

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали "гайка поджимная"
УДК <u>621.882.3.002</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л151	Чжун Хаоди		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Ю.Б.	К.Т.Н ДОЦЕНТ		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Бознак А.О.	К.Т.Н		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Скаковская Н. В.	К.Ф.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Скачкова Л. А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроени	Ефременков Е.А.	К.Т.Н		

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
Универсальные компетенции	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(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.).</i></p>	<p>Чертеж детали, годовая программа выпуска</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(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).</i></p>	<p>Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	

Раздел	Консультант
Технологический раздел	Бознак А.О.
Конструкторский раздел	Бознак А.О.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Н. В.
Социальная ответственность	Скачкова Л. А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	25.12.2018
---	------------

Задание выдал руководитель/ консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Ю.Б.	к.т.н. доцент		
Ассистент	Базнок А.О.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л151	Чжун Хаоди		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 166 с., 92 рис., 23 табл., 22 источников, 7 прил.

Ключевые слова: технология, припуск, режимы резания, допуск, опорная плита.

Объектом исследования является опорная плита.

Цель работы – Разработка технологии изготовления детали "гайка поджимная".

В процессе исследования выполнен анализ технологичности детали. Определен тип производства в соответствии с годовой программой выпуска и конструкцией детали. В соответствии с типом производства, а также материалом детали произведен выбор заготовки. Проведены расчеты припусков, допусков, технологических размеров, режимов резания, основного и вспомогательного времени, усилия зажима заготовки на фрезерование. Рассчитана стоимость детали. Проведен анализ БЖД.

В результате исследования спроектирован технологический процесс изготовления детали и спроектировано специальное приспособление для фрезерования.

The bachelor thesis contains 166 pages, 92 figures, 23 tables, 22 sources, 7 appendixes.

Keywords: technology, allowance, cutting parameters, tolerance, base plate.

The object of study is base plate.

Purpose of the work –Development of technology for manufacturing parts "nut gland".

In the course of the study we analysed design of the part for manufacturing. The type of production was determined in accordance with the annual volume of production and design of the part. In accordance with the type of production, as well as part material, we defined a type of the workpiece. In addition, calculations of allowances, tolerances, manufacturing dimensions, cutting parameters, machining and auxiliary times, workpiece clamping force on the milling operation were performed. Cost of the part production was calculated. Manufacturing conditions were analyzed for potential hazards.

In the result of the study we designed a manufacturing process of the switch production and designed a special workholding device for milling.

Введение.....	1
I Технологическая часть.....	3
1. Исходные данные.....	3
2. Анализ технологичности конструкции детали.....	4
3. Определение типа производства.....	4
4. Выбор исходной заготовки.....	10
5. Разработка маршрута технологии изготовления корпуса.....	11
6. Построение размерной схемы и граф технологических цепей.....	16
7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров.....	19
7.1. Допуски на конструкторские размеры.....	19
7.2. Допуски на технологические размеры.....	19
7.3. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров.....	22
7.4. Расчёт припусков на обработку заготовки.....	26
7.4.1. Расчет припусков на диаметральные размеры.....	28
7.5. Расчёт технологических размеров.....	33
7.6. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров.....	37
7.7. Расчет припусков на осевые размеры.....	48
8. Расчёт технологических размеров.....	51
9. Выбор оборудования и технологического процесса.....	64
10. Расчет и назначение режимов обработки на операциях.....	69
11. Расчет основного времени для каждой операции и перехода.....	113
12. Определение норм вспомогательного времени.....	117
13. Определение штучно-калькуляционного времени.....	119
II Конструкторская часть.....	123
1. Анализ данных и разработка задания на проектирование приспособления.....	123
2. Выбор базовой конструкции и описание приспособления.....	125
3. Определение необходимой силы зажима.....	127
III Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	129
1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения.....	130
2. Анализ конкурентных технических решений.....	137
3. Планирование комплекса работ на создание проекта.....	139
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	150
IV Социальная ответственность.....	155
Введение.....	155
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	155

1.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	156
2. Профессиональная социальная ответственность.....	157
2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.....	157
2.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.....	159
3. Экологическая безопасность.....	163
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	164
Список литературы.....	167

Введение

Данная выпускная квалификационная работа посвящена технологической разработке озорной плиты.

Главная цель технологии машиностроения – изготовление машин, которые будут как можно дольше выполнять свои функции, отличаться надежностью и экономичностью, как в процессе изготовления, так и в процессе эксплуатации. От состояния технологии зависят эффективность труда, расходование материальных и энергетических ресурсов, качество продукции. Важную роль в развитии машиностроительных отраслей производства играет подготовка квалифицированных инженерных кадров, освоение ими современных методов проектирования и совершенствования технологических процессов изготовления деталей и сборки машин.

Критерии для создания эффективного технологического пути зависят от типа производства и возможностей для бизнеса. Одним из самых популярных критериев является основной принцип устойчивости. Маршрутизация должна быть разработана, чтобы максимизировать функциональность устройства. Можно автоматически сокращать каждый шаг производственного процесса, вводить новые продукты, сокращать время выполнения работ и оптимизировать существующий процесс для своевременного внесения технических изменений. В современных интегрированных системах автоматизации, чтобы производить технологии (самолеты и транспортные средства), чтобы поддерживать конкурентоспособный уровень.

ВКР является разработка технологии изготовления детали гайка поджимная.

ВКР состоит из четырех частей:

- 1.технологическая часть,
- 2.конструкторская часть,
- 3.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
- 4.Социальная ответственность

В соответствии с типом производства, а также материалом детали произведен выбор заготовки. Проведены расчеты припусков, допусков, технологических размеров, режимов резания, основного и вспомогательного времени, усилия зажима заготовки на фрезерование. Рассчитана стоимость детали и проведен анализ БЖД.

В результате исследования спроектирован технологический процесс изготовления детали и спроектировано специальное приспособление для фрезерования.

Цель курсового проекта- создать эффективный технологический процесс изготовления опорной плиты.

Для создания достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи :

- 1.Анализ технологичности конструкции детали.
- 2.Разработка технологического производства опорной плиты.
- 3.Разработка маршрута технологии изготовления гайка переходного
- 4.Определение допусков на диаметральные технологические размер
- 5.Расчет технологических размеров
- 6.Расчет режимов резания
- 7.....

2. Анализ технологичности конструкции детали

Гайга поджимная из титана ВТ6 ГОСТ 19807-91, Деталь имеет достаточно простую конструкцию, механическую обработку можно выполнять на станках с ЧПУ и использовать простой инструмент. Эта деталь имеет поверхности, которые могут быть использованы в качестве технической основы.

Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Существуют какие-либо специальные требования к форме и взаимному расположению геометрических элементов. Особые требования к точности и шероховатости размеров появляются на эти поверхности $R_a = 3,2$, биение не более 0,05;

Назначение титан ВТ6 втулки, оси, стержни, шариковые и роликовые подшипники и другие детали, к которым Максимальная прочность и защита от износа требуются и работают при температуре до 500 градусов.

Химический состав в % материала ВТ6
ГОСТ 19807 - 91

Fe	C	Si	V	N	Ti	Al	Zr	O	H	Примесей
до 0.6	до 0.1	до 0.1	3.5 - 5.3	до 0.05	86.45 - 90.9	5.3 - 6.8	до 0.3	до 0.2	до 0.015	прочих 0.3

Примечание: Ti - основа; процентное содержание Ti дано приблизительно

3. Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [3, ст. 209]:

$$K_{30} = \frac{t_d}{t_{шс}}$$

где t_d - такт выпуска детали,

$t_{шс}$ - среднее штучное время операций.

Такт выпуска деталей определяется, как это отмечалось, по формуле $t_d = \frac{60\Phi_d}{N}$, где Φ_d -

Действительный годовой фонд времени работы

оборудования, ч; N - годовой объем выпуска деталей. При двусменном режиме работы $\Phi_d = 4015$ ч.

$$t_d = \frac{60 * 4015}{2000} = 120$$

Для определения среднего штучного времени можно воспользоваться данными из существующего на производстве технологического процесса изготовления аналогичной детали или выполнить укрупненное нормирование разрабатываемого технологического процесса. Среднее штучное время рассчитывают по формуле:

$$t_{шс} = \sum_{i=1}^n \frac{t_{шi}}{n},$$

где $t_{шi}$ - штучное время i -й операции изготовления детали;

n - число основных операций в технологическом процессе.

$$t_{ш.i} = \varphi_{к.i} * T_{о.i}$$

Где

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

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

Для токарных операций: $\varphi_{к.1} = 2,14$;

Для фрезерования с ЧПУ: $\varphi_{к} = 1,84$;

Основное технологическое время первой токарной операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов (подрезка торца начерно и начисто, точение поверхности начерно и начисто, (см. операционную карту):

$$T_{0.1} = 0,037(D^2 - d^2) \times 10^{-3} + 0,17dl \times 10^{-3} \text{ мин}$$

где

D – наибольший диаметр обрабатываемого торца, мм;

d – наименьший диаметр обрабатываемого торца, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу рис. 1.

Формула из [2, ст.173]

Отрезание:

$$T_{0.0} = 0,00019 \times 100^2 = 1,9 \text{ мин}$$

Точения :

$$T_{0.1} = 0,037(100^2 - 0^2) \times 10^{-3} + 0,00017 \times 100 \times 0 = 0,37 \text{ мин}$$

$$T_{0.2} = 0,00052 \times 5 \times 5 = 0,0013 \text{ мин}$$

$$T_{0.3} = 0,00052 \times 20 \times 98 = 1,0192 \text{ мин}$$

$$T_{0.4} = 0,00052 \times 20 \times 98 = 1,0192 \text{ мин}$$

$$T_{0.5} = 0,00052 \times 20 \times 98 = 1,0192 \text{ мин}$$

$$T_{0.6} = 0,00052 \times 8 \times 98 = 0,4077 \text{ мин}$$

$$T_{0.7} = 0,00052 \times 2 \times 98 = 0,1019 \text{ мин}$$

$$T_{0.8} = 0,00052 \times 10 \times 19 = 0,0988 \text{ мин}$$

$$T_{0.9} = 0,0001 \times 2,3 \times 81 = 0,0186 \text{ мин}$$

$$T_{0.10} = 0,0001 \times 46 \times 89 = 0,4094 \text{ мин}$$

$$T_{0.11} = 0,0001 \times 0,8 \times 88 = 0,0071 \text{ мин}$$

$$T_{0.12} = 0,037(100^2 - 0^2) \times 10^{-3} + 0,00017 \times 100 \times 2 = 0,404 \text{ мин}$$

$$T_{0.13} = 0,0001 \times 51 \times 88 = 0,4488 \text{ мин}$$

$$T_{0.14} = 0,0001 \times 14 \times 80 = 0,112 \text{ мин}$$

$$T_{0.15} = 0,0001 \times 0,8 \times 88 = 0,0064 \text{ мин}$$

$$T_{0.16} = 0,0001 \times 1 \times 80 = 0,008 \text{ мин}$$

$$T_{0.17} = 0,0001 \times 3 \times 75 = 0,0225 \text{ мин}$$

$$T_{0.18} = 0,0001 \times 3 \times 80 = 0,024 \text{ мин}$$

$$T_{0.19} = 0,0001 \times 7,3 \times 79 = 0,0577 \text{ мин}$$

$$T_{0.20} = 0,0001 \times 3 \times 80 = 0,024 \text{ мин}$$

$$T_{0.21} = 0,0001 \times 1 \times 80 = 0,008 \text{ мин}$$

Фрезерование:

$$T_{0.22} = 0,007 \times 9,5 = 0,0665 \text{ мин}$$

Точения :

$$T_{0.23} = 0,0001 \times 15 \times 80 = 0,12 \text{ мин}$$

$$T_{0.24} = 0,0001 \times 71 \times 75 = 0,5325 \text{ мин}$$

$$T_{0.25} = 0,0001 \times 40 \times 88 = 0,352 \text{ мин}$$

$$T_{0.26} = 0,0001 \times 19 \times 81 = 0,1539 \text{ мин}$$

$$t_{ш.i} = \varphi_{к.i} * T_{о.i}$$

$$T_{ш.0} = \varphi_{к.0} \cdot T_{0.0} = 1,5 \times 1,9 = 2,85 \text{ мин}$$

$$T_{ш.1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{0.1} = 2,14 \times 0,37 = 0,79 \text{ мин}$$

$$T_{ш.2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{0.2} = 2,14 \times 0,0013 = 0,01 \text{ мин}$$

$$T_{ш.3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{0.3} = 1,72 \times 1,0192 = 1,75 \text{ мин}$$

$$T_{ш.4} = \varphi_{к.4} \cdot T_{0.4} = 1,72 \times 1,0192 = 1,75 \text{ мин}$$

$$T_{ш.5} = \varphi_{к.5} \cdot T_{0.5} = 1,72 \times 1,0192 = 1,75 \text{ мин}$$

$$T_{ш.6} = \varphi_{к.6} \cdot T_{0.6} = 1,72 \times 0,4077 = 0,70 \text{ мин}$$

$$T_{ш.7} = \varphi_{к.7} \cdot T_{0.7} = 2,14 \times 0,1019 = 0,22 \text{ мин}$$

$$T_{ш.8} = \varphi_{к.8} \cdot T_{0.8} = 2,14 \times 0,0988 = 1,20 \text{ мин}$$

$$T_{ш.9} = \varphi_{к.9} \cdot T_{0.9} = 2,14 \times 0,0186 = 0,04 \text{ мин}$$

$$T_{ш.10} = \varphi_{к.10} \cdot T_{0.10} = 2,14 \times 0,4094 = 0,88 \text{ мин}$$

$$T_{ш.11} = \varphi_{к.11} \cdot T_{0.11} = 2,14 \times 0,0071 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_{ш.12} = \varphi_{к.12} \cdot T_{0.12} = 2,14 \times 0,404 = 0,87 \text{ мин}$$

$$T_{ш.13} = \varphi_{к.13} \cdot T_{0.13} = 2,14 \times 0,4488 = 0,96 \text{ мин}$$

$$T_{ш.14} = \varphi_{к.14} \cdot T_{0.14} = 2,14 \times 0,112 = 0,24 \text{ мин}$$

$$T_{ш.15} = \varphi_{к.15} \cdot T_{0.15} = 2,14 \times 0,0064 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_{ш.16} = \varphi_{к.16} \cdot T_{0.16} = 2,14 \times 0,008 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_{ш.17} = \varphi_{к.17} \cdot T_{0.17} = 2,14 \times 0,0225 = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{ш.18} = \varphi_{к.18} \cdot T_{0.18} = 2,14 \times 0,024 = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{ш.19} = \varphi_{к.19} \cdot T_{0.19} = 2,14 \times 0,0577 = 0,12 \text{ мин}$$

$$T_{ш.20} = \varphi_{к.20} \cdot T_{0.20} = 2,14 \times 0,024 = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{ш.21} = \varphi_{к.21} \cdot T_{0.21} = 2,14 \times 0,009 = 0,01 \text{ мин}$$

$$T_{ш.22} = \varphi_{к.22} \cdot T_{0.22} = 1,84 \times 0,0665 = 0,12 \text{ мин}$$

$$T_{ш.23} = \varphi_{к.23} \cdot T_{0.23} = 2,14 \times 0,12 = 0,26 \text{ мин}$$

$$T_{ш.24} = \varphi_{к.24} \cdot T_{0.24} = 2,14 \times 0,5325 = 1,14 \text{ мин}$$

$$T_{ш.25} = \varphi_{к.25} \cdot T_{0.25} = 2,14 \times 0,352 = 0,75 \text{ мин}$$

$$T_{ш.26} = \varphi_{к.26} \cdot T_{0.26} = 2,14 \times 0,1539 = 0,32 \text{ мин}$$

$$T_{ш.I} = T_{ш.0} = 2,85 \text{ мин}$$

$$T_{ш.II} = \sum_{i=1}^{21} T_{ш.i} = 17,57 \text{ мин}$$

$$T_{ш.III} = T_{ш.22} = 0,12 \text{ мин}$$

$$T_{ш.IV} = \sum_{i=1}^4 T_{ш.i} = 2,47 \text{ мин}$$

$$t_{\text{шс}} = \sum_{i=1}^{\text{IV}} \frac{t_{\text{ши}}}{n} = \frac{2,85 + 17,57 + 0,12 + 2,47}{4} = 5,8$$

$$K_{30} = \frac{t_{\text{д}}}{t_{\text{шс}}} = \frac{120}{5,8} = 21$$

Тип производства	$K_{3.0.}$
Массовое	1
Серийное:	
крупносерийное	Св. 1 до 10
среднесерийное	Св. 10 до 20
мелкосерийное	Св. 20 до 40
Единичное	Св. 40

Так как $K_{3.0} = 21$, то типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций: мелкосерийное.

4. Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали, её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства (мелкосерийное), выбираем в качестве исходной заготовки –титан прокат, горячекатаный, круглый (пруток ВТ6 100 ГОСТ 26492-85).

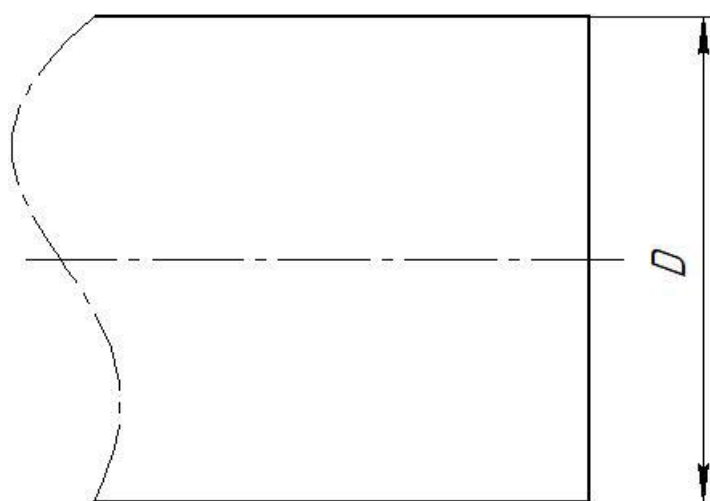
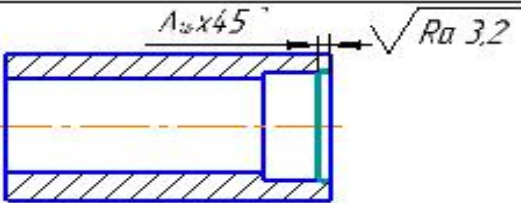
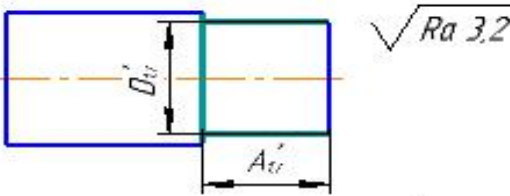
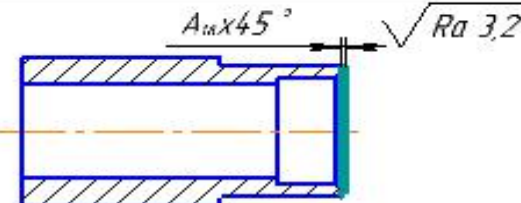
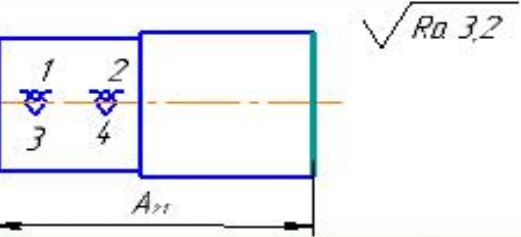
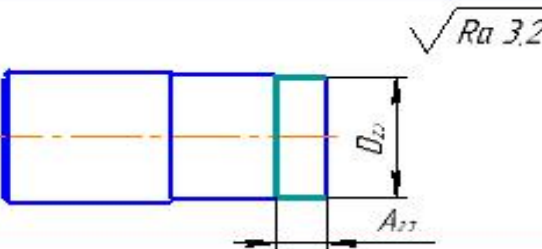
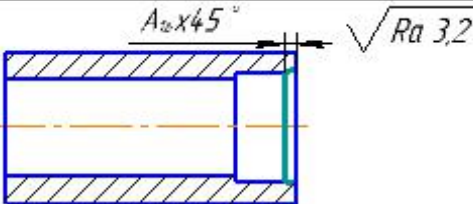
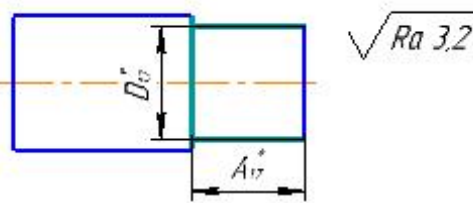
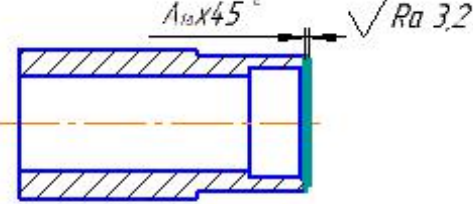
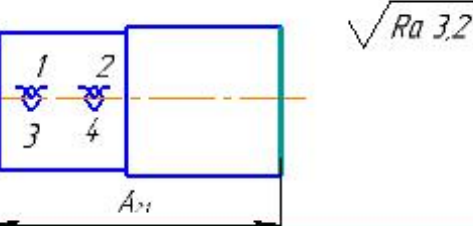
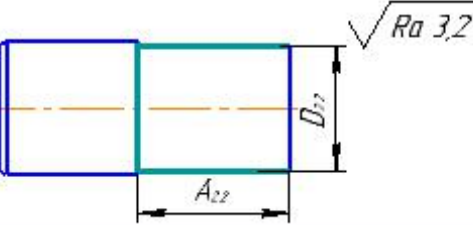
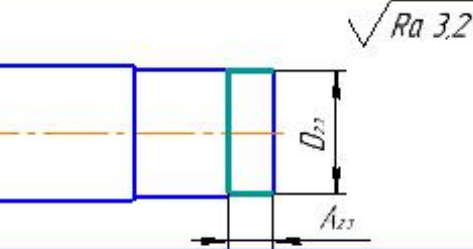


Рис 2. Эскиз заготовки

5.Разработка маршрута технологии изготовления корпуса

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	переходы		
05	A	<i>Ленточно-Пильная</i> Установить и снять заготовку	
	1	Отрезать заготовку, выдерживая размеры A_{01}, D_{01}	
10	A	<i>Токарная с ЧПУ</i> Установить и снять заготовку Точить торец, выдерживая размер A_{11}	
	2	Сверлить отверстие, выдерживая размер D_{12}	
	3	Расверлить отверстие, выдерживая размеры D_{13}	
	4	Расточить отверстие, выдерживая размер D_{14}	
	5	Расточить отверстие, выдерживая размеры A_{15} и D_{15}	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	переходы		
10	6	Точить фаску, выдерживая размер $A_{16} \times 20^\circ$	
	7	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{17} D_{17}$	
	8	Точить фаску, выдерживая размер $A_{18} \times 45^\circ$	
15	A	Токарная с ЧПУ Установить и снять заготовку	
	1	Точить торец, выдерживая размер A_{21}	
	2	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{22} D_{22}$	
	3	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{23} D_{23}$	

Номер		Наименование и содержание операций в переходах	Операционный эскиз
операции	перехода		
15	6	Точить фаску, выдерживая размер $A_{16} \times 20^\circ$	
	7	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{17} D_{17}$	
	8	Точить фаску, выдерживая размер $A_{18} \times 45^\circ$	
	A	Токарная с ЧПУ Установить и снять заготовку Точить торец, выдерживая размер A_{21}	
	1		
	2	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{22} D_{22}$	
	3	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{23} D_{23}$	

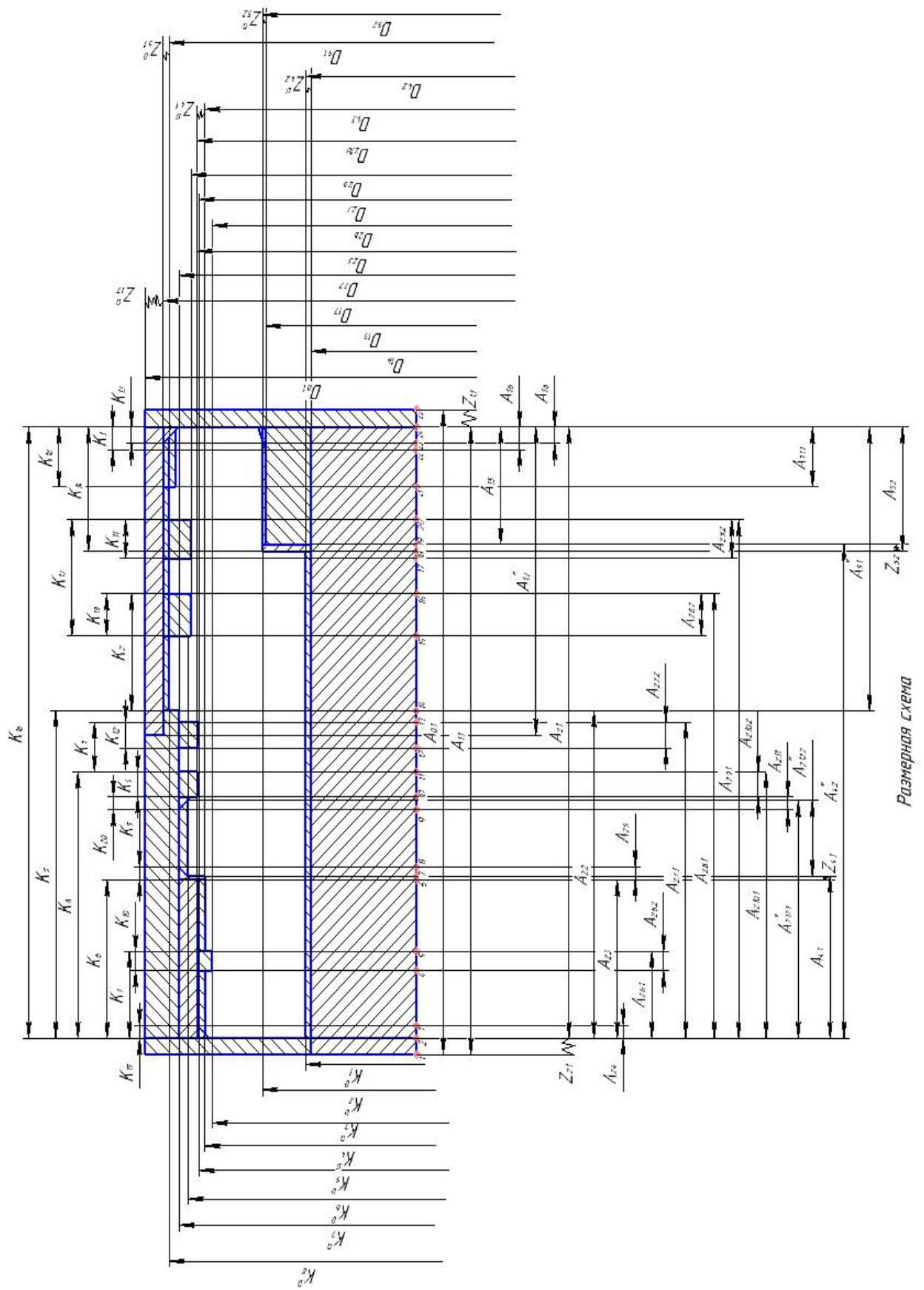
Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	переходы		
15	9	Точить канавку выдерживая размеры $A_{2,9,1}$ $A_{2,9,2}$ и $D_{2,9}$	
	10	Точить канавку выдерживая размеры $A_{2,10,1}$ $A_{2,10,2}$ и $D_{2,10}$	
	11	Точить фаску, выдерживая размер $A_{2,11} \times 45^\circ$	
	12	Точить резьбу выдерживая размеры $A^*_{2,12,1}$ $A^*_{2,12,2}$ $D^*_{2,12,1}$ $D^*_{2,12,2}$ $D^*_{2,12,3}$	
20	A 1	Фрезерная Установить и снять заготовку Фрезеровать 4 паза, выдерживая размеры $A_{3,11}$ $A_{3,12}$ $A_{3,13}$	

Номер		Наименование и габаритные размеры	Операционный эскиз
операции	последовательности		
25	A 1	<p>Токарная</p> <p>Установить и снять заготовку, Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{4,1}$ $D_{4,1}$</p>	
		<p>Точить отверстие выдерживая размеры $A_{4,2}$ $D_{4,2}$</p>	
30	A 1	<p>Токарная</p> <p>Установить и снять заготовку, Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{5,1}$ $D_{5,1}$</p>	
		<p>Точить отверстие выдерживая размеры $A_{5,2}$ $D_{5,2}$</p>	

6. Построение размерной схемы и граф технологических цепей

Размерная схема изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, непосредственно взятые с чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на всех операциях обработки изделия [1, стр. 17].

На основании маршрута изготовления вала переходного, составляется расчётная схема, которая содержит все осевые и радиальные технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры.



С целью облегчения составления размерных цепей, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей. Граф-дерево для расчётной схемы изготовления фланца переходного представлено на рис. 4.

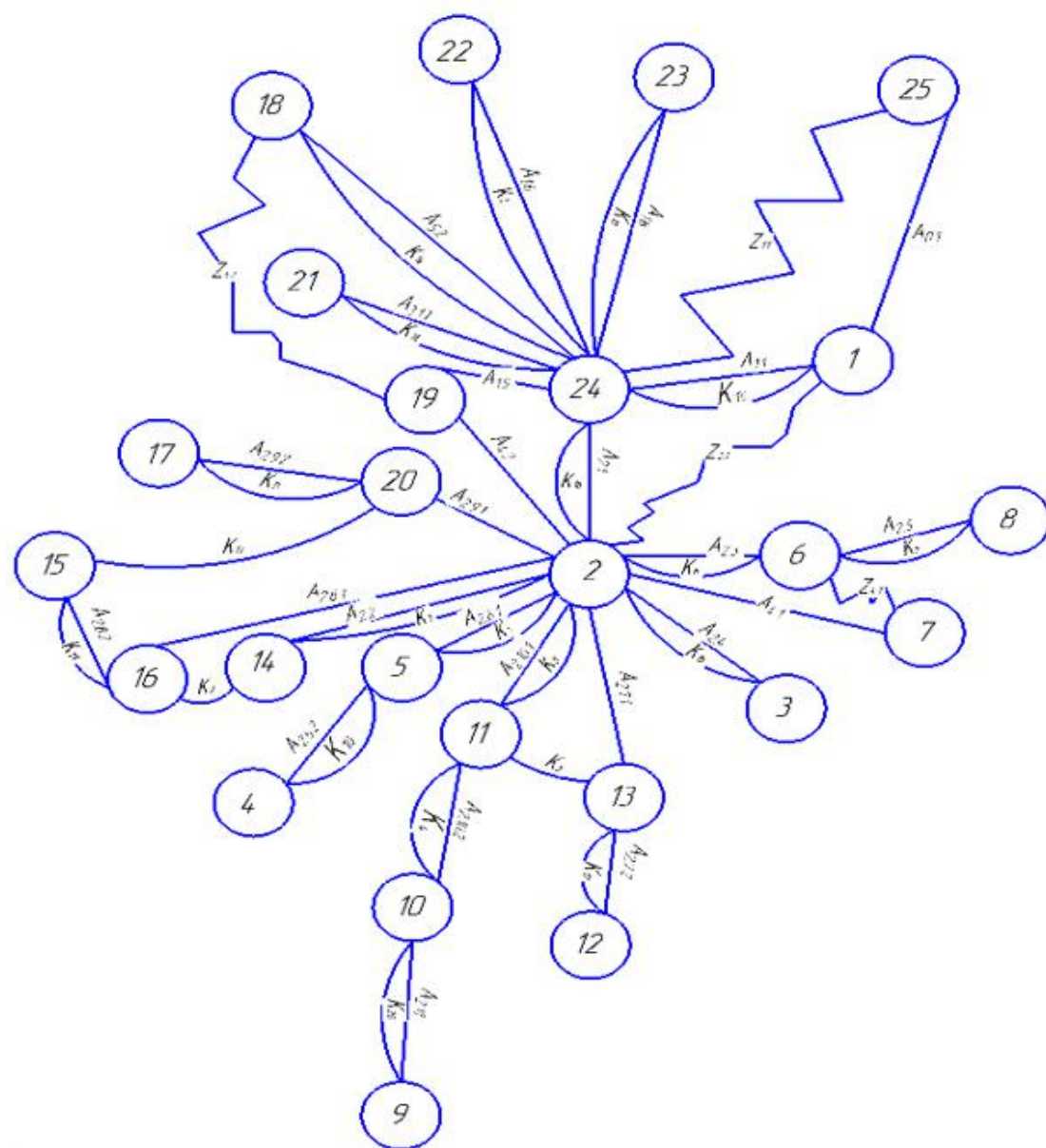


Рис. 4. Граф технологических размерных цепей

7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров

7.1 Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры.

$$\begin{aligned}TK_1 &= (2,5) = 0,25\text{мм}; & TK_1^D &= (71,1)^{+0,1} = 0,1\text{мм}; \\TK_2 &= (10,8)_{-0,2}^{+0,2} = 0,4\text{ мм}; & TK_2^D &= (80,9)_{-0,05}^{+0,1} = 0,15\text{ мм}; \\TK_3 &= (0,8) = 0,4\text{ мм}; & TK_3^D &= 75,4 = 0,74\text{ мм}; \\TK_4 &= 3 = 0,25\text{мм}; & TK_4^D &= (79,5)_{-0,074}^{+0,049} = 0,123\text{ мм}; \\TK_5 &= 1 = 0,4\text{ мм}; & TK_5^D &= 79,2 = 0,74\text{мм}; \\TK_6 &= (14,7) \pm 0,35 = 0,7\text{мм}; & TK_6^D &= 79,1 = 0,74\text{ мм}; \\TK_7 &= (7,4) \pm 0,35 = 0,7\text{мм}; & TK_7^D &= 83,3 = 0,87\text{ мм}; \\TK_8 &= (36,8) \pm 0,35 = 0,7\text{ мм}; & TK_8^D &= (88,1)_{-0,089}^{+0,038} = 0,127\text{ мм}; \\TK_9 &= (51,6) \pm 0,35 = 0,7\text{мм}; & TK_{10} &= (3,6)_{-0,17}^{+0,08} = 0,25\text{мм}; \\TK_{11} &= (7,3)_{-0,16} = 0,16\text{ мм}; & TK_{12} &= (3,6)_{-0,17}^{+0,08} = 0,25\text{мм}; \\TK_{13} &= 0,8 = 0,4\text{ мм}; & TK_{14} &= (19,1)_{-0,017}^{+0,070} = 0,087\text{мм}; \\TK_{15} &= 0,8 = 0,4\text{мм}; & TK_{16} &= 95,9 \pm 0,1 = 0,2\text{мм}; \\TK_{17} &= 18 \pm 0,2 = 0,4\text{мм}; & TK_{18} &= 10,2 \pm 0,1 = 0,2\text{мм}; \\TK_{19} &= (7,3)_{-0,16} = 0,16\text{ мм}; & TK_{20} &= 1 = 0,25\text{мм};\end{aligned}$$

7.2 Допуски на технологические размеры

2.1 Определение допусков на осевые технологические размеры

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_u + \varepsilon_\sigma [1, \text{с.34}]$$

Где ω_{ci} – статистическая погрешность [1, с.65]

ρ_u – пространственное отклонение измерительной базы

ε_σ – погрешность базирования

$$TA_{0,1} = \omega_C + \rho_u + \varepsilon = 3 \text{ мм}$$

$$TA_{1,1} = \omega_C + \varepsilon = 0,2 + 1,8 = 2 \text{ мм}$$

$$TA_{1,5} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{1,6} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{1,7}^* = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{1,8} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2,1} = \omega_C = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{2,2} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,3} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,4} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2,5} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2,6,1} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,6,2} = \omega_C = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{2,7,1} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,7,2} = \omega_C = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{2,8,1} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,8,2} = \omega_C = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{2,9,1} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,9,2} = \omega_C = 0,16 \text{ мм}$$

$$TA_{2,10,1} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,11} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2,10,2} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,12,1}^* = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,12,2}^* = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{3,1,1} = \omega_C = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{4,1} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{4,2}^* = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TA_{5,1}^* = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TA_{5,2} = \omega_c = 0,087\text{мм}$$

2.2 Определение допусков на диаметральные технологические размеры

$$TD_i = \omega_{ci}$$

где ω_{ci} – статистическая погрешность

$$TD_{0,1} = \omega_c = 0,17\text{мм}$$

$$TD_{1,4} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{1,5} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{1,6} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

$$TD_{1,7} = \omega_c = 0,17\text{мм}$$

$$TD_{2,2} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

$$TD_{2,3} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{2,6} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{2,7} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{2,8} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{2,9} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{2,10} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{2,12} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

$$TD_{4,1} = \omega_c = 0,123\text{мм}$$

$$TD_{4,2} = \omega_c = 0,1\text{мм}$$

$$TD_{5,1} = \omega_c = 0,087\text{мм}$$

$$TD_{5,2} = \omega_c = 0,15\text{мм}$$

7.3 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле [2, стр. 60]:

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

3.1 Рассмотрим размер. цепь для размера K_1^D (рис. 1).

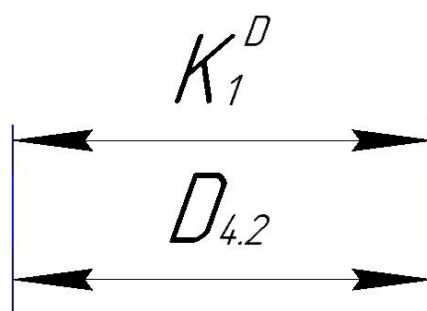


Рис. 1. Размер. цепь № 1

$$TK_1^D = 0,1\text{мм}; \quad TD_{4,2} = 0,1\text{ мм}; \quad TK_1^D = TD_{4,2}$$

Размер K_1^D выдерживается.

3.2 Рассмотрим размер. цепь для размера K_2^D (рис. 2).

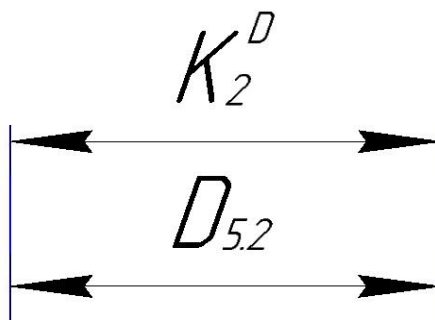


Рис. 2. Размер. цепь № 2

$$TK_2^D = 0,15\text{мм}; \quad TD_{5,2} = 0,15\text{ мм}; \quad TK_2^D = TD_{5,2}$$

Размер K_2^D выдерживается.

3.3 Рассмотрим размер. цепь для размера K_3^D (рис.3).

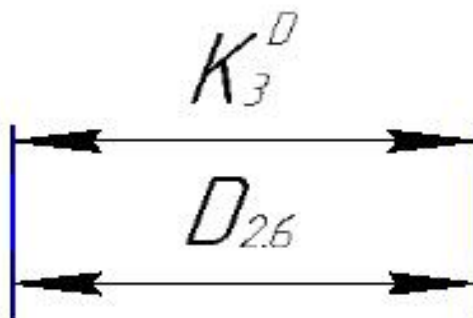


Рис. 3. Размер. цепь № 3

$$TK_3^D = 0,74\text{мм}; \quad TD_{2,6} = 0,74 \text{ мм} \quad TK_3^D = TD_{2,6}$$

Размер K_3^D выдерживается.

3.4 Рассмотрим размер. цепь для размера K_4^D (рис. 4).

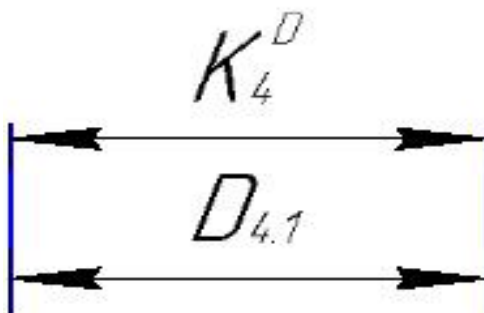


Рис.4. Размер.цепь № 4

$$TK_4^D = 0,123\text{мм}; \quad TD_{4,1} = 0,123 \text{ мм} \quad TK_4^D = TD_{4,1}$$

Размер K_4^D выдерживается.

3.5 Рассмотрим размер. цепь для размера K_5^D (рис. 5).

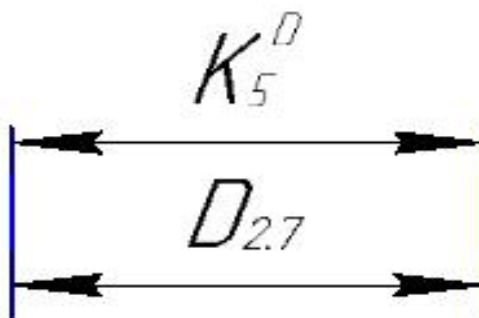


Рис.5. Размер. цепь № 5

$$TK_5^D = 0,74\text{мм}; \quad TD_{2,7} = 0,74 \text{ мм} \quad TK_5^D = TD_{2,7}$$

Размер K_5^D выдерживается.

3.6 Рассмотрим размер. цепь для размера K_6^D (рис. 6).

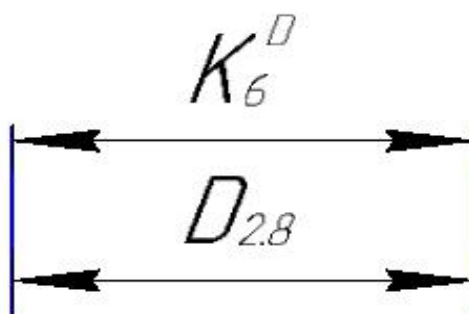


Рис.6. Размер. цепь № 6

$$TK_6^D = 0,74\text{мм}; \quad TD_{2,8} = 0,74\text{мм} \quad TK_6^D = TD_{2,8}$$

Размер K_6^D выдерживается.

3.7 Рассмотрим размер. цепь для размера K_7^D (рис. 7).

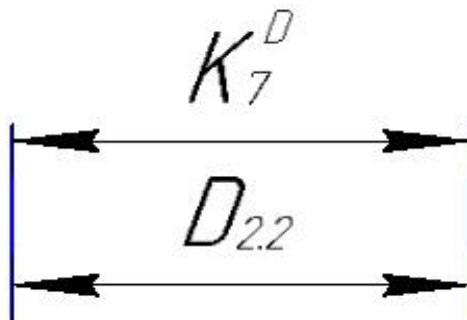


Рис.7. Размер. цепь № 7

$$TK_7^D = 0,87\text{мм}; \quad TD_{2,2} = 0,87\text{ мм} \quad TK_7^D = TD_{2,2}$$

Размер K_7^D выдерживается.

3.8 Рассмотрим размер. цепь для размера K_8^D (рис. 8).

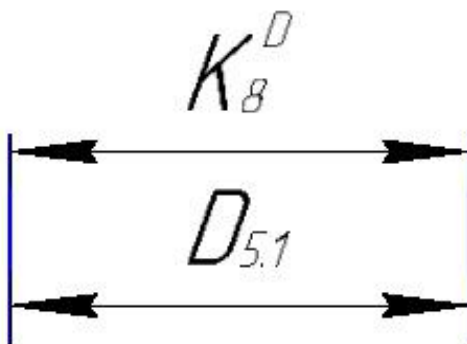


Рис.8. Размер. цепь № 8

$$TK_8^D = 0,127\text{мм}; \quad TD_{5,1} = 0,127\text{ мм} \quad TK_8^D = TD_{5,1}$$

Размер K_8^D выдерживается.

7.4 Расчёт припусков на обработку заготовки

Установление оптимальных припусков на обработку и технологических допусков на размеры заготовок по всем переходам имеет существенное технико-экономическое значение при разработке технологических процессов изготовления деталей машин.

Из-за чрезмерного загрязнения, вызванного чрезмерным расходом материалов, детали должны быть изготовлены, и необходимо внести дальнейшие технологические изменения, увеличить сложность механических операций, увеличить потребление энергии и режущие инструменты, и увеличить стоимость деталей машин. Из-за недостаточной толерантности к выбросам брак увеличивается, увеличиваются производственные затраты.

На основе оптимальных припусков можно обоснованно определить массу исходных заготовок, режим резания, а также нормы времени на выполнение операций механической обработки.»

Аналитический метод заключается в анализе производственных погрешностей, возникающих при конкретных условиях выполнения обработки заготовки, определяет величины элементов, составляющие припуска и их суммирование.»

Общий припуск – слой металла для обработки и получения необходимой геометрии и шероховатости изделия. Промежуточный припуск – слой металла для технологического перехода. Величина припуска

должна быть достаточной чтобы удалить дефектный слой металла с заготовки, а так же для компенсации погрешности установки и базирования детали.

Расчетно-аналитический метод более приближает заготовку к размерам детали, уменьшая слой металла на припуск перед другими методами.

7.4.1 Расчет припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [2, стр. 47]:

$$Z_i^{min} = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (8)$$

где Z_i^{min} - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

$R_{Z_{i-1}}$ - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

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

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

ρ_i - погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки), мкм. $\rho =$

$$\sqrt{\rho_{p.c.}^2 + \rho_{ф.ц.}^2}$$

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

ε_{yi} - погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

Так, при обточке цилиндрической поверхности заготовки, установленной в центрах погрешность установки может быть принята равной нулю. Припуск на диаметр в этом случае определится по формуле

$$Z_i^{min} = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1})$$

4.1.1 Рассмотрим припуски: $2Z_{5.1}^D$

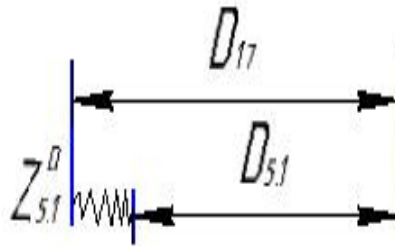


Рис.4.1.1. Размер. цепь

Расчет минимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{5.1}^{D \min} = 2 \cdot \left(100 + 70 + \sqrt{140^2 + 30^2} \right) = 622 \text{ мкм.}$$

Расчет максимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{5.1}^{D \max} = 2 \cdot Z_{5.1}^{D \min} + TD_{5.1} + TD_{1.7} = 622 + 87 + 170 = 879 \text{ мкм.}$$

Расчет средний припуск:

$$2 \cdot Z_{5.1}^{D \text{cp}} = \frac{2 \cdot Z_{5.1}^{D \max} + 2 \cdot Z_{5.1}^{D \min}}{2} = \frac{622 + 879}{2} = 750,5 \text{ мкм.}$$

$$2 \cdot Z_{5.1}^{D \text{cp}} = D_{1.7}^{\text{cp}} - D_{5.1}^{\text{cp}}$$

$$D_{1.7}^{\text{cp}} = D_{5.1}^{\text{cp}} + 2 \cdot Z_{5.1}^{D \text{cp}} = 88,1635 + 0,7505 = 88,914 \text{ мм}$$

$$D_{1.7} = 88,914_{-0,085}^{+0,085} = 88,999_{-0,17} \text{ мм}$$

Принимаем: $D_{1.7} = 89_{-0,17} \text{ мм}$

$$2 \cdot Z_{5.1}^{D \max} = D_{1.7}^{\max} - D_{5.1}^{\min} = 89 - 88,011 = 0,989 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{5.1}^{D \min} = D_{1.7}^{\min} - D_{5.1}^{\max} = 88,83 - 88,138 = 0,692 \text{ мм}$$

$$TZ_{5.1}^D = 2 \cdot Z_{5.1}^{D \max} - 2 \cdot Z_{5.1}^{D \min} = 0,989 - 0,692 = 0,297 \text{ мм}$$

4.1.2 Рассмотрим припуски: $2Z_{1,7}^D$

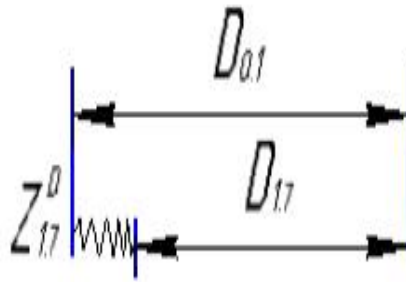


Рис.4.1.2. Размер. цепь

Расчет минимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{1,7}^{D \min} = 2 \cdot \left(100 + 70 + \sqrt{140^2 + 100^2} \right) = 820 \text{ мкм.}$$

Расчет максимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{1,7}^{D \max} = 2 \cdot Z_{1,7}^{D \min} + TD_{1,7} + TD_{0,1} = 820 + 170 + 170 = 1160 \text{ мкм.}$$

Расчет средний припуск:

$$2 \cdot Z_{1,7}^{D \text{cp}} = \frac{2 \cdot Z_{1,7}^{D \max} + 2 \cdot Z_{1,7}^{D \min}}{2} = \frac{820 + 1160}{2} = 990 \text{ мкм.}$$

$$2 \cdot Z_{1,7}^{D \text{cp}} = D_{0,1}^{\text{cp}} - D_{1,7}^{\text{cp}}$$

$$D_{0,1}^{\text{cp}} = D_{1,7}^{\text{cp}} + 2 \cdot Z_{1,7}^{D \text{cp}} = 88,914 + 0,990 = 89,904 \text{ мм}$$

$$D_{0,1} = 89,904 \pm 0,085 = 89,989_{-0,17} \text{ мм}$$

Принимаем: $D_{0,1} = 90_{-0,17} \text{ мм}$

$$2 \cdot Z_{1,7}^{D \max} = D_{0,1}^{\max} - D_{1,7}^{\min} = 90 - 88,999 = 1,001 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{1,7}^{D \min} = D_{0,1}^{\min} - D_{1,7}^{\max} = 89,83 - 88,929 = 0,901 \text{ мм}$$

$$TZ_{1,7}^D = 2 \cdot Z_{1,7}^{D \max} - 2 \cdot Z_{1,7}^{D \min} = 1,001 - 0,901 = 0,1 \text{ мм}$$

4.1.3 Рассмотрим припуски: $2Z_{4,1}^D$

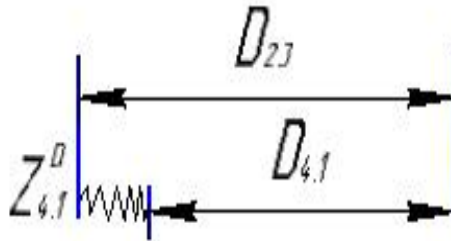


Рис.4.1.3. Размер. цепь

Расчет минимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{4,1}^{D \min} = 2 \cdot \left(100 + 70 + \sqrt{140^2 + 30^2} \right) = 622 \text{ мкм.}$$

Расчет максимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{4,1}^{D \max} = 2 \cdot Z_{4,1}^{D \min} + TD_{4,1} + TD_{2,3} = 622 + 123 + 120 = 865 \text{ мкм.}$$

Расчет средний припуск:

$$2 \cdot Z_{4,1}^{D \text{cp}} = \frac{2 \cdot Z_{4,1}^{D \max} + 2 \cdot Z_{4,1}^{D \min}}{2} = \frac{622 + 865}{2} = 743.5 \text{ мкм.}$$

$$2 \cdot Z_{4,1}^{D \text{cp}} = D_{2,3}^{\text{cp}} - D_{4,1}^{\text{cp}}$$

$$D_{2,3}^{\text{cp}} = D_{4,1}^{\text{cp}} + 2 \cdot Z_{4,1}^{D \text{cp}} = 79,4385 + 0,7435 = 80,182 \text{ мм}$$

$$D_{2,3} = 80,182 \pm 0,06 = 80,242_{-0,12} \text{ мм}$$

Принимаем: $D_{2,3} = 80,3_{-0,12} \text{ мм}$

$$2 \cdot Z_{2,3}^{D \max} = D_{2,3}^{\max} - D_{4,1}^{\min} = 80,3 - 79,426 = 0,874 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{2,3}^{D \min} = D_{2,3}^{\min} - D_{4,1}^{\max} = 80,18 - 79,549 = 0,631 \text{ мм}$$

$$TZ_{6,2}^D = 2 \cdot Z_{6,2}^{D \max} - 2 \cdot Z_{6,2}^{D \min} = 0,874 - 0,631 = 0,243 \text{ мм}$$

4.1.4 Рассмотрим припуски: $2Z_{4,2}^D$

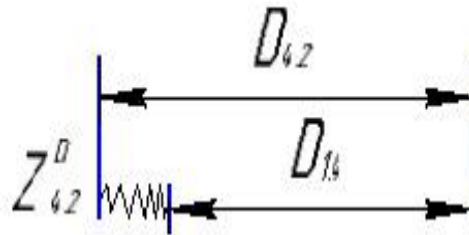


Рис.4.1.4. Размер. цепь

Расчет минимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{4,2}^{D \min} = 2 \cdot \left(100 + 70 + \sqrt{140^2 + 30^2} \right) = 622 \text{ мкм.}$$

Расчет максимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{4,2}^{D \max} = 2 \cdot Z_{4,2}^{D \min} + TD_{4,2} + TD_{1,4} = 622 + 120 + 100 = 842 \text{ мкм.}$$

Расчет средний припуск:

$$2 \cdot Z_{4,2}^{D \text{cp}} = \frac{2 \cdot Z_{4,2}^{D \max} + 2 \cdot Z_{4,2}^{D \min}}{2} = \frac{622 + 842}{2} = 732 \text{ мкм.}$$

$$2 \cdot Z_{4,2}^{D \text{cp}} = D_{4,2}^{\text{cp}} - D_{1,4}^{\text{cp}}$$

$$D_{4,2}^{\text{cp}} = D_{1,4}^{\text{cp}} + 2 \cdot Z_{4,2}^{D \text{cp}} = 71,05 + 0,732 = 71,782 \text{ мм}$$

$$D_{4,2} = 71,782 \pm 0,05 = 71,832_{-0,1} \text{ мм}$$

Принимаем: $D_{4,2} = 71,8_{-0,1} \text{ мм}$

$$2 \cdot Z_{4,2}^{D \max} = D_{4,2}^{\max} - D_{1,4}^{\min} = 71,8 - 71,1 = 0,7 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{4,2}^{D \min} = D_{4,2}^{\min} - D_{1,4}^{\max} = 71,7 - 71,2 = 0,5 \text{ мм}$$

$$T2Z_{4,2}^D = 2 \cdot Z_{4,2}^{D \max} - 2 \cdot Z_{4,2}^{D \min} = 0,7 - 0,5 = 0,2 \text{ мм}$$

4.15 Рассмотрим припуски: $2Z_{5,2}^D$

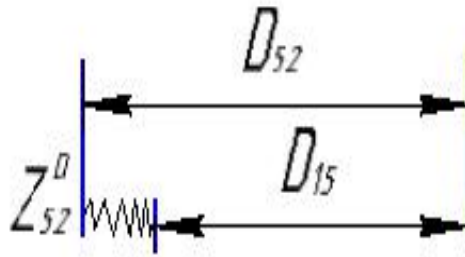


Рис.4.1.5. Размер. цепь

Расчет минимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{5,2}^{D \min} = 2 \cdot \left(100 + 70 + \sqrt{140^2 + 30^2} \right) = 622 \text{ мкм.}$$

Расчет максимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{5,2}^{D \max} = 2 \cdot Z_{5,2}^{D \min} + TD_{5,2} + TD_{1,5} = 622 + 150 + 120 = 892 \text{ мкм.}$$

Расчет средний припуск:

$$2 \cdot Z_{5,2}^{D \text{cp}} = \frac{2 \cdot Z_{5,2}^{D \max} + 2 \cdot Z_{5,2}^{D \min}}{2} = \frac{622 + 892}{2} = 757 \text{ мкм.}$$

$$2 \cdot Z_{5,2}^{D \text{cp}} = D_{5,2}^{\text{cp}} - D_{1,5}^{\text{cp}}$$

$$D_{5,2}^{\text{cp}} = D_{1,5}^{\text{cp}} + 2 \cdot Z_{5,2}^{D \text{cp}} = 80,825 + 0,757 = 81,582 \text{ мм}$$

$$D_{5,2} = 81,582 \pm 0,075 = 81,657_{-0,15} \text{ мм}$$

Принимаем: $D_{5,2} = 81,6_{-0,15} \text{ мм}$

$$2 \cdot Z_{5,2}^{D \max} = D_{5,2}^{\max} - D_{1,5}^{\min} = 81,6 - 80,85 = 0,75 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{5,2}^{D \min} = D_{5,2}^{\min} - D_{1,5}^{\max} = 81,45 - 81 = 0,45 \text{ мм}$$

$$T2Z_{5,2}^D = 2 \cdot Z_{5,2}^{D \max} - 2 \cdot Z_{5,2}^{D \min} = 0,75 - 0,45 = 0,3 \text{ мм}$$

7.5 Расчёт технологических размеров

Расчет технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные

цепи.

5.1 Рассмотрим размер. цепь для размера $D_{4,2}$ (рис. 5.1).

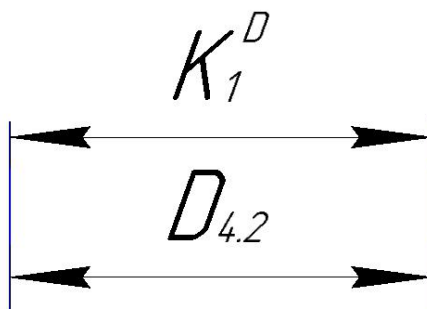


Рис. 5.1. Размер. цепь

$$D_{4,2} = K_1^D = 71,1^{+0,1} \text{ мм};$$

5.2 Рассмотрим размер. цепь для размера $D_{5,2}$ (рис. 5.2).

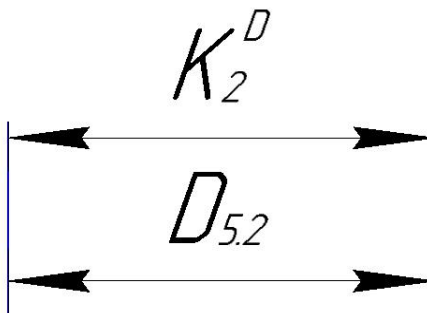


Рис. 5.2. Размер. цепь

$$D_{5,2} = K_2^D = 81_{-0,15} \text{ мм}$$

5.3 Рассмотрим размер. цепь для размера $D_{2,6}$ (рис.5.3).

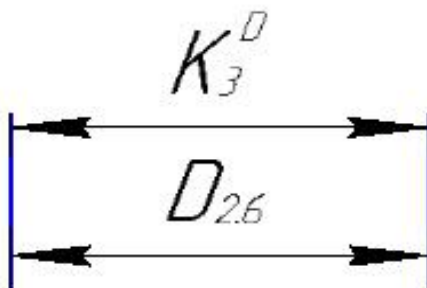


Рис. 5.3. Размер. цепь

$$D_{2,6} = K_3^D = 75,4_{-0,74} \text{ мм}$$

5.4 Рассмотрим размер.цепь для размера $D_{4,1}$ (рис.5. 4).

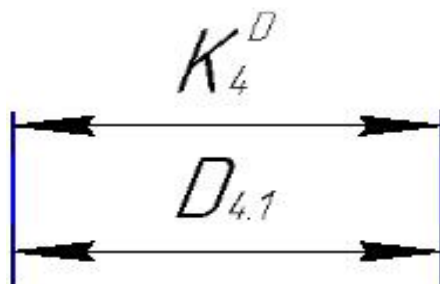


Рис. 5.4. Размерная цепь

$$D_{4,1} = K_4^D = 79,5_{-0,074}^{+0,049} \text{ мм}$$

5.5 Рассмотрим размер.цепь для размера $D_{2,7}$ (рис. 5.5).

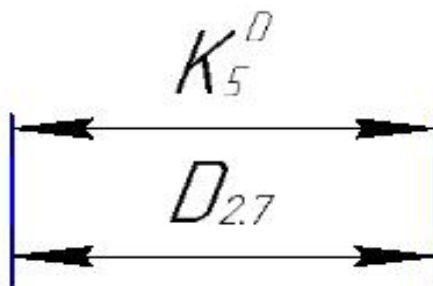


Рис.5.5 Размер.цепь

$$D_{2,7} = K_5^D = 79,2_{-0,74} \text{ мм}$$

5.6 Рассмотрим размер. цепь для размера $D_{2,8}$ (рис.5.6).

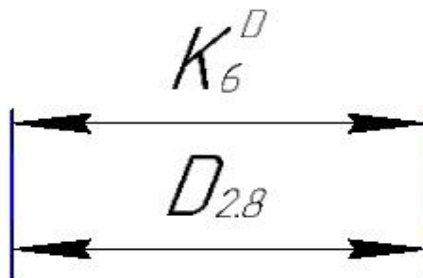


Рис. 5.6. Размер. цепь

$$D_{2,8} = K_6^D = 79,1_{-0,74} \text{ мм}$$

5.7 Рассмотрим размер. цепь для размера $D_{2,2}$ (рис. 5.7).

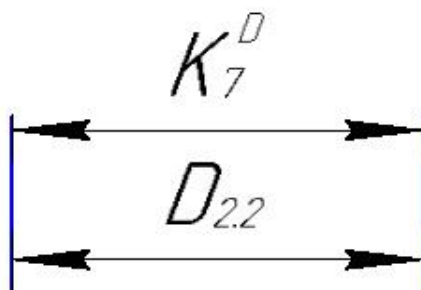


Рис. 5.7. Размер. цепь

$$D_{2,2} = K_7^D = 83,3_{-0,87} \text{ мм}$$

5.8 Рассмотрим размер. цепь для размера $D_{5,1}$ (рис. 5.8).

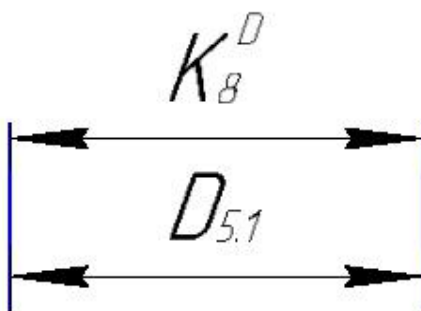


Рис. 5.8. Размер. цепь

$$D_{5,1} = K_8^D = 88,1^{+0,039}_{-0,089} \text{ мм}$$

7.6 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

6.1 Рассмотрим размер. цепь для размера K_1 (рис. 6.1).

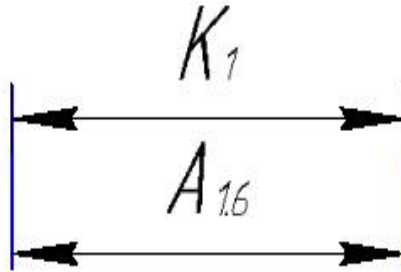


Рис. 6.1. Размер. цепь

$$TK_1 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{1,6} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_1 = 0,25 \text{ мм} < TA_{1,6} = 0,4 \text{ мм}$$

Размер K_1 не выдерживается. Это значит, что точность предыдущей операции была ниже. Поэтому нам необходимо повышать точность предварительной операции.

Принимаем $TA_{1,6} = 0,25 \text{ мм}$

Тогда: $TK_1 = 0,25 \text{ мм} = TA_{1,6} = 0,25 \text{ мм}$

Размер K_1 выдерживается.

6.2 Рассмотрим размер. цепь для размера K_9 (рис. 6.2).

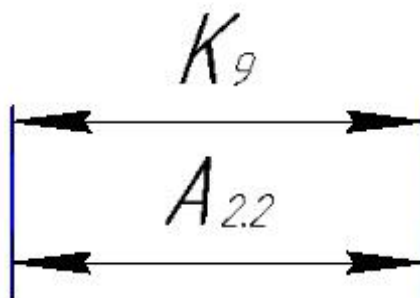


Рис. 6.2. Размер. цепь

$$TK_9 = 0,7 \text{ мм}; \quad TA_{2,2} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TK_9 = 0,7 \text{ мм} > TA_{2,2} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_9 выдерживается.

6.3 Рассмотрим размер. цепь для размера K_{16} (рис. 6.3).

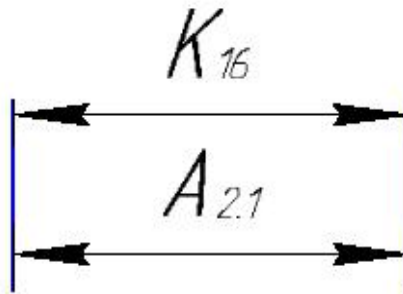


Рис. 6.3. Размер. цепь

$$TK_{16} = 0,2 \text{ мм}; \quad TA_{2,1} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TK_{16} = 0,2 \text{ мм} = TA_{2,1} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер K_{16} выдерживается.

6.4 Рассмотрим размер. цепь для размера K_5 (рис. 6.4).

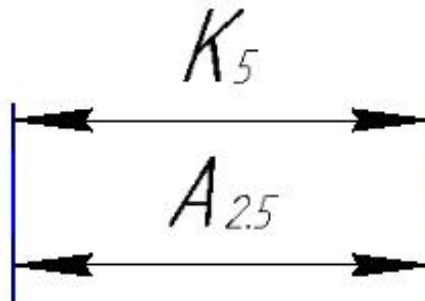


Рис. 6.4. Размер. цепь

$$TK_5 = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{2,5} = 0,4 \text{ мм}$$

$$TK_5 = 0,4 \text{ мм} = TA_{2,5} = 0,4 \text{ мм}$$

Размер K_5 выдерживается.

6.5 Рассмотрим размер. цепь для размера K_{10} (рис. 6.5).

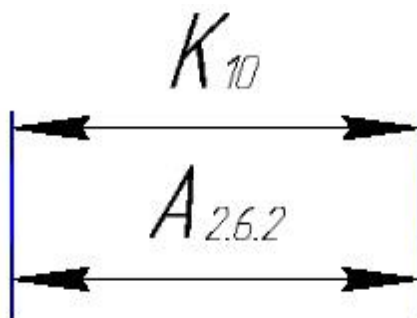


Рис. 6.5. Размер. цепь

$$TK_{10} = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{2,6,2} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_{10} = 0,25 \text{ мм} = TA_{2,6,2} = 0,25 \text{ мм}$$

Размер K_{10} выдерживается.

6.6 Рассмотрим размер. цепь для размера K_4 (рис. 6.6).

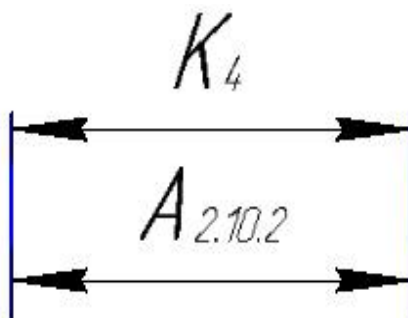


Рис. 6.6. Размер. цепь

$$TK_4 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{2,10,2} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_4 = 0,25 \text{ мм} = TA_{2,10,2} = 0,25 \text{ мм}$$

Размер K_4 выдерживается.

6.7 Рассмотрим размер. цепь для размера K_6 (рис. 6.7).

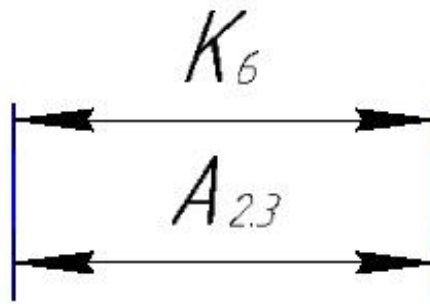


Рис. 6.7. Размер. цепь

$$TK_6 = 0,7 \text{ мм}; \quad TA_{2,3} = 0,7 \text{ мм}$$

$$TK_6 = 0,7 \text{ мм} = TA_{2,3} = 0,7 \text{ мм}$$

Размер K_6 выдерживается.

6.8 Рассмотрим размер. цепь для размера K_{11} (рис. 6.8).

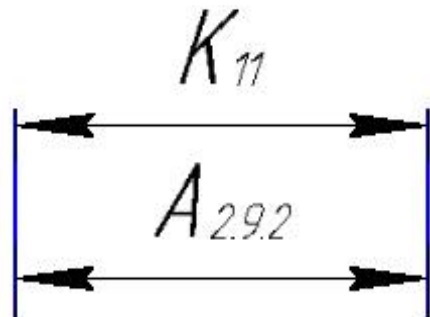


Рис. 6.8. Размер. цепь

$$TK_{11} = 0,16 \text{ мм}; \quad TA_{2,9,2} = 0,16 \text{ мм};$$

$$TK_{11} = 0,16 \text{ мм} = TA_{2,9,2} = 0,16 \text{ мм}$$

Размер K_{11} выдерживается.

6.9 Рассмотрим размер. цепь для размера K_{18} (рис. 6.9).

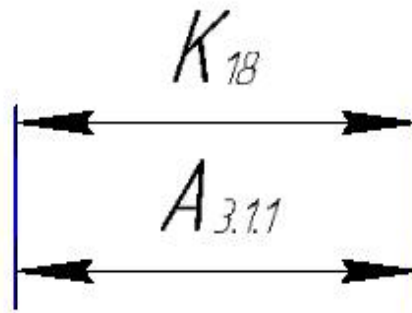


Рис. 6.9. Размер. цепь

$$TK_{18} = 0,2 \text{ мм}; \quad TA_{3.1.1} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TK_{18} = 0,2 \text{ мм} = TA_{3.1.1} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер K_{18} выдерживается.

6.10 Рассмотрим размер. цепь для размер. K_7 (рис. 6.10).

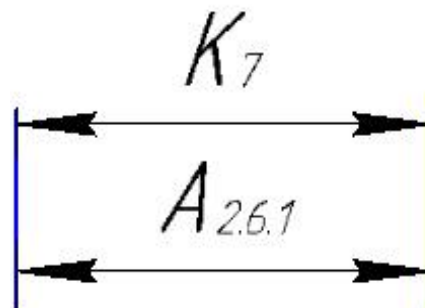


Рис. 6.10. Размер. цепь

$$TK_7 = 0,7 \text{ мм}; \quad TA_{2.6.1} = 0,7 \text{ мм}$$

$$TK_7 = 0,7 \text{ мм} = TA_{2.6.1} = 0,7 \text{ мм}$$

Размер K_7 выдерживается.

6.11 Рассмотрим размер. цепь для размера 8 (рис. 6.11).

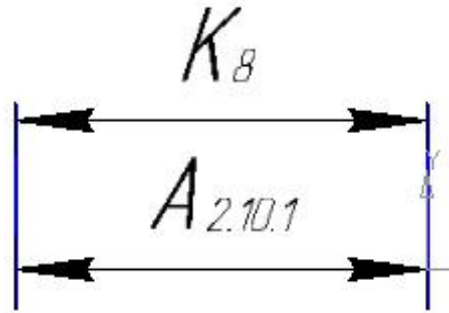


Рис. 6.11. Размер. цепь

$$TK_8 = 0,7 \text{ мм}; \quad TA_{2,10,1} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TK_8 = 0,7 \text{ мм} > TA_{2,10,1} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_8 выдерживается.

6.12 Рассмотрим размер. цепь для размера K_{12} (рис. 6.12).

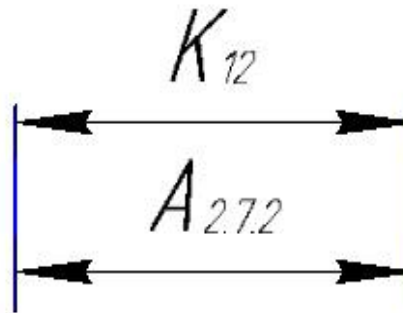


Рис. 6.12. Размер. цепь

$$TK_{12} = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{2,7,2} = 0,25 \text{ мм}$$

$$TK_{12} = 0,25 \text{ мм} = TA_{2,7,2} = 0,25 \text{ мм}$$

Размер K_{12} выдерживается.

6.13 Рассмотрим размер. цепь для размера K_{19} (рис. 6.13).

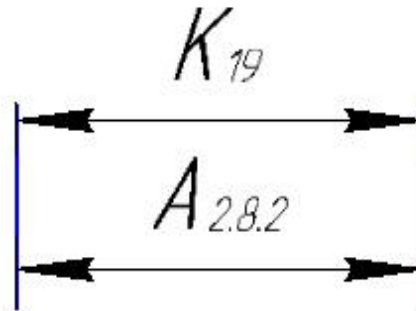


Рис. 6.13. Размер. цепь

$$TK_{19} = 0,16 \text{ мм}; \quad TA_{2,8,2} = 0,25 \text{ мм}$$

$$TK_{19} = 0,16 \text{ мм} < TA_{2,8,2} = 0,25 \text{ мм}$$

Размер K_{19} не выдерживается. Это значит, что точность предыдущей операции была ниже. Поэтому нам необходимо повышать точность предварительной операции.

Принимаем $TA_{2,8,2} = 0,16 \text{ мм}$

Тогда: $TK_{19} = 0,16 \text{ мм} = TA_{2,8,2} = 0,16 \text{ мм}$

Размер K_{19} выдерживается.

6.14 Рассмотрим размер. цепь для размера K_{13} (рис. 6.14).

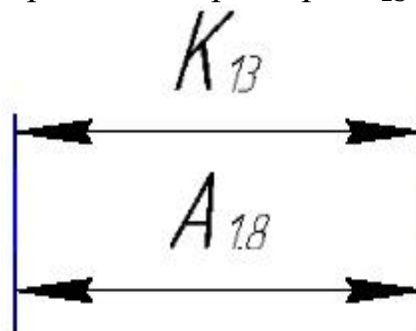


Рис. 6.14. Размер. цепь

$$TK_{13} = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{1,8} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_{13} = 0,4 \text{ мм} = TA_{1,8} = 0,4 \text{ мм};$$

Размер K_{13} выдерживается.

6.15 Рассмотрим размер. цепь для размера K_{14} (рис. 6.15).

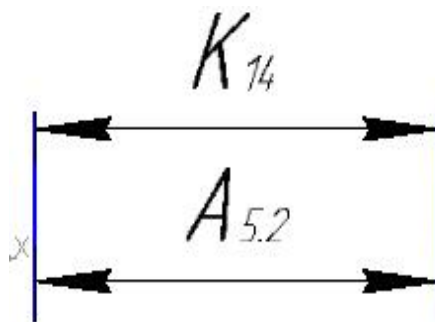


Рис. 6.15. Размер. цепь

$$TK_{14} = 0,087 \text{ мм}; \quad TA_{5,2} = 0,087 \text{ мм};$$

$$TK_{14} = 0,087 \text{ мм} = TA_{5,2} = 0,087 \text{ мм};$$

Размер K_{14} выдерживается.

6.16 Рассмотрим размер. цепь для размера K_{15} (рис. 6.16).

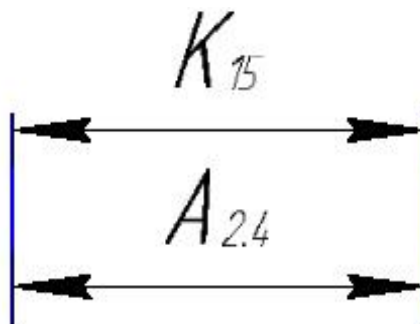


Рис. 6.16. Размер. цепь

$$TK_{15} = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{2,4} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_{15} = 0,4 \text{ мм} = TA_{2,4} = 0,4 \text{ мм};$$

Размер K_{15} выдерживается.

6.17 Рассмотрим размер. цепь для размера K_{20} (рис. 6.17).

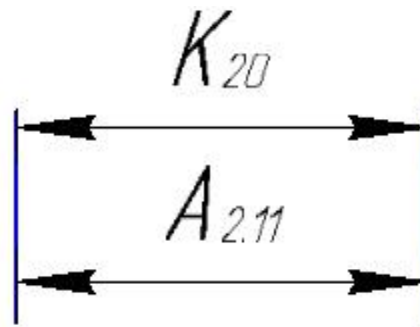


Рис. 6.17. Размер. цепь

$$TK_{20} = 0,25 \text{ мм}; TA_{2,11} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_{20} = 0,25 \text{ мм} > TA_{2,11} = 0,4 \text{ мм};$$

Размер K_{20} не выдерживается. Это значит, что точность предыдущей операции была ниже. Поэтому нам необходимо повышать точность предварительной операции.

Принимаем $TA_{2,11} = 0,25 \text{ мм}$

Тогда: $TK_{20} = 0,25 \text{ мм} = TA_{2,11} = 0,25 \text{ мм}$

Размер K_{20} выдерживается.

6.18 Рассмотрим размер. цепь для размера K_3 (рис. 6.18).

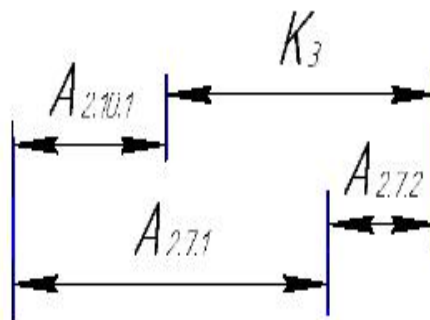


Рис. 6.18. Размер. цепь

$$TK_3 = 0,4 \text{ мм}; TA_{2,7,2} = 0,25 \text{ мм} \quad TA_{2,7,1} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,10,1} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_3 = 0,4 \text{ мм} < TA_{2,7,2} + TA_{2,7,1} + TA_{2,10,1} = 0,49 \text{ мм}$$

Размер K_3 не выдерживается. Это значит, что точность предыдущей операции была ниже. Поэтому нам необходимо повышать точность предварительной операции.

Принимаем $TA_{2,7,2} = 0,16$ мм

Тогда, используем метод вероятности

$$TK_3 = 0,4 \text{ мм} = TA_{2,7,1} + TA_{2,10,1} + TA_{2,7,2} = 0,4 \text{ мм}$$

Размер K_3 выдерживается.

6.19 Рассмотрим размер. цепь для размера K_2 (рис. 6.19).

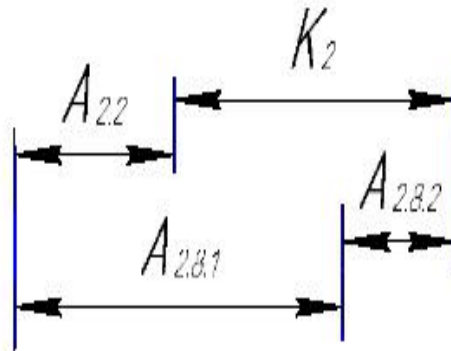


Рис. 6.19. Размер. цепь

$$TK_2 = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{2,2} = 0,12 \text{ мм} \quad TA_{2,8,1} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,8,2} = 0,16 \text{ мм};$$

$$TK_2 = 0,4 \text{ мм} = TA_{2,8,2} + TA_{2,8,1} + TA_{2,2} = 0,4 \text{ мм}$$

Размер K_2 выдерживается.

6.20 Рассмотрим размер. цепь для размера K_{17} (рис. 6.20).

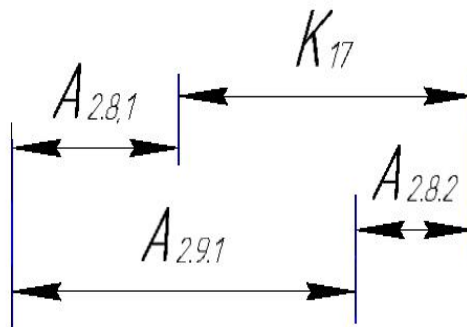


Рис. 6.20 Размер. цепь

$$TK_{17} = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{2,9,1} = 0,12 \text{ мм} \quad TA_{2,8,1} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,8,2} = 0,16 \text{ мм};$$

$$TK_{17} = 0,4 \text{ мм} = TA_{2,8,2} + TA_{2,8,1} + TA_{2,9,1} = 0,4 \text{ мм}$$

Размер K_{17} выдерживается.

$$TA_{0,1} = \omega_C + \rho_u + \varepsilon = 3 \text{ мм}$$

$$TA_{1,1} = \omega_C + \varepsilon = 0,2 + 1,8 = 2 \text{ мм}$$

$$TA_{1,5} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{1,6} = \omega_C = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{1,8} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2,2} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,4} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2,6,1} = \omega_C = 0,7 \text{ мм}$$

$$TA_{2,7,1} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,8,1} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,9,1} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,10,1} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,12,1}^* = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{3,1,1} = \omega_C = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{4,2}^* = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{5,2} = \omega_C = 0,087 \text{ мм}$$

$$TA_{1,7}^* = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,1} = \omega_C = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{2,3} = \omega_C = 0,7 \text{ мм}$$

$$TA_{2,5} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2,6,2} = \omega_C = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{2,7,2} = \omega_C = 0,16 \text{ мм}$$

$$TA_{2,8,2} = \omega_C = 0,16 \text{ мм}$$

$$TA_{2,9,2} = \omega_C = 0,16 \text{ мм}$$

$$TA_{2,11} = \omega_C = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{2,12,2}^* = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{4,1} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{5,1}^* = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,10,2} = \omega_C = 0,25 \text{ мм}$$

7.7 Расчет припусков на осевые размеры

Минимальный припуск на обработку плоскости определяется по формуле из [2, стр. 47]:

$$Z_i^{min} = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i. \quad (8)$$

где Z_i^{min} - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

$R_{Z_{i-1}}$ - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

h_{i-1} - толщина дефектная поверхности слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

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

ε_{yi} - погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

7.1 Рассмотрим припуски: $Z_{1,1}^{\square}$

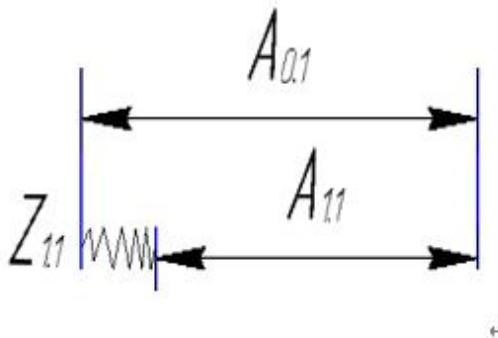


Рис.7.1. Размер. цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1,1}^{min} = 100 + 80 + 112 + 100 = 392 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1,1}^{max} = Z_{1,1}^{min} + TA_{1,1} + TA_{0,1} = 392 + 2000 + 3000 = 5392 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1.1}^{cp} = \frac{Z_{1.1}^{max} + Z_{1.1}^{min}}{2} = \frac{5392 + 392}{2} = 2892 \text{ мкм.}$$

7.2 Рассмотрим припуски: $Z_{2.1}$

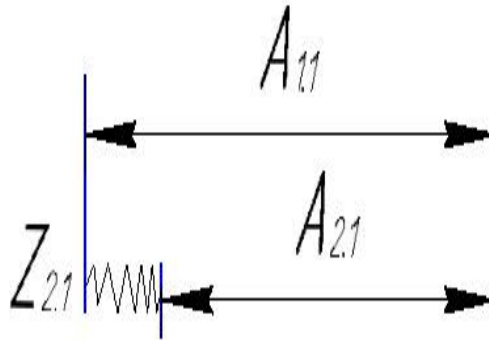


Рис.7.2. Размер. цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{2.1}^{min} = 100 + 80 + 112 + 100 = 392 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{2.1}^{max} = Z_{2.1}^{min} + TA_{1.1} + TA_{2.1} = 392 + 2000 + 200 = 2592 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2.1}^{cp} = \frac{Z_{2.1}^{max} + Z_{2.1}^{min}}{2} = \frac{392 + 2592}{2} = 1492 \text{ мкм.}$$

7.3 Рассмотрим припуски: $Z_{4.1}$

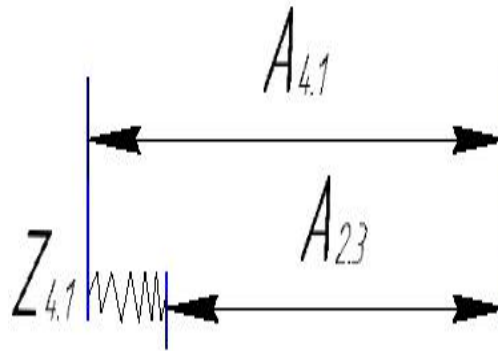


Рис.7.3. Размер. цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{4.1}^{min} = 20 + 30 + 60 + 30 = 140 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{4.1}^{max} = Z_{4.1}^{min} + TA_{4.1} + TA_{2.3} = 140 + 120 + 120 = 380 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{4.1}^{cp} = \frac{Z_{4.1}^{max} + Z_{4.1}^{min}}{2} = \frac{140 + 380}{2} = 260 \text{ мкм.}$$

7.4 Рассмотрим припуски: $Z_{5.2}$

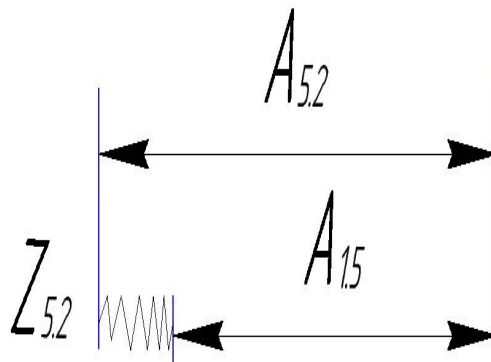


Рис.7.4. Размер. Цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{5.2}^{min} = 20 + 30 + 60 + 30 = 140 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{5.2}^{max} = Z_{5.2}^{min} + TA_{5.2} + TA_{1.5} = 140 + 87 + 120 = 347 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{5.2}^{cp} = \frac{Z_{4.1}^{max} + Z_{4.1}^{min}}{2} = \frac{140 + 347}{2} = 243.5 \text{ мкм.}$$

8 Расчёт технологических размеров

8.1 Рассмотрим размер.цепь для размера $A_{1.6}$ (рис. 8.1).

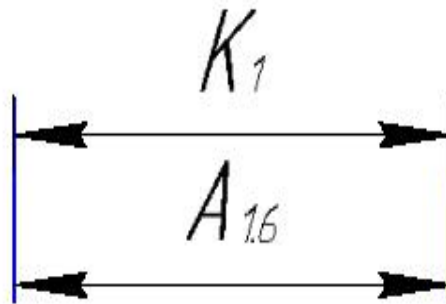


Рис. 8.1. Размер. цепь

$$A_{1.6}^{cp} = K_1^{cp} = 2.3 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.6} = 0.25 \text{ мм}$$

$$A_{1.6} = 2.3 \pm 0.125 \text{ мм}$$

8.2 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{2,2}$ (рис. 8.2).

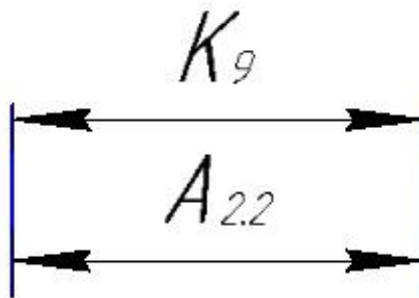


Рис. 8.2. Размер. цепь

$$A_{2,2}^{\text{cp}} = K_9^{\text{cp}} = 51,6 \text{ мм};$$

$$TA_{2,2} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{2,2} = 51,6 \pm 0,06 \text{ мм}$$

8.3 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{2,1}$ (рис. 8.3).

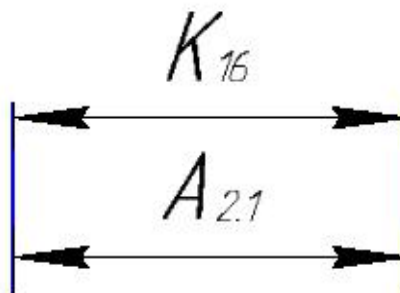


Рис. 8.3. Размер. цепь

$$A_{2,1}^{\text{cp}} = K_{16}^{\text{cp}} = 95,9 \text{ мм};$$

$$TA_{2,1} = 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{2,1} = 95,9 \pm 0,1 \text{ мм}$$

8.4 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{2,5}$ (рис. 8.4).

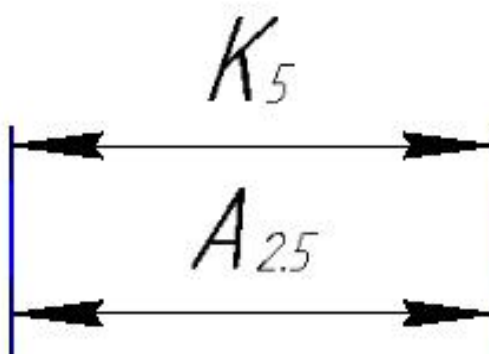


Рис. 8.4. Размер. цепь

$$A_{2,5}^{\text{cp}} = K_5^{\text{cp}} = 1 \text{ мм};$$

$$TA_{2,5} = 0,4 \text{ мм}$$

$$A_{2,5} = 1 \pm 0,2 \text{ мм}$$

8.5 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{2,6,2}$ (рис. 8.5).

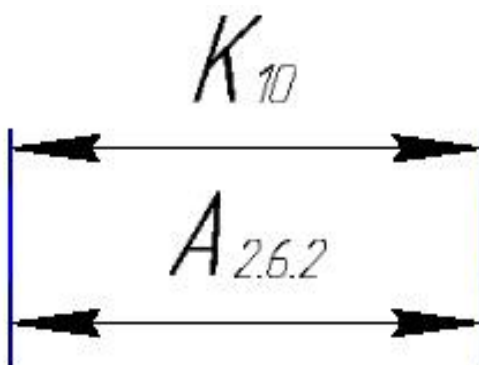


Рис. 8.5. Размер. цепь

$$A_{2,6,2}^{\text{cp}} = K_{10}^{\text{cp}} = 3,6 \text{ мм};$$

$$TA_{2,6,2} = 0,25 \text{ мм}$$

$$A_{2,6,2} = 3,6 \pm 0,125 \text{ мм}$$

8.6 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{2,10,2}$ (рис. 8.6).

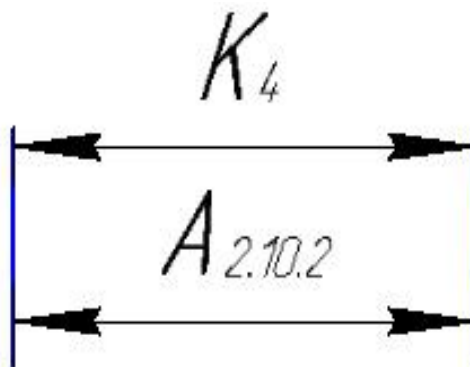


Рис. 8.6. Размер. цепь

$$A_{2,10,2}^{\text{cp}} = K_4^{\text{cp}} = 3 \text{ мм};$$

$$TA_{2,10,2} = 0,25 \text{ мм}$$

$$A_{2,10,2} = 3_{-0,25} \text{ мм}$$

8.7 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{2,3}$ (рис. 8.7).

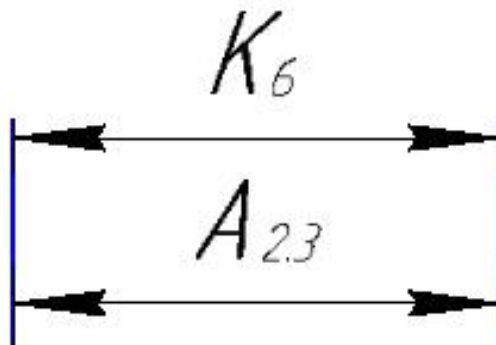


Рис. 8.7. Размер. цепь

$$A_{2,3}^{\text{cp}} = K_6^{\text{cp}} = 14,7 \text{ мм};$$

$$TA_{2,3} = 0,7 \text{ мм}$$

$$A_{2,3} = 14,7 \pm 0,35 \text{ мм}$$

8.8 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{2,9,2}$ (рис. 8.8).

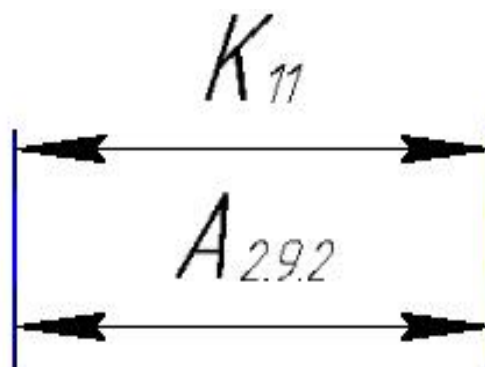


Рис. 8.8. Размер. цепь

$$A_{2,9,2}^{\text{cp}} = K_{11}^{\text{cp}} = 7,3 \text{ мм};$$

$$TA_{2,9,2} = 0,16 \text{ мм}$$

$$A_{2,9,2} = 7,3_{-0,16} \text{ мм}$$

8.9 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{3,1,1}$ (рис. 8.9).

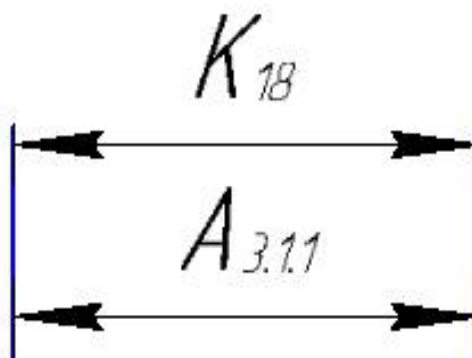


Рис. 8.9. Размер. цепь

$$A_{3,1,1}^{\text{cp}} = K_{18}^{\text{cp}} = 9,5 \text{ мм};$$

$$TA_{3,1,1} = 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{3,1,1} = 9,5 \pm 0,1 \text{ мм}$$

8.10 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{2.6.1}$ (рис. 8.10).

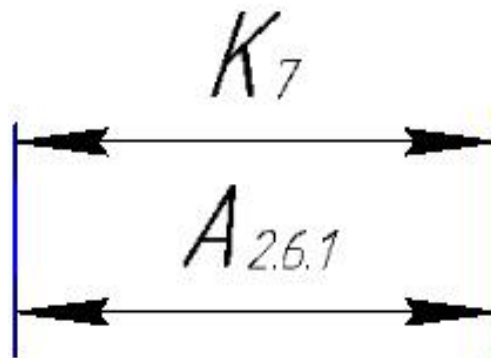


Рис. 8.10. Размер. цепь

$$A_{2.6.1}^{\text{cp}} = K_7^{\text{cp}} = 7,4 \text{ мм};$$

$$TA_{2.6.1} = 0,7 \text{ мм}$$

$$A_{2.6.1} = 7,4 \pm 0,35 \text{ мм}$$

8.11 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{2.10.1}$ (рис. 8.11).

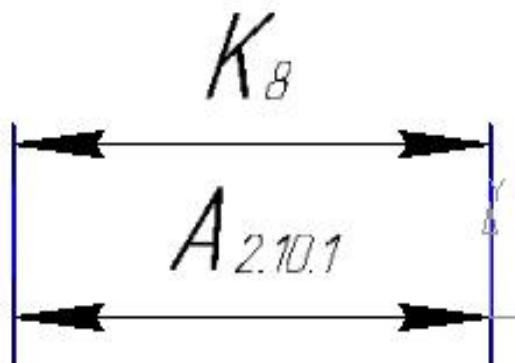


Рис. 8.11. Размер. цепь

$$A_{2.10.1}^{\text{cp}} = K_8^{\text{cp}} = 36,8 \text{ мм};$$

$$TA_{2.10.1} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{2.10.1} = 36,8 \pm 0,06 \text{ мм}$$

8.12 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{2.7.2}$ (рис. 8.12).

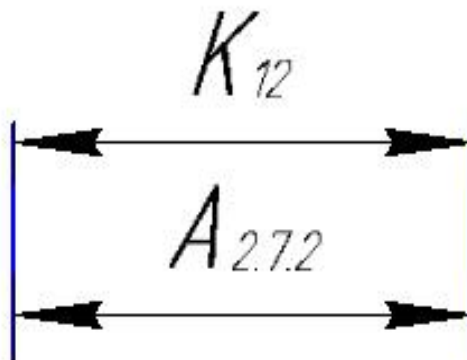


Рис. 8.12. Размер. цепь

$$A_{2.7.2}^{\text{cp}} = K_{12}^{\text{cp}} = 7.3 \text{ мм};$$

$$TA_{2.7.2} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{2.7.2} = 7.3_{-0.12} \text{ мм}$$

8.13 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{2.8.2}$ (рис. 8.13).

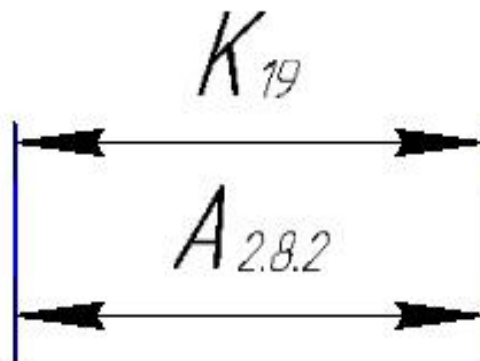


Рис. 8.13. Размер. цепь

$$A_{2.8.2}^{\text{cp}} = K_{19}^{\text{cp}} = 7.3 \text{ мм};$$

$$TA_{2.8.2} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{2.8.2} = 7.3_{-0.12} \text{ мм}$$

8.14 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{1,8}$ (рис. 8.14).

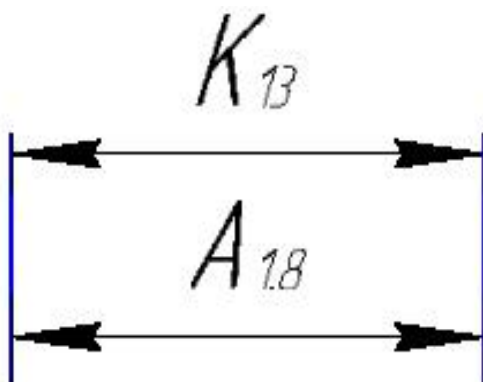


Рис. 8.14. Размер. цепь

$$A_{1,8}^{\text{cp}} = K_{13}^{\text{cp}} = 0,8\text{мм};$$

$$TA_{1,8} = 0,4 \text{ мм}$$

$$A_{1,8} = 0,8 \pm 0,2 \text{ мм}$$

8.15 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{5,2}$ (рис. 8.15).

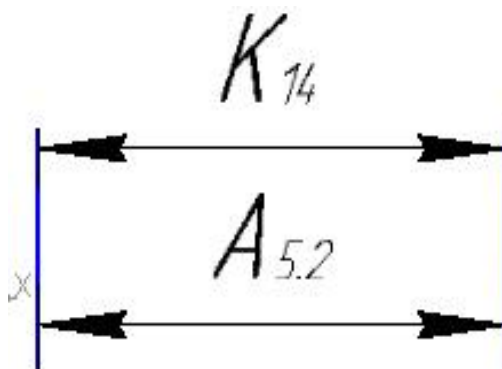


Рис. 8.10. Размер. цепь

$$A_{5,2}^{\text{cp}} = K_{14}^{\text{cp}} = 19,1\text{мм};$$

$$TA_{5,2} = 0,087 \text{ мм}$$

$$A_{5,2} = 19,1^{+0,070}_{-0,017}\text{мм}$$

8.16 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{2,4}$ (рис. 8.16).

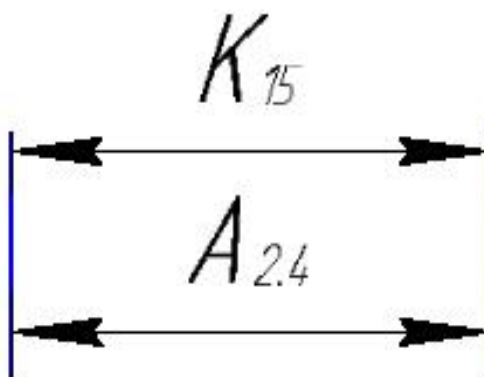


Рис. 8.16. Размер. цепь

$$A_{2,4}^{\text{cp}} = K_{15}^{\text{cp}} = 0,8\text{мм};$$

$$TA_{2,4} = 0,4\text{ мм}$$

$$A_{2,4} = 0,8 \pm 0,2\text{мм}$$

8.17 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{2,11}$ (рис. 8.17).

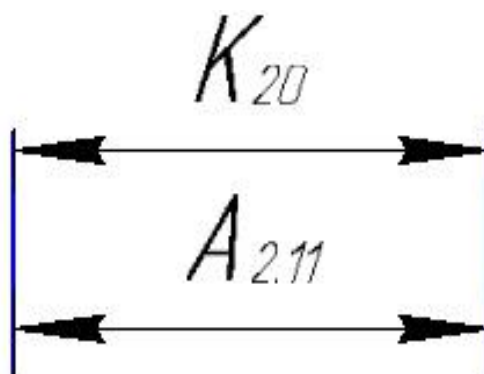


Рис. 8.17. Размер. цепь

$$A_{2,11}^{\text{cp}} = K_{20}^{\text{cp}} = 1\text{ мм};$$

$$TA_{2,11} = 0,25\text{ мм}$$

$$A_{2,11} = 1 \pm 0,125\text{мм}$$

8.18 Рассмотрим размер.цепь для размера $A_{2,7.1}$ (рис. 8.18).

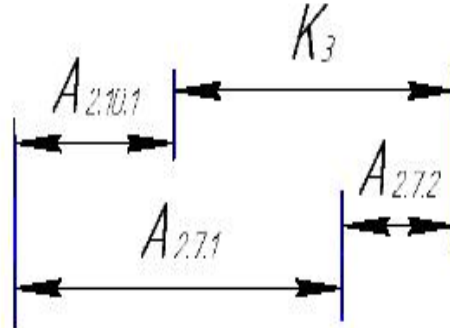


Рис. 8.18. Размер. цепь

$$K_3^{\text{cp}} = A_{2,7.1}^{\text{cp}} - A_{2,10.1}^{\text{cp}} + A_{2,7.2}^{\text{cp}}$$

$$A_{2,7.1}^{\text{cp}} = A_{2,10.1}^{\text{cp}} - A_{2,7.2}^{\text{cp}} + K_3^{\text{cp}} = 36,8 + 3,6 + 7,4 = 47,8\text{мм}$$

$$TA_{2,7.1} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{2,7.1} = 47,8 \pm 0,06\text{мм}$$

8.19 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{2,8.1}$ (рис. 8.19).

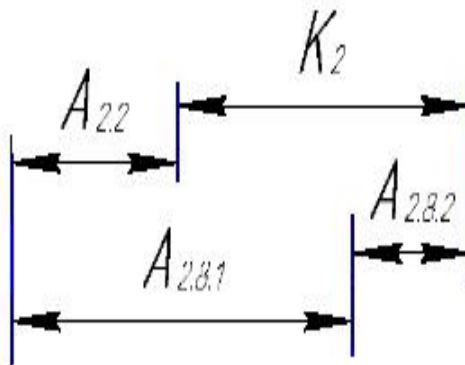


Рис. 8.19. Размер. цепь

$$K_2^{\text{cp}} = A_{2,8.1}^{\text{cp}} - A_{2,2}^{\text{cp}} + A_{2,8.2}^{\text{cp}}$$

$$A_{2,8.1}^{\text{cp}} = A_{2,2}^{\text{cp}} + K_2^{\text{cp}} - A_{2,8.2}^{\text{cp}} = 51,6 + 10,8 - 7,3 = 55,1 \text{ мм}$$

$$TA_{2,8.1} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{2.8.1} = 55.1 \pm 0,06 \text{ мм}$$

8.20 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{2.9.1}$ (рис. 8.20).

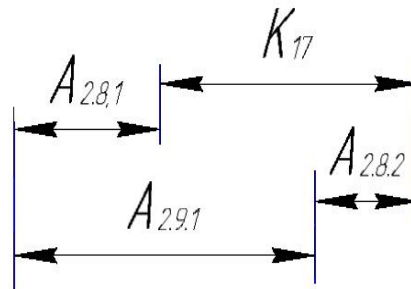


Рис. 8.20 Размер. цепь

$$K_{17}^{\text{cp}} = A_{2.9.1}^{\text{cp}} - A_{2.8.1}^{\text{cp}} + A_{2.8.2}^{\text{cp}}$$

$$A_{2.9.1}^{\text{cp}} = K_{17}^{\text{cp}} + A_{2.8.1}^{\text{cp}} - A_{2.8.2}^{\text{cp}} = 18 + 55.1 - 7.3 = 65.8 \text{ мм}$$

$$TA_{2.9.1} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{2.9.1} = 65,8 \pm 0,06 \text{ мм}$$

8.21 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{1.1}$ (рис. 8.21).

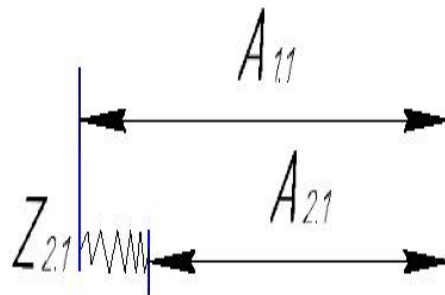


Рис. 8.21. Размер. цепь

$$Z_{2.1}^{\text{cp}} = A_{1.1}^{\text{cp}} - A_{2.1}^{\text{cp}}$$

$$A_{1.1}^{\text{cp}} = A_{2.1}^{\text{cp}} + Z_{2.1}^{\text{cp}} = 95.9 + 1.492 = 97.392 \text{ мм}$$

$$TA_{1.1} = 2 \text{ мм}$$

$$A_{1.1} = 97.392 \pm 1 \text{ мм}$$

Принимаем: $A_{1.1} = 98 \pm 1$ мм

8.22 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{0.1}$ (рис. 8.22).

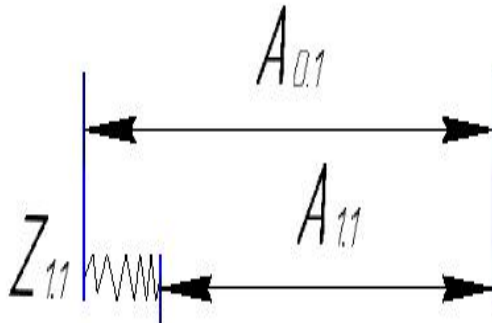


Рис. 8.22 Размер. цепь

$$Z_{1.1}^{cp} = A_{0.1}^{cp} - A_{1.1}^{cp}$$

$$A_{0.1}^{cp} = A_{1.1}^{cp} + Z_{1.1}^{cp} = 97.4 + 2.892 = 100.292 \text{ мм}$$

$$TA_{0.1} = 3 \text{ мм}$$

$$A_{0.1} = 100.292 \pm 1,5 \text{ мм}$$

Принимаем: $A_{0.1} = 101 \pm 1,5$ мм

8.23 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{4.1}$ (рис. 8.23).

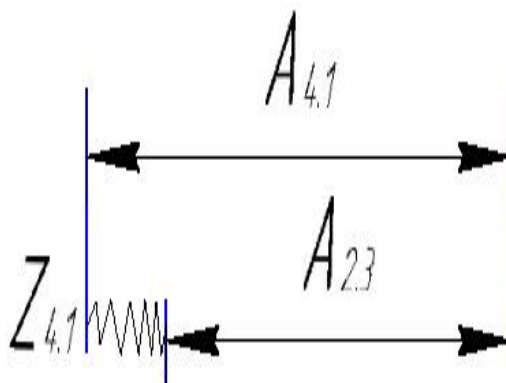


Рис. 8.23 Размер. цепь

$$Z_{4.1}^{cp} = A_{4.1}^{cp} - A_{2.3}^{cp}$$

$$A_{4.1}^{cp} = A_{2.3}^{cp} + Z_{4.1}^{cp} = 14.7 + 0.26 = 14.96 \text{ мм}$$

$$TA_{4.1} = 0.12 \text{ мм}$$

$$A_{4.1} = 14.96 \pm 0.06 \text{ мм}$$

Принимаем: $A_{4.1} = 15 \pm 0.06 \text{ мм}$

8.24 Рассмотрим размер. цепь для размера $A_{1.5}$ (рис. 8.24).

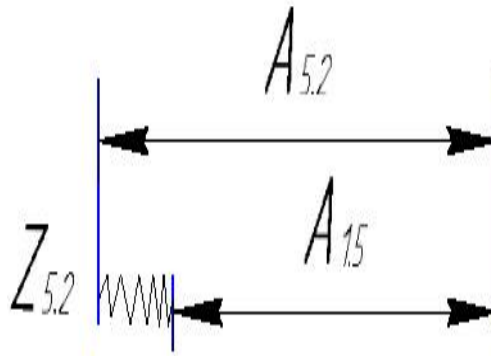


Рис. 8.22 Размер. цепь

$$Z_{5.2}^{\text{cp}} = A_{5.2}^{\text{cp}} - A_{1.5}^{\text{cp}}$$

$$A_{1.5}^{\text{cp}} = A_{5.2}^{\text{cp}} - Z_{5.2}^{\text{cp}} = 19.1 + 0.2435 = 19.3435 \text{ мм}$$

$$TA_{1.5} = 0.12 \text{ мм}$$

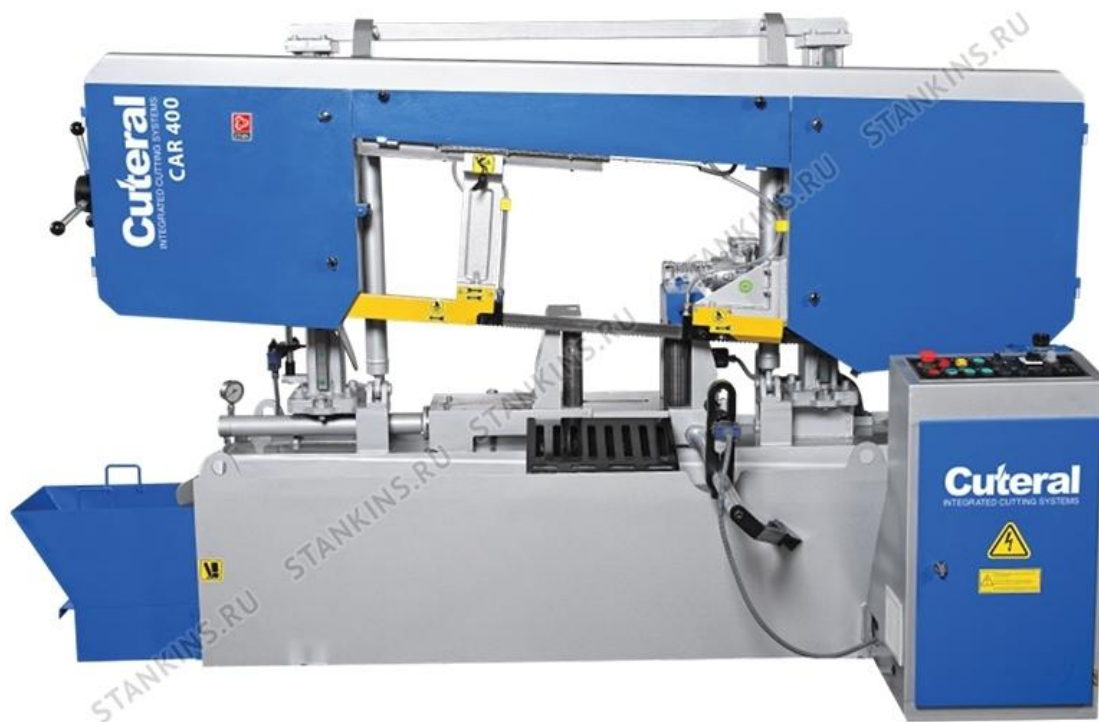
$$A_{1.5} = 19.3435 \pm 0.06 \text{ мм}$$

Принимаем: $A_{1.5} = 19.3 \pm 0.06 \text{ мм}$

9. Выбор оборудования и технологической процесса

Операция 05 Токарная

Ленточнопильный автоматический станок CAR 400 CUTERAL



Основные данные технические характеристики:

Вес, кг	1250 кг
Тиски	гидравлические
Натяжение пилы	гидромеханическое
Размер ленточного полотна	41x1.3x5715
Скорость движения ленты	15-100м/мин
Максимальные квадратное сечение заготовок	400x400 мм
Максимальные прямоугольное сечение заготовок	400x450 мм
Максимальные круглое сечение заготовок	400 мм
Мощность	4 кВт

Операция 10,15 Токарная
Станок токарный с ЧПУ –GTX2500



Основные данные технические характеристики:

Вес, кг	7760 кг
Максимальный внутренний диаметр зажимной втулки	104 мм
Максимальный диаметр заготовки	430мм
Максимальный длина заготовки при обработке в центрах	1284мм
Максимальный длина заготовки при обработке в центрах	734мм
Максимальный длина заготовки при обработке в центрах	1284мм
Ускоренный ход осей X/Y/ Z	30/10/30 м/мин
Мощность	22 кВт
Максимальный частота вращения	12 / 6000 об/мин

Операция 20 фрезерная

Станок фрезерный с ЧПУ –DMU 50 ecoline



Основные данные технические характеристики:

Вес, кг↵	200 кг↵
Максимальный ход по оси X↵	500 мм↵
Максимальный ход по оси Y↵	450мм↵
Максимальный ход по оси Z↵	400мм↵
Длина стола↵	630мм↵
Ширина стола↵	500мм↵
Ускоренный ход осей X/Y/ Z↵	24/24/24 м/мин↵
Мощность↵	9 кВт ↵
Частота вращения в стандартном исполнении↵	12000 об/мин↵

Операция 25,30 Токарная

Станок токарный с ЧПУ –WASINO A150SY I 18



Вес, кг↵	2350 кг↵
Максимальный внутренний диаметр зажимной втулки↵	67 мм↵
Максимальный диаметр заготовки↵	240мм↵
Максимальный длина заготовки при обработке в центрах ↵	245мм↵
Максимальный количество осей↵	5↵
Максимальный количество позиций инструмента↵	18↵
Максимальная точность↵	Температурный ход 4,0 мкм↵
Мощность↵	7.5 кВт ↵
Количество приводных инструментов/макс. частота вращения↵	10 / 10000 об/мин↵

10. Расчет и назначение режимов обработки на операциях

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

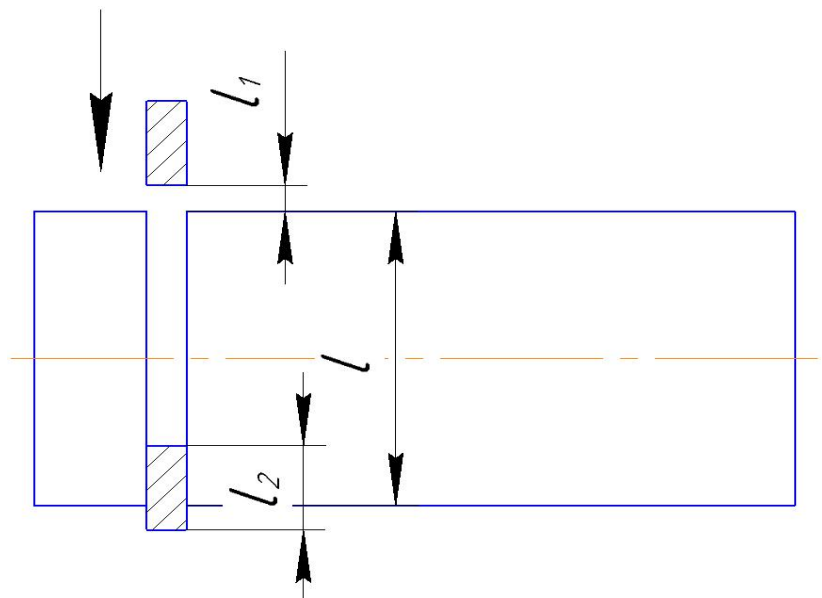
Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

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

Далее рассчитываются:

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

Отрезная операция 0



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – P6M5 .

Подача на зуб при металл : $S = 0,05$ мм/зуб, $Z=40$

Скорость резания $V = 50$ м/мин

Период стойкости инструмента принимаем: $T=30$ мин.

Минутая подача $S_m = 40$ мм/мин

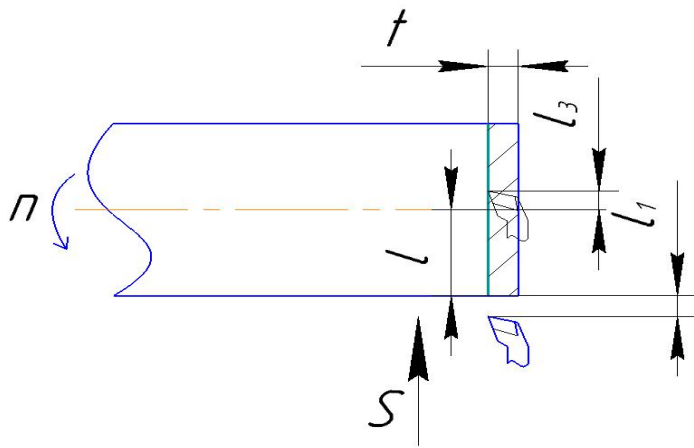
$$t_0 = \frac{D_{px}}{S_m} = \frac{100}{100} = 1 \text{ мин}$$

Где D_{px} -длина рабочего хода

Ширина полотна $t=3...5=5$ мм

Токарная операция 1

Переход 1: подрезка торца



Материал режущего выбираем–ВК8.

Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = Z_{1,1}^{max} = 5,392 \approx 5,4 \text{ мм.}$$

Подача по таблице 64 [3, с.87] для данной глубины резания:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [2с.363], принимаем $T=30$ мин;

Скорость резания по таблице 64 [3, с.87]

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

Значения коэффициентов: $C_v = 130$; $m = 0,35$; $x = 0,2$; $y = 0,4$

Скорость резания:

$$v = \frac{130}{30^{0,35} \cdot 5,4^{0,2} \cdot 0,3^{0,4}} = 54 \text{ м/мин ;}$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 54}{\pi \cdot 90} = 190 \text{ об/мин ;}$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов:

$C_p = 2000$; $n = -0,1$; $x = 0,9$; $y = 0,75$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 2000 \cdot 54^{-0,1} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 5,4^{0,9} = 2482$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{2482 \cdot 54}{1020 \cdot 20} = 6,6 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

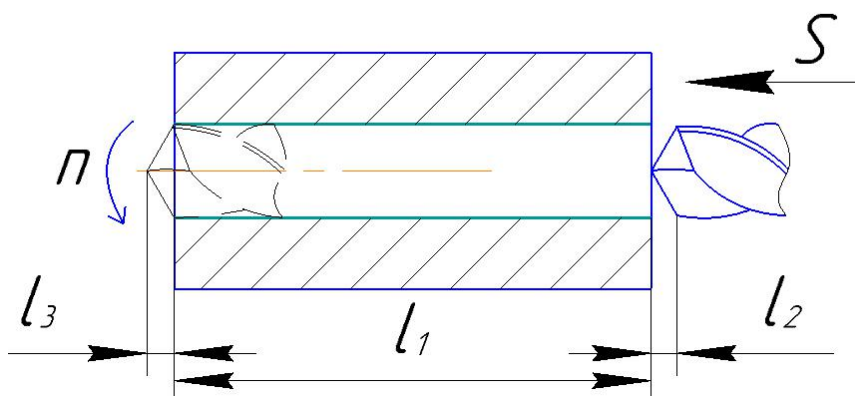
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{6,6}{0,85} = 7,8 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$7,8 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 2: Сверление отверстия



Материал режущего выбираем–ВК8.

отверстие: $D = 20 \text{ мм}$

Глубина резания: $t = D/2 = 10 \text{ мм}$;

по таблице 95 [3, с.111] : $S = 0.18$ мм/об;

Скорость резания по таблице 64 [3, с.87]

$$V = \frac{C_v D^{0,7}}{T^{0,5} S^{0,6}}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 2,3$; $T = 30$;

Скорость резания:

$$v = \frac{2,3 \cdot 20^{0,7}}{30^{0,5} \cdot 0,18^{0,6}} = 9.6 \text{ м/мин ;}$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 9.6}{\pi \cdot 20} = 150 \text{ об/мин ;}$$

После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем Крутящий момент по формуле [3, с.97]:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q v^x S^y$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 75 [3, с.97]:

Для момента: $C_M = 0,06$; $q = 1,9$; $y = 0,8$; $x = -0,15$.

$$M_{кр} = 0,6 \cdot 20^{1,9} \cdot 0,18^{0,8} \cdot 9,6^{-0,15} = 32.$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{32 \cdot 150}{9750} = 0,49 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

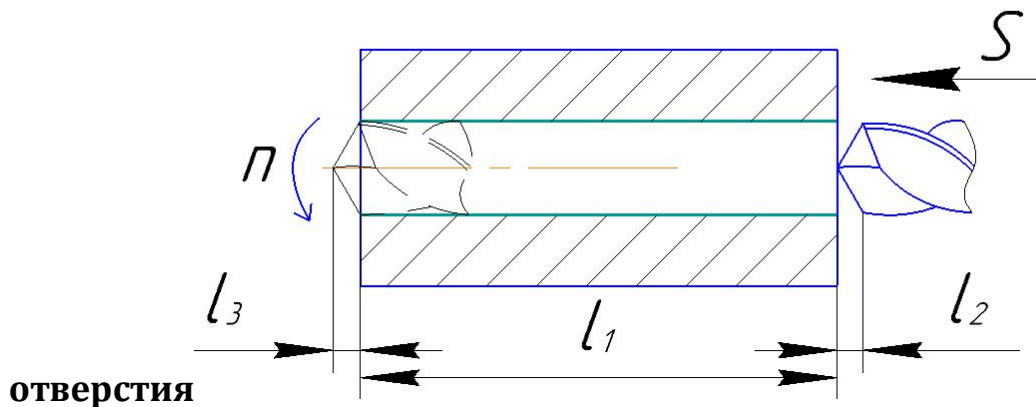
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,49}{0,75} = 0,66 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$0,616 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 3: Рассверливание



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Р6М5.

отверстие: $D = 40 \text{ мм}$

Глубина резания: $t = D-d/2 = 10 \text{ мм}$;

по таблице 95 [3, с.111] : $S = 0.18 \text{ мм/об}$;

Скорость резания по таблице 64 [3, с.87]

$$V = \frac{C_v D^{0,7}}{T^{0,5} S^{0,6}}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 2,3$; $T = 30$;

Скорость резания:

$$v = \frac{2,3 \cdot 40^{0,7}}{30^{0,5} \cdot 0,18^{0,6}} = 15,5 \text{ м/мин} ;$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 15,5}{\pi \cdot 20} = 240 \text{ об/мин} ;$$

После определения расчетных оборотов шпинделя,

рассчитываем Крутящий момент по формуле [2, с.97]:

$$M_{кр} = 10C_M D^q v^x S^y$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 75 [3, с.97]:

Для момента: $C_M=0,06$; $q=1,9$; $y=0,8$; $x=-0,15$.

$$M_{кр} = 0,6 \cdot 40^{1,9} \cdot 0,18^{0,8} \cdot 15,5^{-0,15} = 112.$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{112 \cdot 240}{9750} = 2,8 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

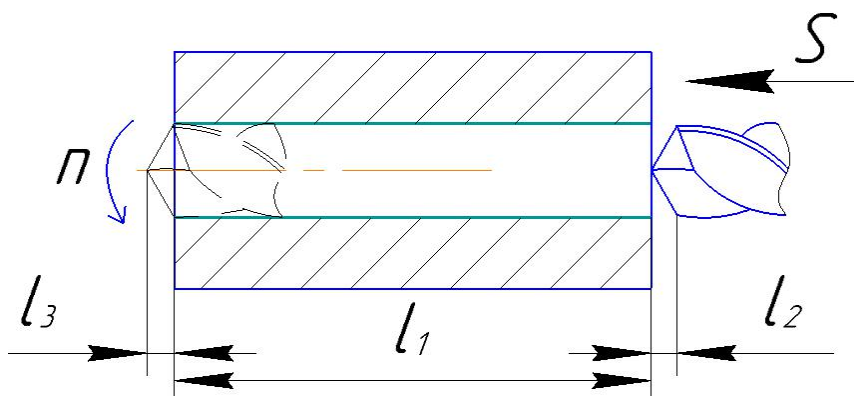
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,8}{0,75} = 3,7 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$3,7 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 4: Рассверливание отверстия



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –P6M5.

отверстие: $D = 60$ мм

Глубина резания: $t = D-d/2 = 10$ мм;

по таблице 95 [3, с.111] : $S = 0.18$ мм/об;

Скорость резания по таблице 64 [3, с.87]

$$V = \frac{C_v D^{0,7}}{T^{0,5} S^{0,6}}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 2,3$; $T = 30$;

Скорость резания:

$$v = \frac{2,3 \cdot 60^{0,7}}{30^{0,5} \cdot 0,18^{0,6}} = 20,6 \text{ м/мин ;}$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 20,6}{\pi \cdot 40} = 160 \text{ об/мин ;}$$

После определения расчетных оборотов шпинделя,

рассчитываем Крутящий момент по формуле [2, с.97]:

$$M_{kp} = 10 C_M D^q v^x S^y$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 75 [3, с.97]:

Для момента: $C_M = 0,06$; $q = 1,9$; $y = 0,8$; $x = -0,15$.

$$M_{kp} = 0,6 \cdot 60^{1,9} \cdot 0,18^{0,8} \cdot 20,6^{-0,15} = 231 \cdot$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{231 \cdot 160}{9750} = 3,8 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

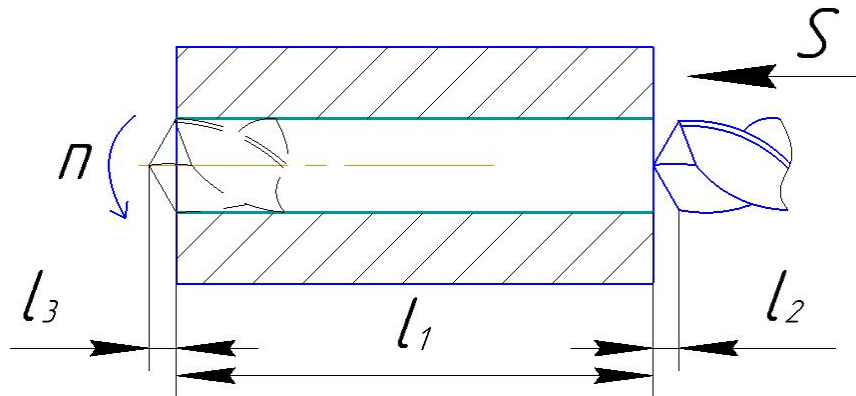
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,8}{0,75} = 5,1 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$5,1 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 5: Рассверливание отверстия



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Р6М5.

отверстие: $D = 68 \text{ мм}$

Глубина резания: $t = D-d/2 = 4 \text{ мм}$;

по таблице 95 [3, с.111] : $S = 0,18 \text{ мм/об}$;

Скорость резания по таблице 64 [3, с.87]

$$V = \frac{C_v D^{0,7}}{T^{0,5} S^{0,6}}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 2,3$; $T = 30$;

Скорость резания:

$$v = \frac{2,3 \cdot 68^{0,7}}{30^{0,5} \cdot 0,18^{0,6}} = 22,5 \text{ м/мин} ;$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 22,5}{\pi \cdot 60} = 120 \text{ об/мин};$$

После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем Крутящий момент по формуле [2, с.97]:

$$M_{кр} = 10C_M D^q v^x S^y$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 75 [3, с.97]:

Для момента: $C_M=0,06$; $q=1,9$; $y=0,8$; $x=-0,15$.

$$M_{кр} = 0,6 \cdot 68^{1,9} \cdot 0,18^{0,8} \cdot 22,5^{-0,15} = 290, \cdot$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{290 \cdot 120}{9750} = 3,6 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

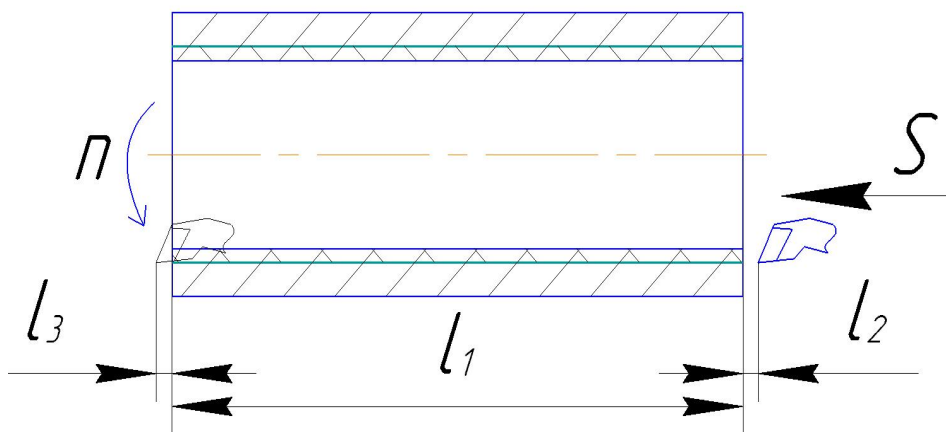
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,6}{0,75} = 4,8 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$4,8 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 6: Растачивание отверстия



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –ВК8.

Глубина резания:

$$t = \frac{D_{1.4}^{max} - D_{1.3}^{min}}{2} = \frac{70.3 - 68}{2} = 1.15 \text{ мм}$$

Подача по таблице 64 [3, с.87] для данной глубины резания:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [2с.363], принимаем $T=30$ мин;

Скорость резания по таблице 64 [3, с.87]

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

Значения коэффициентов: $C_v = 130$; $m = 0,35$; $x = 0,2$; $y = 0,4$

Скорость резания:

$$v = \frac{130}{30^{0,35} \cdot 1,15^{0,2} \cdot 0,3^{0,4}} = 62 \text{ м/мин ;}$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 62}{\pi \cdot 70.3} = 280 \text{ об/мин ;}$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = C_p v^n t^x S^y$$

Значения коэффициентов:

$C_p = 2000$; $n = -0,1$; $x = 0,9$; $y = 0,75$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 2000 \cdot 62^{-0,1} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 1,15^{0,9} = 608$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{608 \cdot 62}{1020 \cdot 20} = 1,8 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

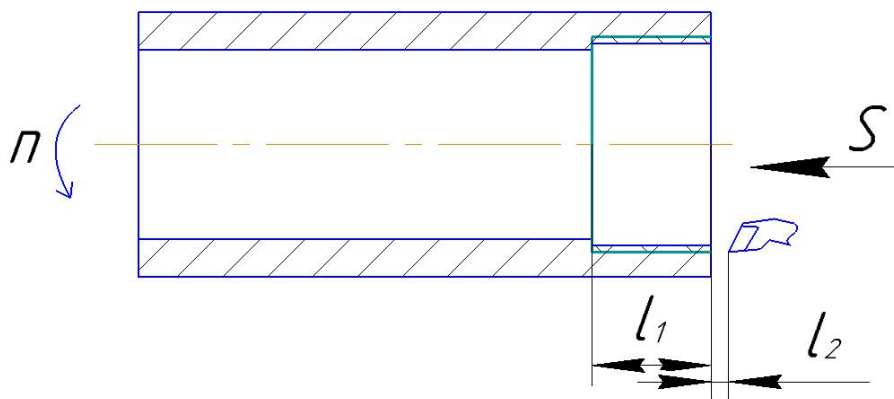
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,8}{0,85} = 2,2 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$2,2 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 7: Расточение отверстия



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] – ВК8.

Глубина резания:

$$t = \frac{D_{1.5}^{max} - D_{1.4}^{min}}{2} = \frac{80 - 70}{2} = 5 \text{ мм}$$

Подача по таблице 64 [3, с.87] :

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания по таблице 64 [3, с.87]

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

Значения коэффициентов: $C_v = 130$; $m = 0,35$; $x = 0,2$; $T=30$ мин; $y = 0,4$

Скорость резания:

$$v = \frac{130}{30^{0,35} \cdot 5^{0,2} \cdot 0,3^{0,4}} = 46 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 46}{\pi \cdot 91} = 160 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов:

$C_p = 2000$; $n = -0,1$; $x = 0,9$; $y = 0,75$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 2000 \cdot 46^{-0,1} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 5^{0,9} = 2500$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{2500 \cdot 46}{1020 \cdot 20} = 5,6 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

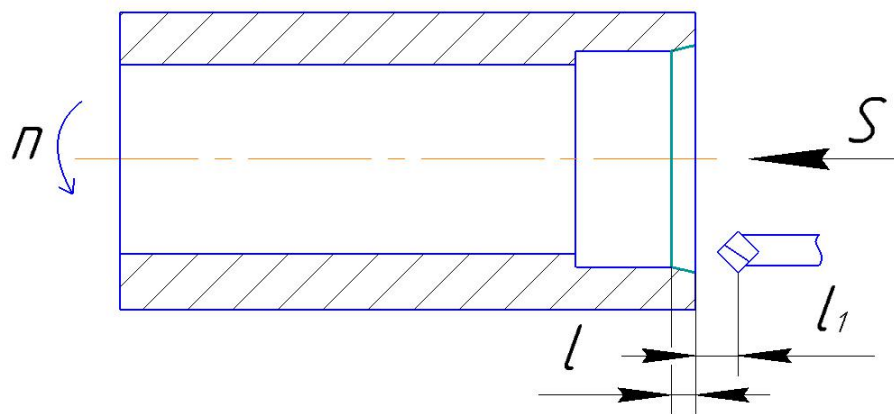
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{5,6}{0,85} = 6,6 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$6,6 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 8: Точение фасок



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –ВК8.

Глубина резания:

$$t = 2,3 \text{ мм}$$

Подача по таблице 54 [3, с.87]:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 130$; $m = 0,35$; $x = 0,2$; $T = 30$ мин; $y = 0,4$

Скорость резания:

$$v = \frac{130}{30^{0,35} \cdot 2,3^{0,2} \cdot 0,3^{0,4}} = 54 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 54}{\pi \cdot 81} = 210 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов:

$C_p = 2000$; $n = -0,1$; $x = 0,9$; $y = 0,75$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 2000 \cdot 54^{-0,1} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 2,3^{0,9} = 1151$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{1151 \cdot 43}{1020 \cdot 20} = 3 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

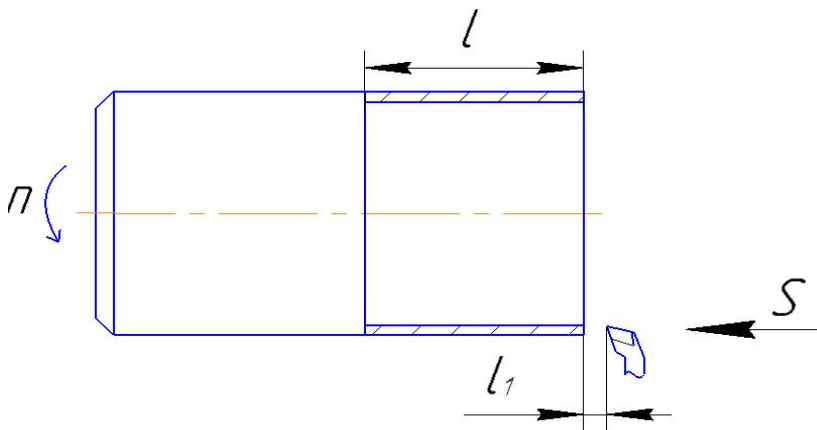
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3}{0.85} = 3,6 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$3,6 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 9: Точение поверхности



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –ВК8.

Глубина резания:

$$t = \frac{D_{0,1}^{\max} - D_{1,7}^{\min}}{2} = \frac{90 - 88,9}{2} = 0,55 \text{ мм}$$

Подача по таблице 64 [3, с.87]:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 130$; $m = 0,35$; $x = 0,2$; $T=30$ мин; $y = 0,4$

Скорость резания:

$$v = \frac{130}{30^{0,35} \cdot 0,55^{0,2} \cdot 0,3^{0,4}} = 72 \text{ м/мин ;}$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 72}{\pi \cdot 88,9} = 250 \text{ об/мин ;}$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов:

$C_p = 2000$; $n = -0,1$; $x = 0,9$; $y = 0,75$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 2000 \cdot 72^{-0,1} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 0,55^{0,9} = 308$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{908 \cdot 72}{1020 \cdot 20} = 1,1 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

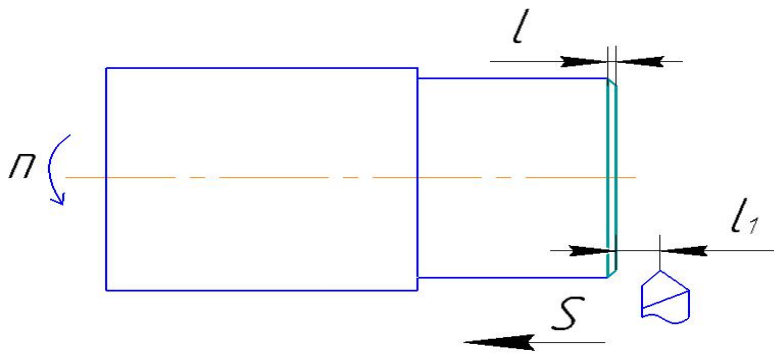
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,1}{0,85} = 1,3 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$1,3 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 10: Точение фасок



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –ВК8.

Глубина резания:

$$t = 0,8 \text{ мм}$$

Подача по таблице 64 [3, с.87]:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания по таблице 64 [3, с.87]

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

Значения коэффициентов: $C_v = 130$; $m = 0,35$; $x = 0,2$; $T=30$ мин; $y = 0,4$

Скорость резания:

$$v = \frac{130}{30^{0,35} \cdot 0,8^{0,2} \cdot 0,3^{0,4}} = 67 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 67}{\pi \cdot 88} = 240 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов:

$C_p = 2000$; $n = -0,1$; $x = 0,9$; $y = 0,75$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 2000 \cdot 67^{-0,1} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 0,8^{0,9} = 440$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{440 \cdot 67}{1020 \cdot 20} = 1,4 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,4}{0,85} = 1,7 \text{ кВт}$$

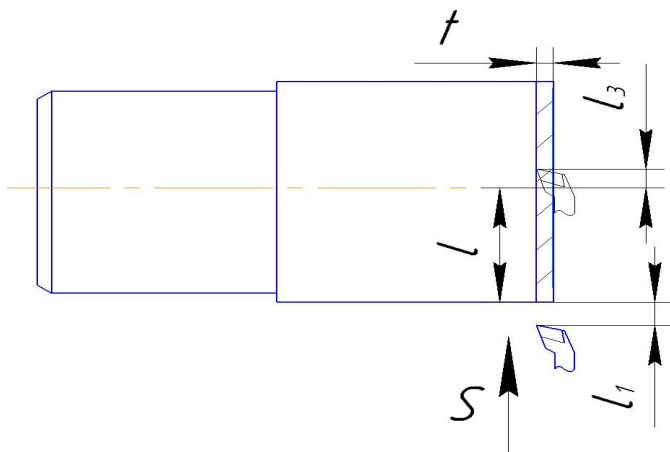
Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$1,7 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Токарная операция 1

Переход 1: подрезка торца



Материал режущего инструмента выбираем–ВК8.

Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = Z_{2,1}^{\max} = 2,592 \approx 2,6 \text{ мм.}$$

Подача по таблице 64 [3, с.87]:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания по таблице 64 [3, с.87]

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

Значения коэффициентов: $C_v = 130$; $m = 0,35$; $x = 0,2$; $T=30$ мин; $y = 0,4$

Скорость резания:

$$v = \frac{130}{30^{0,35} \cdot 2,6^{0,2} \cdot 0,3^{0,4}} = 56 \text{ м/мин ;}$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 56}{\pi \cdot 90} = 190 \text{ об/мин ;}$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов:

$C_p = 2000$; $n = -0,1$; $x = 0,9$; $y = 0,75$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 2000 \cdot 56^{-0,1} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 2,6^{0,9} = 1442$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{1442 \cdot 56}{1020 \cdot 20} = 4 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

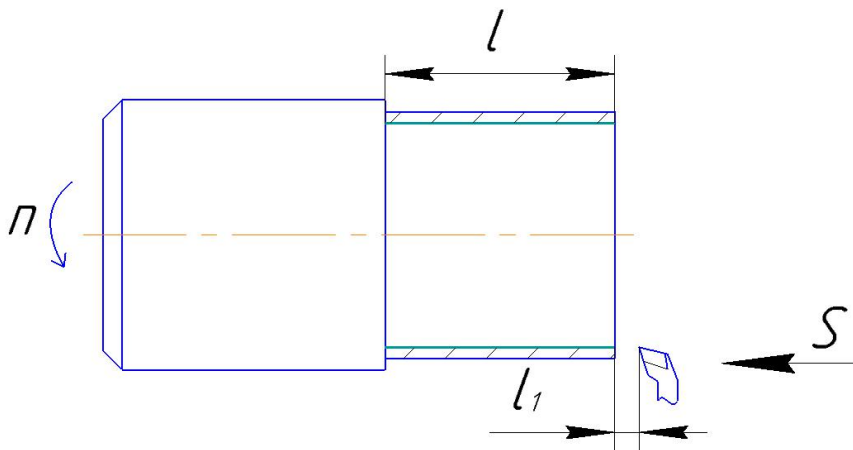
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4}{0,85} = 4,7 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$4,7 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 2: Точение поверхности



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –ВК8.

Глубина резания:

$$t = \frac{D_{0,1}^{\max} - D_{2,2}^{\min}}{2} = \frac{90 - 83,3}{2} = 3,4 \text{ мм}$$

Подача по таблице 64 [3, с.87]:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания по таблице 64 [3, с.87]

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

Значения коэффициентов: $C_v = 130$; $m = 0,35$; $x = 0,2$; $T=30$ мин; $y = 0,4$

Скорость резания:

$$v = \frac{130}{30^{0,35} \cdot 3,4^{0,2} \cdot 0,3^{0,4}} = 50 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 50}{\pi \cdot 83} = 190 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов:

$C_p = 2000$; $n = -0,1$; $x = 0,9$; $y = 0,75$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 2000 \cdot 50^{-0,1} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 3,4^{0,9} = 1650$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{1650 \cdot 50}{1020 \cdot 20} = 4 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

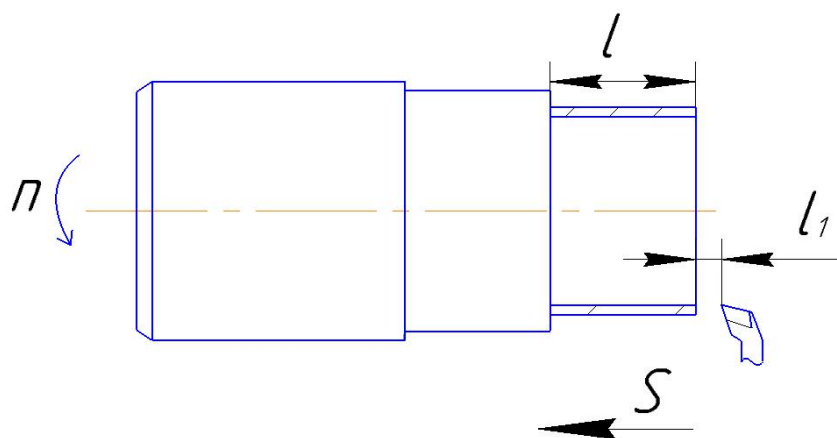
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4}{0,85} = 5 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$5 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 3: Точение поверхности



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –ВК8 .

Глубина резания:

$$t = \frac{D_{2,2}^{\max} - D_{2,3}^{\min}}{2} = \frac{83,3 - 80,24}{2} = 3 \text{ мм}$$

Подача по таблице 68 [3, с.87]:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания по таблице 64 [3, с.87]

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

Значения коэффициентов: $C_v = 130$; $m = 0,35$; $x = 0,2$; $T=30$ мин; $y = 0,4$

Скорость резания:

$$v = \frac{130}{30^{0,35} \cdot 3^{0,2} \cdot 0,3^{0,4}} = 51 \text{ м/мин ;}$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 51}{\pi \cdot 71} = 230 \text{ об/мин ;}$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов:

$C_p = 2000$; $n = -0,1$; $x = 0,9$; $y = 0,75$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 2000 \cdot 51^{-0,1} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 3^{0,9} = 1265$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{1265 \cdot 51}{1020 \cdot 20} = 3,2 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

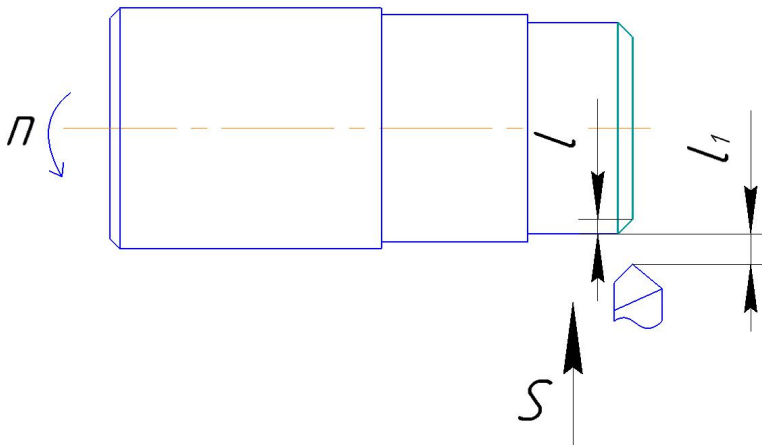
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,2}{0,85} = 3,8 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$3,8 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 4: Точение фасок



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] – ВК8.

Глубина резания:

$$t = 0,8 \text{ мм}$$

Подача по таблице 64 [3, с.87]:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания по таблице 64 [3, с.87]

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

Значения коэффициентов: $C_v = 130$; $m = 0,35$; $x = 0,2$; $T=30$ мин; $y = 0,4$

Скорость резания:

$$v = \frac{130}{30^{0,35} \cdot 0,8^{0,2} \cdot 0,3^{0,4}} = 67 \text{ м/мин ;}$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 67}{\pi \cdot 79,5} = 270 \text{ об/мин ;}$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_z = C_p v^n t^x S^y$$

Значения коэффициентов:

$C_p = 2000$; $n = -0,1$; $x = 0,9$; $y = 0,75$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 2000 \cdot 67^{-0,1} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 0,8^{0,9} = 532$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{532 \cdot 67}{1020 \cdot 20} = 1,7 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

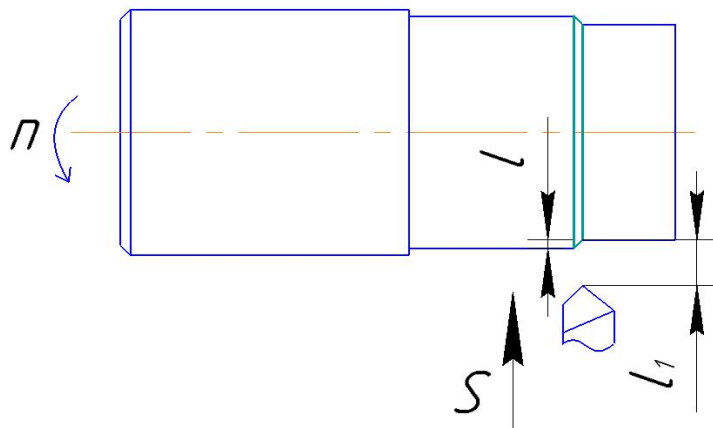
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,7}{0,85} = 2,1 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$2,1 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 5: Точение фасок



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –ВК8.

Глубина резания:

$$t = 1 \text{ мм}$$

Подача по таблице 64 [3, с.87]:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания по таблице 64 [3, с.87]

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

Значения коэффициентов: $C_v = 130$; $m = 0,35$; $x = 0,2$; $T=30$ мин; $y = 0,4$

Скорость резания:

$$v = \frac{130}{30^{0,35} \cdot 1^{0,2} \cdot 0,3^{0,4}} = 64 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 64}{\pi \cdot 83} = 240 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов:

$C_p = 2000$; $n = -0,1$; $x = 0,9$; $y = 0,75$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 2000 \cdot 64^{-0,1} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 0,8^{0,9} = 491$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{491 \cdot 64}{1020 \cdot 20} = 1,5 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

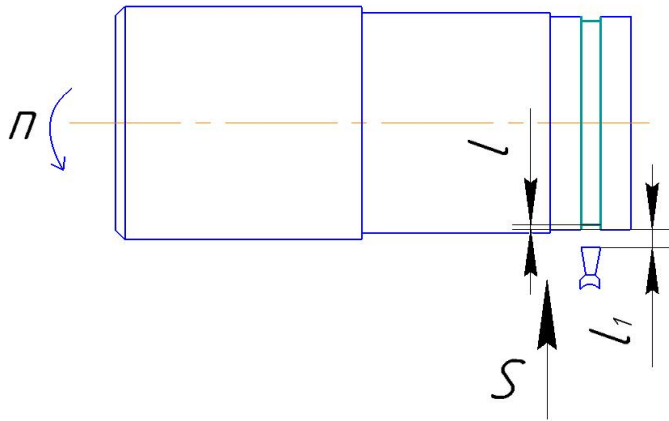
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,5}{0,85} = 1,8 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$1,8 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 6: Точение канавки



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –ВК8 .

Глубина резания:

$$t = 2 \text{ мм}$$

Подача по таблице 68 [3, с.87]:

$$S = 0,06 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания формуле [2, с.363]:

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

Значения коэффициентов: $C_v=32$; $m = 0,20$; $x = 0,2$; $T=30$ мин; $y = 0,5$.

$$V = \frac{32}{30^{0.2} \cdot 0.06^{0.5} \cdot 0.2^{0.2}} = 58$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 58}{\pi \cdot 75} = 250 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов:

$C_p = 1450$; $n = -0,1$; $x = 0,8$; $y = 0,65$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 1450 \cdot 58^{-0,1} \cdot 0,06^{0,65} \cdot 2^{0,8} = 269$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{269 \cdot 58}{1020 \cdot 20} = 0,8$$

Мощность привода:

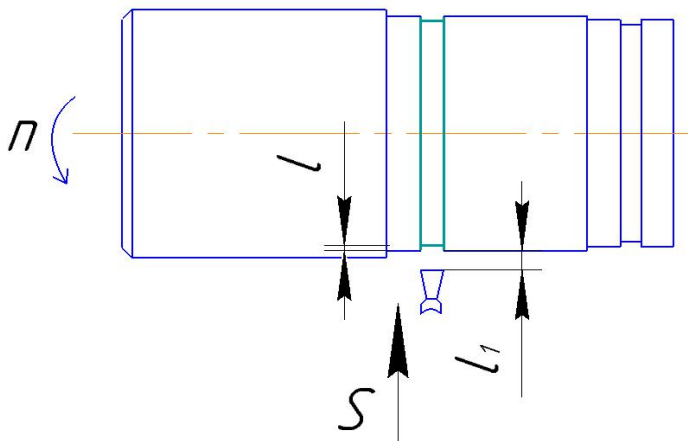
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,8}{0,85} = 0,9$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$0,9 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 7: Точение канавки



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –ВК8 .

Глубина резания:

$$t = 1,5 \text{ мм}$$

Подача по таблице 68 [3, с.87]:

$$S = 0,06 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания определяется по формуле [2, с.363]:

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

Значения коэффициентов: $C_v=32$; $m = 0,20$; $x = 0,2$; $T=30$ мин; $y = 0,5$.

$$V = \frac{32}{30^{0,2} \cdot 0,06^{0,5} \cdot 1,5^{0,2}} = 61$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 61}{\pi \cdot 79} = 240 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем основные составляющие силы резания по формуле

$$P_z = C_p v^n t^x S^y$$

Значения коэффициентов:

$C_p = 1450$; $n = -0,1$; $x = 0,8$; $y = 0,65$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 1450 \cdot 61^{-0,1} \cdot 0,06^{0,65} \cdot 1,5^{0,8} = 207$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{207 \cdot 61}{1020 \cdot 20} = 0,6$$

Мощность привода:

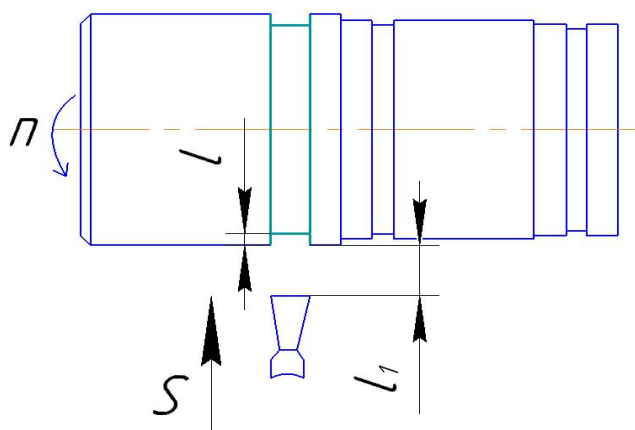
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,6}{0,85} = 0,7$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$0,7 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 8: Точение канавки



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –ВК8 .

Глубина резания:

$$t = 4.5 \text{ мм}$$

Подача по таблице 68 [3, с.87]:

$$S = 0,10 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания определяется по формуле [2, с.363]:

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

Значения коэффициентов: $C_v=140$; $m = 0,35$; $x = 0,2$; $T=30$ мин; $y = 0,4$.

$$V = \frac{140}{30^{0.35} \cdot 0.1^{0.4} \cdot 4.5^{0.2}} = 79$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 79}{\pi \cdot 79} = 320 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов:

$C_p = 2000$; $n = -0,1$; $x = 0,9$; $y = 0,75$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 2000 \cdot 79^{-0,1} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 4,5^{0,9} = 899$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{899 \cdot 79}{1020 \cdot 20} = 3,5 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

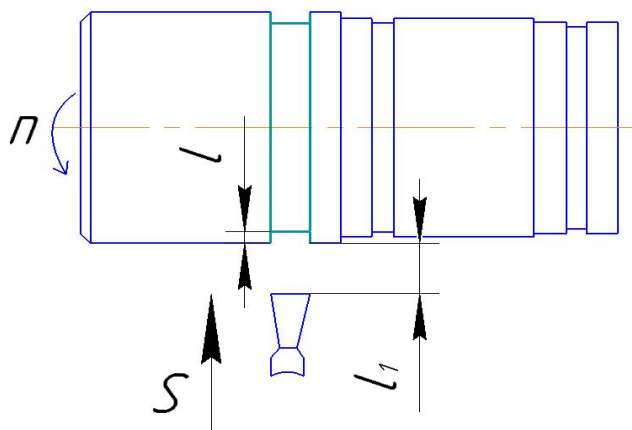
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,5}{0,85} = 4,1 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$4,1 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 9: Точение канавки



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с

рекомендациями [Интернет] –ВК8 .

Глубина резания:

$$t = 4.5 \text{ мм}$$

Подача по таблице 68 [3, с.87]:

$$S = 0,10 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания определяется по формуле [2, с.363]:

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

Значения коэффициентов: $C_v=140$; $m = 0,35$; $x = 0,2$; $T=30$ мин; $y = 0,4$.

$$V = \frac{140}{30^{0,35} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 4,5^{0,2}} = 79$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 79}{\pi \cdot 79} = 320 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_z = C_p v^n t^x S^y$$

Значения коэффициентов:

$C_p = 2000$; $n = -0,1$; $x = 0,9$; $y = 0,75$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 2000 \cdot 79^{-0,1} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 4,5^{0,9} = 899$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{899 \cdot 79}{1020 \cdot 20} = 3,5 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

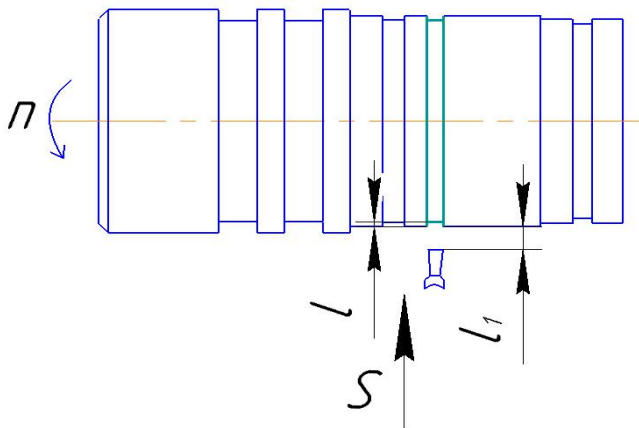
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,5}{0.85} = 4,1 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$4,1 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 10: Точение канавки



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] – ВК8 .

Глубина резания:

$$t = 1.5 \text{ мм}$$

Подача по таблице 68 [3, с.87]:

$$S = 0,06 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания определяется по формуле [2, с.363]:

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

Значения коэффициентов: $C_v=140$; $m = 0,35$; $x = 0,2$; $T=30$ мин; $y = 0,4$.

$$V = \frac{140}{30^{0.35} \cdot 0.1^{0.4} \cdot 1.5^{0.2}} = 99$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 99}{\pi \cdot 79} = 400 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов:

$C_p = 2000$; $n = -0,1$; $x = 0,9$; $y = 0,75$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 2000 \cdot 99^{-0,1} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 1,5^{0,9} = 120$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{120 \cdot 99}{1020 \cdot 20} = 0,6 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

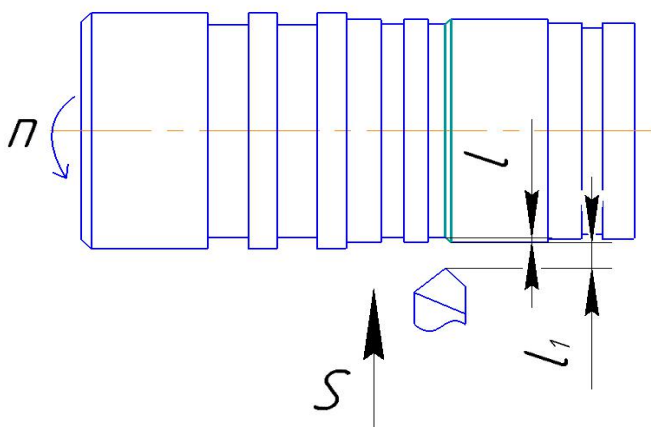
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,6}{0,85} = 0,7 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$0,7 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Переход 11: Точение фасок



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с

рекомендациями [Интернет] –ВК8.

Глубина резания:

$$t = 1 \text{ мм}$$

Подача по таблице 64 [3, с.87]:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания по таблице 64 [3, с.87]

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

Значения коэффициентов: $C_v = 130$; $m = 0,35$; $x = 0,2$; $T=30$ мин; $y = 0,4$

Скорость резания:

$$v = \frac{130}{30^{0,35} \cdot 1^{0,2} \cdot 0,3^{0,4}} = 64 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 64}{\pi \cdot 79,5} = 260 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов:

$C_p = 2000$; $n = -0,1$; $x = 0,9$; $y = 0,75$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 2000 \cdot 64^{-0,1} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 1^{0,9} = 534$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{534 \cdot 64}{1020 \cdot 20} = 1,7 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,7}{0.85} = 2 \text{ кВт}$$

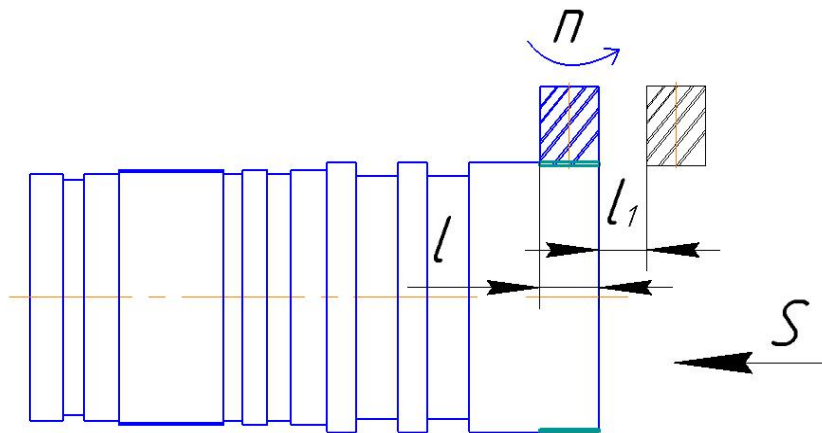
Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$2 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}$$

Фрезерная операция 3

Переход 1 :Фрезерование паза



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –ВК6М.

Глубина резания:

$$t = 1,8 \text{ мм}$$

Подача по таблице 132 [3, с.149]:

$$S_z = 0,08 \text{ мм/зуб. } B=9,5\text{мм}$$

Период стойкости инструмента $T=60-120$ мин, принимаем $T=60$ мин;

Скорость резания по таблице 132 [3, с.149]

$$V = \frac{C_v D^{0.25}}{T^{0.3} S_z^{0.4} B^{0.14} t^{0.25} z^{0.1}}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 73$;

Скорость резания:

$$v = \frac{73 \cdot 88^{0.25}}{60^{0.3} \cdot 0,08^{0.4} \cdot 9,5^{0.14} \cdot 1,8^{0.25} \cdot 8^{0.1}} = 113 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 113}{\pi \cdot 100} = 360 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Мощность привода по таблице 132 [3, с.149]:

$$N_{\text{э}} = 1,96 \text{ кВт}$$

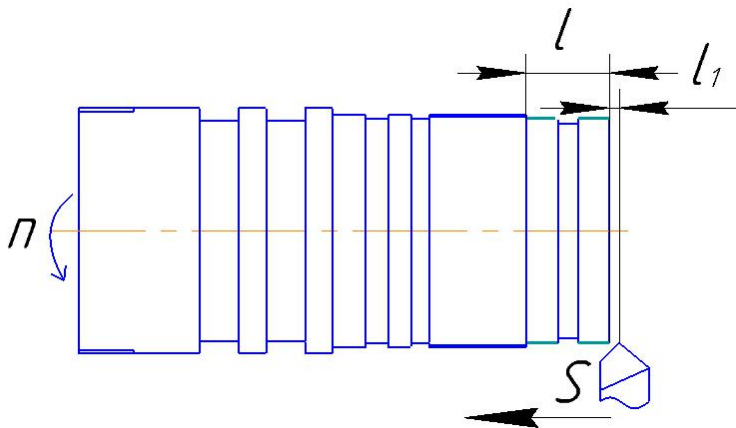
Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$1,96 \text{ кВт} < 9 \text{ кВт}$$

Токарная операция 4

Переход 1 :Точение поверхности



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –ВК6-ОМ.

Глубина резания:

$$t = \frac{D_{2,3}^{\max} - D_{4,1}^{\min}}{2} = \frac{80,3 - 79,6}{2} = 0,35 \text{ мм}$$

Подача по таблице 64 [3, с.87]:

$$S = 0,04 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания по таблице 64 [3, с.73]

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

Значения коэффициентов: $C_v = 32$; $m = 0,2$; $x = 0,2$; $T=30$ мин; $y = 0,5$

Скорость резания:

$$v = \frac{32}{30^{0,2} \cdot 0,35^{0,2} \cdot 0,04^{0,5}} = 100 \text{ м/мин ;}$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 100}{\pi \cdot 79,6} = 400 \text{ об/мин ;}$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_z = C_p v^n t^x S^y$$

Значения коэффициентов:

$C_p = 1450$; $n = -0,1$; $x = 0,8$; $y = 0,65$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 1450 \cdot 100^{-0,1} \cdot 0,04^{0,65} \cdot 0,35^{0,8} = 49$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{49 \cdot 100}{1020 \cdot 20} = 0,24 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

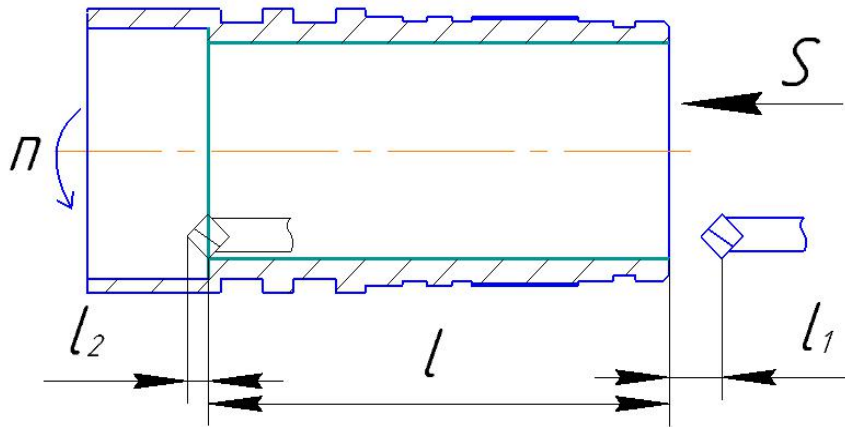
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,24}{0,85} = 0,28 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$0,28 \text{ кВт} < 7,5 \text{ кВт}$$

Переход 2 :Точение отверстие



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –ВК6-ОМ.

Глубина резания:

$$t = \frac{D_{4,2}^{\max} - D_{1,4}^{\min}}{2} = \frac{71,2 - 70,3}{2} = 0,45 \text{ мм}$$

Подача по таблице 64 [3, с.87] для данной глубины резания:

$$S = 0,04 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания по таблице 64 [3, с.73]

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

Значения коэффициентов: $C_v = 32$; $m = 0,2$; $x = 0,2$; $T = 30$ мин; $y = 0,5$

Скорость резания:

$$v = \frac{32}{30^{0,2} \cdot 0,45^{0,2} \cdot 0,04^{0,5}} = 95 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 95}{\pi \cdot 70,3} = 430 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов:

$C_p = 1450$; $n = -0,1$; $x = 0,8$; $y = 0,65$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 1450 \cdot 95^{-0,1} \cdot 0,04^{0,65} \cdot 0,45^{0,8} = 61$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{61 \cdot 95}{1020 \cdot 20} = 0,28 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,28}{0,85} = 0,33 \text{ кВт}$$

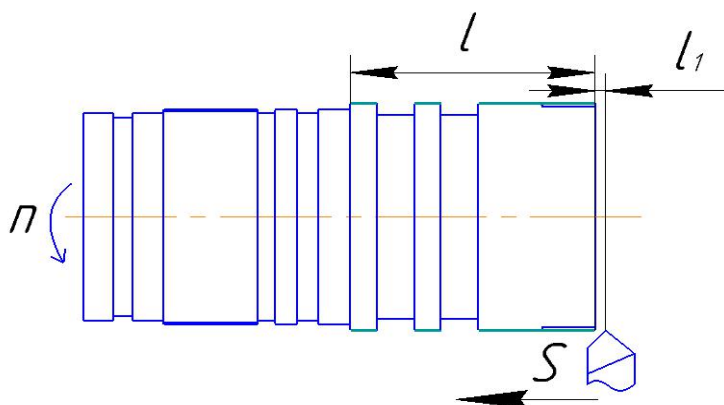
Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$0,33 \text{ кВт} < 7,5 \text{ кВт}$$

Токарная операция 5

Переход 1 :Точение поверхности



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –ВК6-ОМ.

Глубина резания:

$$t = \frac{D_{1,7}^{\max} - D_{5,1}^{\min}}{2} = \frac{89 - 88,1}{2} = 0,45 \text{ мм}$$

Подача по таблице 64 [3, с.87] для данной глубины резания:

$$S = 0,04 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания по таблице 64 [3, с.73]

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

Значения коэффициентов: $C_v = 32$; $m = 0,2$; $x = 0,2$; $T=30$ мин; $y = 0,5$

Скорость резания:

$$v = \frac{32}{30^{0,2} \cdot 0,45^{0,2} \cdot 0,04^{0,5}} = 95 \text{ м/мин ;}$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 95}{\pi \cdot 70,3} = 430 \text{ об/мин ;}$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов:

$C_p = 1450$; $n = -0,1$; $x = 0,8$; $y = 0,65$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 1450 \cdot 95^{-0,1} \cdot 0,04^{0,65} \cdot 0,45^{0,8} = 61$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{61 \cdot 95}{1020 \cdot 20} = 0,3 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

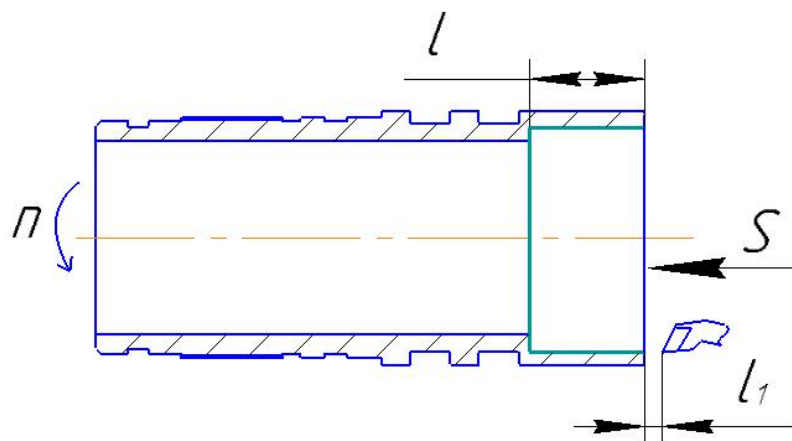
$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,3}{0,85} = 0,35 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$0,35 \text{ кВт} < 7,5 \text{ кВт}$$

Переход 2 :Точение отверстие



Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –ВК6-ОМ.

Глубина резания:

$$t = \frac{D_{5,2}^{\max} - D_{1,5}^{\min}}{2} = \frac{81,6 - 81}{2} = 0,3 \text{ мм}$$

Подача по таблице 64 [3, с.87] для данной глубины резания:

$$S = 0,04 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания по таблице 64 [3, с.73]

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

Значения коэффициентов: $C_v = 32$; $m = 0,2$; $x = 0,2$; $T = 30$ мин; $y = 0,5$

Скорость резания:

$$v = \frac{32}{30^{0,2} \cdot 0,3^{0,2} \cdot 0,04^{0,5}} = 103 \text{ м/мин ;}$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 103}{\pi \cdot 81} = 400 \text{ об/мин ;}$$

Где v -скорость резания, d -диаметр заготовки.

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = C_p v^n t^x S^y$$

Значения коэффициентов:

$C_p = 1450$; $n = -0,1$; $x = 0,8$; $y = 0,65$ – определены по таблице 29 [3 с.75].

$$P_z = 1450 \cdot 103^{-0,1} \cdot 0,04^{0,65} \cdot 0,3^{0,8} = 44$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 20} = \frac{44 \cdot 103}{1020 \cdot 20} = 0,22 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,22}{0,85} = 0,26 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{э}} < N_{\text{ст}}$$

$$0,26 \text{ кВт} < 7,5 \text{ кВт}$$

11. Расчет основного времени для каждой операции и перехода

Основное время для токарных работ определяем по формуле

[5, с. 610]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}$$

Где L – длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки [5, с. 610]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице 2 [2, с.620];

l_2 – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице 2 [2, с.620].

Основное время для резьбонарезных работ определяем по формуле

[5, с. 610]:

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S}$$

Операция 0 переход 1:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(100 + 2 + 2) \cdot 1}{40} = 2,6 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 1:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(90 + 7 + 2) \cdot 1}{190 \times 0,3} = 1,737 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 2:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(102,6 + 15 + 1) \cdot 1}{0,18 \times 150} = 4,393 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 3:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(102,6 + 15 + 1) \cdot 1}{0,18 \times 240} = 2,745 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 4:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(102,6 + 15 + 1) \cdot 1}{0,18 \times 160} = 4,118 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 5:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(102,6 + 9 + 1) \cdot 1}{0,18 \times 120} = 5,213 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 6:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(102,6 + 4) \cdot 1}{0,3 \times 280} = 1,269 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 7:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(19,1 + 4) \cdot 1}{0,3 \times 160} = 0,289 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 8:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(2,3 + 0 + 4) \cdot 1}{0,3 \times 210} = 0,1 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 9:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(46 + 2 + 5) \cdot 1}{0,3 \times 250} = 0,707 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 10:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(0,8 + 0 + 2) \cdot 1}{0,3 \times 240} = 0,067 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 1:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(90 + 7 + 2) \cdot 1}{0,3 \times 190} = 1,737 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 2:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(51,7 + 2 + 5) \cdot 1}{0,3 \times 190} = 1,03 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 3:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14,7 + 2 + 4) \cdot 1}{0,3 \times 230} = 0,3 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 4:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(0,8 + 0 + 2) \cdot 1}{0,3 \times 270} = 0,035 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 5:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1 + 0 + 2) \cdot 1}{0,3 \times 240} = 0,042 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 6:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(3,7 + 1 + 3) \cdot 1}{0,06 \times 250} = 0,513 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 7:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(3,7 + 1 + 3) \cdot 1}{0,06 \times 240} = 0,533 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 8:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(7,3 + 2 + 6) \cdot 1}{0,1 \times 320} = 0,478 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 9:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(7,3 + 2 + 6) \cdot 1}{0,1 \times 320} = 0,478 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 10:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(3 + 2 + 6) \cdot 1}{0,1 \times 400} = 0,275 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 11:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1 + 0 + 2) \cdot 1}{0,3 \times 260} = 0,038 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 1:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(10,3 + 2 + 2) \cdot 4}{0,08 \times 360} = 1,986 \text{ мин.}$$

Операция 4 переход 1:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(15 + 1 + 2) \cdot 1}{0,04 \times 400} = 1,125 \text{ мин.}$$

Операция 4 переход 2:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(77 + 3 + 2) \cdot 1}{0,04 \times 430} = 4,767 \text{ мин.}$$

Операция 5 переход 1:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(44,3 + 1 + 2) \cdot 1}{0,04 \times 430} = 2,75 \text{ мин.}$$

Операция 5 переход 2:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(19,1 + 4) \cdot 1}{0,04 \times 400} = 1,444 \text{ мин.}$$

12. Определение норм вспомогательного времени

для каждой операции

Вспомогательное время для заготовительной операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, время на перемещение частей станка, а также время на измерение детали.

Вспомогательное время:

$$t_{всп} = t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм}.$$

где $t_{уст}$ - время на установку и снятие детали по таблице 5.2. [2, с.197];

$t_{пер}$ - время на закрепление и открепление детали по таблице 5.7. [2, с.201];

$t_{упр}$ - время на управление станком по таблице 5.8. [2, с.202];

$t_{изм}$ - время на измерение детали по таблице 5.12. [2, с.207];

Токарная операция 0:

$$t_{всп} = (t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм})K = (0,55 + 0,2 + 0 + 0,18) * 1,15 \\ = 1,07 \text{ мин.}$$

При установке с выверкой отливок, имеющих необработанную установочную поверхность, время умножаем на коэффициент $K=1,15$.

Помимо рассмотренных в первой операции составляющих, в следующие операции в величину норм времени войдет так же время на смену инструмента во время операции.

Токарная операция 0:

$$\begin{aligned}t_{\text{всп}} &= t_{\text{у.с}} + t_{\text{у.п}} + t_{\text{з.о}} + t_{\text{и.з}} \\ &= 0,2 + 0,4 + 0,24 + 0,14 = 0,98 \text{ м}\end{aligned}$$

Токарная операция 1:

$$\begin{aligned}t_{\text{всп}} &= t_{\text{у.с}} + t_{\text{у.п}} + t_{\text{з.о}} + t_{\text{и.з}} \\ &= 0.23 + 0.058 + 1 + 0.98 = 2.268\end{aligned}$$

Токарная операция 2:

$$\begin{aligned}t_{\text{всп}} &= t_{\text{у.с}} + t_{\text{у.п}} + t_{\text{з.о}} + t_{\text{и.з}} \\ &= 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,18 = 1,43 \text{ мин.}\end{aligned}$$

Фрезерная операция 3:

$$\begin{aligned}t_{\text{всп}} &= t_{\text{у.с}} + t_{\text{у.п}} + t_{\text{з.о}} + t_{\text{и.з}} \\ &= 0,37 + 0,6 + 1,34 + 0,22 = 1,93 \text{ мин.}\end{aligned}$$

Токарная операция 4:

$$\begin{aligned}t_{\text{всп}} &= t_{\text{у.с}} + t_{\text{у.п}} + t_{\text{з.о}} + t_{\text{и.з}} \\ &= 0,37 + 0,6 + 1,34 + 0,22 = 1,93 \text{ мин.}\end{aligned}$$

Токарная операция 5:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{у.с}} + t_{\text{у.п}} + t_{\text{з.о}} + t_{\text{и.з}}$$

$$= 0,37 + 0,6 + 1,34 + 0,22 = 1,93 \text{ мин.}$$

13. Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время операции определяется как:

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

где $t_{\text{шт}}$ - штучное время, мин;

$t_{\text{пз}}$ - подготовительно заключительное время, мин;

N - число деталей в партии, шт.

штучное время определим:

$$t_{\text{шт.}} = t_o + t_{\text{в}} + t_{\text{об}} + t_{\text{от}}$$

где t_o - основное время, мин

$t_{\text{в}}$ - вспомогательное время, мин

$t_{\text{об}}$ - время на обслуживание рабочего места, мин

$t_{\text{от}}$ - время перерывов на отдых и личные надобности, мин

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

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

Время на обслуживание и отдых: $t_{от}=8\%*t_o$ [2, с.214] табл.6,1

Время перерывов расходуется на отдых и личные надобности.

Оперативное время рассчитывают по формуле:

$$t_{оп} = \sum t_o + t_{всп}.$$

Найдем оперативное время для каждой операции:

Токарная операция 0:

$$t_{оп}^0 = \sum t_o + t_{всп} = 2,6 + 0,98 = 3,58 \text{ мин};$$

Токарная операция 1:

$$t_{оп}^1 = \sum t_o + t_{всп} = 20,638 + 2,268 = 22,906 \text{ мин};$$

Токарная операция 2:

$$t_{оп}^2 = \sum t_o + t_{всп} = 5,459 + 1,43 = 6,889 \text{ мин};$$

Фрезерная операция 3:

$$t_{оп}^3 = \sum t_o + t_{всп} = 1,986 + 1,93 = 3,916 \text{ мин};$$

Токарная операция 4:

$$t_{оп}^4 = \sum t_o + t_{всп} = 5,892 + 1,93 = 7,822 \text{ мин}.$$

Токарная операция 5:

$$t_{оп}^4 = \sum t_o + t_{всп} = 4,194 + 1,93 = 6,124 \text{ мин}.$$

Подготовительно-заключительное время $T_{п.з}$ [2, с.215] табл.6,3

$$T_{п.з} = 14$$

n - количество деталей в настроечной партии, $n = 5000$ шт.

Время на обслуживание и отдых: $t_{от}=8\%*t_o$ [2, с.214] табл.6,1

Токарная операция 0:

$$T_{o.t}^0 = 8\% \times 3,58 = 0,286 \text{ мин.}$$

Токарная операция 1:

$$T_{o.t}^1 = 8\% \times 20,638 = 1,651 \text{ мин.}$$

Токарная операция 2:

$$T_{o.t}^2 = 8\% \times 5,459 = 0,437 \text{ мин.}$$

Фрезерная операция 3:

$$T_{o.t}^3 = 8\% \times 1,986 = 0,159 \text{ мин.}$$

Токарная операция 4:

$$T_{o.t}^4 = 8\% \times 5,892 = 0,471 \text{ мин.}$$

Токарная операция 5:

$$T_{o.t}^5 = 8\% \times 4,194 = 0,336 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = \left(\frac{T_{п.з}}{2000} \right) + T_0 + T_B + T_{o.t}.$$

Тогда величину штучно-калькуляционного времени по формуле определим как:

Токарная операция 0:

$$T_{шт}^1 = \frac{14}{2000} + 2,6 + 0,98 + 0,286 = 3,873 \text{ мин}$$

Токарная операция 1:

$$T_{шт}^1 = \frac{14}{2000} + 20,638 + 2,268 + 1,651 = 24,580 \text{ мин}$$

Токарная операция 2:

$$T_{шт}^2 = \frac{14}{2000} + 5,459 + 1,43 + 0,437 = 7,340 \text{мин}$$

Фрезерная операция 3:

$$T_{шт}^3 = \frac{16}{2000} + 1,986 + 1,93 + 0,159 = 3,089 \text{ мин}$$

Токарная операция 4:

$$T_{шт}^4 = \frac{14}{2000} + 5,892 + 1,93 + 0,471 = 8,307 \text{ми}$$

Токарная операция 5:

$$T_{шт}^5 = \frac{14}{2000} + 4,194 + 1,93 + 0,336 = 6,475 \text{мин}$$

II Конструкторская часть

1. Анализ данных данные и разработка задания на проектирование приспособления

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

Таблица 1

Раздел	Содержание раздела
<p>Наименование и область применения</p>	<p>Приспособление для установки и закрепления детали «Гайга поджимная» нафрезерном станке с ЧПУ –DMU 50 ecoline и осуществления процесса фрезерования 4 пазов</p>
<p>Основание для разработки</p>	<p>Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Гайга поджимная».</p>
<p>Цель и назначение разработки</p>	<p>Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «Гайга поджимная» с целью получения необходимой точности размеров;точное угловое позиционирование заготовки при повороте; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.</p>
<p>Технические (тактико-технические) требования</p>	<p>Тип производства –мелкосерийное Программа выпуска - 1000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать фрезерному станку модели DMU 50 ecoline.</p>

<p>Документация, подлежащая разработке.»</p>	<p>Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), сборочный чертеж для технического проекта специального приспособления, спецификация.»</p>
--	--

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

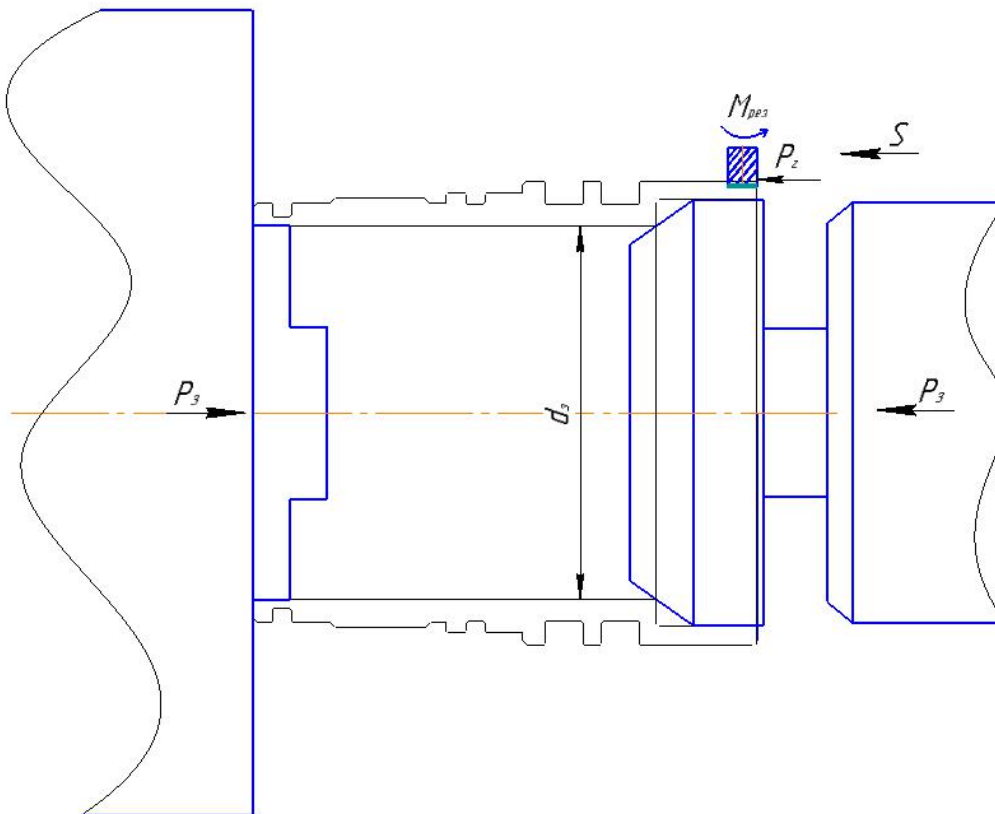
2. Выбор базовой конструкции и описание приспособления

Приспособление служит для обработки детали «Гайга поджимная» на фрезерном станке с ЧПУ модели DMU 50 ecoline.

Фрезерное приспособление включает в себя три части. Первая часть - делительная головка имеющая диск деления на 4 позиции. Вторая часть - задняя баба с выдвижным вращающимся. Третья часть - основание. Первая часть состоит из крышка 6 и диска деления 5, фиксатора 1, шпиндельного вала 4, на одном конце которого крепится зажимной трехкулачковый патрон 11, а на другом шпиндель фиксируется гайкой 21. В диска деления имеется 4 отверстия, каждое отверстие имеет интервал 90 градусов. При делении оттягивают колпачок 8 и пружина 22 досылает плунжер фиксатора в очередное гнездо. Вторая часть состоит из грибового центра 14, рукоятки 3 и пиноли 12.

Базовые поверхности заготовки контактируют с кулачками 3х кулачкового патрона и грибковым центром. Сначала используем трехкулачковый патрон 11, чтобы зафиксировать заготовку. А затем с помощью рукоятки 3 грибковый центр вводится внутрь. После этого, фрезеруют паз, а затем после обработки, оттягивают капчок 8 и повернут диск во второе отверстие, потом закроют капчок 8 и продолжать фрезеровать паз.

3. Определение необходимой силы зажима.



окружную силу P_z , по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w}$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68 \cdot 1,8^{0,86} \cdot 0,08^{0,72} \cdot 9,5^{1,4}}{10^{0,86} \cdot 360^0} = 320$$

где D – диаметр фрезы, мм;

S_z – подача, мм/зуб;

t – глубина обработки, мм;

B – ширина обработки, мм;

z – число фрезы зубьев;

n – частота вращения фрезы, имеющаяся на станке, мин^{-1} .

K_{mp} – поправочный коэффициент, который

Рассчитать крутящий момент на шпинделе $M_{кр}$, Н·м:

$$M_{кр} = \frac{Pz \cdot D}{2 \cdot 100}$$

где D – диаметр фрезы, мм;

P_z – главная составляющая сила резания при фрезеровании, Н

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = 16 \text{ Н/м}$$

$$P_3 = 2K \cdot M_{кр} \cdot \sin \alpha / f \cdot d_3$$

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2$$

Коэффициенты: $K_0 = 1,5$ — гарантированный коэффициент запаса при чистовой и отделочной $K_1 = 1,0$

При прерывистом точении и торцовом фрезеровании $K_3 = 1,2$

$$P_3 = 2 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 16 \cdot \frac{1}{5 \cdot 0,16 \cdot 71} = 1,02 \text{ Н}$$

III Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Студент:

Группа	ФИО
158Л51	Чжун Хаоди

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	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: компьютер (38000р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (2,6р/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	Составление таблицы оценочной конкурентоспособности, составление многоугольника конкурентоспособности, SWOT-анализ
2. Планирование проекта	Продолжительность каждого этапа проекта, составление графика Ганта
3. Формирование бюджета на затраты проекта	Расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительную зарплаты, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	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	Скаковская Н.В.	к.ф.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Чжун Хаоди		

1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения

Целью главы «Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережения» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок и технологий, отвечающих современным требованиям. Для достижения цели нужно решить задачи:

1. оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
2. SWOT – анализ;
3. планирование научно – исследовательских работ;
4. определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности задач.

1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе работы разрабатывали ТП детали плита опорная. Плита – деталь изготовлен листовой прокат. Объем выпуска продукции 500 шт. в год. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов наших исследования будут машиностроительные предприятия находящиеся любой области Российской Федерации, оборудование которых позволяет производить обработку металлов давлением. На территории томской области выделим такие предприятия, как: ООО НПО «Сибирский машиностроитель», ЗАО НПФ «Микран».

1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали.

Таблица 1

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Повышение производительности труда пользователя	0,05	2	1	2	0,	0,05	0,1
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	4	3	2	0,8	0,6	0,4
3. Помехоустойчивость	0,03	2	4	3	0,06	0,12	0,09
4. Энергоэкономичность	0,01	4	4	2	0,04	0,04	0,02
5. Надежность	0,2	4	3	4	0,8	0,6	0,8
6. Уровень шума	0,01	2	1	2	0,02	0,01	0,02
7. Безопасность	0,2	4	5	4	0,8	1,0	0,8
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	1	1	0	0	0
9. Функциональная мощность(предоставляемые возможности)	0,01	3	4	4	0,06	0,04	0,04
10. Простота эксплуатации	0	4	4	5	0	0	0
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	1	1	0	0	0
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0	1	1	1	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	2	2	0,15	0,1	0,1
3. Цена	0,02	2	4	2	0,04	0,08	0,04

4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,01	4	3	4	0,04	0,03	0,04
6. Финансирование научной разработки	0,03	1	2	2	0,03	0,06	0,06
7. Срок выхода на рынок	0,03	1	2	2	0,03	0,06	0,06
8. Наличие сертификации разработки	0,04	3	4	2	0,12	0,16	0,08
Итого	1	56	57	55	3,55	3,41	3,15

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка: $K = \sum V_i \cdot B_i = 56 \cdot 3,55 = 198,8$

Конкуренты: $K1 = \sum V_i \cdot B_i = 57 \cdot 3,41 = 194,37$

$K2 = \sum V_i \cdot B_i = 55 \cdot 3,15 = 173,25$

Проведя анализ выяснили, что деталь конкурентоспособна. Данная разработка является удобной в эксплуатации, так как способна выдерживать максимальные возможные нагрузки на прессах, где она будет использоваться. Также деталь является надежной, так как выполнена из конструкционной стали с последующей термической обработкой. Деталь проста в эксплуатации, так как предназначена для определенного вида деятельности и выполнена по определенным требованиям. Цена детали в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и

коммерциализации.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 2

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,2	70	100	0,7	0,14
2. Помехоустойчивость	0,02	30	100	0,3	0,006
3. Надежность	0,2	80	100	0,8	0,16
4. Унифицированность	0,07	90	100	0,9	0,063
5. Уровень материалоемкости разработки	0,1	90	100	0,9	0,09
6. Уровень шума	0,05	40	100	0,4	0,02
7. Безопасность	0,1	70	100	0,7	0,07
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	100	0,01	0
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,01	30	100	0,3	0,03
10. Простота эксплуатации	0,02	50	100	0,5	0,01

11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	100	0,01	0
12. Ремонтопригодность	0,05	20	100	0,2	0,01
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,04	80	100	0,8	0,032
14. Уровень проникновения на рынок	0,01	30	100	0,3	0,003
15. Перспективность рынка	0,01	30	100	0,3	0,003
16. Цена	0,07	20	100	0,2	0,014
17. Послепродажное обслуживание	0,01	40	100	0,4	0,004
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,02	5	100	0,05	0,001
19. Срок выхода на рынок	0,01	20	100	0,2	0,002
20. Финансовая эффективность научной разработки	0,01	50	100	0,5	0,005
Итого	1	847		8,47	0,636

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{\text{ср}} = \sum V_i \cdot B_i = 847 \cdot 0,636 = 539$$

где $P_{\text{ср}}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки; V_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Разработка считается перспективной, если средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80, в нашем случае 539, это говорит о безоговорочной перспективности разработки.

1.4 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для того что бы найти сильные и слабые стороны, плазменного метода переработки и методов-конкурентов проведем SWOT–анализ.

Таблица 3 Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	<p>С1. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя</p> <p>С3. Использование современного оборудования</p> <p>С4. Наличие современного программного продукта</p> <p>С5. Актуальность проекта</p> <p>С6 Использование УП</p>	<p>Сл1. Развитие новых технологий</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>
<p>В1. Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области;</p> <p>В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов давлением;</p> <p>-При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными</p>	<p>-Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование;</p> <p>- Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.</p>

	свойствами.	
У1. Появление новых технологий У3. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.	- Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.	- Расширение области применения за счет развития новых технологий.

Таблица 4 Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	+	+	+	+	-	-
	B2	+	+	-	+	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: B1C1C3C4, B2C1C2C4C5.

Таблица 5 Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	+	+

	B2	-	+	+
--	----	---	---	---

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Сл2Сл3, B2Сл2Сл3.

Таблица 6 Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Угрозы проекта	У1	-	-	-	-	-	-
	У2	+	-	+	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У2С1С3.

Таблица 7 Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

		Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы проекта	У1	-	-	-
	У2	+	-	-

2. Анализ конкурентных технических решений

Ранее были описаны методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. К их числу относятся технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT-анализ. К ним можно добавить ФСА-анализ, метод Канон. Если разработка находится на

перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

Морфологический подход:

1. Точная формулировка проблемы исследования.
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.
3. Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике.
4. Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений.

Таблица 8 Морфологическая матрица для детали матрицедержатель

	1	2	3	4
А. Визуализация результатов	График	Формулы	Числовая информация	Текстовая информация
Б. Длительность расчета, мин	20	30	40	80
В. Обеспечение эксплуатационных свойств	Оценка технологичности	Анализ с помощью CAD-CAM систем	Размерный анализ	Выбор и расчет режимов резания

Представим несколько вариантов решения технической задачи:

A1B4B3;

Первый вариант показывает, что результаты будут представлены в виде графиков, что позволит визуальнo оценить результаты. Работа с графиками трудоемкий процесс и требует временных затрат, опытным путем установлено, что требуется 80мин, на выполнение данной работы. Таким способом проверяют правильность размерного анализа, а именно сроят граф-дерево.

A4B3B1;

Во втором варианте говорится о текстовой информации. Такой вид визуализации подходит для теоретической части, в которой производится

качественная оценка технологичности изделия. В данном виде работы не требуются расчеты, указываются характеристики изделия в текстовом виде и дается оценка. В среднем требуется около 40 минут.

A2B3B4;

Формулы применяются при расчетах. В данном случае производится расчет режимов резания, также опытным путем установлено, что длительность расчета 40 мин.

A3B1B2.

В настоящее время большой популярностью пользуются CAD-CAM системы. Действительно прогресс не стоит на месте и с каждым годом появляется все больше новых программ позволяющих, не прилагая больших усилий, проверить 3D – модель детали на обеспечение эксплуатационных свойств. Для получения результата была построена 3D – модель и указана числовая информация, в следствии чего программа выдала результаты анализа.

3. Планирование комплекса работ на создание проекта

3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке: - определение структуры работ в рамках научного исследования; - определение участников каждой работы; - установление продолжительности работ; - построение графика проведения научных исследований.

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 9

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	$t_{\min i}$	$t_{\max i}$	$t_{ож\ i}$	T_{pi}
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	4	8	5,6	2,8

Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	10	20	14	7
	3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	15	20	17	17
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	2	4	2,8	1,4
	5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	1	2	1,4	1,4
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	10	20	14	14
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	8	16	11,2	11,2
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент-дипломник	8	16	11,2	5,6
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	6	12	8,4	8,4
	10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель	7	14	9,8	9,8
<i>Проведение ОКР</i>							
Разработка	11	Разработка блок-схемы,	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9

технической документации и проектирование		принципиальной схемы	ник				
	12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Студент-дипломник	6	12	8,4	4,2
	13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Руководитель, Студент-дипломник	4	8	5,6	2,8
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	Студент-дипломник	5	10	7	7
	15	Лабораторные испытания макета	Студент-дипломник	2	4	2,8	2,8
Оформление отчета, но НИР (комплекта документации и по ОКР)	16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент-дипломник	2	4	2,8	2,8
	17	Оформление патента	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	18	Размещение рекламы	Студент-дипломник	4	8	5,6	5,6

3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Определение трудоемкость выполнения каждого этапа. Теоретические

материал для выполнения этого пункта представлен в лекционном разделе "Определение трудоемкости выполнения НИОКР.

Трудоемкость выполнения НИОКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ 1-ой используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \text{ чел.-дн.},$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях Tr , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$Tr\ i = \frac{t_{ож\ i}}{ч\ i},$$

где $Tr\ i$ – продолжительность одной работы, раб. ди.;

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-ли.;

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

Результаты смотреть в таблице.

3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Необходимо построить диаграмму Ганта.

Таблица 10 Календарный план-график проведения НИОКР по теме.

№	Содержание работ	Должность	$t_{ож}$	Феврал ь	Мар т	Апрел ь	Ма й	Июн ь

Перчатки	шт	1000	20	200
Итого				45000

Затраты на материалы 250руб.

3.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Таблица 12 Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
	Исп.1	Исп.1	Исп.1	Исп.1
1	Станок токарный с ЧПУ –GTX2500	1	360000	360000
2	Станок токарный с ЧПУ –WASINO A150SY I 18	1	280000	280000
3	Станок фрезерный с ЧПУ –DMU 50 ecoline	1	120000	120000
Итого:				760000 руб.

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

Срок станка, год :10

Мы работаем за 3 месяца, то есть: $\frac{760000}{10 \times 12} \times 3 = 19000$ руб.

3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Зарботная плата работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата; $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{зд} \cdot T_p$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8); $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 13).

Таблица 13

Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней	104	104
- выходные дни	14	14
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48	48

- отпуск	0	0
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	200	200

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{тс}$); k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $Z_{тс}$); k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 14.

Таблица 14 Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	33664	0,3	0,2	1,3	65645	3414	58	197300
Студент	48000	0,3	0,2	1,3	93600	4867	95	464330
Итого $Z_{осн}$								661630

по рабочим дням, надо оплатить 661630руб.

3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп})$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные

фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 15).

Таблица 15 Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды
Руководитель	168700	44123
Студент	314200	10280
Итого		54403

Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды всего 54403 руб.

3.4.5. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. В нашем случае подсчитаем затраты электроэнергии.

Одноставочный тариф на электроэнергию 3,10 руб за 1 кВт/час.

Таблица 16 Затраты на электроэнергию

№	Наименование оборудования	Мощность, кВт/час	Время эксплуатации, час	Расход электроэнергии, руб.
1	Компьютер	1	1700	5270
Итого				5270

3.4 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на НИР приведет в таблице 17.

Таблица 17 Расчет бюджета затрат НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИР	45000	Пункт 3.4.1
2 calculation of amortization	19000	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	661630	Пункт 3.4.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	54403	Пункт 3.4.4
5. Накладные расходы	5270	Пункт 3.4.5
Бюджет затрат НИР	730900	Сумма ст.1-5

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

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносится финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{\text{p}i}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{730900}{840000} = 0.87$$

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

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

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

Полученная величина интегрального финансового показателя

разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

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

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 18).

Таблица 18

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования/ критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,15	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	4
3. Помехоустойчивость	0,1	2
4. Энергосбережение	0,2	4
5. Надежность	0,15	4
6. Материалоемкость	0,2	3
Итого	1	3,35

$$I_{p-исп1} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 2 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 = 3,45$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп1}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{р-исп1}}{I_{финр}} = \frac{3,48}{0,87} = 4$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} = \frac{4}{4,9} = 0,81$$

Таблица 19 Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп. 1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,87
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,48
3	Интегральный показатель эффективности	4
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,81

Из значений интегральных показателей эффективности позволяет выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студент:

Группа	ФИО
158Л51	Чжун Хаоди

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

**Тема работы: Разработка технологии изготовления детали
"гайка поджимная".**

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.</p>	<p>Объектом исследования является рабочее место работника-цех. Рабочее место состоит из станков, мест для операторов, мест для комплектующего оборудования и тд. Область применения: автоматизация технологического процесса</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; -организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Анализ выявленных вредных факторов: недостаточная освещенность рабочей зоны; отклонение параметров микроклимата в помещении; повышенный уровень шума/вибрация; вредные вещества;</p> <p>Психофизические факторы: повышенная нагрузка на органы зрения длительные статические нагрузки; монотонность труда; нервно-эмоциональное напряжение.</p> <p>Анализ выявленных опасных производственных факторов рабочей среды, влияющих на организм человека при работе с программным</p>

	<p>обеспечением в рабочем помещении, а именно:</p> <p>опасность поражения электрическим током, опасность поражения статическим электричеством, короткое замыкание. Работа механизмов; Запыленность; СИЗы;</p>
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Метеоусловия – электромагнитное поле, – шум освещение
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Влияние экспериментальных отходов на окружающую среду; <p>Предложим решение;</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Возникновение возгорания; – Поражение оператора станочки электрическим током; <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>

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	Чжун Хаоди		

IV Социальная ответственность

Введение

Целью выпускной работы является проектирование и совершенствование технологического процесса детали "гайка поджимная", которая изготавливается в серийном производстве.

Современное производство нацелено на увеличение объемов изготовленных товаров при минимизации затрат. С одной стороны, это повышает комфортность существования человечества, а с другой стороны, производственные процессы часто являются источниками опасности для человечества в целом.[1,ст. 1]

Безопасность жизнедеятельности человека определяется характером труда, его организацией, взаимоотношениями, существующими в трудовых коллективах, организацией рабочих мест, наличием опасных и вредных факторов в среде обитания, таких как свет, звук, излучения, природные явления

При определенной величине факторы могут причинить ущерб здоровью, т. е. быть причиной заболеваний и травм различной тяжести, кратко описать то, что делаете в данном разделе.

1.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Документы по воздействию ПЭВМ:

- инструкция № 2-08 по охране труда при работе с ПЭВМ и ВДТ;
- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы;
- ГОСТ Р 50948-01. Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и

требования безопасности;

- ГОСТ Р 50949-01. Средства отображения информации индивидуального пользования. Методы измерений и оценки эргономических параметров и параметров безопасности;

Микроклимат:

- ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные помещения.

Параметры микроклимата в помещении;

- ГОСТ 12.1.005 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;

- СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

1.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Основным объектом в производственных условиях является рабочее место, представляющее собой в общем случае пространство, в котором может находиться человек при выполнении производственного процесса. Рабочее место является основной подсистемой производственного процесса.

Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм. Конструкция рабочего стула должна обеспечивать: - ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм; - поверхность сиденья с закругленным передним краем; - регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400-550 мм и углам наклона вперед до 15 град, и назад до 5 град.; - высоту опорной поверхности

спинки 300 ± 20 мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм;- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260-400 мм; - стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной - 50-70 мм. Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20° . Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

2 Профессиональная социальная ответственность.

2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды

Рабочая установка MicroVickers HV-1000 была достигнута путем подачи переменного напряжения 220 В, которое было экспериментальным исследованием под оптическим микроскопом. Вредные факторы при измерении твердости следующие:

- микроклимат
- электромагнитное поле,
- шум
- освещение,

Следующие угрозы безопасности могут иметь нежелательные последствия:

- пороговое напряжение;
- подвергается воздействию высоких температур;

Для идентификации потенциальных факторов необходимо

использовать ГОСТ 12.0.003-2015[5] «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды необходимо представить в виде таблицы.

Таблица 17 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Раз раб отк а	Изг ото вле ние	Экс плу атац ия	
1.Отклонение показателей Микроклимата		+	+	Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы. Например, требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
2. Превышение уровня шума		+		
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	

Влияние напряжения на людей связано с протекающим через него током. Поток тока может вызвать раздражение и повреждение различных органов человека. Пороговый ток, который не отключается, составляет 50 Гц (6-16 мА). Защитить токи от воздействия с помощью организационных, технических и профилактических мер.

Утечка газа в баллоне может привести к пожару. Проверяйте целостность цилиндра перед утечкой, где нет прочности крепления и нет газа. Клапан и расход должны быть должным образом проверены,

манометр должен быть проверен, и отрегулированная коробка передач имеет газ в соответствующем цилиндре.

Для облегчения работы в помещении необходимо стандартизировать параметры микроклимата. Защитные меры должны применяться к методам и средствам предотвращения высокой и низкой температуры, системам отопления, вентиляции и кондиционирования, искусственного освещения и т. д.

2.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.

Микроклимат

Значительное влияние на состояние тела работника, его производительность имеет климат (метеорологические условия) в помещениях, что относится к условиям внутренней среды этих пространств, которые влияют на теплообмен с рабочей средой. Эти условия определяются сочетанием температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха, температуры поверхностей, окружающих человека, и интенсивности теплового (инфракрасного) излучения.

Значительное влияние на состояние тела работника, его производительность имеет климат в помещениях, что относится к условиям внутренней среды этих пространств, которые влияют на теплообмен с рабочей средой. Эти условия определяются сочетанием температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха, температуры поверхностей, окружающих человека, и интенсивности теплового излучения.

Нормальный ход физиологических процессов и, следовательно, хорошее здоровье возможны только тогда, когда тепло, генерируемое человеческим организмом, играет в окружающей среде.

Микроклиматические условия, которые позволяют этот процесс, считаются лучшими. В случае неудовлетворительных микроклиматических условий в организме человека для поддержания постоянной температуры тела могут начаться различные процессы, направленные на регулирование производства тепла и потери тепла. Когда температура воздуха находится в диапазоне 15-25 ° С, тепловыделение тела почти не меняется. При более низкой температуре воздуха увеличивается тепловыделение, главным образом из-за мышечной активности и увеличения обмена веществ. С увеличением температуры воздуха усиливается процесс теплообмена. Количество тепла, выделяемого в организме человека, во многом зависит от физической активности и уровня тепла - от микроклиматических условий, главным образом от температуры воздуха. Оптимальные и допустимые параметры температуры, относительной влажности и скорости воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 2 [СанПиН 2.2.4.548–96.[2] Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.].

Таблица 2 - Оптимальные значения показателей микроклимата на лабораторных рабочих местах

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
Теплый	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1

Электромагнитные поля

Чтобы проанализировать результаты работы, вы должны работать с

компьютером. Источниками электромагнитного излучения являются электрические сигналы цепей, когда компьютер работает. Нарушения в организме человека под действием электромагнитных полей малых напряжений обратимы. Под влиянием полей, что напряжения, которые имеют более высокие, чем максимально допустимый уровень, развитие заболеваний нервной и сердечно-сосудистой систем, желудочно-кишечных и некоторых биологических параметров крови. Сильным источником электромагнитных полей в пространстве расположены системы отклоняющей катушки в непосредственной близости от базовых частей ЭЛТ-мониторов.

Для размещения максимально допустимой напряженности электромагнитного поля от глаза до монитора от 60 до 70 см должно быть не менее 50 см. Увеличение расстояния приводит к тому, что оператор снижает плотность мощности на более низких частотах.

Шум производства

Воздействие шума на работе может нанести вред здоровью работников. Наиболее известным эффектом шума на работе является потеря слуха, он также может усугубить стресс и увеличить риск несчастных случаев.

Нарушение слуха может быть связано с механическим блокированием при передаче звука во внутреннее ухо или повреждением волосковых клеток в улитке, части внутреннего уха. Редко, нарушение слуха также может быть вызвано нарушениями центральной слуховой обработки.

Потеря слуха, вызванная шумом, является наиболее распространенным профессиональным заболеванием в Европе, на которое приходится около одной трети всех связанных с работой заболеваний, опережая проблемы с кожей и респираторными заболеваниями. НИХЛ обычно вызван длительным воздействием громкого шума. Обычно это происходит в обоих ушах. Ущерб, вызванный шумом, является постоянным. Потери слуха могут возникать без долгосрочных воздействий.

Кратковременное воздействие импульсных шумов (даже одного сильного импульса), таких как выстрелы или гвоздь или заклепочные пушки, может иметь постоянные последствия, включая потерю слуха и непрерывный шум в ушах. Импульсы могут также разделять мембрану барабанной перепонки. Это болезненно, но урон исцеляем.

Способы определяют, как уменьшить влияние шума на рабочем месте:

а) При определении способов производства или процессов следует учитывать необходимость управления шумом.

б) Административный контроль следует использовать, когда невозможно снизить уровень шума посредством технических мер контроля шума.

в) Снабжены личными защитниками слуха правильной оценки и подходят для условий работы.

Освещенность

Освещение может показаться простой частью рабочей среды, но если это не сделано правильно, это может привести к жалобам, таким как глазное раздражение, раздражение глаз, сухость глаз, помутнение зрения и головные боли. Кроме того, плохое освещение может создавать проблемы безопасности и снижать производительность, поскольку сотрудники могут чувствовать себя некомфортно или не в состоянии соблюдать темп работы, потому что они не видят этого четко.

Хорошее освещение, с другой стороны, может сделать сотрудников более комфортными и повысить производительность. Пространство, которое хорошо освещено и не имеет слишком большого количества теней или слишком большого количества бликов, позволяет работникам сосредоточиться на задачах под рукой, не прибегая к косоглазиям, использовать неудобные позы или искать дополнительные источники света.

На рабочем месте требуются три основных типа освещения: общая,

локализованная и локальная задача. Общее освещение, такое как потолочные светильники, освещает большие площади, в то время как локализованное освещение немного ближе к рабочим станциям. Потолочные светильники помогают освещать места, где будут выполняться задачи. Местное освещение или освещение задач устанавливается ближе к работникам. Например, настольные лампы могут быть скорректированы сотрудниками, чтобы помочь им увидеть материалы, с которыми они работают. При использовании вместе эти типы освещения могут уменьшить напряжение глаз для работников.

3. Экологическая безопасность.

При разработке лабораторий необходимо проявлять осторожность, чтобы защитить окружающую среду, особенно в производстве отходов. В этой работе отходы представляют собой металлические порошки, которые из процессов производства и полировки.

Вследствие относительной инертности титана считается, что он не оказывает отрицательного влияния на окружающую среду. 100% титана можно использовать повторно, он не разрушается, и как результат этого не загрязняет окружающую среду [7]. При изготовлении титановых сплавов необходимо использовать только порошок титана и подавать электрическую энергию на станок. Титановый порошок можно использовать повторно дважды и не оказывает влияния на литосферу, гидросферу и атмосферу.

Для литосферы. Твердые отходы, образующиеся в ходе реализации проекта, включают в себя твердые промышленные отходы и бытовые отходы. Среди них твердые промышленные отходы являются несоответствующим продуктом, и все они перерабатываются для повторного производства и не выбрасываются.

Для гидросферы, это исследование не дало производственных

сточных вод.

Все выбросы в канализацию также необходимо подвергать обезвреживанию и очистке. Для этих целей все отработанные кислотные и щелочные сливы собираются в отдельную для каждого вида тару, затем подвергаются нейтрализации и только после этого они могут быть слиты в канализацию с их предварительным 10-кратным разбавлением водопроводной водой.

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Если рабочие подвергаются воздействию электрического тока, они должны решить проблему с питанием как можно скорее, проверить состояние пострадавшего и при необходимости вызвать скорую помощь. До прибытия машины скорой помощи предоставьте пострадавшему необходимую первую медицинскую помощь или, при необходимости, организуйте его перевозку в ближайшее медицинское учреждение, чтобы проинформировать лицо, ответственное за подразделение аварийной структуры.

В случае пожара немедленно прекратите работу, выключите газовый баллон, отсоедините электрическое оборудование, позвоните в пожарную службу по номеру 01 или 010, сообщите об инциденте руководителю подразделения и используйте главный агент пожаротушения для запуска пожара.

Противопожарная защита основана на устранении благоприятных

условий возгорания. В рамках четырех проблем решается пожарной безопасности: предотвращение пожаров и пожаров, локализация пожаров, защита людей и имущества, борьба с пожарами. Предотвращение возгорания достигается путем устранения легковоспламеняющихся предметов и источников возгорания и поддержания окружающей среды в условиях, которые предотвращают возгорание.

В современном компьютере элементы электронных схем, расположенных в очень высокой плотности. Рядом друг с другом они соединены с проводами, кабелями коммутирующих электронных компонентов микросхемы. Когда через них протекает электрический ток, выделяется некоторое количество тепла, что может привести к повышению температуры до 80-100 ° С. Для удаления избыточного тепла в компьютере используйте внутренние вентиляторы.

Напряжение в электрооборудовании обеспечивается кабелем, который также представляет особую пожарную опасность. Технические решения для промышленных зданий и пожароопасных мест.

Во избежание риска возгорания и взрыва необходимо принять следующие меры:

- 1) Планирование защиты жизни и имущества на уровне предприятия от пожаров и взрыва;
- 2) Эвакуация работников;
- 3) Создайте инвентарь личного защитного снаряжения и сохраните его;

План эвакуации

1. Сначала вы должны ознакомиться с путями эвакуации с этажей, на которых вы находитесь, и быть готовыми к эвакуации в любое время.
2. В случае чрезвычайной ситуации проникновение открытого огня и дыма должно быть заблокировано.
3. Смочите все в комнате.

4. Накройте нос влажным полотенцем и опустите позу, чтобы уменьшить вдыхание дыма.

5. Никогда не используйте подъемное устройство (лифт), чтобы спастись.

6. Никогда не возвращайтесь в дом, чтобы забрать ценные вещи.

На рисунке 1 пример показан план эвакуации.

План эвакуации людей при пожаре III этаж



Рисунок 1 План эвакуации

Вывод:

В лаборатории могут происходить различные несчастные случаи, которые могут серьезно угрожать жизни людей. Мы должны принять различные системы предотвращения, чтобы минимизировать риск внезапных ситуаций, таких как: предотвратить пожары, наводнения В случае чрезвычайной ситуации, система противопожарной защиты, водонепроницаемые меры и система молниезащиты могут быть приняты. В чрезвычайной ситуации особое внимание следует уделить правильному размещению химических и радиоактивных материалов.

Список литературы

1. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. - Томск: издательство ТПУ, 2006. - 99 с.
2. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. Горбачев А.Ф. Шкрел В.А. 2015-256 с.
3. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. А.А. Панов, В.В. Аникин и др. 2004. - 784 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя 2. Дальский А.М., Суслов А.Г., 2003 г. 944 с.