

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали «Стакан»

УДК 621.81-2-025.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Хуан Вэйхан		03.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент (ОМШ, ИШНПТ)	Алфёрова Е.А.	К.ф.-м.н.		03.06.2022

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.		03.06.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор (ООД, ШБИП)	Сечин А.И.	Д.т.н.		03.06.2022

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	К.т.н.		03.06.2022

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) 15.03.01 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	Хуан Вэйхан

Тема работы:

Проектирование технологического процесса 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	Алфёрова Е.А.
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
Доцент (ОМШ, ИШНПТ)	Алфёрова Е.А.	К.ф.-м.н.		13.12.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Хуан Вэйхан		13.12.2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 159 страниц пояснительной записки и 12 страниц приложения, 29 таблиц, 36 рисунков, 14 литературных источников, 5 листа графического материала формата А1, 1 лист графического материала формата А3 и 2 лист графического материала формата А4.

Ключевые слова: СТАКАН, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ, РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ.

Цели и задачи исследования: разработка технологического процесса изготовления детали стакана и конструирование приспособления.

Актуальность работы определяется необходимостью разработки технологического процесса изготовления конкретной детали «Стакан», который обеспечивает требуемую точность.

Объектом исследования является деталь «Стакан».

THE REPORT

The final qualifying work contains 159 pages of an explanatory note and 12 pages of an appendix, 29 tables, 36 drawings, 14 references, 5 sheets of graphic material in A1 format, 1 sheet of graphic material in A3 format and 2 sheets of graphic material in A4 format.

Key words: SLEEVE, TECHNOLOGICAL PROCESS, DIMENSIONAL ANALYSIS, CUTTING MODES, DEVICE.

Goals and objectives of the study: development of a technological process for manufacturing a glass part and designing a fixture.

The relevance of the work is determined by the need to develop a technological process for manufacturing a specific part of the "Sleeve", which provides the required accuracy.

The object of the study is the detail "Sleeve".

Содержание

РЕФЕРАТ	6
THE REPORT	7
Введение.....	11
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	12
1.1 Исходные данные	12
1.2 Определение типа производства.....	13
1.3 Анализ технологичности конструкции детали	16
1.4 Выбор исходной заготовки.....	17
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления Стакан.....	18
1.6 Размерный анализ технологического процесса.....	22
1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров	24
1.7.1 Определение допусков на диаметральные размеры	25
1.7.2 Определение допусков на осевые размеры	26
1.8 Допуски на технологические размеры.....	27
1.9 Расчёт припусков на обработку заготовки.....	33
1.9.1 Расчет припусков на диаметральные размеры	33
1.9.2 Расчет припусков на осевые размеры	35
1.10 Расчёт технологических размеров.....	38
1.10.1 Расчет технологических размеров на диаметральны размеры.....	38
1.10.2 Расчёт технологических размеров на осевые размеры	41
1.11 Выбор средств технологического оснащения	46
1.12 Расчет режимов резания	52
1.12.1 Операция 1 переход 1:Заготовительная	52
Токарная операция с ЧПУ	53
1.12.2 Операция 2 переход 1:подрезать торец	53
1.12.3 Операция 2 переход 2:сверлить отверстие.....	55
1.12.4 Операция 2 переход 3:точение поверхности	57
1.12.5 Операция 2 переход 4:точение поверхности	59
1.12.6 Операция 2 переход 5:расточение отверстия.....	61
1.12.7 Операция 2 переход 6:точить канавку	63
1.12.8 Операция 2 переход 7:точить канавку.....	65
1.12.9 Операция 2 переход 8:точить фаски.....	67
1.12.10 Операция 2 переход 9:точить фаски	69
1.12.11 Операция 3 переход 1:подрезать торец	71
1.12.12 Операция 3 переход 2:точение поверхности	73
1.12.13 Операция 3 переход 3:расточение отверстия.....	73
1.12.14 Операция 3 переход 4:точить фаски	75
1.12.15 Операция 3 переход 5:точить фаски	75
Радиально-сверлильная	77
1.12.16 Операция 4 переход 1: сверление отверстий	77
Внутришлифовальная операция :	79
1.12.17 Операция 5 переход 1:шлифование отверстие	79
Круглошлифовальная операция :.....	80

1.12.18 Операция 6 переход 1:шлифование поверхности	80
1.13 Расчет основного времени.....	83
1.14 Определение штучного времени.....	87
2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	92
2.1 Расчет составляющих силы резания	92
2.2 Анализ схемы базирования детали.....	94
2.3 Силовой расчет приспособления	95
2.4 Расчет приспособления на точность	97
2.5 Разработка конструкции приспособления	99
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	104
3.1 Общая информация	104
3.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	104
3.2.1 Анализ конкурентных технических решений	104
3.2.2 SWOT-анализ	106
3.3 Планирование научно-исследовательских работ	109
3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	109
3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	110
3.4 Бюджет научно-технического исследования.	115
3.4.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	115
3.4.2 Расчет амортизации специального оборудования.....	116
3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	117
3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	119
3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	120
3.4.6 Накладные расходы.....	121
3.4.7 Бюджетная стоимость НИР	121
3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	122
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ».....	126
4.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	128
Введение.....	128
4.1.Правовые и организационные вопросы обеспечения	129
безопасности	129
4.2. Производственная безопасность.....	130
4.2.1 Метеоусловия	131
4.2.2 Вредные вещества	131
4.2.3. Производственный шум	132
4.2.4 Освещенность	133
4.2.5 Электробезопасность	137
4.2.6 Пожарная безопасность	138
4.3.Экологическая безопасность:.....	141
4.4.Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	142
Природная – сильные морозы зимой;	142

Заключение.....	145
Список литературы	146
ПРИЛОЖЕНИЕ А	148
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	150
ПРИЛОЖЕНИЕ В	152
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	156

Введение

Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления детали «Стакан» для последующего изготовления этой детали в среднесерийном производстве. Стакан это представляет собой тело вращения, 8 отверстии равномерно распределённый вокруг него.

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.

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

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

1.1 Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления изделия, показанного на рисунок 1.1.

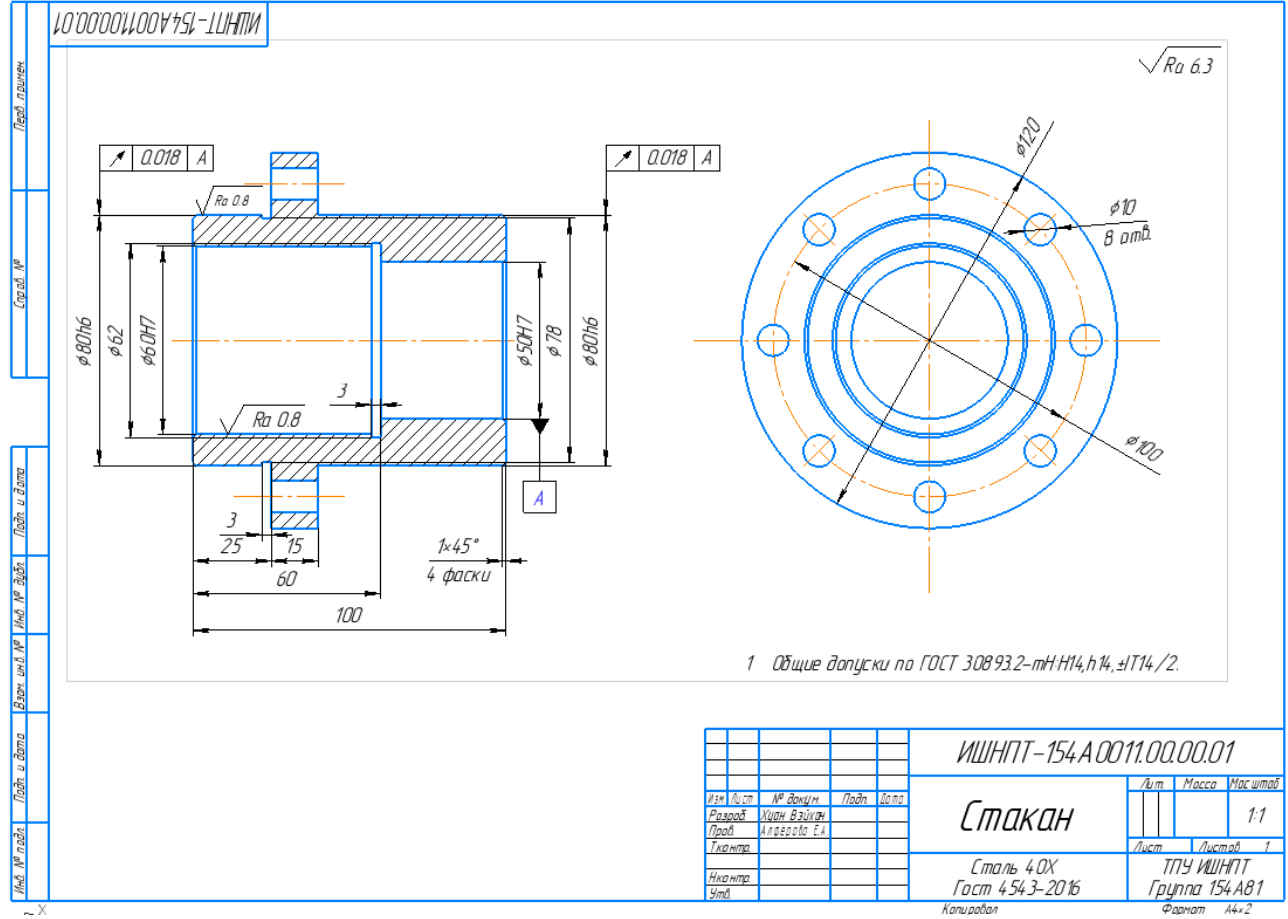


Рисунок 1.1 Чертёж детали Стакан

Годовая программа выпуска 2000 штук

1.2 Определение типа производства

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций, который показывает отношение всех различных технологических операций $K_{з.о.}$, определяем по формуле:

$$K_{з.о.} = \frac{t_B}{T_{cp}} \quad (1.1)$$

Где T_{cp} - среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса;

t_B - такт выпуска детали, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_B = \frac{\Phi_D \cdot 60}{N_r} \quad (1.2)$$

Где Φ_D - действительный годовой фонд времени работы оборудования при двухсменной работы, ч;

$N_r = 2000$ – годовая программа выпуска деталей.

$$\Phi_D = \Phi_H \cdot \left(1 - \frac{K}{100}\right)$$

Где $\Phi_H = d \cdot t \cdot n$ - номинальный фонд работы оборудования при двухсменном режиме, ч;

$K = 3\%$ - коэффициент, учитывающий потери рабочего времени;

$d = 247$ - число рабочих дней в 2022 году;

$t = 8$ - продолжительность рабочей смены, ч;

$n = 2$ - количество рабочих смен в день.

$$\Phi_D = 247 \cdot 8 \cdot 2 \cdot \left(1 - \frac{3}{100}\right) = 3833 \text{ ч.}$$

$$t_B = \frac{\Phi_D \cdot 60}{N_r} = \frac{3833 \cdot 60}{2000} = 114,99 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время для выполнения операция процесса:

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

где; i - ой основной операции, мин;

n – количество основных операций;

$T_{шт.к i}$ - штучно калькуляционное время.

Штучно-калькуляционное время [1, с. 147]

$$T_{шт.к} = \varphi_k T_0 \cdot 10^{-3} \quad (1.4)$$

где T_0 - основное технологическое время, мин.

φ_k - коэффициент i-ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства.

000 заготовительная: ($\varphi_k = 1,98$)

$$t_{шт.1} = \varphi_k \cdot 0,19D^2 \cdot 10^{-3} = 1,98 \cdot 0,19 \cdot 125^2 \cdot 10^{-3} = 5,88 \text{ мин}$$

005 Токарная : ($\varphi_k = 1,98$)

$$\begin{aligned} t_{шт.2} &= \varphi_k \cdot [0,037(D^2 - d^2) + 0,52dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,18dl \\ &\quad + 0,18dl + 0,17dl + 0,21dl + 0,21dl] \cdot 10^{-3} \\ &= 1,98 \\ &\quad \cdot [0,037 \cdot (125^2 - 0^2) + 0,52 \cdot 43 \cdot 101 + 0,17 \cdot 81 \cdot 25 \\ &\quad + 0,17 \cdot 120 \cdot 15 + 0,18 \cdot 59 \cdot 60 + 0,18 \cdot 62 \cdot 3 + 0,17 \\ &\quad \cdot 78 \cdot 3 + 0,21 \cdot 78 \cdot 1,5 + 0,21 \cdot 62 \cdot 1,5] \cdot 10^{-3} \\ &= 8,40 \text{ мин} \end{aligned}$$

010 Токарная: ($\varphi_k = 1,98$)

$$\begin{aligned} t_{шт.3} &= \varphi_k \cdot [0,037(D^2 - d^2) + 0,17dl + 0,18dl + 0,21dl \\ &\quad + 0,21dl] \cdot 10^{-3} \\ &= 1,98 \\ &\quad \cdot [0,037 \cdot (133^2 - 0^2) + 0,17 \cdot 80 \cdot 60 + 0,18 \cdot 50 \cdot 40 \\ &\quad + 0,21 \cdot 78 \cdot 1 + 0,21 \cdot 52 \cdot 1] \cdot 10^{-3} = 3,68 \text{ мин} \end{aligned}$$

015 Сверлильная: ($\varphi_k = 1,75$)

$$\begin{aligned} t_{шт.4} &= \varphi_k \cdot 0,52dl \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 1,75 \cdot 0,52 \cdot 10 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \\ &= 1,09 \text{ мин} \end{aligned}$$

020 Внутришлифовальная: ($\varphi_k = 2,10$)

$$t_{шт.5} = \varphi_k \cdot 1,5dl \cdot 10^{-3} = 2,10 \cdot 1,5 \cdot 60 \cdot 57 \cdot 10^{-3} = 10,77 \text{ мин}$$

025 Круглошлифовальная: ($\varphi_k = 2,10$)

$$t_{шт.6} = \varphi_k \cdot 1,5dl \cdot 10^{-3} = 2,10 \cdot 1,5 \cdot 80 \cdot 22 \cdot 10^{-3} = 5,54 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время для выполнения операция процесса определяем по формуле (1,3):

$$\begin{aligned} T_{cp} &= \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт.к i}}{n} = \frac{t_{шт.1} + t_{шт.2} + t_{шт.3} + t_{шт.4} + t_{шт.5} + t_{шт.6}}{6} \\ &= \frac{5,88 + 8,40 + 3,68 + 1,09 + 10,77 + 5,54}{6} = 5,89 \text{ мин} \end{aligned}$$

Тип производства определяем по формуле (1,1):

$$K_{3.0} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{114,99}{5,89} = 19,52$$

Потому что $K_{3.0} = 10 < 19,52 < 20$, тип производства: среднесерийное производство.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – стакан изготовлен из стали 40Х. Деталь в основном обрабатывается на токарном станке , сверлильном станке и круглошлифовальном станке.

Конструкция деталей включает в себя минимальное число поверхностей простой геометрической формы (цилиндрические и плоские поверхности). Шероховатость поверхностей имеет параметр Ra 6.3 . Но шероховатость в диаметре 80h6 и 60H7 составляет Ra 0.8 , что требуют дополнительной чистовой обработки . Размеры на основной поверхности детали установлены, поэтому во время обработки и контроля никаких других расчетов не требуется. Можно использовать универсальные измерительные приборы.

1.4 Выбор исходной заготовки

Учитывая технические характеристики, материал стакана (Сталь 40Х ГОСТ 2590-2006), его габаритов и массы, требования к механическим свойствам (без особых требований) и тип производства (среднесерийное), выбрал в качестве исходной заготовки – прокат.

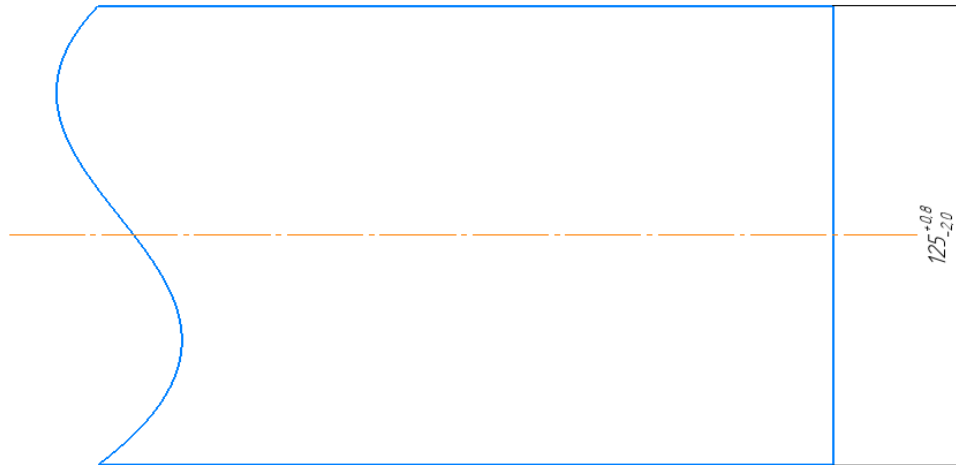


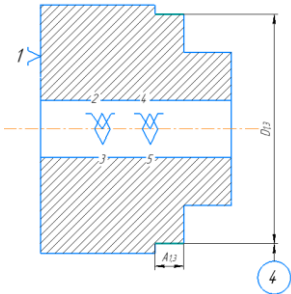
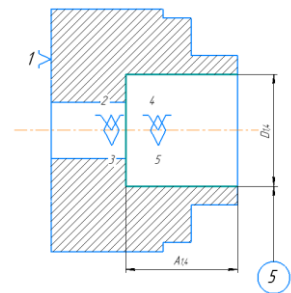
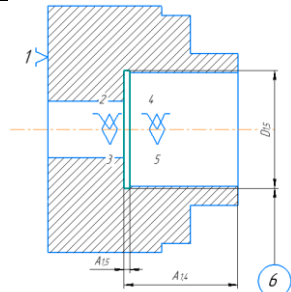
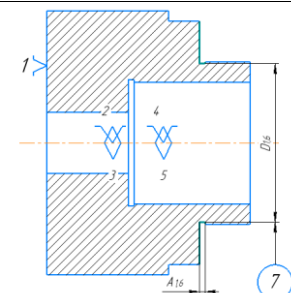
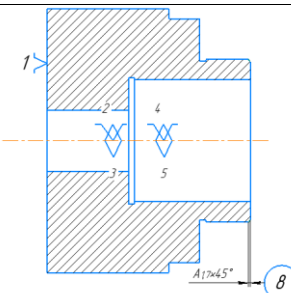
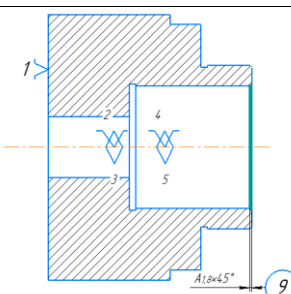
Рисунок 1.2 Исходная заготовка
Таблица 1.1-Химический состав в % материала стали 40Х

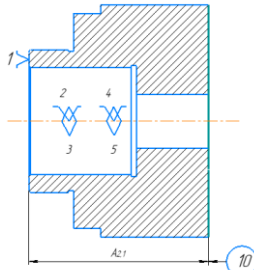
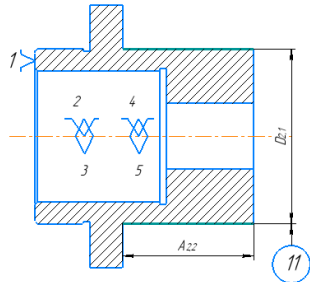
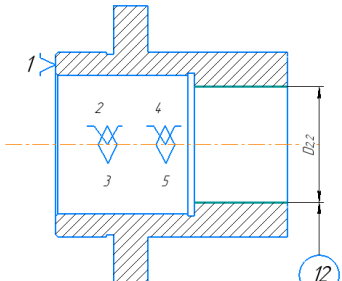
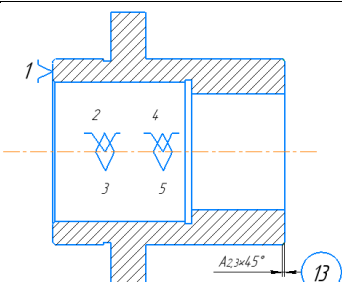
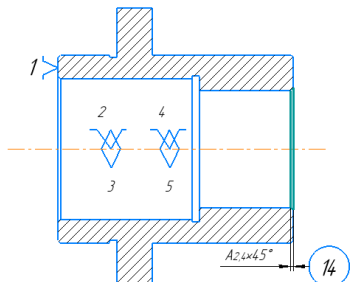
C	Si	Mn	Ni	S
0,36 – 0,44	0,17 - 0,37	0,5 - 0,8	До 0,3	До 0,035
P	Cr	Cu	Fe	
До 0,035	0,8 – 1,1	До 0,3	~97	

1.5 Разработка маршрута технологии изготовления Стакан

Маршрут технологии изготовления детали Стакан представлен в таблице 1.2.

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	перехода		
000	1	Заготовительная Установить и снять деталь Отрезать заготовку, выдержав размер $A_{0,1}$	
005	1	Токарная ЧПУ Установить деталь Подрезать торец 1, выдержав размер $A_{1,1}$	
	2	Сверлить отверстие 2 на проход, выдержав размер $D_{1,1}$	
	3	Точить поверхность 3, выдержав размеры $A_{1,2}$ и $D_{1,2}$	

4	Точить поверхность 4, выдержав размеры $A_{1,3}$ и $D_{1,3}$	
5	Расточить отверстие 5, выдержав размеры $A_{1,4}$ и $D_{1,4}$	
6	Расточить канавку 6, выдержав размеры $D_{1,5}$, $A_{1,4}$ и $A_{1,5}$	
7	Проточить канавку 7, выдержав размеры $D_{1,6}$ и $A_{1,6}$	
8	Точить фаску 8, выдержав размер $A_{1,7} \times 45^\circ$	
9	Точить фаску 9, выдержав размер $A_{1,8} \times 45^\circ$	

01 0	1	Переустановить заготовку Подрезать торец 10,выдержав размер $A_{2,1}$	
	2	Точить поверхность 11, выдержав размер $D_{2,1}$ и $A_{2,2}$	
	3	Расточить отверстие 12,выдержав размер $D_{2,2}$ напроход после $D_{2,2}$	
	4	Точить фаску 13,выдержав размер $A_{2,3} \times 45^\circ$	
	5	Точить фаску 14,выдержав размер $A_{2,4} \times 45^\circ$	

01 5	1	Сверлильная ЧПУ Установить и снять деталь Сверлить 8 отверстия 15 $\varnothing D_{3,1}$, выдержав размер $D_{3,2}$	
02 0	1	Внутришлифовальная Установить и снять деталь Шлифовать отверстие 16, выдержав размеры $D_{4,1}$ и $A_{D4,1}$	
02 5	1	Круглошлифовальная Установить и снять деталь Шлифовать поверхность 17, выдержав размеры $D_{5,1}$ и $A_{D5,1}$	

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. 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. На рисунке показан продольный размер изготовления «Стакан».

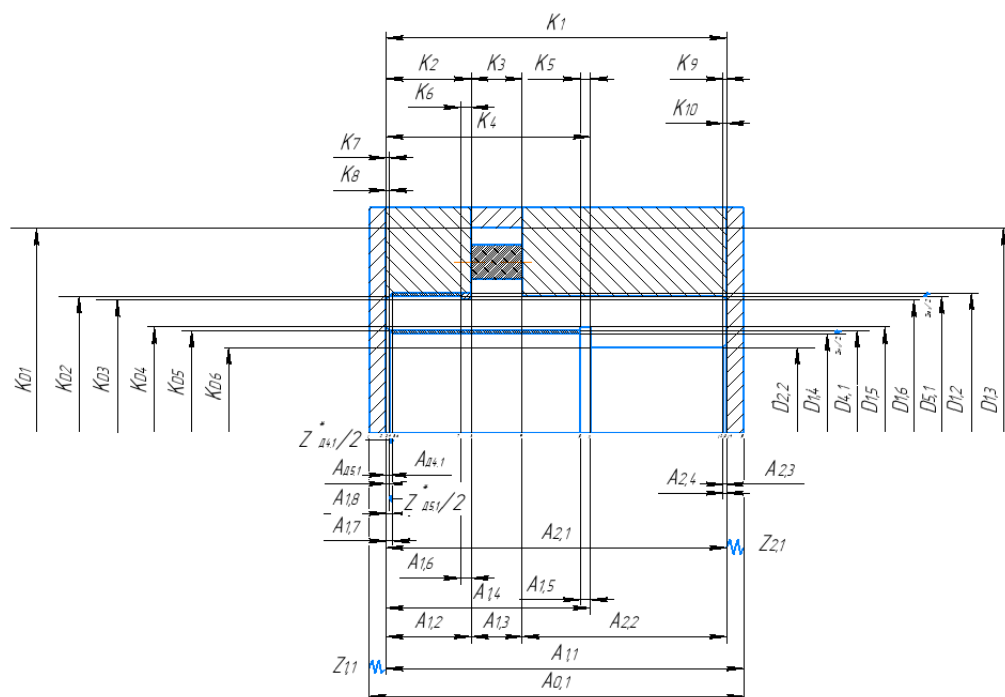


Рисунок 1.3 Размерная схема

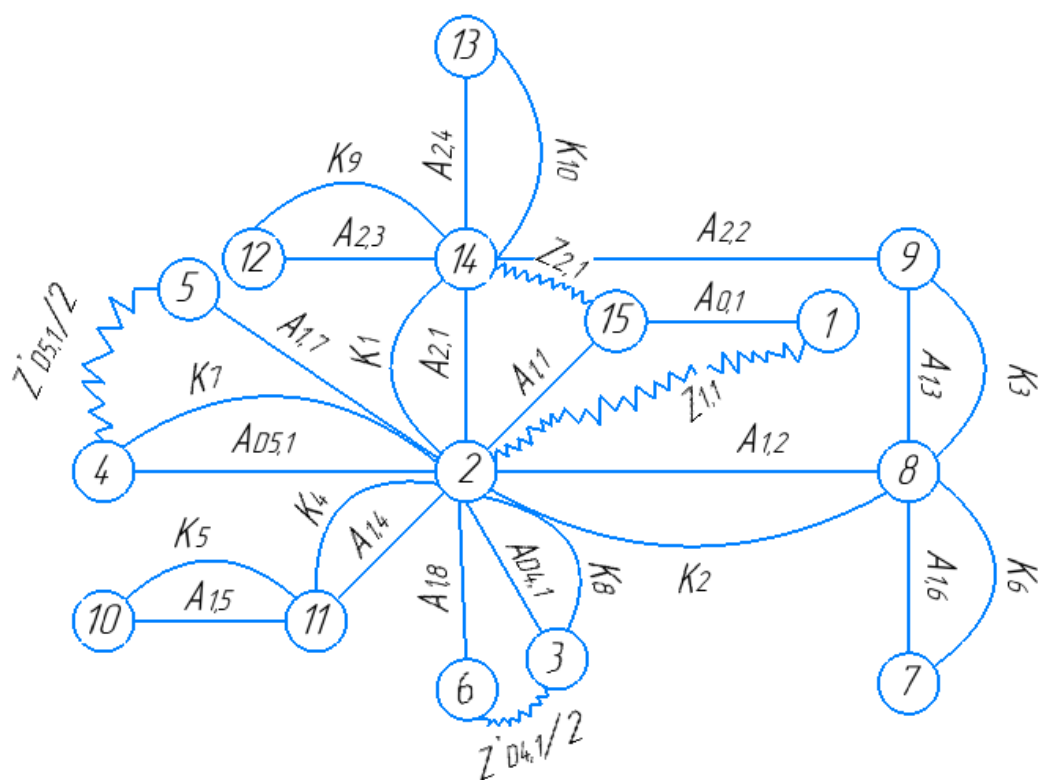


Рисунок 1.4 Граф технологических размерных цепей

Здесь: $T=15, A=14, K=10, Z=4$.

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:

Размер $K_1 = 100_{-0,435}^{+0,435}$. Допуск $TK_1 = 0,87\text{мм}$

Размер $K_2 = 25_{-0,26}^{+0,26}$. Допуск $TK_2 = 0,52\text{мм}$

Размер $K_3 = 15_{-0,215}^{+0,215}$. Допуск $TK_3 = 0,43\text{мм}$

Размер $K_4 = 60_{-0,37}^{+0,37}$. Допуск $TK_4 = 0,74\text{мм}$

Размер $K_5 = 3_{-0,125}^{+0,125}$. Допуск $TK_5 = 0,25\text{мм}$

Размер $K_6 = 3_{-0,125}^{+0,125}$. Допуск $TK_6 = 0,25\text{мм}$

Размер $K_7 = 1_{-0,125}^{+0,125}$. Допуск $TK_7 = 0,25\text{мм}$

Размер $K_8 = 1_{-0,125}^{+0,125}$. Допуск $TK_8 = 0,25\text{мм}$

Размер $K_9 = 1_{-0,125}^{+0,125}$. Допуск $TK_9 = 0,25\text{мм}$

Размер $K_{10} = 1_{-0,125}^{+0,125}$. Допуск $TK_{10} = 0,25\text{мм}$

Размер $K_{D1} = 120_{-0,435}^{+0,435}$. Допуск $TK_{D1} = 0,87\text{мм}$

Размер $K_{D2} = 80_{-0,019}^0$. Допуск $TK_{D2} = 0,019\text{мм}$

Размер $K_{D3} = 78_{-0,37}^{+0,37}$. Допуск $TK_{D3} = 0,74\text{мм}$

Размер $K_{D4} = 62_{-0,37}^{+0,37}$. Допуск $TK_{D4} = 0,74\text{мм}$

Размер $K_{D5} = 60_0^{+0,03}$. Допуск $TK_{D5} = 0,03\text{мм}$

Размер $K_{D6} = 50_0^{+0,025}$. Допуск $TK_{D6} = 0,025\text{мм}$

1.7.1 Определение допусков на диаметральные размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными статистической погрешности [2, стр. 34]:

$$TD_i = \omega_{ci} , \quad (1.5)$$

Где ω_{ci} - статическая погрешность, мм.

Когда назначаем допуски, руководствуясь [2, стр. 65 П1]:

Допуск $TD_{1,2} = 0,25$ мм

Допуск $TD_{1,3} = 0,25$ мм

Допуск $TD_{1,4} = 0,20$ мм

Допуск $TD_{1,5} = 0,20$ мм

Допуск $TD_{1,6} = 0,20$ мм

Допуск $TD_{2,1} = 0,25$ мм

Допуск $TD_{2,2} = 0,02$ мм

Допуск $TD_{4,1} = 0$ мм

Допуск $TD_{5,1} = 0$ мм

Допуск на размеры :

$$TD_{0,1} = (125)_{-2,0}^{+0,8} = 2,80 \text{ мм}$$

1.7.2 Определение допусков на осевые размеры

Допуск на размер после отрезки:

$$TA_{0,1} = (102)_{-0,435}^{+0,435} = 0,87 \text{ мм};$$

Допуски на осевые технологические размеры определяются по формуле [2, стр. 34]:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{и.i-1} + \varepsilon_{6i} \quad (1.6)$$

Где ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

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

ε_{6i} - погрешность базирования, мм.

Когда назначаем допуски, руководствуясь [2, П1,П3,П4]:

$$TA_{1,1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,25 + \sqrt{0,05^2 + 0,2^2} + 0,13 = 0,59 \text{ мм}$$

$$TA_{1,2} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,20 + \sqrt{0,0175^2 + 0,07^2} + 0,09 = 0,36 \text{ мм}$$

$$TA_{1,3} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,20 + \sqrt{0,0125^2 + 0,05^2} + 0,08 = 0,41 \text{ мм}$$

$$TA_{1,4} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,20 + \sqrt{0,03^2 + 0,12^2} + 0,11 = 0,43 \text{ мм}$$

$$TA_{1,5} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,12 + \sqrt{0,006^2 + 0,025^2} + 0,07 = 0,22 \text{ мм}$$

$$TA_{1,6} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,12 + \sqrt{0,006^2 + 0,025^2} + 0,07 = 0,22 \text{ мм}$$

$$TA_{1,7} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,12 + \sqrt{0,0075^2 + 0,03025^2} + 0,07 = 0,22 \text{ мм}$$

$$TA_{1,8} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,12 + \sqrt{0,0075^2 + 0,03025^2} + 0,07 = 0,22 \text{ мм}$$

$$TA_{2,1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,25 + \sqrt{0,05^2 + 0,2^2} + 0,13 = 0,59 \text{ мм}$$

$$TA_{2,3} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,12 + \sqrt{0,0075^2 + 0,03025^2} + 0,07 = 0,22 \text{ мм}$$

$$TA_{2,4} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,12 + \sqrt{0,0075^2 + 0,03025^2} + 0,07 = 0,22 \text{ мм}$$

$$TA_{D4,1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0 + \sqrt{0,00285^2 + 0,0046^2} + 0,05 = 0,06 \text{ мм}$$

$$TA_{D5,1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0 + \sqrt{0,00285^2 + 0,0046^2} + 0,05 = 0,06 \text{ мм}$$

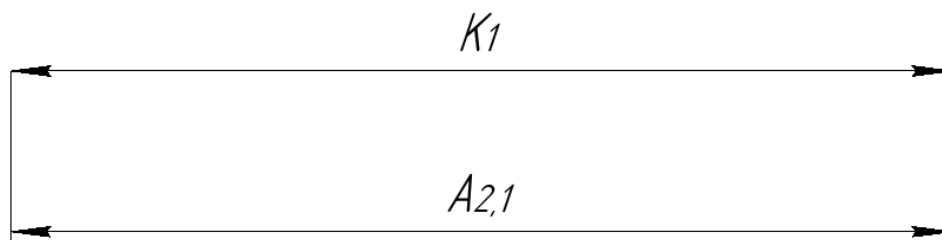
1.8 Допуски на технологические размеры

Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете максимального и минимального метода проверьте условия, чтобы обеспечить точность расчетных размеров по формуле [2, стр. 48]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i \quad (1,7)$$

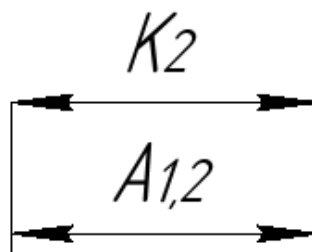
Размерная цепь для размера K_1 (рисунок 1.5).



$$TK_1 = 0,87 \text{ мм}; \quad TA_{2,1} = 0,59 \text{ мм}$$

Размер K_1 выдерживается непосредственно.

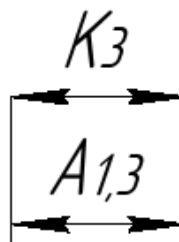
Размерная цепь для размера K_2 (рисунок 1.6).



$$TK_2 = 0,52 \text{ мм}; \quad TA_{1,2} = 0,36 \text{ мм}$$

Размер K_2 выдерживается непосредственно.

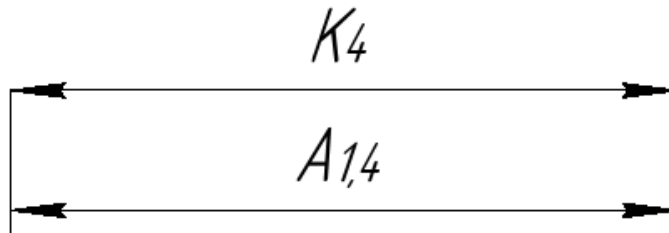
Размерная цепь для размера K_3 (рисунок 1.7).



$$TK_3 = 0,43 \text{ мм}; \quad TA_{1,3} = 0,41 \text{ мм}$$

Размер K_3 выдерживается непосредственно.

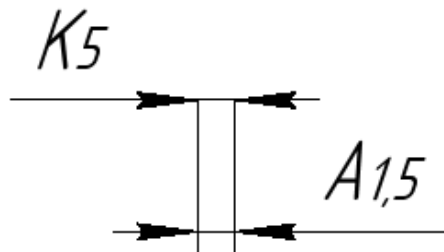
Размерная цепь для размера K_4 (рисунок 1.8).



$$TK_4 = 0,74 \text{ мм}; \quad TA_{1,4} = 0,43 \text{ мм}$$

Размер K_4 выдерживается непосредственно.

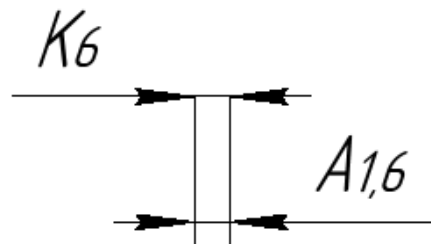
Размерная цепь для размера K_5 (рисунок 1.9).



$$TK_5 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{1,5} = 0,22 \text{ мм}$$

Размер K_5 выдерживается непосредственно.

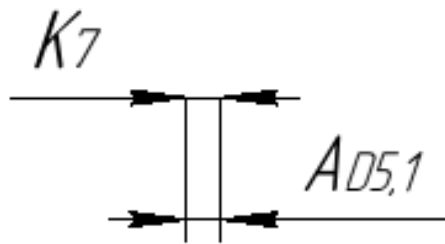
Размерная цепь для размера K_6 (рисунок 1.10).



$$TK_6 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{1,2} = 0,22 \text{ мм}$$

Размер K_6 выдерживается непосредственно.

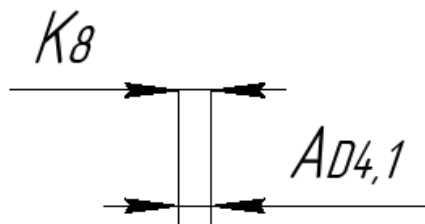
Размерная цепь для размера K_7 (рисунок 1.11).



$$TK_7 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{D5,1} = 0,06 \text{ мм}$$

Размер K_7 выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_8 (рисунок 1.12).



$$TK_8 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{D4,1} = 0,06 \text{ мм}$$

Размер K_8 выдерживается непосредственно.

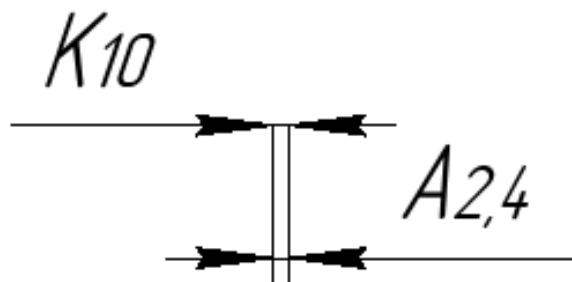
Размерная цепь для размера K_9 (рисунок 1.13).



$$TK_9 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{2,3} = 0,22 \text{ мм}$$

Размер K_9 выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_{10} (рисунок 1.14).



$$TK_{10} = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{2,4} = 0,22 \text{ мм}$$

Размер K_{10} выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_{D1} (рисунок 1.15).



$$TK_{D1} = 0,87 \text{ мм}; \quad TD_{1,3} = 0,25 \text{ мм}$$

Размер K_{D1} выдерживается непосредственно.

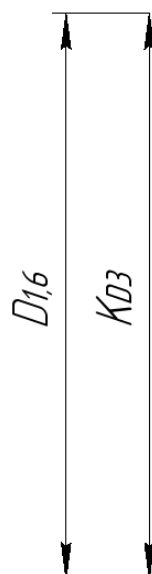
Размерная цепь для размера K_{D2} (рисунок 1.16).



$$TK_{D2} = 0,019 \text{ мм}; \quad TD_{5,1} = 0 \text{ мм}$$

Размер K_{D2} выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_{D3} (рисунок 1.17).



$$TK_{D3} = 0,74 \text{ мм}; \quad TD_{1,6} = 0,20 \text{ мм}$$

Размер K_{D3} выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_{D4} (рисунок 1.18).



$$TK_{D4} = 0,74 \text{ мм}; \quad TD_{1,5} = 0,20 \text{ мм}$$

Размер K_{D4} выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_{D5} (рисунок 1.19).



$$TK_{D5} = 0,03 \text{ мм}; \quad TD_{4,1} = 0 \text{ мм}$$

Размер K_{D5} выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_{D6} (рисунок 1.20).



$$TK_{D6} = 0,025 \text{ мм}; \quad TD_{2,2} = 0,02 \text{ мм}$$

Размер K_{D6} выдерживается непосредственно.

1.9 Расчёт припусков на обработку заготовки

1.9.1 Расчет припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [2, стр. 42]:

$$z_{imin} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \quad (1,8)$$

Где Rz_{i-1} - шероховатость с предыдущего перехода, мкм [2, П2];

z_{imin} - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

ρ_{i-1} - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм [2, П3];

ε_i - погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки), мкм [2, П4].

h_{i-1} - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм [2, П2];

Припуски $Z_{4,1}^D$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{4,1min}^D = 2 \cdot \left(7,5 + 20 + \sqrt{35,5^2 + 25^2} \right) = 142 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{4,1}^D = TD_{1.3} + TD_{4.1} = 200 + 0 = 200 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{4,1max}^D = Z_{4,1min}^D + TZ_{4,1}^D = 142 + 200 = 342 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{4,1cp}^D = \frac{Z_{4,1min}^D + Z_{4,1max}^D}{2} \pm \frac{TZ_{4,1}^D}{2} = \frac{142 + 342}{2} \pm \frac{200}{2} = 242 \pm 100 \text{ мкм.}$$

Припуски $Z_{5,1}^D$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{5,1min}^D = 2 \cdot \left(7,5 + 20 + \sqrt{35,5^2 + 25^2} \right) = 142 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{5,1}^D = TD_{5,1} + TD_{1,1} = 0 + 250 = 250 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{5,1max}^D = Z_{5,1min}^D + TZ_{5,1}^D = 142 + 250 = 392 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{5,1cp}^D = \frac{Z_{5,1min}^D + Z_{5,1max}^D}{2} \pm \frac{TZ_{5,1}^D}{2} = \frac{142 + 392}{2} \pm \frac{250}{2} = 267 \pm 125 \text{ мкм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 1.3

Таблица 1.3

Расчетный припуск	Элементы припуска				Расчетный минимальный припуск, мкм	Сумма допусков звеньев в цепи, мкм	Расчетный максимальный припуск, мкм	Расчетный средний припуск, мкм
	Rz_{i-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ε_i				
$Z_{4,1}^D$	7,5	20	35,5	25	142	200	342	242 ± 100
$Z_{5,1}^D$	7,5	20	35,5	25	142	250	392	267 ± 125

1.9.2 Расчет припусков на осевые размеры

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле из [2, стр. 42]:

$$z_{imin} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{\phi-1} + \rho_{p-1} \quad (1,9)$$

Где Rz_{i-1} - шероховатость с предыдущего перехода, мкм [2, П2];

z_{imin} - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

ρ_{i-1} - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм [2, П3];

$\rho_{\phi-1}$ - 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.

h_{i-1} - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм [2, П2];

Припуски $Z_{1,1}$:

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{1,1min} = 100 + 150 + 50 + 150 = 450 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1,1} = TA_{0,1} + TA_{1,1} = 870 + 590 = 1460 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1,1max} = Z_{1,1min} + TZ_{1,1} = 450 + 1460 = 1910 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1,1cp} = \frac{Z_{1,1max} + Z_{1,1min}}{2} \pm \frac{TZ_{1,1}}{2} = \frac{1910 + 450}{2} \pm \frac{1460}{2} = 1180 \pm 730 \text{ мкм}$$

Припуски $Z_{2,1}$:

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{2,1min} = 100 + 150 + 50 + 150 = 450 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{2,1} = TA_{1,1} + TA_{2,1} = 590 + 590 = 1180 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{2,1max} = Z_{2,1min} + TZ_{2,1} = 450 + 1180 = 1630 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2,1cp} = \frac{Z_{2,1max} + Z_{2,1min}}{2} \pm \frac{TZ_{2,1}}{2} = \frac{1630 + 450}{2} \pm \frac{1180}{2} = 1040 \pm 590 \text{ мкм}$$

Припуски $Z_{D4,1}^*$:

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{D4,1min}^* = 7,5 + 20 + 27,5 = 55 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{D4,1}^* = TA_{1.8} + TA_{D4,1} = 400 + 60 = 460 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{D4,1max}^* = Z_{D4,1min}^* + TZ_{D4,1}^* = 55 + 460 = 515 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{D4,1cp}^* = \frac{Z_{D4,1max}^* + Z_{D4,1min}^*}{2} \pm \frac{TZ_{D4,1}^*}{2} = \frac{515 + 55}{2} \pm \frac{460}{2} = 285 \pm 230 \text{ мкм}$$

Припуски $Z_{D5,1}^*$:

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{D5,1min}^* = 7,5 + 20 + 27,5 = 55 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{D5,1}^* = TA_{1.7} + TA_{D5,1} = 400 + 60 = 460 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{D5,1max}^* = Z_{D5,1min}^* + TZ_{D5,1}^* = 55 + 460 = 515 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{D5,1cp}^* = \frac{Z_{D5,1max}^* + Z_{D5,1min}^*}{2} \pm \frac{TZ_{D5,1}^*}{2} = \frac{515 + 55}{2} \pm \frac{460}{2} = 285 \pm 230 \text{ мкм}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 1.4

Таблица 1.4

Расчетный припуск	Элементы припуска			Расчетный минимальный припуск, мкм	Сумма допусков звеньев в цепи, мкм	Расчетный максимальный припуск, мкм	Расчетный средний припуск, мкм
	Rz_{i-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}				
$Z_{1,1}$	150	100	200	450	1460	1910	1180 ± 730
$Z_{2,1}$	150	100	200	450	1180	1630	1040 ± 590
$Z_{D4,1}^*$	7,5	20	27,5	55	460	515	285 ± 230
$Z_{D5,1}^*$	7,5	20	27,5	55	460	515	285 ± 230

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 $\phi 80$ (Рисунок 1.21).

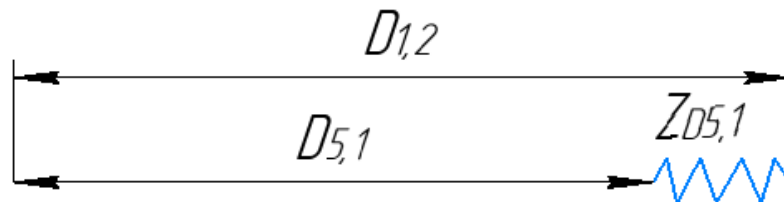


Рисунок 1.21 Размерная цепь для расчета технологических размеров

Технологический размер $D_{5,1}$ должен быть таким же, как конструкторский K_{D2} , т.е.: $D_{5,1} = K_{D2} = 80_{-0,019}^0$ мм

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

$$D_{5,1cp} = 79,9905 \text{ мм.}$$

$$D_{1,2cp} = D_{5,1cp} + Z_{5,1cp}^D = 79,9905 + 0,267 = 80,2575 \text{ мм}$$

Так как $TD_{1,2} = 0,25$ мм, $D_{1,2расч} = 80,2575_{-0,125}^{+0,125}$ мм.

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

$$D_{1,2} = 80,3_{-0,125}^{+0,125} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{5,1max}^D = D_{1,2max} - D_{5,1min} = 80,425 - 79,981 = 0,444 \text{ мм.}$$

$$Z_{5,1min}^D = D_{1,2min} - D_{5,1max} = 80,175 - 80 = 0,175 \text{ мм.}$$

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:

$$t_{5,1max} = \frac{Z_{5,1max}^D}{2} = \frac{0,444}{2} = 0,222 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{5,1min} = \frac{Z_{5,1min}^D}{2} = \frac{0,175}{2} = 0,0875 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{5,1cp} = \frac{t_{5,1max} + t_{5,1min}}{2} = \frac{(0,222 + 0,0875)}{2} = 0,15475 \text{ мм.}$$

2. Вычерчиваем размерную цепь для обработки отверстия $\phi 60$ (Рисунок 1.22).

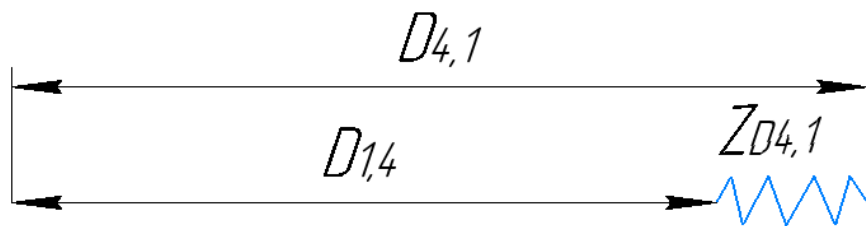


Рисунок 1.22 Размерная цепь для расчета технологических размеров при обработке отверстия

Технологический размер $D_{4,1}$ должен быть таким же, как конструкторский K_{D5} , т.е.: $D_{4,1} = K_{D5} = 60^{+0,03} \text{ мм}$

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

$$D_{4,1cp} = 60,015 \text{ мм.}$$

$$D_{1,4cp} = D_{4,1cp} - Z_{4,1cp}^D = 60,015 - 0,242 = 59,773 \text{ мм}$$

Так как $TD_{1,4} = 0,2 \text{ мм}$, $D_{1,4расч} = 59,773^{+0,1}_{-0,1} \text{ мм.}$

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

$$D_{1,4} = 59,8^{+0,1}_{-0,1} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{4,1max}^D = D_{4,1max} - D_{1,4min} = 60,03 - 59,7 = 0,33 \text{ мм.}$$

$$Z_{4,1min}^D = D_{4,1min} - D_{1,4max} = 60 - 59,9 = 0,1 \text{ мм.}$$

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:

$$t_{4,1max} = \frac{z_{4,1max}^D}{2} = \frac{0,33}{2} = 0,165 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{4,1min} = \frac{z_{4,1min}^D}{2} = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{4,1cp} = \frac{t_{4,1max} + t_{4,1min}}{2} = \frac{(0,165 + 0,05)}{2} = 0,1075 \text{ мм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 1.5

Таблица 1.5

	Рассчитанный размер, мм	Наибольшая глубина резания, мм	Наименьшая глубина резания, мм	Средняя глубина резания, мм
$D_{1,2}$	$80,3^{+0,125}_{-0,125}$	0,222	0,0875	0,15475
$D_{1,4}$	$59,8^{+0,1}_{-0,1}$	0,165	0,05	0,1075

1.10.2 Расчёт технологических размеров на осевые размеры

1. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности $A_{0,1}$ (Рисунок 1.23).

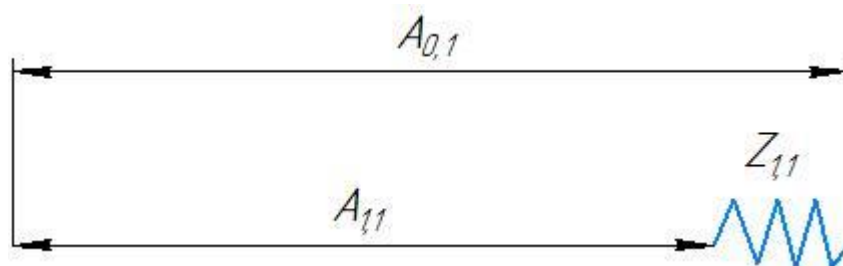


Рисунок 1.23 Размерная цепь для расчёта технологических размеров

Технологический размер $A_{1,1}$ должен быть таким же: $A_{1,1} = 101^{+0,295}_{-0,295}$ мм.

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

$$A_{1,1cp} = 101 \text{ мм.}$$

$$A_{0,1cp} = A_{1,1cp} + Z_{1,1cp} = 101 + 1,18 = 102,18 \text{ мм.}$$

Потому, что $TA_{0,1} = 0,87$ мм, $A_{0,1расч} = 102,18^{+0,435}_{-0,435}$ мм.

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

$$A_{0,1} = 102,2^{+0,435}_{-0,435} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{1,1max} = A_{0,1max} - A_{1,1min} = 102,635 - 100,705 = 1,93 \text{ мм.}$$

$$Z_{1,1min} = A_{0,1min} - A_{1,1max} = 101,765 - 101,295 = 0,47 \text{ мм.}$$

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

Средняя глубина резания t_{cp} :

$$t_{1,1cp} = \frac{t_{1,1max} + t_{1,1min}}{2} = \frac{(1,93 + 0,47)}{2} = 1,2 \text{ мм.}$$

2. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности $A_{1,1}$ (Рисунок 1.24).

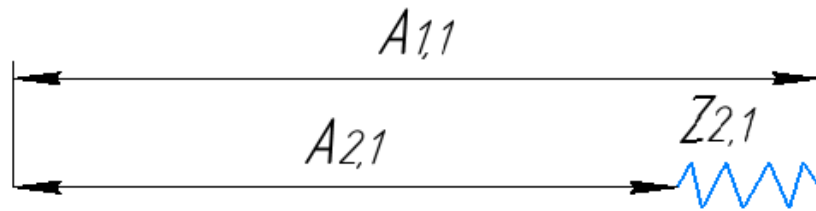


Рисунок 1.24 Размерная цепь для расчёта технологических размеров

Технологический размер $A_{2,1}$ должен быть таким же, как конструкторский K_1 , т.е.: $A_{2,1} = K_1 = 100^{+0,435}_{-0,435}$ мм.

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

$$A_{2,1cp} = 100 \text{ мм.}$$

$$A_{1,1cp} = A_{2,1cp} + Z_{2,1cp} = 100 + 1,04 = 101,04 \text{ мм.}$$

Потому, что $TA_{1,1} = 0,59$ мм, $A_{1,1расч} = 101,04^{+0,295}_{-0,295}$ мм.

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

$$A_{1,1} = 101^{+0,295}_{-0,295} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{2,1max} = A_{1,1max} - A_{2,1min} = 101,295 - 99,565 = 1,73 \text{ мм.}$$

$$Z_{2,1min} = A_{1,1min} - A_{2,1max} = 100,705 - 100,435 = 0,27 \text{ мм.}$$

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

Средняя глубина резания t_{cp} :

$$t_{2,1cp} = \frac{t_{2,1max} + t_{2,1min}}{2} = \frac{(1,73 + 0,27)}{2} = 1 \text{ мм.}$$

3. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности $A_{1,7}$ (Рисунок 1.25).

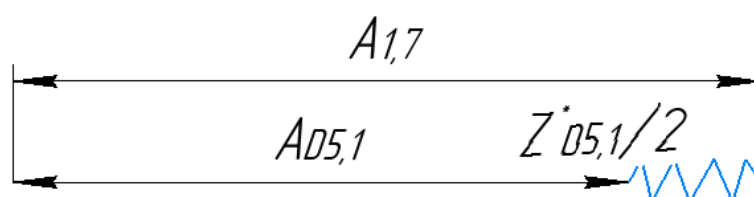


Рисунок 1.25 Размерная цепь для расчёта технологических размеров

Технологический размер $A_{D5,1}$ должен быть таким же, как конструкторский K_7 , т.е.: $A_{D5,1} = K_7 = 1_{-0,125}^{+0,125}$ мм.

Рассчитаем технологический размер $A_{1,7}$:

$$A_{D5,1cp} = 1 \text{ мм.}$$

$$A_{1,7cp} = A_{D5,1cp} + Z_{D5,1cp}^*/2 = 1 + 0,285 = 1,285 \text{ мм.}$$

Потому, что $TA_{1,7} = 0,22$ мм, $A_{1,7pacч} = 1,285_{-0,11}^{+0,11}$ мм.

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

$$A_{1,7} = 1,3_{-0,11}^{+0,11} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{D5,1max}^*/2 = A_{1,7max} - A_{D5,1min} = 1,41 - 0,875 = 0,535 \text{ мм.}$$

$$Z_{D5,1min}^*/2 = A_{1,7min} - A_{D5,1max} = 1,19 - 1,125 = 0,065 \text{ мм.}$$

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

Средняя глубина резания t_{cp} :

$$t_{D5,1min}^* = \frac{Z_{D5,1max}^*/2 + Z_{D5,1min}^*/2}{2} = \frac{(0,535 + 0,065)}{2} = 0,3 \text{ мм.}$$

4. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности $A_{1,8}$ (Рисунок 1.26).

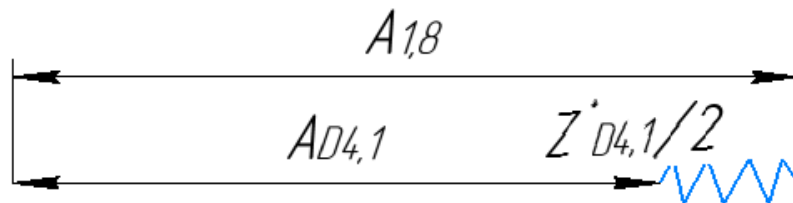


Рисунок 1.26 Размерная цепь для расчёта технологических размеров

Технологический размер $A_{D4,1}$ должен быть таким же, как конструкторский K_8 , т.е.: $A_{D4,1} = K_8 = 1_{-0,125}^{+0,125}$ мм.

Рассчитаем технологический размер $A_{1,7}$:

$$A_{D4,1cp} = 1 \text{ мм.}$$

$$A_{1,8cp} = A_{D4,1cp} + Z_{D4,1cp}^*/2 = 1 + 0,285 = 1,285 \text{ мм.}$$

Потому, что $TA_{1,8} = 0,22 \text{ мм}$, $A_{1,8pacч} = 1,285_{-0,11}^{+0,11} \text{ мм}$.

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

$$A_{1,8} = 1,3_{-0,11}^{+0,11} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{D4,1max}^*/2 = A_{1,8max} - A_{D4,1min} = 1,41 - 0,875 = 0,535 \text{ мм.}$$

$$Z_{D4,1min}^*/2 = A_{1,8min} - A_{D4,1max} = 1,19 - 1,125 = 0,065 \text{ мм.}$$

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

Средняя глубина резания t_{cp} :

$$t_{D4,1min}^* = \frac{Z_{D4,1max}^*/2 + Z_{D4,1min}^*/2}{2} = \frac{(0,535 + 0,065)}{2} = 0,3 \text{ мм.}$$

5. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности $A_{2,2}$ (Рисунок 1.27).

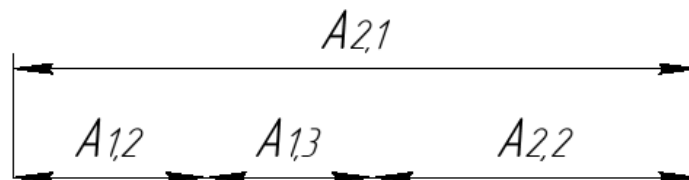


Рисунок 1.27 Размерная цепь для расчёта технологических размеров

$$A_{2,1} = K_1 = 100_{-0,435}^{+0,435} \text{ мм}$$

$$A_{1,2} = K_2 = 25_{-0,26}^{+0,26} \text{ мм}$$

$$A_{1,3} = K_3 = 15_{-0,215}^{+0,215} \text{ мм}$$

Рассчитаем технологический размер $A_{2,2}$:

$$\begin{aligned} A_{2,2} &= A_{2,1} - (A_{1,2} + A_{1,3}) = 100_{-0,435}^{+0,435} - (25_{-0,26}^{+0,26} + 15_{-0,215}^{+0,215}) \\ &= 100_{-0,435}^{+0,435} - 40_{-0,475}^{+0,475} = 60_{-0,91}^{+0,91} \end{aligned}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 1.6

Таблица 1.6

	Рассчитанный размер, мм	Наибольшая глубина резания, мм	Наименьшая глубина резания, мм	Средняя глубина резания, мм
$A_{0,1}$	$102,2^{+0,435}_{-0,435}$	1,93	0,47	1,2
$A_{1,1}$	$101^{+0,295}_{-0,295}$	1,73	0,27	1
$A_{1,7}$	$1,3^{+0,11}_{-0,11}$	0,535	0,065	0,3
$A_{1,8}$	$1,3^{+0,11}_{-0,11}$	0,535	0,065	0,3
$A_{2,2}$	$60^{+0,91}_{-0,91}$			

1.11 Выбор средств технологического оснащения

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

Токарный станок: DMTG CL20A с ЧПУ

Основные характеристики приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Технические характеристики

Размеры, мм

Максимальный диаметр обработки, мм	440
Максимальный диаметр точения над револьверной головкой, мм	260
Максимальный диаметр точения над станиной, мм	300
Максимальная длина обработки, мм	500
Диаметр патрона, дюйм	8
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	62
Максимальный диаметр обрабатываемого прутка, мм	52
Диаметр подшипника шпинделя, мм	100
Угол наклона станины, град.	45
Перемещения по осям X/Z, мм	165/510
Быстрые перемещения по осям X/Z, м/мин	16/20
Точность позиционирования, мкм	±4
Повторяемость, мкм	±2,5
Частота вращения шпинделя, об./мин.	30-4500
Скорость подачи, мм/мин.	0-5000
Мощность главного привода, кВт	11/15
Торец шпинделя	A2-6
Количество инструмента	8
Время смены инструмента, сек.	0,35/1,2

Диаметр пиноли задней бабки, мм	80
Конус пиноли задней бабки	Морзе 4
Ход пиноли задней бабки,мм	130
Габаритные размеры,мм	2760× 1500 × 1760
Масса,кг	5000

Радиально-сверлильный станок модели 2K522

Основные характеристики приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 –Технические характеристики

Размеры, мм

Наибольший диаметр сверления детали, мм	32
Наибольший диаметр нарезаемой резьбы	M16
Число инструментов	6
Число частот вращения шпинделя	12
Наибольший ход шпинделя	250
Пределы частот вращения, с ⁻¹	0,53...23,3
Число подач по координате Z	18
Пределы рабочих подач по координате Z, мм/мин	10...500
Скорость быстрых перемещений по координатам X; Y; Z, мм/мин	3800
Точность перемещений по координатам X; Y; Z, мм	0,01
Габариты поверхности стола, мм	400 x 500
Габаритные размеры станка, мм	1480 x 940 x 1990

Внутришлифовальный станок 3K228A

Основные характеристики приведены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 –Технические характеристики

Размеры, мм

Наибольший диаметр изделия, мм	400
Размеры шлифуемого отверстия, мм: диаметр наибольшая длина	50...200 200
Наибольший угол поворота бабки изделия, град	30
Наибольшее поперечное перемещение бабки изделия, мм	200
Поперечное перемещение шлифовальной бабки, мм: вперёд назад	60 10
Наибольшие размеры шлифовального круга, мм: диаметр высота	110 63
Поперечное перемещение шлифовального круга, мм: на одно деление лимба от рычага дозированной подачи	0,005 0,00125
Наибольшее перемещение стола, мм	630
Частота вращения шлифовального круга (бесступенчатое регулирование), мин-1	4500;6000;9000;12000

Поперечная подача шлифовального круга (бесступенчатое регулирование), мм/мин	0,065...1,2
Поперечная прерывистая подача шлифовального круга за один ход стола (бесступенчатое регулирование), мм	0,001...0,008
Частота вращения изделия (бесступенчатое регулирование), мин ⁻¹	100...600
Скорость перемещение стола при шлифовании (бесступенчатое регулирование), м/мин	1...7
Общая мощность электродвигателей, кВт	12,0
Габариты станка, мм	3740× 1400
Категория ремонтной сложности	36

Круглошлифовальный станок:3У131М

Основные характеристики приведены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 –Технические характеристики

Размеры, мм

Наибольшие размеры устанавливаемой заготовки:	
диаметр	280
длина	700
Рекомендуемый(или наибольший) диаметр шлифования:	
наружного	60
внутреннего	30-100
Наибольшая длина шлифования:	
наружного	710
внутреннего	125
Высота центров над столом	185
Наибольшее продольное перемещение стола	700
Угол поворота стола, °:	
по часовой стрелке	3
против часовой стрелки	10
Скорость автоматического перемещения стола(бесступенчатое регулирование), м/мин	0,05-5
Частота вращения, об/мин, шпинделя заготовки с бесступенчатым регулированием	40-400
Конус Морзе шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки	5;4
Наибольшие размеры шлифовального круга:	
наружный диаметр	
высота	600
Перемещение шлифовальной бабки:	
наибольшее	290

на одно деление лимба	0,005
за один оборот толчковой рукоятки	0,001
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин, при шлифовании:	
наружном	1112
внутреннем	16900
Скорость врезной подачи шлифовальной бабки, мм/мин	-
Дискретность программируемого перемещения(цифровой индикации) шлифовальной бабки	-
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	5,5
Габаритные размеры:	
длина	5500
ширина	2585
высота	1982
Масса, кг	5960

1.12 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.

1.12.1 Операция 1 переход 1:Заготовительная

JBS HBS-1516AF ленточнопильный станок автоматический точность реза $\pm 0,5$ мм при резке 360 мм, биметаллическое ленточное полотно $34 \times 1,1 \times 4420$ мм

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

Токарная операция с ЧПУ

1.12.2 Операция 2 переход 1: подрезать торец

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

Резец токарный подрезной отогнутый с материалом режущей пластинки Т15К6. Геометрия резца: Радиус при вершине $r = 0,8$; главный задний угол: $\alpha = 7^\circ$; размер державки (высота, ширина): 32×25 ; главный угол плане: $\varphi = 92^\circ$.

1) Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t = 1,18$ мм.

2) Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.364] $s=0,8$ мм/об

3) Рассчитываем скорость резания:

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

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания:

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

где, K_{mv} - поправочный коэффициент учитывающий группу обрабатываемого материала ; K_{iv} - 1,0 поправочный коэффициент учитывающий инструментальный материал; K_{pv} - 0,9 поправочный коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{630} \right)^1 = 1,19;$$

где, K_r - 1,0 поправочный коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости ; n_v - 1,0 показатель степени при обработке ; σ_B – 630 МПа перед прочностью обрабатываемого материала на растяжение .

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [3, стр. 363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $y = 0,45$; $x=0,15$ – определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,19 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,07;$$

$$v_p = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1,18^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,07 = 142,5 \text{ м/мин}$$

4) Рассчитываем частоту вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 142,5}{3,14 \cdot 125} = 363 \text{ об/мин}$$

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

$$n_{\text{пр}} = 400 \text{ об/мин}$$

Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{\text{пр}} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 400}{1000} = 157$$

5) Определяем главную силы резания [3, стр. 371]

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

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

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{630}{750} \right)^{0,75} = 0,877;$$

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

$$K_{\varphi p} = 0,89 \quad K_{\gamma p} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,87$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,877 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,68$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,18^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 157^{-0,15} \cdot$$

$$0,68 = 954 \text{ Н}$$

6) Мощность резания [3, стр. 371] :

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{954 \cdot 157}{1020 \cdot 60} = 2,45 \text{ кВт.}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,45}{0,75} = 3,26 \text{ кВт}$$

1.12.3 Операция 2 переход 2: сверлить отверстие

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

1. Диаметр сверла $D = 43 \text{ мм}$
2. Подача по таблице 35 [3, с. 381]: $S = 0,20 \text{ мм/об.}$
3. Глубина [3, с.381]: $t_1 = 0,5 \cdot D = 43 \cdot 0,5 = 21,5 \text{ мм.}$
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: $T = 25 \text{ мин.}$, 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]:

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

$K_\Gamma = 1,0$ - 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:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{LV} \cdot K_{IV} = 1,0 \left(\frac{750}{630} \right)^{0,9} \times 1,0 \times 1,0 = 1,17;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v = \frac{7 \cdot 43^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} 1,17 = 59,75 \text{ м/мин};$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 59,75}{\pi \cdot 43} = 442,55 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 400 \text{ об/мин}$$

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]:

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{630}{750} \right)^{0,75} = 0,88;$$

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,88 = 8,38 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

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]:

Составляющие осевой силы, формула:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 10^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,88 = 1939,6 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

8. Мощность резания [3 с.386]:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{8,38 \cdot 1000}{9750} = 0,86 \text{ кВт};$$

9. Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,86}{0,75} = 1,15 \text{ кВт}$$

1.12.4 Операция 2 переход 3:точение поверхности

Назначаем тип резца и режущий материал по ГОСТ 18879-73:

Резец токарный проходной упорный с пластиной с материалом режущей пластинки ВК8. Геометрия резца: Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 90^\circ$, Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$ Радиус при вершине: $r = 0,8$ мм. Исполнение 1.

Размер державки (высота, ширина): 32×25

1) Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{max} = \frac{D - d}{2} = \frac{125 - 80}{2} = 22,5;$$

с учетом требуемой шероховатости примем количество проходов $i = 9$,

$$t_1 = t_2 = t_3 = t_4 = t_5 = t_6 = 3; t_7 = t_8 = t_9 = 1,5$$

2) Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.364] $s=0,9$ мм/об

3) Рассчитываем скорость резания:

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

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания:

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

где, K_{mv} - поправочный коэффициент учитывающий группу обрабатываемого материала ; K_{iv} - 1,0 поправочный коэффициент учитывающий инструментальный материал; K_{pv} - 0,9 поправочный коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{630} \right)^1 = 1,19;$$

где, K_r - 1,0 поправочный коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости ; n_v - 1,0 показатель степени при обработке ; σ_B – 630 МПа перед прочностью обрабатываемого материала на растяжение .

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [3, стр. 363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $y = 0,45$; $x=0,15$ – определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,19 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,07;$$

$$v_p = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 1,07 = 117,47 \text{ м/мин}$$

4) Рассчитываем частоту вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 117,47}{3,14 \cdot 125} = 299,29 \text{ об/мин}$$

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

$$n_{пр} = 300 \text{ об/мин}$$

Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{пр} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 300}{1000} = 117,75$$

5) Определяем главную силы резания [3, стр. 371]

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

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

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

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

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

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{630}{750} \right)^{0,75} = 0,877;$$

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

$$K_{\varphi p} = 0,89 \quad K_{\gamma p} = 1,0 \quad K_{\lambda p} = 1,0 \quad K_{rp} = 0,87$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,877 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,68$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,9^{0,75} \cdot 117,75^{-0,15} \cdot$$

$$0,68=2766\text{Н}$$

6) Мощность резания [3, стр. 371] :

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2766 \cdot 117,75}{1020 \cdot 60} = 5,32 \text{ кВт.}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,32}{0,75} = 7,1 \text{ кВт}$$

1.12.5 Операция 2 переход 4:точение поверхности

Назначаем тип резца и режущий материал по ГОСТ 18879-73:

Резец токарный проходной упорный с пластиной с материалом режущей пластинки ВК8. Геометрия резца: Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 90^\circ$, Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$ Радиус при вершине: $r = 0,8$ мм. Исполнение 1.

Размер державки (высота, ширина): 32×25

1) Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{max} = \frac{D - d}{2} = \frac{125 - 120}{2} = 2,5;$$

с учетом требуемой шероховатости примем количество проходов $t = 2,5$

2) Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.364] $s=0,9$ мм/об

3) Рассчитываем скорость резания:

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

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания:

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

где, K_{mv} - поправочный коэффициент учитывающий группу обрабатываемого материала ; K_{iv} - 1,0 поправочный коэффициент учитывающий инструментальный материал; K_{pv} - 0,9 поправочный коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{630}\right)^1 = 1,19;$$

где, K_r - 1,0 поправочный коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости ; n_v - 1,0 показатель степени при обработке ; σ_B – 630 МПа перед прочности обрабатываемого материала на растяжение .

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [3, стр. 363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $y = 0,45$; $x=0,15$ – определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,19 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,07;$$

$$v_p = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 1,07 = 117,47 \text{ м/мин}$$

4) Рассчитываем частоту вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 117,47}{3,14 \cdot 125} = 299,29 \text{ об/мин}$$

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

$$n_{пр} = 300 \text{ об/мин}$$

Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{пр} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 300}{1000} = 117,75$$

5) Определяем главную силы резания [3, стр. 371]

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

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

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{630}{750}\right)^{0,75} = 0,877;$$

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

$$K_{\varphi p} = 0,89 \quad K_{\gamma p} = 1,0 \quad K_{\lambda p} = 1,0 \quad K_{rp} = 0,87$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,877 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,68$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,9^{0,75} \cdot 117,75^{-0,15} \cdot$$

$$0,68 = 2766 \text{ Н}$$

6) Мощность резания [3, стр. 371] :

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2766 \cdot 117,75}{1020 \cdot 60} = 5,32 \text{ кВт.}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,32}{0,75} = 7,1 \text{ кВт}$$

1.12.6 Операция 2 переход 5: расточение отверстия

Назначаем тип резца и режущий материал по ГОСТ 18883-73:

резец расточной 2141-0204 с материалом режущей пластинки Т15К6. Геометрия резца: Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 90^\circ$, Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$ Радиус при вершине: $r = 0,8$ мм. Исполнение 1. Размер державки (высота, ширина): 20×20

1) Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{max} = \frac{D - d}{2} = \frac{60 - 43}{2} = 8,5;$$

с учетом требуемой шероховатости примем количество проходов $i = 3$,
 $t_1 = 3; t_2 = 3; t_3 = 2,5$

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

3) Рассчитываем скорость резания:

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

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания:

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

где, K_{mv} - поправочный коэффициент учитывающий группу обрабатываемого материала ; K_{iv} - 1,0 поправочный коэффициент учитывающий инструментальный материал; K_{pv} - 0,9 поправочный коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{630} \right)^1 = 1,19;$$

где, K_r - 1,0 поправочный коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости ; n_v - 1,0 показатель степени при обработке ; σ_B – 630 МПа перед прочности обрабатываемого материала на растяжение .

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [3, стр. 363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,2$; $y = 0,2$; $x=0,15$ – определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,19 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,07;$$

$$v_p = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1,07 = 193,22 \text{ м/мин}$$

4) Рассчитываем частоту вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 193,22}{3,14 \cdot 43} = 1431 \text{ об/мин}$$

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

$$n_{пр} = 1400 \text{ об/мин}$$

Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{пр} = \frac{3,14 \cdot 43 \cdot 1400}{1000} = 189,028$$

5) Определяем главную силы резания [3, стр. 371]

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

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

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

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

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

K_{mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{630}{750} \right)^{0,75} = 0,877;$$

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

$$K_{\varphi p} = 0,89 \quad K_{\gamma p} = 1,0 \quad K_{\lambda p} = 1,0 \quad K_{rp} = 0,87$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,877 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,68$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 189,028^{-0,15} \cdot 0,68 = 834 \text{ Н}$$

6) Мощность резания [3, стр. 371] :

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{834 \cdot 189,028}{1020 \cdot 60} = 2,58 \text{ кВт.}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,58}{0,75} = 3,43 \text{ кВт}$$

1.12.7 Операция 2 переход 6:точить канавку

Назначаем тип резца и режущий материал по ГОСТ 18884-73:

Резец токарный отрезной с материалом режущей пластинки T15K6.

Геометрия резца: Радиус при вершине $r = 0,8$; главный угол плане: $\varphi = 90^\circ$; передний угол $\gamma = 10^\circ$.

1) глубина резания: $t=3$

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

3) Рассчитываем скорость резания:

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

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания:

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

где, K_{mv} - поправочный коэффициент учитывающий группу обрабатываемого материала ; K_{iv} - 1,0 поправочный коэффициент учитывающий инструментальный материал; K_{pv} - 0,9 поправочный коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{630} \right)^1 = 1,19;$$

где, K_r - 1,0 поправочный коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости ; n_v - 1,0 показатель степени при обработке ; σ_B – 630 МПа перед прочностью обрабатываемого материала на растяжение .

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [3, стр. 363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,2$; $y = 0,2$; $x=0,15$ – определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,19 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,07;$$

$$v_p = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1,07 = 193,22 \text{ м/мин}$$

4) Рассчитываем частоту вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 193,22}{3,14 \cdot 60} = 1025,57 \text{ об/мин}$$

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

$$n_{пр} = 1000 \text{ об/мин}$$

Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{пр} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 1000}{1000} = 188,4$$

5) Определяем главную силы резания [3, стр. 371]

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

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

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

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

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

K_{mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{630}{750} \right)^{0,75} = 0,877;$$

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

$$K_{\varphi p} = 0,89 \quad K_{\gamma p} = 1,0 \quad K_{\lambda p} = 1,0 \quad K_{rp} = 0,87$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,877 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,68$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 188,4^{-0,15} \cdot$$

$$0,68 = 834 \text{ Н}$$

6) Мощность резания [3, стр. 371] :

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{834 \cdot 188,4}{1020 \cdot 60} = 2,57 \text{ кВт.}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,57}{0,75} = 3,42 \text{ кВт}$$

1.12.8 Операция 2 переход 7:точить канавку

Назначаем тип резца и режущий материал по ГОСТ 18884-73:

Резец токарный отрезной с материалом режущей пластинки Т15К6.

Геометрия резца: Радиус при вершине $r = 0,8$; главный угол плане: $\varphi = 90^\circ$; передний угол $\gamma = 10^\circ$.

1) Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t = 3,0$ мм.

2) Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.364] $s=0,8$ мм/об

3) Рассчитываем скорость резания:

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

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания:

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

где, K_{mv} - поправочный коэффициент учитывающий группу обрабатываемого материала ; K_{iv} - 1,0 поправочный коэффициент учитывающий инструментальный материал; K_{pv} - 0,9 поправочный коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{630} \right)^1 = 1,19;$$

где, K_r - 1,0 поправочный коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости ; n_v - 1,0 показатель степени при обработке ; σ_B – 630 МПа перед прочности обрабатываемого материала на растяжение .

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [3, стр. 363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $y = 0,45$; $x=0,15$ – определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,19 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,07;$$

$$v_p = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,07 = 123,87 \text{ м/мин}$$

4) Рассчитываем частоту вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 123,87}{3,14 \cdot 80} = 493,1 \text{ об/мин}$$

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

$$n_{пр} = 500 \text{ об/мин}$$

Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{пр} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 500}{1000} = 125,6$$

5) Определяем главную силы резания [3, стр. 371]

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

Значения коэффициентов опеределаяем по таблице 22 [3, стр. 372]

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

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

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

K_{mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{630}{750} \right)^{0,75} = 0,877;$$

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

$$K_{\varphi p} = 0,89 \quad K_{\gamma p} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,87$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,877 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,68$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 3^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 125,6^{-0,15} \cdot$$

$$0,68 = 2507 \text{ Н}$$

6) Мощность резания [3, стр. 371] :

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2507 \cdot 125,6}{1020 \cdot 60} = 5,15 \text{ кВт.}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,15}{0,75} = 6,86 \text{ кВт}$$

1.12.9 Операция 2 переход 8:точить фаски

Назначаем тип резца и режущий материал по ГОСТ 18878-73:

Резец токарный проходной прямой с материалом режущей пластинки Т15К6. 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

1)Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t = 1,0$ мм.

2) Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.364] $s=0,8$ мм/об

3) Рассчитываем скорость резания:

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

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания:

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

где, K_{mv} - поправочный коэффициент учитывающий группу обрабатываемого материала ; K_{iv} - 1,0 поправочный коэффициент учитывающий инструментальный материал; K_{pv} - 0,9 поправочный коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{630} \right)^1 = 1,19;$$

где, K_r - 1,0 поправочный коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости ; n_v - 1,0 показатель степени при обработке ; σ_B – 630 МПа перед прочности обрабатываемого материала на растяжение .

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [3, стр. 363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $y = 0,45$; $x=0,15$ – определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,19 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,07;$$

$$v_p = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,07 = 146,06 \text{ м/мин}$$

4) Рассчитываем частоту вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 146,06}{3,14 \cdot 80} = 581 \text{ об/мин}$$

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

$$n_{пр} = 600 \text{ об/мин}$$

Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{пр} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 600}{1000} = 150,72$$

5) Определяем главную силы резания [3, стр. 371]

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

Значения коэффициентов опеределаяем по таблице 22 [3, стр. 372]

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

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

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

K_{mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{630}{750} \right)^{0,75} = 0,877;$$

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

$$K_{\varphi p} = 1 \quad K_{\gamma p} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,87$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,877 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,76$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 150,72^{-0,15} \cdot$$

$$0,76 = 909 \text{ Н}$$

6) Мощность резания [3, стр. 371] :

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{909 \cdot 150,72}{1020 \cdot 60} = 2,24 \text{ кВт.}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,24}{0,75} = 2,98 \text{ кВт}$$

1.12.10 Операция 2 переход 9:точить фаски

Назначаем тип резца и режущий материал по ГОСТ 18878-73:

Резец токарный проходной прямой с материалом режущей пластинки Т15К6. 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

1)Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t = 1,0$ мм.

2) Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.364] $s=0,8$ мм/об

3) Рассчитываем скорость резания:

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

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания:

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

где, K_{mv} - поправочный коэффициент учитывающий группу обрабатываемого материала ; K_{iv} - 1,0 поправочный коэффициент учитывающий инструментальный материал; K_{pv} - 0,9 поправочный коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{630} \right)^1 = 1,19;$$

где, K_r - 1,0 поправочный коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости ; n_v - 1,0 показатель степени при обработке ; σ_B – 630 МПа перед прочности обрабатываемого материала на растяжение .

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [3, стр. 363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $y = 0,45$; $x=0,15$ – определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,19 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,07;$$

$$v_p = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,07 = 146,06 \text{ м/мин}$$

4) Рассчитываем частоту вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 146,06}{3,14 \cdot 60} = 775 \text{ об/мин}$$

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

$$n_{пр} = 800 \text{ об/мин}$$

Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{пр} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 800}{1000} = 150,72$$

5) Определяем главную силы резания [3, стр. 371]

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

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

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

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

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

K_{mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{630}{750} \right)^{0,75} = 0,877;$$

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

$$K_{\varphi p} = 1 \quad K_{\gamma p} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,87$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,877 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,76$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 150,72^{-0,15} \cdot$$

$$0,76 = 909 \text{ Н}$$

6) Мощность резания [3, стр. 371] :

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{909 \cdot 150,72}{1020 \cdot 60} = 2,24 \text{ кВт.}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,24}{0,75} = 2,98 \text{ кВт}$$

1.12.11 Операция 3 переход 1: подрезать торец

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

Резец токарный подрезной отогнутый с материалом режущей пластинки Т15К6. Геометрия резца: Радиус при вершине $r = 0,8$; главный задний угол: $\alpha = 7^\circ$; размер державки (высота, ширина): 32×25 ; главный угол плане: $\varphi = 92^\circ$.

1) Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t = 1,04$ мм.

2) Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.364] $s = 0,8$ мм/об

3) Рассчитываем скорость резания:

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

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания:

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

где, K_{mv} - поправочный коэффициент учитывающий группу обрабатываемого материала ; K_{iv} - 1,0 поправочный коэффициент учитывающий инструментальный материал; K_{pv} - 0,9 поправочный коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{630} \right)^1 = 1,19;$$

где, K_r - 1,0 поправочный коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости ; n_v - 1,0 показатель степени при обработке ; σ_B – 630 МПа перед прочности обрабатываемого материала на растяжение .

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [3, стр. 363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $y = 0,45$; $x=0,15$ – определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,19 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,07;$$

$$v_p = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1,04^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,07 = 145,2 \text{ м/мин}$$

4) Рассчитываем частоту вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 145,2}{3,14 \cdot 125} = 370 \text{ об/мин}$$

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

$$n_{пр} = 400 \text{ об/мин}$$

Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{пр} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 400}{1000} = 157$$

5) Определяем главную силы резания [3, стр. 371]

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

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

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{630}{750} \right)^{0,75} = 0,877;$$

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

$$K_{\varphi p} = 0,89 \quad K_{\gamma p} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,87$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,877 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,68$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,04^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 157^{-0,15} \cdot$$

$$0,68 = 841 \text{ Н}$$

6) Мощность резания [3, стр. 371] :

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{841 \cdot 157}{1020 \cdot 60} = 2,16 \text{ кВт.}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,16}{0,75} = 2,88 \text{ кВт}$$

1.12.12 Операция 3 переход 2:точение поверхности

1.12.13 Операция 3 переход 3:расточение отверстия

Назначаем тип резца и режущий материал по ГОСТ 18883-73:

резец расточной 2141-0204 с материалом режущей пластинки Т15К6. Геометрия резца: Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 90^\circ$, Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$ Радиус при вершине: $r = 0,8$ мм. Исполнение 1. Размер державки (высота, ширина): 20×20

1) Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{max} = \frac{D - d}{2} = \frac{50 - 43}{2} = 3,5;$$

с учетом требуемой шероховатости примем количество проходов $i = 2$,

$$t_1 = 3; t_2 = 0,5$$

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

3) Рассчитываем скорость резания:

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

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания:

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

где, K_{mv} - поправочный коэффициент учитывающий группу обрабатываемого материала ; K_{iv} - 1,0 поправочный коэффициент учитывающий инструментальный материал; K_{pv} - 0,9 поправочный коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{630} \right)^1 = 1,19;$$

где, K_r - 1,0 поправочный коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости ; n_v - 1,0 показатель степени при обработке ; σ_B – 630 МПа перед прочностью обрабатываемого материала на растяжение .

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [3, стр. 363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,2$; $y = 0,2$; $x=0,15$ – определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,19 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,07;$$

$$v_p = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 30^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1,07 = 193,22 \text{ м/мин}$$

4) Рассчитываем частоту вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 193,22}{3,14 \cdot 43} = 1431 \text{ об/мин}$$

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

$$n_{пр} = 1400 \text{ об/мин}$$

Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{пр} = \frac{3,14 \cdot 43 \cdot 1400}{1000} = 189,028$$

5) Определяем главную силы резания [3, стр. 371]

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

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

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{630}{750} \right)^{0,75} = 0,877;$$

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

$$K_{\varphi p} = 0,89 \quad K_{\gamma p} = 1,0 \quad K_{\lambda p} = 1,0 \quad K_{rp} = 0,87$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,877 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,68$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 189,028^{-0,15} \cdot$$

$$0,68 = 834 \text{ Н}$$

6) Мощность резания [3, стр. 371] :

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{834 \cdot 189,028}{1020 \cdot 60} = 2,58 \text{ кВт.}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,58}{0,75} = 3,43 \text{ кВт}$$

1.12.14 Операция 3 переход 4:точить фаски

1.12.15 Операция 3 переход 5:точить фаски

Назначаем тип резца и режущий материал по ГОСТ 18878-73:

Резец токарный проходной прямой с материалом режущей пластинки Т15К6. 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

1)Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t = 1,0$ мм.

2) Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.364] $s=0,8$ мм/об

3) Рассчитываем скорость резания:

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

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания:

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

где, K_{mv} - поправочный коэффициент учитывающий группу обрабатываемого материала ; K_{iv} - 1,0 поправочный коэффициент учитывающий инструментальный материал; K_{pv} - 0,9 поправочный коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{630} \right)^1 = 1,19;$$

где, K_r - 1,0 поправочный коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости ; n_v - 1,0 показатель степени при обработке ; σ_B – 630 МПа перед прочностью обрабатываемого материала на растяжение .

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [3, стр. 363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $y = 0,45$; $x=0,15$ – определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,19 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,07;$$

$$v_p = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,07 = 146,06 \text{ м/мин}$$

4) Рассчитываем частоту вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 146,06}{3,14 \cdot 50} = 930 \text{ об/мин}$$

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

$$n_{пр} = 900 \text{ об/мин}$$

Пересчитываем скорость резания v_p :

$$v_{пр} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 900}{1000} = 141,3$$

5) Определяем главную силы резания [3, стр. 371]

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

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

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

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

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

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{630}{750} \right)^{0,75} = 0,877;$$

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

$$K_{\varphi p} = 1 \quad K_{\gamma p} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,87$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,877 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,76$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 141,3^{-0,15} \cdot$$

0,76=918Н

6) Мощность резания [3, стр. 371] :

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{918 \cdot 141,3}{1020 \cdot 60} = 2,12 \text{ кВт.}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,12}{0,75} = 2,83 \text{ кВт}$$

Радиально-сверлильная

1.12.16 Операция 4 переход 1: сверление отверстий

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

Диаметр сверла $D = 10 \text{ мм}$

Подача по таблице 35 [3, с. 381]: $S=0,20 \text{ мм/об.}$

Глубина [3, с.381]: $t_1 = 0,5 \cdot D = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ мм.}$

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]:

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

$K_{\Gamma} = 1,0$ - 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:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{LV} \cdot K_{IV} = 1,0 \left(\frac{750}{640} \right)^{0,9} \times 1,0 \times 1,0 = 1,15;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v = \frac{7 \cdot 10^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} 1,15 = 32,77 \text{ м/мин};$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 32,77}{\pi \cdot 10} = 1043,63 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 1000 \text{ об/мин}$$

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]:

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{640}{750} \right)^{0,75} = 0,89;$$

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,89 = 8,47 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

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]:

Составляющие осевой силы, формула:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 10^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,89 = 1961,64 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания [3 с.386]:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{8,47 \cdot 1000}{9750} = 0,87 \text{ кВт};$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,87}{0,75} = 1,16 \text{ кВт}$$

Внутришлифовальная операция :

1.12.17 Операция 5 переход 1:шлифование отверстие

Выбираем материалы шлифовального инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 337] – 23А.

1. Диаметр шлифования $D = 60$ мм
2. Используем следующую формулу для определения эффективной мощности [3, с. 438]:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q$$

Коэффициентов: $C_N=0,3$; $r=0,35$; $x = 0,4$; $y = 0,4$; $q = 0,3$ – по табл. 131

[3 с.441].

Коэффициентов: $V_3 = 30$ м/мин; $t = 0,0125$ мм ($Z_{4,1}^D = 0,242$ мм; $i = 0,242/2/0,0125 = 10$); $s = 0,55$ В = $0,275$ м/мин – по табл. 130 [3 с.439].

Составляющие эффективной мощности, формула:

$$N = 0,3 \cdot 30^{0,35} \cdot 0,0125^{0,4} \cdot 0,275^{0,4} \cdot 60^{0,3} = 0,35 \text{ кВт};$$

3. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,35}{0,75} = 0,46 \text{ кВт}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30}{\pi \cdot 60} = 190,99 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 200 \text{ об/мин}$$

Круглошлифовальная операция :

1.12.18 Операция 6 переход 1: шлифование поверхности

1) Припуск на шлифование: $Z_{5,1}^D = 0,267$ мм. Глубина шлифования по таблице 130 [3, стр. 438] $t = 0,02$ мм; скорость продольной подачи $s = (0,8 - 0,3) V = 0,5 \times 40 = 20$ мм/об. заготовки. Число рабочих ходов $N = 0,267/0,02 = 14$.

2) Выбираем шлифовальный круг на основе электрокорунда титанистого:

ПП 90 × 40 × 16 37А 40 СМ2 К5 6 А 35 м/с ГОСТ 2424-83,

где: ПП – форма круга (прямого профиля);

90 × 40 × 16 – параметры круга (наружный диаметр, высота, диаметр посадочного отверстия);

37А – марка абразивного зерна (электрокорунд титанистый);

40 – зернистость круга (размер зерна 500-400 мкм);

СМ2 – твёрдость круга (среднемягкий);

К5 – марка связки (керамическая 5);

6 – структура круга;

A – класс точности;

35 м/с – рабочая окружная скорость.

3) Скорость вращения круга V_k принимаем равной 35 м/с.

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 35 \times 60}{3.14 \times 90} = 7420 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем $n=6000$ мин⁻¹.

Тогда $V_k=28,3$ м/с.

4) Скорость вращения детали принимаем в соответствии с

рекомендациями, приведенными в таблице 130 [3, с. 438]: $V_{заг} = 30$ м/мин.

$$n_3 = \frac{1000 \cdot v_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \times 30}{3,14 \times 80} = 119,43 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_3 = 120$ об/мин, тогда:

$$v_3 = \frac{\pi D_3 n}{1000} = \frac{3,14 \times 80 \times 120}{1000} = 30 \text{ м/мин}$$

5) Эффективная мощность, кВт, при шлифовании периферией круга с продольной подачей:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q$$

где значение коэффициента C_N и показателей степени по таблице 131 [3, стр. 441]. $C_N = 0,36$; $r=0,35$; $x=0,4$; $y=0,4$; $q=0,3$.

Тогда:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 0,36 \times 30^{0,35} \times 0,02^{0,4} \times 20^{0,4} \times 80^{0,3} = 3,06 \text{ кВт}$$

6) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{3,06}{0,75} = 4,08 \text{ кВт}$$

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

7) Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ст} \cdot \eta;$$

$$3,2 < 5,6$$

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

1.13 Расчет основного времени

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, стр. 603]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.10)$$

Где i – число рабочих ходов;

L – расчётная длина обработки, мм;

S – подача, мм/об (мм/мин);

n – частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{в}} \quad (1.11)$$

Где l – размер детали на данном переходе, мм;

$l_{\text{пд}}$ – величина подвода инструмента, мм;

$l_{\text{сх}}$ – величина схода инструмента, мм;

$l_{\text{в}}$ – величина врезания инструмента, мм;

Принимаем: $l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 1 - 5$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_{\text{в}} = \frac{t}{tg\varphi}, \quad (1.12)$$

Где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}} \right) \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.13)$$

1. Заготовительная операция 000:

переход 1: отрезать заготовку.

$$T_o = \frac{(l + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) \cdot i}{S} = \frac{(125 + 5 + 5) \cdot 1}{50} = 2,7 \text{ мин}$$

2. Токарная операция 005:

переход 1: подрезать торец.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(62,5 + 5 + 3) \cdot 1}{400 \cdot 0,8} = 0,22 \text{ мин}$$

переход 2: сверлить отверстие.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{d}{2} \operatorname{ctg} \varphi + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(101 + \frac{43}{2} \operatorname{ctg} 30^\circ + 1 + 1\right) \cdot 1}{400 \cdot 0,2} \\ = 1,75 \text{ мин}$$

переход 3: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(25 + 5) \cdot 9}{300 \cdot 0,9} = 1,00 \text{ мин}$$

переход 4: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(15 + 5) \cdot 1}{300 \cdot 0,9} = 0,07 \text{ мин}$$

переход 5: расточить отверстие.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(60 + 5) \cdot 3}{1400 \cdot 0,2} = 0,70 \text{ мин}$$

переход 6: расточить канавку.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1 + 5) \cdot 1}{1000 \cdot 0,2} = 0,03 \text{ мин}$$

переход 7: проточить канавку.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1 + 5) \cdot 1}{500 \cdot 0,8} = 0,015 \text{ мин}$$

переход 8:точить фаску.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(1 + \frac{1}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 5\right) \cdot 1}{600 \cdot 0,8} = 0,015 \text{ мин}$$

переход 9:точить фаску.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(1 + \frac{1}{tg45^\circ} + 5\right) \cdot 1}{800 \cdot 0,8} = 0,011 \text{ мин}$$

3. Токарная операция 010:

переход 1: подрезать торец.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(62,5 + 5 + 3) \cdot 1}{400 \cdot 0,8} = 0,22 \text{ мин}$$

переход 2: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(60 + 5) \cdot 9}{300 \cdot 0,9} = 2,17 \text{ мин}$$

переход 3: расточить отверстие.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(40 + 5 + 3) \cdot 2}{1400 \cdot 0,2} = 0,34 \text{ мин}$$

переход 5:точить фаску.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(1 + \frac{1}{tg45^\circ} + 5\right) \cdot 1}{600 \cdot 0,8} = 0,015 \text{ мин}$$

переход 6:точить фаску.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(1 + \frac{1}{tg45^\circ} + 5\right) \cdot 1}{900 \cdot 0,8} = 0,01 \text{ мин}$$

4. Сверлильная операция 015:

переход 1: сверлить 8 отверстия.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{d}{2} ctg\varphi + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} \times 2 = \frac{\left(15 + \frac{10}{2} ctg30^\circ + 1 + 1\right) \cdot 1}{1000 \cdot 0,2} \times 8$$

$$= 1,03 \text{ мин}$$

5. Внутришлифовальная операция 020:

переход 1: шлифовать отверстие.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(57 + 1 + 1) \cdot 10}{200 \cdot 0,275} = 10,73 \text{ мин}$$

6. Кругошлифовальная операция 025:

переход 1: шлифовать поверхность.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(22 + 1 + 1) \cdot 11}{120 \cdot 0,275} = 8 \text{ мин}$$

1.14 Определение штучного времени

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{шт.к.}$ [1, с.101]

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_{шт}$$

Где $T_{п.з.}$ - Подготовительно заключительное время

n -количество деталей в настроечной партии, $n = 2000$ шт;

В производстве определяется $T_{шт.}$:

$$T_{шт} = T_0 + T_B + T_{об} + T_{от}$$

Где T_0 -основное время, мин;

T_B -вспомогательное время, мин;

$T_{об}$ -время на обслуживание рабочего места, мин;

$T_{от}$ -время перерывов на отдых и личные надобности, мин;

Вспомогательное время определяем по формуле [1, стр. 101];

$$T_B = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из}$$

Где $T_{у.с.}$ - время на установку и снятие детали, мин; – определены по таблице 5.1.[1, с.197];

$T_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали, мин; – определены по таблице 5.7. [1, с.201];

$T_{уп.}$ - время на управление станком, мин; – определены по таблице 5.8. [1,с.202];

$T_{из}$ - время на измерение детали, мин; – определены по таблице 5.12.[1,с.207];

Оперативное время $T_{оп.}$:

$$T_{оп} = T_0 + T_B$$

Время перерывов на отдых и личные надобности при нормировании работ

$$T_{от} = T_{оп} P_{от}/100$$

Приведённые выше формулы для определения:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + (T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{из.}}) \cdot k + T_{\text{от}}$$

В серийном производстве для всех операций, кроме шлифовальных:

$$T_{\text{шт.к}} = \left(\frac{T_{\text{п.з}}}{n} \right) + T_0 + (T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{из.}}) \cdot k + T_{\text{об.от}}$$

Для шлифовальных операций

$$T_{\text{шт.к}} = \left(\frac{T_{\text{п.з}}}{n} \right) + T_0 + (T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{из.}}) \cdot k + T_{\text{тех}} + T_{\text{орг}} + T_{\text{от}}$$

1. Заготовительная операция 000:

основное время:

$$T_0 = 2,7 \text{ мин;}$$

вспомогательное время:

$$T_{\text{у.с.}} = 0,13 \text{ мин; } T_{\text{з.о.}} = 0,024 \text{ мин; } T_{\text{уп.}} = 0,01 \text{ мин; } T_{\text{из.}} = 0,13 \text{ мин;}$$

$$T_{\text{в}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{из.}} = 0,13 + 0,024 + 0,01 + 0,13 =$$

$$0,294 \text{ мин;}$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{\text{об}} = 2,5 \text{ мин;}$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{\text{от}} = 5 \text{ мин;}$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_0 + T_{\text{в}} + T_{\text{об}} + T_{\text{от}} = 2,7 + 0,294 + 2,5 + 5 = 10,494 \text{ мин;}$$

$$T_{\text{шт.к}} = \left(\frac{T_{\text{п.з}}}{n} \right) + T_0 + T_{\text{в}} + T_{\text{об}} + T_{\text{от}} = \frac{12}{2000} + 10,494 = 10,5$$

2. Токарная операция 005:

основное время:

$$T_0 = 3,811 \text{ мин;}$$

вспомогательное время:

$$T_{\text{у.с.}} = 0,13 \text{ мин; } T_{\text{з.о.}} = 0,024 \text{ мин; } T_{\text{уп.}} = 0,01 \text{ мин; } T_{\text{из.}} = 0,09 \text{ мин;}$$

$$T_{\text{в}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{из.}} = 0,13 + 0,024 + 0,01 + 0,09 =$$

$$0,254 \text{ мин;}$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 5 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 5 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 3,811 + 0,254 + 5 + 5 = 14,065 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт} = \frac{14}{2000} + 14,065 = 14,072 \text{ мин};$$

3. Токарная операция 010:

основное время:

$$T_o = 2,755 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{у.с} = 0,13 \text{ мин}; T_{з.о.} = 0,024 \text{ мин}; T_{уп} = 0,01 \text{ мин}; T_{из} = 0,09 \text{ мин};$$

$$T_v = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из} = 0,13 + 0,024 + 0,01 + 0,09 =$$

$$0,254 \text{ мин};$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 5 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 5 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 2,755 + 0,254 + 5 + 5 = 13,009 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт} = \frac{14}{2000} + 13,009 = 13,016 \text{ мин};$$

4. Сверлильная операция 015:

основное время:

$$T_o = 1,03 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{у.с} = 0,1 \text{ мин}; T_{з.о.} = 0,024 \text{ мин}; T_{уп} = 0,01 \text{ мин}; T_{из} = 0,09 \text{ мин};$$

$$T_v = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из} = 0,1 + 0,024 + 0,01 + 0,09 = 0,224 \text{ мин};$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 5 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 5 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 1.03 + 0,224 + 5 + 5 = 11,254 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт} = \frac{5}{2000} + 11,254 = 11.2565 \text{ мин};$$

5. Внутришлифовальная операция 020:

основное время:

$$T_o = 10.73 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{у.с} = 0,1 \text{ мин}; T_{з.о.} = 0,024 \text{ мин}; T_{уп} = 0,02 \text{ мин}; T_{из} = 0,09 \text{ мин};$$

$$T_v = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из} = 0,1 + 0,024 + 0,02 + 0,09 = 0,234 \text{ мин};$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 5 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 5 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 10.73 + 0,234 + 5 + 5 = 20,964 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт} = \frac{21}{2000} + 20,964 = 20.9745 \text{ мин};$$

6. Кругошлифовальная операция 025:

основное время:

$$T_o = 8 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{у.с} = 0,1 \text{ мин}; T_{з.о.} = 0,024 \text{ мин}; T_{уп} = 0,02 \text{ мин}; T_{из} = 0,09 \text{ мин};$$

$$T_v = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из} = 0,1 + 0,024 + 0,02 + 0,09 = 0,234 \text{ мин};$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 5 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 5 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_v + T_{\text{об}} + T_{\text{от}} = 8 + 0,234 + 5 + 5 = 18,234 \text{ мин};$$

$$T_{\text{шт.к}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{n} + T_{\text{шт}} = \frac{21}{2000} + 18,234 = 18.2445 \text{ мин};$$

2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Расчет составляющих силы резания

Расчет составляющих силы резания произведем для заданной обрабатываемой поверхности отверстия $\varnothing 10$.

Обработку отверстия выполняем на радиально-сверлильном станке мод. 2K522.

Расчет режимов резания произведем для наиболее нагруженного перехода – сверления.

- 1) Определяем глубину резания по формуле

$$t = \frac{D}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ мм} \quad (2.1.1)$$

- 2) Подача $S = 0,21 \text{ мм/об}$. По паспорту станка принимаем $S = 0,2 \text{ мм/об}$.

- 3) Определяем скорость резания по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \quad (2.1.2)$$

где $C_v = 7,0$ для сверла из стали Р6М5; $q = 0,4$; $x = 0$; $y = 0,7$; $m = 0,2$;

T - период стойкости $T = 25 \text{ мин}$;

K_v - поправочный коэффициент в формуле скорости резания,

Поправочный коэффициент в формуле скорости резания определяем по формуле

$$K_v = K_m \cdot K_u \cdot K_i \quad (2.1.3)$$

где K_m - коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал,

K_u - коэффициент, учитывающий материал инструмента, $K_u = 1,0$;

K_i - коэффициент, учитывающий глубину просверливаемого отверстия, $K_i = 1,0$.

Коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал определяем по формуле

$$K_m = \left(\frac{750}{\sigma} \right)^{n_v} \quad (2.1.4)$$

где n – показатель степени при сверлении, $n=0,9$;

Подставляем найденные значения в формулу (2.1.4), получаем

$$K_M = \left(\frac{750}{640}\right)^{0,9} = 1,15$$

Подставляем найденные значения в формулу (2.1.3), получаем

$$K_v = 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,15$$

Подставляем найденные значения в формулу (2.1.2), получаем

$$v = \frac{7,0 \cdot 10^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 1,15 = 32,77 \text{ м/мин.}$$

4) Определяем частоту вращения шпинделя по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 32,77}{3,14 \cdot 10} = 1043,63 \text{ мин}^{-1} \quad (2.1.5)$$

по паспорту стенка принимаем $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$.

5) Определяем действительную скорость резания по формуле

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 1000}{1000} = 31,4 \text{ м/мин.} \quad (2.1.6)$$

6) Определяем осевую силу резания по формуле

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^{q_p} \cdot S^{y_p} \cdot K_p \quad (2.1.7)$$

где $C_p = 68$; $q_p = 1,0$; $y_p = 0,7$; $K_p = K_M = 0,89$;

Подставляем найденные значения в формулу (2.1.7), получаем

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 10^{1,0} \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,89 = 1961,64 \text{ Н}$$

7) Определяем крутящий момент по формуле

$$M = 10 \cdot C_M \cdot D^{q_M} \cdot S^{y_M} \cdot K_p \quad (2.1.8)$$

где $C_M = 0,0345$; $q_M = 2,0$; $y_M = 0,8$; $K_p = K_M = 0,89$;

Подставляем найденные значения в формулу (2.1.7), получаем

$$M = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10^{2,0} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,89 = 8,47 \text{ Н·м.}$$

8) Определяем мощность резания по формуле

$$N = \frac{M \cdot n}{9750} = \frac{8,47 \cdot 1000}{9750} = 0,87 \text{ кВт.} \quad (2.1.9)$$

2.2 Анализ схемы базирования детали.

При обработке отв. $\varnothing 10$ заготовка в приспособлении базируется по центральному отверстию и опорной поверхности.

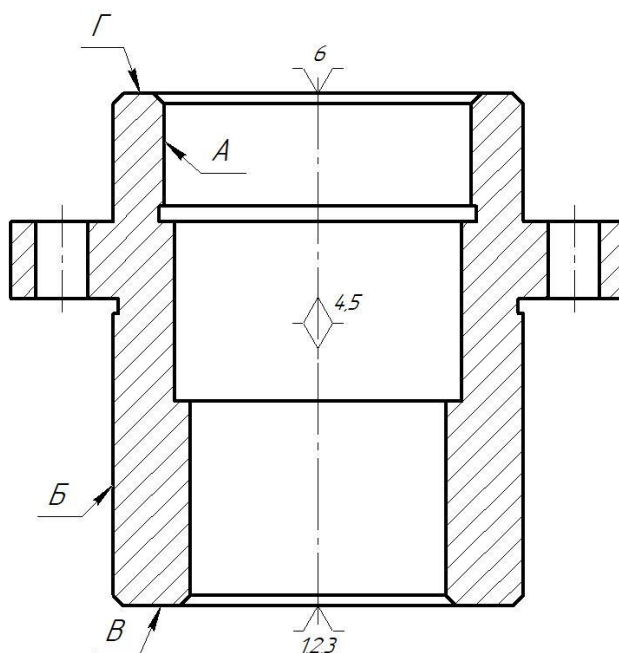


Рисунок 2.1 - Схема базирования

Для установки детали «Стакан» в приспособление за базы следует принять поверхности А,Б,В,Γ(рисунок 2.1), в качестве установочных элементов для базирования заготовки целесообразно использовать: а) планшайба – базирование по наружной поверхности и плоскости; б) оправка – базирование по отверстию и торцу.

Для уменьшения числа зажимных элементов целесообразно зажимать заготовку по поверхности Γ одной быстросъемной шайбой и гайкой.

Данная схема базирования лишает заготовку 5 степеней свободы. Зажим заготовки производится за счет прижимания ее к опорным планкам посредством прихватов. Это обеспечит полную неподвижность заготовки при обработке.

Сверло при обработке направляется кондукторной втулкой, что позволяет уменьшить смещение инструмента при сверлении.

2.3 Силовой расчет приспособления

Для обеспечения надежного закрепления детали при обработке необходимо, чтобы с помощью зажимных элементов и устройств базовые поверхности детали были бы прижаты к опорным элементам.

Расчет усилия зажима производится, решая задачу статики на равновесие твердого тела под действием системы внешних сил.

В процессе обработки отверстия обрабатываемая заготовка находится под воздействием крутящего момента M и осевого усилия P_o . Сила подачи и сила зажима действуют в одном направлении, прижимая заготовку. Под действием крутящего момента резания M деталь стремится повернуться вокруг оси. Этому противодействует момент трения $M_{тр}$, создаваемый осевым усилием зажима W .

Расчётная схема установки заготовки в приспособлении представлена на рисунке 2.2.

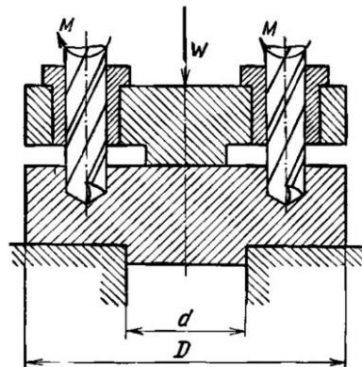


Рисунок 2.2 – Схема к расчету усилия зажима
Определяем силу закрепления по формуле

$$W = \frac{k \cdot M}{f \cdot L} \quad (2.3.1)$$

где k - коэффициент запаса,

Определяем коэффициент запаса по формуле

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (2.3.2)$$

где $k_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса;

$k_1 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$k_2 = 1,1$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента;

$k_3 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании;

$k_4 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима; $k_5 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий эргономику;

$k_6 = 1,0$ – коэффициент, учитываемый только при наличии крутящего момента;

$f = 0,15$ – коэффициент трения;

Подставляем найденные значения в формулы (2.3.1) и (2.3.2), получаем

$$k = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,98$$

$$W = \frac{1,98 \cdot 8,47}{0,15 \cdot 50 \cdot 10^{-3}} = 2236 \text{ Н.}$$

Минимальный внутренний диаметр резьбы шпильки, исходя из усилия зажима, определяется по формуле

$$d = c \cdot \sqrt{\frac{P}{[\sigma_p]}} \quad (2.3.3)$$

где P - усилие зажима, Н;

$[\sigma_p]$ - допускаемое напряжение материала тяги, МПа; $[\sigma_p] = 70$ МПа;

c - коэффициент для метрических резьб, $c = 1,4$.

Подставляем найденные значения в формулу (2.3.3), получаем

$$d = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{2236}{70}} = 7,91 \text{ мм.}$$

Исходя из конструктивных соображений, целесообразно принять шпильку М20х230.58 по ГОСТ 22040-76. Внутренний диаметр резьбы М20х2,5-8е равен $d_{\text{вн}} = 16,933$ мм.

2.4 Расчет приспособления на точность

Расчетный параметр – обеспечение расстояния от оси центрального отверстия до центра отверстия $\varnothing 10$ равным $50 \pm 0,31$ мм (отклонение по 14 качеству точности), тогда $T = 0,31 \cdot 2 \cdot 0,7 = 0,434$ мм.

Расчет точности приспособления выполним по формуле

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq T - \kappa_T \sqrt{(\kappa_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_{\text{пи}}^2 + (\kappa_{T2} \cdot \omega)^2} \quad (2.4.1)$$

где T – допуск выполняемого размера, $T = 0,434$ мм = 434 мкм;

κ_T – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, $\kappa_T = 1 \dots 1,2$, принимаем $\kappa_T = 1,1$;

κ_{T1} – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, $\kappa_{T1} = 0,8$;

ε_{δ} – погрешность базирования, $\varepsilon_{\delta} = 0$, т.к. установочная и измерительная базы в направлении выполняемого размера совмещены;

ε_3 – погрешность закрепления заготовки в приспособлении, $\varepsilon_3 = 50$ мкм;

ε_y – погрешность установки приспособления на станке, $\varepsilon_y = 10$ мкм, т.к. основание приспособления устанавливается и фиксируется на столе станка по Т-образным пазам;

ε_u – погрешность положения заготовки из-за износа элементов приспособления,

ω – экономическая точность обработки, $\omega = 0,10$ (для сверления);

κ_{T2} – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в сумме погрешностей, $\kappa_{T2} = 0,7$;

Определяем погрешность положения заготовки из-за износа элементов приспособления по формуле

$$\varepsilon_u = u_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (2.4.2)$$

где u_0 – средний износ установочных элементов; по $u_0 = 55$ мкм (при установке на элементы приспособления из стали 40Х);

k_1 - коэффициент, учитывающий материал детали, $k_1 = 1,0$;

k_2 - коэффициент, зависящий от типа оборудования, $k_2 = 1,0$;

k_3 - коэффициент, зависящий от условий обработки, $k_3 = 1,12$;

k_4 - коэффициент, учитывающий число циклов $N = 50 \cdot 10^{-3}$, $k_4 = 1,0$;

Подставляем полученные значения в формулу (2.4.2), получаем

$$\varepsilon_{\text{и}} = 55 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,12 \cdot 1,0 = 61 \text{ мкм}$$

$\varepsilon_{\text{ин}}$ - погрешность от перекоса и смещения инструмента

Определяем погрешность от перекоса и смещения инструмента по формуле

$$\varepsilon_{\text{пи}} = 0,5 \cdot S + S \cdot \frac{(\ell_1 + m)}{\ell} \quad (2.4.3)$$

где S - максимальный диаметральный зазор между кондукторной втулкой и инструментом,

Определяем максимальный диаметральный зазор между кондукторной втулкой и инструментом по формуле

$$S = ES - ei \quad (2.4.4)$$

где ei – нижнее предельное отклонение диаметра сверла,

ES – верхнее предельное отклонение диаметра кондукторной втулки,

m - расстояние до кондукторной втулки, $m = 105$ мм;

ℓ_1 - длина обрабатываемого отверстия, $\ell_1 = 15$ мм;

ℓ - длина кондукторной втулки. $\ell = 35$ мм,

Подставляем найденные значения в формулу (2.4.4), получаем

$$S = 0,043 - (-0,043) = 0,086 \text{ мм};$$

Подставляем найденные значения в формулу (2.4.3), получаем

$$\varepsilon_{\text{пи}} = 0,5 \cdot 0,086 + 0,086 \cdot \frac{(15 + 105)}{35} = 0,338 \text{ мм},$$

Подставляем найденные значения в формулу (2.4.1), получаем

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq 690 - 1,1 \sqrt{0 + 50^2 + 10^2 + 61^2 + 338^2 + (0,7 \cdot 0,10)^2} = 434 - 378 = 56 \text{ мкм}.$$

Следовательно, данное приспособление обеспечивает заданную точность обработки.

2.5 Разработка конструкции приспособления

В состав проектируемого приспособления входят следующие основные детали:

1. Плита
2. Планшайба
3. Кондукторная плита
4. Оправка
5. Шайба

Плита является основанием приспособления, на котором крепятся все его основные детали и узлы. Общий вид плиты представлен на рисунке 2.3.

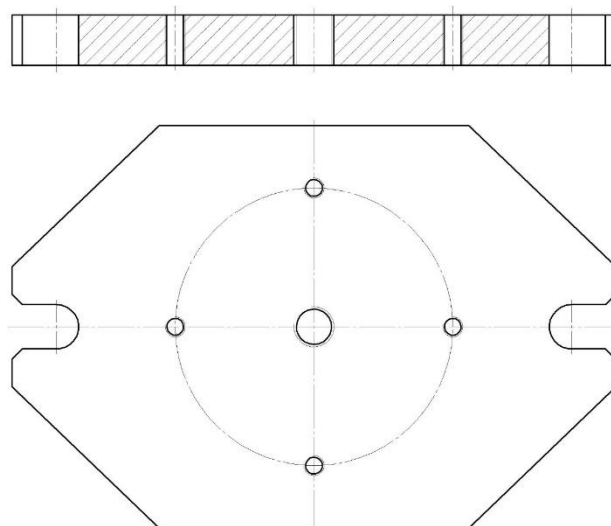


Рисунок 2.3 – Плита

Планшайба крепится к плите приспособления четырьмя болтами и предназначена для установки и ориентации заготовки в приспособлении. Общий вид планшайбы представлен на рисунке 2.4.

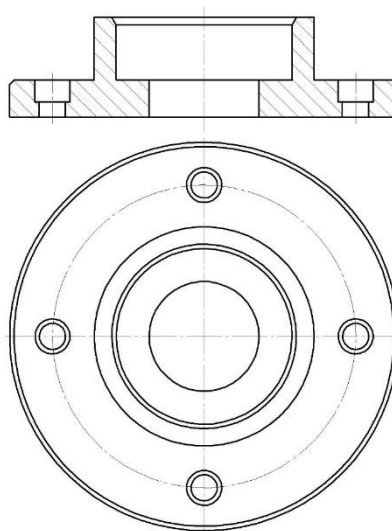


Рисунок 2.4 – Планшайба

Плита кондукторная предназначена для установки направляющих кондукторных втулок. Общий вид плиты кондукторной представлен на рисунке 2.5.

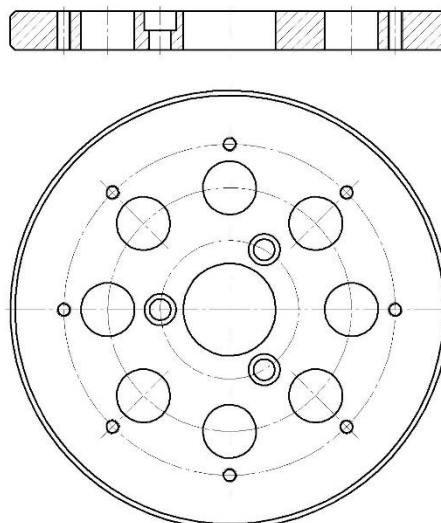


Рисунок 2.5 – Плита кондукторная

Для установки плиты кондукторной и ориентации ее относительно центрального отверстия детали используется оправка. Оправка жестко крепится к плите кондукторной посредством трех винтов. Общий вид оправки представлен на рисунке 2.6.

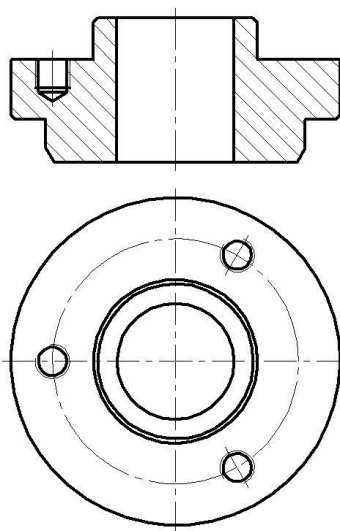


Рисунок 2.6 – Оправка

Для передачи усилия зажима от гайки на оправку с кондукторной плитой используется быстросменная шайба. Общий вид шайбы представлен на рисунке 2.7.

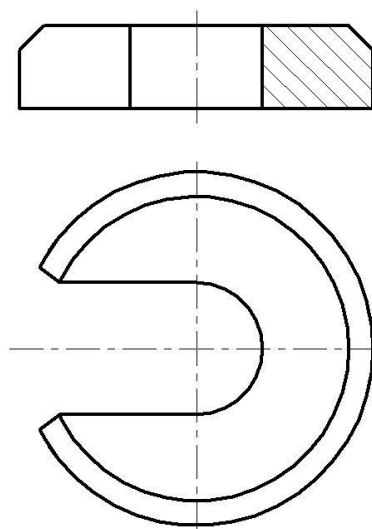


Рисунок 2.7 – Шайба

В проектируемом приспособлении деталь зажимается винтом вручную. При проектировании зажимного устройства использованы стандартный шпильки, гайки, шайбы.

В качестве направляющих элементов приспособления выбраны быстросменные кондукторные втулки, которые устанавливаются в кондукторную плиту посредством промежуточных втулок и винтов.

Так как приспособление должно быть закреплено на столе радиально-сверлильного станка, то в его конструкции предусмотрены

соответствующие элементы. Это может быть выполнено либо с помощью прихватов, либо болтами к станочным обработанным пазам по ГОСТ 13152-67.

Важным условием работоспособности приспособления является возможность лёгкого удаления стружки из зоны установки детали. Особенно тщательно следует очищать поверхность установочных элементов, поэтому к ним должен быть обеспечен свободный доступ. В разработанном приспособлении такая возможность предусмотрена, планшайба, на которую устанавливается деталь, легкодоступна для очистки от стружки.

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

Студенту:

Группа	ФИО
154A81	Хуан Вэйхан

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
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
---	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор(ОСГН,ШБИП)	Гасанов М.А.	Доктор экономических наук		22.02.22

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Хуан Вэйхан		22.02.22

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Общая информация

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.

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

3.2.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений позволяет оценить конкурентные преимущества проекта, а также помогает внести коррективы в проект, улучшающие его слабые стороны. Данный анализ также позволяет оценить сильные и слабые стороны конкурентов, изготавливающих аналогичные детали. Для анализа конкурентных технических решений разработки технологии изготовления «Стакан» составлен оценочная карта, продемонстрированная в таблице 3.1, в которой оценивались следующие

потенциальные конкуренты:

- 1) Предприятие А-ООО «Водоконал»;
- 2) Предприятие Б-ООО НПФ «Газпром газораспределение Томск»;
- 3) Предприятие В-АО «Транснефть Сибирь»

Таблица 3.1 – 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. Актуальность исследования	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,5
2. Энергэффективность	0,1	3	3	4	0,3	0,3	0,4
3. Удобство монтажа	0,2	4	3	2	0,8	0,6	0,4
4. Скорость работы	0,05	4	5	4	0,2	0,25	0,2
5. Надёжность	0,15	5	3	3	0,75	0,45	0,45
6. Компактность	0,25	3	2	2	0,75	0,5	0,5
7. Устойчивость к внешним воздействиям	0,025	4	3	3	0,1	0,075	0,075
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена на расходы	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
2. Конкурентоспособность исследовательской работы	0,025	2	3	1	0,05	0,075	0,025
3. Финансирование научного исследования	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
Итого	1	40	36	31	3,95	3,2	2,95

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:

$$K = 40 \times 3,95 = 158$$

Разработка технического решения конкурентных предприятий:

$$K = 36 \times 3,2 = 115,2$$

$$K = 31 \times 2,95 = 91,45$$

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что

разработанный стакан превосходит аналогичные детали конкурентов по таким параметрам как ударопрочность и трещиностойкость. Следовательно, разработка является актуальной и перспективной. Общая оценка эффективности показала, что предложенная нами разработка конкурентоспособна.

3.2.2 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 3,2:

Таблица 3.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
C1. Низкая цена исходного сырья	Сл1. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.
C2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции.	Сл2. Не достаточное количество исполнителей
C3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.	Сл3. Маленькая оплата труда
C4. Экологичность технологии	Сл4. Не большой опыт в данной сфере
C5. Квалифицированный персонал.	Сл5. Отсутствие финансирования на первых этапах
Возможности	Угрозы
B1 – Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;	У1. Срыв проекта из-за отсутствия исполнителей
B2 – Получение государственных заказов;	У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.
B3 – Партнерские отношения с рядом ведущих машиностроительных предприятий;	У3. Уход исполнителей
B4 – Внедрение новых технологий и оборудования;	У4. Отсутствие спроса на новые результаты исследования в частных предприятиях.
B5 – Повышение стоимости конкурентных разработок.	У5. Потеря актуальности в связи с длительной разработкой

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 3,3–3,6:

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

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	-	-	+	+
	B2	+	+	+	+	+
	B3	+	+	+	-	+
	B4	+	+	+	+	+
	B5	-	-	-	+	+

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

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	+	-
	B2	-	+	-	-	+
	B3	+	-	+	-	-
	B4	+	+	+	+	-
	B5	+	+	-	-	-

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

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	Y1	+	-	-	-	-
	Y2	-	+	+	+	+
	Y3	-	-	-	+	-
	Y4	-	+	+	+	+
	Y5	+	-	+	-	-

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

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	Y1	+	-	-	-	+
	Y2	+	-	-	-	-
	Y3	+	-	+	+	-
	Y4	-	+	+	+	-
	Y5	+	-	+	-	-

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая приводится в работе (табл. 3.7).

Таблица 3.7 *SWOT-анализ*

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Более точные результаты исследования по сравнению с другими технологиями. С3. Мобильность робота С4. Дешевизна разработки С5. Квалифицированный персонал.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца. Сл2. Не достаточное количество исполнителей Сл3. Маленькая оплата труда Сл4. Не большой опыт в данной сфере Сл5. Отсутствие финансирования на первых этапах
Возможности: В1. Появление дополнительного спроса на полученные результаты исследования в учебной и научной сфере В2. Появление потенциального спроса на новые разработки в сфере труднодоступного строительства В3. Внедрение технологии в космической области. В4. Продажа технологии более крупному производителю В5. Привлечение новых исполнителей для выполнения всего комплекса работ	Наилучший исход событий это получение дополнительных ресурсов как трудовых так и материальных в случае если технология окажется интересна каким либо инвесторам/покупателям	Главная проблема это отсутствие кадров и достаточного финансирования для дальнейшей разработки
Угрозы: У1. Срыв проекта из-за отсутствия исполнителей У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок. У3. Уход исполнителей У4. Отсутствие спроса на новые результаты исследования в частных предприятиях. У5. Потеря актуальности в связи с длительной разработкой	Все сильные стороны проекта, а также специфика работы компенсируют угрозы, которые существуют из вне. Так как работа является студенческим проектом и не носит большого коммерческого характера.	Для устранения всех угроз и слабых сторон, необходимо тщательно подбирать кадры для выполнения работы. Так что бы они были заинтересованы в разработке и не утратили её в процессе работы.

SWOT-анализа позволил определить факторы отрицательно влияющие

на продвижение разработки на рынок. К таким факторам относится:

- 1) появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.
- 2) продукция конкурентов недорогая и долговечная.

Отрицательное влияние факторов возможно устранить с помощью внедрения предложенной НИР, которая предусматривает возможности для их устранения.

3.3 Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

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

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

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

Таблица 3.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темя диссертации, утверждение плана-графика.	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения диссертации.	Инженер, Научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные	5	Технический расчет деталей	Инженер

исследования	6	Первая компоновка и проектирование	Инженер, Научный руководитель
	7	Детализация и выпуск конструкторской документации	Инженер
	8	Детальный расчет деталей	Инженер
	9	Окончательная компоновка	Инженер, Научный руководитель
Оценка результатов	10	Составление пояснительной записки.	Инженер

3.3.2 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:

$$t_{ожи} = (3t_{мини} + 2t_{махи})/5, \text{ чел. – дн.}$$

Где:

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

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

$t_{махи}$ – 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.

$$T_{Pi} = t_{ожи}/Ч_i$$

Где:

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

$t_{ожи}$ – 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:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k$$

Где:

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

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

k – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{праз}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

Где:

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

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

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

Расчеты временных показателей проведения научного исследования представляются в таблице 3.9:

Таблица 3.9 – Временные показатели проведения научного исследования.

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{Pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{mini} , чел-дни		t_{maxi} , чел-дни		$t_{ожи}$, 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 темя диссертации, утверждение плана-графика.	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения диссертации.	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4

3. Изучение академической литературы и конкурентных решений в данной сфере	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Изучение программного обеспечения для расчетов	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Технический расчет деталей	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7
6. Первая компоновка и проектирование	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
7. Детализовка и выпуск конструкторской документации	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Детальный расчет деталей	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Окончательная компоновка	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки.	-	8	-	10	-	8,8	8,8	13
Итого:	7	59	15	84	10,2	69	68,5	102

Примечание:

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

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

Таблица 3.10 – Диаграмма Ганта.

№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	tki	Февраль			Март			Апрель			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение темя диссертации, утверждение плана-графика.	Научный руководитель	4												
2	Календарное планирование выполнения диссертации.	Инженер, Научный руководитель	4												
3	Изучение академической литературы и конкурентных решений в данной сфере	Инженер	11												
4	Изучение программного обеспечения для расчетов	Инженер	6												
5	Технический расчет деталей	Инженер	7												
6	Первая компоновка и проектирование	Инженер, Научный руководитель	9												
7	Детализировка и выпуск конструкторской документации	Инженер	25												
8	Детальный расчет деталей	Инженер	18												
9	Окончательная компоновка	Инженер, Научный руководитель	5												

3.4 Бюджет научно-технического исследования.

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

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

3.4.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при исследовании. Результаты расчета затрат представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Материальные затраты.

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Ручка шариковая	58	5	290
Картридж для лазерного принтера	3 490	1	3 490
Офисные бумаги А4	280	2	560
Карандаш чертежный	16	4	64
Коническая оправка	2500	1	2500
Штангенциркуль	2910	1	2910
Нутромер	13163	1	13163
Интернет	350	1	350
Итого:			23327

Таким образом, материальные затраты на разработку технологии изготовления стакан составили 23327,00 руб.

3.4.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

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

Где: n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot И}{12} \times m$$

Где:

$И$ – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Таблица 3.12 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	СПИ, Мес.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Токарный станок: DMTG CL20A с ЧПУ	1	3857854	120	11233,33

2	Вертикально-сверлильный станок:2М112	1	1250000	240	5208,33
3	Внутришлифовальный станок 3К228А	1	3430200	120	28585
Итого					45026,66

3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

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

Основная заработная плата одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \times T_p$$

Где:

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дней.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \times M}{F_{\text{д}}}$$

Где:

$З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. Дней (в данном случае $F_{\text{д}} = 247$ дней);

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

Должностной оклад работника за месяц определяется по формуле:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{мс}} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}}$$

Где:

$З_{\text{мс}}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб;

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

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томск);

По формуле определяется должностной оклад руководителя за месяц:

$$З_{\text{м1}} = З_{\text{мс1}} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}} = 31000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 60450 \text{ руб}$$

По формуле определяется должностной оклад инженера за месяц:

$$З_{\text{м2}} = З_{\text{мс2}} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}} = 18000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 35100 \text{ руб}$$

Среднедневная заработная плата у руководителя рассчитывается по формуле(при отпуске в 56 раб. дня, М = 10,3,месяц, 6-дневная рабочая неделя) :

$$З_{\text{дн1}} = \frac{З_{\text{м}} \times \text{М}}{F_{\text{д}}} = \frac{60450 \times 10,3}{247} = 2520,79 \text{ руб}$$

Среднедневная заработная плата у инженера рассчитывается по формуле (при отпуске в 28 раб. дней, М = 11,2,месяц, 5-дневная рабочая неделя):

$$З_{\text{дн2}} = \frac{З_{\text{м}} \times \text{М}}{F_{\text{д}}} = \frac{35100 \times 11,2}{247} = 1591,58 \text{ руб}$$

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{осн1}} = З_{\text{дн1}} \times T_{\text{р1}} = 2520,79 \times 13 = 32770,27 \text{ руб}$$

Основная заработная плата инженера рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{осн2}} = З_{\text{дн2}} \times T_{\text{р2}} = 1591,58 \times 68 = 108227,44 \text{ руб}$$

Таким образом, затраты на общую основную заработную плату составляют:

$$З_{\text{осн обще}} = З_{\text{осн1}} + З_{\text{осн2}} = 32770,27 + 108227,44 = 140997,71 \text{ руб}$$

Перечисленные информации представляются в таблице 3,13:

Таблица 3.13 – Расчеты основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$З_{mc}$, руб	$k_{\text{пр}}$	k_d	k_p	$З_m$, руб	$З_{\text{дн}}$, руб	T_p , дн	$З_{\text{осн}}$, руб
Руководитель	31000	0,3	0,2	1,3	60450	2520,79	13	32770,27
Инженер	18000	0,3	0,2	1,3	35100	1591,58	68	108227,44
Итого:								140997,71

3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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);

По формуле определяется дополнительная заработная плата для руководителя:

$$З_{\text{доп1}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} = 0,15 \times 32770,27 = 4915,54 \text{ руб}$$

По формуле определяется дополнительная заработная плата для инженера:

$$З_{\text{доп2}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} = 0,15 \times 108227,44 = 16234,12 \text{ руб}$$

Таким образом, общая дополнительная заработная плата составляет:

$$З_{\text{доп общ}} = З_{\text{доп1}} + З_{\text{доп2}} = 4915,54 + 16234,12 = 21149,66 \text{ руб}$$

3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяются по формуле :

$$З_{\text{внеб1}} = k_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн1}} + З_{\text{доп1}})$$

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% (ст. 425 НК РФ).

Отчисления во внебюджетные фонды для руководителя определяются по формуле :

$$З_{\text{внеб1}} = k_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн1}} + З_{\text{доп1}}) = 0,3 \times (32770,27 + 4915,54) = 11305,74 \text{ руб}$$

Отчисления во внебюджетные фонды для инженера определяются по формуле :

$$\begin{aligned} З_{\text{внеб2}} &= k_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн2}} + З_{\text{доп2}}) = 0,3 \times (108227,44 + 16234,12) \\ &= 37338,47 \text{ руб} \end{aligned}$$

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

$$З_{\text{внеб общ}} = З_{\text{внеб1}} + З_{\text{внеб2}} = 11305,74 + 37338,47 = 48644,21 \text{ руб}$$

3.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и т.д.

Величина накладных расходов определяется по формуле:

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

Где:

$k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,16.

$$З_{\text{накл}} = (95550 + 162147 + 48644) \cdot 0,16 = 49015 \text{руб.}$$

3.4.7 Бюджетная стоимость НИР

Группировка затрат по статьям представляется в таблице 3.14:

Таблица 3.14 – Группировка затрат по статьям.

Статьи							
1	2	3	4	5	6	7	8
Материалы, руб	Амортизация, руб	Основная заработная плата, руб	Дополнительная заработная плата, руб	Отчисления на социальные нужды, руб	Итого без накладных расходов, руб	Накладные расходы, руб	Стоимость бюджета, руб
23327	45026,66	98935,1	13738,7	33802,2	167521	26803,4	266450,4

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

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается по формуле :

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

Где:

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения из всех вариантов;

По перечисленным вычислениям определяются общие затраты для всех вариантов:

$$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 388963,4 \text{ руб},$$

$$\Phi_{\text{исп.1}} = 397973,4 \text{ руб}$$

$$\Phi_{\text{исп.2}} = 431952,4 \text{ руб},$$

По формуле определяется интегральный финансовый показатель для текущего проекта:

$$I_{\text{финр}}^{\text{текущ.проект}} = \frac{\Phi_{\text{текущ.проект}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{266450,4}{431952,4} = 0,61$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{\Phi_{\text{исп.1}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{397973,4}{431952,4} = 0,92$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{431952,4}{431952,4} = 1$$

В результате расчетов интегральных финансовых показателей по трем вариантам разработки текущий проект с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральные показатели ресурсоэффективности всех вариантов определяются путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 3.15).

Таблица 3.15 – Сравнительная оценка характеристик всех вариантов.

Объекты исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.1	Исп.2
1. Безопасность при использовании установки	0,15	4	4	4
2. Стабильность работы	0,2	4	4	5
3. Технические характеристики	0,2	5	3	4
4. Механические свойства	0,3	5	4	3
5. Материалоёмкость	0,15	5	4	5
ИТОГО	1	4,65	3,8	4,05

В результате расчетов интегральных показателей ресурсоэффективности по трем вариантам разработки текущий проект с большим перевесом признан

считается более приемлемым с точки зрения ресурсной эффективности.

Интегральные показатели эффективности всех вариантов вычисляются на основании показателей ресурсоэффективности и интегральных финансовых показателей по формуле :

$$I_{\text{эф.}i} = \frac{I_p^{\text{исп.}i}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}}$$

Где:

$I_{\text{эф.}i}$ – интегральный показатель эффективности i -ого варианта разработки;

$I_p^{\text{исп.}i}$ – интегральный показатель ресурсной эффективности i -ого варианта разработки;

$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ - интегральный финансовый показатель i -ого варианта разработки;

По формуле определяется интегральный показатель эффективности для текущего проекта:

$$I_{\text{эф.текущ.проект}} = \frac{I_p^{\text{текущ.проект}}}{I_{\text{финр}}^{\text{текущ.проект}}} = \frac{4,65}{0,9} = 5,2$$

По формуле определяется интегральный показатель эффективности для первого конкурентного проекта:

$$I_{\text{эф.исп.1}} = \frac{I_p^{\text{исп.1}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}}} = \frac{3,8}{0,92} = 4,1$$

По формуле определяется интегральный показатель эффективности для второго конкурентного проекта:

$$I_{\text{эф.исп.2}} = \frac{I_p^{\text{исп.2}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}}} = \frac{4,05}{1} = 4,05$$

Далее среднее значение интегрального показателя эффективности

каждого варианта НИР сравнивалось с средним значением интегрального показателя эффективности текущего проекта с целью определения сравнительной эффективности проектов (таблица 3.16).

Таблица 3.16 – Сравнительные эффективности разработок.

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,61	0,92	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,8	4,05
3	Интегральный показатель эффективности	5,2	4,1	4,05
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,81	0,78

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансовым и ресурсным эффективным вариантом является текущий проект. Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

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 так же построена диаграмма Ганта на основе этих данных.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
154A81		Хуан Вэйхан	
Школа	ИШНПТ	Отделение	ОМШ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР: Проектирование технологического процесса изготовления детали «Стакан»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности
 – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;
 – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

- Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ФЗ – 197.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность
Анализ показателей шума и вибрации
 – установление соответствие показателей нормативному требованию;
Анализ показателей микроклимата
 – показатели температурные, скорости движения воздуха, запыленности.
Анализ освещенности рабочей зоны
 – типы ламп, их количество, соответствие нормативному требованию освещенности;
 – при расчете освещения указать схему размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету.
Анализ электробезопасности
 – наличие электроисточников, характер их опасности;
 – установление класса электроопасности помещения, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления.
 – при расчете заземления указать схему размещения заземлителя согласно проведенному расчету.
Анализ пожарной безопасности
 – присутствие горючих материалов, тем самым, присутствие повышенной степени пожароопасности.
 – категории пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение.
 – разработать схему эвакуации при пожаре.

Для всех случаев вредных и опасных факторов на рабочем месте указать ПДУ, ПДД, допустимые диапазоны существования, в случае превышения этих значений:
 – перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты;
 – привести классы электроопасности помещений, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления,
 – категорию пожароопасности помещения,
 – марки огнетушителей, их назначение.
 При отклонении показателя предложить мероприятия.

2. Экологическая безопасность:
 – защита селитебной зоны
 – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);

Наличие отходов (металлическая стружка, абразивная пыль, черновики бумаги, отработанные картриджи принтера, обрезки электромонтажных проводов) потребовали разработки методов (способов) утилизации перечисленных отходов.

– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Наличие радиоактивных отходов также требует разработки их утилизации.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Рассматриваются 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой; 2) техногенная – исключить несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (большая вероятность проведения диверсии). Предусмотреть мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Приведены: – перечень НТД, используемых в данном разделе, – схема эвакуации при пожаре, – схема размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
26.02.2022 г.	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор (ООД,ШБИП)	Сечин Александр Иванович	д.т.н.		26.02.2022 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Хуан Вэйхан		26.02.2022 г.

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

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения

Таблица 4.1 -Вредные и опасные факторы

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

4.2.1 Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 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

Таблица 4.2 – Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

4.2.2 Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе на станках, наибольший вред приносят: пылевыведение, сопровождающиеся процессы

абразивной обработки металлов (зачистка, полирование, шлифование и др.), а также при работе с СОЖ.

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

В целях обеспечения безопасности работников на рабочих местах применяют СИЗ: защитные перчатки, очки, спец. одежда, респиратор.

4.2.3. Производственный шум

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или

отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает

нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ:

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

4.2.4 Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки не должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 15\text{ м}$, ширина $B = 6\text{ м}$, высота $= 3,5\text{ м}$. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0\text{ м}$. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения: $S = A \times B = 15 \times 6 = 90\text{ м}^2$,

где A – длина, м; B – ширина, м.

Коэффициент отражения покрашенных светло-зеленых стен с

окнами, без штор $\rho_c=40\%$, свежепобеленного потолка $\rho_p=70\%$.

Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z=1,2$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z=1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛТБ-40, световой поток которой равен $\Phi_{\text{лд}} = 3000 \text{ Лм}$.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР – 2-40.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 40Вт каждая, длина светильника равна 1200мм, ширина – 260мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda=1,2$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5\text{м}$.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p, \text{ где } h_n - \text{высота светильника над полом, высота подвеса,} \\ h_p - \text{высота рабочей поверхности над полом.}$$

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5 \text{ м}$.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{8}{2,4} = 3,3 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{10}{2,4} = 4,16 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 4 = 12$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$I = \frac{L}{3} = \frac{2,4}{3} = 0,8 \text{ м}$$

Размещаем светильники в два ряда.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{10 \times 8}{2,0 \times (9 + 7)} = 1,97$$

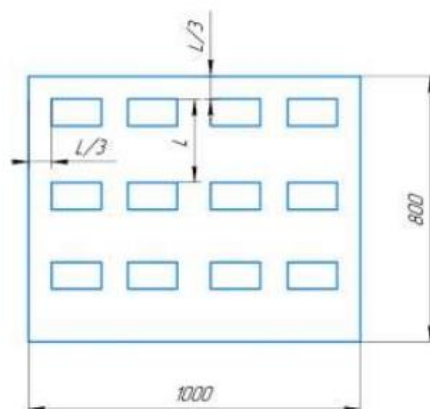


Рисунок 4.1 План размещения светильников

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \times 10 \times 8 \times 1,2 \times 1,1}{12 \times 0,65} = 4061 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% \leq 20\%$$

$$\frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2457,45}{2457,45} \cdot 100\% = -6,1\%$$

Таким образом: $-10\% \leq -6,1\% \leq 20\%$, необходимый световой поток.

4.2.5 Электробезопасность

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.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

4.2.6 Пожарная безопасность

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , V_n , G_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
- е) курение в строго отведенном месте;

ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

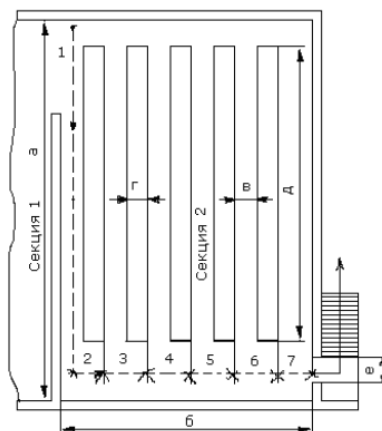
Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

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

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации,



порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом.

Рис. 4.2. Схема помещения

4.3. Экологическая безопасность:

Защита атмосферы

Для защиты от загрязнения атмосферного воздуха на экологическое время применение следующих мер защиты:

- экологизацию технологических процессов;
- очистки газа от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;
- Приборы санитарно-план строительства защита зоны и т. д.

Очистка газов от вредных примесей. Нынешний технический уровень не позволил добиться всеобъемлющего предупреждению преступности вредных примесей в атмосфере и выбросов газа. В широко различных способ

заключается в использовании очистки отработавших газов, аэрозолей (пыли) и токсичных газов и загрязняющих веществ (NO, NO₂, SO₂, SO₃ и др.).

Устройства санитарно-защитных зон и деятельность по планированию строительства.

Архитектурно-планировочные мероприятия включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами и т. д.

Защита гидросферы

Защита поверхностных вод от засорения, загрязнения и истощения.

Для предотвращения от засорения принимать меры по устранению в водах и реки строительного мусора, твердых отходов, где разработка грунта и других объектов, могут негативно влиять на качество воды, условия обитания рыб и др.

4.4.Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Природная – сильные морозы зимой;

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют. Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия. Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких

температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные газовые обогреватели с катализаторами. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. В случае обрыва линий электропередач должны быть предусмотрены электрогенераторы, которые и будем использовать для электрообогревателей и другого вида оборудования. Нужно иметь запасы воды для сотрудников и для технических нужд. Заключить договоры с транспортными компаниями, что переложит ответственность в случае ЧС на них. Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности. Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

**Техногенная – исключить несанкционированное проникновение
посторонних на рабочее место**

Производство находится в городе Томске. В этом случае неработающим легко войти в мастерскую и помешать работе. В то же время, эта ситуация также делает людей легко пойманными в неожиданных травмах. В ответ на эту ситуацию предприятия должны быть оснащены системой контроля доступа у двери, персонал должен использовать карту доступа для входа и выхода и камеру у двери, чтобы не допустить насильственного проникновения на завод.

Выводы

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. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.—М.: ООИД «Альянс», 2015.—256с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. —Томск: Изд. ТПУ, 2006. -100 с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М. Дальского и А.Г. Суслова. Пятое издание, исправленное. 2003. -943 с, илл.
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2/ под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. И доп. — М.: Машиностроение. 1986. 656 с., илл
5. Ансеров М. А., Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции – Л.: «МАШГИЗ», 1960, 63
6. Обработка металлов резанием: Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др.; Под общ. Ред. А.А.Панова. - Машиностроение, 1988. - 736 с.: ил. -450-7 5-217-00032-5.
7. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2003 г.
8. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Функционально-стоимостный анализ. Экскурс в историю. "Методы менеджмента качества" №7 2002 г.
9. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие / Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. - М.: Энергия, 1980. - 175 с.

10. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006. – 399 с.
11. Сущность методики FAST в области ФСА [Электронный ресурс]
<http://humeur.ru/page/sushhnost-metodiki-fast-v-oblasti-fsa>.
12. Аникеева О.П. Управление социальной ответственностью// В мире научных открытий. Красноярск: Научно-инновационный центр. – 2018, № 3 (15). — С. 180-184.
13. Плетнева, Н.П. Социальная ответственность организаций / Методы менеджмента качества. 2019. № 2. С. 39-41.
14. Тимофеева В.И. Социальная ответственность как элемент экономической деятельности организации / Вестник Тюменского государственного университета. — 2019, №7. — С. 167-169.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

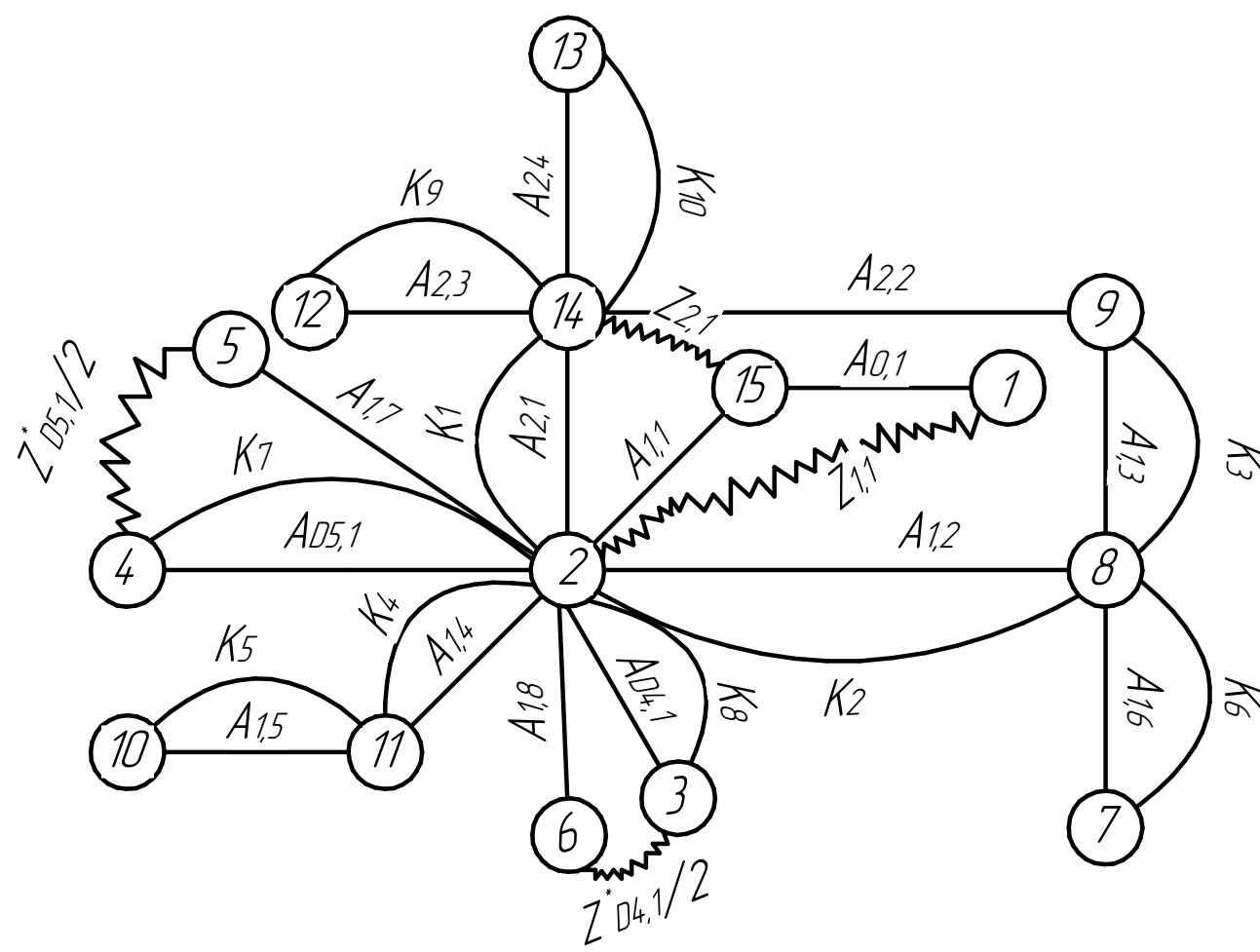
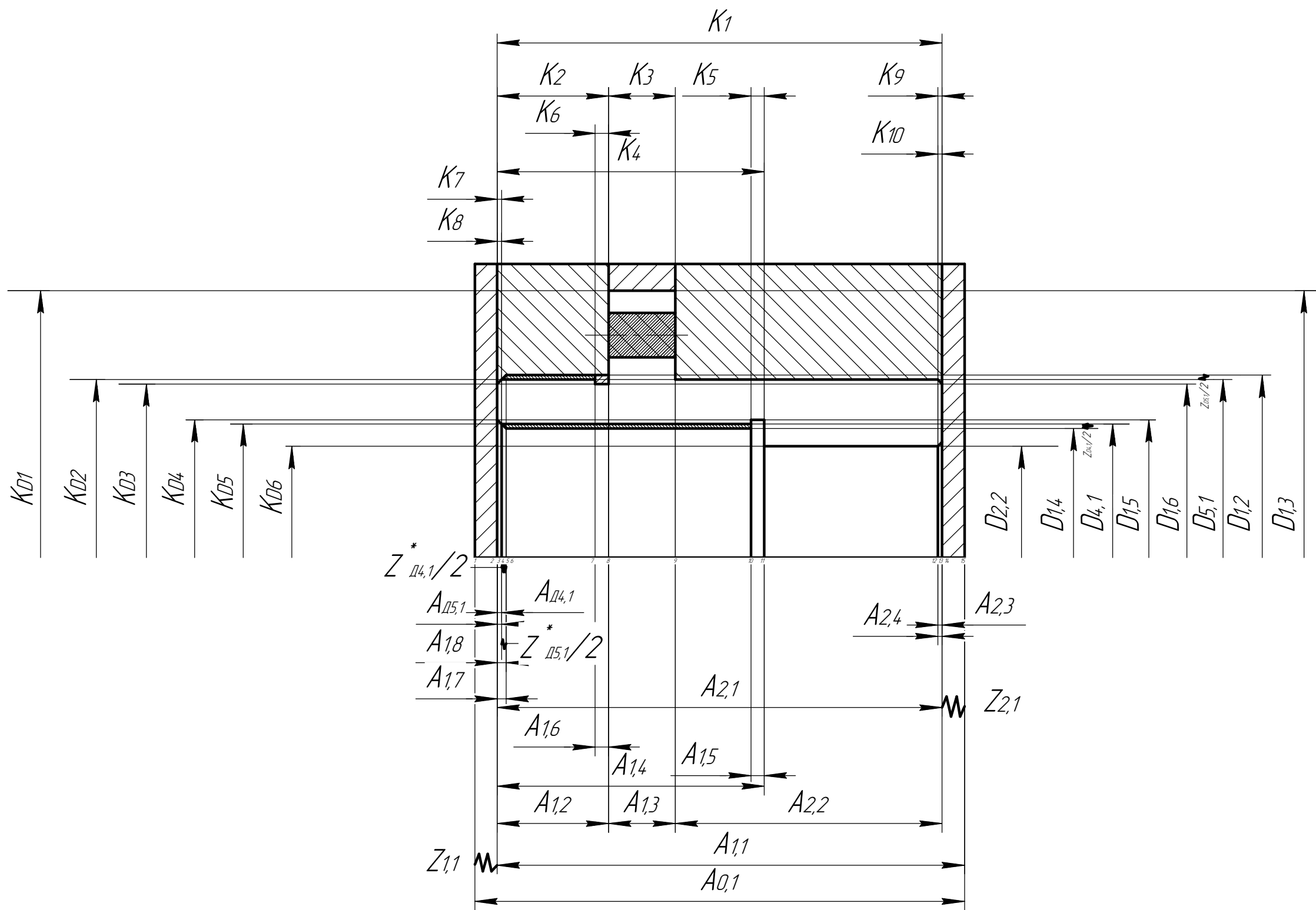
Чертёж детали

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

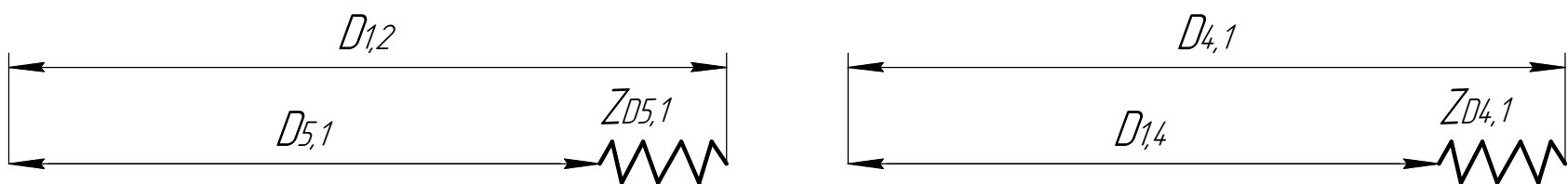
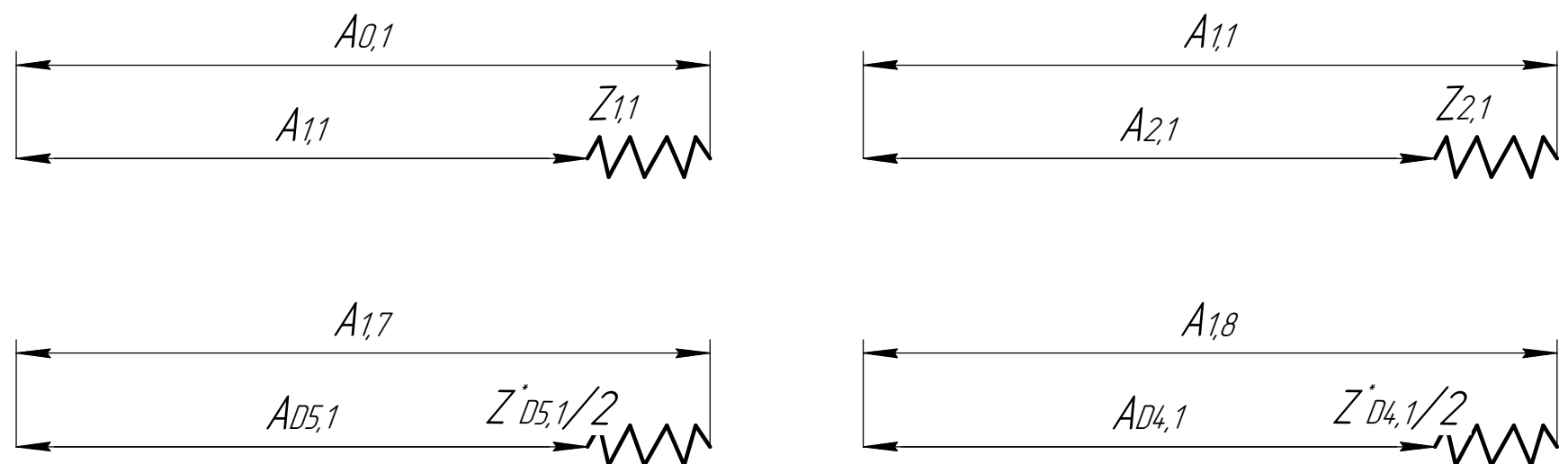
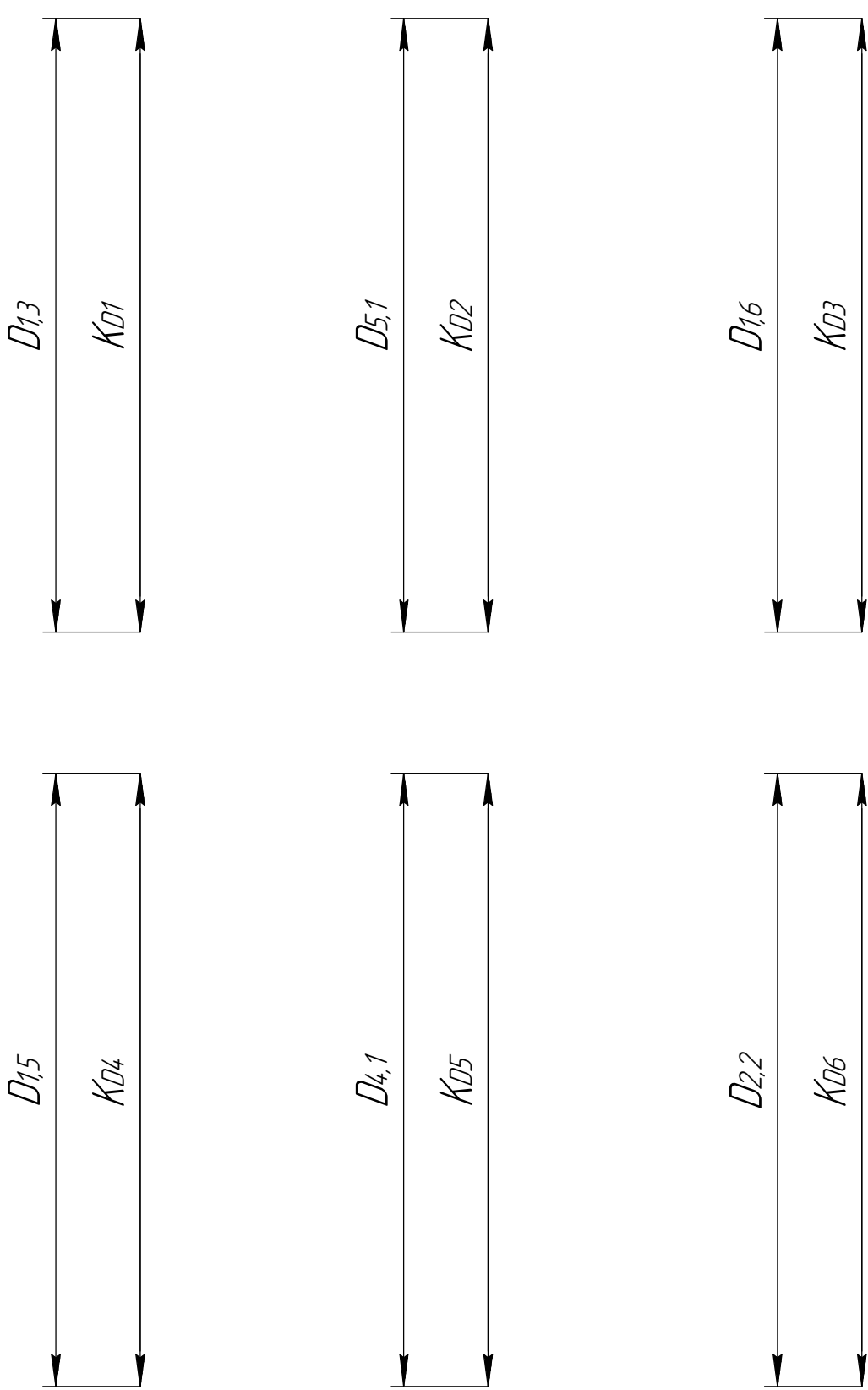
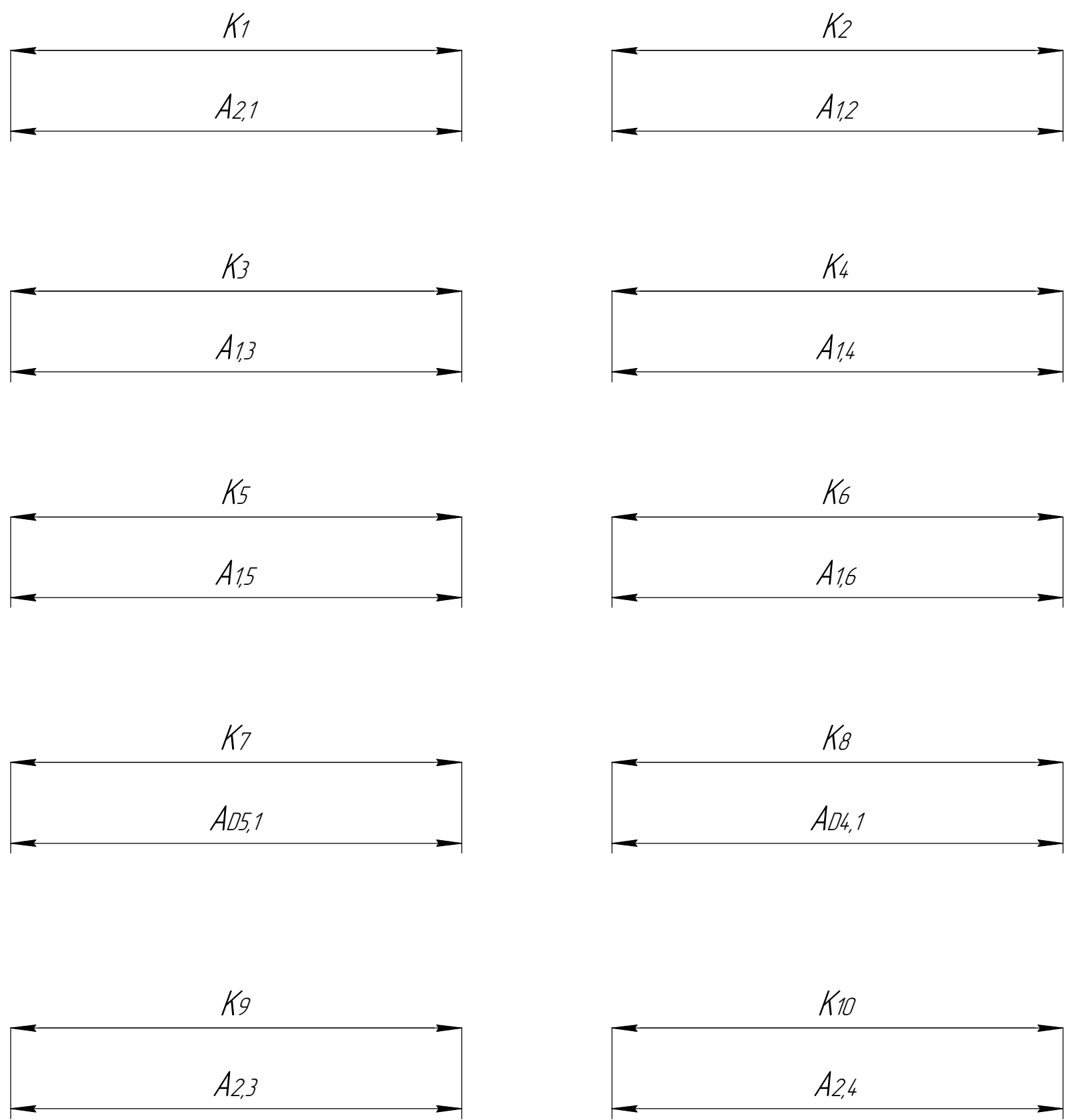
Размерный анализ

Размерная схема

Граф технологических
размерных цепей



Размерные цепи



				ИШНПТ-154А0011.00.00.02					
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Размерный анализ			Лист	Масса	Масштаб
									1:1
							Лист	Листов	1
							ТПУ ИШНПТ Группа 154А81		
Разраб.	Хуан Вэйхон								
Пров.	Алферова Е.А.								
Т.контр.									
Н.контр.									
Утв.									

Копировал

Формат А1

ПРИЛОЖЕНИЕ В

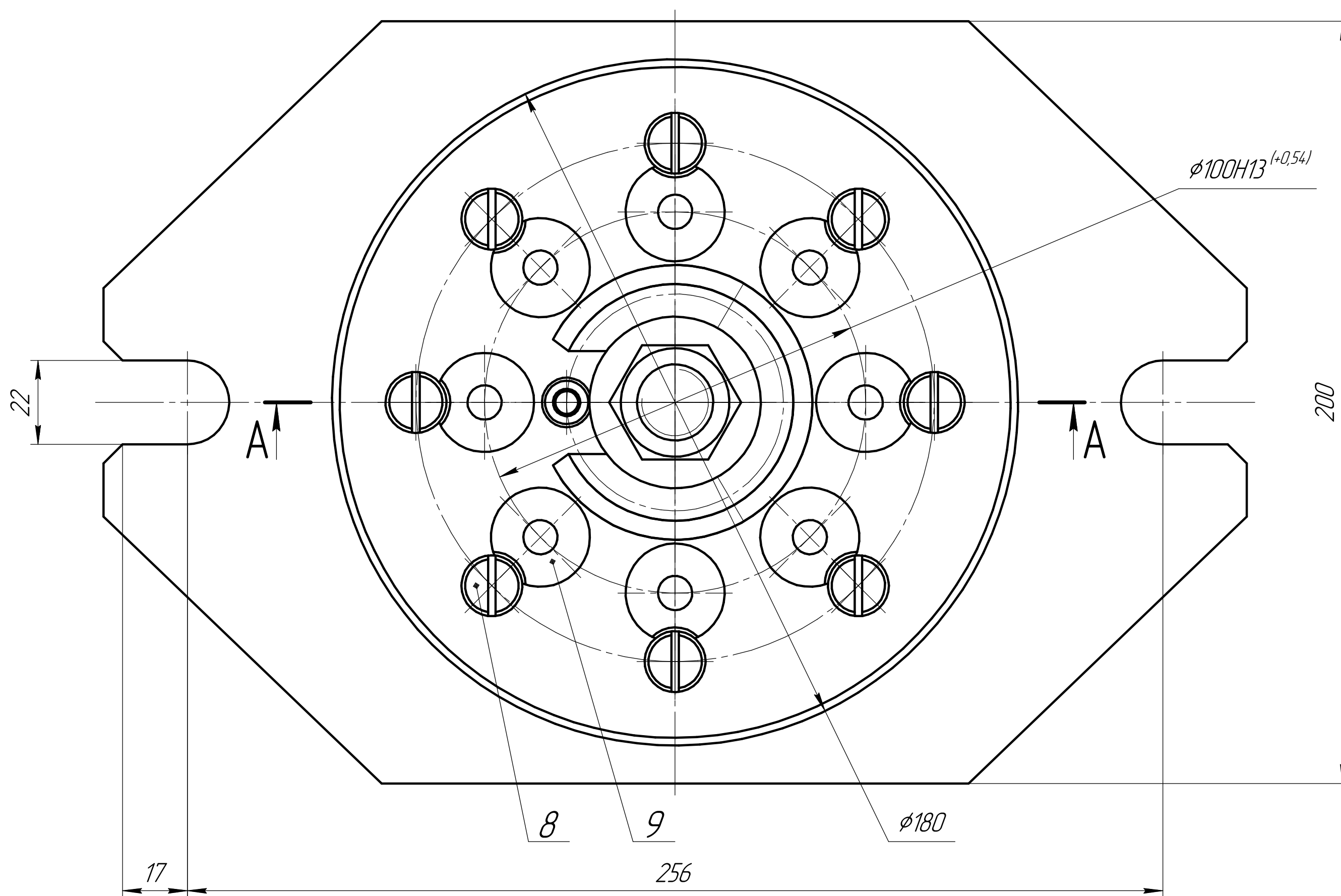
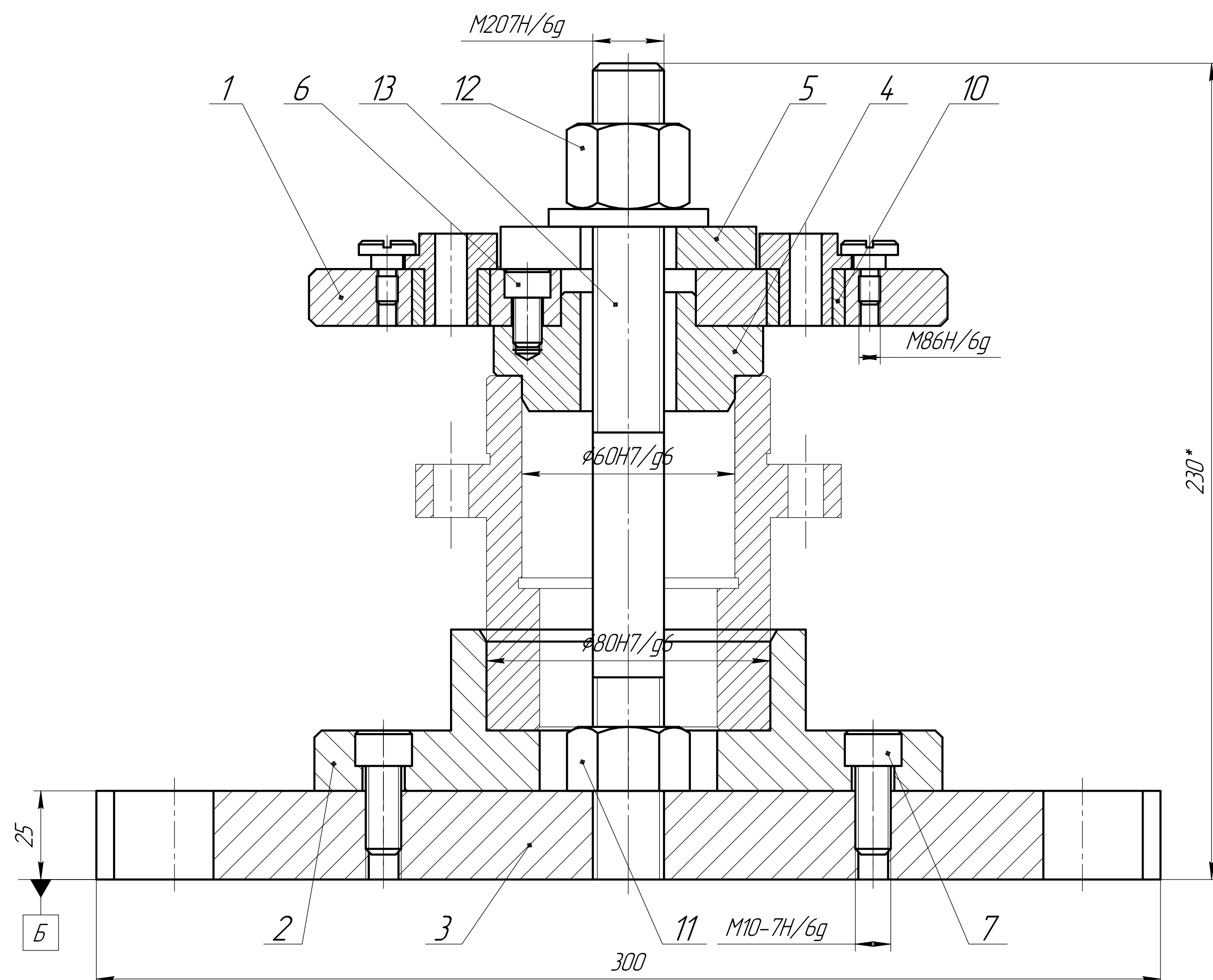
Операционная карта

					ИШНПТ-154А0011.00.00.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		2

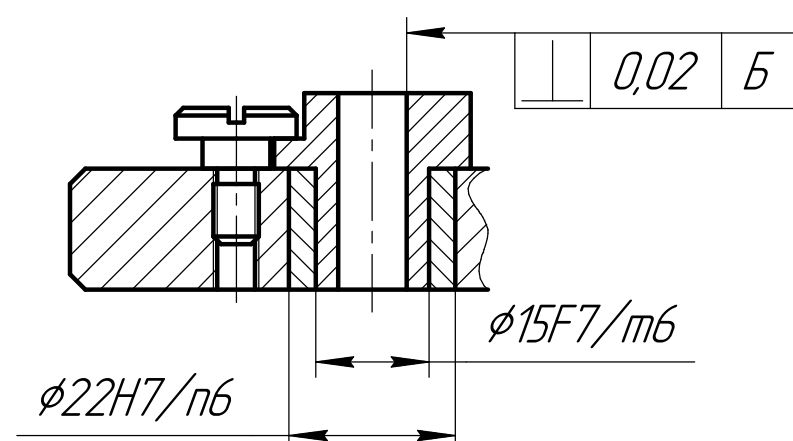
					ИШНПТ-154А0011.00.00.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		3

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Специальное приспособление



A-A



Технические характеристики:
1.Способ установки детали на приспособление-ручной
2.Усилие зажима $Q=2236\text{ Н}$

Технические требования:
 1. Приспособление сверлильное предназначено для установки на столе радиально-сверлильного станка 2К522
 2. Контроль точности приспособления производить через каждые четыре месяца
 3. *Размеры для справок

						ИШНПТ-154А001100.00.04 СБ				
Изм./лист	№ докум.		Подп.	Дата	Специальное приспособление			Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Хуан Вэйхуан									1:1
Проб.	Алферова Е.А.									
Т.контр.								Лист	Листов	1
Н.контр.								ТПУ ИШНПТ		
Утв.								Группа 154А81		

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Документация			
		A1			ИШНПТ-154А0011.00.00.04 СБ	Сборочный чертёж			
						Детали			
				1	ИШНПТ-154А0011.001	Плита кондукторная	1		
				2	ИШНПТ-154А0011.002	Планшайба	1		
				3	ИШНПТ-154А0011.003	Плита	1		
				4	ИШНПТ-154А0011.004	Оправка	1		
				5	ИШНПТ-154А0011.005	Шайба	1		
						Стандартные изделия			
						Винты ГОСТ 11738-84			
				6		М8-6gx14.58	3		
				7		М10-6gx25.58	4		
				8		Винт М8х18			
						ГОСТ 30086-93	8		
						Втулки кондукторные			
						ГОСТ 30086-93			
				9		10F7х16	8		
				10		Втулка промежуточная 15F7х16			
						ГОСТ 30086-93	8		
				11		Гайка М20.5			
						ГОСТ 5915-70	1		
				12		Гайка М20.5			
						ГОСТ 15523-70	1		
					ИШНПТ-154А0011.00.00.04 СП				
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб.	Хуан Вэйхан						
		Пров.	Алфёрова Е.А.						
		Н.контр.							
		Утв.							
		Специальное Приспособление					Лит.	Лист	Листов
								1	2
							ТПУ ИШНПТ Группа 154А81		

[illegible]