

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа новых производственных технологий

Отделение материаловедения

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали «Ось»

УДК 621.81.002-233.11

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Чжан Пэнфэй		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Учёная степень, знание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Юрий Борисович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Технологическая и конструкторская часть»

Должность	ФИО	Учёная степень, знание	Подпись	Дата
Ассистент	Бознак Алексей Олегович	к.т.н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Учёная степень, знание	Подпись	Дата
Доцент	Скаковская Наталия Вячеславовна	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Учёная степень, знание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Скачкова Лариса Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Учёная степень, знание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н.		

Томск – 2019г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Общекультурные компетенции	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительномонтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительного-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях.
P7	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P8	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей.

P9	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтновосстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Умение проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P11	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства.
P12	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектноконструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования.
P13	Готовность составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы и оборудование), выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.
P15	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа новых производственных технологий.

Отделение материаловедения.

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение.

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**Задание
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
158Л151	Чжан Пэнфэй

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Ось»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Техническое задание:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу. особые требования к особенностям функционирования(эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Чертеж детали, годовая программа выпуска.
---	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, анализ конструкции детали на технологичность, выбор исходной заготовки, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и норм времени, конструирование специального приспособления для операции фрезерования.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей).	Чертеж детали (1 лист формата А1), размерный анализ (2 лист формата А3), спроектированный ТП (3 листа формата А2), сконструированное специальное приспособление (1 лист формата А1).
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Бознак Алексей Олегович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Наталия Вячеславовна
Социальная ответственность	Скачкова Лариса Александровна
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Юрий Борисович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Чжан Пэнфэй		

Реферат

Дипломная работа содержит 123 страниц, 101 рисунок, 20 таблиц, 4 источников.

Объектом исследования является технология изготовления детали «Ось».

Цель дипломной работы: разработка технологии изготовления детали «Ось».

В процессе разработки проводились: построение размерных схем, определение припусков, расчёт режимов резания, расчёт норм времени, конструирование оснастки, анализ полученных результатов.

В результате работы были определены припуски, подобраны режимы резания и назначены нормы времени, а также сконструирована оснастка для закрепления оси.

Область применения: технологический процесс изготовления детали типа «ось» будет представлять интерес перед производственными компаниями.

Экономическая эффективность/значимость работы: подобран оптимальный вариант для изготовления данной детали.

Ключевые слова: расчёт, технология, Ось, разработка, изготовление, деталь.

Abstract

Thesis contains 123 pages, 101 drawings, 20 tables, 4 sources.

The object of study is the technology of manufacturing parts «Axis».

The aim of the thesis: the development of manufacturing technology parts «Axis».

In the development process were carried out: the construction of dimensional schemes, the definition of allowances, the calculation of cutting conditions, the calculation of the norms of time, tooling design, analysis of the results.

As a result of the work, allowances were determined, cutting conditions and assigned time standard, and also designed tooling for fixing the axis.

Scope: technological process of manufacturing parts of the type "axis" will be of interest to manufacturing companies.

Cost-effectiveness / significance of the work: the best option was chosen for the manufacture of this part.

Keywords: calculation, technology, axis, development, manufacturing, detail.

Нормативные ссылки

- 1.ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-II-200-0,1.
(https://www.microntools.ru/i/shtangentsirkul_shts_2__200_01_gub60mm_chiz/)
- 2.ГОСТ 7470-92 Глубиномер микрометр. ГМ-100 0,01.
(https://tdkalibr.ru/online_in/45680.html)
- 3.ГОСТ 5507-90 Микрометр гладкий МК-25-50 0.01.
(https://www.microntools.ru/i/mikrometr_mk_50_001_mik/)
- 4.ГОСТ 5507-90 Микрометр гладкий МК-25 0.01.
(https://www.microntools.ru/i/mikrometr_mk__25_001_mik_pro_kl2_pov/)
- 5.HOLEX 417904 42A Универсальный штангенциркуль для фасок.
(https://www.microntools.ru/i/shtangentsirkul_dlya_izmereniya_fasok_01mm_holex_417904)
- 6.ГОСТ 8074-82 Микроскоп БМИ и Микрометр рычажный МР-25 0,001.
(https://www.microntools.ru/i/mikrometr_rychazhnyy_mr_25_0001_izmeron/)

Определения, обозначения, сокращения

Ось – деталь машины или механизма, предназначенная для поддержания вращающихся частей и не участвующая в передаче вращающего или крутящего момента.Ось может быть подвижной или неподвижной.

Номинальный размер - A Диаметрические размеры - D

Допуск размер - TD Вспомогательное время - t_v

Основное время - t_0

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	13
ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ.....	14
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	15
1.1. Определение типа производства.....	15
1.2. Выбор исходной заготовки.....	17
1.3. Разработка технологического маршрута изготовления оси.....	17
1.4. Размерный анализ технологического процесса.....	24
1.4.1.Осевые размеры.....	24
1.4.2.Размерная цепь для осевых размеров.....	25
1.4.3. Радиальные размеры.....	26
1.5. Назначение допусков на осевые технологические размеры.....	27
1.6.Назначение допусков на диаметрические технологические размеры.....	28
1.7.Расчёт минимальных припусков на осевые технологические размеры.....	28
1.8.Расчёт минимальных припусков на диаметрические технологические размеры.....	29
1.9. Проверка допусков составляющих размеров.....	29
2. Расчёт технологических размеров в осевом направлении.....	35
2.1. Расчёт ведется методом среднего значения поля допуска....	35

3. Расчёт технологических размеров в диаметрическом направлении	41
3.1. Расчёт ведется методом среднего значения поля допуска....	41
4. Выбор средств технологического оснащения.....	45
4.1. Для ленточно-отрезной операций выбираем ленточнопильный станок Jet HVBS-56M 414458M.....	45
4.2. Потом выбираем токарный станок с ЧПУ СТ 16A25.....	45
4.3. Фрезерный станок с ЧПУ Clever C900.....	47
4.4. Токарно-винторезный станок 16BT20П-21.....	47
4.5. Круглошлифовальный станок с ЧПУ ЛШ120СФ3.....	49
5. Расчёт режимов резания.....	50
5.1. Расчёт режимов резания для ленточно-отрезной операции.	50
5.2. Расчёт режимов резания при подрезке торца.....	51
5.3. Расчёт режимов резания при сверлении (центрального отверстия).....	52
5.4. Расчёт режимов резания при точении.....	53
5.5. Расчёт режимов резания при рассверлевании.....	54
5.6. Расчёт режимов резания при фрезеровании пазов.....	55
5.7. Расчёт режимов резания при резьбонарезании.....	56
5.8. Расчёт режимов резания при шлифовании.....	56
6. Расчёт норм времени технологического процесса.....	57
6.1. Краткие теоретические сведения:.....	57
6.2. Расчёт норм времени для операции 1(Ленточно-отрезная)..	59

6.3 . Расчёт норм времени для операции 2.1(отрезание торца)...	60
6.4 . Расчёт норм времени для операции 2.2(сверление).....	61
6.5 . Расчёт норм времени для операции 2.3(точение).....	62
6.6 . Расчёт норм времени для операции 2.4(точение).....	63
6.7. Расчёт норм времени для операции 2.5(точение).....	64
6.8. Расчёт норм времени для операции 2.6(точение).....	65
6.9. Расчёт норм времени для операции 3.1(отрезание торца)....	66
7.1.Расчёт норм времени для операции 3.2(предварительное сверление).....	67
7.2. Расчёт норм времени для операции 3.3.1(рассверливание)..	68
7.3. Расчёт норм времени для операции 3,3,2(точение).....	69
7.4 . Расчёт норм времени для операции 3,4(точение).....	70
7.5 . Расчёт норм времени для операции 3,5(точение).....	71
8.3. Расчёт норм времени для операции 7,2(шлифование).....	78
8.4. Расчёт норм времени для операции 7,3(шлифование)	79
8.5. Расчёт норм времени для операции 7,4(шлифование)	80
КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	81
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	81
Список используемых литературей.....	121
Приложения.....	122
1.Приложенные формулы для норм времени по обрабатываемой поверхности.....	122

2.Приложения по стандартным центровым отверстиям	
размерам(ГОСТ14034-74).....	123

ВВЕДЕНИЕ

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

Целью дипломной работы является разработка технологического процесса изготовления детали типа «Ось». Это позволит получить навыки разработки технологии изготовления детали и освоить теоретические знания по дисциплине «Технология машиностроения». Также необходимо разработать высокопроизводительную, удобную и экономическую в использовании технологическую оснастку для закрепления детали.

Технологический процесс разрабатывается для единичного производства.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Спроектировать технологический процесс изготовления оси. Чертёж детали представлен на рисунке а. Годовая программа выпуска: 5000 шт.

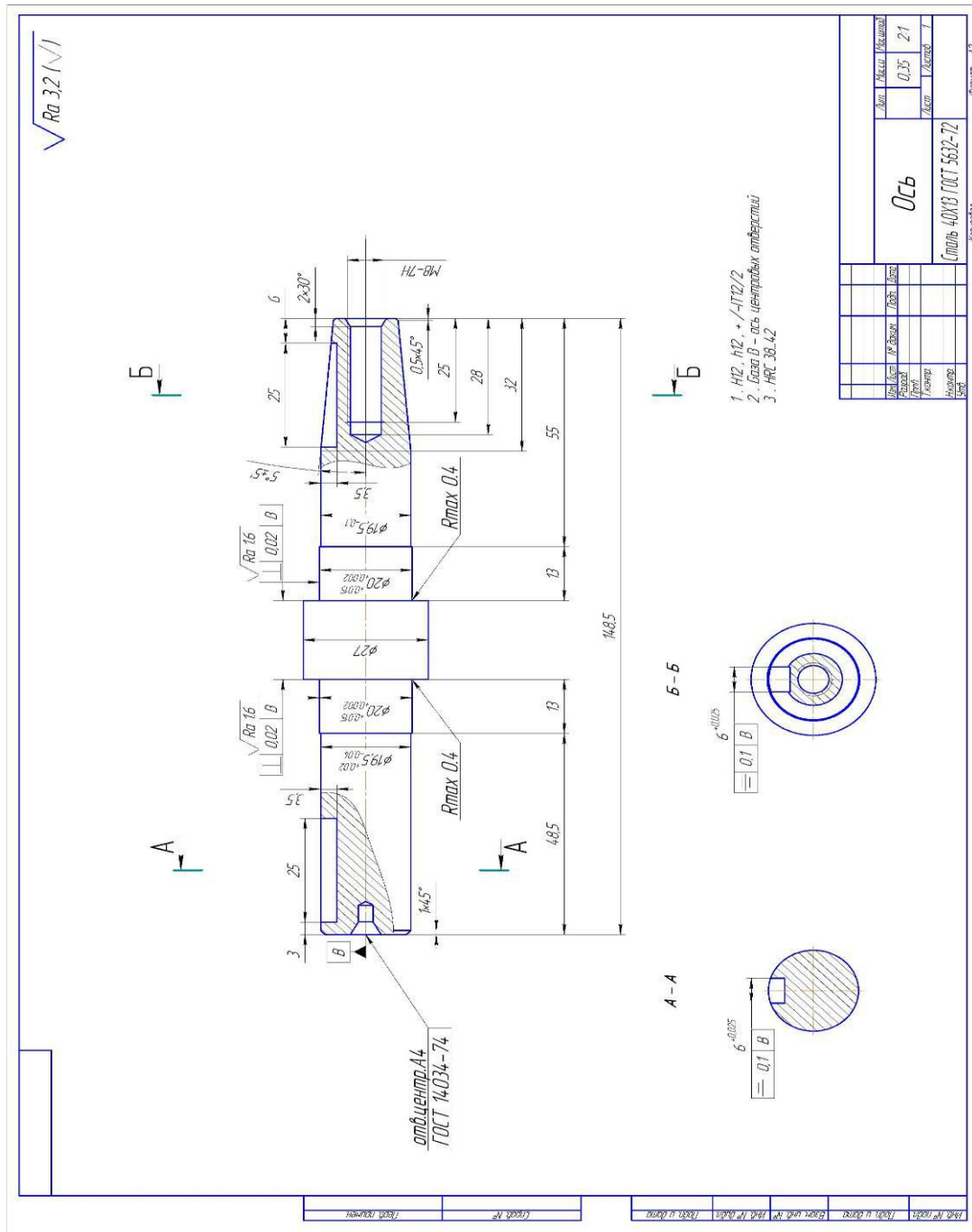


Рисунок 1. Техническое задание

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций , который находим по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{T_{шк.ср}}$$

Где:

t_B - такт выпуска детали, мин;

$T_{шк.ср}$ - среднее штучное время, мин;

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_B = \frac{F_D \times 60}{N}$$

Где:

F_D - действительный годовой фонд времени работы оборудования, час/см (в две смены $F_D = 4140(ч / см)$).

N - годовая программа выпуска деталей. ($N = 5000(шт)$).

$$\text{То, } t_B = \frac{4140 \times 60}{5000} = 49.7(мин / шт).$$

Определяем среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса ($T_{шк.ср}$) по форме:

$$T_{шк.ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шк.i}}{n}$$

Где :

$T_{шк.i}$ - штучно-калькуляционное время i -ой основной операции, мин;

n - количество основных операций ($n = 7$);

$$T_{шк.1} = 0.00017dl = 0.00017 \times 30.22 \times 154.14 = 0.792(\text{мин}).$$

$$T_{шк.2.1} = 0.000052(D^2 - d^2) = 0.000052(30.22^2 - 0) = 0.048(\text{мин}).$$

$$T_{шк.2.2} = 0.00052dl = 0.00052 \times 4 \times 5.27 = 0.011(\text{мин}).$$

$$T_{шк.2.3} = 0.00010dl = 0.00010 \times 27 \times 88 = 0.238(\text{мин}).$$

$$T_{шк.2.4} = 0.00017dl = 0.00017 \times 22.549 \times 61.5 = 0.236(\text{мин}).$$

$$T_{шк.2.5} = 0.00017dl = 0.00017 \times 22.056 \times 48.5 = 0.182(\text{мин}).$$

$$T_{шк.2.6} = 0.00010dl = 0.00010 \times 2 \times 1 = 0.0002(\text{мин}).$$

$$T_{шк.3.1} = 0.000052(D^2 - d^2) = 0.000052(30.22^2 - 0) = 0.048(\text{мин}).$$

$$T_{шк.3.2} = 0.00052dl = 0.00052 \times 4 \times 10 = 0.021(\text{мин}).$$

$$T_{шк.3.3.1} = 0.00031dl = 0.00031 \times 6.7 \times 28 = 0.058(\text{мин}).$$

$$T_{шк.3.3.2} = 0.00010dl = 0.00010 \times 2.3 \times 2 = 0.0005(\text{мин}).$$

$$T_{шк.3.4} = 0.00017dl = 0.00017 \times 22.549 \times 68 = 0.261(\text{мин}).$$

$$T_{шк.3.5} = 0.00017dl = 0.00017 \times 55 \times 19.5 = 0.182(\text{мин}).$$

$$T_{шк.3.6} = 0.00017dl = 0.00017 \times 5.5 \times 32 = 0.030(\text{мин}).$$

$$T_{шк.3.7} = 0.00010 dl = 0.00010 \times 1.19 \times 2 = 0.0002(\text{мин}).$$

$$T_{шк.4.1} = 0.007l = 0.007 \times 25 = 0.175(\text{мин}).$$

$$T_{шк.4.2} = 0.007l = 0.007 \times 25 = 0.175(\text{мин}).$$

$$T_{шк.5.1} = \varphi_R T_0 = 0.0004dl \times 25 = 0.0004 \times 8 \times 25 \times 2.14 = 0.171(\text{мин}).$$

$$T_{шк7.1} = 0.00015dl = 0.00015 \times 20 \times 113 = 0.039(\text{мин}).$$

$$T_{шк7.2} = 0.00015dl = 0.00015 \times 5.5 \times 32 = 0.026(\text{мин}).$$

$$T_{шк7.3} = 0.00015dl = 0.00015 \times 20 \times 113 = 0.039(\text{мин}).$$

$$T_{шк7.4} = 0.00015dl = 0.00015 \times 19.5 \times 48.5 = 0.142(\text{мин})$$

$$T_{шк.ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шк.i}}{n} = \frac{2.8749}{7} = 0.412(\text{мин}). \quad K_{3.0} = \frac{t_B}{T_{шк.ср}} = \frac{49.7}{0.412} = 121 > 40$$

Так как , то тип производства единичный.

1.2. Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали сталь 40Х13), химический состав указан на рис 1.1 выбираем в качестве исходной заготовки – прут.

Химический состав стали 40Х13 (ГОСТ 5632-72)

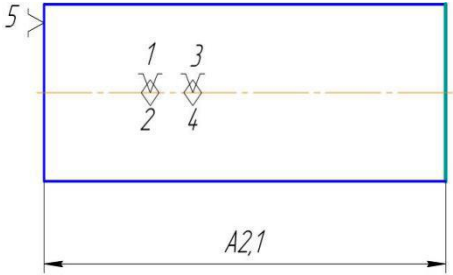
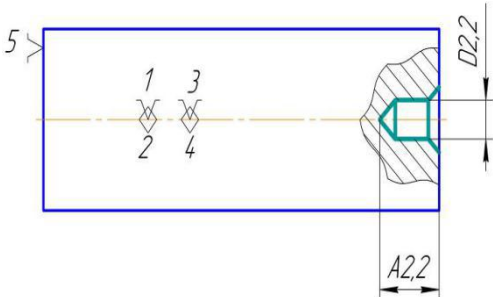
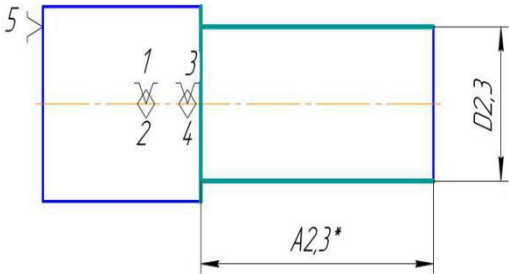
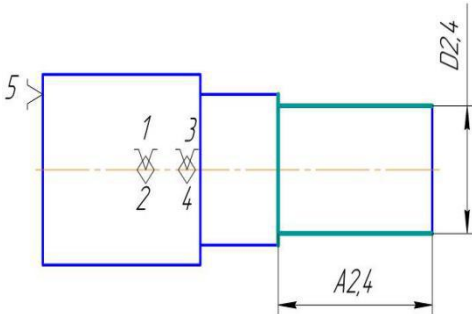
С	Si	Mn	Cr
0.36-0.45	≤ 0,8	≤ 0,8	12.0-14.0

Рисунок 2. Химическое состав стали

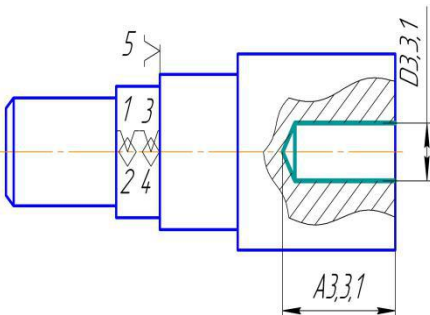
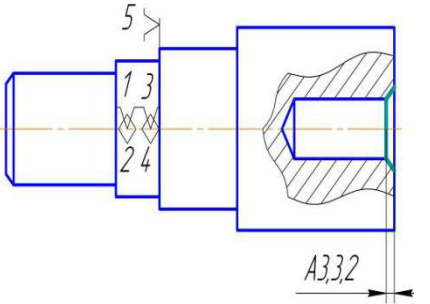
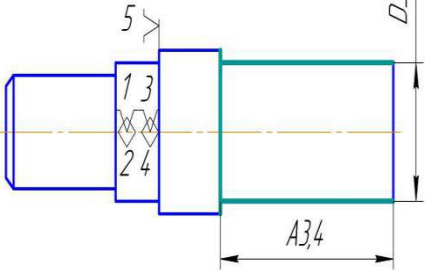
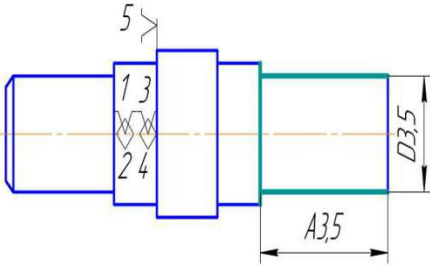
1.3. Разработка технологического маршрута изготовления оси

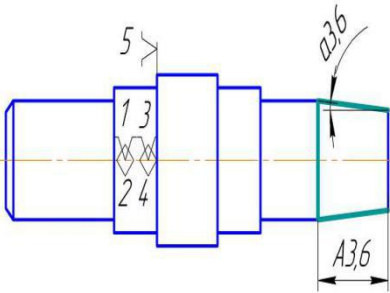
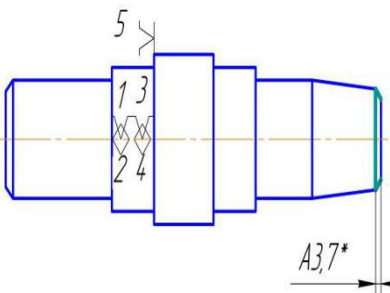
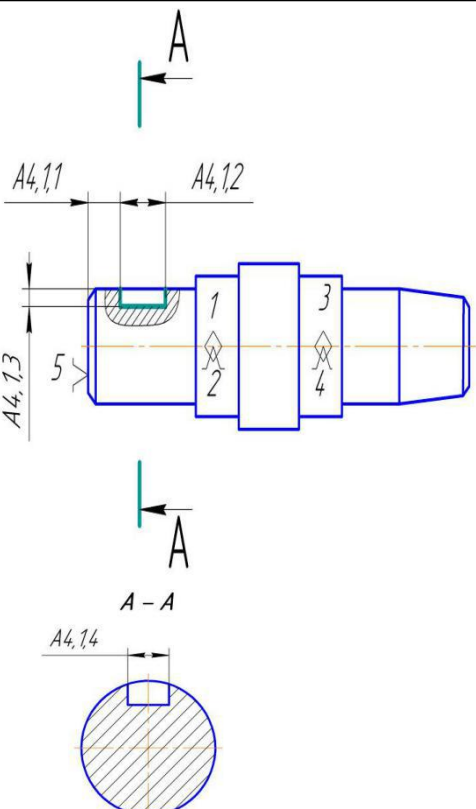
Технологический маршрут изготовления матрицы нижней представлен в таблице 1.

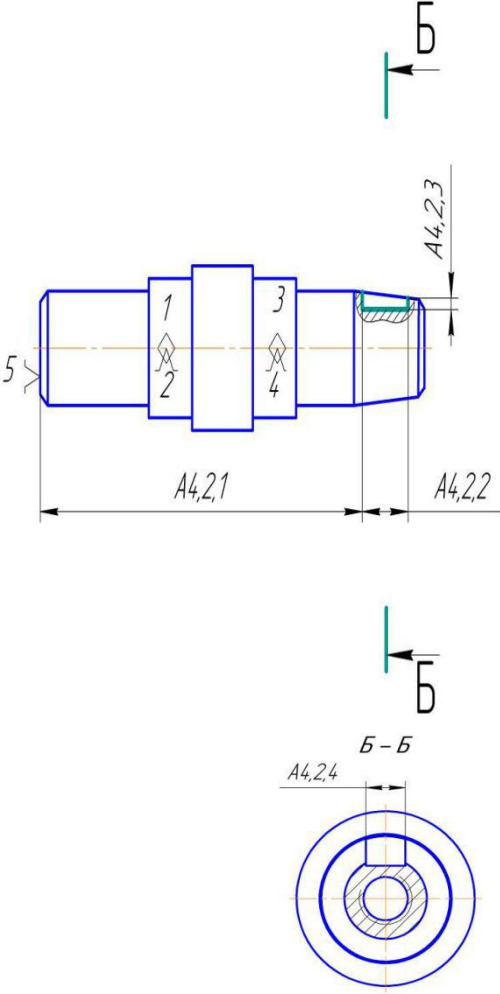
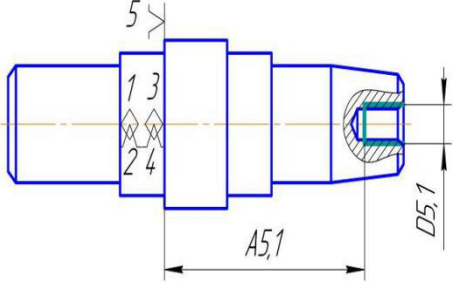
Операция	Установ	Переход	Эскиз
1	А	<u>Ленточно-отрезная</u> Установить и снять заготовку 1.Отрезать заготовку, выдерживая размер А1.1.	

2	А	<u>Токарная с ЧПУ</u> Установить и снять деталь 1.Подрезать торец , выдерживая размер A2.1.	
		2.Сверлить отверстие, выдерживая размеры A2.2 и D2.2.	
		3.Точить поверхность, выдерживая размеры A2.3* и D2.3.	
		4.Точить поверхность , выдерживая размеры A2.4 и D2.4.	

2	А	5.Точить поверхность , выдерживая размеры A2.5 и D2.5.	
		6.Точить фаску , выдерживая размер A2.6.	
3	А	<u>Токарная с ЧПУ</u> Установить и снять деталь 1. Подрезать торец , выдерживая размер A3.1.	
		2. Центрировать торцы и сверлить отверстие, выдерживая размер A3.2* и D3.2*.	

3	А	3.1 Сверлить отверстие, выдерживая размеры А3.3.1 и D3.3.1.	
		3.2 Точить фаски, выдерживая размер А3.3.2.	
		4. Точить поверхность, выдерживая размеры А3.4 и D3.4.	
		5. Точить поверхность, выдерживая размеры А3.5 и D3.5.	

3	A	6.Точить поверхность , выдерживая размеры A3.6 и a3.6.	
		7.Точить фаску , выдерживая размеры A3.7.	
4	A	<u>Фрезерная с ЧПУ</u> Установить и снять деталь 1.Фрезеровать паз , выдерживая размеры A4.1.1 , A4.1.2 , A4.1.3 , A4.1.4.	

4	A	2.Фрезеровать паз , выдерживая размеры A4.2.1 , A4.2.2, A4.2.3 , A4.2.4.	
5	A	<u>Слесарная</u> Установить и снять деталь 1.Нарезать резьбу , выдерживая размеры A5.1 и D5.1.	
6		<u>Термическая операция</u>	

7	А	<u>Шлифовальная с ЧПУ</u> Установить и снять деталь 1. Шлифовать поверхность, выдерживая размер D7.1.	
		2. Шлифовать поверхность, выдерживая размеры a7.2 и A7.2.	
7	Б	Переустановить и снять деталь 3. Шлифовать поверхность, выдерживая размер D7.3.	
		4. Шлифовать поверхность, выдерживая размер D7.4.	

1.4.Размерный анализ технологического процесса

1.4.1.Осевые размеры

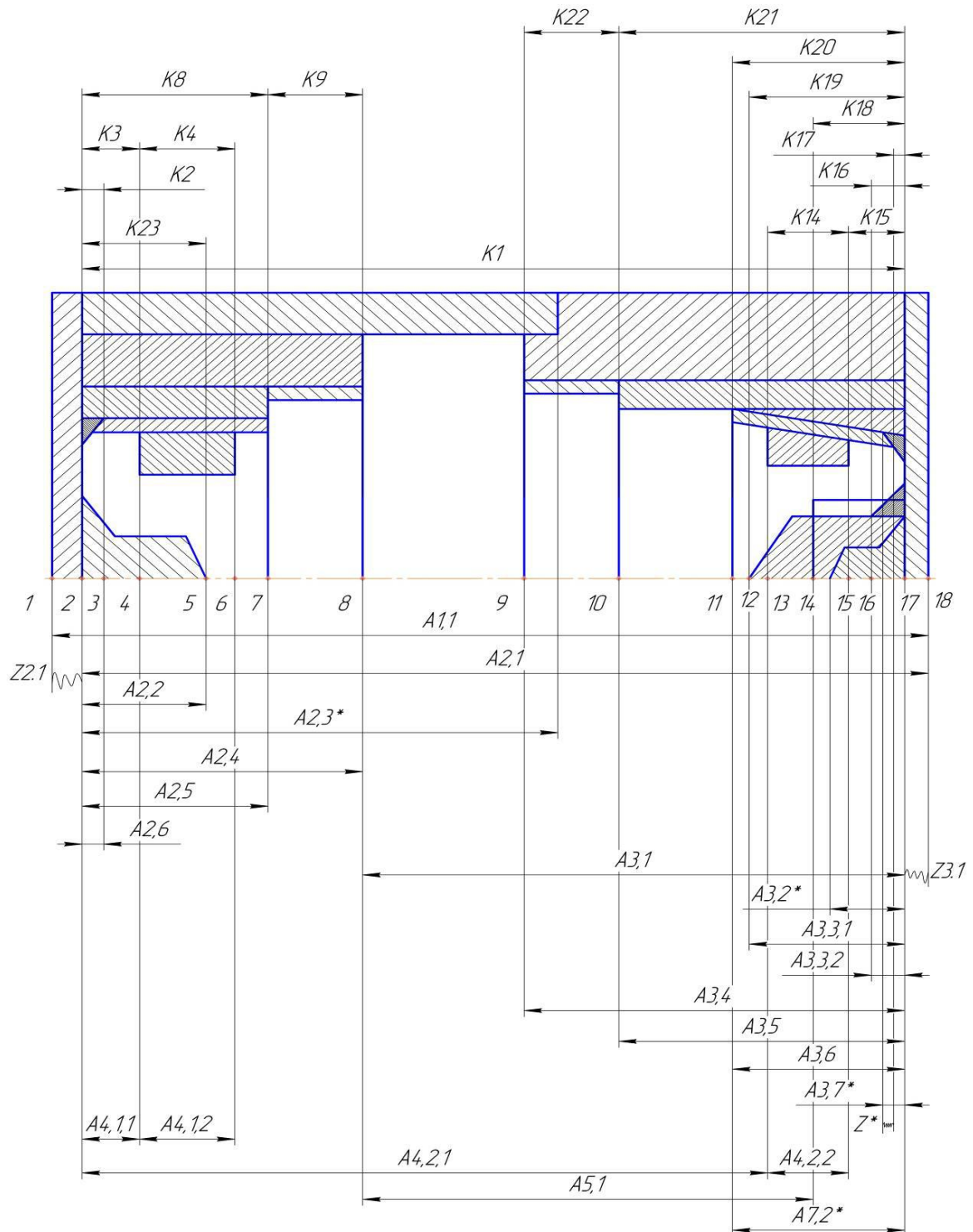


Рисунок 3. Осевая размерная схема

1.4.2.Размерная цепь для осевых размеров

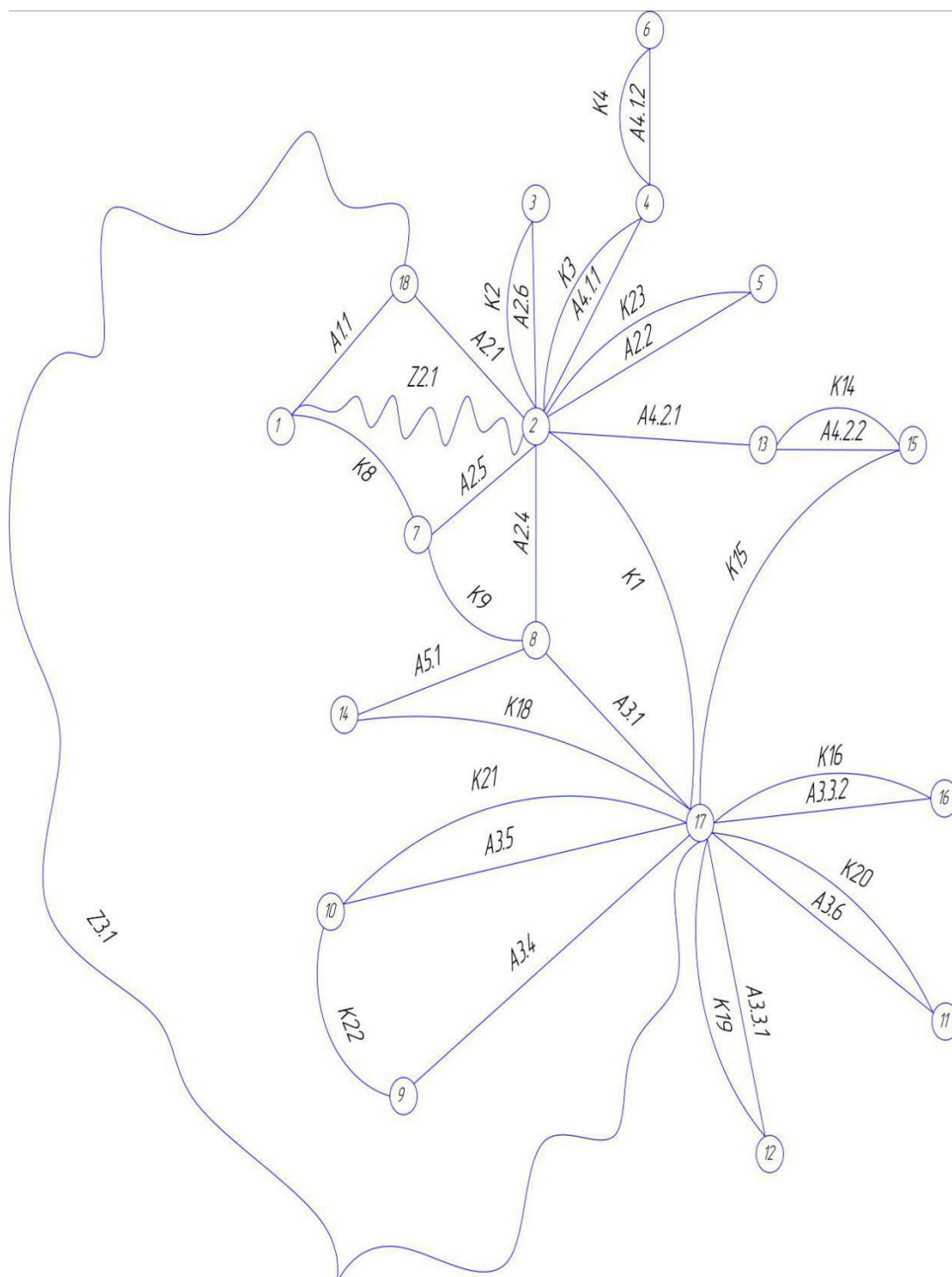


Рисунок 4. Граф размерных цепей

1.4.3. Радиальные размеры

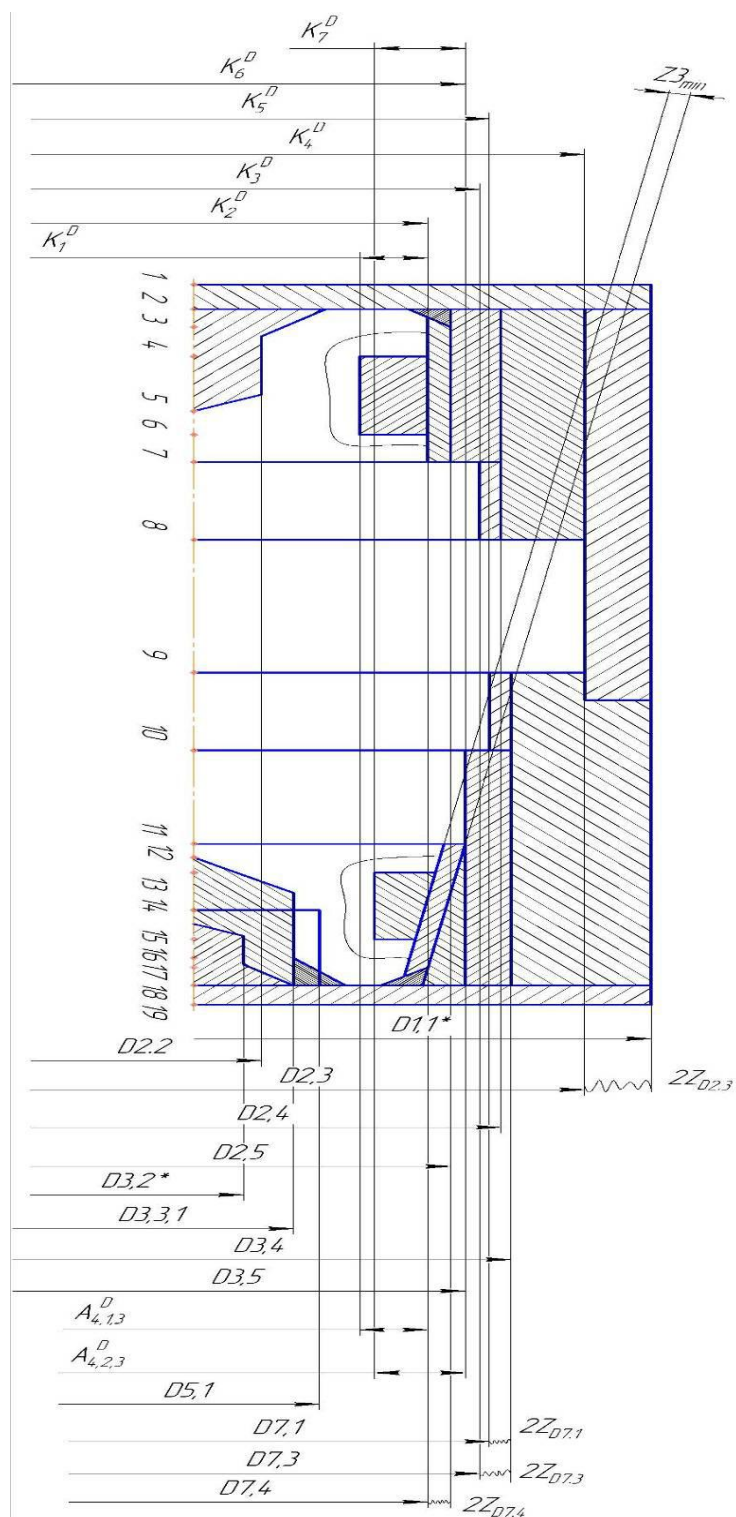


Рисунок 3. Радиальная размерная схема

1.5. Назначение допусков на осевые технологические размеры

Сначала назначаем основное отклонение от формы исходной заготовки:

$$\rho = \frac{\omega_c}{2} = \frac{2,4}{2} = 1,2(\text{ММ}).$$

Назначение допусков на осевые технологические размеры :

$$TA = \omega_c + \rho + \varepsilon_{\delta}$$

Где:

ω_c – средняя статистическая погрешность обработки;

ρ – погрешность формы, полученная на предыдущей операции;

ε_{δ} – погрешность базирования заготовки;

Надо отметить , что для моей работы погрешность формы, полученная на предыдущей операции только существует на второй операции , а погрешности базирования заготовки вообще нет.

То имеются следующие уравнение :

$$TA_{1,1} = \omega_c = 2,4(\text{ММ}).$$

$$TA_{2,1} = \omega_c + \rho = 0,25 + 1,2 = 1,45(\text{ММ}).$$

$$TA_{2,2} = TK_{23} = 0,16(\text{ММ}).$$

$$TA_{2,4} = \omega_c = 0,1(\text{ММ}).$$

$$TA_{2,5} = \omega_c = 0,2(\text{ММ}).$$

$$TA_{2,6} = TK_2 = 0,3(\text{ММ}).$$

$$TA_{3,1} = \omega_c = 0,1(\text{ММ}).$$

$$TA_{3,3,1} = TK_{19} = 0,3(\text{ММ}).$$

$$TA_{3,3,2} = TK_{16} = 0,3(\text{ММ}).$$

$$TA_{3,4} = \omega_c = 0,20(\text{ММ}).$$

$$TA_{3,5} = \omega_c = 0,1(\text{ММ}).$$

$$TA_{3,6} = TK_{20} = 0,3(\text{ММ}).$$

$$TA_{3,7} = \omega_c = 0,20(\text{ММ}).$$

$$TA_{4,1,1} = TK_3 = 0,3(\text{ММ}).$$

$$TA_{4,1,2} = TK_4 = 0,3(\text{ММ}).$$

$$TA_{4,2,1} = \omega_c = 0,05(\text{ММ}).$$

$$TA_{4,2,2} = TK_{14} = 0,05(\text{ММ}).$$

$$TA_{5,1} = \omega_c = 0,20(\text{ММ}).$$

1.6. Назначение допусков на диаметрические технологические размеры

$$TD_{2,2} = \omega_C = 0,16(MM) .$$

$$TD_{2,3} = TK_4^D = 0,3(MM) .$$

$$TD_{2,4} = \omega_C = 0,16(MM) .$$

$$TD_{2,5} = \omega_C = 0,16(MM) .$$

$$TD_{3,3,1} = \omega_C = 0,16(MM) .$$

$$TD_{3,4} = \omega_C = 0,16(MM) .$$

$$TD_{3,5} = TK_6^D = 0,1(MM) .$$

$$TA_{4,1,3}^D = TK_1^D = 0,3(MM) .$$

$$TA_{4,2,3}^D = TK_7^D = 0,3(MM) .$$

$$TD_{5,1} = \omega_C = 0,025(MM) .$$

$$TD_{7,1} = TK_5^D = 0,013(MM) .$$

$$TD_{7,3} = TK_3^D = 0,013(MM) .$$

$$TD_{7,4} = TK_2^D = 0,06(MM) .$$

1.7.Расчёт минимальных припусков на осевые технологические размеры

По формуле $Z_{\min} = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$

Где:

$R_{Z_{i-1}}$ - шероховатость слоя поверхность , полученная на заготовительной операции, ММ.

h_{i-1} - толщина дефектного слоя, ММ.

ρ_{i-1} - кривизна профили, ММ .

ε_i - погрешность закрепления, ММ.

То, получают:

$$Z_{2,1\min} = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i = 0,12 + 0,14 + 1,2 + 0,1 = 1,56(MM) .$$

$$Z_{3,1\min} = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i = 0,1 + 0,08 + 1,2 + 0,1 = 1,48(MM) .$$

$$Z_{\min}^* = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i = 0,008 + 0,02 + 1,2 + 0,1 = 1,328(MM) .$$

1.8.Расчёт минимальных припусков на диаметрические технологические размеры

$$Z_{2.3\min}^D = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i) = 2 \times (0,1 + 0,08 + 1,2 + 0,08) = 2,92(ММ) .$$

$$Z_{7.1\min}^D = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i) = 2 \times (0,008 + 0,02 + 1,2 + 0,08) = 2,616(ММ) .$$

$$Z_{7.3\min}^D = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i) = 2 \times (0,008 + 0,02 + 1,2 + 0,08) = 2,616(ММ) .$$

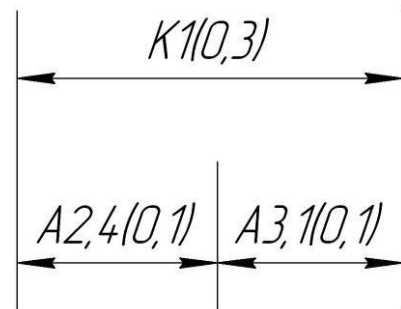
$$Z_{7.4\min}^D = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i) = 2 \times (0,008 + 0,02 + 1,2 + 0,08) = 2,616(ММ) .$$

Кроме этого , ещё остался особенный припуск $Z_{3\min}$

$$Z_{3\min} = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{(\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2)}) = 2 \times (0,008 + 0,02 + \sqrt{(1,2^2 + 0,1^2)}) = 2,464(ММ) .$$

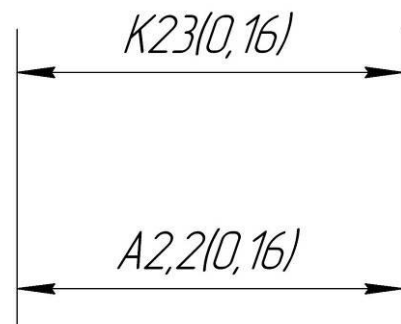
1.9. Проверка допусков составляющих размеров

Проверка : К1



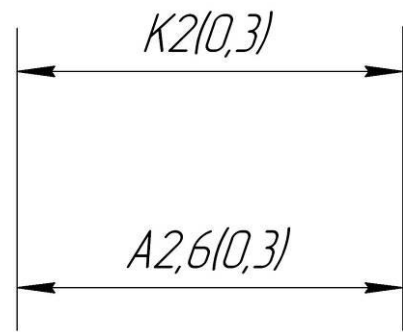
$$TK1 = 0.3 \geq \sum TA = 0,1 + 0,1 = 0,2$$

Проверка: K23



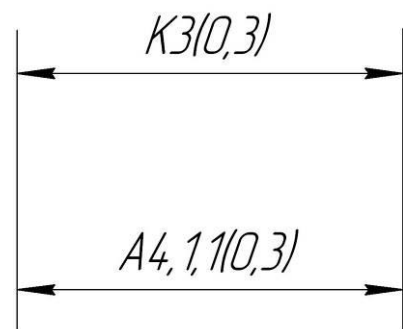
$$TK23 = 0.16 \geq \sum TA = 0,16$$

Проверка: K2



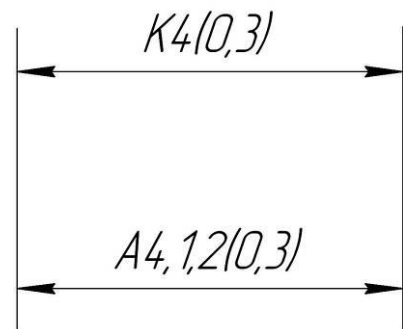
$$TK2 = 0.3 \geq \sum TA = 0,3$$

Проверка: K3



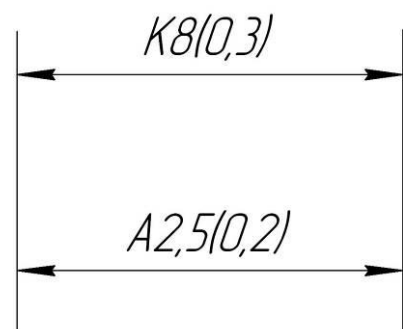
$$TK3 = 0.3 \geq \sum TA = 0,3$$

Проверка: K4



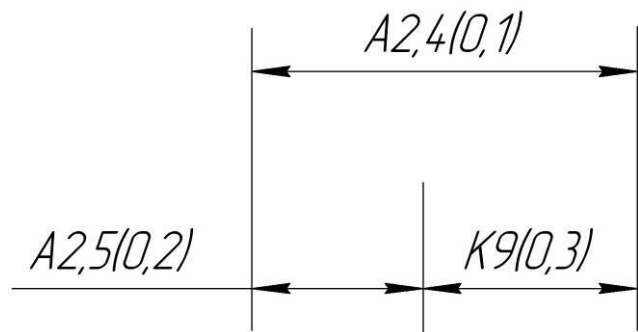
$$TK4 = 0.3 \geq \sum TA = 0,3$$

Проверка: K8



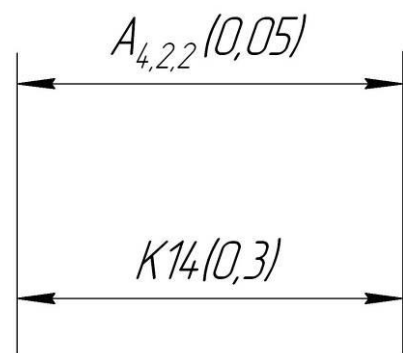
$$TK8 = 0.3 \geq \sum TA = 0,2$$

Проверка: K9



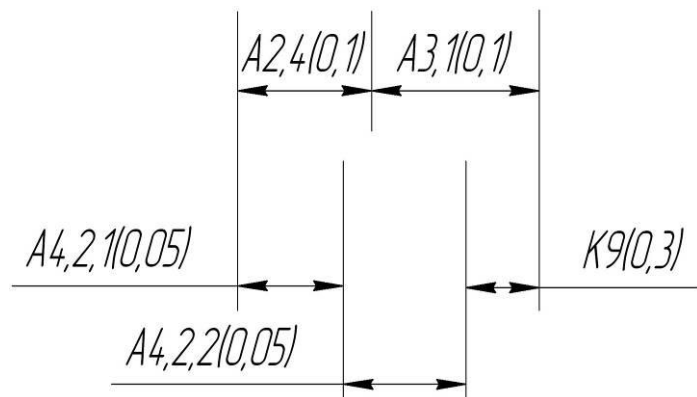
$$TK9 = 0.3 \geq \sum TA = 0,3$$

Проверка: K14



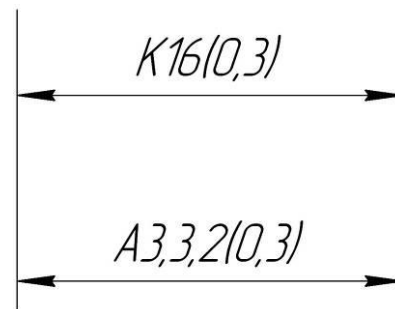
$$TK14 = 0.3 \geq \sum TA = 0,05$$

Проверка: K15



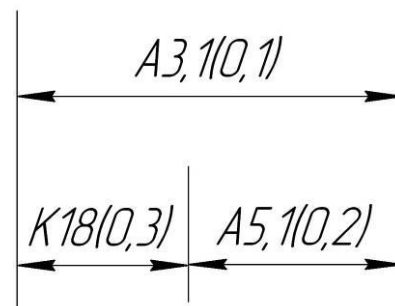
$$TK15 = 0.3 \geq \sum TA = 0,3$$

Проверка: K16



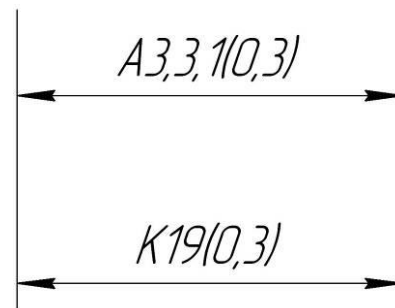
$$TK16 = 0.3 \geq \sum TA = 0.3$$

Проверка: K18



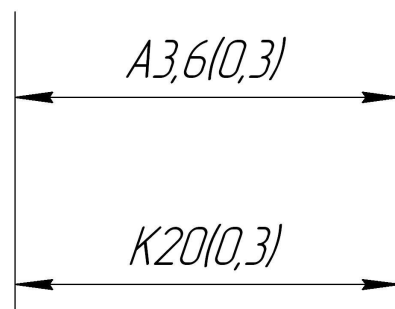
$$TK18 = 0.3 \geq \sum TA = 0.3$$

Проверка: K19



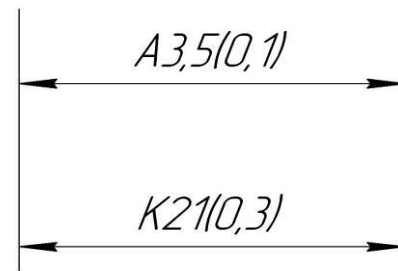
$$TK19 = 0.3 \geq \sum TA = 0.3$$

Проверка: K20



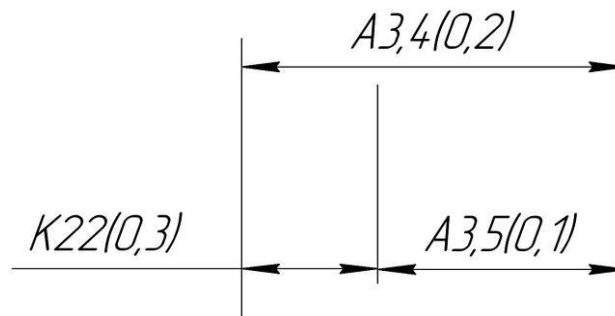
$$TK20 = 0.3 \geq \sum TA = 0.3$$

Проверка: K21



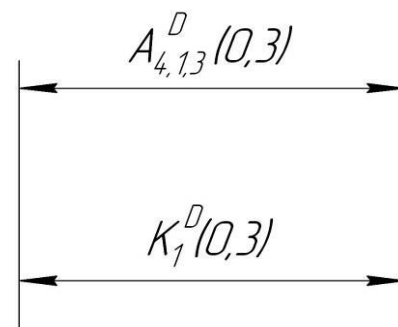
$$TK_{21} = 0.3 \geq \sum TA = 0.1$$

Проверка: K22



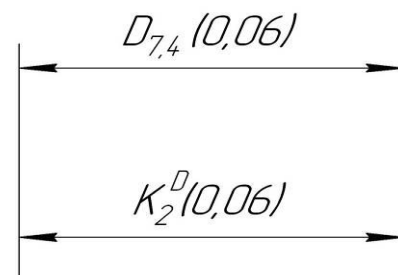
$$TK_{22} = 0.3 \geq \sum TA = 0.2 + 0.1 = 0.3$$

Проверка: K_1^D



$$TK_1^D = 0.3 \geq \sum TA = 0.3$$

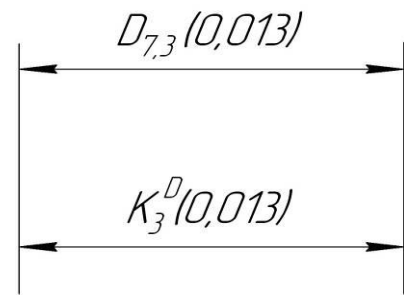
Проверка: K_2^D



$$TK_2^D = 0.06 \geq \sum TD = 0.06$$

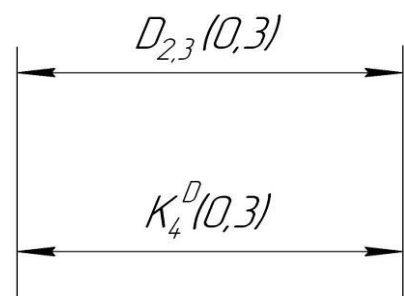
Проверка: K_3^D

$$TK_3^D = 0.013 \geq \sum TD = 0,013$$



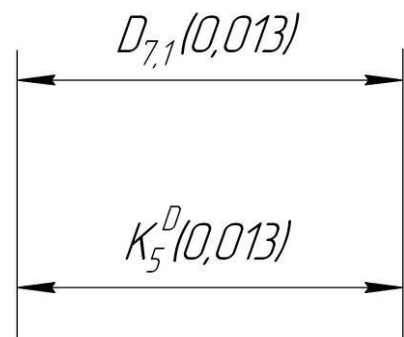
Проверка: K_4^D

$$TK_4^D = 0.3 \geq \sum TD = 0,3$$



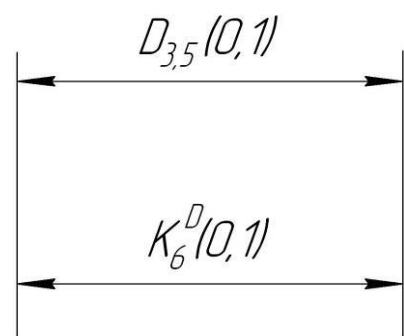
Проверка: K_5^D

$$TK_4^D = 0.013 \geq \sum TD = 0,013$$

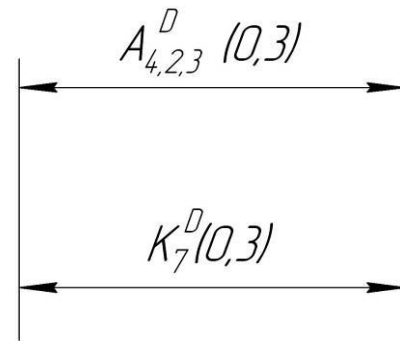


Проверка: K_6^D

$$TK_4^D = 0.01 \geq \sum TD = 0,01$$



Проверка: K_7^D



$$TK_7^D = 0.3 \geq \sum TA = 0.3$$

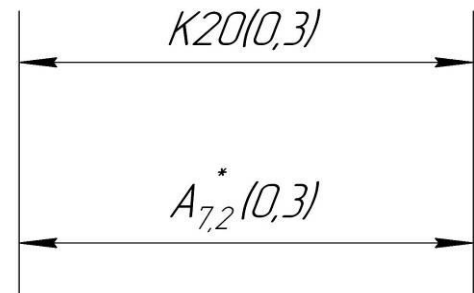
2. Расчёт технологических размеров в осевом направлении

2.1. Расчёт ведется методом среднего значения поля допуска.

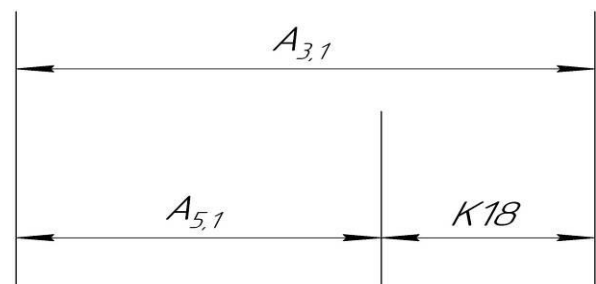
Размер A7.2*:

$$K_{20} = 32_{-0,15}^{+0,15}(\text{ММ}) .$$

$$\text{то, } A_{7,2}^* = K_{20} = 32_{-0,15}^{+0,15}(\text{ММ}) .$$



Размер A5.1:



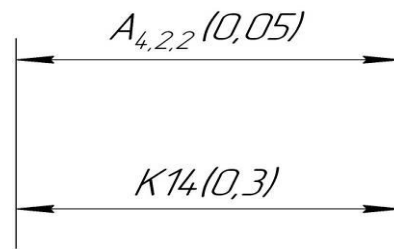
$$A_{5,1}^{CP} = \dot{A}_{3,1}^{CP} - K_{18}^{CP} = 87.05 - 25 = 62.05(\text{ММ}) .$$

$$A_{5,1} = 62.05_{-0,1}^{+0,1} = (\text{ММ}) .$$

Размер A4.2 .2:

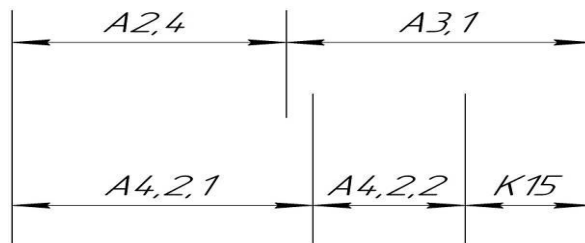
$$K_{14}^{CP} = A_{4,2,2}^{CP} = 25(\text{MM}).$$

$$\text{TO, } A_{4,2,2} = 25^{+0,025}_{-0,025}(\text{MM}).$$



Размер A4.2 .1:

$$A_{4,2,1} = 117.55^{+0,025}_{-0,025}(\text{MM}).$$

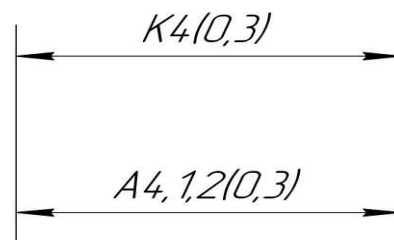


$$A_{4,2,1}^{CP} = A_{2,4}^{CP} + A_{3,1}^{CP} - A_{4,2,2}^{CP} - K_{15}^{CP} = 61.5 + 87.05 - 25 - 6 = 117.55(\text{MM}).$$

Размер A4.1 .2:

$$K_4 = 25^{+0,15}_{-0,15}(\text{MM}).$$

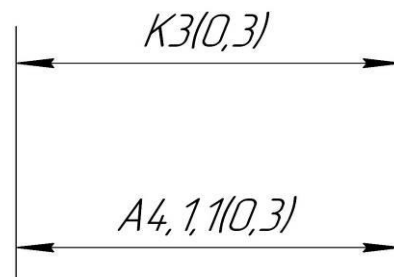
$$\text{TO, } A_{4,1,2} = K_4 = 25^{+0,15}_{-0,15}(\text{MM}).$$



Размер A4.1 .1:

$$K_3 = 3^{+0,15}_{-0,15}(\text{MM}).$$

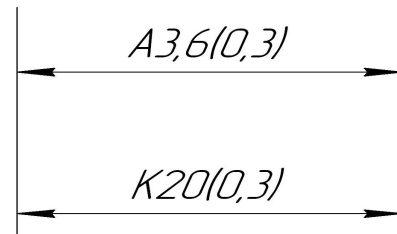
$$\text{TO, } A_{4,1,1} = K_3 = 3^{+0,15}_{-0,15}(\text{MM}).$$



Размер А3.6:

$$K_{20} = 32^{+0,15}_{-0,15}(\text{MM}) .$$

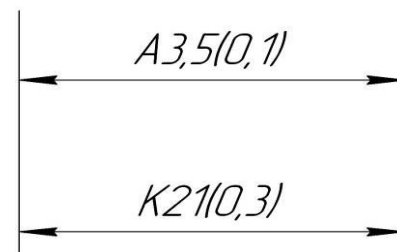
$$\text{то, } A_{3,6} = K_{20} = 32^{+0,15}_{-0,15}(\text{MM}) .$$



Размер А3.5:

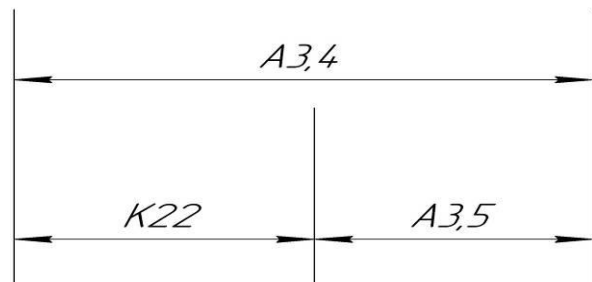
$$A_{3,5}^{CP} = K_{21}^{CP} = 55(\text{MM}) .$$

$$\text{то, } A_{3,5} = 55^{+0,05}_{-0,05}(\text{MM}) .$$



Размер А3.4:

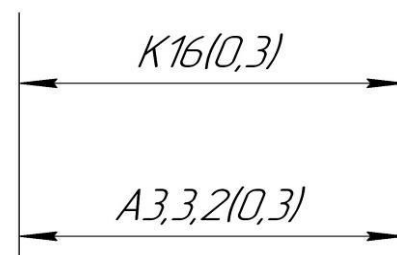
$$A_{3,4}^{CP} = K_{22}^{CP} + A_{3,5}^{CP} = 13 + 55 = (\text{MM}) . \quad \text{то, } A_{3,4} = 68^{+0,1}_{-0,1}(\text{MM}) .$$



Размер А3.3.2:

$$K_{16} = 2^{+0,15}_{-0,15}(\text{MM}) .$$

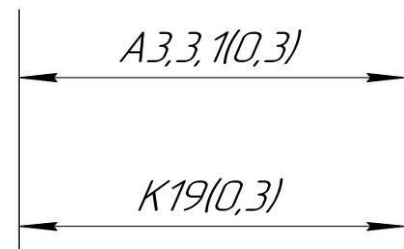
$$\text{то, } A_{3,3,2} = K_{16} = 2^{+0,15}_{-0,15}(\text{MM}) .$$



Размер А3.3.1:

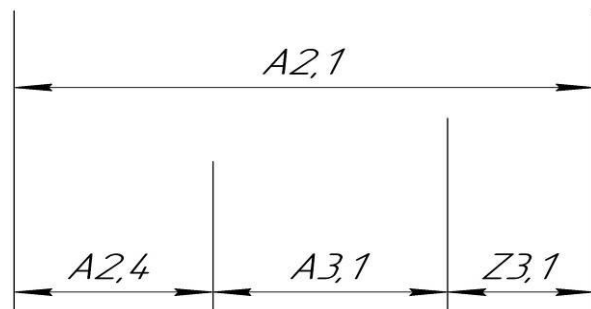
$$K_{19} = 28^{+0,15}_{-0,15}(\text{ММ}).$$

$$\text{то, } A_{3,3,1} = K_{19} = 28^{+0,15}_{-0,15}(\text{ММ}).$$



Размер А3.1:

$$A_{3,1}^{CP} = A_{2,1}^{CP} - A_{2,4}^{CP} - Z_{3,1}^{CP} = A_{2,1}^{CP} - A_{2,4}^{CP} - \frac{2Z_{3,1\min} + TA_{3,1} + TA_{2,1} + TA_{2,4}}{2}$$

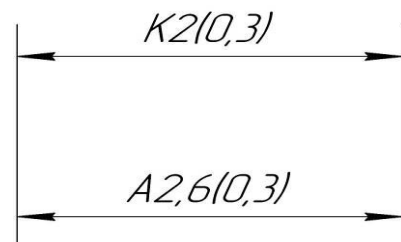


$$A_{3,1}^{CP} = 150.755 - 61.5 - \frac{2 \times 1,38 + 0,1 + 1,45 + 0,1}{2} = 87.05(\text{ММ}).$$

$$A_{3,1} = 87,05^{+0,05}_{-0,05}(\text{ММ}).$$

Размер А2.6:

$$K_2 = 1^{+0,15}_{-0,15}(\text{ММ}).$$

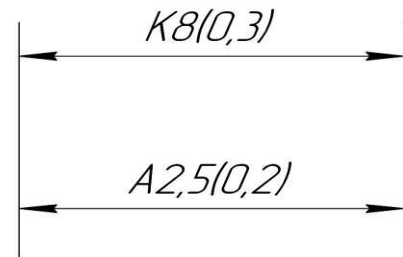


$$\text{то, } A_{2,6} = K_2 = 1^{+0,15}_{-0,15}(\text{ММ}).$$

Размер A2.5:

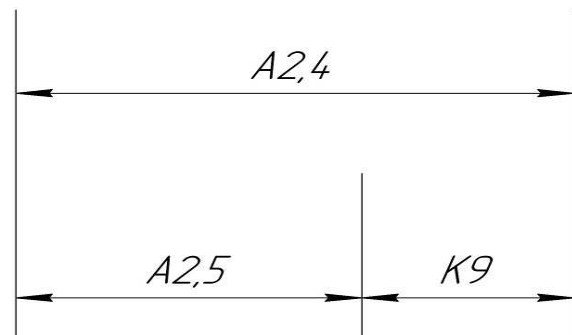
$$A_{2,5}^{CP} = K_8^{CP} = 48,5(\text{MM}).$$

то , $A_{2,5} = 48,5^{+0,1}_{-0,1}(\text{MM}).$



Размер A2.4:

$$A_{2,4}^{CP} = A_{2,5}^{CP} + K_9^{CP} = 48,5 + 13 = 61,5(\text{MM}).$$

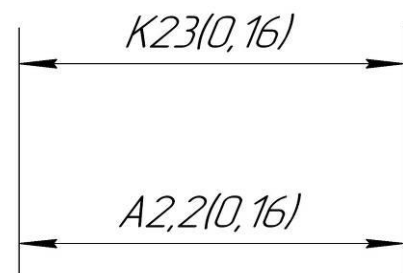


$$A_{2,4} = 61,5^{+0,05}_{-0,05}(\text{MM})$$

Размер A2.2:

$$K_{23} = 5,27^{+0,08}_{-0,08}(\text{MM}).$$

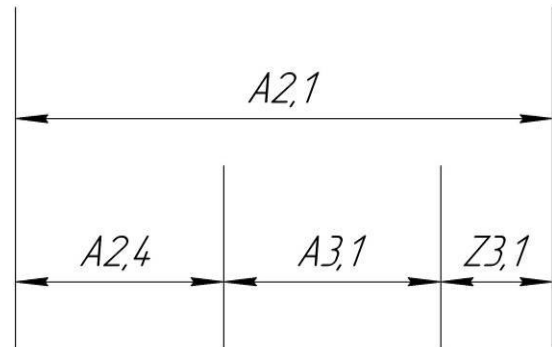
то , $A_{2,2} = K_{23} = 5,27^{+0,08}_{-0,08}(\text{MM}).$



Размер A2.1:

$$A_{2,1}^{CP} = A_{2,4}^{CP} + A_{3,1}^{CP} + Z_{3,1}^{CP} = A_{2,4}^{CP} + A_{3,1}^{CP} + \frac{2Z_{3,1\min} + TA_{2,1} + TA_{2,4} + TA_{3,1}}{2} = 61,5 + 87,05 + \frac{2 \times 1,38 + 1,45 + 0,1 + 0,1}{2}$$

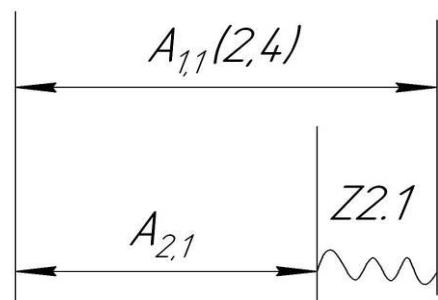
$$A_{2,1}^{CP} = 61,5 + 87,05 + \frac{2 \times 1,38 + 1,45 + 0,1 + 0,1}{2} = 150,755(\text{MM}) .$$



$$A_{2,1} = 150,755^{+0,725}_{-0,725}(\text{MM}) .$$

Размер A1.1:

$$A_{1,1}^{CP} = A_{2,1}^{CP} + Z_{2,1}^{CP} = A_{2,1}^{CP} + \frac{2Z_{2,1\min} + TA_{2,1} + TA_{1,1}}{2} = 150,755 + \frac{2 \times 1,46 + 1,45 + 2,4}{2} = 154,14(\text{MM})$$



$$A_{1,1} = 154,14^{+1,2}_{-1,2}(\text{MM}) .$$

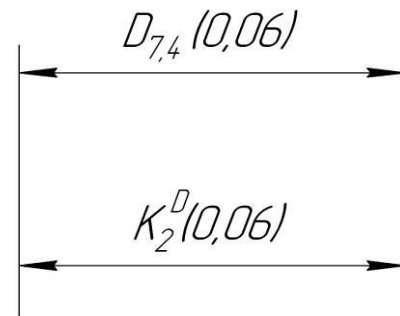
3.Расчёт технологических размеров в диаметрическом направлении

3.1. Расчёт ведется методом среднего значения поля допуска.

Размер: $D_{7,4}$

$$K_2^D = 19,5^{+0,02}_{-0,04} (\text{мм}).$$

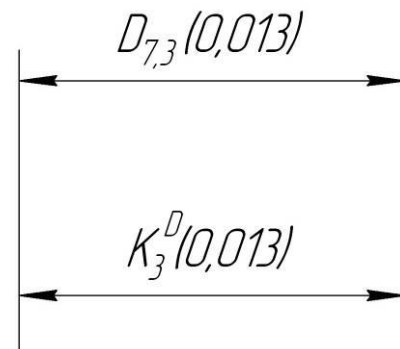
$$\text{То, } D_{7,4} = K_2^D = 19,5^{+0,02}_{-0,04} (\text{мм}).$$



Размер: $D_{7,3}$

$$K_3^D = 20^{+0,015}_{-0,002} (\text{мм}).$$

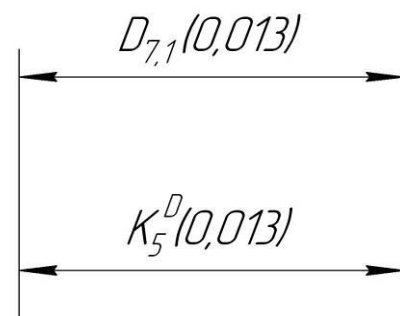
$$\text{То, } D_{7,3} = K_3^D = 20^{+0,015}_{-0,002} (\text{мм}).$$



Размер: $D_{7,1}$

$$K_5^D = 20^{+0,015}_{-0,002} (\text{мм}).$$

$$\text{То, } D_{7,1} = K_5^D = 20^{+0,015}_{-0,002} (\text{мм}).$$



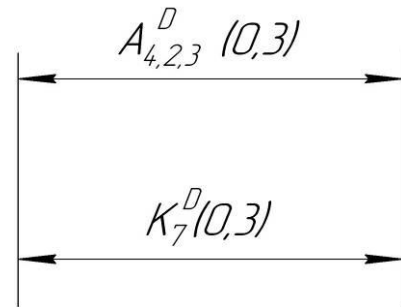
Размер: $D_{5,1}$

$D_{5,1} = 8^{+0,025}_{-0,025}$ (ММ) (определим по условию М8-7Н).

Размер: $A_{4,2,3}^D$

$K_7^D = 3,5^{+0,15}_{-0,15}$ (ММ) .

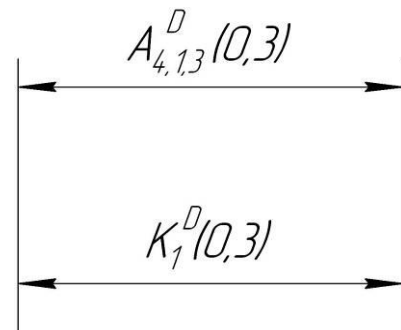
То, $A_{4,2,3}^D = K_7^D = 3,5^{+0,15}_{-0,15}$ (ММ) .



Размер: $A_{4,1,3}^D$

$K_1^D = 3,5^{+0,15}_{-0,15}$ (ММ) .

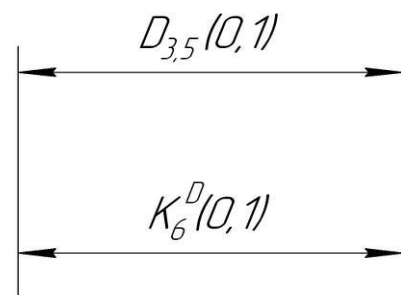
То, $A_{4,1,3}^D = K_1^D = 3,5^{+0,15}_{-0,15}$ (ММ) .



Размер: $D_{3,5}$

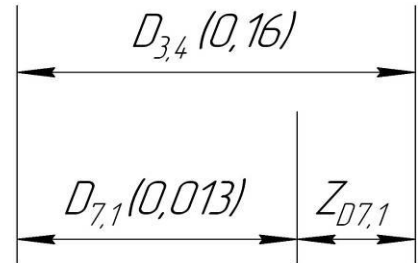
$K_6^D = 19,5_{-0,1}$ (ММ) .

То, $D_{3,5} = K_6^D = 19,5_{-0,1}$ (ММ) .



Размер: $D_{3,4}$

$$D_{3,4}^{CP} = D_{7,1}^{CP} + Z_{D7,1}^{CP} = D_{7,1}^{CP} + \frac{2Z_{D7,1\min} + TD_{3,4} + TD_{7,1}}{2} = 20,0065 + \frac{2 \times 2,456 + 0,16 + 0,013}{2}$$



$$D_{3,4}^{CP} = 20,0065 + \frac{2 \times 2,456 + 0,16 + 0,013}{2} = 22,549(\text{MM}) .$$

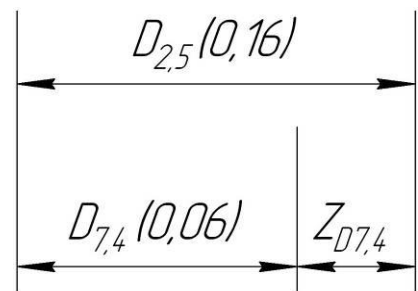
$$D_{3,4} = 22,549_{-0,08}^{+0,08} = 22,629_{-0,16} \approx 22,6_{-0,16}(\text{MM}) .$$

Размер: $D_{3,3,1}$

$$D_{3,3,1} = 6,7^{0,025}(\text{MM}) . \text{ (определим по условию M8-7H).}$$

Размер: $D_{2,5}$

$$D_{2,5}^{CP} = D_{7,4}^{CP} + Z_{D7,4}^{CP} = D_{7,4}^{CP} + \frac{2Z_{D7,4\min} + TD_{7,4} + TD_{2,5}}{2} = 19,49 + \frac{2 \times 2,456 + 0,06 + 0,16}{2}$$

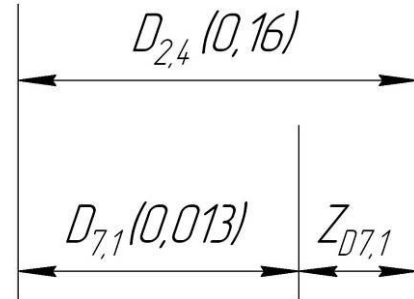


$$D_{2,5}^{CP} = 19,49 + \frac{2 \times 2,456 + 0,06 + 0,16}{2} = 22,056(\text{MM}) .$$

$$D_{2,5} = 22,056_{-0,08}^{+0,08} = 22,136_{-0,16} \approx 22,1_{-0,16}(\text{MM}) .$$

Размер: $D_{2,4}$

$$D_{2,4}^{CP} = D_{7,1}^{CP} + Z_{D7,1}^{CP} = D_{7,1}^{CP} + \frac{2Z_{D7,1\min} + TD_{2,4} + TD_{7,1}}{2} = 20,0065 + \frac{2 \times 2,456 + 0,16 + 0,013}{2}$$



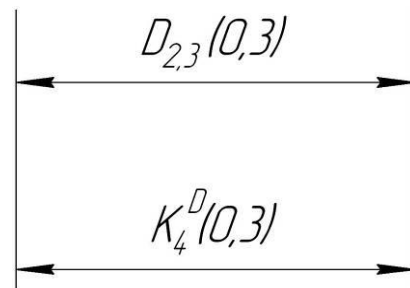
$$D_{2,4}^{CP} = 20,0065 + \frac{2 \times 2,456 + 0,16 + 0,013}{2} = 22,549(\text{MM}) .$$

$$D_{2,4} = 22,549_{-0,08}^{+0,08} = 22,629_{-0,16} \approx 22,6_{-0,16}(\text{MM}) .$$

Размер: $D_{2,3}$

$$K_4^D = 27_{-0,15}^{+0,15}(\text{MM}) .$$

$$\text{То, } D_{2,3} = K_4^D = 27_{-0,15}^{+0,15}(\text{MM}) .$$

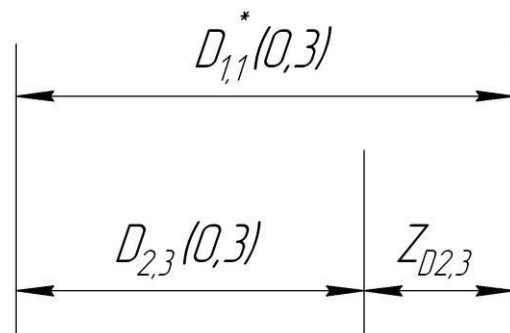


Размер: $D_{2,2}$

$$D_{2,2} = 4_{-0,35}^{+0,35}(\text{MM}) \quad (\text{По ГОСТ 14034-74}).$$

Размер: $D_{1,1}^*$

$$D_{1,1}^{*CP} = D_{2,3}^{CP} + Z_{D2,3}^{CP} = D_{2,3}^{CP} + \frac{2Z_{D2,3\min} + TD_{1,1}^* + TD_{2,3}}{2} = 27 + \frac{2 \times 2,92 + 0,3 + 0,3}{2} = 30,22(\text{MM}) .$$



$$D_{1,1}^* = 30,22_{-0,15}^{+0,15} = 30,37_{-0,3} \approx 30,4_{-0,3}(\text{MM}) .$$

4.Выбор средств технологического оснащения

4.1. Для ленточно-отрезной операций выбираем ленточнопильный станок Jet HVBS-56M 414458M

Технические характеристики станка Jet HVBS-56M 414458M:

Напряжение, В	220	Материал обработки	метал
Мощность , Вт	650	Пропил под углом , град	45
Число скоростей	3	Максимальный диаметр заготовки45°, мм	95
Максимальный диаметр заготовки90°, мм	125	Максимальный размер прямоугольной заготовки90°/45°, мм	150×125/75
Скорость движения ленты , м/мин	50	Угол поворота тисков , град	0-45
Размер пилой ленты , мм	1640×13×0,65	Диаметр шкивов , мм	187
Охлаждение	нет	Габариты , мм	1100×500×1450
Вес , кг	50	Ширина , мм	500
Длина , мм	1100	Ширина полотна , мм	13
Высота , мм	1450		

4.2. Потом выбираем токарный станок с ЧПУ СТ 16A25

Максимальный диаметр обработки над станиной	мм	500
Максимальный диаметр обработки над суппортом	мм	280
Диаметр патрона	мм	250
РМЦ	мм	750/1000/1500/2000
Диаметр отверстия в	мм	77

шпинделе		
Передний конец шпинделя		77отверстие ISO702/ II D8 77отверстие ISO702/ I A8 (патрон)
Скорость вращения шпинделя	об/мин	21-1620 H:162-1620 M:66-660 L:21-210
Мощность привода шпинделя	кВт	7.5
Максимальный крутящий момент шпинделя	Нм	800
Диаметр пиноли задней бабки	мм	75
Ход пиноли	мм	150
Конус пиноли		Morse №5
Инструментальная головка , позиций		6
Сечение резца	мм	25×25
Перемещение X	мм	275
Перемещение Z	мм	650/900/1400/1900
Скорость перемещений суппорта X/Z	мм/мин	6/12
Система ЧПУ		FANUC Oi TF5/Siemens 808D/NC201M
Габариты (Д×Ш×В)	мм	2250/2500/3000/3500× 1370×1690
Вес	кг	3050/3100/3150/3200

4.3. Фрезерный станок с ЧПУ Clever C900

Основные технические характеристики:

Величина хода по осям XYZ , мм	900×600×300
Скорость позиционирования , м/мин	10
Двигатели падачи	Серво
Точность позиционирования , мм	0,02
Повторяемость , мм	0,01
Разрешающая способность , мм	0,0015
Мощность шпинделя , кВт	4,5
Тип охлаждения шпинделя	жидкостное
Тип цангового патрона	BT30
Максимальный диаметр хвостовика инструмента	20
Скорость вращения , об/мин	24000
Автоматическая смена инструмента	8 позиций
Подача СОЖ	есть
Габаритные размеры Ш×В×Г(без стойки) , м	2,25×2,35×2,10
Вес , кг	2200

4.4. Токарно-винторезный станок 16ВТ20П-21

Технические характеристики 16ВТ20П-21:

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной , мм	500
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом , мм	275
Наибольшая длина устанавливаемой заготовки , мм	1000
Диаметр отверстия шпинделя , мм	55
Наибольшая высота резца , устанавливаемого на станке , мм	25
Наибольшая длина перемещения резцовых самозок суппорта , мм	150

Наибольшая длина перемещения каретки: продольного(поперечного), мм	870
Наибольшее перемещение пиноли задней бабки, мм	150
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	80-1600
Количество скоростей шпинделя прямого (обратного) вращения	24(12)
Пределы продольных рабочих подач суппорта, мм/об	0,05-2,8
Пределы поперечных рабочих подач суппорта, мм/об	0,025-1,4
Количество подач суппорта продольных (поперечных)	24(24)
Пределы шагов нарезаемых резьб(метрических), мм	0,5-112
Пределы шагов нарезаемых резьб(дюймовых, число ниток на дюйм), мм	56-0,5
Пределы шагов нарезаемых резьб(модульных), модуль	0,5-112
Пределы шагов нарезаемых резьб(питчевых), питч	56-0,5
Скорость продольных быстрых перемещений суппорта, м/мин	3,8
Скорость поперечных быстрых перемещений суппорта, м/мин	1,9
Наибольший крутящий момент на шпинделе, кНм	1,0
Мощность привода главного движения, кВт	11,0
Габаритные размеры станка, мм	2800×1265×1505
Масса станка, кг	3000

4.5. Круглошлифовальный станок с ЧПУ ЛШ120СФ3

Технические характеристики:

параметры		ЛШ120СФ3
Максимальный диаметр шлифования , мм		200
Минимальный диаметр шлифования, мм		15
Максимальная длина шлифования, мм		500
Высота центров, мм		125
Минимальный вес заготовки , кг		80
Рабочая зона	Максимальное продольное перемещение , мм	600
	Дискретность задания перемещения , мм	0,0001
	Максимальная скорость перемещения , мм/мин	10000
	Максимальный угол поворота	3° по часовой стрелке 3° по часовой стрелке
Шлифовальная бабка	Линейная скорость шлифовального круга , м/с	60
	Максимальное перемещение , мм	300
	Максимальная скорость , мм/мин	5000
	Дискретность задания перемещения , мм	0,001
	Габариты шлифовального круга , мм	500×203×50
Передняя бабка	Скорость шпинделя , об/мин	0-200

	Конус	Морзе 4
Задняя бабка	Ход пиноли , мм	30
	Конус	Морзе 4
Электрооборудование	Привод шлифовальной бабки , кВт	7,5
	Привод передней бабки , кВт	1,1
	Привод подача шлифовального круга , Нм	12
	Привод поворотного стола , Нм	12
Система ЧПУ		Siemens840Dsl
Точность обработки		
Допустимое отклонение от круглости , мм		0.0015
Допустимое отклонение профиля продольного сечения , мм		0,005
Шероховатость поверхности , мкм		Ra 0.2

5.Расчёт режимов резания

5.1. Расчёт режимов резания для ленточно-отрезной операции

(По табл.108 , ст425) : подача : $S_M = 40(мм / мин)$.

(По табл.109 , ст425) : скорость резания: $V = 10(м / мин)$.

Инструмент: ленточная пила.

5.2. Расчёт режимов резания при подрезке торца

Глубина резания: $t = 1,56(\text{мм})$.

Потом по рекомендации подача: $s = 0,15(\text{мм} / \text{об})$.

Выбираем инструмент :подрезный резец , материал: твёрдый сплав.

Скорость резания : $V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v$

Где :

C_v , y , m - соответствующие коэффициент и показатели степени для расчёта скорости резания.

K_v - поправочный коэффициент.

По таблице 17 ,ст367. $C_v = 350$, $y = 0,20$, $m = 0,20$, $x = 0,15$

$T = 50(\text{мин})$, $K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 1,0484 \times 0,9 \times 0,3 = 0,283$

Где :

$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{H_r} = 1,0 \times \left(\frac{750}{730} \right)^{1,75} = 1,0484$, $K_{nv} = 0,9$ (по табл 5 , ст 361).

$K_{uv} = 0,3$ (по табл 6 , ст 361).

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

K_{nv} - коэффициент , отражающий состояние поверхности заготовки.

K_{uv} - коэффициент , учитывающий качество материала инструмента.

То , $V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{50^{0,25} \times 1,56^{0,15} \times 0,15^{0,2}} \times 0,283 = 50(\text{м} / \text{мин})$.

Тангенциальная сила: $P_z = 10 C_p t^x s^y V^n K_p$

Где :

C_p - постоянный коэффициент. K_p - поправочный коэффициент.

x, y, n – показатели степени для расчёта.

$$K_p = K_{MP} K_{\phi P} K_{\gamma P} K_{\lambda P} K_{rP} = 0,9799 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,058$$

$$\text{По табл.22 .ст372} \quad C_p = 408, \quad y = 0,8, \quad n = 0, \quad x = 0.72$$

$$\text{То, } P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \times 408 \times 1,56^{0,72} \times 0,15^{0,8} \times 50^0 \times 1,058 = 1303(\text{Н}).$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \times 50}{\pi \times 30,22} = 526,7(\text{об} / \text{мин}). \quad \text{принимаем: } n = 520(\text{об} / \text{мин}).$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_z V}{1020 \times 60} = \frac{1303 \times 50}{1020 \times 60} = 1,1(\text{кВт}).$$

Операция 3,1 используют аналогические параметры, как перечисленные.

5.3. Расчёт режимов резания при сверлении (центрального отверстия)

$$D = 4(\text{мм}), \quad t = 0,5D = 0,5 \times 4 = 2(\text{мм}), \quad s = 0,08(\text{мм} / \text{об}) \quad (\text{по таблице 35, ст381}).$$

Выбираем инструмент сверло, материал Р6М5.

$$(\text{По табл.38, ст 383}) \quad C_v = 7,0, \quad q = 0,40, \quad y = 0,70, \quad m = 0,20$$

$$T = 30(\text{мин}), \quad K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv} = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,0$$

$$\text{То, } V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7,0 \times 4^{0,40}}{30^{0,20} 0,08^{0,70}} \times 1,0 = 36,2(\text{м} / \text{мин}).$$

$$(\text{По табл.42, ст 385}) \quad C_M = 0,0345, \quad q = 2,0, \quad y = 0,8, \quad K_p = K_{MP} = 0,9799$$

То, крутящий момент:

$$M_{KP} = 10 C_M D^q S^y K_p = 10 \times 0,0345 \times 4^{2,0} \times 0,08^{0,8} \times 0,9799 = 0,7168(\text{Н} \cdot \text{М}).$$

$$(\text{По табл.42, ст 385}) \quad C_p = 68, \quad q = 1,0, \quad y = 0,7, \quad K_p = 0,9799$$

То , осевая сила :

$$P_0 = 10C_p D^q S^y K_p = 10 \times 68 \times 4^{1,0} \times 0,08^{0,7} \times 0,9799 = 454,88(\text{Н}) .$$

$$\text{Частота вращения : } n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \times 36,2}{\pi \times 4} = 2878(\text{об} / \text{мин})$$

Принимаем $n = 2800(\text{об} / \text{мин})$.

$$\text{То , мощность резания : } N_e = \frac{M_{KP} n}{9750} = \frac{0,7168 \times 2800}{9750} = 0,2(\text{kBt}) .$$

Операция 3,2 используют аналогичские параметры , как перечисленные.

5.4. Расчёт режимов резания при точении

$$\text{Глубина резания: } t = \frac{D_{1,1}^* - D_{2,3}}{2} = \frac{30,22 - 27}{2} = 1,61(\text{мм}) .$$

По рекомендации подача: $s = 0.15(\text{мм} / \text{об})$.

Выбираем инструмент : правый проходной резец , материал твёрдый сплав.

(По табл.17 , ст 367) $C_v = 290$, $x = 0.40$, $y = 0.35$, $m = 0.20$

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 1,0484 \times 0,9 \times 0,3 = 0,283$$

$$\text{То , } V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{290 \times 0,283}{30^{0,20} \times 1,61^{0,15} \times 0,15^{0,35}} = 75.2(\text{м} / \text{мин}) .$$

По табл.22 .ст372 $C_p = 300$, $x=1.0$, $y=0,75$ $n=-0,15$

$$K_p = K_{MP} K_{\phi P} K_{\gamma P} K_{\lambda P} K_{rP} = 0,9799 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,058$$

$$\text{То , } P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \times 300 \times 1,61^{1,0} \times 0,4^{0,75} \times 75.2^{-0,15} \times 1,058 = 1344.5(\text{Н}) .$$

$$\text{Мощность резания : } N = \frac{P_z V}{1020 \times 60} = \frac{1344.5 \times 75.2}{1020 \times 60} = 1,7(\text{кВт}) .$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \times 75.2}{\pi \times 30.22} = 792(\text{об} / \text{мин}) \text{ принимаем } n = 790(\text{об} / \text{мин}).$$

Операции 2,4 , 2,5 , 2,6 , 3,4 , 3,5 , 3,6 , 3,7 используют аналогические параметры , как перечисленные.

5.5. Расчёт режимов резания при рассверлевании

$$D = D_{3,3,1} = 6,7(\text{мм}) \quad t = 0.5(D - d) = 0.5 \times (6,7 - 1) = 2,85(\text{мм}) \quad s = 0.2(\text{мм})$$

(по рекомендации).

Выбираем инструмент сверло , материал Р6М5.

$$(\text{По табл.39 , ст 383}) \quad C_v = 16,2 \quad , \quad q = 0,4 \quad , \quad x = 0,2 \quad , \quad y = 0,5 \quad , \quad m = 0,2$$

$$T = 30(\text{мин}) \quad (\text{По табл.40 , ст 384}) \quad K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 1,027 \times 0,83 \times 0,9 = 0,767$$

$$\text{То , } V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{16,2 \times 6,7^{0,4}}{30^{0,25} \times 2,85^{0,2} \times 0,2^{0,5}} \times 0,767 = 20.6(\text{м} / \text{мин}).$$

$$(\text{По табл.42 , ст 385}) \quad C_M = 0,09 \quad , \quad q = 1.0 \quad , \quad x = 0.9 \quad , \quad y = 0.8$$

$$K_P = K_{MP} = 0,9799$$

То , крутящий момент:

$$M_{KP} = 10 C_M D^q t^x s^y K_P = 10 \times 0,09 \times 6,7^{1,0} \times 2,85^{0,9} \times 0,2^{0,8} \times 0,9799 = 4.2(\text{Н} \bullet \text{М}).$$

$$(\text{По табл.42 , ст 385}) \quad C_P = 68 \quad , \quad q=0 \quad , \quad x=1.2 \quad , \quad y=0.65 \quad K_P = 0,9799$$

То , осевая сила :

$$P_0 = 10 C_P D^q s^y t^x K_P = 10 \times 67 \times 6,7^0 \times 2,85^{1,2} \times 0,2^{0,65} \times 0,9799 = 810.5(\text{Н}).$$

$$\text{Частота вращения : } n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \times 20.6}{\pi \times 6,7} = 978(\text{об} / \text{мин}).$$

Принимаем $n = 970(\text{об} / \text{мин})$ То , мощность резания :

$$N_e = \frac{M_{KP} n}{9750} = \frac{4.2 \times 970}{9750} = 0,4(\text{kВт}).$$

5.6. Расчёт режимов резания при фрезеровании пазов

Выбираем инструмент : концевая фреза с коронкой , материал твёрдый сплав.

$$C_v = 145 \quad , \quad q = 0,44 \quad , \quad x = 0,24 \quad , \quad y = 0,26 \quad , \quad u = 0,1 \quad , \quad p = 0,13 \quad , \quad m = 0,37$$

$$(\text{По табл.81 , ст 407}) \quad T = 30(\text{мин}) \quad B = 3,5(\text{мм}).$$

$$\text{Диаметр фрезы : } D = 6(\text{мм}) \quad \text{Глубина фрезования: } t = 6(\text{мм}).$$

$$\text{Подача на один зуб: } s_z = 0,1(\text{мм}) \quad (\text{По табл.80 , ст 406}).$$

$$\text{Числа зубьев фрезы : } Z = 4$$

$$(\text{По табл.2 , ст 359 и табл.5 , ст 361}) K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 1,0 \times 0,9 \times 1,0 = 0,9.$$

$$\text{То , } V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u Z^p} K_v = \frac{145 \times 6^{0,44}}{30^{0,37} \times 6^{0,24} \times 0,1^{0,26} \times 3,5^{0,1} \times 4^{0,13}} \times 0,9 = 50,76(\text{м / мин}).$$

$$(\text{По табл.83,ст 412}) \quad C_p = 12,5 \quad , \quad x = 0,85 \quad , \quad y = 0,75 \quad , \quad u = 1,0 \quad , \quad q = 0,73$$

$$w = -0,13.$$

$$\text{Частота вращения : } n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \times 50,76}{\pi \times 6} = 2692(\text{об / мин}) \quad \text{принимаем}$$

$$n = 2690(\text{об / мин}).$$

$$\text{То , } P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^u Z}{D^q n^w} = \frac{10 \times 12,5 \times 6^{0,85} \times 0,1^{0,75} \times 3,5^{1,0} \times 4}{6^{0,73} \times 2690^{-0,13}} = 1077(\text{Н}).$$

$$(\text{По табл.84,ст 413}) \quad \frac{P_y}{P_z} = 0,6$$

$$P_y = 0,6 P_z = 646(\text{Н}).$$

$$P_{yz} = \sqrt{P_y^2 + P_z^2} = \sqrt{646^2 + 1077^2} = 1256(\text{Н}) \quad (\text{рассчитать оправку на изгиб}).$$

Крутящий момент:

$$M_{kp} = \frac{P_z D}{2 \times 100} = \frac{1077 \times 6}{2 \times 100} = 32,31(\text{Н} \cdot \text{М}).$$

Мощность резания :

$$N_e = \frac{P_z V}{1020 \times 60} = \frac{1077 \times 50,76}{1020 \times 60} = 0,893(kBt) .$$

Операция 4,2,1 используют аналогические параметры, как перечисленные.

5.7. Расчёт режимов резания при резьбонарезании

Шаг резьбы : $P = 1,25(мм)$, $t = \frac{8 - 6,7}{2} = 0,65(мм)$.

Выбираем инструмент : метчик , материал Р6М5.

(По табл.118,ст 430) $C_v = 64,8$, $y = 0,5$, $q = 1,2$, $m = 0,90$

$T = 30(мин)$.

(По табл.117,ст 430) $S = 1,25(мм)$, $K_v = K_{mv} K_{nv} K_{cv} = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,0$

$$D = 8(мм) , \quad V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{64,8 \times 8^{1,2}}{30^{0,90} \times 1,25^{0,5}} \times 1,0 = 32,9(м / мин) .$$

(По табл.120,ст 433) $C_M = 0,0270$, $y = 1,5$, $q = 1,4$, $K_p = K_{mp} = 0,85$

$$M_{kp} = 10 C_M D^q P^y K_p = 10 \times 0,0270 \times 8^{1,4} \times 1,25^{1,5} \times 0,85 = 5,89(Н \bullet М) .$$

Частота вращения : $n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \times 32,9}{\pi \times 8} = 1309(об / мин)$.

Принимаем $n = 1300(об / мин)$, $N = \frac{M_{kp} n}{975} = \frac{5,89 \times 1300}{975} = 7,9(kBt)$.

5.8. Расчёт режимов резания при шлифовании

(По табл.130,ст 438) $V_3 = 30(м / мин)$, $s_p = 0,003(мм / об)$, $d = 20(мм)$
 $b = 13(мм)$.

(По табл.131,ст 441) $C_N = 0,14$, $r = 0,8$, $x = 0,8$, $q = 0,2$, $z = 1,0$.

Эффективная мощность:

$$N = C_N V_3^r s_p d^q b^x = 0,14 \times 30^{0,8} \times 0.003 \times 20^{0,2} \times 13^{0,8} = 0.1(kBt).$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \times 30}{\pi \times 20} = 477(\text{об} / \text{мин}) \quad \text{Принимаем } n = 470(\text{об} / \text{мин}).$$

Операция 7,2 , 7,3 , 7,4 используют аналогические параметры, как перечисленные.

6. Расчёт норм времени технологического процесса

6.1. Краткие теоретические сведения:

Для нормирования времени технологического процесса механической обработки партии деталей рассчитывается штучно-калькуляционное время, которое определяется как:

$$t_{шк} = t_{oc} + t_B + t_{обс} + t_{\Pi} + \frac{t_{пз}}{N}$$

Где:

t_{oc} — основное время обработки;

t_B — вспомогательное время;

$t_{обс}$ — время обслуживания рабочего места;

t_{Π} — время на личные потребности рабочего;

$t_{пз}$ — подготовительно – заключительное время;

$N = 5000$ дет. – годовая программа выпуска партии деталей;

Основное время определяется как:

$$t_{oc} = \frac{L \times i}{S_m}$$

Где :

$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание}} + l_{\text{Перебег}}$ – расчетная длина обработки; i – число рабочих ходов;

S_m – минутная подача инструмента;

Вспомогательное время берется от основного времени в соотношении:

$$t_B = 0,15 t_{OC}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{OPG}$$

Где:

t_T – время технического обслуживания (6% от t_{OP}).

t_{OPG} – время организационного обслуживания (6 - 8 % от t_{OP}).

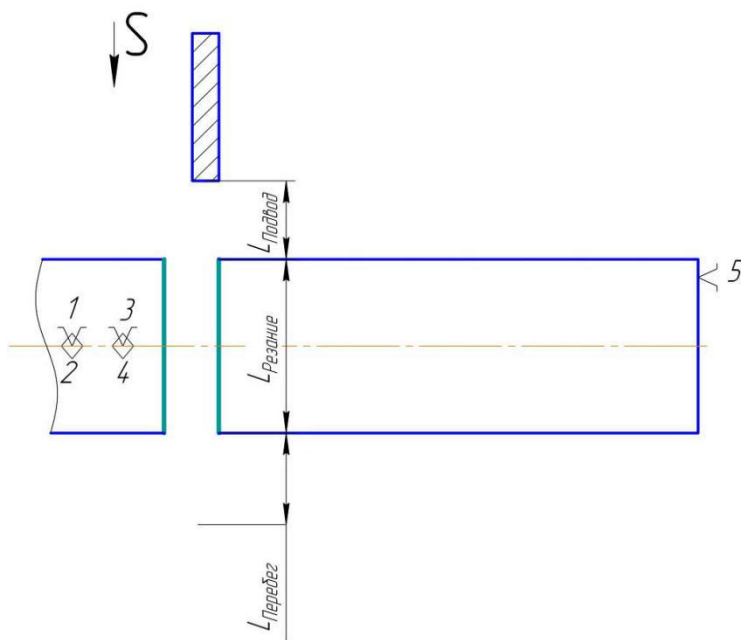
t_{Π} – Время на личные потребности (2,5% от t_{OP}).

Подготовительно – заключительное время ($t_{ПЗ} = t_{СМЕНЫЗ} = 8 \text{ час}$).

6.2. Расчёт норм времени для операции 1 (Ленточно-отрезная).

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание}} + l_{\text{Перебег}} = 2 + 30,22 + 2 = 34,22(\text{мм}).$$



Определяем минутную подачу: $S_m = 40(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{34,22 \times 1}{40} = 0,856(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15t_{OC} = 0,15 \times 0,856 = 0,128(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{OP} = t_{OC} + t_B = 0,856 + 0,128 = 0,984(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{OPG} = 0,06t_{OP} + 0,08t_{OP} = 0,06 \times 0,984 + 0,08 \times 0,984 = 0,138(\text{мин}).$$

Время на личные потребности: $t_{II} = 0,025t_{OP} = 0,025 \times 0,984 = 0,025(\text{мин})$.

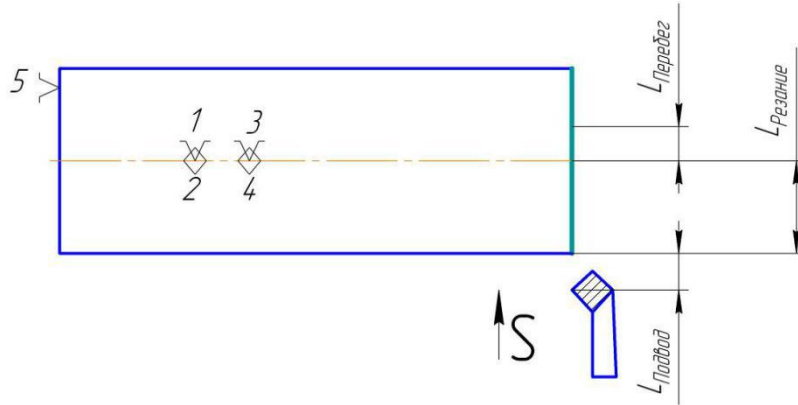
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{II} + \frac{t_{ПЗ}}{N} = 0,856 + 0,128 + 0,138 + 0,025 + \frac{8 \times 60}{5000} = 1,243(\text{мин}).$$

6.3. Расчёт норм времени для операции 2.1(отрезание торца)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание}} + l_{\text{Перебег}} = 2 + 30,22 + 2 = 34,22(\text{мм}).$$



Определяем минутную подачу: $S_m = S \times n = 0,15 \times 520 = 78(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{34,22 \times 1}{78} = 0,439(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15t_{OC} = 0,15 \times 0,439 = 0,066(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{OP} = t_{OC} + t_B = 0,439 + 0,066 = 0,505(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{OPG} = 0,06t_{OP} + 0,08t_{OP} = 0,06 \times 0,505 + 0,08 \times 0,505 = 0,071(\text{мин}).$$

Время на личные потребности: $t_{\Pi} = 0,025t_{OP} = 0,025 \times 0,505 = 0,013(\text{мин})$.

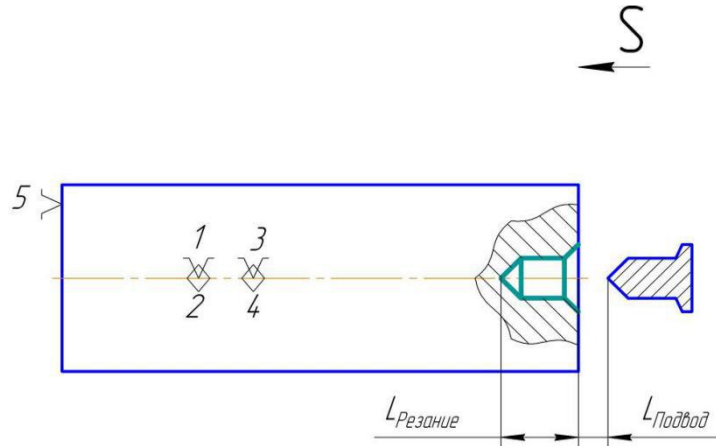
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{\Pi} + \frac{t_{\PiЗ}}{N} = 0,439 + 0,066 + 0,071 + 0,013 + \frac{8 \times 60}{5000} = 0,685(\text{мин}).$$

6.4. Расчёт норм времени для операции 2.2(сверление)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание}} = 2 + 5,27 = 7,27(\text{мм}).$$



Определяем минутную подачу: $S_m = S \times n = 0,08 \times 2800 = 224(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{7,27 \times 1}{224} = 0,032(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15 t_{OC} = 0,15 \times 0,032 = 0,005(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{оп} = t_{OC} + t_B = 0,032 + 0,005 = 0,037(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{ОРГ} = 0,06 t_{оп} + 0,08 t_{оп} = 0,06 \times 0,037 + 0,08 \times 0,037 = 0,005(\text{мин})$$

Время на личные потребности: $t_{\Pi} = 0,025 t_{оп} = 0,025 \times 0,037 = 0,001(\text{мин})$.

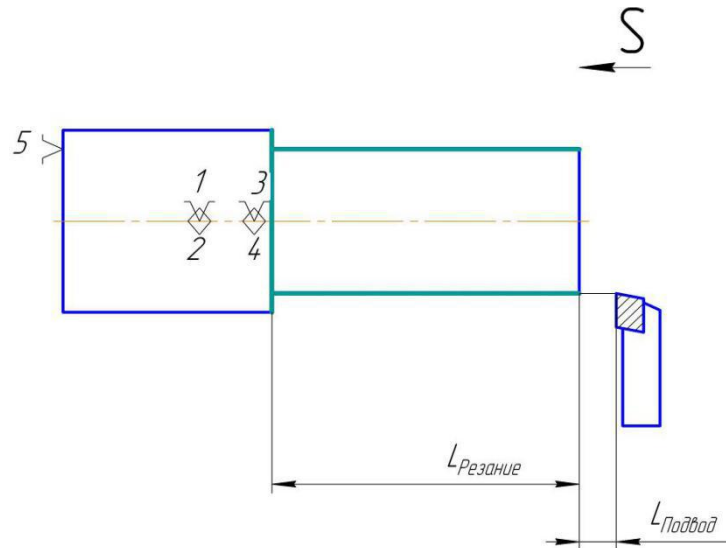
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{\Pi} + \frac{t_{ПЗ}}{N} = 0,032 + 0,005 + 0,005 + 0,001 + \frac{8 \times 60}{5000} = 0,139(\text{мин})$$

6.5.Расчёт норм времени для операции 2.3(точение)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание}} = 2 + 88 = 90(\text{мм}) .$$



Определяем минутную подачу: $S_m = S \times n = 0,15 \times 790 = 118,5(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{90 \times 1}{118,5} = 0,759(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15t_{OC} = 0,15 \times 0,759 = 0,114(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{OP} = t_{OC} + t_B = 0,759 + 0,114 = 0,873(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{OPG} = 0,06t_{OP} + 0,08t_{OP} = 0,06 \times 0,873 + 0,08 \times 0,873 = 0,012(\text{мин}) .$$

Время на личные потребности: $t_{\Pi} = 0,025t_{OP} = 0,025 \times 0,873 = 0,022(\text{мин})$.

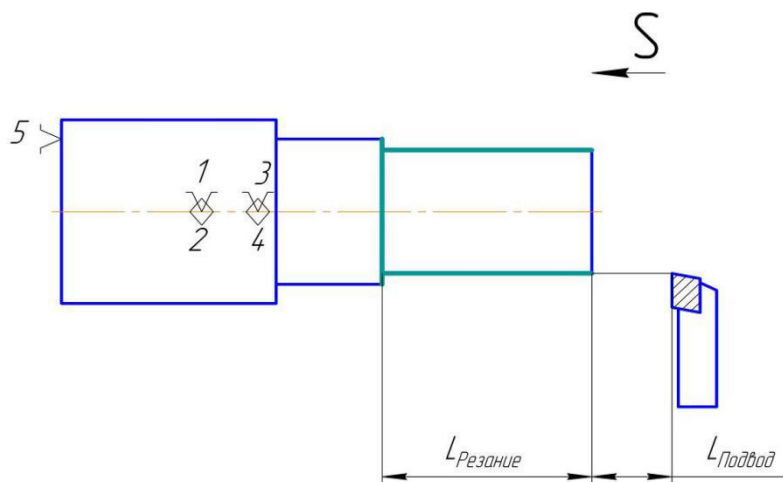
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{\Pi} + \frac{t_{ПЗ}}{N} = 0,759 + 0,114 + 0,012 + 0,022 + \frac{8 \times 60}{5000} = 1,003(\text{мин}) .$$

6.6. Расчёт норм времени для операции 2.4(точение)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание}} = 2 + 61,5 = 63,5(\text{мм}).$$



Определяем минутную подачу: $S_m = S \times n = 0,15 \times 790 = 118,5(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{63,5 \times 1}{118,5} = 0,536(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15 t_{OC} = 0,15 \times 0,536 = 0,080(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{оп} = t_{OC} + t_B = 0,536 + 0,080 = 0,616(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орг} = 0,06 t_{оп} + 0,08 t_{оп} = 0,06 \times 0,616 + 0,08 \times 0,616 = 0,086(\text{мин}).$$

Время на личные потребности: $t_{л} = 0,025 t_{оп} = 0,025 \times 0,616 = 0,015(\text{мин})$.

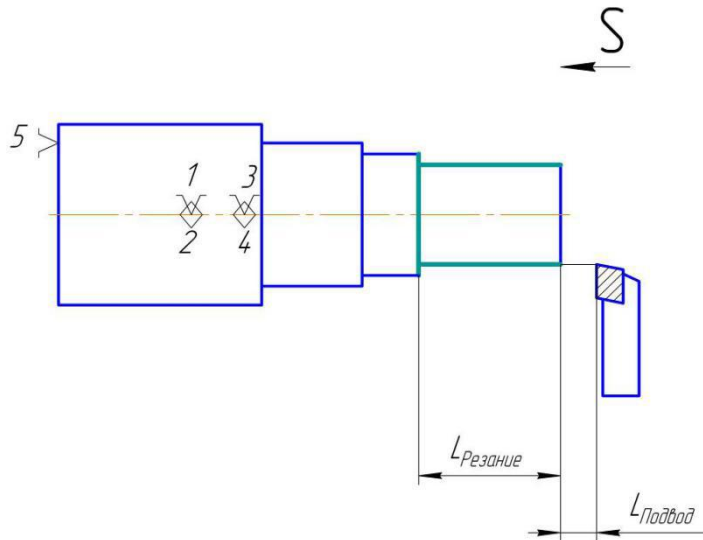
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{обс} + t_{л} + \frac{t_{пз}}{N} = 0,536 + 0,080 + 0,086 + 0,015 + \frac{8 \times 60}{5000} = 0,813(\text{мин}).$$

6.7. Расчёт норм времени для операции 2.5(точение)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание}} = 2 + 48,5 = 51,5(\text{мм}) .$$



Определяем минутную подачу: $S_m = S \times n = 0,15 \times 790 = 118,5(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время: $t_{\text{OC}} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{51,5 \times 1}{118,5} = 0,435(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15 t_{\text{OC}} = 0,15 \times 0,435 = 0,065(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{\text{оп}} = t_{\text{OC}} + t_B = 0,435 + 0,065 = 0,500(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06 t_{\text{оп}} + 0,08 t_{\text{оп}} = 0,06 \times 0,500 + 0,08 \times 0,500 = 0,070(\text{мин}) .$$

Время на личные потребности: $t_{\text{л}} = 0,025 t_{\text{оп}} = 0,025 \times 0,500 = 0,013(\text{мин})$.

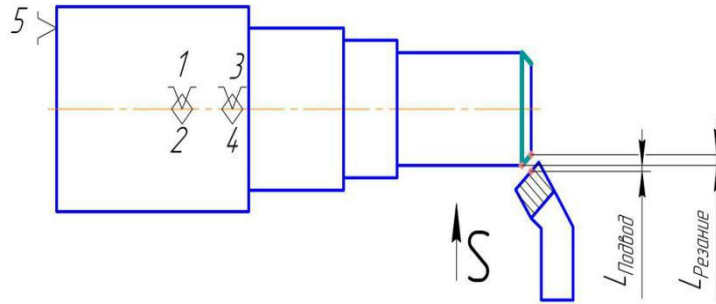
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{\text{шк}} = t_{\text{OC}} + t_B + t_{\text{обс}} + t_{\text{л}} + \frac{t_{\text{пз}}}{N} = 0,435 + 0,065 + 0,070 + 0,013 + \frac{8 \times 60}{5000} = 0,679(\text{мин}) .$$

6.8. Расчёт норм времени для операции 2.6(точение)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание}} = 2 + 1 = 3(\text{мм}).$$



Определяем минутную подачу: $S_m = S \times n = 0,15 \times 790 = 118,5(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{3 \times 1}{118,5} = 0,025(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15 t_{OC} = 0,15 \times 0,025 = 0,004(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{OP} = t_{OC} + t_B = 0,025 + 0,004 = 0,029(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{OPR} = 0,06 t_{OP} + 0,08 t_{OP} = 0,06 \times 0,029 + 0,08 \times 0,029 = 0,004(\text{мин}).$$

Время на личные потребности: $t_{\Pi} = 0,025 t_{OP} = 0,025 \times 0,029 = 0,001(\text{мин})$.

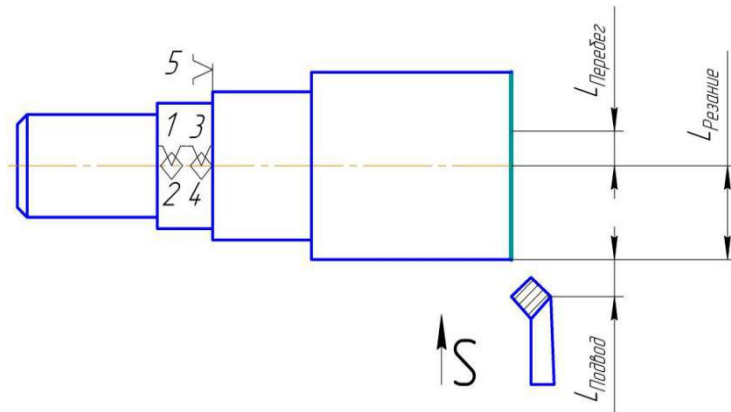
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{\Pi} + \frac{t_{ПЗ}}{N} = 0,025 + 0,004 + 0,004 + 0,001 + \frac{8 \times 60}{5000} = 0,130(\text{мин}).$$

6.9. Расчёт норм времени для операции 3.1(отрезание торца)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание}} + l_{\text{Перебег}} = 2 + 30,22 + 2 = 34,22(\text{мм}).$$



Определяем минутную подачу: $S_m = S \times n = 0,15 \times 520 = 78(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{34,22 \times 1}{78} = 0,439(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15t_{OC} = 0,15 \times 0,439 = 0,066(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{OP} = t_{OC} + t_B = 0,439 + 0,066 = 0,505(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{OPG} = 0,06t_{OP} + 0,08t_{OP} = 0,06 \times 0,505 + 0,08 \times 0,505 = 0,071(\text{мин})$$

Время на личные потребности: $t_{\Pi} = 0,025t_{OP} = 0,025 \times 0,505 = 0,013(\text{мин})$.

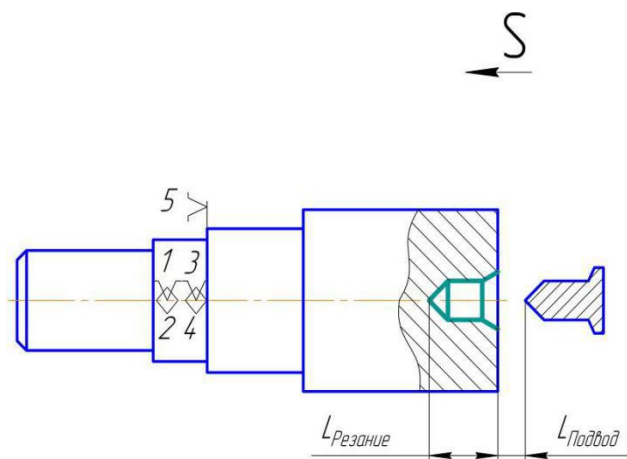
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{\Pi} + \frac{t_{ПЗ}}{N} = 0,439 + 0,066 + 0,071 + 0,013 + \frac{8 \times 60}{5000} = 0,685(\text{мин}).$$

7.1.Расчёт норм времени для операции 3.2(предварительное сверление)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание}} = 2 + 10 = 12(\text{мм}).$$



Определяем минутную подачу: $S_m = S \times n = 0,08 \times 2800 = 224(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{12 \times 1}{224} = 0,054(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15t_{OC} = 0,15 \times 0,054 = 0,008(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{оп} = t_{OC} + t_B = 0,054 + 0,008 = 0,062(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{ОРГ} = 0,06t_{оп} + 0,08t_{оп} = 0,06 \times 0,062 + 0,08 \times 0,062 = 0,009(\text{мин}).$$

Время на личные потребности: $t_{\Pi} = 0,025t_{оп} = 0,025 \times 0,062 = 0,002(\text{мин})$.

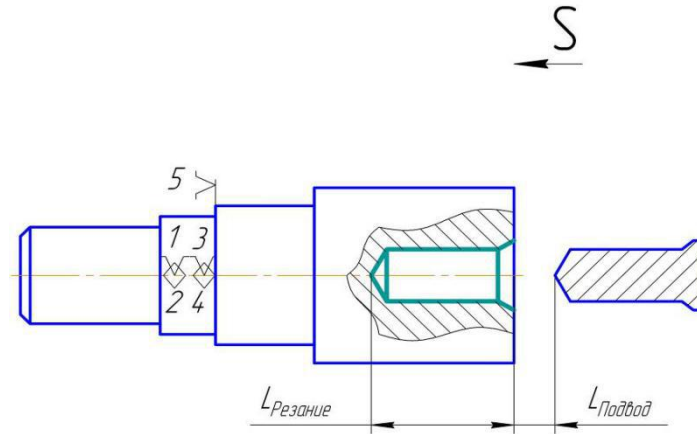
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{ШК} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{\Pi} + \frac{t_{ПЗ}}{N} = 0,054 + 0,008 + 0,009 + 0,002 + \frac{8 \times 60}{5000} = 0,169(\text{мин}).$$

7.2. Расчёт норм времени для операции 3.3.1(рассверливание)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание}} = 2 + 28 = 30(\text{мм}).$$



Определяем минутную подачу: $S_m = S \times n = 0,2 \times 970 = 194(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{30 \times 1}{194} = 0,155(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15t_{OC} = 0,15 \times 0,155 = 0,023(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{OP} = t_{OC} + t_B = 0,155 + 0,023 = 0,178(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{OPr} = 0,06t_{OP} + 0,08t_{OP} = 0,06 \times 0,178 + 0,08 \times 0,178 = 0,025(\text{мин})$$

Время на личные потребности: $t_{\Pi} = 0,025t_{OP} = 0,025 \times 0,178 = 0,004(\text{мин})$.

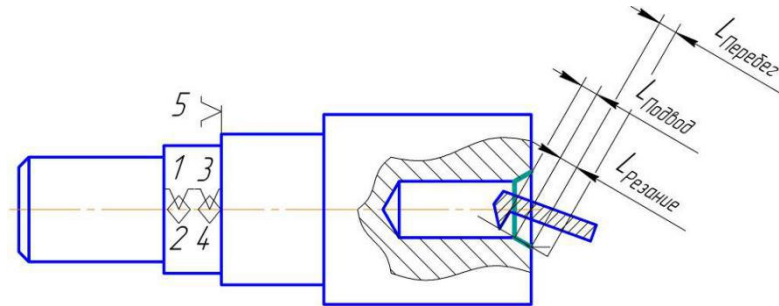
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{\Pi} + \frac{t_{ПЗ}}{N} = 0,155 + 0,023 + 0,025 + 0,004 + \frac{8 \times 60}{5000} = 0,303(\text{мин})$$

7.3. Расчёт норм времени для операции 3,3,2(точение)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание}} = 2 + 2.8 + 2 = 6.8(\text{мм}).$$



Определяем минутную подачу: $S_m = S \times n = 0,15 \times 790 = 118.5(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{6.8 \times 1}{118.5} = 0,057(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15 t_{OC} = 0,15 \times 0,057 = 0,009(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{OP} = t_{OC} + t_B = 0,057 + 0,009 = 0,066(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{OPR} = 0,06 t_{OP} + 0,08 t_{OP} = 0,06 \times 0,066 + 0,08 \times 0,066 = 0,009(\text{мин}).$$

Время на личные потребности: $t_{\Pi} = 0,025 t_{OP} = 0,025 \times 0,066 = 0,002(\text{мин})$.

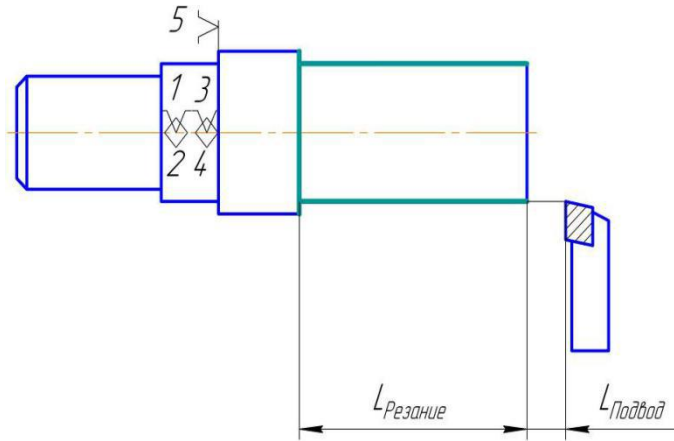
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{\Pi} + \frac{t_{ПЗ}}{N} = 0,057 + 0,009 + 0,009 + 0,002 + \frac{8 \times 60}{5000} = 0,173(\text{мин}).$$

7.4. Расчёт норм времени для операции 3,4(точение)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание}} = 2 + 68 = 70(\text{мм}).$$



Определяем минутную подачу: $S_m = S \times n = 0,15 \times 790 = 118,5(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{70 \times 1}{118,5} = 0,591(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15 t_{OC} = 0,15 \times 0,591 = 0,089(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{OP} = t_{OC} + t_B = 0,591 + 0,089 = 0,680(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{OPG} = 0,06 t_{OP} + 0,08 t_{OP} = 0,06 \times 0,680 + 0,08 \times 0,680 = 0,095(\text{мин})$$

Время на личные потребности: $t_{\Pi} = 0,025 t_{OP} = 0,025 \times 0,680 = 0,017(\text{мин})$.

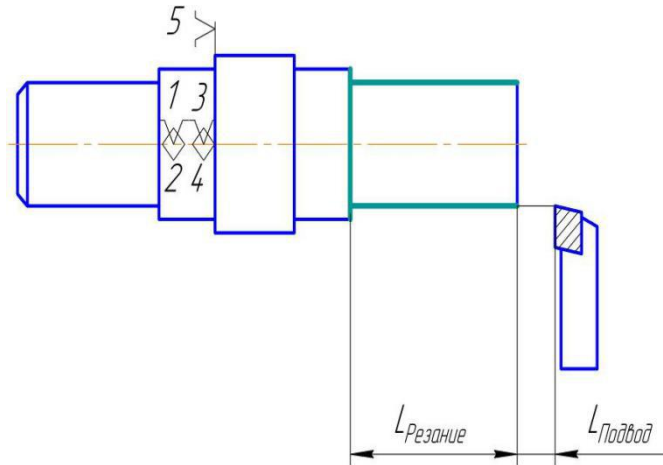
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{\Pi} + \frac{t_{ПЗ}}{N} = 0,591 + 0,089 + 0,095 + 0,017 + \frac{8 \times 60}{5000} = 0,888(\text{мин})$$

7.5. Расчёт норм времени для операции 3,5(точение)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание}} = 2 + 55 = 57(\text{мм}).$$



Определяем минутную подачу: $S_m = S \times n = 0,15 \times 790 = 118,5(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{57 \times 1}{118,5} = 0,481(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15 t_{OC} = 0,15 \times 0,481 = 0,072(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{оп} = t_{OC} + t_B = 0,481 + 0,072 = 0,553(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орг} = 0,06 t_{оп} + 0,08 t_{оп} = 0,06 \times 0,553 + 0,08 \times 0,553 = 0,077(\text{мин})$$

Время на личные потребности: $t_{л} = 0,025 t_{оп} = 0,025 \times 0,553 = 0,014(\text{мин})$.

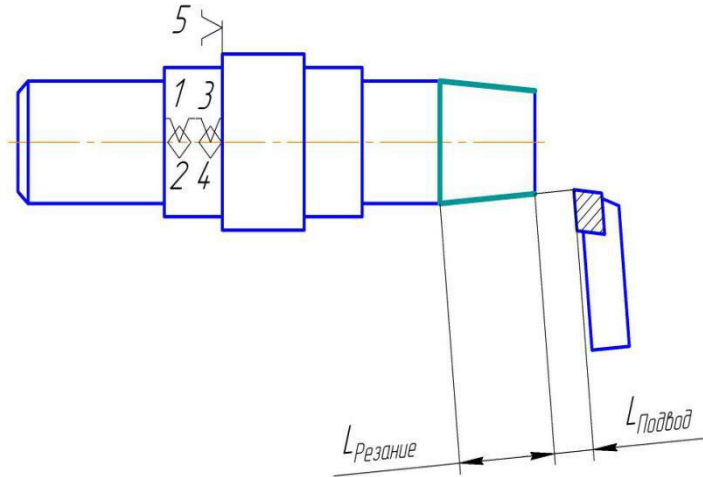
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{обс} + t_{л} + \frac{t_{пз}}{N} = 0,481 + 0,072 + 0,077 + 0,014 + \frac{8 \times 60}{5000} = 0,740(\text{мин})$$

7.6. Расчёт норм времени для операции 3,6(точение конуса)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание}} = 2 + 32.12 = 34.12(\text{мм}).$$



Определяем минутную подачу: $S_m = S \times n = 0,15 \times 790 = 118,5(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{34.12 \times 1}{118,5} = 0,288(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15 t_{OC} = 0,15 \times 0,288 = 0,043(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{OP} = t_{OC} + t_B = 0,288 + 0,043 = 0,331(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{OPG} = 0,06 t_{OP} + 0,08 t_{OP} = 0,06 \times 0,331 + 0,08 \times 0,331 = 0,046(\text{мин}).$$

Время на личные потребности: $t_{\Pi} = 0,025 t_{OP} = 0,025 \times 0,331 = 0,008(\text{мин})$.

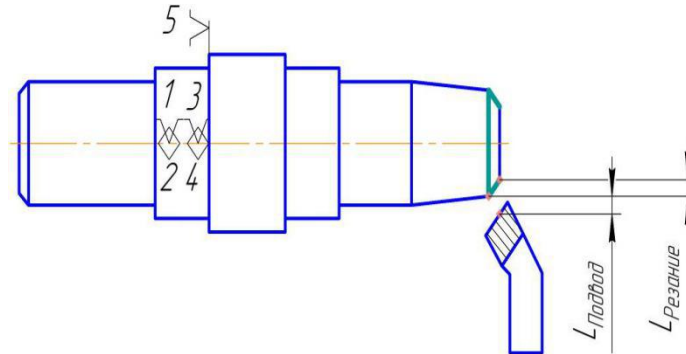
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{\Pi} + \frac{t_{ПЗ}}{N} = 0,288 + 0,043 + 0,046 + 0,008 + \frac{8 \times 60}{5000} = 0,481(\text{мин}).$$

7.7. Расчёт норм времени для операции 3,6(точение конуса)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание}} = 2 + 0,5 = 2,5(\text{мм}).$$



Определяем минутную подачу: $S_m = S \times n = 0,15 \times 790 = 118,5(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{2,5 \times 1}{118,5} = 0,021(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15 t_{OC} = 0,15 \times 0,021 = 0,003(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{OP} = t_{OC} + t_B = 0,021 + 0,003 = 0,024(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{OPR} = 0,06 t_{OP} + 0,08 t_{OP} = 0,06 \times 0,024 + 0,08 \times 0,024 = 0,003(\text{мин}).$$

Время на личные потребности: $t_{\Pi} = 0,025 t_{OP} = 0,025 \times 0,024 = 0,001(\text{мин})$.

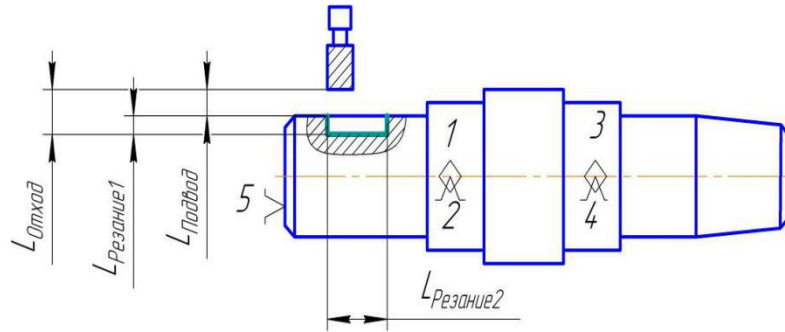
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{\Pi} + \frac{t_{ПЗ}}{N} = 0,021 + 0,003 + 0,003 + 0,001 + \frac{8 \times 60}{5000} = 0,124(\text{мин}).$$

7.8. Расчёт норм времени для операции 4.1.1(фрезерование пазов)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание1}} + l_{\text{Резание2}} + l_{\text{Отход}} = 2 + 3,5 + 19 + 5,5 = 30(\text{мм}) .$$



Определяем минутную подачу: $S_m = S \times n = 0,1 \times 2690 = 269(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times z}{i \times S_m} = \frac{30 \times 4}{1 \times 269} = 0,446(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15t_{OC} = 0,15 \times 0,446 = 0,067(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{оп} = t_{OC} + t_B = 0,446 + 0,067 = 0,513(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{ОРГ} = 0,06t_{оп} + 0,08t_{оп} = 0,06 \times 0,513 + 0,08 \times 0,513 = 0,072(\text{мин}) .$$

Время на личные потребности: $t_{\Pi} = 0,025t_{оп} = 0,025 \times 0,513 = 0,013(\text{мин})$.

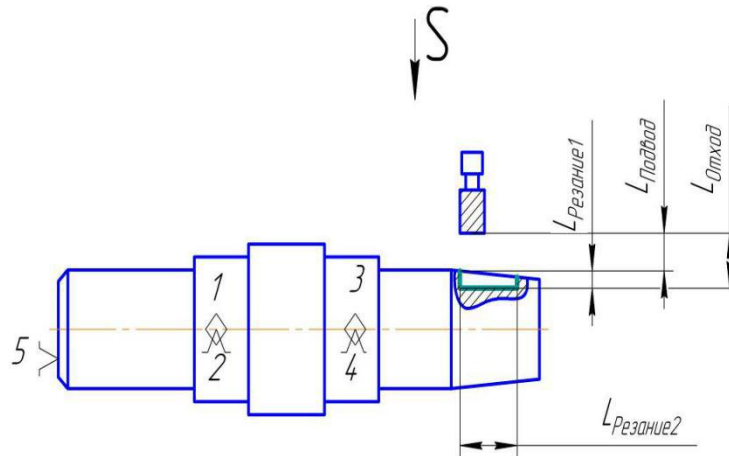
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{\Pi} + \frac{t_{ПЗ}}{N} = 0,446 + 0,067 + 0,072 + 0,013 + \frac{8 \times 60}{5000} = 0.694(\text{мин}) .$$

7.9. Расчёт норм времени для операции 4.1.1(фрезерование пазов)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание1}} + l_{\text{Резание2}} + l_{\text{отход}} = 2 + 3,5 + 19 + 5,5 = 30(\text{мм}).$$



Определяем минутную подачу: $S_m = S \times n = 0,1 \times 547 = 2692(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times z}{i \times S_m} = \frac{30 \times 4}{1 \times 2692} = 0,045(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15t_{OC} = 0,15 \times 0,045 = 0,007(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{оп} = t_{OC} + t_B = 0,045 + 0,007 = 0,052(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{ОРГ} = 0,06t_{оп} + 0,08t_{оп} = 0,06 \times 0,052 + 0,08 \times 0,052 = 0,007(\text{мин})$$

Время на личные потребности: $t_{\Pi} = 0,025t_{оп} = 0,025 \times 0,052 = 0,001(\text{мин})$.

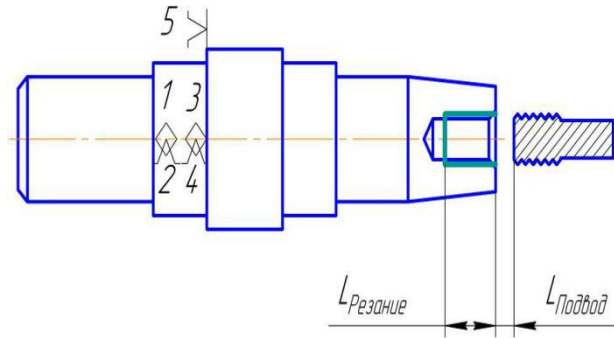
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{\Pi} + \frac{t_{ПЗ}}{N} = 0,045 + 0,007 + 0,007 + 0,001 + \frac{8 \times 60}{5000} = 0,16(\text{мин})$$

8.1. Расчёт норм времени для операции 5,1(резьбонарезание)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Резание}} = 2 + 25 = 27(\text{мм}).$$



Определяем минутную подачу: $S_m = S \times n = 1,25 \times 1300 = 1625(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{27 \times 1}{1625} = 0,017(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15t_{OC} = 0,15 \times 0,017 = 0,003(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{OP} = t_{OC} + t_B = 0,017 + 0,003 = 0,020(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{OPG} = 0,06t_{OP} + 0,08t_{OP} = 0,06 \times 0,020 + 0,08 \times 0,020 = 0,003(\text{мин}).$$

Время на личные потребности: $t_{\Pi} = 0,025t_{OP} = 0,025 \times 0,020 = 0,001(\text{мин})$.

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{\Pi} + \frac{t_{ПЗ}}{N} = 0,017 + 0,003 + 0,003 + 0,001 + \frac{8 \times 60}{5000} = 0,120(\text{мин}).$$

8.2. Расчёт норм времени для операции 7,1(шлифование)

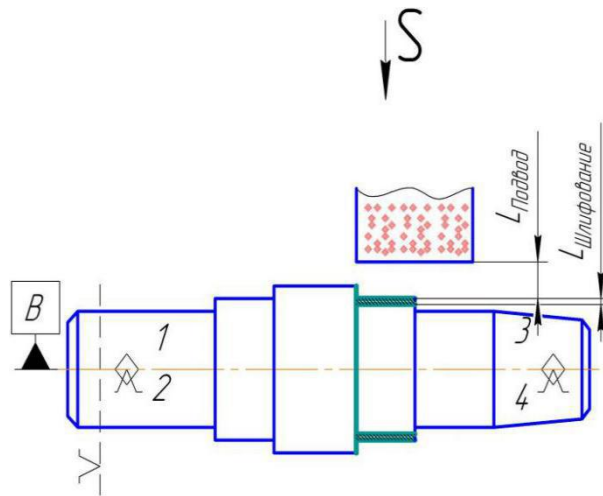
Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Шлифование}} = 1 + 0.6 = 1.6(\text{мм}) .$$

Определяем минутную подачу: $S_m = 0.003 \times 470 = 1.41(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{1.6 \times 1}{1.41} = 1.13(\text{мин})$.



Определяем минутную подачу: $S_m = 0.003 \times 470 = 1.41(\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{1.6 \times 1}{1.41} = 1.13(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15t_{OC} = 0,15 \times 1.13 = 0.170(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{оп} = t_{OC} + t_B = 1.13 + 0,170 = 1.30(\text{мин})$.

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{ОРГ} = 0,06t_{оп} + 0,08t_{оп} = 0,06 \times 1.30 + 0,08 \times 1.30 = 0.182(\text{мин}) .$$

Время на личные потребности: $t_{л} = 0,025t_{оп} = 0,025 \times 1.30 = 0.033(\text{мин})$.

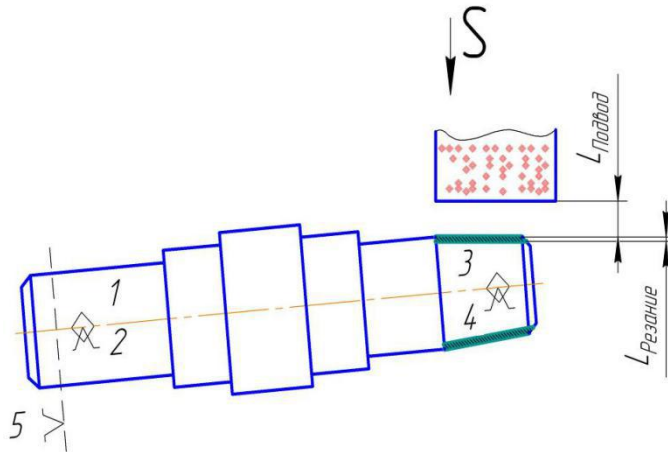
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{л} + \frac{t_{пз}}{N} = 1.13 + 0,170 + 0,182 + 0,033 + \frac{8 \times 60}{5000} = 1.61(\text{мин}) .$$

8.3. Расчёт норм времени для операции 7,2(шлифование)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Шлифование}} = 1 + 0.6 = 1.6(\text{мм}) .$$



Определяем минутную подачу: $S_m = 0.003 \times 470 = 1.41(\text{мм} / \text{мин}) .$

Число рабочих ходов: $i=1.$

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{1.6 \times 1}{1.41} = 1.13(\text{мин}) .$

Вспомогательное время операции: $t_B = 0.15 t_{OC} = 0.15 \times 1.13 = 0.170(\text{мин}) .$

Оперативное время: $t_{OP} = t_{OC} + t_B = 1.13 + 0.170 = 1.30(\text{мин}) .$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{OPG} = 0.06 t_{OP} + 0.08 t_{OP} = 0.06 \times 1.30 + 0.08 \times 1.30 = 0.182(\text{мин}) .$$

Время на личные потребности: $t_{\Pi} = 0.025 t_{OP} = 0.025 \times 1.30 = 0.033(\text{мин}) .$

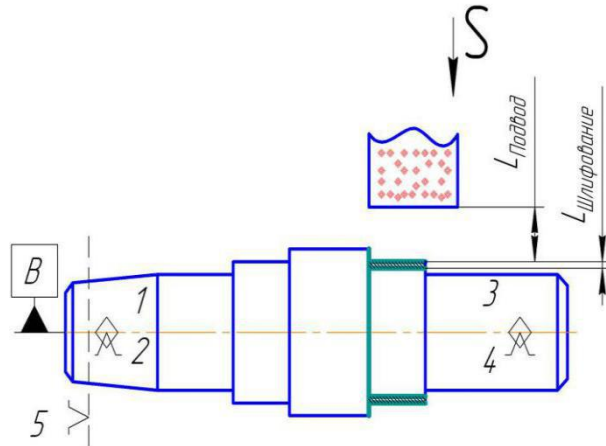
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{ШК} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{\Pi} + \frac{t_{ПЗ}}{N} = 1.13 + 0.170 + 0.182 + 0.033 + \frac{8 \times 60}{5000} = 1.61(\text{мин}) .$$

8.4. Расчёт норм времени для операции 7,3(шлифование)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Шлифование}} = 1 + 0.6 = 1.6(\text{мм}) .$$



Определяем минутную подачу: $S_m = 0.003 \times 470 = 1.41(\text{мм} / \text{мин}) .$

Число рабочих ходов: $i=1.$

Тогда основное время: $t_{OC} = \frac{L \times i}{S_m} = \frac{1.6 \times 1}{1.41} = 1.13(\text{мин}) .$

Вспомогательное время операции: $t_B = 0.15t_{OC} = 0.15 \times 1.13 = 0.170(\text{мин}) .$

Оперативное время: $t_{оп} = t_{OC} + t_B = 1.13 + 0.170 = 1.30(\text{мин}) .$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{ОРГ} = 0.06t_{оп} + 0.08t_{оп} = 0.06 \times 1.30 + 0.08 \times 1.30 = 0.182(\text{мин}) .$$

Время на личные потребности: $t_{л} = 0.025t_{оп} = 0.025 \times 1.30 = 0.033(\text{мин}) .$

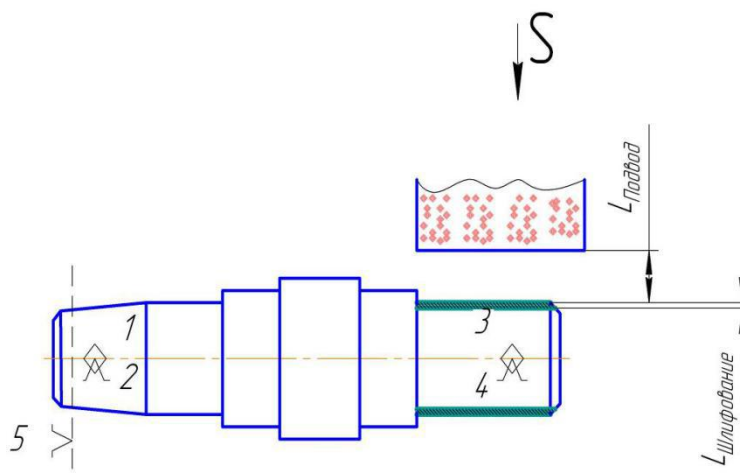
Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{л} + \frac{t_{пз}}{N} = 1.13 + 0.170 + 0.182 + 0.033 + \frac{8 \times 60}{5000} = 1.61(\text{мин}) .$$

8.5. Расчёт норм времени для операции 7,4(шлифование)

Определяем расчётную длину обработки:

$$L = l_{\text{Подвод}} + l_{\text{Шлифование}} = 1 + 0.6 = 1.6(\text{мм}) .$$



Определяем минутную подачу: $S_m = 0.003 \times 470 = 1.41 (\text{мм} / \text{мин})$.

Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время: $t_{oc} = \frac{L \times i}{S_v} = \frac{1.6 \times 1}{1.41} = 1.13(\text{мин})$.

Вспомогательное время операции: $t_B = 0,15t_{OC} = 0,15 \times 1,13 = 0,170(\text{мин})$.

Оперативное время: $t_{оп} = t_{ос} + t_B = 1.13 + 0,170 = 1.30(мин).$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{OBC} = t_T + t_{OPF} = 0,06t_{OP} + 0,08t_{OP} = 0,06 \times 1,30 + 0,08 \times 1,30 = 0,182(\text{мин})$$

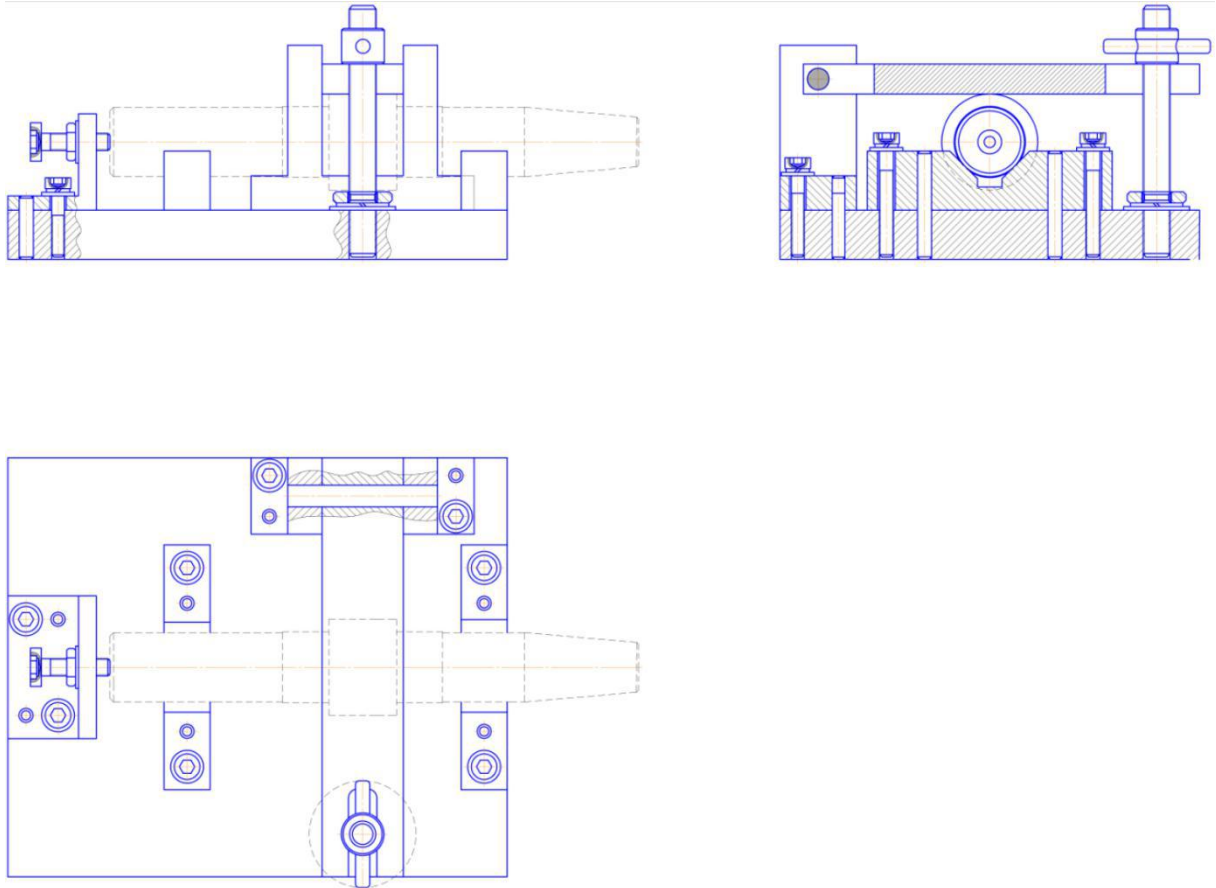
Время на личные потребности: $t_{\text{л}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,025 \times 1.30 = 0.033(\text{мин})$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{IIIK} = t_{OC} + t_B + t_{OBC} + t_{II} + \frac{t_{II3}}{N} = 1.13 + 0,170 + 0,182 + 0,033 + \frac{8 \times 60}{5000} = 1.61 (\text{мин}).$$

КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Целью конструкторской части является разработка приспособления для закрепления вала на фрезерной операции.



Описания работы приспособления

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки при её обработке на фрезерном станке с ЧПУ Clever C900, когда мы фрезеруем два шпоночных пазов на заготовке. Особенностью являются удобность закрепления и лёгкость замены заготовки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Таким образом, данная проектируемая деталь - ось входит в её техническое требование и затраты времени операции изготовления не большие. Изготовления специального данного приспособления для фрезерования пазов оси практически лёгко выполняют. Точности требования для оси выдержены по перечисленным расчётам.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
158Л51	Чжан Пэнфэй

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1.Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально-технические ресурсы:заготовка(8750р); энергетические ресурсы для использования станков: электрическая энергия (2,39р/КВт).
2.Нормы и нормативы расходования ресурсов	30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
3.Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1.Анализ конкурентных технических решений	2.Составление таблицы оценочной конкурентоспособности, составление многоугольника конкурентоспособности, SWOT-анализ
3.Планирование проекта	4.Продолжительность каждого этапа проекта, составление графика Ганта

5.Формирование бюджета на затраты проекта	6.Расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительную зарплаты, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы
7.Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	8.Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Многоугольник конкурентоспособности 2. Матрица SWOT 3. Дерево целей 4. График Ганта	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП.	Скаковская Наталия Вячеславовна	к.ф.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Чжан Пэнфэй		

9.ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

9.1. Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы успешнее противостоять соперникам. При проведении данного анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны конкурентов. Для этого составлена оценочная карта (таблица 9.1.1).

Объектом анализа являются параметры виброисточников различных фирм.

Методика оценки конкурентоспособности:

- ✓ Определить критерии конкурентоспособности, по которым будет производиться оценка.
- ✓ Составить оценочную таблицу «Оценка конкурентоспособности экспертом» (таблица 9.1.1).
- ✓ Определить оценочную шкалу факторов конкурентоспособности (1-10-бальная шкала).
- ✓ Прописать по какому признаку будет присваиваться тот или иной балл
- ✓ Определить оценочную шкалу важности фактора (1-5-бальная шкала).

- ✓ Прописать по какому признаку будет присваиваться тот или иной балл.
- ✓ Расставить баллы по всем факторам и по важности факторов.

- ✓ Рассчитать весовой коэффициент по каждому фактору.

- ✓ Умножить полученные весовые коэффициенты на оценку эксперта (от 1 до 10) и сумма полученных значений даст итоговую оценку эксперта.

- ✓ По результатам расчетов сделать выводы и построить многоугольник конкурентоспособности (рисунок 9.1.1).

Таблица 9.1.1 – Оценка конкурентоспособности.

№ п/ п	Товары конкурент ы	Факторы конкурентоспособности товаров						Итоговая оценка
		Цена	Время срабатыва ния осей	безопа сность	Сложность изготовления	Надёж ность	Дизайн	
1	Ось балансира LT13T-051 200/60	8/1,4	7/1,2	6/0,8	8/1,6	10/1,4	5/0,4	6,8
2	Ось с тормозом для рессорной подвески , 900-	9/1,2	4/1	6/0,8	6/1,4	6/1,6	8/1,8	7,8
3	Проект	5/0,8	9/1,2	10/2	6/1,8	8/1,28	6/0,48	7,56
	b_j	4	5	5	5	4	2	25
	w_j	0,16	0,2	0,2	0,2	0,16	0,08	-

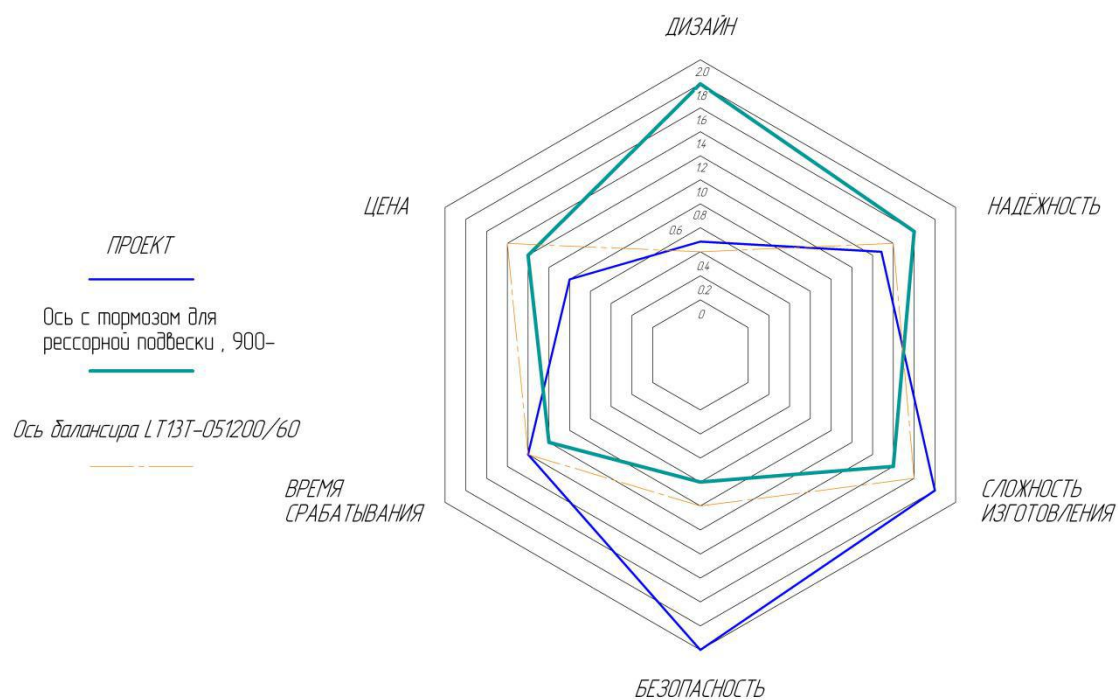


Рисунок 9.1.1 – Многоугольник конкурентоспособности.

В ходе оценки конкурентоспособности проекта было выявлено, что проект уступает продукции некоторых конкурентов по техническим характеристикам (цена, дизайн, надёжность), но при этом имеет свои преимущества перед ними (время срабатывания, сложность изготовления, безопасность). В целом проект имеет достаточно высокие показатели для успешной конкуренции с другими производителями виброустройств.

9.2. SWOT-анализ проекта

В качестве оценки сильных и слабых сторон проекта как во внутренней, так и во внешней среде прибегают к составлению SWOT-матрицы (таблица 9.2.1).

Задача SWOT-анализа — дать структурированное описание ситуации, относительно которой нужно принять какое-либо решение. Выводы, сделанные на его основе, носят описательный характер без рекомендаций и расстановки приоритетов.

Таблица 9.2.1 – SWOT-анализ проекта.

Внешние факторы	Внутренние факторы		
		Сильные стороны проекта: 1.низкая сложность изготовления. 2.Высокая безопасность. 3.длинное время срабатывания.	Слабые стороны проекта: 1.низкий уровени дизайна. 2.высокая цена. 3.Низкая надёжность.
	Возможности: 1. Отсутствие аналогов. 2. Новые технологии сейсморазведки. 3. Отсутствие выброса в окружающую среду вредных веществ.	Получение высококачественно го,высокоэффектив ного оборудования для фрезерования пазов на оси.	Развитие новых экономических технологий.
	Угрозы: 1.Низкая надёжность при работе. 2.Низкому уровню дйзна трудно привлечь покупателей.	Высокая конкуренция нивелируется сильными сторонами безопасность использования осей.	Низкая надёжность детали может влиять влиять выборы покупателей.

Анализ интерактивных таблиц выявил сильно коррелирующие стороны и возможности, стороны и угрозы, каждая из представленных записей представляет собой направление реализации проекта.

9.3. Планирование проекта

Планирование работ позволяет распределить обязанности между исполнителями проекта, рассчитать заработную плату сотрудников, а также гарантирует реализацию проекта в срок.

Составим дерево целей проекта, учитывая все этапы работ, входящие в его реализацию(рисунок9.3.1).

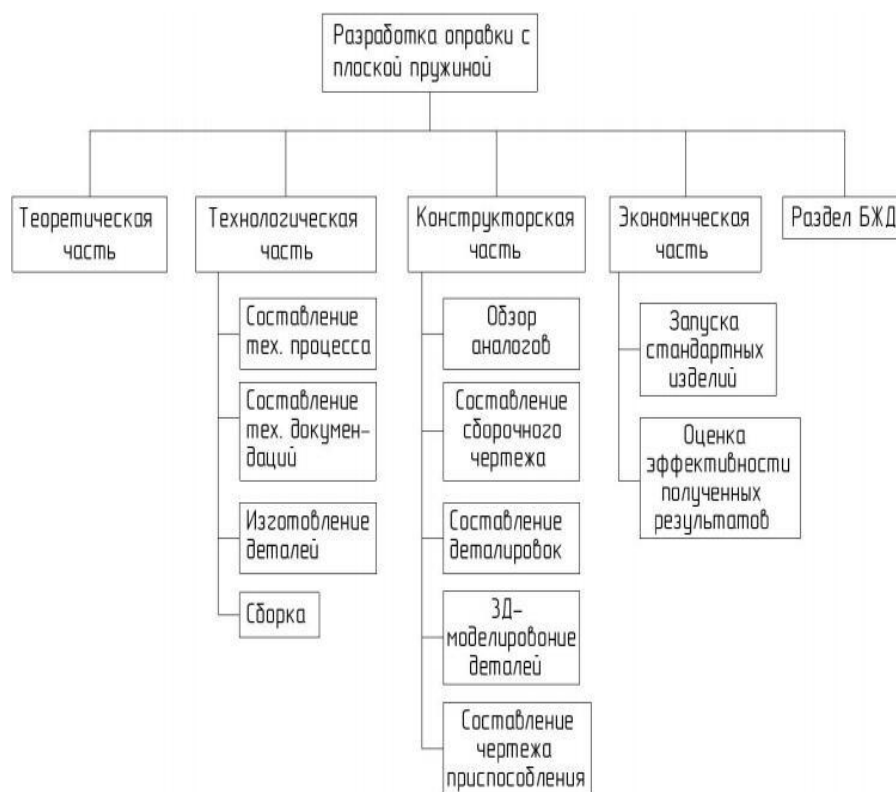


Рисунок 9.3.1 – Дерево целей.

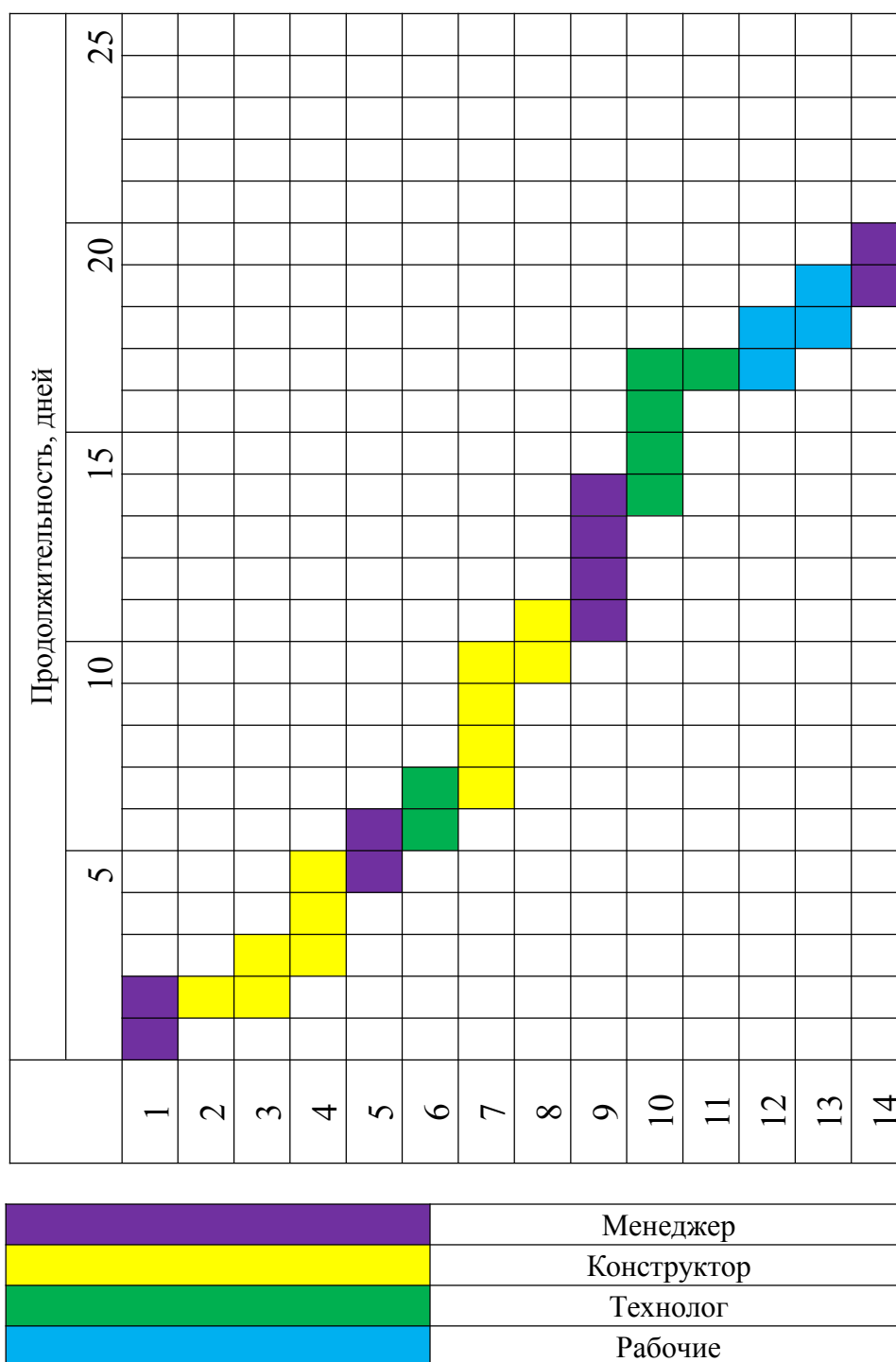
На основании дерева целей проекта составим табличную модель, определим основные параметры каждой работы проекта: ее номер, наименование, продолжительность, требуемые ресурсы для ее выполнения (таблица 9.3.1).

В данной работе проектная организация состоит из четырех типов сотрудников: менеджер, конструктор, технолог и рабочие.

Таблица 9.3.2 – Работы при реализации проекта.

	Наименование	Продолжительность, дней	Ресурсы
1	Обзор аналогов	2	Менеджер
2	Составление сборочного чертежа	1	Конструктор
3	Составление детализовок	2	Конструктор
4	3D-моделирование деталей	3	Конструктор
5	Экономическая	2	Менеджер
6	БЖД	2	Технолог
7	Произведение технических расчетов	4	Конструктор
8	Составление чертежа приспособления	2	Конструктор
9	Закупка стандартных изделий	4	Менеджер
10	Составление тех. процесса	4	Технолог
11	Составление тех. документации	1	Технолог
12	Изготовление деталей	2	рабочие
13	Сборка	2	Рабочие
14	Оценка эффективности полученных результатов	2	Менеджер

Таблица 9.3.3 – График Ганта.



По итогам планирования с помощью графика Ганта был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 20 дня.

9.4. Бюджет затрат на реализацию проекта

При планировании бюджета необходимо учесть все виды расходов, которые связаны с его выполнением. Для формирования бюджета проекта используется следующая группа затрат:

- материальные затраты проекта;
- основная и дополнительная заработная плата исполнителей проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы;

9.4.1. Расчёт материальных затрат проекта

К материальным затратам относятся: приобретаемые со стороны сырье и материалы, покупные материалы, канцелярские принадлежности, картриджи и т.п.

Таблица 9.4.1.1 – Материальные затраты.

Наименование	Единица измерения	Количество/L	Цена за ед., руб	Затраты на материалы Z_m , руб
Ручка шариковая	шт.	5	25	125
Карандаш чертежный	шт.	4	20	80
Штангенциркуль	шт.	1	16000	16000
Датчик давления	шт.	3	500	1500
Вентиль	шт.	5	400	2000
приспособление	шт.	3	4000	12000

Труба	м	10	150	1500
Крепеж, фитинги	шт.	20	100	2000
сталь	кг	50	135	6750
масло	м	1	500	500
Нутромер	шт.	2	20000	40000
Итого, руб				82455

В сумме материальные затраты составили 82455 рублей. Цены взяты средние по городу Томску.

9.4.2. Заработная плата исполнителей проекта

Статья включает в себя основную заработную плату $З_{осн}$ и дополнительную заработную плату $З_{доп}$:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}$$

Дополнительная заработная плата составляет 12-20 % от $З_{осн}$.

Основная заработная плата работника:

$$З_{осн} = З_{дн} \times T_p$$

Где:

T_p – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, раб. дн. (таблица 9.3.3).

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

$$З_{дн} = \frac{З_m \times M}{F_d}$$

Где:

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

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

(при отпуске в 28 раб. дней $M=11$ месяцев, 5-дневная неделя);

(при отпуске в 56 раб. дней $M=10$ месяцев, 6-дневная неделя);

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_M = З_{ТС} \times (1 + k_{пп} + k_d) \times k_p$$

Где:

$З_{ТС}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пп}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{ТС}$);

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

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата:

$$З_{доп} = k_{доп} \times З_{осн}$$

где :

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,135).

Расчёт заработной платы конструктора (пятидневная рабочая неделя):

$$З_M = З_{ТС} \times (1 + k_{пп} + k_d) \times k_p = 18000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 35100(\text{руб})$$

$$З_{дн} = \frac{З_M \times M}{F_d} = \frac{35100 \times 11}{365 - 117 - 28} = 1755(\text{руб}) \quad З_{осн} = З_{дн} \times T_p = 1755 \times 13 = 22815(\text{руб})$$

$$З_{доп} = k_{доп} \times З_{осн} = 0.135 \times 22815 = 3080(\text{руб})$$

Расчёт заработной платы технолога (пятидневная рабочая неделя):

$$З_M = З_{ТС} \times (1 + k_{пп} + k_d) \times k_p = 19000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 37050(\text{руб})$$

$$З_{дн} = \frac{З_M \times M}{F_d} = \frac{37050 \times 11}{365 - 117 - 28} = 1852,5(\text{руб})$$

$$З_{осн} = З_{дн} \times T_p = 1852,5 \times 17 = 31495,5(\text{руб})$$

$$З_{доп} = k_{доп} \times З_{осн} = 0.135 \times 31495,5 = 4251,5(\text{руб})$$

Расчёт заработной платы менеджера (пятидневная рабочая неделя):

$$З_M = З_{ТС} \times (1 + k_{пп} + k_d) \times k_p = 19000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 37050(\text{руб})$$

$$З_{дн} = \frac{З_M \times M}{F_d} = \frac{39000 \times 11}{365 - 117 - 28} = 1950(\text{руб}) \quad З_{осн} = З_{дн} \times T_p = 1950 \times 10 = 19500(\text{руб})$$

$$З_{доп} = k_{доп} \times З_{осн} = 0.135 \times 19500 = 2632,5(\text{руб})$$

Расчёт заработной платы рабочего (шестидневная рабочая неделя):

$$З_M = З_{ТС} \times (1 + k_{пп} + k_d) \times k_p = 15000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 29250(\text{руб})$$

$$З_{дн} = \frac{З_M \times M}{F_d} = \frac{29250 \times 10}{365 - 117 - 56} = 1523,44(\text{руб})$$

$$З_{осн} = З_{дн} \times T_p = 1523,44 \times 10 = 15234,4(\text{руб})$$

$$З_{доп} = k_{доп} \times З_{осн} = 0.135 \times 152 = 2056.6(\text{руб})$$

Таблица 9.4.2.1 – Расчет заработной платы работников.

Исполнитель проекта	$З_{ТС}$ руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	$З_m$ руб.	$З_{дн}$ руб.	T_p руб. дн.	$З_{осн}$ руб.	k_d	$З_{доп}$ руб.	Итого, руб.
Конструктор	18000	0,3	0,2	1,3	35100	1755	13	22815	0,135	3080	25895
Технолог	19000				37050	1852,5	17	31495,5		4251,5	35747
Менеджер	20000				39000	1950	10	19500		2632,5	22132,5
Рабочий	15000				29250	1523,44	10	15234,4		2056,6	17291

9.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством РФ нормы органов государственного социального страхования (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212 – ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

В таблице 9.4.3.1 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей проекта.

Таблица 9.4.3.1 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Конструктор	22815	3080
Технолог	31495,5	4251,5
Менеджер	19500	2632,5
Рабочий	15234,4	2056,6
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого		
Конструктор	7768,5	
Технолог	10724,1	
Менеджер	6639,8	
Рабочий	5187,3	

9.4.4. Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы

$$З_{НАК} = (З_M + З_З + З_{ВНЕБ}) \times k_{НР} = (82455 + 1010655 + 303197) \times 0,16 = 342144(\text{руб})$$

где :

$k_{НР}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16%.

9.5. Формирование затрат на реализацию проекта

Определение бюджета на проект приведено в таблице 9.5.1.

Таблица 9.5.1 – Бюджет затрат на проектирование закалочной установки.

Наименование	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	82455	33,24
2. Затраты по основной зарплате	89044,9	35,90
3. Затраты по дополнительной зарплате	12020,6	4,85
4. Отчисления во внебюджетные фонды	30319,7	12,22
5. Накладные расходы	34214,4	13,79
Бюджет затрат на проектирование	248054,6	100

Бюджет всех затрат проекта равен 248054,6 *рублей*. Наибольший процент бюджета составляют затраты по основной зарплате. (35,90 %).

9.6. Ресурсоэффективность

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности.

$$I_{pi} = \sum a_i b_i$$

Где:

I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Таблица 9.6.1 – Сравнительная оценка характеристик проекта.

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1.Удобство эксплуатации	0,3	5
2.Легкость обслуживания	0,2	4
3. Долговечность	0,2	4
4.Энергоэкономичность	0,15	4
5.Материалоемкость	0,15	5
Итого	1	4,45

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0.3 \times 5 + 0.2 \times 4 + 0.2 \times 4 + 0.15 \times 4 + 0.15 \times 5 = 1.5 + 0.8 + 0.8 + 0.6 + 0.75 = 4.45$$

В результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны. Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 32 дня. Бюджет затрат на реализацию проекта составил 248054,6 рублей.

Показатель ресурсоэффективности по пятибальной шкале $I_p = 4.45$, что говорит об эффективной реализации проекта.

На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
158J51	Чжан Пэнфэй

Школа	Инженерная Школа Новых Производственных Технологий	Отделение (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологии изготовления детали "Ось"	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объектом исследования является рабочее место оператора. Рабочее место состоит из станков (материала стали) и мест для отдыха и т.д. Область применения: единичное производство.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. 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.	– указать нормативные документы.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов. 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия.	– перечислить вредные и опасные факторы.

3. Экологическая безопасность:	– указать область воздействия на атмосферу, гидросферу и литосферу.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– перечислить возможные ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения. – указать наиболее типичную ЧС.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Чжан Пэнфэй		

Аннотация

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрено технологическое бюро и находящееся Оборудование(ПК) .

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально- взаимосвязанных средств производства и необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании бюро необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

10.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
2. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
3. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
4. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 5.ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
6. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
7. ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности.
- 8.СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха.
- 9.ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
10. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
11. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда.

11.Производственная безопасность

Таблица 1(возможные опасные и вредные факторы).

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Требования к освещению устанавливаются СП 52.133330.2016 Естественное и искусственное освещение.Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*(59)
2.Привышение 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	+	+	+	

12.Анализ опасных вредных произаодственных факторов

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы:

- 1.не комфортные метеоусловия;
- 2.вредные вещества;
- 3.производственный шум;
- 4.недостаточная освещенность;

12.1. Не комфортные метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха;

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма. иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается.

Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ($\phi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\phi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года применяются средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Таблица 6(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	≤ 0.278

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.

12.2. 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.

В составе современных жидкостей содержатся различные ингибиторы коррозии, противозадирные присадки, гликоль, анионоактивные и неионогенные эмульгаторы, индустриальные и минеральные масла, масляный асидол, едкий натр, бактерицидные препараты (каустическая сода, хлорпарафины и т. д.). Со временем в любой СОЖ бурно развиваются микроорганизмы (бактерии), которые формируют особую дисперсную фазу с размером частиц 0,2—10 мкм. Эти бактерии прогрессируют в водных растворах в форме палочек и кокков. Поскольку прогрессирующее развитие бактерий в среде «масло—вода» приводит к изменению структурно- механических характеристик СОЖ, бактерии, уничтожая органические компоненты, высвобождают из эмульсий масло (диэлектрик).

Все это влияет на электропроводность жидкостей, увеличивая ее. Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования.

Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации, не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. 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.

12.3. Производственный шум

Предельный 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.

СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко-виброизоляции, звуко-вibroпоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны;

12.4. Недостаточная 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 должно 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. Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 9$ м, ширина $B = 7$ м, высота $= 3,5$ м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения: $S = A \times B$

Где:

A – длина, м ; B – ширина, м ; $S = 7 \times 9 = 63$ м ;

Коэффициент отражения покрашенных светло-зеленых стен с окнами, без штор $C=40\%$, свежепобеленного потолка $P=70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_3=1,2$.

Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.
 Выбираем лампу дневного света ЛТБ-40, световой поток которой равен $\Phi_{ЛД} = 2200$ Лм. Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР –2-40.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1200 мм, ширина – 260 мм.⁸¹ Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина β , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\beta = 1,2$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p$$

Где:

h_n – высота светильника над полом, высота подвеса.

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ 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:

$$L = \lambda \times h = 1.2 \times 2 = 2.4(\text{М})$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{9}{2.4} = 3.75 \approx 4$$

Число светильников в ряду:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{7}{2.4} = 2.92 \approx 3$$

Общее число светильников:

$$N = Na \times Nb = 4 \times 3 = 12$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2.4}{3} = 0.8$$

Размещаем светильники в два ряда. На рисунке 1 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

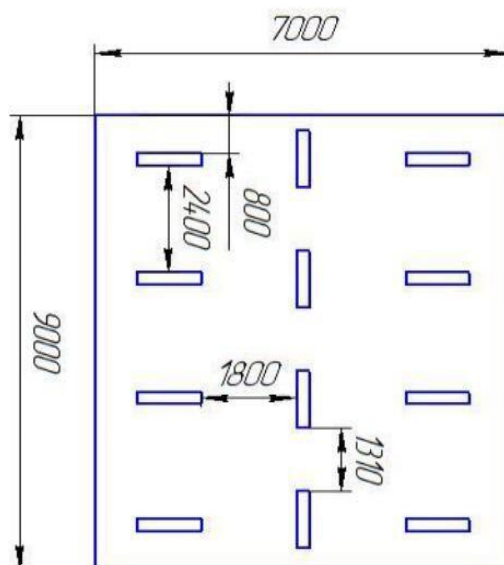


Рисунок 10.1 – План помещения и размещения светильников.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \times B}{h(A + B)} = \frac{9 \times 7}{2.0 \times (9 + 7)} = 1.97$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при $\rho_{\Pi} = 70\%$, $\rho_c = 40\%$ и индексе помещения $i = 1.97$, $\eta = 0.6$.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\Pi} = \frac{E \times A \times B \times K_3 \times Z}{n \times N \times \eta} = \frac{300 \times 9 \times 7 \times 1.2 \times 1.1}{2 \times 12 \times 0.6} = 1751(\text{лм})$$

13. Экологическая безопасность

13.1. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq (\text{ФЛД} - \text{ФП}) / \text{ФЛД} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$(\text{ФЛД} - \text{ФП}) / \text{ФЛД} \cdot 100\% = 2200 - 1751 / 2200 \cdot 100\% = 19\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq 19\% \leq 20\%$, необходимый световой поток.

13.2. Факторы электрической природы

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 с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования с другой.

3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности.

Бюро относится к помещению без повышенной опасности поражения 84 электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

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.

Дополнительными электрозащитными средствами в электроустановках являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В. Диэлектрические коврики и дорожки — это изолирующие основания.

Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения. Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В — обязательно на фарфоровых изоляторах.

13.3. Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды — это комплексная проблема и наиболее активная форма. Её решения — это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам в бюро необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги. Так же необходимо позаботиться о раздельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика.

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

Также необходимо утилизировать средства освещения. Все известные сегодня способы утилизации люминесцентных ламп очень трудоемки, опасны, энергозатратны и экономически нецелесообразны: стоимость подобной операции практически сравнима со стоимостью новой лампы. Специальный химический раствор позволяет полностью удалить все опасные компоненты люминофорного слоя со стекла, и после дальнейшей переработки, использовать их повторно, как, впрочем, и само стекло.

14.Безопасность в чрезвычайных ситуациях

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории *Ан*, *Бн*, *Вн*, *Гн* и *Дн*.

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). 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.

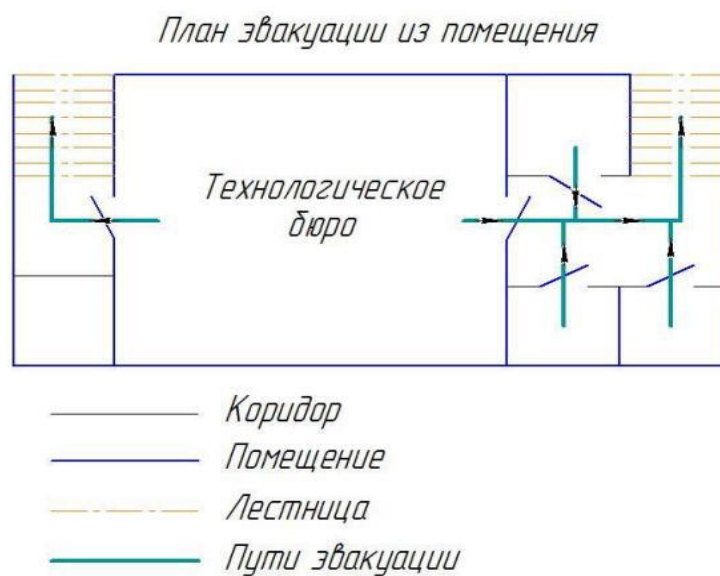
Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- 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.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рисунок 10,3).



(рисунок 10,3).

Заключение

В ходе данной выпускной квалификационной работы выполнено технологическая подготовка производства изготовления детали типа «вал», которая включает в себя разработку технологического процесса, расчет режимов механической обработки и норм времени, выбор оборудования и средств технического оснащения, проектирование специальной оснастки для закрепления заготовки. В ходе исследования социальной части рабочего места было выявлено, что исследуемое помещение соответствует всем нормам и правилам законодательства РФ. Но для того, чтобы избежать практические влияющие неожиданные факторы, необходимо ещё добавить предварительные условия. Например для фактора недостаточной освещенности рекомендую использовать более мощной люминесцентной лампы в рабочем месте. И кроме того, чтобы вообще избежать влияния производственного шума на бытовую жизнь особенно ночью, рекомендую добавить специальных материалов на стене рабочих мест.

Список используемых литератур

- 1.Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.Машиностроение, 2002.
- 2.Курсовое проектирование по технологии машиностроения.автор-Горбачевич.А.Ф (1975).
3. Белов Н.А. Безопасность жизнедеятельности – М.: Знание, 2000-364с.
- 4.Методические указания к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 «Машиностроение».
- 5.Белов , Сергей Викторович. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность):учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт ИД Юрайт, 2015. - 703 с.
- 6.Давыдов, Борис Ильич. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений / Б. И. Давыдов, В. С. Тихончук, В. В. Антипов. — Москва: Энергоатомиздат, 1984. — 177 с.ил.21 см.

Приложения

1. Приложенные формулы для норм времени по обрабатываемой поверхности.

Приложения

1. ПРИБЛИЖЕННЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ НОРМ ВРЕМЕНИ ПО ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ [11]

Основное технологическое время T_0 , мин

Черновая обточка за один проход	$0,00017d$
Чистовая обточка по 4-му классу точности	$0,00010d$
Чистовая обточка по 3-му классу точности	$0,00017d$
Черновая подрезка торца $\nabla 4$	$0,000037(D^2 - d^2)$
Чистовая подрезка торца $\nabla 6$	$0,000032(D^2 - d^2)$
Опреснение	$0,00019D^2$
Черновое и чистовое отделение фасонным резцом	$0,00063(D^2 - d^2)$
Шлифование грубое по 4-му классу точности	$0,00007d$
Шлифование чистовое по 3-му классу точности	$0,00010d$
Шлифование чистовое по 2-му классу точности	$0,00015d$
Расставление отверстий на токарном станке	$0,00018d$
Сверление отверстий	$0,00022d$
Расвертывание $d = 20 \div 60$	$0,00031d$
Зенкерование	$0,00021d$
Расвертывание черновое	$0,00043d$
Расвертывание чистовое	$0,00066d$
Внутреннее шлифование отверстий 3-го класса точности	$0,0015d$
Внутреннее шлифование отверстий 2-го класса точности	$0,0018d$
Черновое растачивание отверстий за один проход $\nabla 3$	$0,00024d$
Черновое растачивание под резерту	$0,00054d$
Расвертывание плавающей разверткой по 3-му классу точности	$0,00027d$
Здесь d — диаметр,	$0,00032d$
l — длина обрабатываемой поверхности,	
D — диаметр наибольшего и наименьшего диаметров обрабатываемого торца.	
Протягивание отверстий и шпоночных канавок, где l — длина протяжки, мм.	$T_0 = 0,0004$
Стругание черновое на продольно-строгальных станках	$T_0 = 0,000365l$
Стругание чистовое под шлифование или шабрение	$T_0 = 0,00034l$
Фрезерование черновое торцевой фрезой за проход чистовое	$T_0 = 0,0037$ $T_0 = 0,004$ $T_0 = 0,0071$
Фрезерование черновое планиметрической фрезой	$T_0 = 0,0025l$
Шлифование плоскостей торцов круга	
Здесь B — ширина обрабатываемой поверхности, мм.	
l — длина обрабатываемой поверхности, мм.	
Фрезерование зубьев червячной фрезой ($D = 80 \div 300$)	$T_0 = 0,0022D$
Обработка зубьев червячных колес ($D = 100 \div 400$)	$T_0 = 0,003D$
Здесь D — диаметр зубчатого колеса, мм.	
b — длина зуба, мм.	
Фрезерование шпильных валов методом обката	$T_0 = 0,0090z$
Шлифование	$T_0 = 0,0061z$
Здесь l — длина шпильного вала, мм.	
z — число шпилей.	

172

Нарезание резьбы на валу ($d = 32 \div 120$) $T_0 = 0,019d$.
Нарезание метчиком отверстий ($d = 10 \div 24$) $T_0 = 0,0001d$.
Здесь d — диаметр резьбы, мм.
 l — длина резьбы, мм.
Шпунчно-калькуляционное время

$T_{шк} = \eta_k T_0$

Величина коэффициента η_k

Вид станка	η_k	Производство	
		единичное	массовое
Токарные	2,14	1,36	
Токарно-револьверные	1,93	1,35	
Токарно-инотрезные	1,72	1,30	
Вальцовочно-сверлильные	1,75	1,41	
Расточные	3,25	1,55	
Круглошлифовальные	2,10	1,51	
Строгальные	1,73	1,51	
Фрезерные	1,84	1,27	
Зуборезные	1,60		

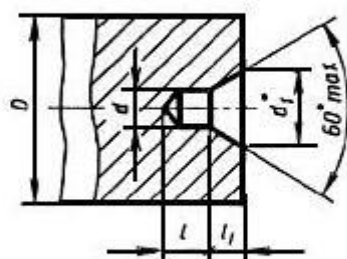
II. СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ k_m И α ПО ГРУППАМ ОБОРУДОВАНИЯ [39]

Наименование группы оборудования	Характеристика станка	k_m	α
Токарно-винторезные	1	2	3
	1	2	3
	1	2	3
	1	2	3
	1	2	3
Токарно-карусельные	1	2	3
	1	2	3
	1	2	3
	1	2	3
	1	2	3
Токарные многорезцовые полуавтоматы	1	2	3
	1	2	3
	1	2	3
	1	2	3
	1	2	3

173

2.Приложения по стандартным центровым отверстиям
размерам(ГОСТ14034-74).

Форма А



мм

D	d	d_1	d_2	d_3 (пред. откл. по Н14)	l , не менее	l_1		l_2 (пред. откл. по Н12)	l_3 , не менее
						Номин.	Пред. откл.		
2,0	(0,5)	1,06	-	-	0,8	0,48	Н11	-	-
2,5	(0,63)	1,32	-	-	0,9	0,60		-	-
3	(0,8)	1,70	2,50	-	1,1	0,78		1,02	-
4	1,0	2,12	3,15	-	1,3	0,97		1,27	-
5	(1,25)	2,65	4,00	-	1,6	1,21	Н12	1,60	-
6	1,6	3,35	5,00	-	2,0	1,52		1,99	-
10	2,0	4,25	6,30	7,0	2,5	1,95		2,54	0,6
14	2,5	5,30	8,00	9,0	3,1	2,42		3,20	0,8
20	3,15	6,70	10,00	12,0	3,9	3,07		4,03	0,9
30	4	8,50	12,50	16,0	5,0	3,90		5,06	1,2