_{1,2} = 0,25$ мм, $D_{1,2расч} = 36,979^{+0,125}_{-0,125}$ мм.

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$D_{1,4} = 37,0^{+0,15}_{-0,15} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{4,1max}^D = D_{1,2max} - D_{4,1min} = 37,15 - 35,975 = 1,175 \text{ мм.}$$

$$Z_{4,1min}^D = D_{1,2min} - D_{4,1max} = 36,85 - 36 = 0,85 \text{ мм.}$$

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

Тогда максимально возможная глубина резания t_{max} (необходима для расчета максимальной возможной силы резания и мощности станка):

Максимальная глубина резания:

$$t_{4,1max} = \frac{Z_{4,1max}^D}{2} = \frac{1,175}{2} = 0,5875 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{4,1min} = \frac{Z_{4,1min}^D}{2} = \frac{0,85}{2} = 0,425 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{4,1cp} = \frac{t_{4,1max} + t_{4,1min}}{2} = \frac{(0,5875 + 0,425)}{2} = 0,50625 \text{ мм.}$$

3. Вычерчиваем размерную цепь для обработки отверстия $\phi 24H7^{+0,021}$ (Рис.).

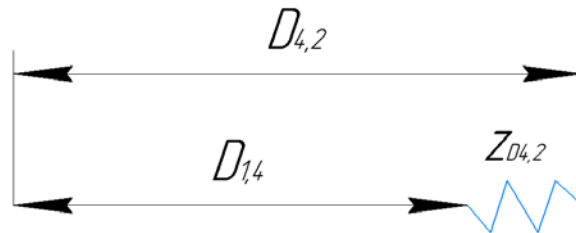


Рис. (1,5,3) Размерная цепь для расчета технологических размеров при обработке отверстия

Технологический размер $D_{4,2}$ должен быть таким же, как конструкторский K_{D6} , т.е.: $D_{4,2} = K_{D6} = 24H7^{+0,021}$ мм

Рассчитаем технологический размер $D_{1,4}$:

$$D_{4,2cp} = 24,0105 \text{ мм.}$$

$$D_{1,4cp} = D_{4,2cp} - Z_{4,2cp}^D = 24,0105 - 0,7335 = 23,277 \text{ мм}$$

Так как $TD_{1,4} = 0,21$ мм, $D_{1,4расч} = 23,277_{-0,105}^{+0,105}$ мм.

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$D_{1,4} = 23,3_{-0,105}^{+0,105} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{4,2max}^D = D_{4,2max} - D_{1,4min} = 24,021 - 23,195 = 0,826 \text{ мм.}$$

$$Z_{4,2min}^D = D_{4,2min} - D_{1,4max} = 24 - 23,405 = 0,595 \text{ мм.}$$

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

Тогда максимально возможная глубина резания t_{max} (необходима для расчета максимальной возможной силы резания и мощности станка):

Максимальная глубина резания:

$$t_{4,2max} = \frac{Z_{4,2max}^D}{2} = \frac{0,826}{2} = 0,413 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{4,2min} = \frac{Z_{4,2min}^D}{2} = \frac{0,595}{2} = 0,2795 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{4,2cp} = \frac{t_{4,2max} + t_{4,2min}}{2} = \frac{(0,413 + 0,2795)}{2} = 0,34625 \text{ мм.}$$

1.10.2 Расчёт технологических размеров на осевые размеры

1. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности $A_{1,1}$ (Рис.).

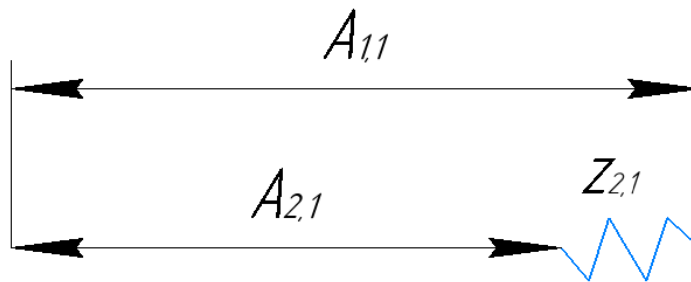


Рис. (1,5,4) Размерная цепь для расчёта технологических размеров

Технологический размер $A_{2,1}$ должен быть таким же: $A_{2,1} = 10,3_{-0,180}^0$ мм.

Рассчитаем технологический размер $A_{0,1}$:

$$A_{2,1cp} = 10,21 \text{ мм.}$$

$$A_{1,1cp} = A_{1,1cp} + Z_{2,1cp} = 10,21 + 0,67 = 10,88 \text{ мм.}$$

Потому, что $TA_{1,1} = 0,43$ мм, $A_{1,1расч} = 10,88_{-0,215}^{+0,215}$ мм.

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$A_{1,1} = 10,9_{-0,215}^{+0,215} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{2,1max} = A_{1,1max} - A_{2,1min} = 11,115 - 10,12 = 0,995 \text{ мм.}$$

$$Z_{2,1min} = A_{1,1min} - A_{2,1max} = 10,685 - 10,3 = 0,385 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = Z$.

Средняя глубина резания t_{cp} :

$$t_{2,1cp} = \frac{t_{2,1max} + t_{2,1min}}{2} = \frac{(0,995 + 0,385)}{2} = 0,69 \text{ мм.}$$

2. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности $A_{0,1}$ (Рис.).

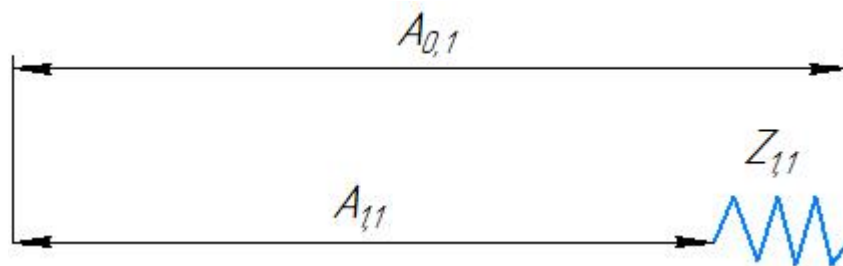


Рис. (1,5,5) Размерная цепь для расчёта технологических размеров

Технологический размер $A_{1,1}$ должен быть таким же: $A_{1,1} = 10,9^{+0,215}_{-0,215}$ мм.

Рассчитаем технологический размер $A_{0,1}$:

$$A_{1,1cp} = 10,9 \text{ мм.}$$

$$A_{0,1cp} = A_{1,1cp} + Z_{1,1cp} = 10,9 + 0,87 = 11,77 \text{ мм.}$$

Потому, что $TA_{0,1} = 0,43$ мм, $A_{0,1расч} = 11,77^{+0,215}_{-0,215}$ мм.

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$A_{0,1} = 11,8^{+0,215}_{-0,215} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{1,1max} = A_{0,1max} - A_{1,1min} = 12,015 - 10,685 = 1,33 \text{ мм.}$$

$$Z_{1,1min} = A_{0,1min} - A_{1,1max} = 11,585 - 11,115 = 0,435 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = Z$.

Средняя глубина резания t_{cp} :

$$t_{1,1cp} = \frac{t_{1,1max} + t_{1,1min}}{2} = \frac{(1,33 + 0,435)}{2} = 0,8825 \text{ мм.}$$

1.11 Расчет режимов резания

При назначении режимов резания следует учитывать характер процесса, размер и тип инструмента, материал режущей части, состояние заготовки и материал, состояние и тип оборудования.

Элементы режима резания обычно устанавливаются в следующем порядке:

1. подача;
2. скорость резания;
3. глубина резания.

Дальнейший расчет:

1. фактическая скорость резания;
2. число оборотов;
3. мощность резания;
4. главная составляющая силы резания;
5. проверка по мощности;
6. мощность главного привода движения.

1.11.1 Заготовительная операция (Отрезка заготовки)

Станок ленточнопильный STALEX TKG-4235

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

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

1.11.2 Токарная операция:

Подрезка торца 1

- 1) Назначаем тип резца и режущий материал по ГОСТ 18880-73:
Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями
[] – T15K6

2) Назначаем максимальную глубину резания:

Принимаем глубину резания равную припуску $t = 0,9$ мм.

3) Геометрия резца:

Радиус при вершине $r = 0,8$; главный задний угол: $\alpha = 7^\circ$; размер державки (высота, ширина): 32×25 ; главный угол плане: $\varphi = 92^\circ$.

4) Назначаем величину подачи S .

а) По диаметру детали и размеру державки:

$$S_{\text{табл}} = 0,9 \text{ мм/об};$$

б) По паспорту станка:

$$S_{\text{станка}} = 0,8 \text{ мм/об};$$

По рекомендациям выбираем наименьшую подачу: $S = 0,8$ мм/об.

5) Назначаем стойкость резца $T=60$ мин.

б) Рассчитываем скорость резания v_p :

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

Коэффициент: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$,

Коэффициент K_v

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}$$

Где K_{IV} - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

K_{PV} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Определяем формулу

$$K_{MV} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$$K_{MV} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{460} \right)^1 = 1,63; \quad K_{PV} = 0,9; \quad K_{IV} = 1,0;$$

$$K_v = 1,63 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,95;$$

$$v_p = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,9^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,95 \approx 131,74 \text{ мм/мин}$$

7) Рассчитываем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 131,74}{3,14 \cdot 50} = 839,11 \text{ об/мин}$$

8) Принимаем ближайшее значение по паспорту станка $n_{\text{расч}} \geq n_{\text{пр}}$:

$$n_{\text{пр}} = 800 \text{ об/мин}$$

9) Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{пр} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 800}{1000} = 125,6 \text{ мм/мин}$$

10) Расчет силы и мощности резания:

определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, с. 372]:

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{460}{750} \right)^{0,75} = 0,693;$$

$$K_{фр} = 1; K_{γр} = 1,1; K_{λр} = 0,7; K_{гр} = 1$$

$$K_p = K_{mp} K_{фр} K_{γр} K_{λр} K_{гр}$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,9^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 125,6^{-0,15} \cdot 0,693 \times 1 \times 1,1 \times 0,7 \times 1 = 590,3 \text{ Н};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{590,3 \cdot 125,6}{1020 \cdot 60} = 1,21 \text{ кВт.}$$

11) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,21}{0,80} = 1,51 \text{ кВт}$$

Точение поверхности 2,3

1) Назначаем тип резца и режущий материал по ГОСТ 18880-73:

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [] – Т15К6

2) Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{max} = \frac{D-d}{2} = \frac{50-45}{2} = 2,5 \text{ мм};$$

с учетом требуемой шероховатости примем количество проходов $i = 4$, $t_1 = t_2 = 1$; $t_3 = t_4 = 0,25$

3) Геометрия резца:

главный угол плане: $\varphi = 92^\circ$, Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$, Радиус при вершине: $r = 0,8 \text{ мм}$. Исполнение 1. Размер державки (высота, ширина): 32×25

4) Назначаем величину подачи S:

а) По диаметру детали и размеру державки

$$S_{табл} = 0,9 \text{ мм/об};$$

б) По паспорту станка:

$$S_{\text{станка}} = 0,8 \text{ мм/об};$$

По рекомендациям выбираем наименьшую подачу: $S = 0,8 \text{ мм/об}$.

5) Назначаем стойкость резца $T=60 \text{ мин}$.

6) Рассчитываем скорость резания v_p :

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{460} \right)^1 = 1,63; \quad K_{pv} = 0,9; \quad K_{iv} = 1,0;$$

$$K_v = 1,63 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,95;$$

$$v_p = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,95 = 113,02 \text{ мм/мин}$$

7) Рассчитываем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 113,02}{3,14 \cdot 50} = 719,87 \text{ об/мин}$$

8) Принимаем ближайшее значение по паспорту станка $n_{\text{расч}} \geq n_{\text{пр}}$:

$$n_{\text{пр}} = 700 \text{ об/мин}$$

9) Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{\text{пр}} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 700}{1000} = 109,9 \text{ мм/мин}$$

10) Расчет силы и мощности резания

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{460}{750} \right)^{0,75} = 0,693;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 109,9^{-0,15} \cdot 0,846 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 3068,4 \text{ Н};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3068,4 \cdot 78,5}{1020 \cdot 60} = 3,94 \text{ кВт}.$$

11) Расчет мощности станка.

$$N_{\text{ст}} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1,1 \dots 1,5); \quad K_N = 1,5;$$

$$N_{\text{ст}} = 5,91 \text{ кВт}$$

Точение поверхности 4,5

1) Назначаем тип резца и режущий материал по ГОСТ 18880-73:

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями

[] – T15K6

2) Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\text{max}} = \frac{D-d}{2} = \frac{45-37}{2} = 4 \text{ мм};$$

с учетом требуемой шероховатости примем количество проходов $i = 6$, $t_1 =$

$$t_2 = 1; \quad t_3 = t_4 = t_5 = t_6 = 0,25$$

3) Геометрия резца:

главный угол плане: $\varphi = 92^\circ$, Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$, Радиус при вершине: $r = 0,8$ мм. Исполнение 1. Размер державки (высота, ширина): 32×25

4) Назначаем величину подачи S :

а) По диаметру детали и размеру державки

$$S_{\text{табл}} = 0,9 \text{ мм/об};$$

б) По паспорту станка:

$$S_{\text{станка}} = 0,8 \text{ мм/об};$$

По рекомендациям выбираем наименьшую подачу: $S = 0,8$ мм/об.

5) Назначаем стойкость резца $T=60$ мин.

6) Рассчитываем скорость резания v_p :

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{460}\right)^1 = 1,63; K_{pv} = 0,9; K_{iv} = 1,0;$$

$$K_v = 1,63 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,95;$$

$$v_p = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,95 = 105,41 \text{ мм/мин}$$

7) Рассчитываем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 105,41}{3,14 \cdot 45} = 746 \text{ об/мин}$$

8) Принимаем ближайшее значение по паспорту станка $n_{\text{расч}} \geq n_{\text{пр}}$:

$$n_{\text{пр}} = 700 \text{ об/мин}$$

9) Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{\text{пр}} = \frac{3,14 \cdot 45 \cdot 700}{1000} = 98,91 \text{ мм/мин}$$

10) Расчет силы и мощности резания

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_b}{750}\right)^n = \left(\frac{460}{750}\right)^{0,75} = 0,693;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 4^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 98,91^{-0,15} \cdot 0,693 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 3884,53 \text{ Н};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3884,53 \cdot 98,91}{1020 \cdot 60} = 6,28 \text{ кВт.}$$

11) Расчет мощности станка.

$$N_{\text{ст}} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1,1 \dots 1,5); K_N = 1,5;$$

$$N_{\text{ст}} = 9,42 \text{ кВт}$$

Точение фаски 6, 7

1) Назначаем тип резца и режущий материал по ГОСТ 18877:

Резец проходной отогнутый Т15К6 32x20x170 ГОСТ 18877-73

2) Примем глубину резания равную ширине фаски $t = 1$.

3) Геометрия резца:

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$; Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$; Радиус при вершине: $r = 0,8$ мм. Исполнение 1. Размер державки (высота, ширина): 32×20

4) Назначаем величину подачи S :

а) По диаметру детали и размеру державки

$$S_{\text{табл}} = 0,9 \text{ мм/об};$$

б) По паспорту станка:

$$S_{\text{станка}} = 0,8 \text{ мм/об};$$

По рекомендациям выбираем наименьшую подачу: $S = 0,8$ мм/об.

5) Назначаем стойкость резца $T=60$ мин.

6) Рассчитываем скорость резания v_p :

Коэффициент: $C_V = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$,

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{460}\right)^1 = 1,63; K_{pv} = 0,9; K_{iv} = 1,0;$$

$$K_v = 1,63 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,95;$$

$$v_p = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,95 = 129,68 \text{ м/мин}$$

7) Рассчитываем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 129,68}{3,14 \cdot 37} = 1116,2 \text{ об/мин}$$

8) Принимаем ближайшее значение по паспорту станка $n_{\text{расч}} \geq n_{\text{пр}}$:

$$n_{\text{пр}} = 1100 \text{ об/мин}$$

9) Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{\text{пр}} = \frac{3,14 \cdot 37 \cdot 1100}{1000} = 127,798 \text{ м/мин}$$

10) Расчет силы и мощности резания

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{460}{750}\right)^{0,75} = 0,693;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 127,798^{-0,15} \cdot 0,693 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 934,51 \text{ Н};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{934,51 \cdot 127,798}{1020 \cdot 60} = 1,95 \text{ кВт.}$$

11) Расчет мощности станка.

$$N_{\text{ст}} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1,1 \dots 1,5); K_N = 1,5;$$

$$N_{\text{ст}} = 2,93 \text{ кВт}$$

Точение канавки 8

Резец специальный ВК8

1) Глубина резания: $t=0,6\text{мм}$.

2) Геометрия резца:

главный угол плане: $\varphi = 92^\circ$, Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$, Радиус при вершине: $r \leq 0,5 \text{ мм}$. Исполнение 1. Размер державки (высота, ширина): 32×25

а) По диаметру детали и размеру державки $S_{\text{табл}}=0,2 \text{ мм/об}$;

б) По паспорту станка: $S_{\text{станка}}=0,2 \text{ мм/об}$;

3) Назначаем стойкость резца $T=60 \text{ мин}$.

4) Рассчитываем скорость резания v_p :

Коэффициент: $C_V = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$,

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{460}\right)^1 = 1,63; \quad K_{pv} = 0,9; \quad K_{iv} = 1,0;$$

$$K_v = 1,63 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,95;$$

$$v_p = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,6^{0,15} \cdot 0,2^{0,45}} \cdot 0,95 = 261,26 \text{ м/мин}$$

5) Рассчитываем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 261,26}{3,14 \cdot 37} = 2248,75 \text{ об/мин}$$

6) Принимаем ближайшее значение по паспорту станка $n_{\text{расч}} \geq n_{\text{пр}}$:

$$n_{\text{пр}} = 2000 \text{ об/мин}$$

7) Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{\text{пр}} = \frac{3,14 \cdot 37 \cdot 2000}{1000} = 232,36 \text{ м/мин}$$

8) Расчет силы и мощности резания

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{460}{750}\right)^{0,75} = 0,693;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,6^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 232,36^{-0,15} \cdot 0,693 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 181,24 \text{ Н};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{181,24 \cdot 232,36}{1020 \cdot 60} = 0,69 \text{ кВт}.$$

9) Расчет мощности станка.

$$N_{\text{ст}} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1,1 \dots 1,5); \quad K_N = 1,5;$$

$$N_{\text{ст}} = 1,04 \text{ кВт}$$

Центрировать и сверлить отверстие 9

Материал режущего инструмента– Р6М5.

Диаметр отверстия $D = 21 \text{ мм}$;

1) Глубина резания: $t = 10 \text{ мм}$.

2) Подачу S назначаем по таблице 35 [3, стр. 381] $s = 0,20 \text{ мм/об}$;

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

$$v_p = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [3, с. 384]: $T=15 \text{ мин}$

Коэффициент: $C_V = 7,0$; $m = 0,2$; $y = 0,7$; $q=0,4$ – определены по таблице 38 [3,стр. 383]:

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

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{460} \right)^{0,9} = 1,55; \quad n_V = 0,9; \quad K_{ПV} = 1,0; \quad K_{ИV} = 1,0;$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,55 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,55;$$

$$v_p = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{7,0 \cdot 21^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 1,55 = 65,82 \text{ м/мин}$$

4) Рассчитываем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 65,82}{3,14 \cdot 21} = 998,18 \text{ об/мин}$$

5) Принимаем ближайшее значение по паспорту станка $n_{\text{расч}} \geq n_{\text{пр}}$:

$$n_{\text{пр}} = 1000 \text{ об/мин}$$

6) Определяем крутящий момент:

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

Коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – по табл. 42 [3 с.385].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{460}{750} \right)^{0,75} = 0,693;$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 21^{2,0} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,693 = 29,09 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7) Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{29,09 \cdot 1000}{9750} = 2,98 \text{ кВт};$$

8) Мощность привода главного движения:

$$N_{ст} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1,1 \dots 1,5); \quad K_N = 1,5;$$

$$N_{ст} = 4,47 \text{ кВт}$$

Расточение отверстия 10:

Материал режущего инструмента [3, с. 180]– Т15К6.

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

2) Подачу S назначаем по таблице 35 [3, стр. 364] $s = 0,60 \text{ мм/об}$;

3) Назначаем стойкость резца $T=60 \text{ мин}$.

4) Рассчитываем скорость резания v_p :

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{460}\right)^1 = 1,63; \quad K_{pv} = 0,9; \quad K_{iv} = 1,0;$$

$$K_v = 1,63 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,95;$$

$$v_p = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,45}} \cdot 0,95 = 147,60 \text{ м/мин}$$

5) Рассчитываем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 147,60}{3,14 \cdot 21} = 2238,40 \text{ об/мин}$$

6) Принимаем ближайшее значение по паспорту станка $n_{расч} \geq n_{пр}$:

$$n_{пр} = 2000 \text{ об/мин}$$

7) Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{пр} = \frac{3,14 \cdot 21 \cdot 2000}{1000} = 131,88 \text{ м/мин}$$

8) Расчет силы и мощности резания

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{460}{750}\right)^{0,75} = 0,693;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 131,88^{-0,15} \cdot 0,693 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 279,04 \text{ Н};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{279,04 \cdot 131,88}{1020 \cdot 60} = 0,601 \text{ кВт}.$$

9) Расчет мощности станка.

$$N_{ст} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1,1 \dots 1,5); \quad K_N = 1,5;$$

$$N_{ст} = 0,902 \text{ кВт}$$

Точение канавки 12

Резец расточной канавочный ВК8 20х20х200 ГОСТ 18885-73

1) Глубина резания: $t = 1,1$ мм.

2) Ширина резания: 1,3мм

а) По диаметру детали и размеру державки $S_{\text{табл}}=0,2$ мм/об;

б) По паспорту станка: $S_{\text{станка}}=0,2$ мм/об;

3) Назначаем стойкость резца $T=60$ мин.

4) Рассчитываем скорость резания v_p :

Коэффициент: $C_V = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$,

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{460}\right)^1 = 1,63; K_{pv} = 0,9; K_{iv} = 1,0;$$

$$K_v = 1,63 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,95;$$

$$v_p = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1,1^{0,15} \cdot 0,2^{0,45}} \cdot 0,95 = 238,55 \text{ м/мин}$$

5) Рассчитываем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 238,55}{3,14 \cdot 23} = 3303,10 \text{ об/мин}$$

6) Принимаем ближайшее значение по паспорту станка $n_{\text{расч}} \geq n_{\text{пр}}$:

$$n_{\text{пр}} = 2000 \text{ об/мин}$$

7) Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{\text{пр}} = \frac{3,14 \cdot 23 \cdot 2000}{1000} = 144,44 \text{ м/мин}$$

8) Расчет силы и мощности резания

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{460}{750}\right)^{0,75} = 0,693;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,1^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 144,44^{-0,15} \cdot 0,693 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 97,316 \text{ Н};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{97,316 \cdot 144,44}{1020 \cdot 60} = 0,216 \text{ кВт}.$$

9) Расчет мощности станка.

$$N_{\text{ст}} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1,1 \dots 1,5); K_N = 1,5;$$

$$N_{\text{ст}} = 0,324 \text{ кВт}$$

Точение канавки 13

Резец специальный ВК8

- 1) Глубина резания: $t=0,6$ мм.
- 2) Геометрия резца:

главный угол плане: $\varphi = 92^\circ$, Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$, Радиус при вершине: $r \leq 0,5$ мм. Исполнение 1. Размер державки (радиус 16) Минимальный диаметр растачиваемого отверстия 22

- а) По диаметру детали и размеру державки $S_{\text{табл}}=0,2$ мм/об;
- б) По паспорту станка: $S_{\text{станка}}=0,2$ мм/об;
- 3) Назначаем стойкость резца $T=60$ мин.
- 4) Рассчитываем скорость резания v_p :
Коэффициент: $C_V = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$,
 $K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{460}\right)^1 = 1,63$; $K_{pv} = 0,9$; $K_{iv} = 1,0$;
 $K_v = 1,63 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,95$;
$$v_p = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,6^{0,15} \cdot 0,2^{0,45}} \cdot 0,95 = 261,26 \text{ м/мин}$$
- 5) Рассчитываем частоту вращения шпинделя:
$$n = \frac{1000 \cdot 261,26}{3,14 \cdot 37} = 2248,75 \text{ об/мин}$$
- 6) Принимаем ближайшее значение по паспорту станка $n_{\text{расч}} \geq n_{\text{пр}}$:
 $n_{\text{пр}} = 2000 \text{ об/мин}$
- 7) Пересчитываем скорость резания v_p :
$$v_{\text{пр}} = \frac{3,14 \cdot 23 \cdot 2000}{1000} = 144,44 \text{ м/мин}$$
- 8) Расчет силы и мощности резания
$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{460}{750}\right)^{0,75} = 0,693$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,6^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 144,44^{-0,15} \cdot 0,693 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 97,32 \text{ Н}$$

Эффективная мощность резания:
$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{91,32 \cdot 144,44}{1020 \cdot 60} = 0,216 \text{ кВт.}$$
- 9) Расчет мощности станка.
$$N_{\text{ст}} > K_N \cdot N_E \text{ (} K_N = 1,1 \dots 1,5 \text{); } K_N = 1,5$$

$$N_{\text{ст}} = 0,324 \text{ кВт}$$

1.11.3 Токарная операция:

Подрезка торца 14

1) Назначаем тип резца и режущий материал по ГОСТ 18880-73:

Резец подрезной Т15К6 2112-0055 ГОСТ 18880-73

2) Назначаем максимальную глубину резания:

Принимаем глубину резания равную припуску $t = 0,9$ мм.

3) Геометрия резца:

Радиус при вершине $r = 0,8$; главный задний угол: $\alpha = 7^\circ$; размер державки (высота, ширина): 32×25 ; главный угол плане: $\varphi = 92^\circ$.

4) Назначаем величину подачи S .

а) По диаметру детали и размеру державки:

$$S_{\text{табл}} = 0,9 \text{ мм/об};$$

б) По паспорту станка:

$$S_{\text{станка}} = 0,8 \text{ мм/об};$$

По рекомендациям выбираем наименьшую подачу: $S = 0,8$ мм/об.

5) Назначаем стойкость резца $T=60$ мин.

6) Рассчитываем скорость резания v_p :

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V$$

Коэффициент: $C_V = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$,

Коэффициент K_V

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}$$

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

$$K_{MV} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \cdot \left(\frac{750}{460} \right)^1 = 1,63; \quad K_{PV} = 0,9; \quad K_{IV} = 1,0;$$

$$K_V = 1,63 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,95;$$

$$v_p = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,9^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,95 \approx 131,74 \text{ м/мин}$$

7) Рассчитываем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 131,74}{3,14 \cdot 50} = 839,11 \text{ об/мин}$$

8) Принимаем ближайшее значение по паспорту станка $n_{\text{расч}} \geq n_{\text{пр}}$:

$$n_{\text{пр}} = 800 \text{ об/мин}$$

9) Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{\text{пр}} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 800}{1000} = 125,6 \text{ м/мин}$$

10) Расчет силы и мощности резания:

определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, с. 372]:

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

$$K_{\text{мп}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{460}{750} \right)^{0,75} = 0,693;$$

$$K_{\text{фр}} = 1; K_{\text{гр}} = 1,1; K_{\lambda p} = 0,7; K_{\text{гр}} = 1$$

$$K_p = K_{\text{мп}} K_{\text{фр}} K_{\text{гр}} K_{\lambda p} K_{\text{гр}}$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,9^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 125,6^{-0,15} \cdot 0,693 \times 1 \times 1,1 \times 0,7 \times 1 = 590,3 \text{ Н};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{590,3 \cdot 125,6}{1020 \cdot 60} = 1,21 \text{ кВт.}$$

11) Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{ст}} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1,1 \dots 1,5); \quad K_N = 1,5;$$

$$N_{\text{ст}} = 1,815 \text{ кВт}$$

Точение поверхности 15

1) Назначаем тип резца и режущий материал по ГОСТ 18880-73:

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [] – Т15К6

2) Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\text{max}} = \frac{D-d}{2} = \frac{50-47}{2} = 1,5 \text{ мм};$$

с учетом требуемой шероховатости примем количество проходов $i = 3$, $t_1 = 1$; $t_2 = t_3 = 0,25$

3) Геометрия резца:

главный угол плане: $\varphi = 92^\circ$, Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$, Радиус при вершине: $r = 0,8 \text{ мм}$. Исполнение 1. Размер державки (высота, ширина): 32×25

4) Назначаем величину подачи S:

а) По диаметру детали и размеру державки

$$S_{\text{табл}} = 0,9 \text{ мм/об};$$

б) По паспорту станка:

$$S_{\text{станка}} = 0,8 \text{ мм/об};$$

По рекомендациям выбираем наименьшую подачу: $S = 0,8$ мм/об.

5) Назначаем стойкость резца $T=60$ мин.

6) Рассчитываем скорость резания v_p :

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{460} \right)^1 = 1,63; K_{pv} = 0,9; K_{iv} = 1,0;$$

$$K_v = 1,63 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,95;$$

$$v_p = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,95 = 122,02 \text{ м/мин}$$

7) Рассчитываем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 122,02}{3,14 \cdot 50} = 777,20 \text{ об/мин}$$

8) Принимаем ближайшее значение по паспорту станка $n_{\text{расч}} \geq n_{\text{пр}}$:

$$n_{\text{пр}} = 700 \text{ об/мин}$$

9) Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{\text{пр}} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 700}{1000} = 109,9 \text{ м/мин}$$

10) Расчет силы и мощности резания

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{460}{750} \right)^{0,75} = 0,693;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 109,9^{-0,15} \cdot 0,846 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 1750,42 \text{ Н};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1750,42 \cdot 109,9}{1020 \cdot 60} = 3,14 \text{ кВт.}$$

11) Расчет мощности станка.

$$N_{\text{ст}} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1,1 \dots 1,5); K_N = 1,5;$$

$$N_{\text{ст}} = 4,71 \text{ кВт}$$

Точение фаски 16

1) Назначаем тип резца и режущий материал по ГОСТ 18879:

Резец токарный проходной 2100-0034 с материалом режущей пластинки T15K6.

2) Примем глубину резания равную ширине фаски $t = 0,5$ мм.

3) Геометрия резца:

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$; Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$; Радиус при вершине: $r = 0,8$ мм. Исполнение 1. Размер державки (высота, ширина): 32× 25

4) Назначаем величину подачи S :

а) По диаметру детали и размеру державки

$$S_{\text{табл}} = 0,9 \text{ мм/об};$$

б) По паспорту станка:

$$S_{\text{станка}} = 0,8 \text{ мм/об};$$

По рекомендациям выбираем наименьшую подачу: $S = 0,8 \text{ мм/об}$.

5) Назначаем стойкость резца $T=60 \text{ мин}$.

6) Рассчитываем скорость резания v_p :

Коэффициент: $C_V = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$,

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{460}\right)^1 = 1,63; \quad K_{pv} = 0,9; \quad K_{iv} = 1,0;$$

$$K_v = 1,63 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,95;$$

$$v_p = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,95 = 143,88 \text{ мм/мин}$$

7) Рассчитываем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 143,88}{3,14 \cdot 47} = 974,93 \text{ об/мин}$$

8) Принимаем ближайшее значение по паспорту станка $n_{\text{расч}} \geq n_{\text{пр}}$:

$$n_{\text{пр}} = 1000 \text{ об/мин}$$

9) Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{\text{пр}} = \frac{3,14 \cdot 47 \cdot 1000}{1000} = 147,58 \text{ мм/мин}$$

10) Расчет силы и мощности резания

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{460}{750}\right)^{0,75} = 0,693;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 147,58^{-0,15} \cdot 0,693 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 558,24 \text{ Н};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{558,24 \cdot 147,58}{1020 \cdot 60} = 1,35 \text{ кВт.}$$

11) Расчет мощности станка.

$$N_{\text{ст}} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1,1 \dots 1,5); \quad K_N = 1,5;$$

$$N_{\text{ст}} = 2,03 \text{ кВт}$$

1.11.4 Вертикально-сверлильная операция: сверление

отверстий $\phi D_{3,2}$

Выбираем материалы сверлильного инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 178] – Р6М5.

1. Диаметр сверла $D_{3,2} = 3,5$ мм
2. Подача по таблице 35 [3, с. 381]: $S=0,2$ мм/об.
3. Глубина [3, с.381]: $t_1 = 4$ мм.
4. Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с.382]:

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

Коэффициент: $C_v = 7,0$; $m = 0,20$; $q = 0,40$; $y = 0,70$; по табл. 38 [3, с.383].

Период стойкости инструмента принимаем: $T=25$ мин, по табл. 40 [3, с.384].

Коэффициент K_v [3, с.385]:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV};$$

Выбираем формулу по табл. 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}.$$

$K_{\Gamma} = 0,8$ - определены по таблице 2 [3, с.359];

$n_v = 0,9$ - определены по таблице 2 [3, с.359];

$K_{IV} = 1,0$ – определены по таблице 6 [3, с.361];

$K_{LV} = 1,0$ – определены по таблице 41 [3, с.385].

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV} = 0,8 \left(\frac{750}{460} \right)^{0,9} \times 1,0 \times 1,0 = 1,24;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v = \frac{7 \cdot 3,5^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 1,24 = 23,22 \text{ м/мин};$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 23,22}{3,14 \cdot 3,5} = 2112,83 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 2000 \text{ об/мин}$$

6. Используем следующую формулу для определения крутящего момента [3, с. 385]:

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

Коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – по табл. 42 [3 с.385].

Коэффициенты, включенные в формулу, учитывают фактические условия резания. Согласно таблице 9 [3 с.386 и 362]:

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{460}{750} \right)^{0,75} = 0,693;$$

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 3,5^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,693 = 0,808 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

7. Используем следующую формулу для определения осевой силы [3, с. 385]:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Коэффициентов: $C_p=68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ – по табл. 42 [3 с.385].

Коэффициенты, включенные в формулу, учитывают фактические условия резания. Согласно таблице 9 [3 с.362]:

$$K_p = K_{мр} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{460}{750} \right)^{0,75} = 0,693;$$

Составляющие осевой силы, формула:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 3,5^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,63 = 486,003 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

8. Мощность резания [3 с.386]:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,808 \cdot 2000}{9750} = 0,166 \text{ кВт};$$

9. Мощность привода:

$$N_{ст} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1,1 \dots 1,5); \quad K_N = 1,5;$$

$$N_{ст} = 0,249 \text{ кВт}$$

1.11.5 Чистовая токарная операция:

Точение поверхности 17

1) Назначаем тип резца и режущий материал по ГОСТ 18880-73:

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [] – Т15К6

2) Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t = 0,5 \text{ мм};$$

с учетом требуемой шероховатости примем количество проходов $i = 2$, $t_1 = t_2 = 0,25$;

3) Геометрия резца:

главный угол плане: $\varphi = 92^\circ$, Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$, Радиус при вершине: $r = 0,8 \text{ мм}$. Исполнение 1. Размер державки (высота, ширина): 32×25

4) Назначаем величину подачи S :

а) По диаметру детали и размеру державки

$$S_{\text{табл}} = 0,2 \text{ мм/об};$$

б) По паспорту станка:

$$S_{\text{станка}} = 0,2 \text{ мм/об};$$

По рекомендациям выбираем наименьшую подачу: $S = 0,8 \text{ мм/об}$.

5) Назначаем стойкость резца $T=60 \text{ мин}$.

6) Рассчитываем скорость резания v_p :

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{460} \right)^1 = 1,63; \quad K_{pv} = 0,9; \quad K_{iv} = 1,0;$$

$$K_v = 1,63 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,95;$$

$$v_p = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,45}} \cdot 0,95 = 161,20 \text{ м/мин}$$

7) Рассчитываем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 161,20}{3,14 \cdot 36} = 1426 \text{ об/мин}$$

8) Принимаем ближайшее значение по паспорту станка $n_{\text{расч}} \geq n_{\text{пр}}$:

$$n_{\text{пр}} = 1400 \text{ об/мин}$$

9) Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{\text{пр}} = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 1400}{1000} = 158,256 \text{ м/мин}$$

10) Расчет силы и мощности резания

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{460}{750}\right)^{0,75} = 0,693;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 158,256^{-0,15} \cdot 0,693 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 159,99 \text{ Н};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{159,99 \cdot 158,256}{1020 \cdot 60} = 0,41 \text{ кВт.}$$

11) Расчет мощности станка.

$$N_{ст} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1,1 \dots 1,5); \quad K_N = 1,5;$$

$$N_{ст} = 0,62 \text{ кВт}$$

Точение поверхности 18

Материал режущего инструмента [3, с. 180]– Т15К6.

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

2) Подачу S назначаем по таблице 35 [3, стр. 364] $s = 0,20 \text{ мм/об};$

3) Назначаем стойкость резца $T=60 \text{ мин.}$

4) Рассчитываем скорость резания v_p :

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{460}\right)^1 = 1,63; \quad K_{pv} = 0,9; \quad K_{iv} = 1,0;$$

$$K_v = 1,63 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,95;$$

$$v_p = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,3^{0,15} \cdot 0,2^{0,45}} \cdot 0,95 = 289,88 \text{ м/мин}$$

5) Рассчитываем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 289,88}{3,14 \cdot 24} = 3846,60 \text{ об/мин}$$

6) Принимаем ближайшее значение по паспорту станка $n_{расч} \geq n_{пр}$:

$$n_{пр} = 2000 \text{ об/мин}$$

7) Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{пр} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 2000}{1000} = 150,72 \text{ м/мин}$$

8) Расчет силы и мощности резания

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{460}{750}\right)^{0,75} = 0,693;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 150,72^{-0,15} \cdot 0,693 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 96,70 \text{ Н};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{96,70 \cdot 150,72}{1020 \cdot 60} = 0,24 \text{ кВт.}$$

9) Расчет мощности станка.

$$N_{\text{ст}} > K_N \cdot N_E (K_N = 1,1 \dots 1,5); K_N = 1,5;$$

$$N_{\text{ст}} = 0,36 \text{ кВт}$$

1.12 Выбор оборудования

Гидравлический ленточнопильный колонный станок

Stalex TГK-4235

Таблица 1,3

	Stalex TГK-4235
Мощность двухскоростного двигателя	2.2/2.8 кВт (3-х фазный)
Мощность гидравлической станции	0,55 кВт
Мощность системы СОЖ	0,04 кВт
Вращение пилы	90 градусов
Диаметр шкивов	Ø 480 мм
Главный привод	зубчатый
Тиски	гидравлические
Натяжение полотна	гидравлическое + манометр
Скорость резания	45, 69 м/мин
Рабочая зона	90°
	350
	350 x 350
*Объём гидравлического бака	58 л заливать 2/3 по уровню масла *используется гидравлическое масло стандартного качества (веретёнка)
Объём бака СОЖ	43 л заливать 2/3 по уровню СОЖ
Габариты ленточного полотна	34x1,1x4115 мм
Рабочая высота стола	668 мм
Размер упаковки	2130x1150x1730 мм
Масса нетто/брутто	775/940 кг.
Страна производитель	Китай
Гарантия	12 месяцев
Цена \$	7 760

Токарный станок 16K20

Таблица 1,4

Технические характеристики станка 16K20	Параметры
Диаметр обработки над станиной, мм	400

Диаметр обработки над суппортом, мм	220
Расстояние между центрам	1000 / 1500
Класс точности по ГОСТ 8-82	Н
Размер внутреннего конуса в шпинделе	Морзе 6 М80*
Конец шпинделя по ГОСТ 12593-72	6К
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе, мм	55
Максимальная масса заготовки, закрепленной в патроне, кг	300
Максимальная масса детали, закрепленной в центрах, кг	1 300
Максимальная масса заготовки, закрепленной в патроне, кг	23
Число ступеней частот обратного вращения шпинделя	12
Пределы частот прямого вращения шпинделя, мин-1	12,5 - 2 000
Пределы частот обратного вращения шпинделя, мин-1	19 - 2 420
Число ступеней рабочих подач - продольных	42
Число ступеней рабочих подач - поперечных	42
Пределы рабочих подач - продольных, мм/об	0.7 - 4,16
Пределы рабочих подач - поперечных, мм/об	0,035-2,08
Число нарезаемых метрических резьб	45
Число нарезаемых дюймовых резьб	28
Число нарезаемых модульных резьб	38
Число нарезаемых питчевых резьб	37
Число нарезаемых резьб - архимедовой спирали	5
Наибольший крутящий момент, кНм	2
Наибольшее перемещение пиноли, мм	200
Поперечное смещение корпуса, мм	±15
Наибольшее сечение резца, мм	25
Мощность электродвигателя главного	10 кВт

привода	
Мощность электродвигателя привода быстрых перемещений суппорта, кВт	0,75 или 1.1
Мощность насоса охлаждения, кВт	0,12
Габаритные размеры станка (Д x Ш x В), мм	3200x1166 x1324
Масса станка, кг	3 035

Вертикально сверлильный станок 2Н135

Основные характеристики приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Технические характеристики

Размеры, мм

Характеристика	Значение
Наибольший диаметр сверления в стали 45, мм	35
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм	30...750
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты, мм	700...1120
Расстояние от оси вертикального шпинделя до направляющих стойки (вылет), мм	300
Размеры рабочей поверхности стола, мм	450 x 500
Число Т-образных пазов Размеры Т-образных пазов	3
Наибольшее вертикальное перемещение стола (ось Z), мм	300
Наибольшее перемещение (установочное) шпиндельной головки, мм	170
Наибольшее перемещение (ход) шпинделя, мм	250
Перемещение шпинделя на одно деление лимба, мм	1,0
Перемещение шпинделя на один	122,46

оборот маховичка-рукоятки, мм	
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5...1400
Количество скоростей шпинделя	12
Наибольший допустимый крутящий момент, Нм	400
Конус шпинделя	Морзе 4
Механика станка	
Число ступеней рабочих подач	9
Пределы вертикальных рабочих подач на один оборот шпинделя, мм	0,1...1,6
Управление циклами работы	Ручное
Наибольшая допустимая сила подачи, кН	15
Динамическое торможение шпинделя	Есть
Привод	
Электродвигатель привода главного движения, кВт	4,0
Электронасос охлаждающей жидкости Тип	X14-22M
Габариты станка, мм	2535 x 825 x 1030
Масса станка, кг	1200

1.13 Определение норм времени

Нормы времени определяем по [2].

1.13.1 Расчет основного времени

Формула определения основного времени при токарной обработке детали:

$$T_o = \frac{L_p}{n \cdot S_0} \cdot i,$$

где T_o – основное время на операцию, мин; L_p – длина рабочего хода инструмента мм; n – частота вращения шпинделя об/мин; S_0 – подача на оборот шпинделя мм/об; i – количество проходов.

Расчётная длина обработки:

$$L_p = l + l_1 + l_2,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности; l_1 – величина врезания инструмента; l_2 – величина перебега инструмента;

Формула определения основного времени при токарной обработке детали:

$$T_o = \frac{\pi \cdot m \cdot z}{K_d \cdot S} \cdot i + \frac{h}{K_d \cdot S_p}, \text{ мин, где}$$

K_d - число двойных ходов долбяка в минуту действительное; h – припуск на обработку, мм.

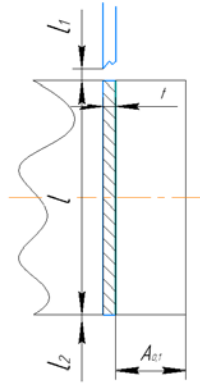
Число двойных ходов долбяка в минуту расчетное:

$$K_p = \frac{1000 \cdot v_p}{2 \cdot L_p}, \text{ мм/дв. ход;}$$

Отрезка заготовки

Примем $l_1 = 3$; $l_2 = 2$; $l = 50$, тогда $L_{p1} = 55$;

$$T_{o1} = \frac{55}{50} = 1,1 \text{ мин.}$$



Подрезка торца 1

Примем $l_1 = 5; l_2 = 2; l = 25$, тогда $L_{p2} = 32$;

$$T_{o2} = \frac{32}{800 \cdot 0,8} = 0,05 \text{ мин.}$$

Точение поверхности 2,3

Примем $l_1 = 4; l = 8$, тогда $L_{p3} = 12$;

$$T_{o3} = \frac{12}{700 \cdot 0,8} \cdot 3 = 0,06 \text{ мин.}$$

Точение поверхности 4,5

Примем $l_1 = 4; l = 7$, тогда $L_{p4} = 11$;

$$T_{o4} = \frac{11}{700 \cdot 0,8} \cdot 6 = 0,12 \text{ мин.}$$

Точение фаски 6,7

Примем $l_1 = 4; l = 2$, тогда $L_{p5} = 6; l_1^* = 1; l^* = 3$, тогда $L_{p5}^* = 4$;

$$T_{o5} = \frac{6 + 4}{1100 \cdot 0,8} = 0,02 \text{ мин.}$$

Точение канавки 8

Примем $l_1 = 3; l = 2$, тогда $L_{p6} = 5$;

$$T_{o6} = \frac{5}{2000 \cdot 0,2} = 0,02 \text{ мин.}$$

Сверление отверстий 9

Примем $l_1 = 3; l = 14$, тогда $L_{p7} = 17$;

$$T_{o7} = \frac{18}{1000 \cdot 0,2} = 0,09 \text{ мин.}$$

Расточение отверстия 9:

Примем $l_1 = 3; l = 14$, тогда $L_{p8} = 17$;

$$T_{o8} = \frac{17}{2000 \cdot 0,6} = 0,02 \text{ мин.}$$

Расточение отверстия 10

Примем $l_1 = 3; l = 9$, тогда $L_{p9} = 12$;

$$T_{o9} = \frac{12}{2000 \cdot 0,6} = 0,01 \text{ мин.}$$

Точение канавки 12

Примем $l_1 = 1; l = 1,7$, тогда $L_{p10} = 2,7$;

$$T_{o10} = \frac{2,7}{2000 \cdot 0,2} \cdot 2 = 0,02 \text{ мин.}$$

Точение канавки 13

Примем $l_1 = 3; l = 2$, тогда $L_{p11} = 5$;

$$T_{o11} = \frac{5}{2000 \cdot 0,2} = 0,02 \text{ мин.}$$

Подрезка торца 14

Примем $l_1 = 5; l_2 = 2; l = 25$, тогда $L_{p12} = 32$;

$$T_{o12} = \frac{32}{800 \cdot 0,8} = 0,05 \text{ мин.}$$

Точение поверхности 15

Примем $l_1 = 4; l = 3$, тогда $L_{p13} = 7$;

$$T_{o13} = \frac{7}{700 \cdot 0,8} \cdot 3 = 0,04 \text{ мин.}$$

Точение фаски 16

Примем $l_1 = 2; l = 0,5$, тогда $L_{p14} = 2,5$;

$$T_{o14} = \frac{2,5}{1000 \cdot 0,8} = 0,01.$$

Сверление отверстий $\phi D_{3,2}$

Примем $l_1 = 3; l = 4$, тогда $L_{p15} = 7$;

$$T_{o15} = \frac{7}{2000 \cdot 0,2} \cdot 6 = 0,06 \text{ мин.}$$

Точение поверхности 17

Примем $l_1 = 3; l = 5$, тогда $L_{p16} = 8$;

$$T_{o16} = \frac{8}{1400 \cdot 0,2} \cdot 2 = 0,06 \text{ мин.}$$

Точение поверхности 18

Примем $l_1 = 3; l = 8$, тогда $L_{p17} = 11$;

$$T_{o17} = \frac{11}{2000 \cdot 0,2} \cdot 2 = 0,08 \text{ мин.}$$

1.11.2 Расчет вспомогательного времени

1. Заготовительная:

Установка и снятие заготовки, установка и снятие резца: $t_{всп1} = 0,29 + 0,12 = 0,41$ мин.

2. Токарная:

Установка и снятие заготовки из трехкулачкового патрона, установка и снятие резца: $t_{всп2} = 0,29 + 0,12 = 0,41$ мин.

3. Токарная:

Установка и снятие заготовки из трехкулачкового патрона, установка и снятие резца: $t_{всп3} = 0,29 + 0,12 = 0,41$ мин.

4. Сверлильная:

Установка и снятие заготовки, установка и снятие резца:

$$t_{всп4} = 0,29 + 0,12 = 0,41 \text{ мин}$$

5. Чистовая токарная:

Установка и снятие заготовки из трехкулачкового патрона, установка и снятие резца: $t_{всп5} = 0,29 + 0,12 = 0,41$ мин.

1.11.3 Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время операции определяется как:

$$t_{шт.к.} = t_{шт.} + \frac{t_{пз}}{n},$$

где $t_{шт.}$ - штучное время, мин; $t_{пз}$ - подготовительно заключительное время, мин; n - число деталей в партии, шт.

Число деталей в партии для мелкосерийного производства определим как:

$$n = \frac{N}{k},$$

где N – годовая программа выпуска, шт;

k – расчетный коэффициент, для среднесерийного производства принимаем $k = 4,6$.

$$n = \frac{N}{k} = \frac{10000}{4,6} = 2174 \text{ шт.}$$

В свою очередь штучное время определим как:

$$t_{шт.} = t_{очн} + t_{всп} + t_{оо} + t_{то} + t_{пер},$$

где $t_{оо}$ - время на организационное обслуживание, мин;

$t_{то}$ – время на техническое обслуживание, мин;

$t_{пер}$ – время перерывов, мин.

Под временем на техническое обслуживание понимается в первую очередь на подналадку станка и смену затупившегося инструмента, а так же на уборку стружки.

Время на организационное обслуживание расходуется на пуск и тестирование станков в начале смены, уборку и смазку станков в конце смены.

Время перерывов, организационного и технического обслуживания обычно принимается в процентном отношении к оперативному времени. Для среднесерийного производства эта величина составляет 3..5%.

В таком случае формула расчета штучного времени принимает вид:

$$t_{шт.} = t_{оп} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп},$$

здесь α - процент времени на техническое обслуживание;

β - процент времени на организационное обслуживание;

γ - процент времени перерывов.

Принимаем время перерывов: $\gamma = 3\%$, время на организационное и техническое обслуживание $\alpha = \beta = 5\%$

Оперативное время рассчитывают по формуле:

$$t_{оп} = \sum t_o + t_{всп},$$

Найдем оперативное время для каждой операции:

$$t_{оп}^I = \sum t_{o1} + t_{всп1} = 1,1 + 0,41 = 1,51 \text{ мин};$$

$$t_{оп}^{II} = \sum t_{o2} + t_{всп2} = 0,41 + 0,41 = 0,82 \text{ мин};$$

$$t_{оп}^{III} = \sum t_{o3} + t_{всп3} = 0,1 + 0,41 = 0,51 \text{ мин};$$

$$t_{оп}^{IV} = \sum t_{o4} + t_{всп4} = 0,06 + 0,41 = 0,47 \text{ мин};$$

$$t_{оп}^V = \sum t_{o5} + t_{всп5} = 0,12 + 0,41 = 0,53 \text{ мин}.$$

Тогда штучное время определим как:

$$t_{шт.}^I = t_{оп}^I \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^I = 1,1 \cdot \left(\frac{5\% + 5\% + 3\%}{100\%} \right) + 1,1 = 1,243 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^{II} = t_{оп}^{II} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{II} = 0,82 \cdot \left(\frac{5\% + 5\% + 3\%}{100\%} \right) + 0,82 = 0,9266 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^{III} = t_{оп}^{III} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{III} = 0,51 \cdot \left(\frac{5\% + 5\% + 3\%}{100\%} \right) + 0,51 = 0,5763 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^{IV} = t_{оп}^{IV} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{IV} = 0,47 \cdot \left(\frac{5\% + 5\% + 3\%}{100\%} \right) + 0,47 = 0,5311 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^V = t_{оп}^V \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^V = 0,53 \cdot \left(\frac{5\% + 5\% + 3\%}{100\%} \right) + 0,53 = 0,5989 \text{ мин}.$$

Величину подготовительно-заключительного времени для каждой операции определяем на основании рекомендаций:

$$t_{\text{пз}}^I = 12 \text{ мин};$$

$$t_{\text{пз}}^{II} = 12 \text{ мин};$$

$$t_{\text{пз}}^{III} = 10 \text{ мин};$$

$$t_{\text{пз}}^{IV} = 12 \text{ мин};$$

$$t_{\text{пз}}^V = 10 \text{ мин.}$$

Тогда величину штучно-калькуляционного времени определим как:

$$t_{\text{шт.к.}}^I = t_{\text{шт.}}^I + \frac{t_{\text{пз}}^I}{n} = 1,243 + \frac{12}{2174} = 1,25 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^{II} = t_{\text{шт.}}^{II} + \frac{t_{\text{пз}}^{II}}{n} = 0,9266 + \frac{12}{2174} = 0,93 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^{III} = t_{\text{шт.}}^{III} + \frac{t_{\text{пз}}^{III}}{n} = 0,5763 + \frac{10}{2174} = 0,58 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^{IV} = t_{\text{шт.}}^{IV} + \frac{t_{\text{пз}}^{IV}}{n} = 0,5311 + \frac{12}{2174} = 0,54 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^V = t_{\text{шт.}}^V + \frac{t_{\text{пз}}^V}{n} = 0,5989 + \frac{10}{2174} = 0,60 \text{ мин.}$$

2. Конструкторская часть

2.1 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рис. 2.1).

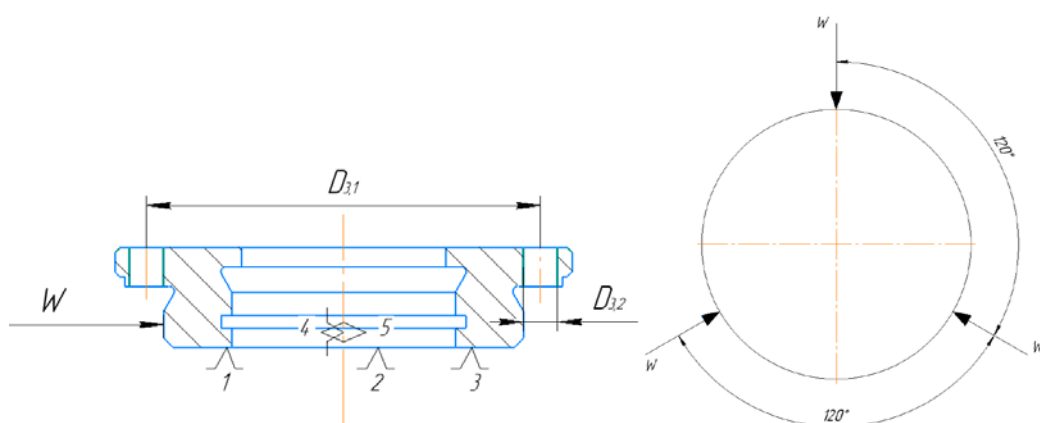
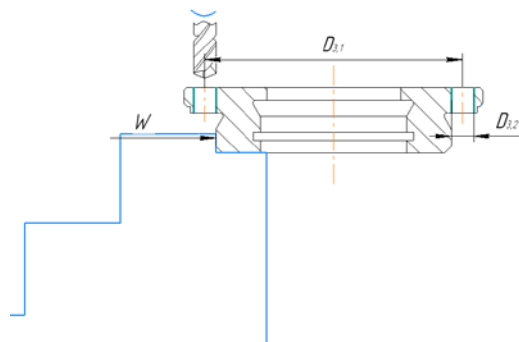


Рис. 2.1 Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

В соответствии со схемой зажима заготовки изображаем принципиальную расчетную схему (рис. 2.2)



2.2 Описание конструкции и работы приспособления

Компоновка приспособления приведена на формате А1.

Заготовка опирается на три установочные поверхности сменных кулачков, расположенных по окружности.

Заготовка размещается на трех посадочных поверхностях сменных губок, расположенных по окружности.

В нижней части стола есть шесть отверстий для позиционирования. Когда стол поворачивается в положение с шестью отверстиями, установочные штифты вставляются в установочные отверстия, и в это время стол не может вращаться.

Элементы приспособления выполняют в виде опорных штырей, пластин, призм, установочных пальцев и т.п. Установочные и зажимные элементы могут выступать в качестве установочно-зажимных (само центрирующих) элементов.

Конструкции и размеры деталей приспособления должны выбираться по ГОСТ и нормативам машиностроения.

Поверхности установочных деталей должны обладать большой износостойкостью. Поэтому их обычно изготавливают из сталей 15 и 20 с цементацией на глубину 0,8 - 1,2 мм и с последующей закалкой до твердости HRCЭ50...55.

2.3 Определение необходимой силы зажима

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему приспособления (рис. 2.2), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

Заготовка, установленная в трёхкулачковом патроне, находится под действием момента $M_{\text{св}}$ и осевой силы $P_{\text{ос}}$. Силу закрепления можно найти из равенства:

$$Q = \frac{k \cdot M_{\text{св}}}{3 \cdot f \cdot R}$$

Где f - коэффициент трения при контакте обработанной поверхности заготовки с установочными поверхностями кулачка;

R - радиус заготовки, $R=0,05$ м;

$k=1,2$;

$M_{\text{св}}$ - момент сверления, который определяется по формуле:

$$M_{\text{св}} = P_{\text{св}} \cdot r ,$$

Для первой операции сверления.

где сила сверления определяется по формуле:

$$P_{\text{св}} = C_P \cdot D^{n_p} \cdot t^{x_p} \cdot S_0^{y_p} \cdot HB^{z_p} ,$$

где $C_P = 2,6$; $n_p = 1$; $x_p = 0$; $y_p = 0,8$; $z_p = 0,6$;

$t=5$ мм; $D=3,5$ мм; $HB=180$; $S_0 = 0,2$ мм/об.

Тогда

$$P_{\text{св}} = 2,6 \cdot 3,5^1 \cdot 5^0 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 180^{0,6} = 56,63 \text{ Н};$$

$$r = 2,25 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$M_{\text{св}} = P_{\text{св}} \cdot r = 56,63 \cdot 2,25 \cdot 10^{-3} = 0,13 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Следовательно

$$Q = \frac{k \cdot M_{\text{св}}}{3 \cdot f \cdot R} = \frac{1,2 \cdot 0,13}{3 \cdot 0,16 \cdot 0,05} = 6,5 \text{ Н};$$

$M_{\text{кр}} > M_{\text{св}}$ в 1,5-2 раза.

Таким образом,

$$M_{\text{кр}} = (1,5 \dots 2) \cdot M_{\text{св}};$$

Принимаем

$$M_{кр} = 2 \cdot M_{св} = 2 \cdot 0,13 = 0,26 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

2.4 Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления

Станочное приспособление должно обеспечивать строго определенное положение обрабатываемых поверхностей, которые определяются координирующими размерами и геометрическими соотношениями – параллельностью, соосностью, перпендикулярностью и т.д. Все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2.308-68.

2.5 Расчет приспособлений на точность

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки ε_0 , которая не должна превышать допуск δ выполняемого размера при обработке заготовки, т.е. $\varepsilon_0 \leq \delta$.

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

$$\varepsilon_{пр.} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T_1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_{T_2} \cdot \omega)^2}, \quad (5)$$

δ – допуск выполняемого размера, $\delta = 0,52 \text{ мм.};$

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

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

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

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

ε_3 – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, $\varepsilon_3 = 0,11$ мм. [2, с. 207];

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

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

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

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

По формуле 5 определяем:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\text{пр.}} &\leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T_1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\Pi}^2 + \varepsilon_{\text{И}}^2 + (k_{T_2} \cdot \omega)^2} = \\ &= 0,52 - 1,2 \sqrt{(0,82 \cdot 0)^2 + 0,11^2 + 0,11^2 + 0,01^2 + 0,05^2 + (0,6 \cdot 0,5)^2} = \\ &= 0,04 \text{ мм.}\end{aligned}$$

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

2.6 Анализ технологичности конструкции.

Устройство рассчитано на технологичность. Преимущество этого приспособления состоит в том, что, поскольку кулачки трехкулачкового патрона взаимозаменяемы, можно устанавливать заготовки различного диаметра, а кулачок используется в качестве зажимного приспособления для обеспечения быстрой загрузки и выгрузки деталей. Оборудование подходит для любого типа производств

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Группа	ФИО
154A81	Чэн Хунлянь

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

Тема дипломной работы: Разработка технологии изготовления детали "Стакан"

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет стоимости материальных ресурсов, затрат на специальное оборудование, оплату труда, отчисления во внебюджетные фонды, расчет накладных расходов.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала:

1. Оценка конкурентоспособности ИП
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	22.02.22 г.
---	-------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Чэн Хунлянь		

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Введение

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

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

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

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

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

3.1.1 Анализ конкурентных технических решений

В ходе исследования было рассчитано расчет, для данной детали необходимо использовать сплавы.

1) Сплавы твердые спеченные(T15K6)

Для обработки материалов резанием: Получернового точения при непрерывном резании, чистового точения при прерывистом резании; сплошных поверхностей,

2) Сталь Р6М5 является быстрорежущей и относится к одному из видов инструментальной стали. Скорость работы шлифовальных, сверлильных приборов, где ее применяют, при этом превосходит в разы скорость, которую дает обычный сплав

Детальный анализ необходим, т.к. каждый тип сплав имеет свои достоинства и недостатки. В таблице 3.1.1 показано сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

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

Таблица 3.1 - Карта сегментирования рынка по изготовлению детали «Стакан»

Размер компании	Предприятие	Виды работ	
		Разработка технологического процесса	Изготовление детали
	АО «Томский металл»	+	+
	ООО «Добурз»	+	-
	ООО «ПК «СТАЛЬТОМ»	-	-

Как видно из таблицы 3.1, наиболее перспективным является Предприятие АО «Томский металл», так как оно задействована во всех сегментах рынка.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения провели с помощью оценочной карты (табл 3.2), отбирая три конкурентных товара (товаром является идентичное не модернизированное «Стакан», изготавливаемое другими предприятиями г. Томска – АО «Томский металл», ООО «Добурз» , ООО«ПК«СТАЛЬТОМ».

Таблица 3.2 – Сравнение конкурентных технических решений (исследовательских работ).

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Повышение	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
производительности труда пользователя							
2. Энергоэкономичность	0,10	4	2	3	0,5	0,2	0,3
3. Ударопрочность	0,14	4	3	4	0,56	0,42	0,70
4. Стабильность соединения с подложкой	0,2	4	5	3	0,8	1	0,6
5. Помехоустойчивость	0,05	4	4	4	0,25	0,2	0,2
6. Эффективность работы	0,05	5	4	5	0,25	0,25	0,25
7. Безопасность	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,3
8,Простота эксплуатации	0	4	3	5	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена на расходы	0,12	4	4	5	0,48	0,38	0,6
2.Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	3	3	3	0,24	0,18	0,24
3. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,08	4	3	3	0,3	0,32	0,32
Итого	1	45	38	42	4,28	3,65	3,91

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Разработка технического решения:

$$K = 45 \times 4,28 = 192,6$$

Разработка технического решения конкурентных предприятий:

$$K = 38 \times 3,65 = 138,7$$

$$K = 42 \times 3,91 = 164,22$$

3.1.2 SWOT-анализ

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

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 3,3:

Таблица 3.3 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Низкая цена исходного сырья. С2. Высокое качество получаемой продукции С3. Широкая область применения. С4. Квалифицированный персонал С5. Актуальность проекта	Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований. Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала Сл3. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования. Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности. Сл5. Вероятность получения брака.
Возможности	Угрозы
В1. Увеличение степени надежности эксплуатации разработки технологического процесса изготовления «Стакан». В2. Появление потенциального спроса на новые разработки. В3. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	У1. Отсутствие спроса на разработку технологического процесса изготовления «Стакан» У2. Снижение стоимости разработок конкурентов. У3. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надёжность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 3,4–3,7:

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

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B					
	1	+	-	+	+	+
	2	-	+	-	-	+
	3	+	+	-	-	-

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

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

Таблица 3.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны».

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	1 У	-	-	-	+	+
	2 У	-	+	-	-	-
	3 У	-	-	-	-	-

Таблица 3.7 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны».

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	1 У	-	+	+	-	-
	2 У	-	-	-	+	+
	3 У	-	-	+	-	-

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая приводится в работе (табл. 3,8).

Таблица 3.8 SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: C1. Низкая цена исходного сырья. C2. Высокое качество получаемой продукции C3. Широкая область применения. C4. Квалифицированный персонал C5. Актуальность проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований. Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала Сл3. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования. Сл4. Эксперименты
--	--	--

		имеют большие погрешности и неопределенности. Сл5. Вероятность получения брака.
Возможности: B1. Увеличение степени надежности эксплуатации технологического процесса изготовления «Стакан». B2. Появление потенциального спроса на новые разработки. B3. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	Направления развития: B1C1C2C3C4C5. использование разработки технологического процесса изготовления "Стакан", это снижение трудоёмкости изготовления детали путём разработки прогрессивного технологического процесса B2C2C5. Высокая трещиностойкость и ударпрочность продукции позволяет расширить спрос, использование новейшей информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки. B3C1C2. Низкая цена исходного сырья и высокая трещиностойкость и ударпрочность продукции являются основой для экспорта за рубеж и выхода на мировой рынок.	Сдерживающие факторы: B2Сл2Сл4Сл5. Нехватка квалифицированных кадров препятствует экспорту продукции. Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на разработку технологического процесса изготовления «Стакан» У2. Снижение стоимости разработок конкурентов. У3. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.	Угрозы развития: У1C4C5. При достаточном материальном финансировании, разработка технологического процесса изготовления "Стакан" должна найти применение в НИЦ, поскольку в научных исследованиях каждая мельчайшая деталь имеет важное значение. У2C2. Несмотря на снижение стоимости разработки конкурентов, наша продукция имеет более высокое качество, больше перспектив для развития.	Уязвимости: У1Сл2Сл3. Как видно из угроз, значительные материальные затраты на приобретение разработки технологического процесса изготовления "Стакан", а также необходимость производить замену устаревших или вышедших из строя комплектующих, может поставить под сомнение коммерческий успех проекта. У2Сл4Сл5. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.

Вывод SWOT-анализу: Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Таблица 3.9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Инженер
	5	Календарное планирование работ	Инженер
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Инженер
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Составление технологического процесса изготовления детали «Стакан»	
	9	Анализ результатов	Инженер, Научный руководитель
Оценка результатов	10	Составление технологической документации	Научный руководитель

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

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

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

$$t_{ожи} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}$$

Где:

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

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

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожіi}}{Ч_i}$$

Где:

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

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

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

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

Где:

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

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

$k_{\text{кал}}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

Где:

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

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

$T_{\text{пр}}$ – общее количество праздничных дней в году;

Расчеты временных показателей проведения научного исследования представляются в таблице 3.10:

Таблица 3.10 – Временные показатели проведения научного исследования.

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{Pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , Чел- дни		t_{max} , Чел- дни		$t_{ож\ddot{u}}$, Чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.Составление и утверждение темы проекта	1	1	2	1	1,4	1	1,4	2
2. Анализ актуальности темы	1	2	2	3	1,4	2	2	3

3. Поиск и изучение материала по теме	-	40	-	60	-	48	48	71
4. Выбор направления исследований	-	50	-	70	-	58	58	86
5. Календарное планирование работ	-	5	-	8	-	6,2	6,2	9
6. Изучение литературы по теме	30	60	40	80	34	68	68	75
7. Подбор нормативных документов	-	5	-	8	-	6,2	6,2	9
8. Составление технологического процесса изготовления детали «Стакан»	-	40	-	50	-	44	44	65
9. Анализ результатов	3	8	5	10	3,8	8,8	8,8	9
10. Составление технологической документации	-	20	-	40	-	28	28	41
Итого:	35	230	44	319	40,6	269,2	250,8	370

Примечание:

Исп.1 – научный руководитель; Исп.2 – инженер;

Таблица 3,11- Календарный план-график работы над проектом

 - Руководитель

 - Инженер

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал.дн	Продолжительность выполнения работ											
				Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь
				1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	5												
2	Анализ актуальности темы	Студент	3												
		Руководитель	3												
3	Поиск и изучение материала по теме	Студент	26												
4	Выбор направления исследований	Студент	5												
5	Выбор направления исследований	Студент	5												
6	Изучение литературы по теме	Студент	15												
7	Подбор нормативных Документов	Студент	6												
8	Составление технологического процесса изготовления детали «Стакан»	Студент	26												
9	Анализ результатов	Руководитель	8												
		Студент	8												
10	Анализ результатов	Студент	26												

3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расхи}, \quad (6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхи}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 3.12 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед.руб.	Затраты на материалы($З_m$),руб.
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	2	400	800
Картридж для принтера	штук	1	1120	1288
Интернет	М/бит (пакет)	1	350	350
Штангенциркуль	шт.	5	1000	5000
Внутренний микрометр	шт.	4	2000	8000
Итого:				15438

3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных(экспериментальных) работ

Представим затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по нашей теме исследования. Определение стоимости спецоборудования производили по действующим прейскурантам.

Таблица 3.13 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/ п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования , тыс. руб.	Общая стоимость оборудования , тыс. руб.
	Исп.1	Исп.1	Исп.1	Исп.1
	Токарный станок 16K20	1	280000	280000
	Станок ленточнопильный STALE TGK – 4235	1	817 330	817 330
	2Н135 станок вертикально- сверлильный	1	293 250	293 250
	Резцы Т15К6 и ВК8	10	600	6000
	Сверло Р6М5	10	100	1000
Итого: 1397580				

3.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Основная заработная плата одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \times T_p$$

Где:

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дней.
(инженера: $T_{p2} = 270$ дней, руководителя: $T_{p1} = 41$ дней).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \times M}{F_d}$$

Где:

$З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. Дней (в данном случае $F_d = 270$ дней);

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске в 118 раб. дней, $M = 8,1$ месяц, 6-дневная рабочая неделя);

Должностной оклад работника за месяц определяется по формуле:

$$З_m = З_{мс} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p$$

Где:

$З_{мс}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб (для руководителя $З_{мс1} = 28600$ руб, а для инженера $З_{мс2} = 6500$ руб);

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равен 0,3;

k_d – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;

k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томск);

По формуле 4.10 определяется должностной оклад руководителя за месяц:

$$З_{м1} = З_{мс1} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p = 28600 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 55770 \text{ руб}$$

По формуле 4,10 определяется должностной оклад инженера за месяц:

$$З_{м2} = З_{мс2} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p = 6500 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 12675 \text{ руб}$$

Среднедневная заработная плата у руководителя рассчитывается по формуле 4.9:

$$З_{дн1} = \frac{З_{м} \times M}{F_d} = \frac{55770 \times 8,1}{247} = 1828,89 \text{ руб}$$

Среднедневная заработная плата у инженера рассчитывается по формуле:

$$З_{дн2} = \frac{З_{м} \times M}{F_d} = \frac{12675 \times 8,1}{247} = 415,65 \text{ руб}$$

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по формуле:

$$З_{осн1} = З_{дн1} \times T_{p1} = 1828,89 \times 41 = 74984,49 \text{ руб}$$

Основная заработная плата инженера рассчитывается по формуле:

$$З_{осн2} = З_{дн2} \times T_{p2} = 415,65 \times 270 = 112225,5 \text{ руб}$$

Таким образом, затраты на общую основную заработную плату составляют:

$$З_{осн \text{ обще}} = З_{осн1} + З_{осн2} = 74984,49 + 112225,5 = 187212,12 \text{ руб}$$

Перечисленные информации представляются в таблице 3.8:

Таблица 3.8 – Расчеты основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$З_{мс}$, руб	$k_{пр}$	k_d	k_p	$З_{м}$, руб	$З_{дн}$, руб	T_p , дн	$З_{осн}$, руб
Руководитель	28600	0,3	0,2	1,3	55770	1828,89	41	74984,49
Инженер	6500	0,3	0,2	1,3	12675	415,65	270	112225,5
Итого:								187212

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}}$$

Где:

$З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата;

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

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

определяется дополнительная заработная плата для руководителя:

$$З_{\text{доп1}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} = 0,15 \times 74984,49 = 11247,67 \text{ руб}$$

По формуле 4.11 определяется дополнительная заработная плата для инженера:

$$З_{\text{доп2}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} = 0,15 \times 112227,6 = 16834,14 \text{ руб}$$

Таким образом, общая дополнительная заработная плата составляет:

$$З_{\text{доп общ}} = З_{\text{доп1}} + З_{\text{доп2}} = 11247,67 + 29213,86 = 28081 \text{ руб}$$

3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), (12)$$

Где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.)

– для руководителя:

$$З_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,3 \times (74984,49 + 11247,67) = 25869,65 \text{ руб}$$

– для инженера:

$$З_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,3 \times (74984,5 + 16834,14) = 27545,6 \text{ руб}$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2022 году – 30%.

Таким образом, общие затраты на составляется отчисления во внебюджетные фонды:

$$З_{\text{внеб общ}} = З_{\text{внеб1}} + З_{\text{внеб2}} = 27545,6 + 25869,65 = 53415,2 \text{ руб}$$

3.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергия, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}} \quad (13)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$З_{\text{нак}} = (З_{\text{м}} + З_{\text{з}} + З_{\text{внеб}}) \cdot 0,16$$

$$З_{\text{нак}} = (313000 + 13500 + 215293 + 53415) \cdot 0,16 = 95233 \text{руб.}$$

3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 3.15

Таблица 3.15 - Расчет бюджета затрат НИИ

№	Наименование статьи	Сумма, руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Материальные затраты НИИ	1776,75	1748	3093,5
2	Затраты на специальное оборудование	7349532	7359532	7369532
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	230578,1	230578,1	230578,1
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	265164,7	265164,7	265164,7
5	Отчисления во внебюджетные фонды	213096,8	213096,8	213096,8
6	Накладные расходы	1268340	1269936,2	1271751,5
7	Бюджет затрат НИИ	9328488,4	9340055,8	9353216,6

3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (14)$$

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

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно- исследовательского проекта (в т.ч. аналоги)

$$\Phi_{\text{Исп.1}} = 9328488,4 \text{ руб}; \quad \Phi_{\text{Исп.2}} = 9340055,8 \text{ руб};$$

$$\Phi_{\text{Исп.3}} = 9353216,6 \text{ руб}$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{\Phi_{\text{Исп.1}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{9328488,4}{9353216,6} = 0,9$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{\Phi_{\text{Исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{9340055,8}{9353216,6} = 0,96$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп3}} = \frac{\Phi_{\text{Исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{9353216,6}{9353216,6} = 1$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (15)$$

Где I_{pi} – интегральный показатель ресурс эффективности для i-го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 3.16 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	5	4
3. Помехоустойчивость	0,15	4	4	4
4. Энергосбережение	0,20	4	3	5
5. Надежность	0,25	3	4	3
6. Материалоемкость	0,15	4	3	3
Итого:	1	4,2	3,8	3,8

$$I_{p-\text{исп}1} = 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 4;$$

$$I_{p-\text{исп}2} = 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 = 3,8;$$

$$I_{p-\text{исп}1} = 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 = 3,8.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{\text{исп } i.}$) определяется на основании интегрального показателя ресурс эффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{p-\text{исп1}}}{I_{\text{финр}}}, I_{\text{исп.2}} = \frac{I_{p-\text{исп2}}}{I_{\text{финр}}} \text{ и т. д. (16)}$$

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{4,2}{0,9} = 4,67, I_{\text{исп.2}} = \frac{3,8}{0,96} = 3,96, I_{\text{исп.3}} = \frac{3,8}{1} = 3,8$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.3.17) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}} \quad (17)$$

Таблица 3.17 - Сравнительная эффективность разработки

п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
	Интегральный финансовый показатель разработки	0,9	0,96	1
	Интегральный показатель ресурс эффективности разработки	4,2	3,96	3,8
	Интегральный показатель эффективности	4,67	3,96	3,8
	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,06	1,04	1

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

Вывод:

В ходе работы был проведен экономический анализ проекта, посчитаны разного рода затраты, зарплатные отчисления, составлен SWOT анализ, выявлены сильные и слабые стороны проекта, выявлены конкуренты и произведено сравнение с похожими конкурирующими разработками, составлен календарный рейтинг план с расчетом трудозатрат, а также построена диаграмма Ганта на основе этих данных.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Группа	ФИО
154A81	Чэн Хунлянь

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

Тема дипломной работы: Разработка технологии изготовления детали "Стакан"

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Введение - Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. - Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации.		Объект исследования: процесс разработки технологии изготовления фланца редуктора, воздействие процесса и рабочей зоны на организм человека и окружающую среду.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:		
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации (нужное оставить) - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.		Нормативные документы: ТК РФ, Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ, Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н.
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации - Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов.		Вредные и опасные факторы: 1. Отклонение показателей микроклимата; 2. Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума; 3. Недостаток необходимого естественного и искусственного освещения; 4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; 5. Неудобная рабочая поза.
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации		Область воздействия на атмосферу, гидросферу и литосферу: безотходная или малоотходная технология производства; раздельный сбор мусора, утилизация средств освещения.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности		- возможные ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения: подтопление и затопление в весеннее половодье, пожар; - реальная ЧС: режим «Повышенная готовность».

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.04.2022 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор (ООД, ШБИП)	Сечин А.И.	Д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Чэн Хунлянь		

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Задачей данного раздела является выполнение и анализ вредных и опасных факторов труда Технолога, и разработка мер защиты от них, оценка условий труда микроклимата рабочей среды. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

Безопасность жизнедеятельности человека определяется характером труда, его организацией, взаимоотношениями, существующими в трудовых коллективах, организацией рабочих мест, наличием опасных и вредных факторов в среде обитания, таких как свет, звук, излучения, природные явления.

При определенной величине факторы могут причинить ущерб здоровью, т.е. быть причиной заболеваний и травм различной тяжести.

Длительная работа на компьютере может отрицательно воздействовать на здоровье человека. Монитор персонального компьютера, является источником электростатического поля; слабых электромагнитных излучений в низкочастотном и высокочастотном диапазонах (2 Гц...400 кГц); рентгеновского излучения; ультрафиолетового излучения; инфракрасного излучения; излучения видимого диапазона.

4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”
2. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
4. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
11. ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
12. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
13. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

4.2 Производственная безопасность

4.2.1 Анализ условий труда на рабочем месте.

Рабочее место располагается на 1 этаже в цеху, помещение представляет собой комнату размером 15 м на 20 м, высотой 3,5 м, окно выходящих на север, в помещении находится (13 единиц технологического оборудования, 25 людей).

Остальное при анализе по разделам.

К числу вредных факторов следует отнести:

- присутствие некомфортных метеоусловий;
- присутствие вредных веществ;
- присутствие производственного шума;
- недостаточной освещенности;
- электромагнитного загрязнения.

Рабочее место, его оборудование и оснащение, применяемые в соответствии с характером работы, должны обеспечивать безопасность, охрану здоровья и работоспособность работающих.

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов представлены в (табл.1.)

Таблица 1 -Вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Параметры микроклимата СанПиН 2.2.4.548-96; [6]
2.Превышение уровня шума		+	+	Уровень шума – СН 2.2.4/2.1.8.562-96; [6]
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	Уровень освещенности СНиП 23- 05-95; [7]
4.Недостаточная		+	+	Уровень

освещенность рабочей зоны				освещенности – СП 52.13330.2016; [7]
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.4.011- 89 ССБТ Средства защиты работающих. Общие требования и классификация; [9]

4.2.2 Анализ показателей микроклимата

Микроклимат в производственном цеху определяется такими параметрами как:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха; 105
- 3) скорость движения воздуха.

Должны соблюдаться определенные оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПин 2.2.4.548-96. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (табл. 2).

Таблица 2 - Параметры микроклимата для помещений, где установлены оборудование для механической обработки

Период года	Категория работы	Температура воздуха в помещении, °С	Относительная Влажность воздуха в помещении, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19-24	15-75	≤ 0,1
Теплый	средняя	15-28	20-80	< 0,5

При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности.

Для создания благоприятных условий проводятся такие мероприятия, как естественная вентиляция помещения, кондиционирование воздуха в теплый период и отопление в холодный период.

4.2.3 Анализ показателей шума

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Шум с уровнем звукового давления до 30—35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40—70 дБ в условиях среды обитания создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, и при длительном действии может быть причиной неврозов. Воздействие шума с уровнем свыше 80 дБ может привести к потере слуха. При действии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонки, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть. Шум снижает работоспособность и производительность труда. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 82 дБ.

Для уменьшения шума от внутренних источников проектируют изоляцию рабочих мест от наиболее шумного оборудования. В цеху рабочие используют беруши и противозумные наушники, т.к. на производстве не предполагается использование подъемных механизмов и механизмов, которые используют предупреждающие звуки.

4.2.4 Анализ освещенности рабочей зоны

Для обеспечения достаточной освещенности используется СП 52.13330.2016, согласно которому при работе средней точности освещенность рабочего места при системе комбинированного освещения должна составлять 750 люкс, коэффициент пульсаций не более 10 %. Имеется необходимость в использовании локализованного искусственного освещения совместно с общим. При выполнении работ средней точности общая освещенность должна составлять 200 лк, комбинированная освещенность – 300 люкс световой поток лампы определяется

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{n \cdot \eta} \quad (4.1)$$

где E_H – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, 300 лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение E_{cp} / E_{min} . Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1; N – число ламп в помещении; η - коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен rc и потолка rn

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} \quad (4.2)$$

Основное станочное помещение с размерами: длина $A=24$ м, ширина $B = 12$ м, высота $H = 4,5$ м.

Высота рабочей поверхности $h_{rp} = 0,8$ м.

Требуемая освещенность $E = 300$ лк.

Коэффициент отражения стен $R_c = 30$ %, потолка $R_n = 50$ %.

Коэффициент запаса $k = 1,5$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$.

Выбираем светильники типа ОД, $\lambda = 1,4$.

Приняв $h_c = 0,5$ м, определяем расчетную высоту:

$$h = H - h_c - h_{\text{рп}} = 4,5 - 0,5 - 0,8 = 3,2 \text{ м} \quad (4.3)$$

Расстояние между светильниками:

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \times 3,2 = 4,5 \text{ м} \quad (4.4)$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены:

$$\frac{L}{3} = \frac{4,5}{3} = 1,5 \text{ м} \quad (4.5)$$

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{\left(B - \frac{2}{3}L\right)}{L} + 1 = \frac{\left(12 - \frac{2}{3} \times 4,5\right)}{4,5} + 1 \approx 3 \quad (4.6)$$

Число светильников в ряду:

$$n_{\text{св}} = \frac{\left(A - \frac{2}{3}L\right)}{l_{\text{св}} + 0,5} + 1 = \frac{\left(24 - \frac{2}{3} \times 4,5\right)}{1,23 + 0,5} \approx 12 \quad (4.7)$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 12 светильников типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников (рис. 4.1). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 72$.

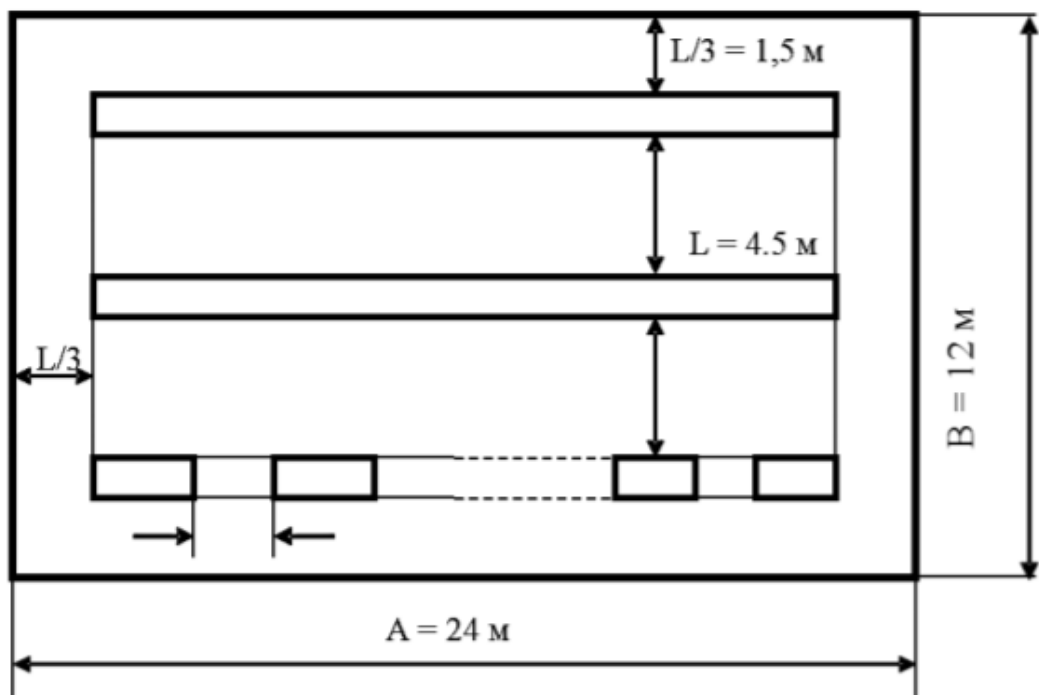


Рисунок 4.1 План размещения светильников

Находим индекс помещения

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{288}{3,2 \times (24 + 12)} = 2,5$$

Коэффициент использования светового потока для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при:

$$\rho_{\Pi} = 50\% \quad \rho_{\Pi} = 30\%$$

Индекс помещения $i = 2,5$ равен $\eta = 0,61$.

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{n \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 288 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{72 \cdot 0,61} = 3246$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 лм.

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \cdot 100\% = \frac{2850 - 3094}{3094} \times 100\% \leq +20\% \quad (4.8)$$

Получаем: $-10\% \leq 8,78\% \leq +20\%$

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 72 \cdot 40 = 2880 \text{ Вт.}$$

4.2.5 Анализ электробезопасности

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Классификация помещений по опасности поражения электрическим током (ПУЭ)

Категория помещения: особо опасные помещения. Присутствует один из следующих признаков:

- постоянно 100 % влажность (особо сырое помещение);
- наличие химически активной среды;
- либо: наличие более 2 факторов помещения повышенной опасности.

Категория помещения: Помещения повышенной опасности поражения электрическим током. Присутствует один из следующих факторов:

- повышенная температура воздуха ($t = + 35\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- повышенная влажность ($> 75\%$);
- наличие токопроводящей пыли;
- наличие токопроводящих полов;
- возможности прикосновения одновременно и к электроустановке и к заземлению или к двум электроустановкам одновременно.

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

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

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

Безопасные номиналы: $U = 12\text{-}36\text{В}$, $I = 0,1\text{ А}$, $R_{\text{заз}} = 4\text{ Ом}$.

4.2.6 Анализ пожарной безопасности

В цехе на заметных местах установлены специализированные щиты со следующим противопожарным инвентарем: Топоры; Багры; Ломы; Ведро.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Чтобы имеющееся противопожарное оборудование находилось в исправном и работоспособном состоянии.

Сотрудникам предприятия проводится обучение и инструктаж по пожарной безопасности. В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования производится по специальным эвакуационным путям, обозначенным на планах эвакуации на случай пожара, которые также вывешены в наиболее видных местах.

Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

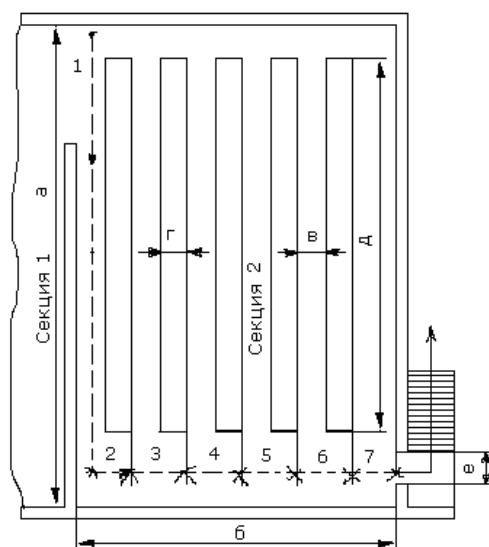


Рис. 4.2. Схема помещения

4.3 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Основными мероприятиями по уменьшению негативного влияния машиностроительных предприятий на экологию являются следующие действия:

- внедрение современных технологий, способствующих уменьшению вредных отходов производства;
- улучшение систем фильтрации сточных вод, воздуха и других сбросов предприятия;
- переработка вредных веществ и утилизация отходов производства;
- внедрение системы мониторинга и контроля экологии местности.

Для перехода к безотходным производствам по изготовлению детали «Стакан», необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги и утилизировать СОЖ на специальных заводах и фабриках.

Методы переработки СОЖ:

1. Ультрафильтрация - метод утилизации СОЖ, в процессе которого масло отделяется от жидкости.
2. Утилизация СОЖ посредством органического расщепления.
3. Метод обратного осмоса.
4. Технология выпаривания СОЖ.
5. Кислотное или солевое расщепление СОЖ.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Производство находится в Томске, городе с континентальным циклоническим климатом.

Природные катаклизмы в данном регионе крайне маловероятны. Наиболее вероятными ЧС на объекте могут быть сильные морозы и теракт.

Для Западной Сибири в зимнее время года характерны морозы до -45°C . В этом случае нештатная ситуация, которая может возникнуть на заводе, может заключаться в сильном морозе и повреждении. Для Сибири зима - типичный морозный сезон. Достижение низких температур приведет к поломке оборудования, выхода из строя технических систем, которые обслуживают предприятие и сооружения, а также обморожениям и даже жертвам среди населения.

Чрезвычайные ситуации, вызванные разрушениями, становятся все более распространенными. Конечно, этих угроз обычно не бывает. Но чтобы минимизировать возможность повреждений, компании должны быть оснащены системами видеонаблюдения, всепогодными системами безопасности, системами доступа, надежными системами связи и изоляцией связанных систем безопасности.

Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

Заключение по разделу

Раздел «Социальная ответственность» содержит анализ вредных и опасных факторов производственной среды, рассмотрены также вопросы обеспечения экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Основной целью данного раздела являлось создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

В ходе исследования рабочего места было выявлено соответствие следующий факторов: освещенность, микроклимат в помещении, уровень шума и вибрации, нагрузка на органы зрения, опасность поражения электрическим током, СИЗ, уровень запыленности.

Заключение

В выпускной квалификационной работе решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. В разделе «Технологическая часть» был выполнен анализ чертежа и технологичности детали, определён тип производства и выбрана исходная заготовка, разработан технологический процесс и выполнен размерный анализ техпроцесса (проектирование и проверка допуска). Выбрано оборудование, рассчитаны режимы резания и произведено нормирование операций.

В разделе «Конструкторская часть» было спроектировано приспособление, рассчитаны сила зажима.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен расчет конкурентоспособности, разработан график проведения исследования, рассчитан бюджет стоимости НИ и определена его ресурсоэффективность.

В разделе «Социальная ответственность» были проанализированы некоторые факторы в производственном цехе, рассмотрены возможные опасности и приняты превентивные меры для обеспечения безопасной и упорядоченной работы цеха.

Список литературы

1. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирования по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983 г. – М.: Альянс, 2015 – 256 с.
2. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Сулова.Пятое издание, исправленное. 2003. -912 с, илл.
3. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Сулова.Пятое издание, исправленное. 2003. -943 с, илл.
4. Обработка металлов резанием: Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др.; Под общ. Ред. А.А.Панова. -М.: Машиностроение, 1988.
- 736 с.: ил.- ISBN 5-217-00032-5
- 5.Машиностроение. Энциклопедия / Ред. советгК.В. Фролов (пред.) и др.*М.: Машиностроение* М 38 Динамика и прочность машин. Теория механизмов и машин. Т. 1-3. В 2-х кн. Кн. 1 / К.С. Колесников, Д.А. Александров, В.К. Асташев и др.; Под общ. ред. К.С. Колесникова.
6. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2018 г.
7. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2016.
8. Сущность методики FAST в области ФСА. __
9. Методы оценки финансово-экономической эффективности инвестиционного проекта без учета фактора времени.
10. Белов Н.А. Безопасность жизнедеятельности – М.: Знание, 2000-364с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Чертёж детали

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Справ. №

Перв. примен.

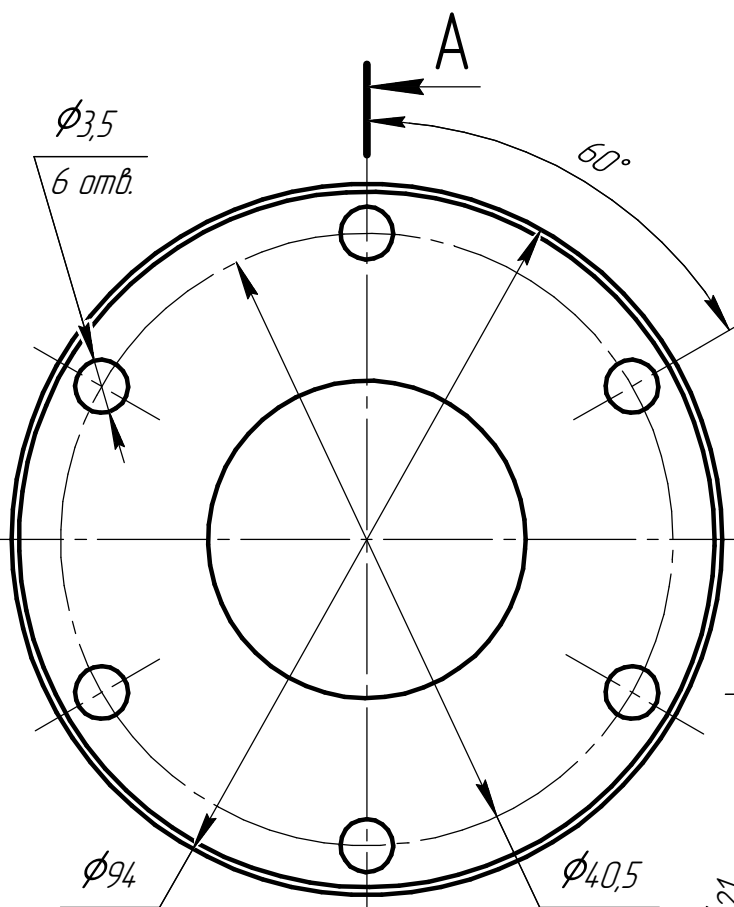
Подп. и дата

Взам. инв. №

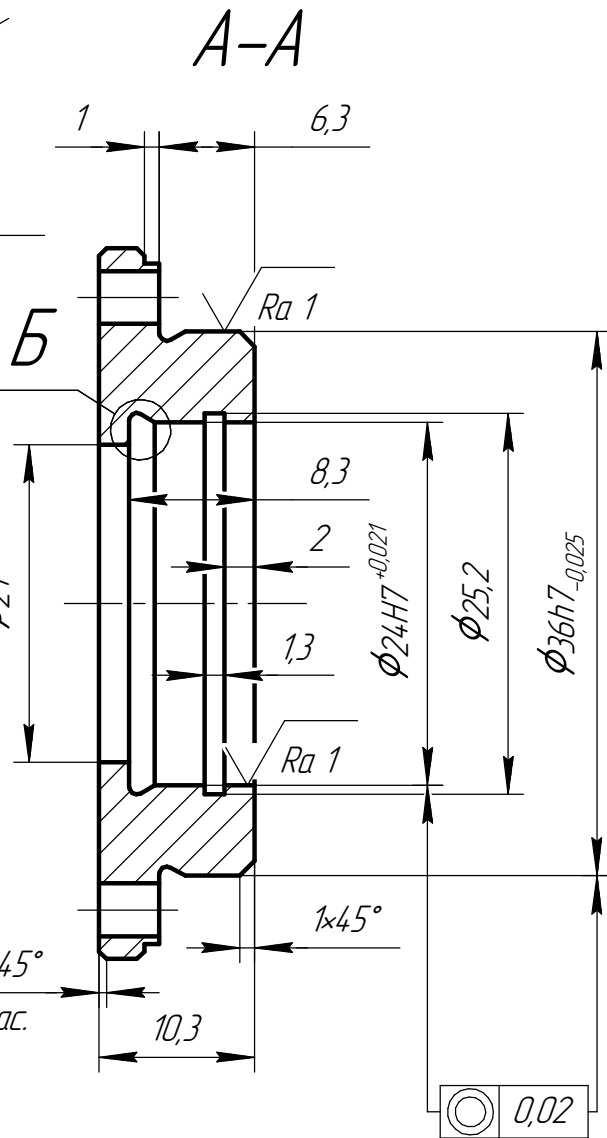
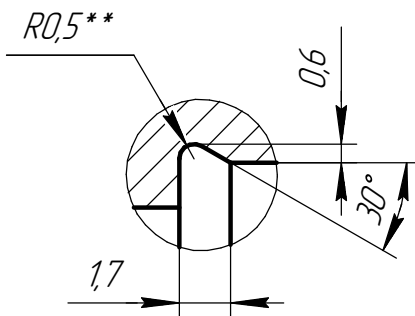
Инв. № подл.

Подп. и дата

$\sqrt{Ra\ 2,0\ (\checkmark)}$



Б (4:1)



1 *Размеры для справок

2 **Размер обеспеч. инстр.

3 Неуказанные предельные отклонения размеров H12, h12, ±IT12/2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Пров.				
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Стакан

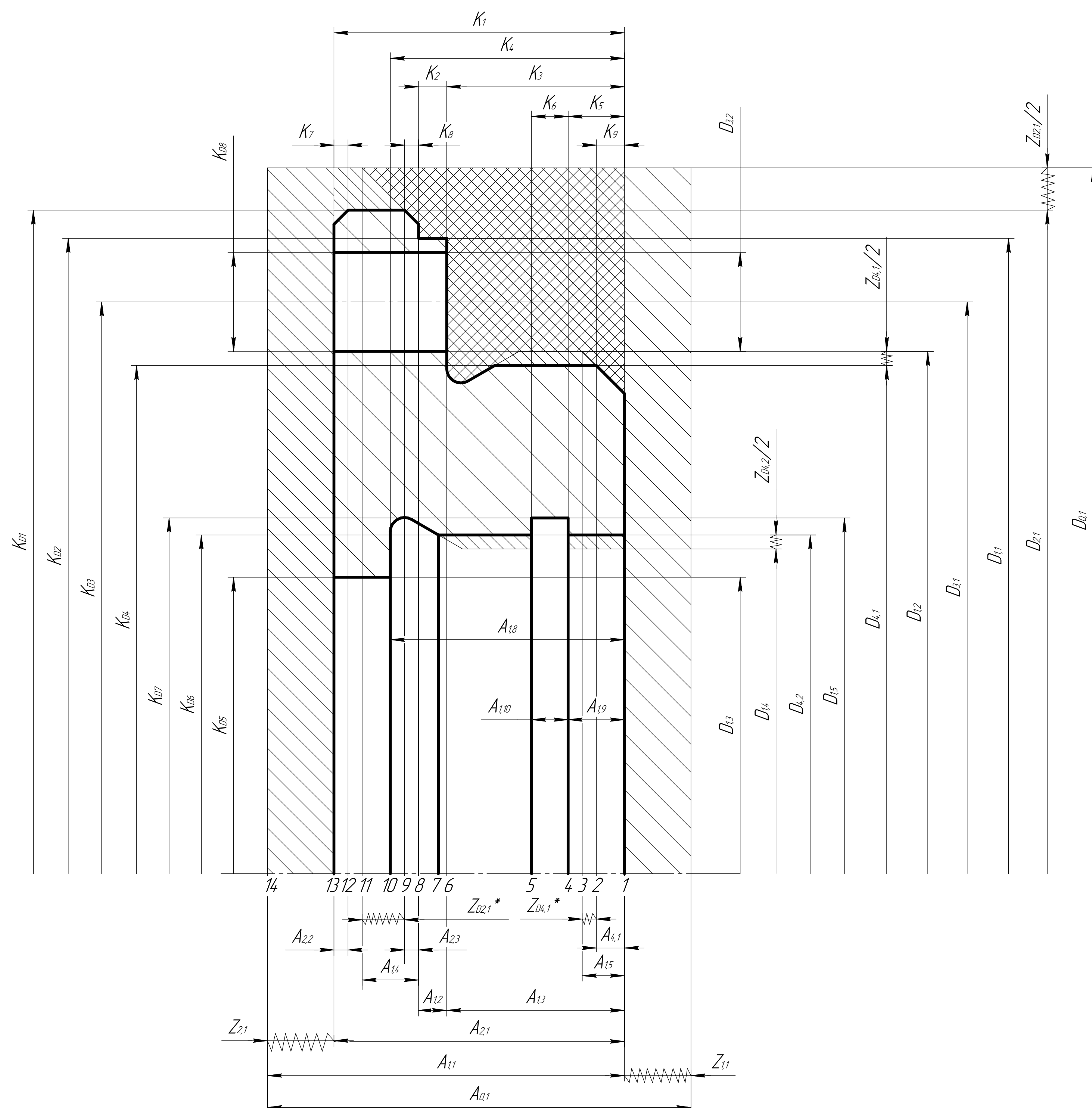
Круг 50 ГОСТ 2590-2006
Д16Т

Лист	Масса	Масштаб
1	22,9 г	2:1
Лист	Листов	1

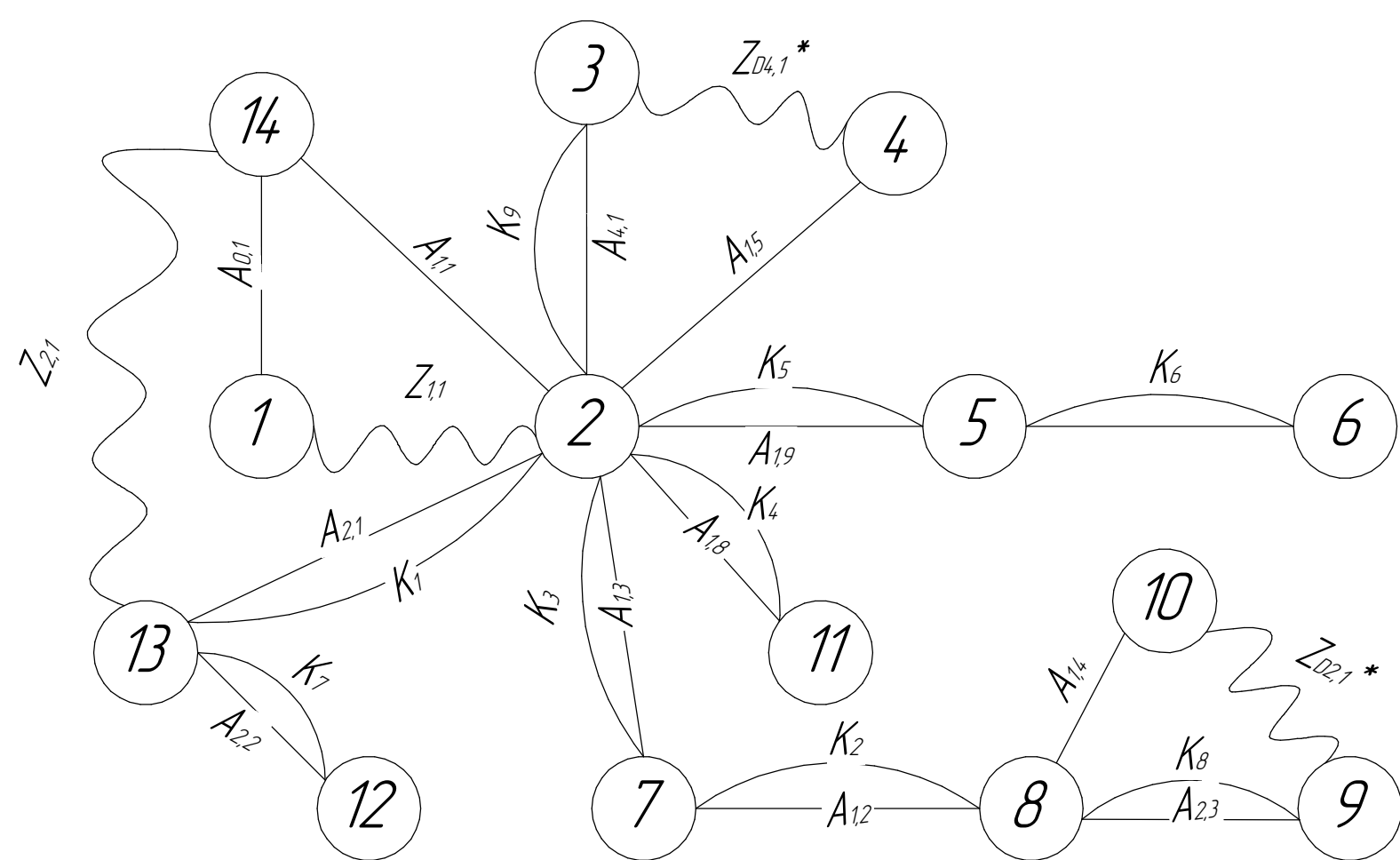
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Размерный анализ

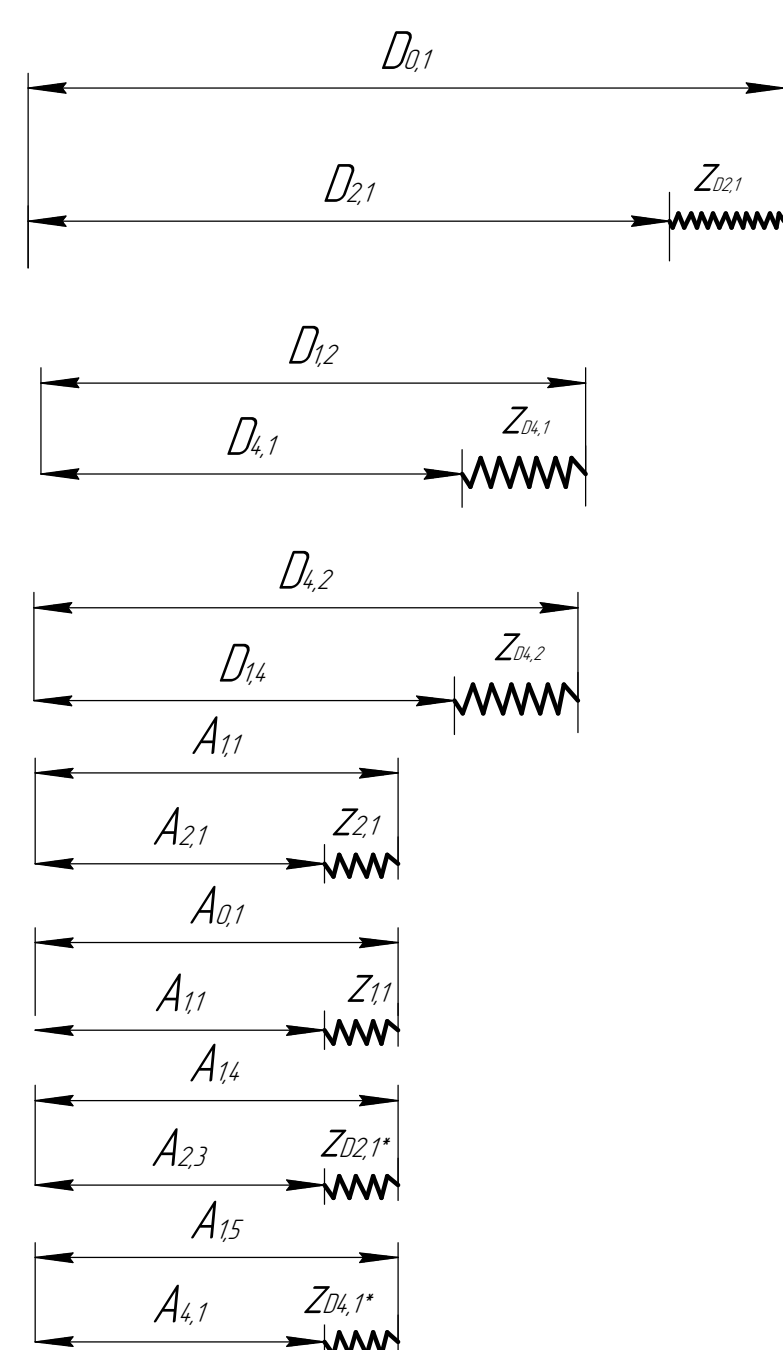
Размерная схема технологического процесса



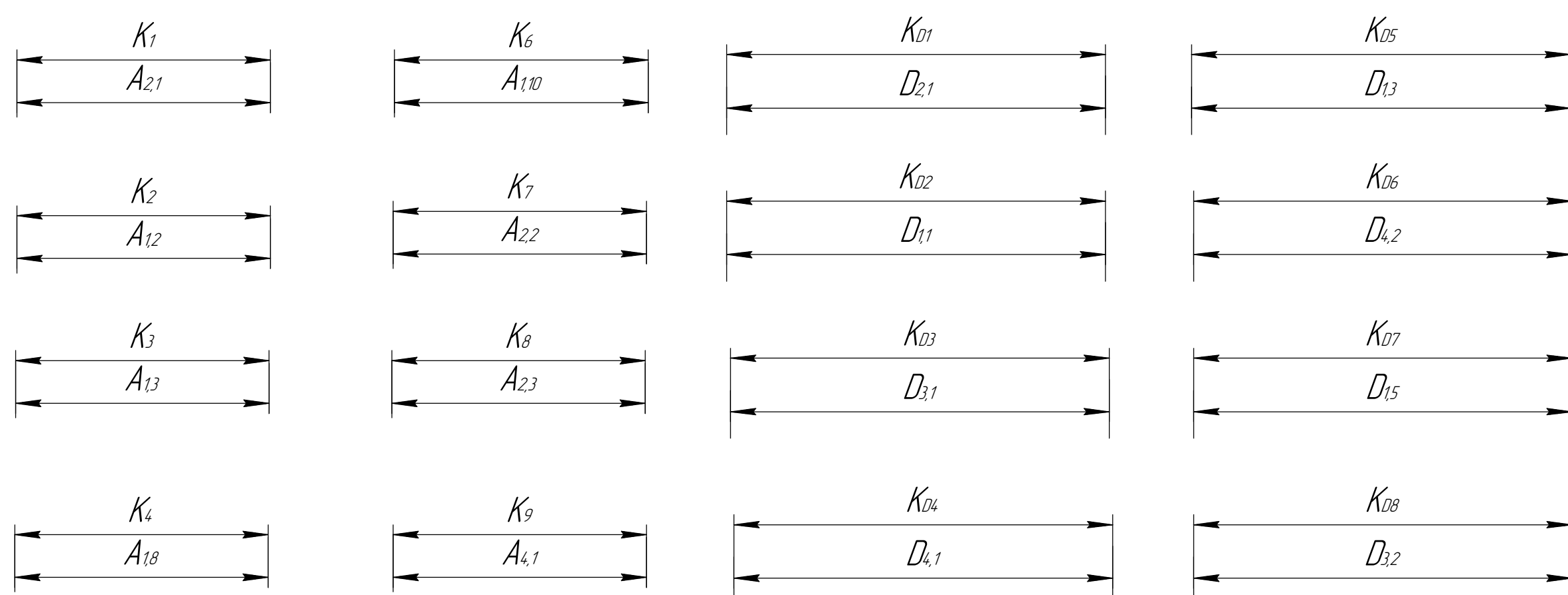
Граф технологических размеров



Технологические размерные цепи, в которых замыкающим звеном является припуск



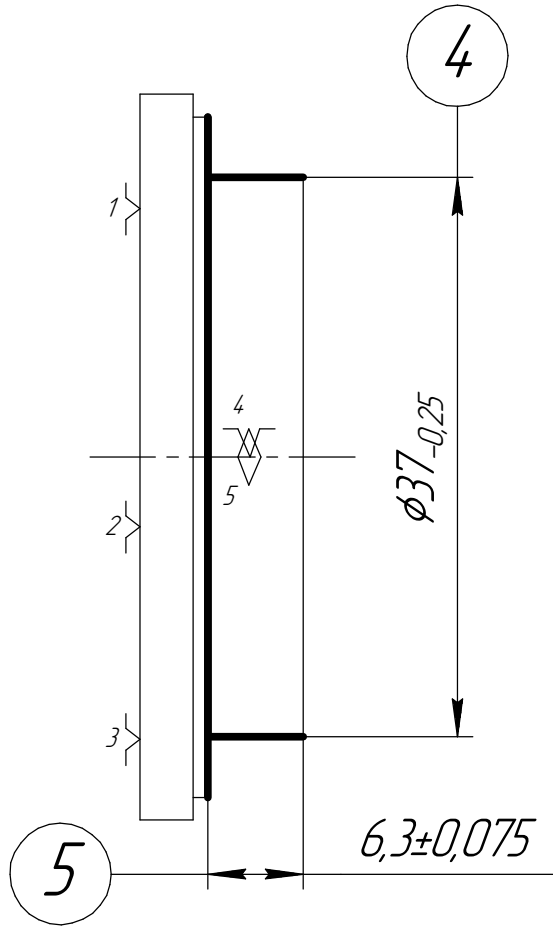
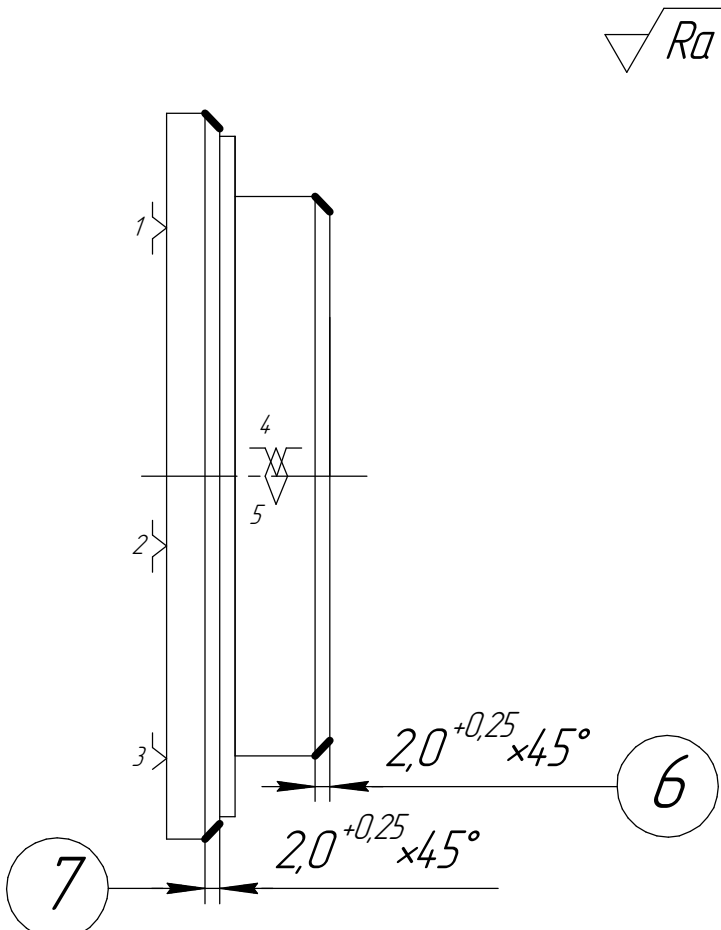
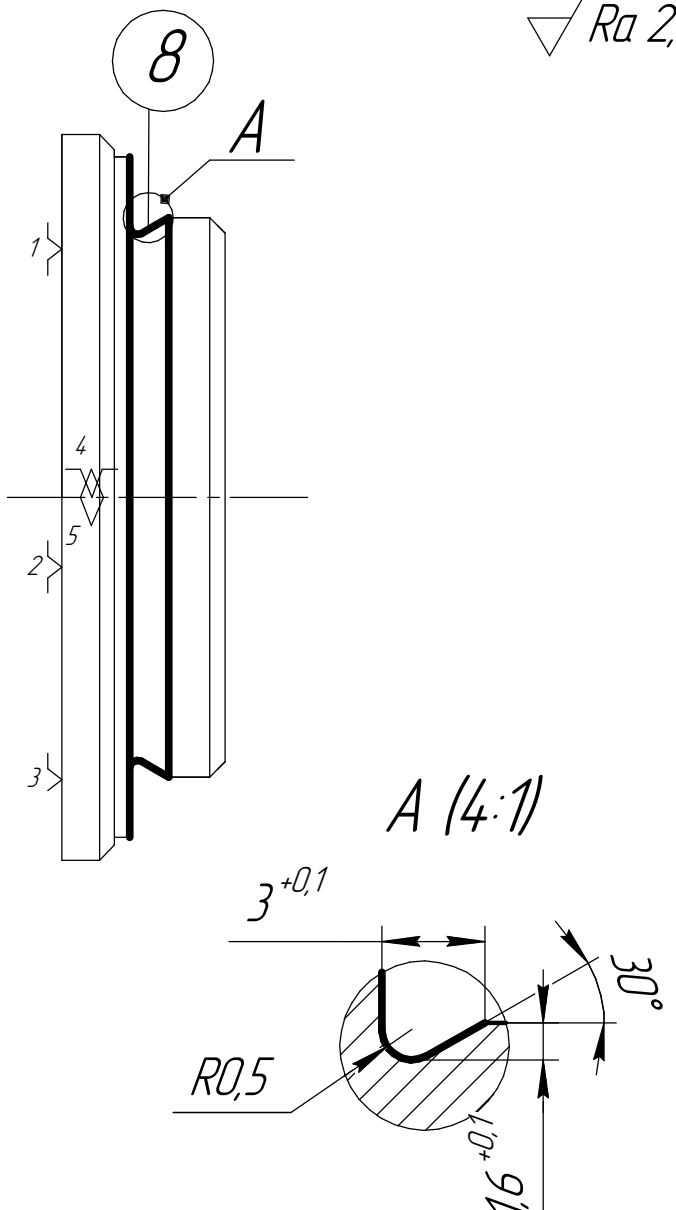
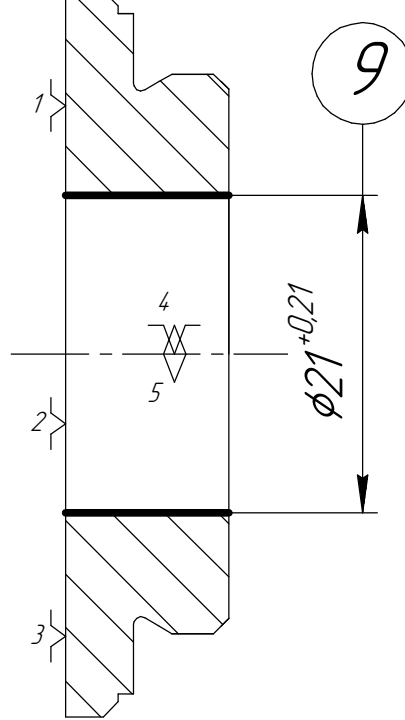
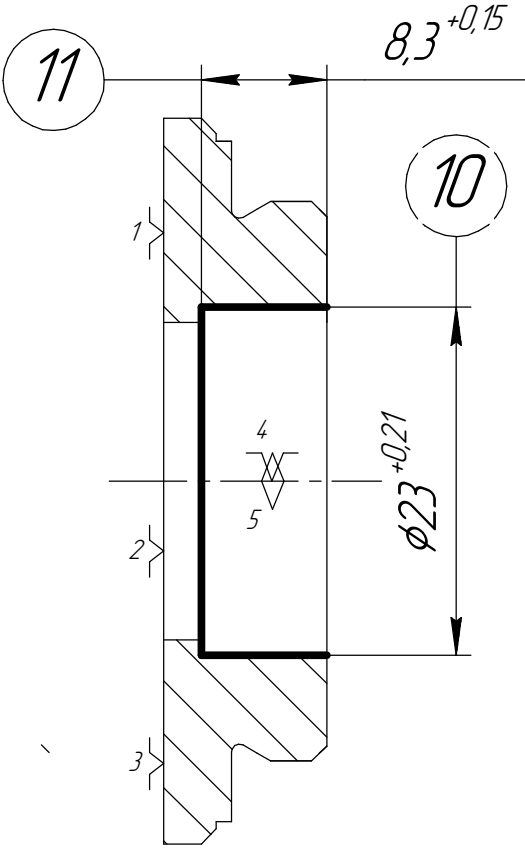
Технологические размерные цепи, в которых замыкающим звеном является конструкторский размер



						ТПУ.ИШНПТ - 154А0015.0002					
Изм/лист	№ докум.		Подп.	Дата	Анализ размеров			Лист	Масса	Масштаб	
Разработ.	Чэн Хунлиань										1:1
Проб.	Цыганков Р.С.										
Т.контр.								Лист	Листов	?	
Н.контр.								ТПУ			
Утв.								ИШНПТ 154А81			

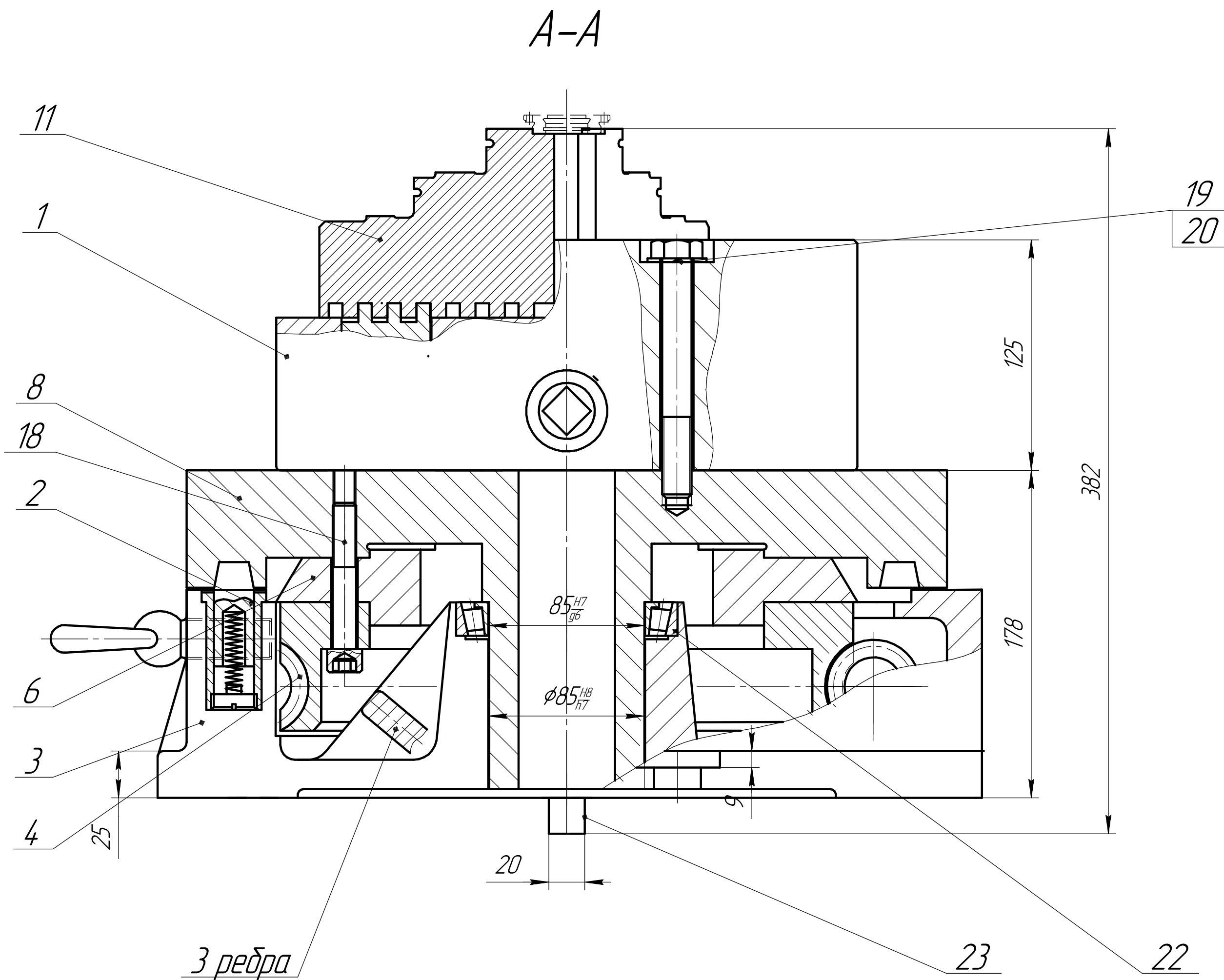
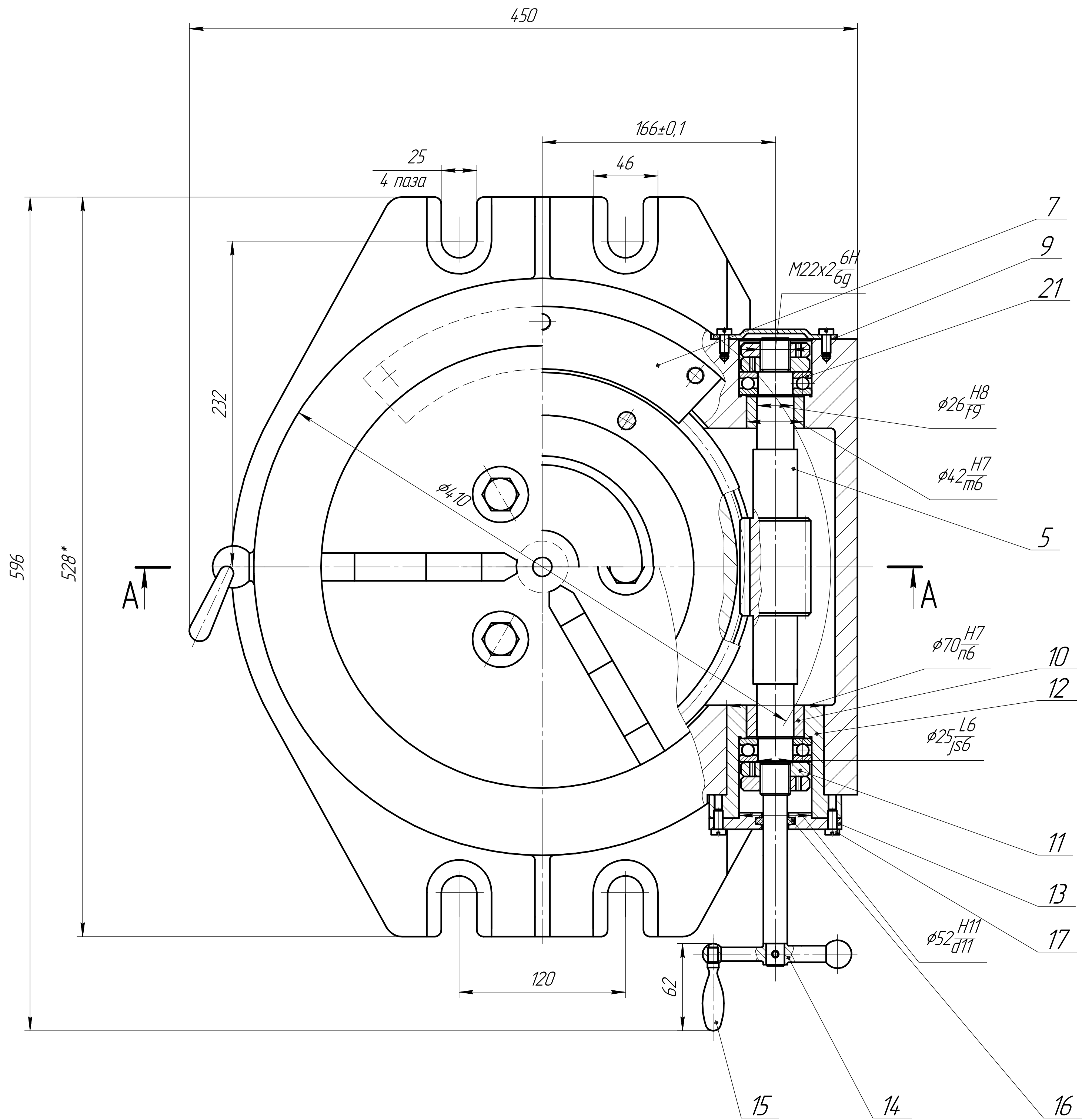
ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционная карта

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	3	Точить поверхность 4 и 5, выдержав размеры $\Phi 37_{-0,025}^{+0,075}$ и $6,3_{-0,075}^{+0,075}$		Токарный станок 16К20	Патрон трехкулачковый самоцентрирующий 7100-0011 ГОСТ 2675-80	Резец проходной упорный ВК8, 32х20х140 ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Микрометрический глубиномер ГМ25-1 ГОСТ 7470-92		6	37	6,3	4			700	99	0,12					
	4	Точить фаску 6 и 7, выдержав размер $20_{-0,025}^{+0,25}$ х45° и $20_{-0,025}^{+0,25}$ х45°				Резец проходной отогнутый Т15К6 32х20х170 ГОСТ 18877-73	Шаблон			2	2	2			1100	128	0,02					
	5	Точить орцевую канавку 8, выдержав размеры $30_{-0,1}^{+0,1}$ и $16_{-0,1}^{+0,1}$, согласно эскизу				Резец специальный ВК8	Шаблон		1									0,41	12	0,83	1,14	
	6	Центровать и сверлить отверстие 9, выдерживая размеры $\Phi 21_{-0,21}^{+0,21}$.				Сверло центровочное Р6М5 2317-0101 ГОСТ 14952-75 Сверло Ф21 Р6М5 ГОСТ 10903-77	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89		3		21	14	0,2		1000	66	0,09					
	7	Расточить поверхность 10, с образованием поверхности 11, выдерживая размеры $8,3_{-0,21}^{+0,15}$ и $\Phi 23_{-0,21}^{+0,15}$				Резец расточной упорный Т15К6 2141-0205 ГОСТ 18883-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Микрометрический глубиномер ГМ25-1 ГОСТ 7470-92			23	8,3	1	0,6		2000	132	0,01					

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Специальное приспособление



Технические характеристики:
1.Усилие зажима, 150Н
2.Усилие на рукоятке, 180Н
3.Передаточное число, 92

Технические требования:
1. В узел залить 0,8 л. масла И-20 ГОСТ 20799-88.
2. Для смазки подшипниковых узлов использовать смазку ЦИАТИМ 201 ГОСТ 8773-88.

ТПУ.ИШНПТ.-154А0015.004 СБ				Поворотное приспособление			Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Разраб.	Чел. Хунлянь			1:1
Проб.		Цыганков Р.С.			Т.контр.		Лист	Листов	1
Исполн.					Уд.		ТПУ		
Копировал							ИШНПТ 154А81		
Не для коммерческого использования							Формат А1		

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.		Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №		A1					Документация			
Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата		1	ТПУ.ИШНПТ.154А0015.01.СБ	Трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80	1			
				2	ТПУ.ИШНПТ.154А0015.02.СБ	Фиксатор	1			
Подп. и дата	Инв. инв. №	Подп. и дата		3	ИШНПТ.154А0015.000.01	Корпус	1			
				4	ИШНПТ.154А0015.000.02	Колесо червячное	1			
				5	ИШНПТ.154А0015.000.03	Червяк	1			
				6	ИШНПТ.154А0015.000.04	Оправка	1			
				7	ИШНПТ.154А0015.000.05	Сухарь	2			
				8	ИШНПТ.154А0015.000.06	Стол	1			
				9	ИШНПТ.154А0015.000.07	Крышка	1			
				10	ИШНПТ.154А0015.000.08	Втулка	2			
				11	ИШНПТ.154А0015.000.09	Гайка	4			
				12	ИШНПТ.154А0015.000.10	Стакан	1			
				13	ИШНПТ.154А0015.000.11	Крышка	1			
				14	ИШНПТ.154А0015.000.12	Рычаг	1			
				15	ИШНПТ.154А0015.000.13	Ручка	1			
				16	ИШНПТ.154А0015.000.14	Манжета	1			
Инв. № подл.			ТПУ.ИШНПТ.-154А0015.004							
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
			Разраб.	Чэн Хунлянь					1	2
			Пров.	Цыганков Р.С.				Поворотное приспособление		
			Н.контр.							
Утв.					ТПУ ИШНПТ 154А81					

2