

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



Институт Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки «Машиностроение»
 Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления оправки для шнеков

УДК 621.81.002-229.324.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л5А	Ли Кай		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов А.Ю.	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Цыганков Р.С.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

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
Доцент	Белоев Е.В.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2019 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки «Машиностроение»
 Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 Е.А. Ефременков

 (Подпись)
 (Ф.И.О.)

 (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8Л5А	Ли Кай

Тема работы:

Разработка технологии изготовления оправки для шнеков	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	№ 3480/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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>	<i>Чертеж детали, годовая программа выпуска</i>
---	--

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>	<i>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.</i>
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	<i>Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.</i>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Цыганков Р.С.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Н.В.
Социальная ответственность	Белоенко Е.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов А.Ю.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л15А	Ли Кай		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 130 страницы., 46 рисунка, 29 таблиц, 8 источника литературы.

Ключевые слова: оправки для шнеков, изготовление, технологический процесс, режимы резания, нормы времени.

Объект исследования – технология машиностроения.

Цель работы: разработать технологический процесс производства оправки для шнеков.

В результате работы был произведен технологический анализ детали. составлен маршрут обработки детали. Разработан технологический процесс изготовления оправки для шнеков, произведён размерный анализ технологического процесса. Рассчитаны режимы и силы резания при обработке детали. Подобрано оборудование, необходимое для изготовления оправки для шнеков, и инструмент, которым будет производится обработка. Также спроектирована технологическая оснастка, необходимая для базирования детали на станке. Рассчитаны силы закрепления, с которыми закрепляется оснастка на станке. Заполнены маршрутные карты технологического процесса.

Final qualifying work 130 pages, 46 drawings, 29 tables, 8 sources of literature.

Key words: mandrels for screws, manufacturing, technological process, cutting conditions, norms of time.

The object of study is engineering technology.

Objective: to develop a process for the production of amendments for screws.

As a result of the work, a technological analysis of the details was carried out. A technological process of manufacturing a mandrel for augers has been developed, a dimensional analysis of the technological process has been carried out. Calculated modes and cutting forces when machining parts. The equipment required for the manufacture of the mandrel for screws and the tool that will be processed are selected. Also designed tooling necessary for basing parts on the machine. Calculated fastening force, which is fixed snap on the machine. Route maps of the process are filled.

Содержание

Введение.....	8
1. Технологическая часть.....	10
1.1. Анализ технологичности детали	11
1.2. Определение типа производства.....	12
1.3. Разработка маршрута изготовления детали.....	17
1.4. Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали.....	23
1.4.1. Определение допусков на технологические размеры.....	23
1.4.2. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров	26
1.4.3. Определение минимальных припусков на обработку.....	32
1.4.4. Расчёт технологических размеров	34
1.5. Выбор оборудования.....	41
1.6. Расчет режимов и мощности резания переходов.....	44
1.7. Расчет времени.....	65
2. Конструкторская часть	80
2.1. Расчет силы закрепления.....	81
2.2. Расчёт на точность выполняемого размера.....	83
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	85
3.1. Оценка коммерческого потенциала.....	86

3.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	93
3.3. Планирование научно-исследовательских работ.....	95
3.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	108
4. Социальная ответственность.....	114
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	116
4.2. Производственная безопасность.....	119
4.3. Экологическая безопасность.....	122
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	124
Список литературы.....	129

Введение

Настоящая работа выполнена в области машиностроения. Она посвящена вопросу проектирования оправки для шенков.

Известно, что машиностроение традиционно является ведущей отраслью экономики. Развитие машиностроения определяется как развитием принципиально новых конструкций машин, так и совершенствованием производственных технологий.

Актуальность темы настоящего исследования продиктована, во-первых, задачами развития современной технологии машиностроения, во-вторых, необходимостью расширения возможностей качества технологического оборудования, в-третьих, актуальностью создания наиболее эффективных маршрутов технологических процессов и использования эффективной системы управления и планирования производства.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали – «оправки для шнеков».

Для достижения указанной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Анализ технологичности конструкции детали.
2. Определение типа производства.

3. Разработка маршрута технологии изготовления корпуса тумблера.

4. Построение размерной схемы и граф технологических цепей.

5. Расчет допусков, припусков и технологических размеров.

6. Расчет технологических размеров.

7. Расчет режимов резания.

8. Оценка коммерческого потенциала.

ВКР состоит из 4-х разделов:

1) технологическая часть,

2) конструкторская часть,

3) экономическая часть,

4) безопасность и экологичность проекта.

Кроме того, она включает введение, заключение, список литературы, приложения.

Техническое задание

В данной работе выполняется техническое задание: разработать технологический процесс изготовления детали типа «оправки для шнеков». Чертёж детали представлен на рис. 1.1. Годовая программа выпуска: 5000 шт.

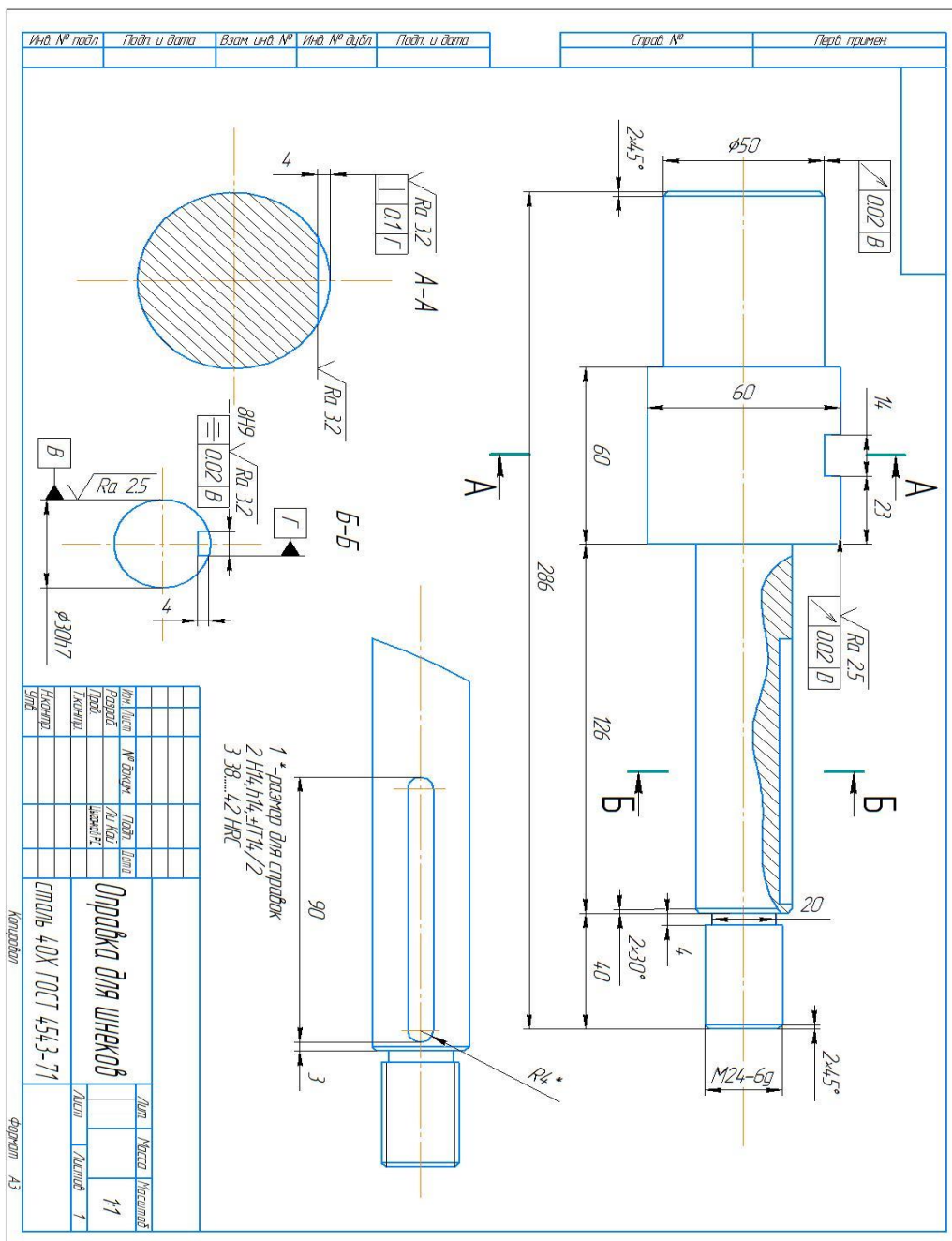


Рис. 1.1. Чертеж детали

1.1. Анализ технологичности детали

Деталь – оправка для шнеков – изготовлена из стали 40Х ГОСТ 4543-71, тяжело поддающейся механической обработке. Эта деталь имеет простую конструкцию, поэтому механическую обработку её можно выполнить на универсальных станках и использовать простой инструмент. При этом обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Указанная деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы как технологические базы. Особых строгих требований по отношению к точности размеров не предъявляется, за исключением 3-х диаметральных размеров: $\varnothing 30h7_{-0,021}$.

Деталь не имеет острых кромок и грубой шероховатости, по этой причине после закалки возможность появления трещин резко уменьшается.

Шероховатость поверхностей обладает параметром Ra 6,3, но ряд поверхностей должен иметь параметр Ra 3,2 и Ra 2,5.

С учетом вышесказанного какие-либо изменения в конструкции детали не будут производиться.

Назначение стали 40Х – втулки, оси, стержни, шариковые и роликовые подшипники и другие детали, к которым предъявляются

требования высокой твердости и износостойкости и работающие при температуре до 500 °С или подвергающиеся действию умеренных агрессивных сред. Применяется сталь коррозионная мартенситного класса.

Химический состав в% стали 40X

C	S _i	Mn	S	P	N _i	Cr	Cu	Fe
углерод	кремний	марганец	сера	фосфор	никель	хром	Медь	Железо
0,36-0,44	0,17-0,37	0,50-0,80	До 0,035	До 0,035	До 0,3	0,8- 1,1	До 0,3	~97

1.2. Определение типа производства

Для определения типа производства на этапе проектирования технологического процесса необходимо рассчитать коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\epsilon}}{T_{cp}}, \quad (1)$$

где t_{ϵ} – такт выпуска детали, мин.;

Т_{ср} – среднее штучно– калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{\text{с}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}},$$

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

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

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [5, с. 22] при односменном режиме работы: $F_{\text{г}} = 4150$ час.

Тогда

$$t_{\text{с}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} = \frac{4154 \times 60}{5000} = 49,8 \text{ мин};$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к} i}}{n}, \quad (2)$$

где

$T_{\text{ш.к} i}$ – штучно– калькуляционное время i – й основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 6 операций ($n=7$). Это 4 токарные и 2 фрезерные операции и 1 отрезная операция.

Штучно-калькуляционное время i -й основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [5, с. 147]:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{oi} \quad (3)$$

где $\varphi_{к.i}$ – коэффициент i -й основной операции, зависящий от вида

станка и типа предполагаемого производства.

T_{oi} – основное технологическое время i -й операции, мин.

Для первой операции (токарная): $\varphi_{к.1} = 2,14$.

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения 1 [5, с. 146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

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):

$$T_{0.1} = 0,037(D_2 - d_2) + 0,17dl.$$

где

D – наибольший диаметр обрабатываемого торца, мм;

d – наименьший диаметр обрабатываемого торца, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

$$\text{Тогда } T_{0.1} = (0,037 \cdot (80^2 - 60^2) + 0,17 \cdot 60 \cdot 286) \cdot 10^{-3} = 1,21 \text{ мин.}$$

$$T_{ш.к.1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{0.1} = 2,14 \cdot 1,21 = 2,59 \text{ мин.}$$

$$T_{0.2}=(0,037*(60^2-50^2)+0,17*50*60)*10^{-3}=0,56 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ш.к.2}}=\varphi_{\text{к.2}}\cdot T_{0.2}=0,56*2,14=1,20 \text{ мин.}$$

$$T_{0.3}=(0,17*60*60)*10^{-3}=0,61 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ш.к.3}}=\varphi_{\text{к.3}}\cdot T_{0.3}=0,61*2,14=1,30 \text{ мин.}$$

$$T_{0.4}=(0,037*(60^2-30^2)+0,17*126*30)*10^{-3}=0,74 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ш.к.4}}=\varphi_{\text{к.4}}\cdot T_{0.4}=0,74*2,14=1,59 \text{ мин.}$$

$$T_{0.5}=(0,18*126*30)*10^{-3}=0,68 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ш.к.5}}=\varphi_{\text{к.5}}\cdot T_{0.5}=0,74*2,14=1,43 \text{ мин.}$$

$$T_{0.6}=(0,037*(30^2-24^2)+0,17*40*24)*10^{-3}=0,65 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ш.к.6}}=\varphi_{\text{к.6}}\cdot T_{0.6}=0,74*2,14=1,39 \text{ мин.}$$

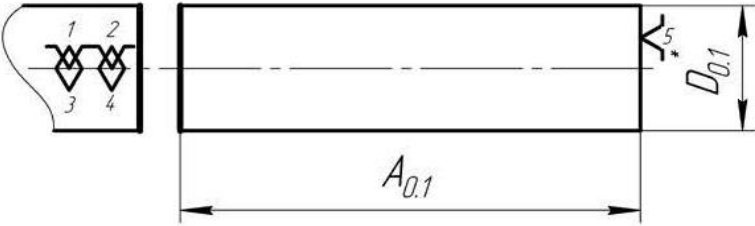
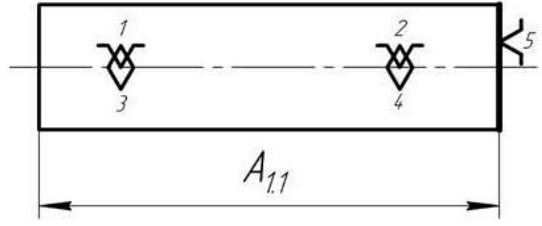
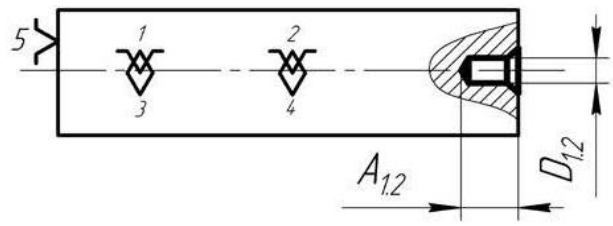
$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к.}i}}{n} = \frac{2.59 + 1.20 + 1.30 + 1.59 + 1.43 + 1.39}{3} \\ = 3,16 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем по формуле (1):

$$K_{3.0} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}} = \frac{49,8}{3,16} = 15,75$$

Так как $K_{з.0} = 15,75$, $10 < 15,75 < 20$, то тип производства среднесерийный.

1.3. Разработка маршрута изготовления детали

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	перехода		
5	A	<u>Заготовительная</u>	
	O	Установить и снять деталь	
	1	Отрезать заготовку, выдерживая размер $A_{0.1}$	
10	A	<u>Токарная</u> установ A	
	O	Установить и снять деталь	
	1	Точить торец, выдерживая размер $A_{1.1}$	
	2	Сверлить центровое отверстие, выдерживая размеры $A_{1.2}$ $D_{1.2}$	
3			
	3	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{1.3}$ $D_{1.3}$	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операций	перехода		
10	4	Точить поверхность, выдерживая размеры A_{14} D_{14}	
	5	Точить фаску, выдерживая размер $A_{15} \times 45^\circ$	
15	A O 1	Токарная установ Б Установить и снять деталь Точить торец, выдерживая размер $A_{2.1}$	
	2	Сверлить центровое отверстие, выдерживая размеры $A_{2.2}$ $D_{2.2}$	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операций	перехода		
15	3	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{2,3}$ $D_{2,3}$	
	4	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{2,4}$ $D_{2,4}$	
	5	Точить фаску, выдерживая размер $A_{2,5} \times 45^\circ$	
	6	Точить канавку, выдерживая размеры $A_{2,6}$ $A_{2,7}$ $D_{2,6}$	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операций	перехода		
15	7	Точить фаску, выдерживая размер $A_{2.8} \times 30^\circ$	
	8	Нарезать резьбу, выдерживая размер $D_{2.8}$	
	9	Точить канавку, выдерживая размер $A_{2.9}$	
20	A	Фрезерная	
	0	Установить заготовку и закрепит	
20	1	Фрезеровать лыску, выдерживая диаметры $A_{3.1}$ $A_{3.2}$ $A_{3.5}$	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операций	перехода		
20	2	Фрезеровать шпоночный, выдерживая диаметры $A_{3.3}$ $A_{3.4}$ $A_{3.6}$ $A_{3.7}$	
	1	Слесарная снять заусенцы, острые кромки приступить $0,3 \times 45^\circ$	
	1	Тремическая закалить	
	2	отпустить до HRC 38...42	
25	0	А <u>Круглошлифовальная</u> Установить и снять деталь	
	1	Шлифовать поверхность паз, выдерживая диаметр $D_{4.1}$	

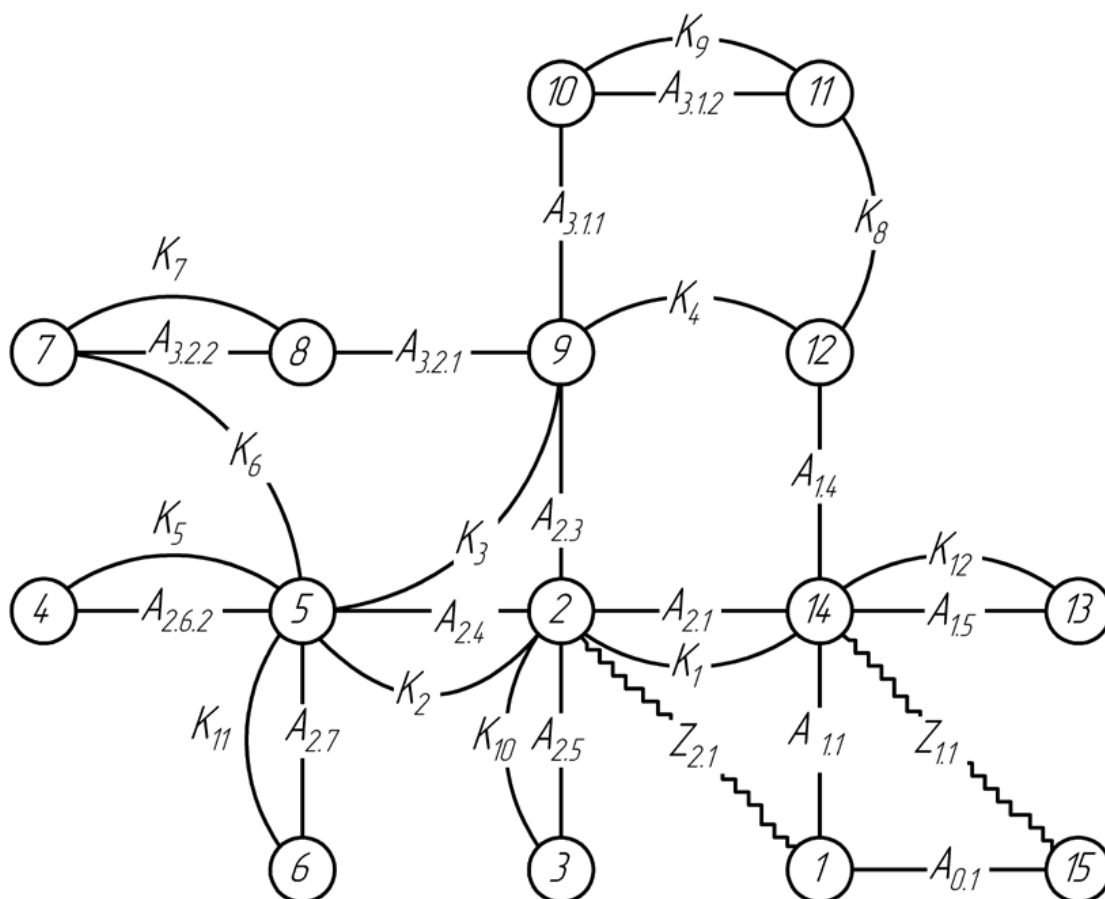


Рис. 1.3. График технологических размерных цепей

1.4. Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

1.4.1. Определение допусков на технологические размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры

$$TK_1 = (286)_{-1.3} = 1.3 \text{ mm}$$

$$TK_2 = (40)_{\pm 1.3} = 0.62 \text{ mm}$$

$$TK_3=(126)_{\pm 0.5}=1 \text{ mm}$$

$$TK_4=(60)_{\pm 0.37}=0.74 \text{ mm}$$

$$TK_5=(4)_{\pm 0.15}=0.3 \text{ mm}$$

$$TK_6=(3)_{\pm 0.15}=0.3 \text{ mm}$$

$$TK_7=(90)_{\pm 0.435}=0.87 \text{ mm}$$

$$TK_8=(23)_{\pm 0.26}=0.52 \text{ mm}$$

$$TK_9=(14)_{\pm 0.215}=0.43 \text{ mm}$$

$$TK_{10}=(2)_{\pm 0.2}=0.4 \text{ mm}$$

$$TK_{11}=(2)_{\pm 0.2}=0.4 \text{ mm}$$

$$TK_{12}=(2)_{\pm 0.2}=0.4 \text{ mm}$$

$$TK^D_1=(60)_{-0.74}=0.74 \text{ mm}$$

$$TK^D_2=(50)_{-0.62}=0.62 \text{ mm}$$

$$TK^D_3=(24)_{-0.52}=0.52 \text{ mm}$$

$$TK^D_4=(20)_{-0.52}=0.52 \text{ mm}$$

$$TK^D_5=(30)_{-0.021}=0.021 \text{ mm}$$

Допуски на осевые технологические размеры

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{pi} + \varepsilon \sigma_i,$$

где

ω_{ci} – статическая погрешность, мм;

ρ_{pi} – пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм.

– погрешность базирования, мм.

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{0.1} = \omega_c + \varepsilon_{\sigma i} = 2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.1} = \omega_c + \rho_{pi} + \varepsilon_{\sigma i} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TA_{1.3} = \omega_c = 0,20 \text{ мм};$$

$$TA_{1.4} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1.5} = \omega_c = 0,20 \text{ мм}$$

$$TA_{2.1} = \omega_c + \varepsilon_{\sigma i} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TA_{2.3} = \omega_c = 0,20 \text{ мм};$$

$$TA_{2.4} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{2.5} = \omega_c = 0,20 \text{ мм};$$

$$TA_{2.6.2} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{2.7} = \omega_c = 0,20 \text{ мм};$$

$$TA_{3.1} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{3.2} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{3.3} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{3.4} = \omega_c = 0,20 \text{ мм}.$$

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными

$$TD_i = \omega_c,$$

где ω_{ci} – статическая погрешность, мм.

$$TD_{0.1} = 1,6 \text{ мм};$$

$$TD_{1.3} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{1.4} = \omega_c = 0,10 \text{ мм};$$

$$TD_{2.3} = \omega_c = 0,10 \text{ мм};$$

$$TD_{2.4} = \omega_c = 0,10 \text{ мм};$$

$$TD_{2.6} = \omega_c = 0,10 \text{ мм};$$

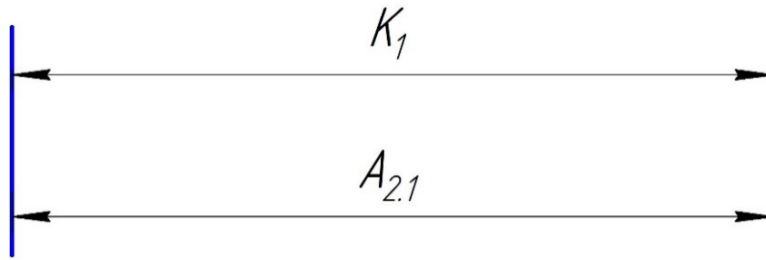
$$TD_{5.1} = \omega_c = 0,021 \text{ мм};$$

1.4.2. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле

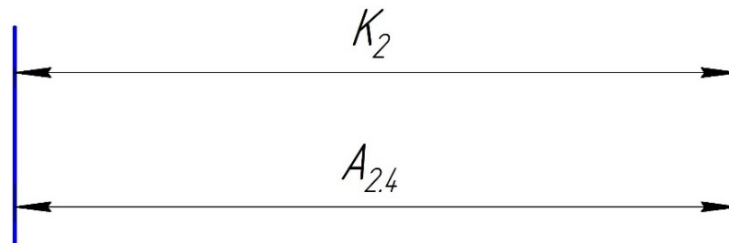
$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i$$

1. Рассмотрим размерную цепь для размера K_1



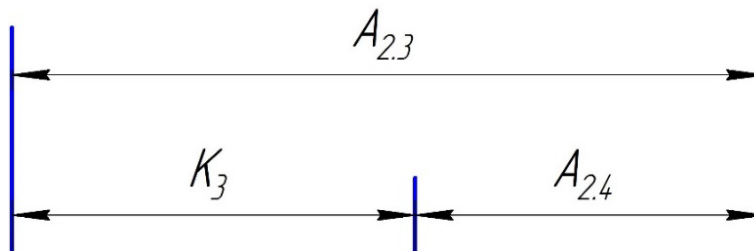
$TK_1=1.3$ мм; $TA_{2.1}=0,25$ мм; размер K_1 выдерживается.

2. Рассмотрим размерную цепь для размера K_2



$TK_2=0.62$ мм; $TA_{2.4}=0,12$ мм; размер K_2 выдерживается.

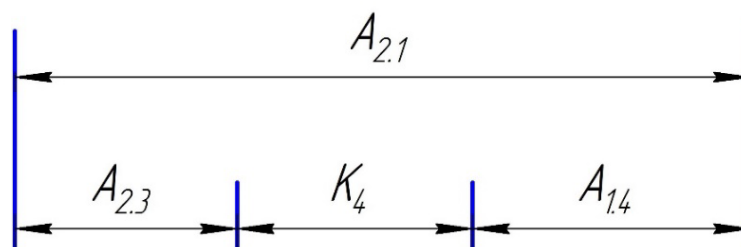
3. Рассмотрим размерную цепь для размера K_3



$TK_3=1$ мм; $TA_{2.3}+TA_{2.4}=0,20+0,12=0,32$ мм; размер K_3

выдерживается.

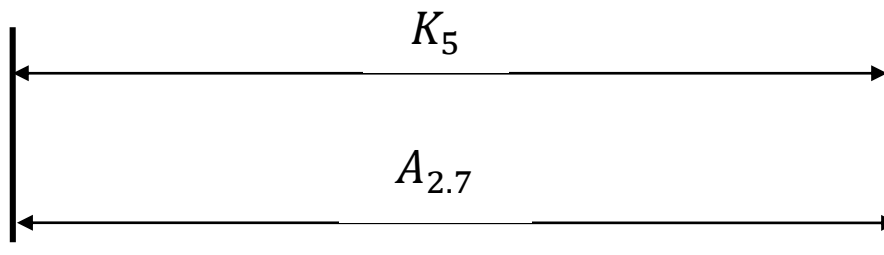
4. Рассмотрим размерную цепь для размера K_4



$$TK_4 = 0,74 \text{ мм}; TA_{2.3} + TA_{1.4} + TA_{2.1} = 0,20 + 0,12 + 0,25 = 0,57 \text{ мм};$$

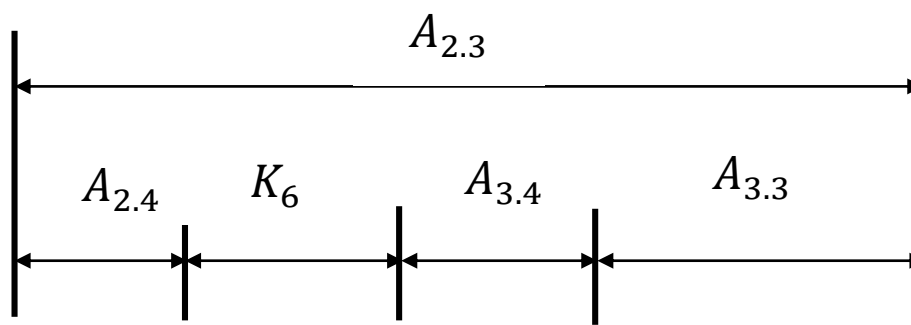
размер K_4 выдерживается.

5. Рассмотрим размерную цепь для размера K_5



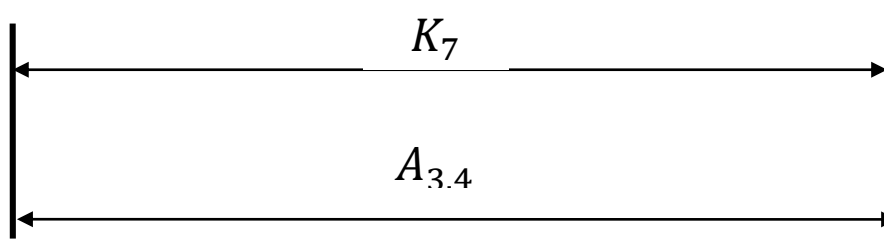
$$TK_5 = 0,62 \text{ мм}; TA_{2.7} = 0,12 \text{ мм}; \text{размер } K_5 \text{ выдерживается.}$$

6. Рассмотрим размерную цепь для размера K_6



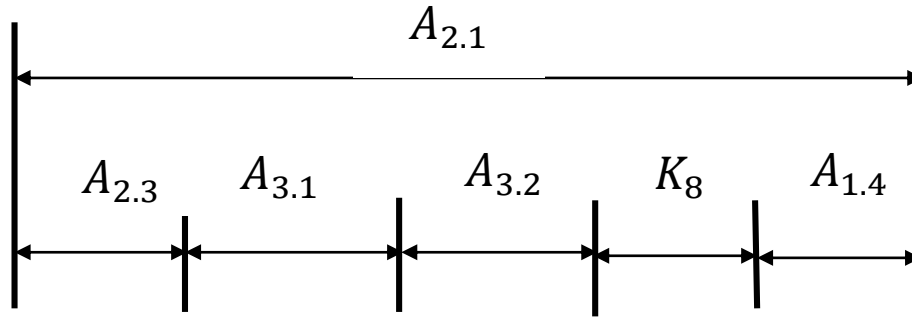
$$TK_6 = 0,3 \text{ мм}; \sqrt{TA_{2.3}^2 + TA_{2.4}^2 + TA_{3.4}^2 + TA_{3.3}^2} = 0,295 \text{ мм}; \text{размер } K_6 \text{ выдерживается.}$$

7. Рассмотрим размерную цепь для размера K_7



$TK_7=0,87$ мм; $TA_{3.4}=0,20$ мм; размер K_7 выдерживается.

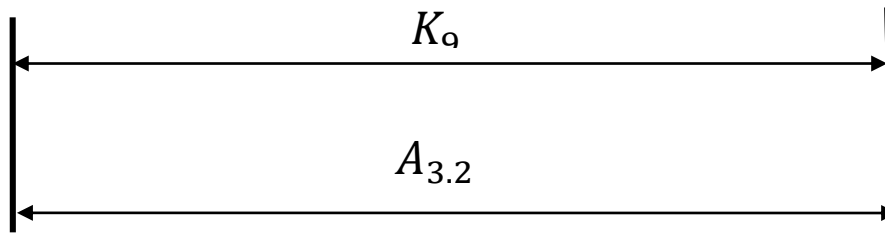
8.Рассмотрим размерную цепь для размера K_8



$$TK_8=0,52\text{мм}; \sqrt{TA_{2.3}^2 + TA_{3.1}^2 + TA_{3.2}^2 + TA_{1.4}^2 + TA_{2.1}^2} = 0.382\text{мм}.$$

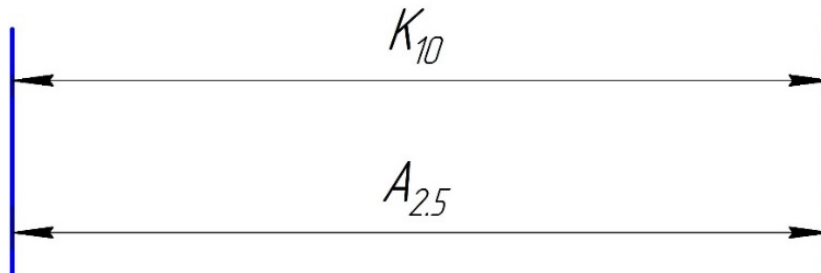
Размер K_8 выдерживается

9.Рассмотрим размерную цепь для размера K_9



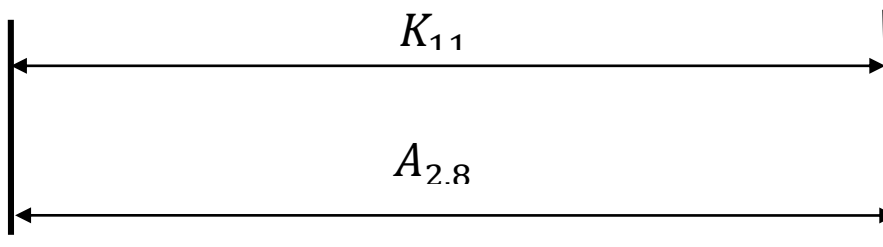
$TK_9=0,43$ мм; $TA_{3.2}=0,12$ мм; размер K_9 выдерживается.

10.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{10}



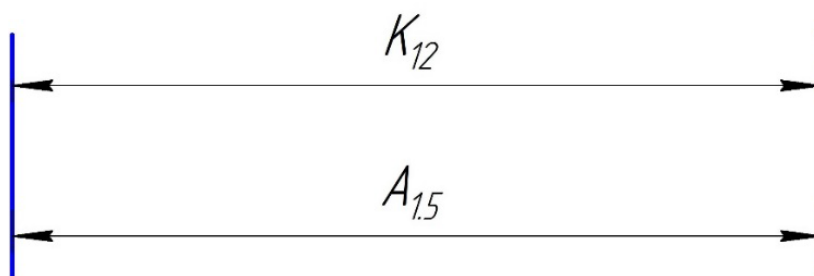
$TK_{10}=0,25$ мм; $TA_{2.5}=0,12$ мм; размер K_{10} выдерживается.

11.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{11}



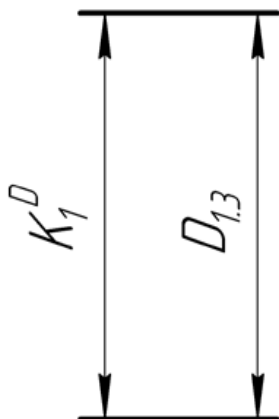
$TK_{11}=0,25$ мм; $TA_{2.8}=0,12$ мм; размер K_{11} выдерживается.

12.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{12}



$TK_{12}=0,25$ мм; $TA_{1.5}=0,12$ мм; размер K_{12} выдерживается.

13.Рассмотрим размерную цепь для размера K_1^D



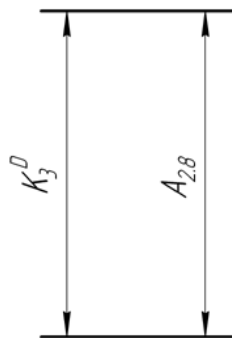
$K_1^D=0,74$ мм; $D_{1.3}=0,12$ мм; размер K_1^D выдерживается.

14.Рассмотрим размерную цепь для размера K_2^D



$K_2^D=0,62$ мм; $D_{1.4}=0,10$ мм; размер K_2^D выдерживается.

15.Рассмотрим размерную цепь для размера K_3^D



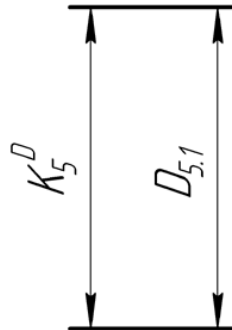
$K_3^D=0,52$ мм; $D_{2.4}=0,10$ мм; размер K_3^D выдерживается.

16.Рассмотрим размерную цепь для размера K_4^D



$K_4^D=0,52$ мм; $D_{2.6}=0,10$ мм; размер K_4^D выдерживается.

17. Рассмотрим размерную цепь для размера K_5^D



$K_5^D=0,021$ мм; $D_{5.1}=0,021$ мм; размер K_5^D выдерживается.

1.4.3 Определение минимальных припусков на обработку

Расчет припусков на диаметральные размеры

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

$$z_i^{D \min} = 2 \cdot \left(R_{z i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi yi}^2} \right); (7)$$

Где

$z_i^{D \min}$ — 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}^2 — суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

ε_{yi}^2 – погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

$$z_{\min 1.3}^D = 2 \cdot (0,03 + 0,04 + \sqrt{0,01^2 + 0,37^2}) = 0,88 \text{ мм};$$

$$z_{\min 5.1}^D = 2 \cdot (0,015 + 0,025 + \sqrt{0,01^2 + 0,37^2}) = 0,82 \text{ мм};$$

Расчет припусков на осевые размеры

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле

из [2, стр. 42]:

$$z_i^{\min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i,$$

Где

$z_i^{\min}$ – минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

R_{zi-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;

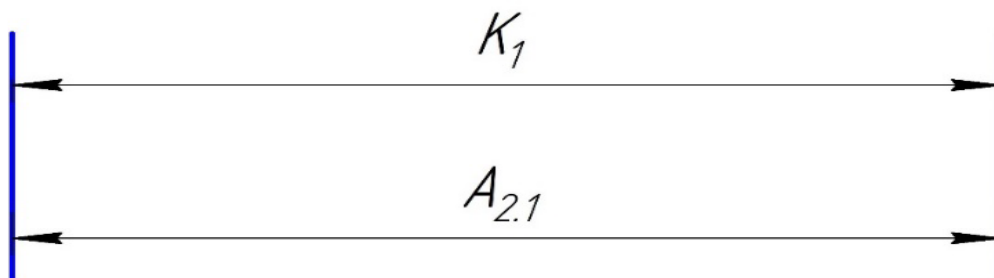
ε_i – погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

$$z_{11}^{\min} = 160 + 150 + 1000 + 110 = 1420 \text{ мкм}$$

$$z_{21}^{\min} = 160 + 150 + 1000 + 110 = 1420 \text{ мкм}$$

1.4.4 Расчёт технологических размеров

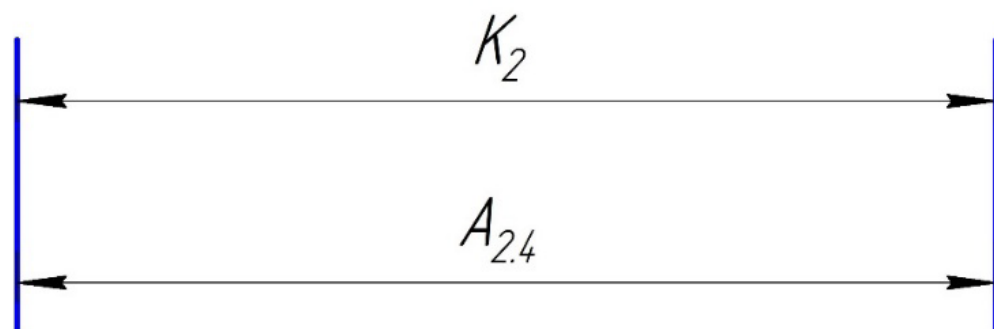
Рассмотрим размерную цепь для размера A_{21}



$$A_{21} = K_1 = 285.35 \text{ мм}$$

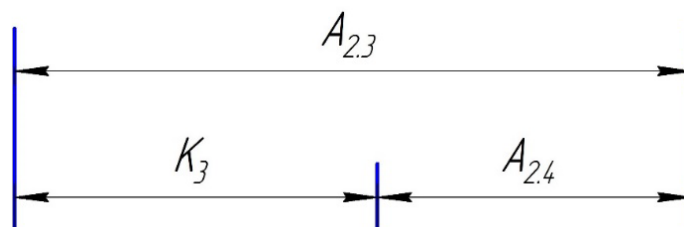
$$A_{21} = 285.35_{-0.25} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера A_{24}



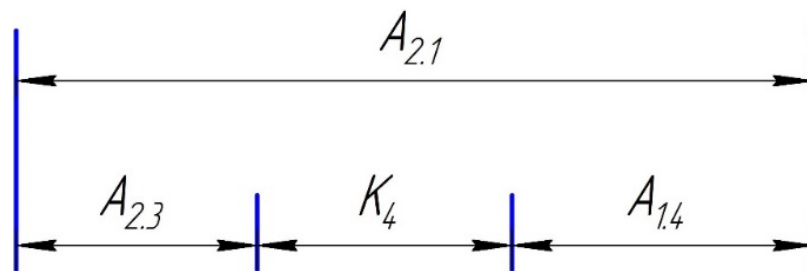
$$A_{24} = K_2 = 40 \pm 0.31 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера A_{23}



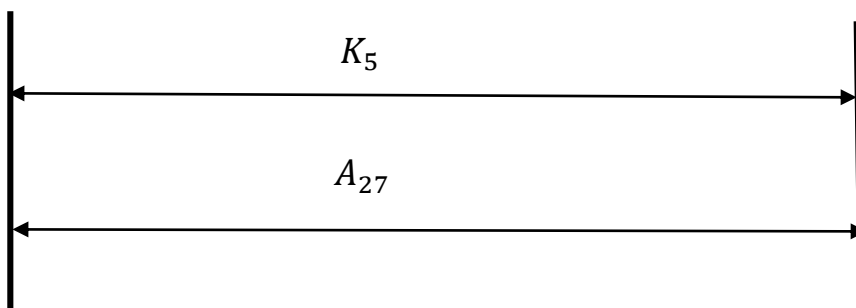
$$A_{23} = K_3 + A_{24} = (126 + 40) = 166 \pm 0.10 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера A_{14}



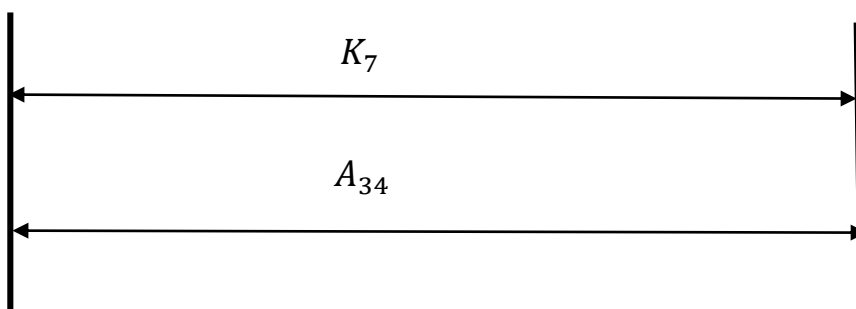
$$A_{14} = (A_{21} - A_{23} - K_4) = 59.35 \pm 0.06 \text{ MM}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера A_{27}



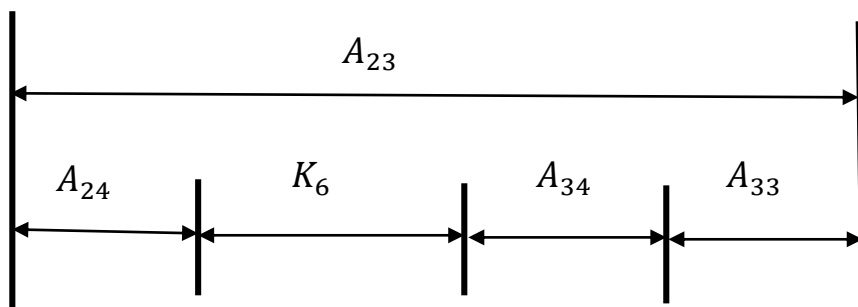
$$A_{27} = K_5 = 4 \pm 0.15 \text{ MM}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера A_{34}



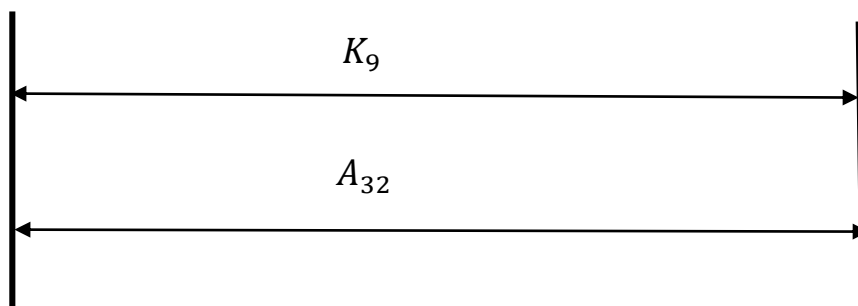
$$A_{34} = K_7 = 90 \pm 0.435 \text{ MM}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера A_{33}



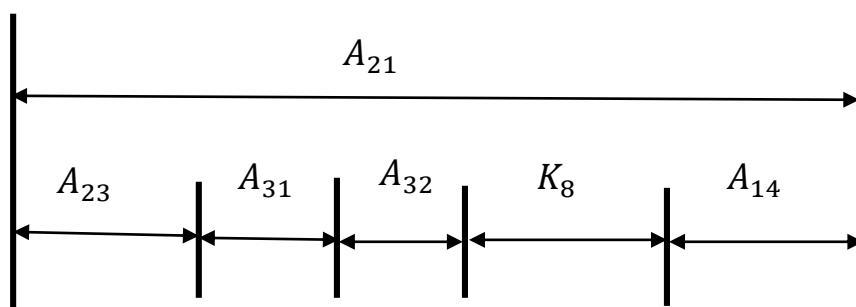
$$A_{33} = (A_{23} - A_{24} - K_6 - A_{34}) = 33 \pm 0.05 \text{ MM}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера A_{32}



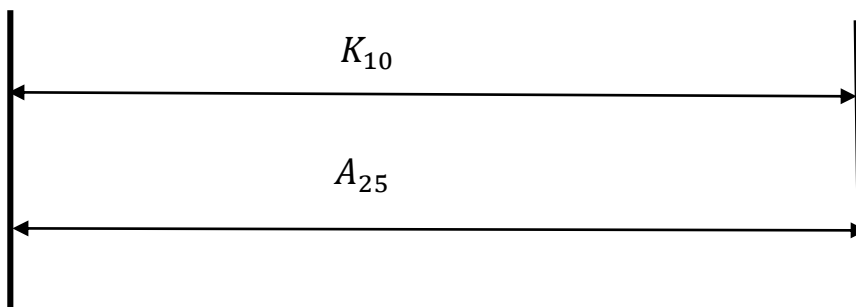
$$A_{32} = K_9 = 14 \pm 0.215 \text{ MM}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера A_{31}



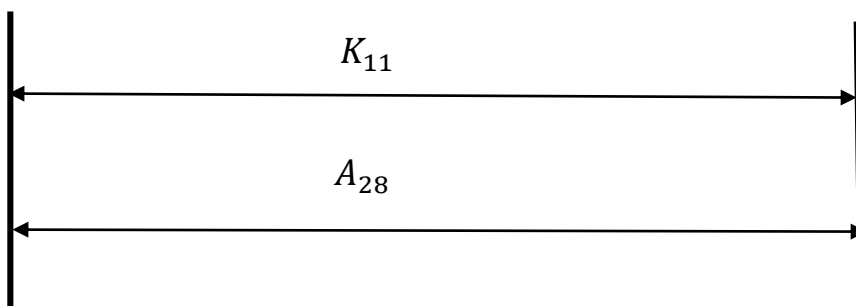
$$A_{31} = (A_{21} - A_{23} - A_{32} - K_8 - A_{14}) = 23 \pm 0.06 \text{ MM}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера A_{25}



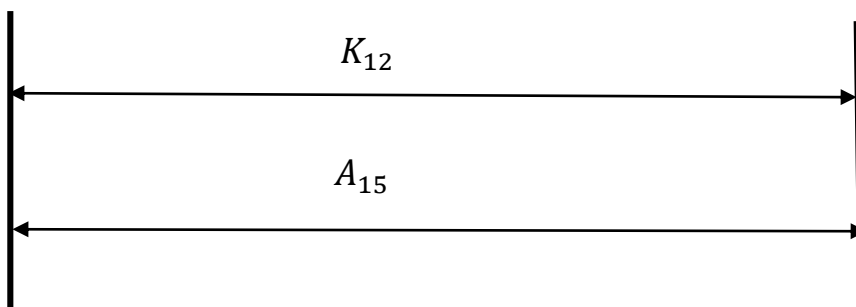
$$A_{25} = K_{10} = 2 \pm 0.2MM$$

Рассмотрим размерную цепь для размера A_{28}



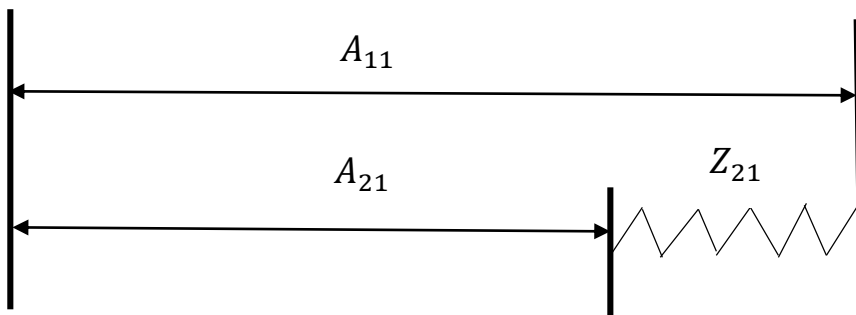
$$A_{28} = K_{11} = 2 \pm 0.2MM$$

Рассмотрим размерную цепь для размера A_{15}



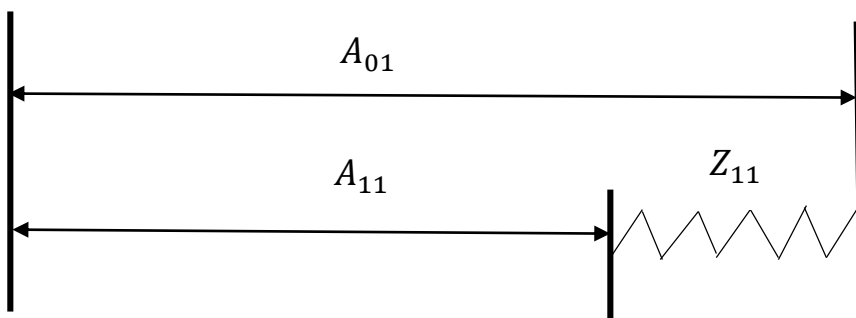
$$A_{15} = K_{12} = 2 \pm 0.2MM$$

Рассмотрим размерную цепь для размера A_{11}



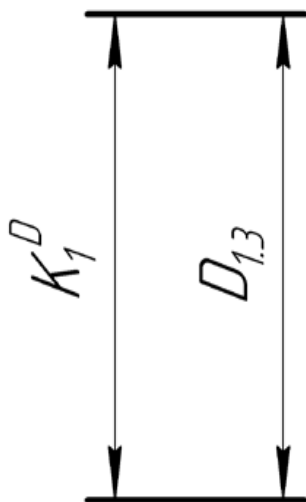
$$A_{11}^{min} = A_{21}^{max} + z_{21}^{min} = 285.35 + 1.42 = 286.77 \pm 0.125 \text{ MM}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера A_{01}



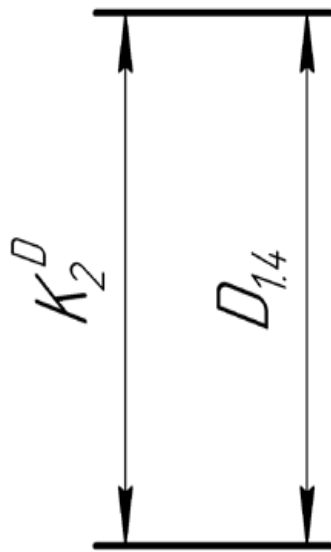
$$A_{01}^{min} = A_{11}^{max} + z_{11}^{min} = 286.895 + 1.42 = 288.315_{-2} \text{ MM}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера D_{13}



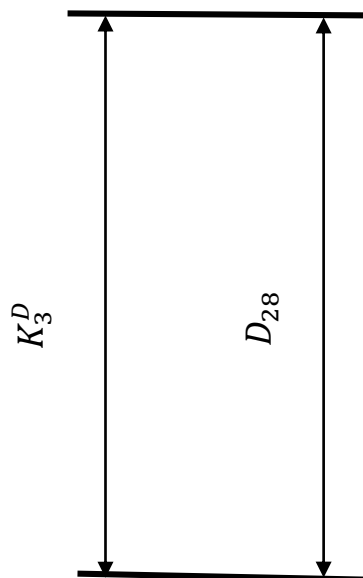
$$D_{13} = K_1^D = 60_{-0.74} \text{ MM}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера D_{14}



$$D_{14} = K_2^D = 50_{-0.62}MM$$

Рассмотрим размерную цепь для размера D_{24}



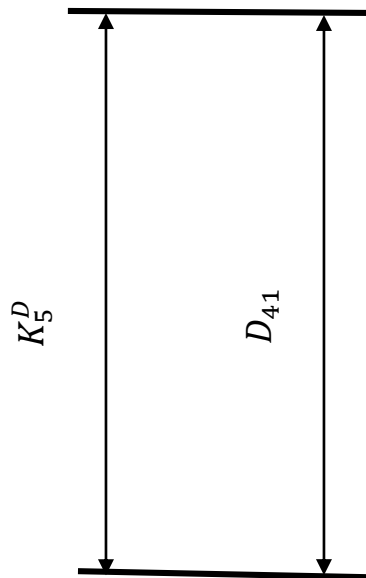
$$D_{28} = K_3^D = 24_{-0.52}MM$$

Рассмотрим размерную цепь для размера D_{26}



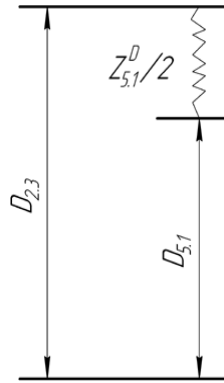
$$D_{26} = K_4^D = 20_{-0.52} \text{MM}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера D_{51}



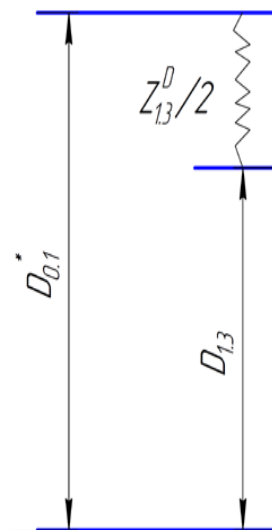
$$D_{41} = K_5^D = 30_{-0.021} \text{MM}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера D_{23}



$$D_{23} = D_{51} + \frac{Z_{51}^D}{2} = 30_{-0.021} + \frac{0.82}{2} = 30.41_{-0.021} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера D_{01}



$$D_{01} = D_{13} + \frac{Z_{13}^D}{2} = 60_{-0.47} + \frac{0.88}{2} = 60.44_{-0.47} \text{ мм}$$

1.5 Выбор оборудования

В технологическом процессе имеется токарных операций, фрезерная операция и круглошлифовальная операция.

Для токарных операций выберем токарный станок 1К62.

Технические характеристики

Рабочая зона	
макс. Ø установки заготовки над станиной	800 мм
макс. Ø обработки	730 мм
макс. длина обработки	750 мм
технологический ход по оси X	390 мм
технологический ход по оси Z	780 мм
Главный шпиндель	
частота вращения шпинделя	2000 об/мин
конус шпинделя	A2-11
внутренний диаметр шпинделя	104 мм
макс. крутящий момент гл. шпинделя	1494 Нм
диаметр токарного патрона	381 мм
Подача	
макс. сила подачи по оси X	19 кН
макс. сила подачи по оси Z	36 кН

кол-во позиций инструмента магазина	12 шт
высота хвостовика	32 мм
диаметр крепления борштанг	50 мм
время позиционирования инструмента	0,2 сек
Точность	
точность повтора по оси X	+/- 0,005
точность повтора по оси X	+/- 0,01
Мощность	
мощность двигателя гл. привода	30 кВт
пост. нагрузка	22 кВт
мощность двигателя X	3 кВт
мощность двигателя Z	4 кВт
общая потребляемая мощность	62 кВА
Размеры и масса	
габариты	1950 x 3170 x 3390 мм
масса	9950 кг

Для фрезерной операций выберем вертикально-фрезерный станок FPX-25E.

Технические характеристики

Макс. диаметр сверления, мм	13
Размер стола, мм	400x90
Размер основания, мм	210x315
Общая высота, мм	880
Конус шпинделя	Мк 3
Поперечный ход стола, мм	100
Продольный ход стола, мм	230
Ход шпинделя, мм	215
Вылет шпинделя, мм	170
Макс. расстояние от шпинделя до стола, мм	275
Диапазон оборотов шпинделя, об/мин	0-2500
Одно деление нониуса – продольный ход, мм	0,02

Одно деление нониуса – поперечный ход, мм	0,02
Одно деление нониуса – тонкая подача шпинделя, мм	0,05
Т-образный паз стола, мм	12
Угол наклона фрезерной головки, град	±45
Мощность, кВт	0,35
Масса, кг	55

Для круглошлифовальной операции выберем
круглошлифовальный станок ME1332A.

Его технические характеристики:

Диаметр обрабатываемой детали	Min	мм	15
	Max		320
Длина обрабатываемой детали		мм	500 / 750 / 1000 / 1500 / 2000 / 3000
Max вес обрабатываемой детали		кг	150
Высота центров		мм	180
Скорость вращения шпинделя		об/мин	1100
Скорость вращения заготовки		об/мин	18, 37, 74, 155
Размер шлифовального круга	Min	мм	Φ600*63*Φ305
	Max		Φ450*63*Φ305
Max перемещение шлифовального круга		мм	285
Конус	Передний	мм	M4
	Задний		M4
Max продольное перемещение		мм	580 / 830 / 1100 / 1600 / 2100 / 3100
Мощность двигателя		кВт	9,5
Габариты:		мм	2249 / 2718 / 3238 / 4269 / 6630 / 9170
	Длина		1760
	Ширина		1545
Вес		кг	3500 / 3800 / 4000 / 4700 / 6900 / 8900

1.6 Расчет режимов и мощности резания переходов

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.

Заготовительная операция 05: отрезание

(Переход A0.1, D0.1 отрезать заготовку)

1. Подача на зубья по таблице: $s = 0,04 \dots 0,07 = 0,07 \text{ мм/зуб}, Z = 30$.
2. Скорость резания : $V = 21 \text{ м/мин.}$
3. Период стойкости инструмента принимаем : $T = 30 \text{ мин.}$
4. Минутая подача $S_m = 25 \text{ мм / мин.}$
5. Ширина полотна $t = 3 \dots 5 = 5 \text{ мм.}$

Токарная операция 10: точение и центровка поверхности

I. Точение поверхности (переход A1.1)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = z_{11}^{min} = 1,42 \text{ мм} \approx 1,4 \text{ мм}$

Подача по таблице 11 [4, с. 364] для данной глубины резания: $s=0,5$
мм/об

Скорость резания определяется по формуле [4, с. 363]:

$$v = \frac{C_v}{T^m * t^x * s^y} * K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60$ мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17 [4, с. 367].

$C_v = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} * K_{Пv} * K_{Иv} ,$$

где

K_{Mv} — коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Пv}$ — коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{Иv}$ — коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По таблице 1, 5, 6 [4, с. 358]:

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

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_v для материала

инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 45

берем из таблицы 2 [4, с. 359]:

$$K_{\Gamma} = 0.9 \quad n_v = 1.0$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.87$$

$$K_{Mv} = 0.87 \quad K_{Пv} = 0.9 \quad K_{Иv} = 0.86$$

$$K_v = K_{Mv} * K_{Пv} * K_{Иv} = 0.87 * 0.9 * 0.86 = 0.67$$

Скорость резания определяем по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m * t^x * s^y} * K_v = 126 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 * 126}{3.14 * 26} = 1543 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 1600 об/мин.

2. Расчет силы и мощности резания

Силу резания Р принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (Pz, Py, Px).

Рассчитываем главную составляющую силу Pz:

При наружном продольном точении:

$$P_z = 10C_p * t^x * s^y * V^n * K_p,$$

где

C_p – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

K_p – поправочный коэффициент.

$$K_p = K_{Mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p} * K_{Rp},$$

где

K_{Mp} – коэффициент, учитывающий влияние качества

обрабатываемого материала(прочности) на силу резания.

Для стали 40Х предел прочности на растяжение $\sigma_B = 650$ МПа,

поэтому $K_{Mp} = 0,9$ [4, с. 361];

$K_{\varphi p}$ — коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане φ на силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

$K_{\gamma p}$ — коэффициент, учитывающий влияние главного переднего угла в главной секущей плоскости γ на силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

$K_{\lambda p}$ — коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главной режущей кромки λ на силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

K_{Rp} — коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца R на силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с. 371-372],

Таблица 1.2. Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_p	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_p
P_z	300	1	0.75	-0.15	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84

$$P_z = 10C_p * t^x * s^y * V^n * K_p = 282.9H$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60},$$

где

P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н;

V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{282.9 * 126}{1020 * 60} = 0.58 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.58}{0.75} = 0.77 \text{ кВт}$$

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

II. Центровка поверхности

(Переход A1.2 D1.2)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

$$s = 0,06; C_v = 7; q = 0,4; x = 0,2; y = 0,5; m = 0,2; T = 15;$$

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v = 17.6 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 * 17,6}{3.14 * 3,15} = 1779 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

принимаем число оборотов шпинделя $1600 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$

2. Расчет крутящего момента и мощности резания

Таблица 1.2. Расчет составляющих сил резания

Компонента	$\frac{C_p}{C_m}$	q	y	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_p

P_0	68	1	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84
M_{kp}	0.0345	2	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84

$$P_0 = 10C_p * D^q * s^y * K_p = 251H$$

$$M_{kp} = 10C_m * D^q * s^y * K_p = 0.13 H/M$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{M_{kp} * n}{9750} = \frac{0.13 * 1779}{9750} = 0.02 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.02}{0.75} = 0.03 \text{ кВт}$$

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

Токарная операция 10: точение поверхности

I. Точение поверхности

(Переход А1.3)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 1,15 \text{ мм}$. Подача $s = 0,5 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$

$CV = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60 \text{ мин}$.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * s^y} * K_v = \frac{290}{60^{0.2} * 1.15^{0.15} * 0.5^{0.35}} * 0,67 = 114 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 * 114}{3.14 * 23,7} = 1532 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Компонента	C_p	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_p
P_z	300	1	0.75	-0.15	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84

$$P_z = 10C_p * t^x * s^y * V^n * K_p = 567 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{567 * 114}{1020 * 60} = 1,06 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,06}{0,75} = 1,41 \text{ кВт}$$

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

(Переход 1.4)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 1,5 \text{ мм}$. Подача $s = 0,5 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$

$CV = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60 \text{ мин.}$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * s^y} * K_v = \frac{290}{60^{0,2} * 1,5^{0,15} * 0,5^{0,35}} * 0,67 = 113 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

2. Расчетное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 * 113}{3.14 * 21,3} = 1688 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

3. Расчет силы и мощности резания

Компонента	C_p	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_p
P_z	300	1	0.75	-0.15	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84

$$P_z = 10C_p * t^x * s^y * V^n * K_p = 570 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{570 * 113}{1020 * 60} = 1,05 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения равняется:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,05}{0,75} = 1,4 \text{ кВт}$$

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

(Переход А1.5)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 1,25 \text{ мм}$. Подача $s = \frac{0,5 \text{ мм}}{\text{об}}$

$CV = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60 \text{ мин.}$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * s^y} * K_v = \frac{290}{60^{0,2} * 1,25^{0,15} * 0,5^{0,35}} * 0,67 = 108 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 * 108}{3,14 * 19,1} = 1802 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

3. Расчет силы и мощности резания

Компонента	C_p	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_p
P_z	300	1	0.75	-0.15	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84

$$P_z = 10C_p * t^x * s^y * V^n * K_p = 831 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{831 * 108}{1020 * 60} = 1,47 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,47}{0,75} = 1,96 \text{ кВт}$$

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

Токарная операция 15: точение поверхности

I. Точение поверхности

(Переход А2.1)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 2,65 \text{ мм}$. Подача $s = \frac{0,4 \text{ мм}}{\text{об}}$

$CV = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60 \text{ мин.}$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * s^y} * K_v = \frac{290}{60^{0,2} * 2,65^{0,15} * 0,4^{0,35}} * 0,67 = 110 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 * 110}{3,14 * 21,3} = 1643 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

3. Расчет силы и мощности резания

Компонента	C_p	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_p
P_z	300	1	0.75	-0.15	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84

$$P_z = 10C_p * t^x * s^y * V^n * K_p = 690\text{Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{690 * 110}{1020 * 60} = 1,24 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения равняется:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,24}{0,75} = 1,65 \text{ кВт}$$

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

(Переход А2.2)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 2,5 \text{ мм}$. Подача $s = \frac{0,4 \text{ мм}}{\text{об}}$

$CV = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60 \text{ мин.}$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * s^y} * K_v = \frac{290}{60^{0,2} * 2,5^{0,15} * 0,4^{0,35}} * 0,67 = 109 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 * 109}{3,14 * 16,08} = 2158 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

3. Расчет силы и мощности резания

Компонента	C_p	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_p
------------	-------	-----	-----	-----	----------	-----------------	----------------	-----------------	----------	-------

P_z	300	1	0.75	-0.15	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84
-------	-----	---	------	-------	-----	-----	-----	-----	------	------

$$P_z = 10C_p * t^x * s^y * V^n * K_p = 687\text{Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{687 * 109}{1020 * 60} = 1,22 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,24}{0.75} = 1,63 \text{ кВт}$$

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

(Переход А2.3)

1.Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,9 \text{ мм}$. Подача $s = \frac{0,4 \text{ мм}}{\text{об}}$

$CV = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60 \text{ мин}$.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * s^y} * K_v = \frac{290}{60^{0.2} * 0,9^{0.15} * 0,4^{0.35}} * 0,67 = \frac{120 \text{ м}}{\text{мин.}}$$

2.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 * 120}{3.14 * 24,2} = 1579 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

3.Расчет силы и мощности резания

Компонента	C_p	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_p
P_z	300	1	0.75	-0.15	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84

$$P_z = 10C_p * t^x * s^y * V^n * K_p = 556\text{Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{556 * 120}{1020 * 60} = 1,09 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения равняется:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,09}{0,75} = 1,45 \text{ кВт}$$

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

(Переход А2.4)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

$$\text{Глубина резания: } t = 0,85 \text{ мм. Подача } s = \frac{0,4 \text{ мм}}{\text{об}}$$

$$CV = 290; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,35 T = 60 \text{ мин.}$$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * s^y} * K_v = \frac{290}{60^{0,2} * 0,85^{0,15} * 0,4^{0,35}} * 0,67 = 107 \text{ м/мин}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 * 107}{3,14 * 19} = 1793 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

3. Расчет силы и мощности резания

Компонента	C_p	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_p
P_z	300	1	0.75	-0.15	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84

$$P_z = 10C_p * t^x * s^y * V^n * K_p = 862\text{Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{862 * 107}{1020 * 60} = 1,51 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения равняется:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,51}{0,75} = 2,01 \text{ кВт}$$

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

(Переход А2.5)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,7 \text{ мм}$. Подача $s = \frac{0,4 \text{ мм}}{\text{об}}$

$CV = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60 \text{ мин}$.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * s^y} * K_v = \frac{290}{60^{0,2} * 0,7^{0,15} * 0,4^{0,35}} * 0,67 = \frac{108 \text{ м}}{\text{мин.}}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 * 108}{3,14 * 14,3} = 2405 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

3. Расчет силы и мощности резания

Компонента	C_p	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_p
P_z	300	1	0.75	-0.15	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84

$$P_z = 10C_p * t^x * s^y * V^n * K_p = 1118 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{1118 * 108}{1020 * 60} = 1,97 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения равняется:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,97}{0,75} = 2,63 \text{ кВт}$$

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

(Переход А2.6 А2.7)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,51 \text{ мм}$. Подача $s = \frac{0,4 \text{ мм}}{\text{об}}$

$CV = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60 \text{ мин.}$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * s^y} * K_v = \frac{290}{60^{0,2} * 0,51^{0,15} * 0,4^{0,35}} * 0,67 = \frac{123 \text{ м}}{\text{мин.}}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 * 123}{3,14 * 20,54} = 1907 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

3. Расчет силы и мощности резания

Компонента	C_p	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_p
P_z	300	1	0.75	-0.15	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84

$$P_z = 10C_p * t^x * s^y * V^n * K_p = 480 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{480 * 123}{1020 * 60} = 0,96 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения равняется:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,96}{0,75} = 1,28 \text{ кВт}$$

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

(Переход А2.8)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,46$ мм. Подача $s = \frac{0,4 \text{ мм}}{\text{об}}$

$CV = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * s^y} * K_v = \frac{290}{60^{0,2} * 0,46^{0,15} * 0,4^{0,35}} * 0,67 = 129 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 * 129}{3,14 * 18,54} = 2216 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

3. Расчет силы и мощности резания

Компонента	C_p	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_p
P_z	300	1	0.75	-0.15	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84

$$P_z = 10C_p * t^x * s^y * V^n * K_p = 330 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{330 * 129}{1020 * 60} = 0,7 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения равняется:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,7}{0,75} = 0,93 \text{ кВт}$$

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

(Переход D2.8)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,46$ мм. Подача $s = \frac{0,4\text{мм}}{\text{об}}$

$C_V = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * s^y} * K_v = \frac{290}{60^{0,2} * 0,46^{0,15} * 0,4^{0,35}} * 0,67 = \frac{123\text{м}}{\text{мин.}}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 * 123}{3,14 * 20,54} = 1907 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

3. Расчет силы и мощности резания

Компонента	C_p	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_p
P_z	300	1	0.75	-0.15	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84

$$P_z = 10C_p * t^x * s^y * V^n * K_p = 480\text{Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{480 * 123}{1020 * 60} = 0,96 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения равняется:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,96}{0,75} = 1,28 \text{ кВт}$$

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

Вертикально-фрезерная операция 20

Фрезерование шпоночных пазов

I. Фрезерование шпоночного паза 1

Характеристика режущего инструмента:

Шпоночная фреза $D\phi = 14\text{мм}$, $z = 16$, $B = 0,75\text{ мм}$.

1. Определяем глубину и ширину фрезерования:

$$t = 4\text{мм} \quad B = 14\text{ мм}.$$

2. Определяем подачу на зуб фрезы:

$$S_z = 0,06\text{ мм/зуб}.$$

3. Скорость резания определим по формуле, м/мин.:

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * S_z^y * B^u * z^p} * K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=90\text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_v = 74$; $q = 0,25$; $x = 0,3$;

$$m = 0,2; \quad y = 0,2; \quad u = 0,2; \quad p = 0,1$$

Коэффициент K_v определяется:

$$K_{MV} = 1,25; \quad K_{PV} = 0,9; \quad K_{IV} = 1,0.$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,125.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * S_z^y * B^u * z^p} * K_v$$
$$= \frac{74 * 70^{0,25}}{90^{0,2} * 3,6^{0,3} * 0,06^{0,2} * 6^{0,2} * 16^{0,1}} * 1,125 = 62 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 * 62}{3.14 * 70} = 282 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

5. Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10C_p * t^x * s_z^y * B^u * z}{D^q * n^w} * K_{mp}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 261$; $x = 0,9$; $y = 0,8$; $u = 1,1$; $q = 1,1$; $w = 0,1$ – определены по таблице 41 [4, с. 291].

По таблице 9 [4, с. 264]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{770}{750} \right)^{0.3} = 1$$

Окружная сила определяется по формуле:

$$P_z = \frac{10C_p * t^x * s_z^y * B^u * z}{D^q * n^w} * K_{mp} = 130 \text{ Н}$$

6. Мощность резания такова:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{130 * 62}{1020 * 60} = 0,132 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения равняется:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,132}{0.75} = 0,18 \text{ кВт}$$

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

II. Фрезерование шпоночного паза 2

Характеристика режущего инструмента:

Шпоночная фреза $D_f = 8 \text{ мм}$, $z = 16$, $B = 0,75 \text{ мм}$.

1. Определяем глубину и ширину фрезерования:

$$t = 8 \text{ мм} \quad B = 4 \text{ мм}.$$

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

$$S_z = 0,06 \text{ мм/зуб}.$$

3. Скорость резания определим по формуле, м/мин.:

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * S_z^y * B^u * z^p} * K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [4, с. 290]:

$$T = 90 \text{ мин}.$$

Значения коэффициентов: $C_v = 74$; $q = 0,25$; $x = 0,3$;

$m = 0,2$; $y = 0,2$; $u = 0,2$; $p = 0,1$ – определены по таблице 39 [4, с. 286].

Коэффициент K_v определяется по формуле (9):

$$K_{MV} = 1,25; K_{PV} = 0,9; K_{IV} = 1,0.$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,125.$$

Скорость резания определяется по формуле (20):

$$\begin{aligned} V &= \frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * S_z^y * B^u * z^p} * K_v \\ &= \frac{74 * 70^{0,25}}{90^{0,2} * 3,6^{0,3} * 0,06^{0,2} * 6^{0,2} * 16^{0,1}} * 1,125 = 62 \frac{\text{м}}{\text{мин}}. \end{aligned}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 * 62}{3,14 * 70} = 282 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

5. Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10C_p * t^x * s_z^y * B^u * z}{D^q * n^w} * K_{mp}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 261$; $x = 0,9$; $y = 0,8$; $u = 1,1$; $q = 1,1$; $w = 0,1$ – определены по таблице 41 [4, с. 291].

По таблице 9 [4, с. 264]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{770}{750} \right)^{0.3} = 1$$

Окружная сила определяется по формуле:

$$P_z = \frac{10C_p * t^x * s_z^y * B^u * z}{D^q * n^w} * K_{mp} = 130H$$

Мощность резания такова:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{130 * 62}{1020 * 60} = 0,132 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения равняется:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,132}{0,75} = 0,18 \text{ кВт}$$

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

Круглошлифовальная операция 25

Круглошлифование поверхности

Шлифование поверхности 1

Диаметр $D = 30\text{мм}$.

$CN = 1,3$ $r = 0,75$ $V = 20$ $t = 0,2$ $X = 0,85$ $Y = 0,7$ $q = 0,2$ $S =$

$0,03\text{м/мин}$. $v = 12,6 \text{ м/мин}$.

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 * 12.6}{3.14 * 30} = 200 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

$$N = C_N * t^x * s^y * d^q = 1.3 * 30^{0.75} * 0.2^{0.85} * 0.03^{0.7} * 30^{0.2} \\ = 0.6 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя станка 0,6 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Мощность привода главного движения равняется:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,6}{0.75} = 0,8 \text{ кВт}$$

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

1.7. Расчет времени

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{p.x.} * i}{n * S} \quad (1).$$

где $L_{p.x.}$ – длина рабочего хода, мм;

i – число рабочих ходов; n – частота вращения шпинделя, об/мин.;

S – подача, мм/об (мм/мин.).

Расчётная длина обработки:

$$L_{p.x.} = l_p + y + y_1 \quad (2)$$

l_p

– длина резания, равная развернутой длине обрабатываемого профиля, мм

u - величина резания

u_1 -перебег резца (1,0 ... 2,0) мм

Вспомогательное время определяем по формуле;

$$T_{\text{всп.}} = T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{изм}} \quad (3),$$

где $T_{\text{у.с}}$ – время на установку и снятие детали;

$T_{\text{з.о}}$ – время на закрепление и открепление детали;

$T_{\text{уп}}$ – время на управление станком;

$T_{\text{изм}}$ – время на промер детали;

$T_{\text{всп.}}$ – вспомогательное время.,

Оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп}} \quad (4)$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\%T_{\text{опер}} \quad (5)$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{о.о.}} + T_{\text{всп}} \quad (6)$$

Подготовительно -заключительное время определяем из таблицы [8, с. 215-221].

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к}} = T_{\text{шт}} + (T_{\text{п.з.}}/n), \quad (7)$$

где n - количество деталей.

Заготовительная операция 05

Используется токарный станок 1К62

(Переход – A_{01}) отрезать

$$t_0 = \frac{l}{S_M} = \frac{26}{25} = 1,04 \text{ мин.},$$

где l – длина рабочего хода, мм;

S_M – минутная подача, м/мин;

$$T_{y.c.} = 0,2 \text{ мин} \quad T_{з.о} = 0,4 \text{ мин} \quad T_{уп} = 0,24 \text{ мин} \quad T_{изм} = 0,14 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,2 + 0,4 + 0,24 + 0,14 = 0,98 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{опер.} = 1,04 + 0,98 = 2,02 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% * 2,02 = 0,3 \text{ мин}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{шт} = 1,04 + 0,98 + 0,3 = 2,32 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{пз.} = 14 \text{ мин.}$

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = 2,32 + (14 / 10000) = 2,33 \text{ мин.}$$

Токарная операция 10

(Переход А1.1) подрезать торец

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) * i}{S_M} = \frac{(26 + 0 + 0 + 2) * 1}{0.5 * 1600} = 0.04 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \text{ мин} \quad T_{\text{з.о}} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{\text{уп}} = 0,05 \text{ мин} \quad T_{\text{изм}} = 0,04 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = 0,04 + 0,575 = 0,615 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% * 0,615 = 0.1 \text{ мин.}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 0,04 + 0,575 + 0.1 = 0,715 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз.}} = 24 \text{ мин.}$

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к}} = 0,715 + (24 / 10000) = 0,72 \text{ мин.}$$

Центровка поверхностей

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) * i}{S_M} = \frac{(26 + 0 + 0 + 2) * 1}{0.06 * 2000} = 0,23 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,15 \text{ мин} \quad T_{\text{з.о}} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{\text{уп}} = 0,05 \text{ мин} \quad T_{\text{изм}} = 0,04 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,15 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,375 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = 0,23 + 0,375 = 0,605 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% * 0,605 = 0,09 \text{ мин.}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 0,23 + 0,375 + 0,09 = 0,695 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз.}} = 20$ мин.

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к}} = 0,695 + (20/10000) = 0,7 \text{ мин.}$$

(Переход А1.3) подрезать торец

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) * i}{S_M} = \frac{(26 + 0 + 0 + 2) * 1}{0,5 * 1600} = 0,04 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \text{ мин } T_{\text{з.о}} = 0,135 \text{ мин } T_{\text{уп}} = 0,05 \text{ мин } T_{\text{изм}} = 0,04 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = 0,04 + 0,575 = 0,615 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% * 0,615 = 0,1 \text{ мин.}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 0,04 + 0,575 + 0,1 = 0,715 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз.}} = 24$ мин.

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = 0,715 + (24/10000) = 0,72 \text{ мин.}$$

(Переход А1.4) точение поверхности

$$t_0 = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) * i}{S_M} = \frac{(132 + 0 + 0 + 2) * 3}{0.5 * 1532} = 0,53 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.} = 0,35 \text{ мин } T_{з.о} = 0,135 \text{ мин } T_{уп} = 0,05 \text{ мин } T_{изм} = 0,04 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{опер.} = 0,53 + 0,575 = 1,105 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% * 1,105 = 0,166 \text{ мин.}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{шт} = 0,53 + 0,575 + 0,166 = 1,27 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{пз.} = 24 \text{ мин.}$

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = 1,27 + (24/10000) = 1,27 \text{ мин.}$$

(Переход А1.5) точение поверхности

$$t_0 = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) * i}{S_M} = \frac{(65,5 + 0 + 0 + 2) * 3}{0.5 * 1688} = 0,24 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.} = 0,35 \text{ мин } T_{з.о} = 0,135 \text{ мин } T_{уп} = 0,05 \text{ мин } T_{изм} = 0,04 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = 0,24 + 0,575 = 0,815 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% * 0,815 = 0,12 \text{ мин.}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 0,24 + 0,575 + 0,12 = 0,935 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз.}} = 24 \text{ мин.}$

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к}} = 0,935 + (24/10000) = 0,95 \text{ мин.}$$

(Переход А2.1) течение поверхности

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) * i}{S_M} = \frac{(51,6 + 0 + 0 + 2) * 2}{0,5 * 1802} = 0,12 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \text{ мин } T_{\text{з.о}} = 0,135 \text{ мин } T_{\text{уп}} = 0,05 \text{ мин } T_{\text{изм}} = 0,04 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = 0,12 + 0,575 = 0,695 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% * 0,695 = 0,1 \text{ мин.}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 0,12 + 0,575 + 0,1 = 0,795 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз.}} = 24 \text{ мин.}$

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = 0,795 + (24/10000) = 0,8 \text{ мин.}$$

Центровка поверхностей

$$t_0 = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) * i}{S_M} = \frac{(26 + 0 + 0 + 2) * 1}{0,06 * 2000} = 0,23 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.} = 0,15 \text{ мин } T_{з.о} = 0,135 \text{ мин } T_{yp} = 0,05 \text{ мин } T_{изм} = 0,04 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,15 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,375 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{опер.} = 0,23 + 0,375 = 0,605 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% * 0,605 = 0,09 \text{ мин.}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{шт} = 0,23 + 0,375 + 0,09 = 0,695 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{пз.} = 20 \text{ мин.}$

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = 0,695 + (24/10000) = 0,7 \text{ мин.}$$

(Переход А2,3) точение поверхности

$$t_0 = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) * i}{S_M} = \frac{(14,7 + 0 + 0 + 2) * 3}{0,4 * 2158} = 0,06 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.} = 0,35 \text{ мин } T_{з.о} = 0,135 \text{ мин } T_{yp} = 0,05 \text{ мин } T_{изм} = 0,04 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = 0,06 + 0,575 = 0,635 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% * 0,635 = 0,09 \text{ мин.}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 0,06 + 0,575 + 0,09 = 0,725 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз.}} = 27$ мин.

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к}} = 0,725 + (27/10000) = 0,735 \text{ мин.}$$

(Переход А2,4) точение поверхности

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) * i}{S_M} = \frac{(65 + 0 + 0 + 2) * 2}{0,4 * 1579} = 0,21 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \text{ мин } T_{\text{з.о}} = 0,135 \text{ мин } T_{\text{уп}} = 0,05 \text{ мин } T_{\text{изм}} = 0,04 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = 0,21 + 0,575 = 0,785 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% * 0,785 = 0,12 \text{ мин.}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 0,21 + 0,575 + 0,12 = 0,905 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз.}} = 27$ мин.

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = 0,905 + (27/10000) = 0,915 \text{ мин.}$$

(Переход А2.5) точение канавки

$$t_0 = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) * i}{S_M} = \frac{(3 + 0 + 0 + 2) * 2}{0.4 * 1793} = 0,01 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин } T_{з.о} = 0,135 \text{ мин } T_{уп} = 0,07 \text{ мин } T_{изм} = 0,23 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,07 + 0,23 = 0,785 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{опер.} = 0,01 + 0,785 = 0,795 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% * 0,795 = 0,12 \text{ мин.}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{шт} = 0,01 + 0,785 + 0,12 = 0,915 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{пз.} = 27 \text{ мин.}$

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = 0,915 + (27/10000) = 0,925 \text{ мин.}$$

(Переход А2.6) точение канавки

$$t_0 = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) * i}{S_M} = \frac{(3 + 0 + 0 + 2) * 2}{0.4 * 1793} = 0,01 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин } T_{з.о} = 0,135 \text{ мин } T_{уп} = 0,07 \text{ мин } T_{изм} = 0,23 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,07 + 0,23 = 0,785 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = 0,01 + 0,785 = 0,795 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% * 0,795 = 0,12 \text{ мин.}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 0,01 + 0,785 + 0,12 = 0,915 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз.}} = 27$ мин.

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к}} = 0,915 + (27/10000) = 0,925 \text{ мин.}$$

(Переход А2.7) точение поверхности

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) * i}{S_M} = \frac{(34 + 0 + 0 + 2) * 1}{0,4 * 1907} = 0,05 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \text{ мин } T_{\text{з.о}} = 0,135 \text{ мин } T_{\text{уп}} = 0,05 \text{ мин } T_{\text{изм}} = 0,04 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,07 + 0,23 = 0,575 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = 0,05 + 0,575 = 0,625 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% * 0,625 = 0,09 \text{ мин.}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 0,05 + 0,625 + 0,09 = 0,715 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз.}} = 27$ мин.

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к}} = 0,715 + (27/10000) = 0,725 \text{ мин.}$$

(Переход A2.8) точение поверхности

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) * i}{S_M} = \frac{(50 + 0 + 0 + 2) * 1}{0.4 * 2216} = 0,12 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \text{ мин } T_{\text{з.о}} = 0,135 \text{ мин } T_{\text{уп}} = 0,05 \text{ мин } T_{\text{изм}} = 0,04 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,07 + 0,23 = 0,575 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = 0,12 + 0,575 = 0,695 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% * 0,695 = 0,1 \text{ мин.}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 0,12 + 0,575 + 0,1 = 0,795 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз.}} = 27 \text{ мин.}$

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к}} = 0,795 + (27/10000) = 0,8 \text{ мин.}$$

(Переход D2.8) точение поверхности

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) * i}{S_M} = \frac{(60 + 0 + 0 + 2) * 1}{0.4 * 1907} = 0,16 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \text{ мин } T_{\text{з.о}} = 0,135 \text{ мин } T_{\text{уп}} = 0,05 \text{ мин } T_{\text{изм}} = 0,04 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,07 + 0,23 = 0,575 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = 0,16 + 0,575 = 0,735 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% * 0,695 = 0,11 \text{ мин.}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 0,16 + 0,575 + 0,11 = 0,875 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз.}} = 27$ мин.

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к}} = 0,795 + (27/10000) = 0,885 \text{ мин.}$$

Вертикарно-фрезерная операция 20

Горизонтально-фрезерный станок 6Т82Г

Фрезерование шпоночного паза 1

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) * i}{S_M} = \frac{(50 + 0 + 0 + 2) * 1}{0,06 * 282} = 3 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,22 \text{ мин } T_{\text{з.о}} = 0,5 \text{ мин } T_{\text{уп}} = 0,2 \text{ мин } T_{\text{изм}} = 0,5 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,22 + 0,5 + 0,2 + 0,5 = 1,42 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = 3 + 1,42 = 4,42 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% * 4,42 = 0,67 \text{ мин.}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 3 + 1,42 + 0,67 = 5,1 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз.}} = 16$ мин.

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = 5,1 + (16/10000) = 5,2 \text{ мин.}$$

фрезерование шпоночного паза 2

$$t_0 = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) * i}{S_M} = \frac{(35 + 0 + 0 + 2) * 1}{0.06 * 282} = 2,2 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.} = 0,22 \text{ мин } T_{з.о} = 0,5 \text{ мин } T_{уп} = 0,2 \text{ мин } T_{изм} = 0,5 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,22 + 0,5 + 0,2 + 0,5 = 1,42 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{опер.} = 2,2 + 1,42 = 3,62 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% * 3,62 = 0,5 \text{ мин.}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{шт} = 2,2 + 1,42 + 0,5 = 4,12 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{пз.} = 16 \text{ мин.}$

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = 4,12 + (16/10000) = 4,22 \text{ мин.}$$

Круглошлифовальная операция 25

Станок круглошлифовальный ME1332A

(Переход D5.1) шлифование поверхности

$$t_0 = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) * i}{S_M} = \frac{(32 + 0 + 0 + 2) * 1}{0.03 * 200} = 5,7 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.} = 0,3 \text{ мин } T_{з.о} = 0,24 \text{ мин } T_{уп} = 0,22 \text{ мин } T_{изм} = 1,2 \text{ мин.}$$

По формуле (3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,3 + 0,24 + 0,22 + 1,2 = 1,96 \text{ мин.}$$

По формуле (4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = 5,7 + 1,96 = 7,66 \text{ мин.}$$

По формуле (5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% * 7,66 = 1,15 \text{ мин.}$$

По формуле (6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 5,7 + 1,96 + 1,15 = 8,1 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз.}} = 12 \text{ мин.}$

По формуле (7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к}} = 8,1 + (12/10000) = 8,11 \text{ мин.}$$

2.КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Целью конструкторской части является разработка приспособления для одной из операций механической обработки, определение силы закрепления и точности установки детали.

Здесь мы разрабатываем приспособление для фрезерной операции, в которой необходимо фрезеровать лыску и шпоночный паз.

2.1 Расчет силы закрепления

Деталь, установленная в призме, находится под воздействием момента M_p и осевой силы P_3 (рис. 2.1).

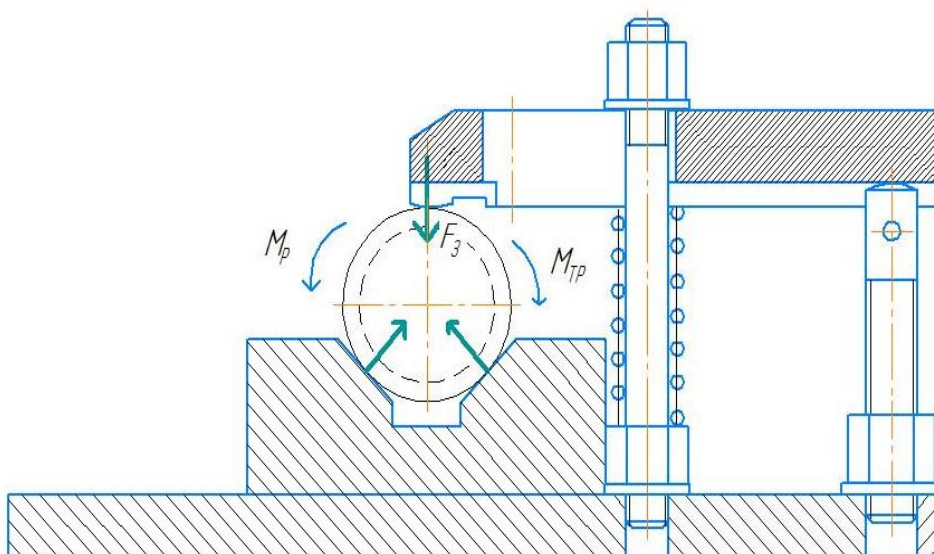


рис.2.1 Расчетная схема приспособления

Расчет силы закрепления будем производить по условию непроворачиваемости заготовки в приспособлении под действием момента:

$$k \cdot M_{\text{св}} \leq M_{\text{пр}},$$

где $M_{\text{св}}$ – момент, пытающийся повернуть заготовку;

k – коэффициент запаса.

$$k = k_0 k_1 k_2 k_3 k_4 k_5$$

(указанные коэффициенты принимаем из [6, с. 117]),

где $K_0 = 0,5$ – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент, учитывающий увеличение сил обработки при затуплении инструмента (осевая сила); $k_1=1,2$ – для крутящего момента.

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

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

K_4 – коэффициент, характеризующий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом: для механизированных приводов $K_4 = 1$;

K_5 – коэффициент, характеризующий эргономику немеханизированного зажимного механизма (удобство расположения органов зажима): $K_5=1$. Коэффициент K_6 вводится в расчёт только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры.

Таким образом, $k = 1,8$.

Если $k < 2,5$, то принимаем $k = 2,5$.

$M_{тр}$ – момент силы трения при проворачивании заготовки – определяется как сила трения $F_{тр2}$, умноженная на соответствующее плечо.

Противодействовать смещению заготовки будут создаваемые силой зажима W трения, которые с учетом коэффициента K :

$$M_{тр} > K * M_p$$

$$F_3 * r > K * M_p,$$

где r – радиус обрабатываемого отверстия.

Получим:

$$F_3 > \frac{K * M_p}{r}$$

$$F_3 = \frac{2.5 * 1.95}{0.015} = 325 \text{ Н.}$$

2.2. Расчёт на точность выполняемого размера

Точность обработки напрямую зависит от точности изготовления приспособления:

$$\varepsilon_{п.р} \leq \delta - K_T \sqrt{(K_{T_1} \varepsilon_\delta)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_n^2 + (K_{T_2} \cdot \omega)^2},$$

где δ – допуск, выполняемый при обработке размера заготовки; $\delta = 0,43$,

$K_T=1$ – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от значения нормального

распределения;

$K_{T1}=0,8$ — коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенном станке;

$K_{T2}=0,6$ — коэффициент, учитывающий погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления;

ε_{δ} — погрешность базирования, $\varepsilon_{\delta} = 0,5Td \left(\frac{1}{\sin 45} - 1 \right) = 0,08$ мм;

ε_3 — погрешность закрепления ($\varepsilon_3=0,10$ мм); [3, с. 210, табл. П4].

$\varepsilon_y = 0$ — погрешность установки, т.к. осуществляется надёжный контакт установочной плоскости приспособления с плоскостью стола станка, погрешность установки в призмы

$$\varepsilon_n = \frac{\beta_1 \cdot N}{n} = \frac{0,002 \cdot 6000}{5} = 0,024 \text{ мм} \quad \text{— погрешность, зависящая от}$$

вида установочных элементов и их износа,

$$\varepsilon_{\pi} = 2 \cdot s_1 \cdot \frac{m}{l} = 2 \cdot 0,05 \cdot \frac{5}{24} = 0,02 \text{ мм} \quad \text{— погрешность положения}$$

отверстия,

$\omega=0,12$ мм — экономическая точность.

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\pi p} &\leq \delta - K_T \sqrt{(K_{T1} \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_{\pi}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2} \\ &= 0,43 - 1,1 \sqrt{(0,8 * 0,08)^2 + 0,1^2 + 0^2 + 0,024^2 + 0,02^2 + (0,6 \cdot 0,12)^2} = 0,27 \text{ мм} \end{aligned}$$

приспособление должно быть выполнено с погрешностью не больше

0,27 мм.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Л5А	Ли Кай

Институт	ИШНПТ	Кафедра	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	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	Научные статьи и публикации, человеческие ресурсы, компьютер, ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 20% от фонда оплаты труда, нормативно – правовая документация.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Данная научно-исследовательская работа финансируется за счет средств государственного бюджета и по характеру получаемых результатов относится к поисковым работам.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Перечень этапов, работ и распределение исполнителей, календарный план-график проведения ИШНПТ по теме.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет материальных затрат НИ, расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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
8Л5А	Ли Кай		

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

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе работы «Разработка технологии изготовления оправки для шнеков». Валик представляет собой тело вращения, изготавливаемое из стали инструментальной штамповой сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Деталь имеет относительно сложную конструкцию, лучше используем станок с ЧПУ, обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым. Поверхностям. Валик служит для передачи движения и крутящего момента. Объем выпуска продукции 5000 шт в год. На территории томской области выделим такие предприятия, как: ООО «Сибирская машиностроительная компания».

3.1.2 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 _ф	К _ф
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0.02	4	3	1	0.08	0.06	0.02
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.1	2	2	3	0.2	0.2	0.3

3.Помехоустойчивость	0.01	2	1	1	0.02	0.01	0.01
4.Энергоэкономичность	0.02	5	3	1	0.1	0.06	0.02
5. Надежность	0.1	5	2	4	0.5	0.2	0.4
6. Уровень шума	0.02	1	1	2	0.02	0.02	0.04
7. Безопасность	0.1	4	5	4	0.4	0.5	0.4
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	1	1	0	0	0
9. Функциональная мощность(предоставляемые возможности)	0.2	4	2	2	0.8	0.4	0.4
10. Простота эксплуатации	0.1	5	3	4	0.5	0.3	0.4
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	0.1	3	4	3	0.3	0.4	0.3
2. Уровень проникновения на рынок	0.02	3	2	1	0.06	0.04	0.02
3. Цена	0.01	3	1	2	0.03	0.01	0.02
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0.1	3	2	2	0.3	0.2	0.2
5. Послепродажное обслуживание	0.03	4	2	2	0.12	0.06	0.06
6. Финансирование научной разработки	0.03	3	2	3	0.09	0.06	0.09
7. Срок выхода на рынок	0.01	2	2	2	0.02	0.02	0.02
8. Наличие сертификации разработки	0.03	3	4	2	0.09	0.12	0.06
Итого	1	59	44	41	3.63	2.66	2.76

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i * B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя

Разработка:

$$K = \sum B_i * B_i = 59 * 3.63 = 214.17$$

Конкуренты:

$$K_1 = \sum B_i * B_i = 44 * 2.66 = 117.04$$

$$K_2 = \sum B_i * B_i = 41 * 2.76 = 113.16$$

Проанализировав, мы выяснили, что товар конкурентоспособен. Эта разработка удобна в эксплуатации, как метод передачи движения и крутящего момента. Также деталь надежна, так как изготовлена из штампованной стали с последующей термообработкой. Деталь проста в эксплуатации, так как предназначена для конкретного вида деятельности и изготавливается в соответствии с конкретными требованиями. Цена на часть находится в допустимых пределах. Разработка велась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

3.1.3 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 критер ия	Балл ы	Максимальн ый балл	Относительн ое значение (3/4)	Средневзвешен ное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1.Энергоэффективность	0.2	80	100	0.8	0.16
2. Помехоустойчивость	0.01	20	100	0.2	0.002
3. Надежность	0.1	90	100	0.9	0.09
4.Унифицированность	0.1	80	100	0.9	0.09
5. Уровень материалоемкости разработки	0.1	90	100	0.9	0.09
6. Уровень шума	0.02	40	100	0.4	0.08
7. Безопасность	0.1	60	100	0.6	0.06
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	100	0.01	0
9.Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0.01	30	100	0.3	0.003
10. Простота эксплуатации	0.05	50	100	0.5	0.025
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	0.1	80	100	0.8	0.08
14. Уровень проникновения на рынок	0.01	40	100	0.4	0.004
15.Перспективность рынка	0.01	30	100	0.3	0.003
16. Цена	0.1	20	100	0.2	0.02
17. Послепродажное обслуживание	0.01	40	100	0.4	0.004
18. Финансовая эффективность научной разработки	0.01	1	100	0.01	0.0001
19. Срок выхода на рынок	0.01	10	100	0.1	0.001
20. Наличие сертификации разработки	0.01	70	100	0.7	0.007
Итого	1	853		8.53	0.6471

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{ср} = \sum B_i * Б_i = 853 * 0,6471 = 552$$

где

$П_{ср}$ —средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

$Б_i$ – средневзвешенное значение i-го показателя.

Разработка считается перспективной, если средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80, в нашем случае 552, это говорит о безоговорочной перспективности разработки.

3.1.4 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

	Внутренние факторы	
	Сильные сторонынаучно-исследовательского проекта: С1. Использование современного оборудования С2. Требуется относительно малое время разработки С3. Относительная несложность С4. Наличие новых технологий С5. Реальное применение	Слабые сторонынаучно-исследовательского проекта: Сл1. Высокая стоимость оборудования Сл2. Нехватка специалистов Сл3. Отсутствие требуемого материала Сл4. Создание новой уникальной технологии Сл5. Ошибки при разработке
Возможности: В1. Создание уникально технологического процесса. В2. Развитие существующего тех. процесса В3. Коллаборация с другими специалистами для создания тех.	Есть большая вероятность добиться создания эффективного тех. процесса, что позволит занять лидирующую позицию на рынке.	При коллаборации с другими организациями, можно уменьшить влияния слабых сторон проекта. Понижение цен на металлообрабатывающее оборудование;

процесса		
Угрозы: У1. Конкуренция У2. Отсутствие спроса. У3. Введение дополнительных государственных требований.	Для достижения цели следуют минимизировать влияние угроз, путем ускорения разработки тех. процесса	При изолировании и неспешном прогрессе, проект может оказаться провальным.

Таблица 4

Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Возможно сти проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	-
	B2	+	+	+	+	-
	B3	+	+	+	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности:

B1C1C2C3C4C5, B2C1C2C3C4C5, B3C1C2C3C4C5

Таблица 5

Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

слабых сторон проекта						
Возможно сти проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	+	-
	B2	-	-	-	+	-

	В3	-	-	-	+	-
--	----	---	---	---	---	---

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабые стороны и возможности:

В1Сл4, В2Сл4, В3Сл4

Таблица 6

Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	+	+	+	+	-
	У2	-	-	-	-	-
	У3	-	-	-	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабые стороны и возможности:

У1С1С2С3С4, В2Сл4, У3С4

Таблица 7

Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	+	+	-
	У2	+	+	+	-	-
	У3	-	-	-	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабые стороны и возможности:

У1Сл1Сл2Сл3Сл4, У2Сл1Сл2Сл3, У3Сл4

3.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

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 Кано. 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 матрице держатель

	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:

1.А1Б4В3;

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 80 мин, на выполнение данной работы. Таким способом проверяют правильность размерного анализа, а именно строят граф-дерево.

2.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 50 минут.

3.A2B3B4;

Формулы применяются при расчетах. В данном случае производится расчет режимов резания, также опытным путем установлено, что длительность расчета 40 мин.

4.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.

3.3. Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1. 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.

По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составим список этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по категориям работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 9.

Таблица 9

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	min	max	ожі	рі
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	41

	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	8	16	11	11
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент-дипломник	8	46	11	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
Проведение ОКР							
Разработка техни-ческой документации и проектирование	11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9.8	4.9
	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-дипломни	2	4	2.8	2.8
Оформление отчета, но НИР (комплекта документации 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

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости тожї используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5}$$

Где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения і-ой работы чел.-дн.;

t_{min} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной і-ой работы.;

t_{max} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной і-ой работы

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , 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 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{ч_i}$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожи}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

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

3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{Ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

где: $k_{\text{кал}}=366$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}=104$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}=14$ – количество праздничных дней в году.

Зная количество календарных дней в году, выходных дней в году, праздничных дней в году рассчитаем коэффициент календарности по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{336}{336 - 104 - 14} = 1,54$$

После заполнения Таблицы 10 строим календарный план-график (см. Таблицу 11).

График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 11

№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	t_{ki}	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	5					
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	11					
3	Проведение патентных исследований	Студент - дипломник	27					
4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	3					
5	Календарное планирование	Студент-дипломник	3					

	работ по теме																
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент- дипломник	22														
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент- дипломник	18														
8	Сопоставлен ие результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент- дипломник	9														
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	13														
10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель	16														
11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Руководитель, Студент- дипломник	8														
12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Студент- дипломник	7														
13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Руководитель, Студент- дипломник	5														
14	Конструиров	Студент-															

	ание и изготовление макета (опытного образца)	дипломник	11															
15	Лабораторн ые испытания макета	Студент- дипломник	5															
16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно- технической документации)	Студент- дипломник	5															
17	Оформление патента	Руководитель, Студент- дипломник	8															
18	Размещение рекламы	Студент- дипломник	9															

-Руководитель



-Студент-дипломник



3.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;

- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

3.3.4.1. Расчет материальных затрат НТИ

В данном разделе произведем расчет материальных затрат.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + K_T) * \sum_{i=1}^m C_i * N_{расхi}$$

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

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

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

K_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для остальных позиций произведем аналогичный расчет.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 12.

Таблица 12

Материальные затраты

Материалы	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Пруток	шт	1000	100	100000
Итого	100000			

3.3.4.2. 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	токарные станки 1К62.	1	3470	3470
2	вертикально-фрезерный станок 6Т82Г	1	350	350
3	круглошлифовальный станок ME1332A	1	1319	1319
Итого	5829000 руб.			

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

Срок станка, год :10.

Мы работаем за 3 месяца, то есть: $\frac{5829000}{10 \cdot 12} * 3 = 1457250$

3.3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата; $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($З_{\text{осн}}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{зд}} + Т_{\text{р}}$$

где

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8); $Z_{\text{зд}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.м

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{зд}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}}$$

где $Z_{\text{м}}$ – 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;

$F_{\text{д}}$ – 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 - выходные дни - праздничные дни	104 14	104 14
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48 0	48 0
Действительный годовой фонд рабочего времени	200	200

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}}$$

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).

103

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 14.

Таблица 14

Расчёт основной заработной платы

Исполн ители	$Z_{тс}$	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m	$Z_{дн}$	T_p	$Z_{осн}$
Руководи тель	33664	0,3	0,2	1,3	65644,8	3413,5	7,8	197300,3
Студент	48000	0,3	0,2	1,3	93600	4867,2	5,4	464330,8
Итого	661631,18							

по рабочим дням, надо оплатить 661631,18 руб

3.3.4.4 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:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} * (Z_{осн} + Z_{доп})$$

где $kk_{внеб}$ – 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	197300,3	53468,38
Студент	464330,88	125833,7
Итого		179302,08

Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды всего 179302,08 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	17 00	5270
Итого				5270

3.3.4.5 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	60000	Пункт 3.4.1
2. Расчет амортизации	5829000	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	661631,18	Пункт 3.4.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	179302,08	Пункт 3.4.4
5. Накладные расходы	5270	Пункт 3.4.5
Бюджет затрат НИР	1489103,26	Сумма ст.1-5

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

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

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 соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{мах}}} = \frac{1489103,26}{1800000} = 0,827$$

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

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

$\Phi_{\text{мах}}$ – 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 ресурс эффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$l_{pi} = \sum a_i * b_i$$

где l_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i-го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i-го варианта исполнения разработки;

b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Расчет интегрального показателя ресурс эффективности 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	0.2	5
2.Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.15	4
3.Помехоустойчивость	0.1	2
4. Энергосбережение	0.25	3
5. Надежность	0.1	4
6. Материалоемкость	0.2	2
Итого	1	3.35

$$l_{p-\text{исп1}} = 0.2 * 5 + 0.15 * 4 + 0.1 * 2 + 0.25 * 3 + 0.1 * 4 + 0.2 * 2 = 3.35$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($l_{\text{исп1}}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$l_{\text{исп1}} = \frac{l_{p-\text{исп1}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп1}}} = \frac{3,35}{0,827} = 4,05$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную

эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{l_{\text{исп1}}}{l_{\text{исп2}}} = \frac{4,05}{5,3} = 0,764$$

Таблица 19

Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,827
2	Интегральный показатель ресурс эффективности разработки	3,35
3	Интегральный показатель эффективности	4,05
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,764

Из значений интегральных показателей эффективности позволяет выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности

Заключение

Так как с каждым годом появляется многочисленное количество конкурентоспособных предприятий, необходимо создавать продукцию, удовлетворяющую нормам и требованиям потребителей, а также отвечающую стандартам качества. Для этого производится ряд процедур, на основе которых выявляется эффективность исследования разработки. Будет ли она востребована на рынке, проверяется целесообразность использования сырья и дорогостоящего оборудования.

В ходе работы дали оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения.

Произвели анализ конкурентных технических решений. Составили таблицу «Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений». Выяснили, что разработка конкурентоспособна и перспективна. Составили матрицу SWOT, описали сильные и слабые стороны разработки. Представили четыре варианта решения технической задачи. Определили возможные альтернативы проведения научных исследований. В таблице «Перечень этапов, работ и распределение исполнителей» оговорили основные этапы и указали содержание работ на каждом этапе.

Определили трудоемкость выполнения работ. Разработали график проведения научного исследования, в котором показали трудоемкость работ исполнителей, на основе которой построили календарный план-график. Рассчитали материальные затраты НТИ, рассчитали затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. Далее произвели расчет основной заработной платы, составили таблицу «Баланс рабочего времени», также рассчитали сумму, которую необходимо перечислять во внебюджетные фонды. Учитывая процент выплат – 30,2%, выплата составит 117355 руб.

Рассчитали накладные расходы, сформировали бюджет затрат научно-исследовательского проекта, который составил 547551 руб. На основе

расчета интегрального показателя эффективности научного исследования определили эффективность исследования.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Л15А	Ли Кай

Институт	ИШНПТ	Кафедра	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Тема ВКР

Разработка технологии изготовления оправки для шнеков

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<i>Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</i>	<i>Объектом исследования является участок цеха, а также содержащиеся в данном цеху станки и сопутствующее оборудование. Область применения – предприятия машиностроительного профиля</i>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01/04/2019) 2. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования. 3. ГОСТ 21958-76. Система «человек-машина». Зал и кабины операторов. Взаимное расположение рабочих мест. Общие эргономические требования. 4. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. 5. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. 6. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. 7. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. 8. ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования. 9. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». 10. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки. 11. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. 12. ГН 2.1.6.2309 – 07. Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.
---	--

2.Производственная безопасность 2.1.Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2.Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1.Недостаточная освещенность рабочей зоны 2. Превышение уровня шума 3.Отсутствие или недостаток естественного света 4.Отклонение показателей микроклимата
3. Экологическая безопасность:	Утилизация отходов промышленного стружки, загрязняющих газов и загрязняющих жидкостей
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Наиболее вероятная чс – пожар. Оценка пожарной опасности помещения. План эвакуации.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Белоев Е.В.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л5А	Ли Кай		

ВВЕДЕНИЕ

Задачей данного раздела является выполнение и анализ вредных и опасных факторов труда инженера-технолога при разработке технологии изготовления оправки для шнеков, и разработка мер защиты от них, оценка условий труда микроклимата рабочей среды. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для обеспечения требований промышленной безопасности при проведении исследований органами государственного и ведомственного надзора были разработаны и утверждены правила безопасности при проведении отдельных видов работ или эксплуатации промышленного оборудования.

В процессе производственной деятельности работодатель обязан обеспечить выполнение установленных законодательством условий безопасности, в том числе:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;
- применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- приобретение и выдачу специальной одежды, специальной обуви, других средств индивидуальной защиты;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ;
- недопущение работников моложе 18 лет к работам на опасных производственных объектах; - применение режима сокращённого рабочего дня.

Для нарушителей промышленной безопасности субъекта к установленным требованиям дисциплины, материальной, административной и уголовной и финансовой ответственности за. Для того, чтобы привлечь юридическую ответственность за установление и регулирование трудового, административного, уголовного и гражданского законодательства Российской Федерации.

Федеральный государственный надзор за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, осуществляется федеральной инспекцией труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

В НИ ТПУ ведомственный контроль осуществляется отделом по охране труда. Действуя в соответствии с Типовым положением об уполномоченных профсоюзного комитета по охране труда (утвержденным постановлением Исполкома Генсовета ФНПР от 30 мая 1996 г. №3-8), организуется общественный контроль за соблюдением прав и интересов работников в области охраны труда. Руководство ТПУ обязано создавать соответствующие условия для работы уполномоченных профсоюзного комитета по охране труда.

4.1.2 организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места. Рабочее место должно соответствовать ГОСТ 12.2.032 – 92.

1) рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество;

2) рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте;

3) рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам.

Рекомендуются следующие цвета окраски помещений (СН 181 –70):

- потолок – белый или светлый цветной;
- стены – сплошные, светло-голубые;
- пол – темно-серый, темно-красный или коричневый.

Применение указанной палитры цветов обусловлено ее успокаивающим воздействием на психику человека, способствующим уменьшению зрительного утомления.

Согласно СН 245 – 71 объем помещений должен быть таким, чтобы на одного работающего приходилось не менее 15 м³ свободного пространства и не менее 4.5 м² площади.

Среди технических требований к рабочему месту инженера особенно важным является требование к освещенности, которая значительно влияет на эффективность трудового процесса. Поэтому необходимо обеспечить оптимальное сочетание общего и местного освещения.

Нормы естественного освещения установлены с учетом обязательной регулярной очистки стекол световых проемов не реже двух раз в год. Учитывая, что солнечный свет оказывает благоприятное воздействие на организм человека, необходимо максимально продолжительно использовать естественное освещение.

В соответствии с характером выполняемых работ, освещенность рабочего места по СНиП 11-4-79 должна быть 200 лк – общая освещенность и 300 лк – комбинированное освещение.

Ввиду важности данной проблемы для научной деятельности проведем расчет освещения исследовательской лаборатории.

В связи с тем, что проведение экспериментов занимает длительное время, работать в помещении лаборатории приходится как в светлое, так и в темное время суток, что неизбежно обуславливает необходимость использования искусственного освещения.

Освещение, правильно спроектированное и выполненное, предназначено для решения следующих вопросов: оно улучшает условия зрительной работы,

снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выполняемой работы на рабочем месте.

4.2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Анализ опасных и вредных производственных факторов

Таблица 1.1.

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разрабо тка	Изготов ление	Эксплуа тация	
1. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам. 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. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	

4.2.1. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Основной задачей светотехнических расчётов для искусственного освещения является определение требуемой мощности электрической осветительной установки для создания заданной освещённости.

Выбор светильников

Расчет освещенности рабочего места сводится к выбору системы освещения, определению необходимого числа светильников, их типа и размещения. Исходя из этого, рассчитаем параметры искусственного освещения.

Обычно искусственное освещение выполняется посредством электрических источников света двух видов: ламп накаливания и люминесцентных ламп. Будем использовать люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ:

- по спектральному составу света они близки к дневному, естественному свету;
- обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания);
- обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания);
- более длительный срок службы.

4.2.2 Превышение уровня шума

Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммуникация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное

воздействие интенсивного шума [выше 80 дБ(А)] на слух человека приводит к его частичной или полной потере.

Основным источником шума в кабинете являются вентиляторы блоков питания ЭВМ. Уровень шума колеблется от 35 до 40дБА. По СанПиН 2.2.2.542-96 при выполнении основной работы на ЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50дБА. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами

4.2.3 Отсутствие или недостаток естественного света

Естественный свет обладает высокой биологической и гигиенической ценностью, поскольку обладает благоприятным для человеческого зрения спектральным составом и положительно воздействует на психику человека – не прерывая ощущение связи человека с окружающим миром. Недостаток в искусственном освещении, а тем более его отсутствие, классифицируется в качестве вредного производственного фактора.

Люди нуждаются в естественном освещении, поскольку благодаря ему увеличивается комфортность среды обитания, улучшается самочувствие, повышается работоспособность и растет производительность труда. Именно поэтому в соответствии с требованиями СП 52.13330.2016 определяется нормативное количество естественного света в тех помещениях, где постоянно пребывают люди. В исключительных случаях возможно допущение недостатка или отсутствия естественного света, но при условии, что этот дефицит будет компенсирован за счет значительного увеличения нормируемых значений искусственной освещенности, что ведет к значительному росту расхода электроэнергии и экономически невыгодно.

Отсутствие естественного освещения в помещениях компенсируется обустройством адекватной системы искусственного освещения. Однако в помещениях с постоянным пребыванием людей желательно естественное освещение, поскольку отсутствие такового неблагоприятно воздействует на человека.

4.2.4 Отклонение показателей микроклимата

Для обеспечения безопасного производства работ необходимо соблюдать требования микроклимата рабочей зоны, определяемые ГОСТ 12.1.005-88 [39]. Показателями, характеризующими микроклимат, являются:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха;
- 4) интенсивность теплового излучения.

С целью создания нормальных условий для работы установлены нормы производственного микроклимата. В компьютерном классе согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [37] должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата (таблица 2.1).

таблица 2.1

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С не более	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Легкая 1а	22-24	40-60	0,1
Теплый	Легкая 1а	23-25	40-60	0,1

Мы можем использовать вытяжные вентиляторы, кондиционеры, увлажнители для поддержания этих стандартных значений.

4.3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Основными источниками загрязнения атмосферы на изготовлении оправки для шнеков являются сталеплавильные и чугуноплавильные агрегаты мартеновских, электроплавильных, конверторных и литейных цехов, а также топочные устройства печей и котельных всех назначений [5].

В литейном производстве воздух загрязняется пылью, окисью углерода, Много пыли образуется при работе землеподготовительного отделения, а также при транспортировке формовочной земли, заполнении землей опок и т.д.

Разнообразными, в том числе вредными для здоровья человека загрязнениями сопровождаются процессы пайки и сварки.

При работе металлорежущего оборудования с применением смазочно-охлаждающих жидкостей (эмульсий, масел) воздух загрязняется аэрозолями этих веществ. При обработке заготовок абразивным инструментом выделяется абразивная пыль.

Основные технологические процессы в машиностроении характеризуются довольно значительными шумом и вибрациями. Наиболее интенсивны шум и вибрации при работе технологического оборудования кузнечнопрессовых и штамповочных молотов и прессов.

Защита от вредных выбросов

Для защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий можно применять следующие меры:

1. полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам;
2. совершенствование технологических процессов и разработка нового оборудования с меньшим уровнем выбросов примесей и отходов в окружающую среду;
3. экологическая экспертиза всех видов производств и промышленной продукции;
4. замена токсичных отходов на нетоксичные;
5. замена не утилизируемых отходов на утилизируемые;
6. последствия промышленного загрязнения окружающей среды.

Защита от шума

Шум в окружающей среде создается одиночными или комплексными источниками, находящимися снаружи или внутри здания. [4].

Под воздействием шума, превышающего 85-90 дБА, снижается слуховая чувствительность [САНПИН 2.2.2. 542-96]. Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Человек, работая при шуме, привыкает к нему, но продолжительное действие сильного шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха [8].

Для снижения шума можно использовать следующие методы:

1. уменьшение шума в источнике;
2. изменение направленности излучения;
3. рациональная планировка предприятий и цехов;
4. акустическая обработка помещений;
5. уменьшение шума на пути его распространения.

Защита от электромагнитных полей

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови.

В лаборатории используются приборы, потребляющие напряжение 220В переменного тока с частотой 50Гц. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;
- при обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо не делая никаких самостоятельных исправлений сообщить ответственному за оборудование;
- запрещается загромождать рабочее место лишними предметами. При возникновении несчастного случая следует немедленно освободить пострадавшего от действия электрического тока и, вызвав врача, оказать ему необходимую помощь.

4.4. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧЕРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

4.4.1 Пожарная и взрывная безопасность

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС в процессе изготовления оправки для шнеков являются пожар или взрыв на рабочем месте. Пожарная опасность - возможность возникновения и (или) развития пожара, заключенная в каком-либо веществе, состоянии или процессе. ГОСТ 12.1.033-81.

Определяем категорию помещения по пожароопасности по НПБ 105-03. В данном случае помещение относится к категории Д - производства, связанного с обработкой несгораемых веществ и материалов в холодном состоянии.

Причиной возгорания могут быть следующие факторы:

- возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электрораспределительных щитов;
- возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;
- возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок;
- возгорание устройств искусственного освещения
- возгорание токсичных продуктов горения и термического разложения

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

- предотвращение пожаров;
- возгорание;
- локализация возникших пожаров;
- защита людей и материальных ценностей;
- тушение пожара.

Пожаром называют неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Основными причинами пожаров на производстве являются нарушение технологического режима работы оборудования, неисправность электрооборудования, плохая подготовка оборудования к ремонту,

самовозгорание различных материалов и др. В соответствии с нормативными документами (ГОСТ 12.1.044-84 «Пожарная безопасность» и ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность».

Для профилактики возникновения пожаров необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия [ГОСТ 12.1.004]:

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию. Рабочие места

размещены так, что расстояние между рабочими местами с видеотерминалами составляет более 4,07 м, расстояния между боковыми поверхностями порядка 1 м, что соответствует нормам, а поэтому дополнительных мер защиты не требуется;

- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников;
- иметь в помещениях и строениях, находящихся в их собственности (пользовании), первичные средства тушения пожаров и противопожарный инвентарь в соответствии с правилами пожарной безопасности и перечнями, утвержденными соответствующими органами местного самоуправления.

Технические мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения.

В кабинете имеется порошковый огнетушитель типа ОП–5 и находится пожарный щит, установлен рубильник, обесточивающий всю аудиторию, на двери аудитории приведен план эвакуации в случае пожара;

- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Так же необходимо предусмотреть наличие эвакуационных выходов для персонала. Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно

быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0.8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должна быть не менее 2 м.

4.4.2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и социального характера

В последние годы человечество испытывает большие неудобства и беды от многочисленных природных катастроф - наводнений и паводков, ураганных ветров и обильных ливней, устрашающих оползней и схода снежных лавин и ледников. Чрезвычайные природные ситуации периодически возникают и на территории Томской области. Интенсивные ливни, сильные морозы, продолжительные снегопады, поздние весенние и ранние осенние заморозки - вот неполный перечень особо опасных природных явлений, которые почти ежегодно встречаются в разных районах нашей области.

В качестве организационных мероприятий, проводимых с целью защиты населения от чрезвычайных ситуаций, производятся:

1. Планирование защиты населения и территорий от ЧС на уровне предприятия;
2. Планы эвакуации рабочих;
3. Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС;
4. Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности;
5. Подготовка работающих к действиям в условиях ЧС;
6. Наличие и поддержание в постоянной готовности системы общего оперативного и локального оповещения и информации о ЧС.

К инженерно-техническим мерам защиты от ЧС относят:

1. Проектирование, размещение, строительство и эксплуатация объектов инфраструктуры, в том числе и потенциально опасных;

2. Инженерное обеспечение защиты населения – строительство защитных сооружений (средств коллективной защиты);
3. Инженерное оборудование территории региона с учёта характера воздействия прогнозируемых ЧС;
4. Создание санитарно-защитных зон вокруг потенциально опасных объектов.

Безопасность социума представляет собой, во-первых, отсутствие опасностей и угроз в пределах некоторого приемлемого для общества риска, во-вторых, достаточную степень его устойчивости к ним, т. е. наличие определенного иммунитета, и, в-третьих, способность и готовность защищаться от этих опасностей и угроз, устранять их, восстанавливать состояние благополучия. В связи с этим для повышения уровня безопасности в социальной сфере необходимо обеспечить:

- совершенствование социальной системы и ее объектов (структур, институтов, организаций, отношений между ними, политики и т. п.);
- подготовку персонала, способного эффективно и целенаправленно работать над решением этой задачи;
- способность и готовность социальных структур и персонала к ликвидации последствий ЧС.

Выводы по разделу

В данном разделе мы рассмотрели вредные и опасные факторы, которые могут встречаться в промышленном производстве при изготовлении оправки для шнека, такие как свет, шум, вредные газы и промышленные отходы. Мы исследовали опасность этих факторов и их профилактические мероприятия, Необходима повышенная безопасность при обработке деталей

Список литературы

1. ГОСТ 15.101-98. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ [Текст]. – Введ. 2000–07–01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 11 с.
2. Аверьянов И.Н., Болотеин А.Н. Проектирование и расчет станочных и контрольно- измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учеб. пособие. – Рыбинск: РГАТА, 2010. – 220 с.
3. Ансеров М.А. Зажимные приспособления для токарных и круглошлифовальных станков. – М.: Государственное науч.-техническое изд-во машиностроительной лит-ры, 1948. – 92 с.
4. Белов Н.А. Безопасность жизнедеятельности. – М.: Знание, 2000. – 364 с.
5. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Высшая школа, 1983. – 256 с.
6. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 2. – М.: «Машиностроение», 2003. – 943 с.
7. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учеб. пособие. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 90 с.
8. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-

машиностроителя. – М., 1961. – 892 с.