

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали «Зубчатый венец»

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А61	Сю Цзяхао		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков В.С.	к. т. н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП	Былко́ва Т.В	к. ф. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ДоцентООД	Сечин А.И.	Д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

РуководительООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	к. т. н.		

Томск – 2021 г.

Результаты обучения

Код результата	Результат обучения
Общие по направлению подготовки (специальности)	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.

Профиль «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение

Отделение школы(НОЦ)Материаловедени

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП 15.03.01.

_____ Ефременков Е.А.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
154A71	Сю Цзяхао

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Зубчатый венец»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	21.04.2021 г. № 111-35/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Коротков В.С.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Былкóва Т.В
Социальная ответственность	Сечин А.И.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2020
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков В.С.	К. Т. Н.		16.12.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А71	Сю Цзяхао		16.12.2020

Томск – 2021 г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 138 страниц, 21 рисунок, 8 таблиц, 29 источников, 4 приложений.

Ключевые слова: токарная обработка, фрезерная обработка, сверление, технологический процесс, допуск, станочное приспособление.

Цель работы – Разработка технологического процесса изготовления зубчатого венца.

В ходе работ были проведены проектирование технологического процесса и проектирование станка, оценка эффективности использования ресурсов проекта, выявление вредных и опасных факторов производства и средств защиты от них. Для того, чтобы сделать чертежи, использовалась программа "Компас-3D".

В результате проведенного исследования было установлено, что проект обладает высокими технико-техническими и эксплуатационными характеристиками.

Область применения: машиностроение.

С экономической точки зрения, благодаря использованию лучшего и конкурентоспособного оборудования, проект эффективен, и в него лучше всего инвестировать.

Оглавление

Введение.....	10
1.Технологическая часть	11
1.1 Исходные данные.....	11
1.2 Определение типа производства.....	11
1.3 Анализ технологи-чности конструкции детали	18
1.4 Выбор исходной заготовки.....	19
1.5 маршрута изготовления детали.....	20
1.6 Размерный анализ технологического процесса.....	23
1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров.....	25
1.8 Допуски на технологические размеры.....	27
1.8.1 Расчет припусков на диаметральные размеры.....	31
1.8.2 Расчет припусков на осевые размеры.....	34
1.9 Расчёт технологических размеров.....	36
1.9.1 Расчет технологических размеров на диаметральные размеры.....	36
1.9.2 Расчет технологических размеров на осевые размеры.....	42
1.10 Выбор средств технологического оснащения.....	46
1.11 Расчет режимов резания.....	49
1.11.1 Токарная операция с ЧПУ: подрезать торец.....	50
1.11.2 Расточная операция с ЧПУ: Расточение отверстия.....	52
1.11.3 Токарная операция с ЧПУ: точить поверхность.....	55
1.11.4 Токарная операция с ЧПУ: подрезать поверхность.....	57
1.11.5 Токарная операция с ЧПУ: подрезать поверхность.....	60

1.11.6 Расточная операция с ЧПУ: Расточение отверстия.....	62
1.11.7 Расточная операция с ЧПУ: Расточение отверстия.....	65
1.11.8 Токарная операция с ЧПУ: подрезать торец.....	67
1.11.9 Токарная операция с ЧПУ: подрезать торец.....	70
1.11.10 Сверлильная операция: сверление отверстий.....	72
1.11.11 фрезерный станок: Фрезеровать.....	74
1.11.12 фрезерный станок: Нарезать резьбу.....	76
1.11.13 Сверлильная операция: сверление отверстий.....	79
1.11.14 фрезерный станок: Нарезать резьбу.....	81
1.12 Расчет основного времени.....	83
1.13 Определение штучно-калькуляционного времени.....	86
2.Конструкторская часть.....	90
2.1 Выбор режима резания.....	90
2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка Приспособления.....	90
2.3 Описание работы приспособления.....	91
2.4 Определить силу зажима, необходимую для токарная операции.....	92
3.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	98
3.1 Общая информация.....	98
3.2 Потенциальные потребители результатов исследования.....	98
3.3 Анализ конкурентных технических решений.....	99
3.4 SWOT-анализ.....	100
3.5 Возможные альтернативы проведения научных исследований.....	101

3.6 Структура работ в рамках научного исследования.....	102
3.7 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	106
3.8 Бюджет затрат научно-исследовательского проекта.....	110
3.9 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	110
4. Социальная ответственность.....	114
4.1 Производственная безопасность.....	115
4.1.1 Анализ условий труда на рабочем месте.....	116
4.1.2 Анализ показателей шума и вибрации.....	117
4.1.3 Анализ показателей микроклимата.....	118
4.1.4 Анализ освещенности рабочей зоны.....	119
4.1.5 Анализ электробезопасности.....	120
4.1.6 Анализ пожарной безопасности.....	122
4.2 Экологическая безопасность атмосферы.....	123
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	125
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	127
Заключение.....	130
Список использованных источников.....	131

Введение

Традиционно машиностроение является ведущей отраслью промышленности. Развитие инженерных технологий зависит не только от новой конструкции машины, но и от совершенствования технологии ее изготовления. Часто адаптивность дизайна определяет, будет ли он широко использоваться или нет.

Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления зубчатого венца для волнового редуктора. Работа содержит 4 части: технологическую, конструкторскую, экономическую и часть, отвечающую за социальную ответственность.

В технологии изготовления деталей определите тип производства, проанализируйте технологичность изготовления детали, выберите начальное название и метод изготовления, разработайте процесс обработки детали, технологический процесс, расчет допусков, припусков и Технические размеры, выбор оборудования и технологических процессов, расчет режима резания, расчет основного времени, определение поштучного времени.

В работе освещены вопросы экономики и безопасности жизнедеятельности.

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Исходные данные

Процесс разработки и изготовления изделия показан на рисунке 1

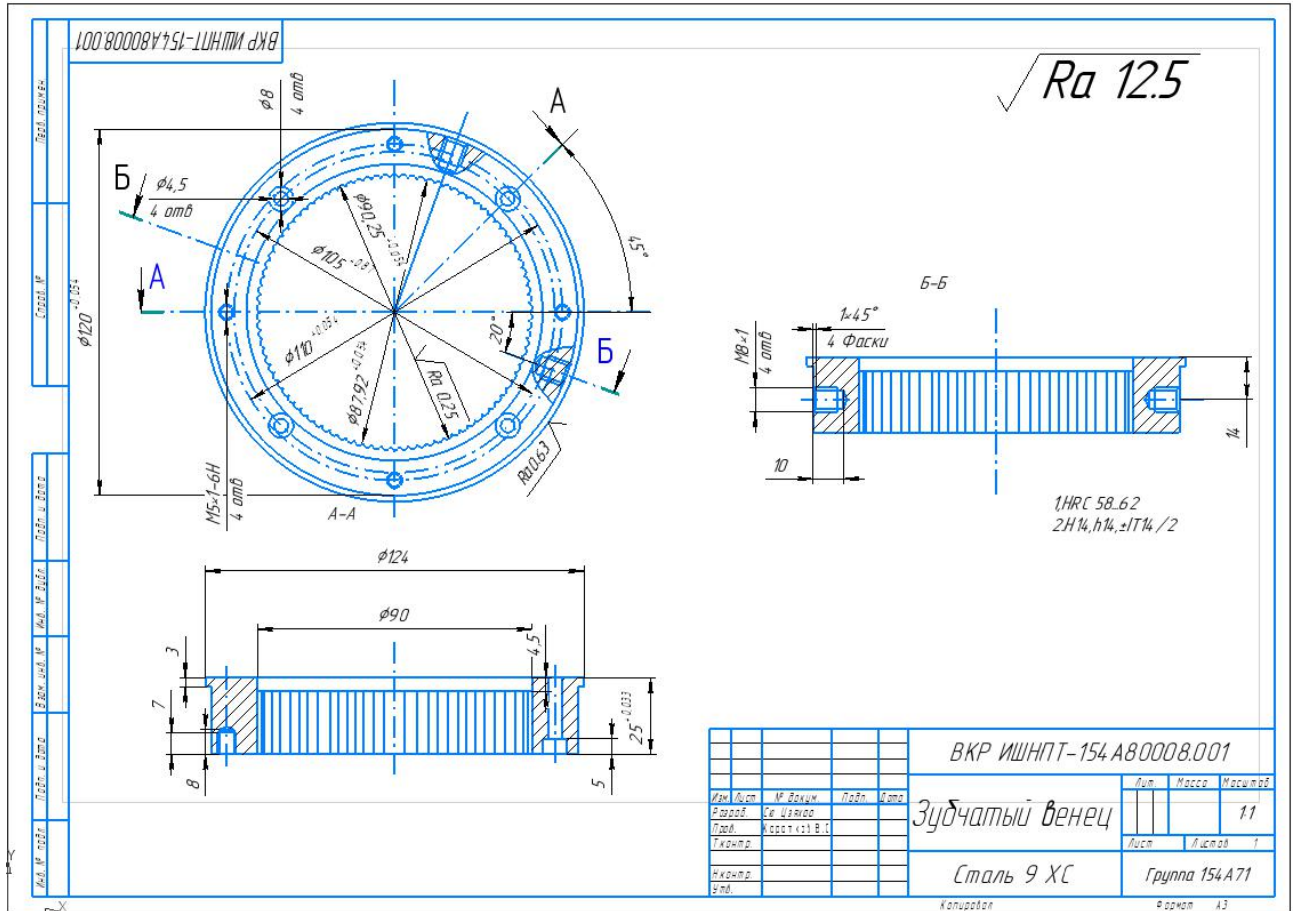


Рисунок 1 – Чертеж детали

Программа выпуска–1000шт/год.

1.2 Определение типа производства

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з.о}$, который показывает отношение всех различных технологических операций, определяем по формуле [1, стр. 19]:

$$K_{з.о} = \frac{t_b}{T_{ср}} \quad (1)$$

Где t_b – такт выпуска детали, мин.;

T_{cp} – среднее штучно – калькуляционное время Такт выпуска детали определяем по формуле [1, стр. 21]:

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} \quad (2)$$

Где F_r – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

N_r – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. 2.1.

[1, стр. 22] при двусменном режиме работы: $F_r = 4029$ ч.

Тогда:

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} = \frac{4029 \cdot 60}{1000} = 242 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n}, \quad (3)$$

Где $T_{ш.к i}$ – штучно-калькуляционное время i -ой основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

Штучно-калькуляционное время [3.с147]

$$T_{ш-к} = \varphi_K T_0 \cdot 10^{-3}$$

где T_0 – основное технологическое время, мин.

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

1. первая операция: переход 1: подрезать торец..
переход 2: расточить отверстие...
переход 3: точить поверхность
переход 4: подрезать торец
переход 5: подрезать поверхность
переход 6: расточить отверстие
переход 7: расточить отверстие.
переход 8: подрезать торец
переход 9: Точить поверхность.

Для первой операции (токарная с ЧПУ) $f_k=2,14$.

2. Вторая операция: переход 1: свернить отверсти
переход 2: фрезеровать отверсти.
переход 3: нарезать резьбы
переход 4: свернить отверсти.
переход 5: нарезать резьбы.

Для второй операции (фрезерный станок) $f_k=1,84$.

3. Третья операция: переход 1: электроэрозионная

- 1). Основное технологическое время первой операции определяем

$$\begin{aligned}
T_{шт.1} &= [0,037(D_3^2 - d_3^2) + 0,18 \cdot d_1 l_1 + 0,52 \cdot d_5 l_5 + 0,037 \cdot (D_4^2 - d_4^2) + 0,18 \\
&\quad \cdot d_6 l_6 + 0,17 \cdot d_2 l_2 + 0,075 \cdot d_7 l_7 + 0,17 \cdot d_8 l_8 + 0,18 \cdot d_9 l_9] \cdot 10^{-3} \\
&= [0,037(135^2 - 85^2) + 0,18 \times 135 \times 2 + 0,52 \times 1 \times 124 + 0,037 \\
&\quad \cdot (124^2 - 85^2) + 0,18 \times 88 \times 4 + 0,17 \times 85 \times 26 + 0,075 \times 89 \times 4,5 \\
&\quad + 0,17 \times 122 \times 21 + 0,18 \times 121 \times 22] \cdot 10^{-3} = 2,21
\end{aligned}$$

Где d – диаметр, мм

$D - d$ – разность наибольшего и наимельшего диаметров

обрабатываемого торца, мм

l – длина обрабатываемой поверхности, мм

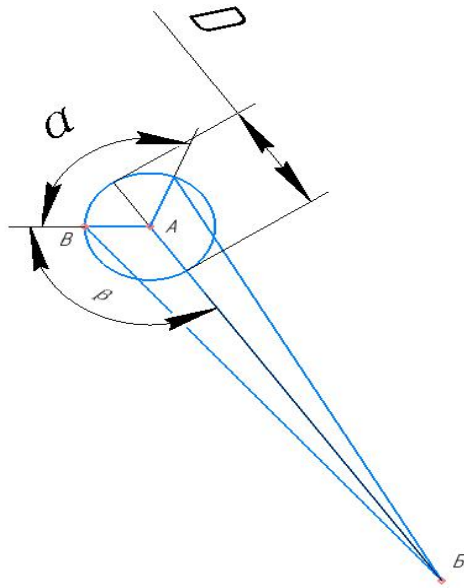
$$T_{ш-к1} = \varphi_{к1} T_{01} = 2,14 * 2,21 = 4,75 \text{ мин}$$

2). Основное технологическое время второго операции определяем

$$\begin{aligned}
T_{шт.2} &= [0,52d_1 l_1 + 0,17 \cdot d_2 l_2 + 0,4 \cdot d_3 l_3 + 0,52 \cdot d_4 l_4 + 0,4 \cdot d_5 l_5] \cdot 10^{-3} \\
&= [0,52 \times 5 \times 25 + 0,17 \times 9 \times 6 + 0,4 \times 6 \times 8 + 0,52 \times 6 \times 10 + 0,4 \\
&\quad \times 8 \times 10] \cdot 10^{-3} = 0,16
\end{aligned}$$

$$T_{ш-к2} = \varphi_{к2} T_{02} = 1,84 * 0,16 = 0.29 \text{ мин}$$

3). Основное технологическое время третьем операции определяем



D –Диаметр впадины α –Угол впадины

Основное время обработки делится на Время черновой обработки и Время чистовой обработки.

$$T = \frac{l}{v}$$

где l –длина обрабатываемой поверхности , v –скорость обработки для электроэрозионного станка

$$v_1=1,5\text{мм/мин} \quad v_2=1.0\text{мм/мин}$$

$$l = 60 \times \pi \times D \times \frac{\alpha}{360}$$

$$(AB)^2 = (AB)^2 + (BB)^2 - 2 \times AB \times BB \times \cos 3^\circ$$

$$\alpha = 360 - 2\beta$$

$$\cos \beta = \frac{(AB)^2 + (AB)^2 - (BB)^2}{2 \times AB \times BB}$$

$$AB = \frac{D}{2}$$

черновой обработки:

$$(AB)^2 = (AB)^2 + (BB)^2 - 2 \times AB \times BB \times \cos 3^\circ$$

$$\left(\frac{D_1}{2}\right)^2 = \left(45 - \frac{D_1}{2}\right)^2 + (43,8)^2 - 2 \times \left(45 - \frac{D_1}{2}\right) \times 43,8 \times 0,998$$

$$D_1 = 7,2 \text{ мм}$$

$$\cos \beta = \frac{(AB)^2 + (AB)^2 - (BB)^2}{2 \times AB \times BB}$$

$$\beta_1 = 130^\circ \alpha_1 = 100^\circ$$

$$l_1 = 60 \times \pi \times D_1 \times \frac{\alpha_1}{360} = 376,8 \text{ мм}$$

чистовой обработки:

$$(AB)^2 = (AB)^2 + (BB)^2 - 2 \times AB \times BB \times \cos 3^\circ$$

$$\left(\frac{D_2}{2}\right)^2 = \left(45,125 - \frac{D_2}{2}\right)^2 + (43,96)^2 - 2 \times \left(45,125 - \frac{D_2}{2}\right) \times 43,96 \times 0,998$$

$$D_2 = 7,4 \text{ мм}$$

$$\cos \beta = \frac{(AB)^2 + (AB)^2 - (BB)^2}{2 \times AB \times BB}$$

$$\beta_2 = 131^\circ \alpha_2 = 98^\circ$$

$$l_2 = 60 \times \pi \times D_2 \times \frac{\alpha_2}{360} = 379,5 \text{ мм}$$

$$T_{01} = \frac{l_1}{v_1} = \frac{376,8}{1,5} = 251,2 \text{ мин;}$$

$$T_{02} = \frac{l_2}{v_2} = \frac{379,5}{1,0} = 379,5 \text{ мин;}$$

$$T_{ш-кз} = T_o + T_1 = 630,7 \text{ мин}$$

где l – длина обрабатываемой поверхности, v – скорость обработки

T_{01} – время черновой обработки T_{02} – время чистовой обработки

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций

технологического процесса определяем по формуле (3):

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{ин}}{n} = \frac{4,75 + 0,29 + 630,7}{3} = 211,9 \text{ мин}$$

Тип производства определяем по формуле:

$$K_{3,0} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{242}{211,9} = 1,15$$

Так как $K_{3,0} = 1,15 < 10$ то есть тип производства: Мелкосерийное

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь-зубчатый венецсепаратора изготовлена из стали 9ХС. Деталь в основном обрабатываются на токарном станке и фрезерный станок, электроэрозинный станок.

В силу своего функционального назначения конструкция детали содержит минимальное количество поверхностей простых геометрических форм (цилиндрических и плоских). Количество единиц технических требований также минимально. Включает разность фаз между четверти отверстиями составляет 90 градусов($\varnothing 8$). Шероховатость поверхностей имеет параметр Ra12,5. Но шероховатость в диаметре 120H7 составляет Ra0,63, что требуют дополнительной чистовой обработки. Размеры на основной поверхности детали задаются, поэтому при обработке и контроле не требуется никаких дополнительных расчетов. Можно использовать универсальные измерительные приборы.

1.4 Выбор исходной заготовки

Учитывая технические характеристики материала опоры подшипника (Сталь 9ХС), его размеры и вес, требования к механическим свойствам (особых требований нет), а также тип производства (мелкосерийное), в качестве исходной заготовки мы выбрали поковку.

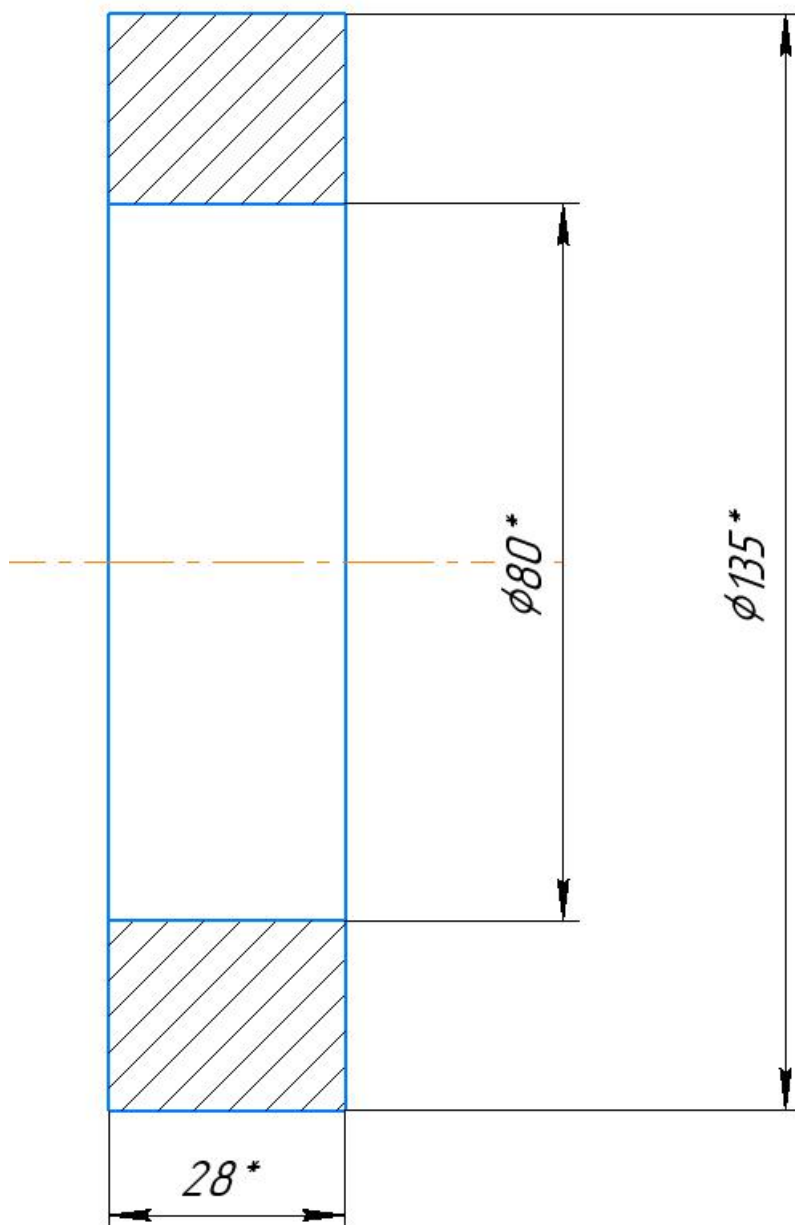


Рисунок 2– исходная заготовка

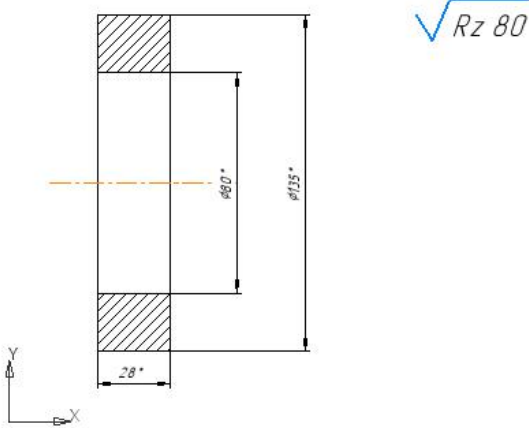
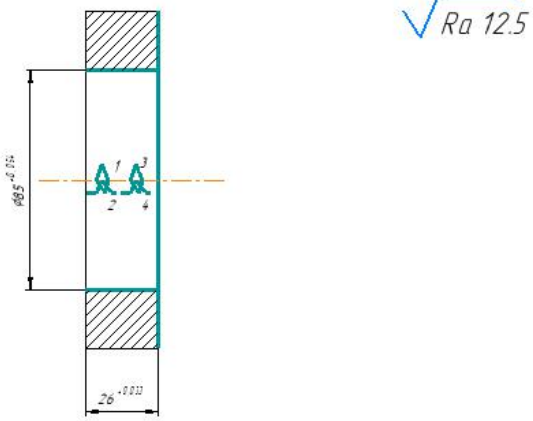
Таблица 1 Химический состав в % материала Стали 9ХС (по ГОСТ [ГОСТ 5950-2000](#))

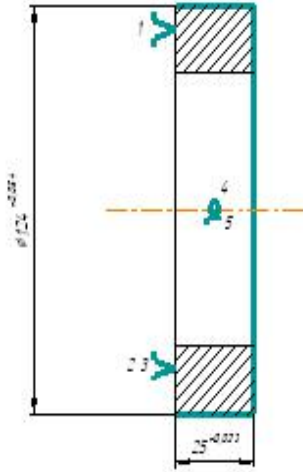
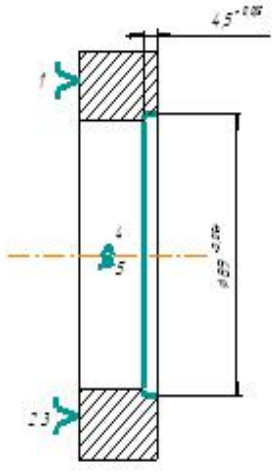
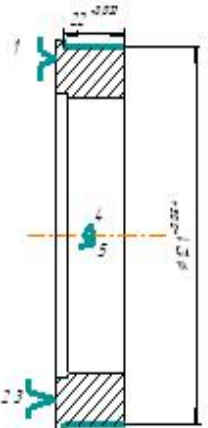
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr
0.85-0.95	1,2-1,6	0,3-0,6	До 0,35	До 0,03	До 0,03	0,95-1,25

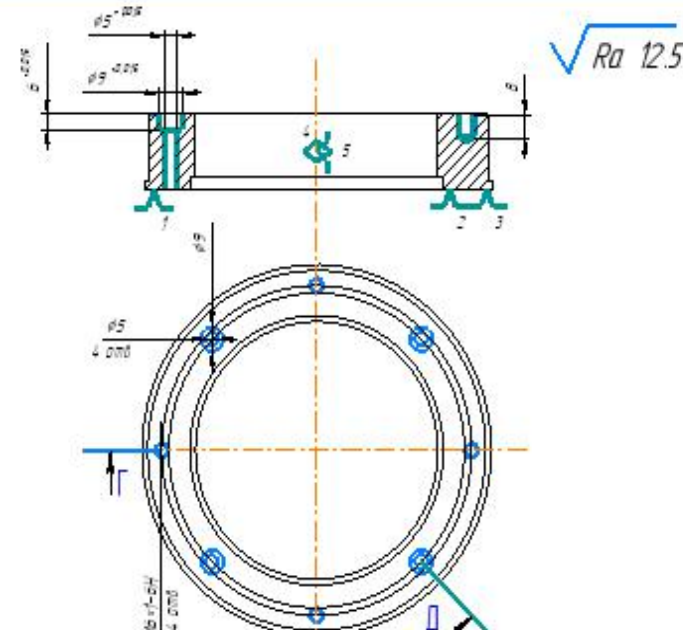
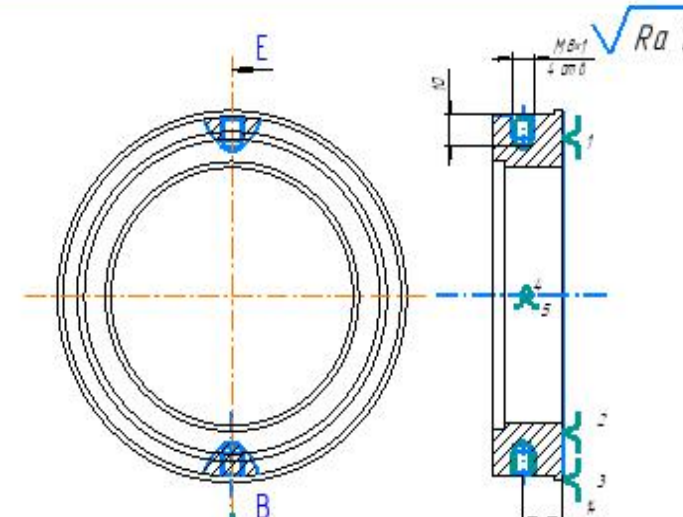
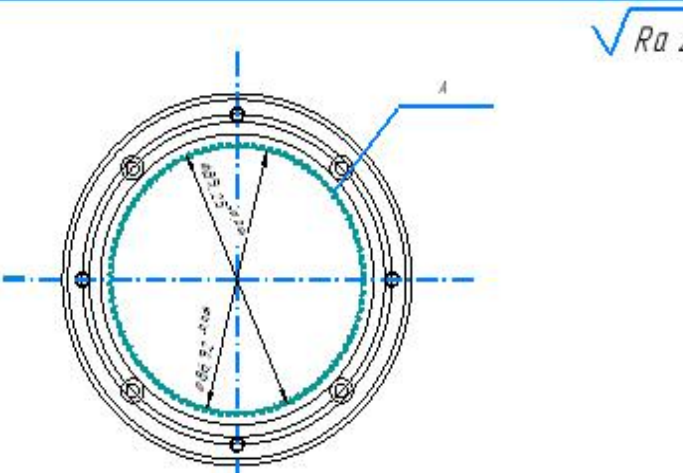
Таблица 2 Механические свойства Стали 9ХС

НВ(МПа)	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_B (МПа)	σ_5 (%)	K(Дж)
243	445	790	26	79

1.5 маршрута изготовления детали

<p>Заготовительная поковка</p>	
<p>Токарная</p> <p>Установить и закрепить заготовку</p> <p>1. Подрезать торец выдерживая размер $26 \pm 0,033$ мм</p> <p>2. Расточить отверстие, выдерживая размер $\Phi 85 \pm 0,054$ мм</p>	

<p>Вустанавіць і закрэпіць заготовку</p> <p>1) Точыць паверхню выдержківа размер $\varnothing 126\text{мм}$</p> <p>2) Падрэзаць торец выдержківа размер $25 \pm 0.03\text{мм}$</p> <p>3) Падрэзаць паверхню выдержківа размер $124 \pm 0.054\text{мм}$</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 12.5}$</p>
<p>Вустанавіць і закрэпіць заготовку</p> <p>1) Растачыць адверсціе выдержківа размер $\varnothing 88\text{мм } 3.5\text{мм}$</p> <p>2) Растачыць адверсціе выдержківа размер $\varnothing 89 \pm 0.054\text{мм } 4.5\text{мм}$</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 12.5}$</p>
<p>Вустанавіць і закрэпіць заготовку</p> <p>1) Падрэзаць торец выдержківа размер $24 \pm 0.033\text{мм } \varnothing 122\text{мм}$</p> <p>2) Точыць паверхню выдержківа размер $22 \pm 0.033\text{мм } \varnothing 121 \pm 0.054\text{мм}$</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 0.63}$</p>

<p>Фрезерная</p> <p>А установить и закрепить заготовку</p> <p>1 Сверлить 4 отверстия на прилад выдержкой размер $\varnothing 5 \pm 0.015$ мм</p> <p>2 Фрезеровать 4 отверстия выдержкой размер $\varnothing 9 \pm 0.015$ мм и глубину размер 6 ± 0.015 мм</p> <p>3 Сверлить 4 отверстия на глубину 6 мм и нарезать резьбу на глубину $M6 \times 1-6$</p>	 <p>$\sqrt{Ra\ 12.5}$</p>
<p>Б установить и закрепить заготовку</p> <p>1 Сверлить 4 отверстия на глубину 10 мм выдержкой размер $\varnothing 6$ мм</p> <p>2 Нарезать резьбы в 4 отверстия выдержкой размер $M8 \times 1$</p>	 <p>$\sqrt{Ra\ 12.5}$</p>
<p>Электроэрозия</p> <p>А установить и снять заготовку</p> <p>1 Обработать по поверхности А выдержкой размеры $\varnothing 89.25 \pm 0.054 - \varnothing 86.92 \pm 0.054$</p>	 <p>$\sqrt{Ra\ 2.5}$</p>

1.6 Размерный анализ технологического процесса

Размерная схема для изготовления изделия представляет собой набор технических размерных цепочек. Конечным звеном в итерационной технологической цепочке является предел обработки поверхности и проектные размеры, взятые непосредственно из чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепочке существуют составные звенья, которые являются техническими измерениями, полученными во всех операциях (переходах) обрабатываемого продукта.

На основе процесса изготовления "опоры подшипника" составляется размерная карта (как показано на рис. 3) со всеми осевыми техническими размерами, запасом обработки и проектными размерами, которые будут проверены во время работы.

Для облегчения составления размерной цепочки на основе расчетной схемы строится схема технической размерной цепочки. График схемы изготовления продольных размеров "опоры подшипника" показан на рис. 4.

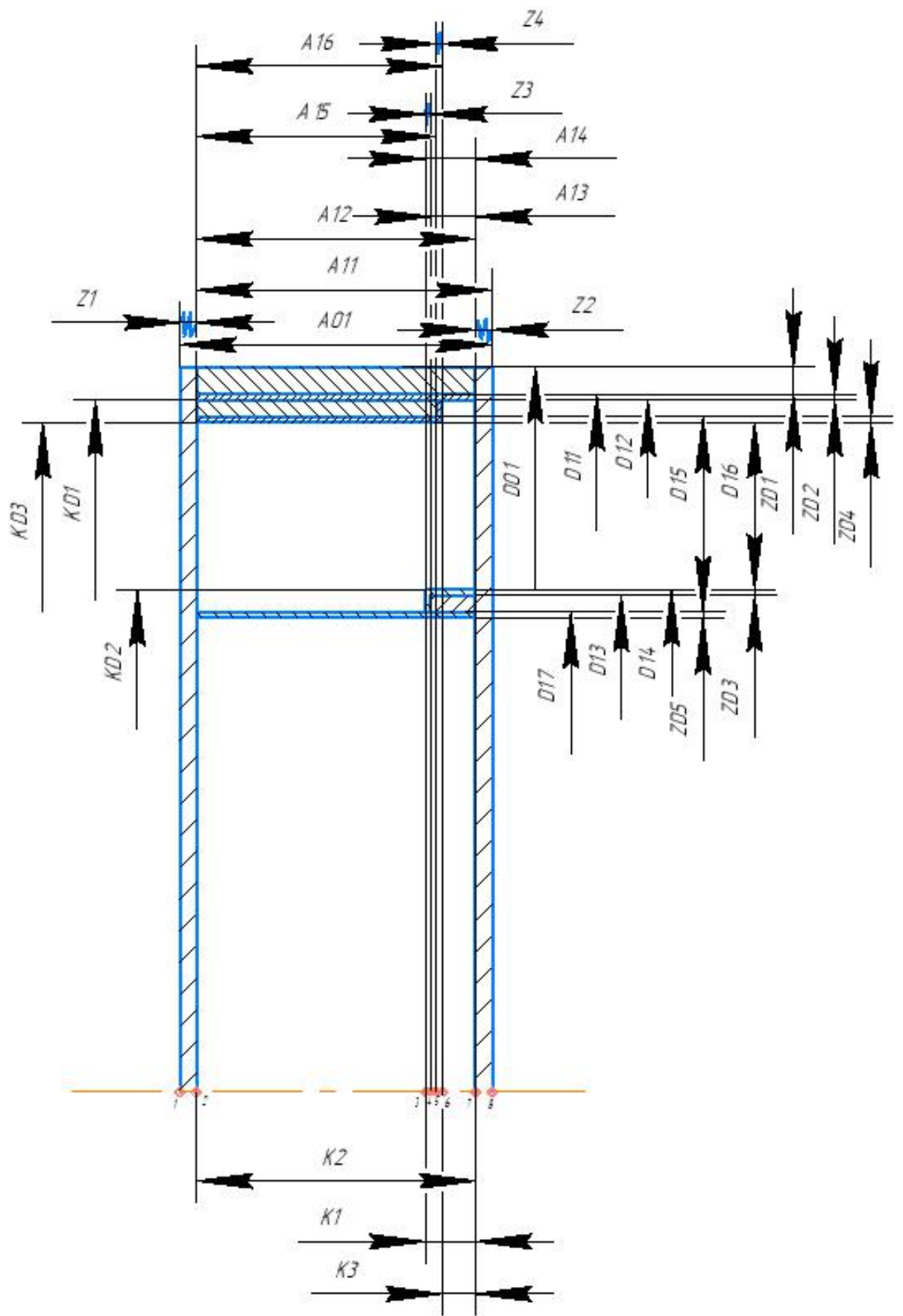


Рисунок 3 – Размерная схема

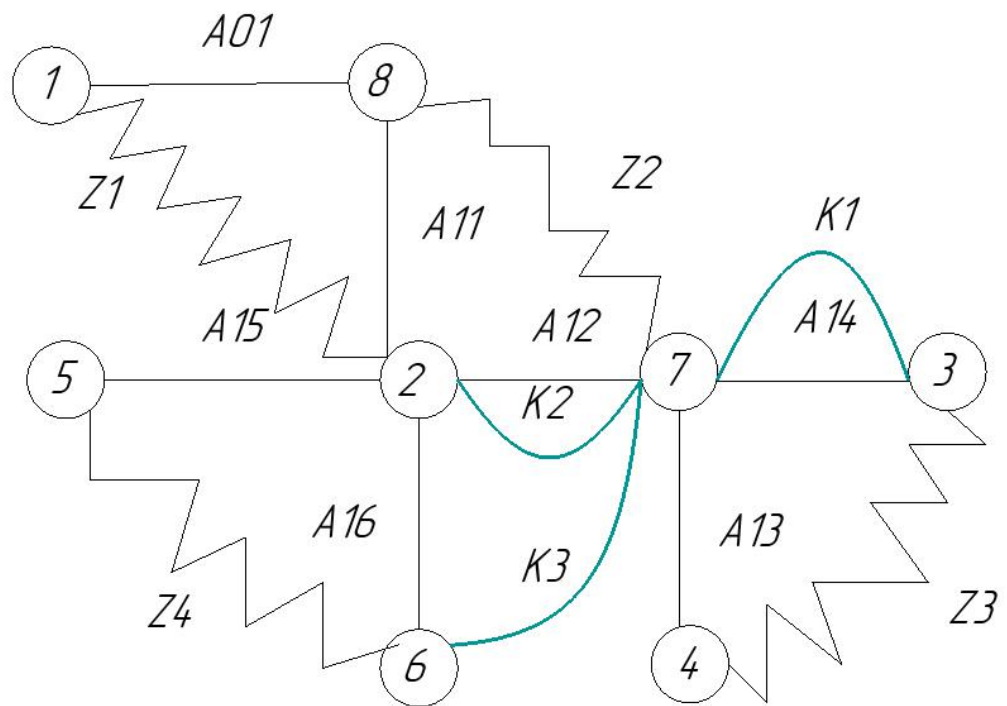


Рисунок 4-Граф технологических размерных цепей на правление Z

1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров

Допуски размеров конструкции:

Размер $K_1 = 4,5_{-0,3}$. Допуск $TK_1 = 0,3\text{ мм}$;

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

Размер $K_3 = 3_{-0,3}$. Допуск $TK_3 = 0,3\text{ мм}$;

Размер $K_{D1} = 124_{-1}$. Допуск $TK_{D1} = 1\text{ мм}$

Размер $K_{D2} = 90_{-0,87}$. Допуск $TK_{D2} = 0,87\text{ мм}$

Размер $K_{D3} = 120_{-1}$. Допуск $TK_{D3} = 1\text{ мм}$

Определение допусков на диаметральные технологические размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными статистической погрешности [2, стр. 38]:

$$TD_i = \omega_{ci}, \quad (5)$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм.0

Тогда назначаем допуски, руководствуясь [2, стр. 74 П1]:

$$TD_{1.1} = (86)_{-0,87} = 0,87 \text{ мм}$$

$$TD_{1.2} = (126)_{-1} = 1 \text{ мм}$$

$$TD_{1.3} = (124)_{-1} = 1 \text{ мм}$$

$$TD_{1.4} = 89_{-0,87} = 0,87 \text{ мм}$$

$$TD_{1.5} = 90_{-0,87} = 0,87 \text{ мм}$$

$$TD_{1.6} = (122)_{-1} = 1 \text{ мм}$$

$$TD_{1.7} = (120)_{-1} = 1 \text{ мм}$$

Допуски на размеры круглого проката:

$$TD_{0.1} = (130)_{-1} = 1 \text{ мм}$$

Определение допусков на осевые технологические Размеры

Допуск на размер после отрезки:

$$TA_{01} = 28_{-0,52} = 0,52 \text{ мм},$$

Допуски на осевые технологические размеры принимаются равными

из [2, стр. 38]:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{u.i-1} + \varepsilon_{\bar{oi}}, \quad (6)$$

где ω_{ci} – статическая погрешность, мм;

$\rho_{u.i-1}$ – пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм.

$\varepsilon_{\bar{oi}}$ – погрешность базирования, мм.

$$TA_{1.1} = 0,2 + 0,05 + 0 = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{1.2} = 0,2 + 0,05 + 0 = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{1.3} = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{1.4} = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{1.5} = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{1.6} = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

1.8 Допуски на технологические размеры

Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

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

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

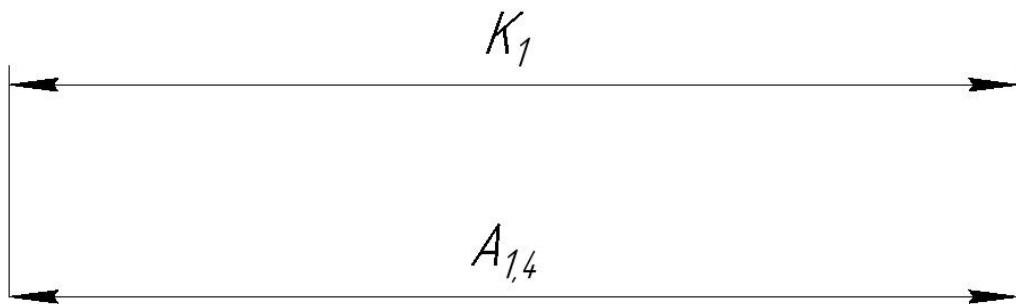


Рисунок 5–Размерная цепь для размера K_1

$$TK_1 = 0,3 \text{ мм}; \quad TA_{1,4} = 0,25 \text{ мм}$$

Размер K_1 выдерживается непосредственно.

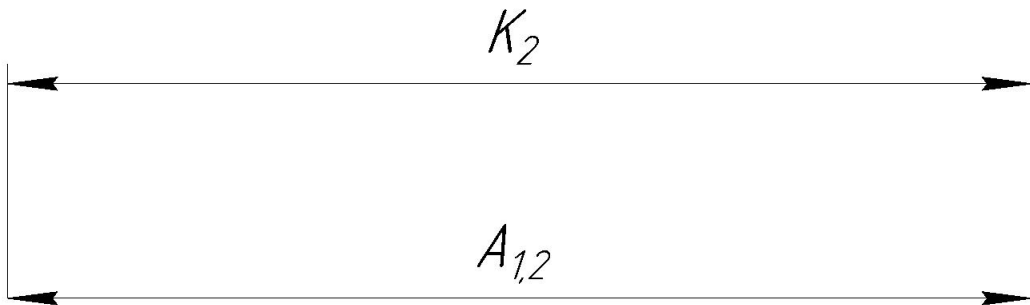


Рисунок 6–Размерная цепь для размера K_2

$$TK_2 = 0,52 \text{ мм}; \quad TA_{1,2} = 0,25 \text{ мм}$$

Размер K_2 выдерживается непосредственно.

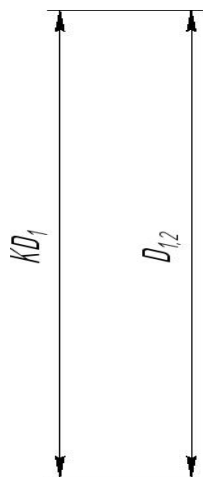


Рисунок 7–Размерная цепь для размера K_{D1}

$$TK_{D1} = 1 \text{ мм}; \quad TD_{1,2} = 1 \text{ мм}$$

Размер K_{D1} выдерживается непосредственно.

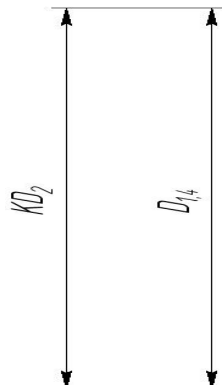


Рисунок 8–Размерная цепь для размера K_{D2}

$$TK_{D2} = 0,87 \text{ мм}; \quad TD_{1,4} = 0,87 \text{ мм}$$

Размер K_{D2} выдерживается непосредственно.

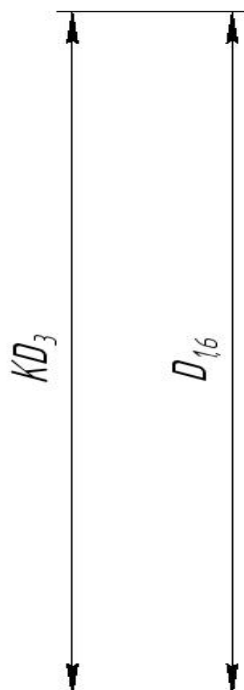


Рисунок 9–Размерная цепь для размера K_{D3}

$$TK_{D3} = 1 \text{ мм}; \quad TD_{1.6} = 1 \text{ мм}$$

Размер K_{D3} выдерживается непосредственно.

Расчёт припусков на обработку заготовки

Установление оптимальных припусков на обработку и технологических допусков на размеры заготовок по всем переходам имеет существенное технико-экономическое значение при разработке технологических процессов изготовления деталей машин. Преувеличенные припуски вызывают перерасход материала при изготовлении деталей и необходимость введения дополнительных технологических переходов, увеличивают трудоемкость процессов обработки, расход энергии и режущего инструмента, повышают себестоимость обработки детали. В результате недостаточных припусков возрастает брак, что повышает себестоимость выпускаемой продукции.

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

Припуски на обработку заготовки выбираются в зависимости от экономически принятого способа обработки, конфигурации изделия и его веса. Расчет припусков может производиться статистическим и аналитическим методом.

Аналитический метод заключается в анализе производственных погрешностей, возникающих при конкретных условиях выполнения обработки

заготовки, определяет величины элементов, составляющие припуска и их суммирование.

Общий припуск – слой металла для обработки и получения необходимой геометрии и шероховатости изделия. Промежуточный припуск – слой металла для технологического перехода. Величина припуска должна быть достаточной чтобы удалить дефектный слой металла с заготовки, а так же для компенсации погрешности установки и базирования детали. Расчетно-аналитический метод более приближает заготовку к размерам детали, уменьшая слой металла на припуск перед другими методами.

1.8.1 Расчет припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [2, стр. 48]:

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

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

Rz_{i-1} – шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

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

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

ε_i – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки), мкм.

Припуски Z_1^D :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1min}^D = 2 \cdot (80 + 50 + \sqrt{70^2 + 130^2}) = 555 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_1^D = TD_{0.1} + TD_{1.1} = 1000 + 1000 = 2000 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1max}^D = Z_{1min}^D + TZ_1^D = 555 + 2000 = 2555 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1cp}^D = \frac{Z_{1min}^D + Z_{1max}^D}{2} \pm \frac{TZ_1^D}{2} = \frac{555 + 2555}{2} \pm \frac{2000}{2} = 1555 \pm 1000 \text{ мкм.}$$

Припуски Z_2^D :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{2min}^D = 2 \cdot (40 + 60 + \sqrt{55^2 + 130^2}) = 482 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_2^D = TD_{1.1} + TD_{1.2} = 1000 + 1000 = 2000 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{2max}^D = Z_{2min}^D + TZ_2^D = 482 + 2000 = 2482 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2cp}^D = \frac{Z_{2min}^D + Z_{2max}^D}{2} \pm \frac{TZ_2^D}{2} = \frac{482 + 2482}{2} \pm \frac{2000}{2} = 1482 \pm 1000 \text{ мкм.}$$

Припуски Z_3^D :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{3min}^D = 2 \cdot \left(25 + 30 + \sqrt{22^2 + 50^2} \right) = 219 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_3^D = TD_{1.3} + TD_{1.4} = 870 + 870 = 1740 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{3max}^D = Z_{3min}^D + TZ_3^D = 219 + 1740 = 1959 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{3cp}^D = \frac{Z_{3min}^D + Z_{3max}^D}{2} \pm \frac{TZ_3^D}{2} = \frac{219 + 1959}{2} \pm \frac{1740}{2} = 1089 \pm 870 \text{ мкм.}$$

Припуски Z_4^D :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{4min}^D = 2 \cdot \left(6 + 10 + \sqrt{7^2 + 50^2} \right) = 132 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_4^D = TD_{1.6} + TD_{1.4} = 1000 + 1000 = 2000 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{4max}^D = Z_{4min}^D + TZ_4^D = 132 + 2000 = 2132 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{4cp}^D = \frac{Z_{4min}^D + Z_{4max}^D}{2} \pm \frac{TZ_4^D}{2} = \frac{132 + 2132}{2} \pm \frac{2000}{2} = 1132 \pm 1000 \text{ мкм.}$$

Припуски Z_5^D :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{5min}^D = 2 \cdot \left(6 + 10 + \sqrt{7^2 + 50^2} \right) = 132 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_5^D = TD_{1,7} + TD_{1,1} = 870 + 870 = 1740 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{5max}^D = Z_{5min}^D + TZ_5^D = 132 + 1740 = 1872 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{5cp}^D = \frac{Z_{5min}^D + Z_{5max}^D}{2} \pm \frac{TZ_5^D}{2} = \frac{132 + 1872}{2} \pm \frac{1740}{2} = 1002 \pm 870 \text{ мкм.}$$

1.8.2 Расчет припусков на осевые размеры

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле из [2, стр. 48]:

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

Припуски Z_1 :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1min} = 80 + 50 + 60 = 190 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_1 = TA_{0,1} + TA_{1,1} = 520 + 250 = 770 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1max} = Z_{1min} + TZ_1 = 190 + 770 = 960 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1cp} = \frac{Z_{1max} + Z_{1min}}{2} \pm \frac{TZ_1}{2} = \frac{960 + 190}{2} \pm \frac{770}{2} = 575 \pm 385 \text{ мкм.}$$

Припуски Z_2 :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{2_{min}} = 40 + 60 + 50 = 150 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_2 = TA_{1,1} + TA_{1,2} = 250 + 250 = 500 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{2_{max}} = Z_{2_{min}} + TZ_2 = 150 + 500 = 650 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2_{cp}} = \frac{Z_{2_{max}} + Z_{2_{min}}}{2} \pm \frac{TZ_2}{2} = \frac{650 + 150}{2} \pm \frac{500}{2} = 400 \pm 250 \text{ мкм.}$$

Припуски Z_3 :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{3_{min}} = 25 + 30 + 35 = 90 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_3 = TA_{1,3} + TA_{1,4} = 100 + 100 = 200 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{3_{max}} = Z_{3_{min}} + TZ_3 = 90 + 200 = 290 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{3_{cp}} = \frac{Z_{3_{max}} + Z_{3_{min}}}{2} \pm \frac{TZ_3}{2} = \frac{90 + 290}{2} \pm \frac{200}{2} = 190 \pm 100 \text{ мкм.}$$

Припуски Z_4 :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{4_{min}} = 10 + 20 + 30 = 60 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_4 = TA_{1,5} + TA_{1,6} = 100 + 100 = 200 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{4_{max}} = Z_{4_{min}} + TZ_4 = 60 + 200 = 260 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{4_{cp}} = \frac{Z_{4_{max}} + Z_{4_{min}}}{2} \pm \frac{TZ_4}{2} = \frac{260 + 60}{2} \pm \frac{200}{2} = 160 \pm 100 \text{ мкм.}$$

1.9 Расчёт технологических размеров

1.9.1 Расчет технологических размеров на диаметральные размеры

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

Вычерчиваем размерные цепи для обработки наружной поверхности $\text{Ø}125_{-1}^1$

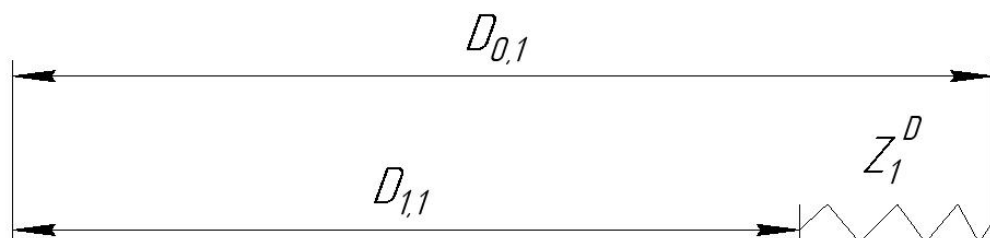


Рисунок 10–Размерные цепи для расчета технологических размеров

Технологический размер $D_{1,1} = \text{Ø}125_{-1}^1$ мм.

Находим технологический размер $D_{0.1}$:

$$D_{1.1_{cp}} = 125 + \frac{1}{2} = 124,5 \text{ мм.}$$

$$D_{0.1_{cp}} = D_{1.1_{cp}} + Z_{1cp}^D = 124,5 + 1,555 = 126,055 \text{ мм}$$

Так как

$$TD_{0.1} = 1 \text{ мм, то } D_{0.1_{расч}} = (126,055)_{-1} \text{ мм.}$$

Округляем номинальный размер в большую сторону (так как это охватываемый размер) с точностью до десятых долей миллиметра:

$$D_{0.1} = (130)_{-1} \text{ мм.}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска:

$$Z_{1max}^D = D_{0.1max} - D_{1.1min} = 130 - 124 = 6 \text{ мм.}$$

$$Z_{1min}^D = D_{0.1min} - D_{1.1max} = 129 - 125 = 4 \text{ мм.}$$

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

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

$$t_{1max} = \frac{Z_{1max}^D}{2} = \frac{6}{2} = 3 \text{ мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

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

Средняя глубина резания t_{cp} (необходима для расчета скорости резания):

$$t_{1cp} = \frac{t_{1max} + t_{1min}}{2} = \frac{(3 + 2)}{2} = 2,5 \text{ мм.}$$

Вычерчиваем размерные цепи для обработки наружной поверхности $\text{Ø}125_{-1}$

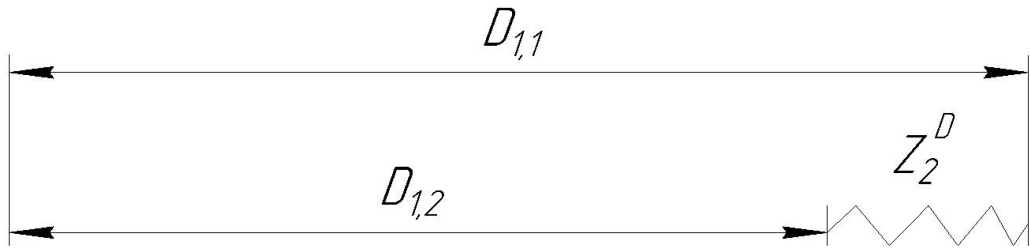


Рисунок 11– Размерные цепи для расчета технологических размеров

Технологический размер $D_{1,2} = \text{Ø}124_{-1}$ мм.

Находим технологический размер $D_{1,1}$:

$$D_{1,2_{cp}} = 123,5 \text{ мм.}$$

$$D_{1,1_{cp}} = D_{1,2_{cp}} + Z_{2_{cp}}^D = 123,5 + 1,482 = 124,982 \text{ мм.}$$

Так как $TD_{1,1} = 1 \text{ мм}$, то $D_{1,2_{расч}} = 124,982_{(-1)}^0 \text{ мм}$.

Округляем номинальный размер в меньшую сторону (так как это охватываемый размер) с точностью до сотых долей миллиметра:

$$D_{1,1} = 125_{(-1)}^0 \text{ мм.}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска:

$$Z_{3_{max}}^D = D_{1,1_{max}} - D_{1,2_{min}} = 125 - 123 = 2 \text{ мм.}$$

$$Z_{3_{min}}^D = D_{1,1_{min}} - D_{1,2_{max}} = 124 - 124 = 0 \text{ мм.}$$

Наибольшая глубина резания: $t_{3_{max}} = \frac{Z_{3_{max}}^D}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ мм.}$

Наименьшая глубина резания: $t_{3_{min}} = \frac{Z_{3_{min}}^D}{2} = 0 \text{ мм.}$

Средняя глубина резания:

$$t_{3_{cp}} = \frac{t_{3_{max}} + t_{3_{min}}}{2} = \frac{(1 + 0)}{2} = 0,5 \text{ мм.}$$

Вычерчиваем размерные цепи для обработки отверстия $\text{Ø}89_{-0,87}$

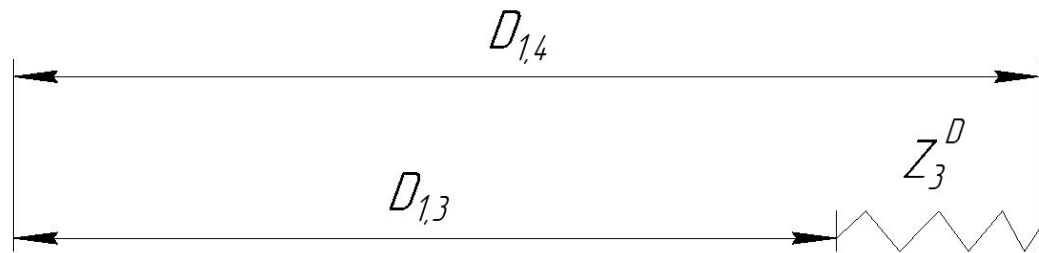


Рисунок 12–Размерная цепь для расчета технологического размера при обработке отверстия

Технологический размер $D_{1,3} = \text{Ø}89_{-0,87}$ мм.

$$D_{1,3_{cp}} = 88,565 \text{ мм.}$$

$$D_{1,4_{cp}} = D_{1,3_{cp}} + Z_{3_{cp}}^D = 88,565 + 1,254 = 89,819 \text{ мм.}$$

Так как $TD_{1,4} = 0,87 \text{ мм}$, то $D_{1,4_{расч}} = 89,819_{-0,87} \text{ мм}$.

Округляем номинальный размер в меньшую сторону (так как это охватываемый размер) с точностью до сотых долей миллиметра:

$$D_{1,4} = 90_{-0,87} \text{ мм.}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска:

$$Z_{3_{max}}^D = D_{1,4_{max}} - D_{1,3_{min}} = 1,87 \text{ мм.}$$

$$Z_{3_{min}}^D = D_{1,4_{min}} - D_{1,3_{max}} = 0,13 \text{ мм.}$$

Наибольшая глубина резания: $t_{3_{max}} = \frac{Z_{3_{max}}^D}{2} = \frac{1,87}{2} = 0,935 \text{ мм.}$

Наименьшая глубина резания: $t_{3_{min}} = \frac{Z_{3_{min}}^D}{2} = \frac{0,13}{2} = 0,065 \text{ мм.}$

Средняя глубина резания:

$$t_{3_{cp}} = \frac{t_{3_{max}} + t_{3_{min}}}{2} = \frac{(0,935 + 0,065)}{2} = 1 \text{ мм.}$$

Вычерчиваем размерные цепи для обработки отверстия

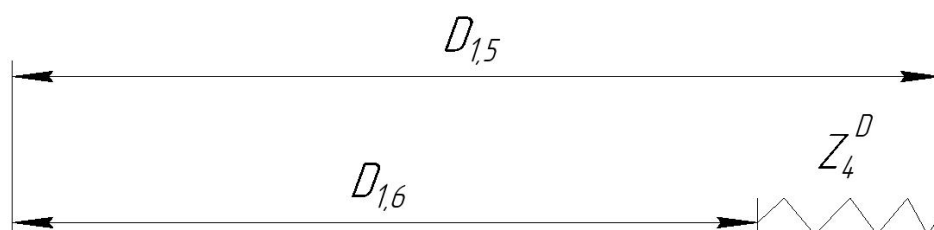


Рисунок 13– Размерная цепь для расчета технологического размера при обработке отверстия

$$D_{1,5} = 122_{-1} \text{ мм}$$

$$D_{1,5_{cp}} = 121,5 \text{ мм}$$

$$D_{1,6_{cp}} = D_{1,5_{cp}} - Z_{4_{cp}}^D = 121,5 - 1,132 = 120,368 \text{ мм.}$$

Так как $TD_{1,2} = 1 \text{ мм}$, то $D_{1,2_{расч}} = 120,368_{-1} \text{ мм}$.

Округляем номинальный размер в меньшую сторону (так как это охватывающий размер) с точностью до сотых долей миллиметра:

$$D_{1,2} = 120_{-1} \text{ мм.}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска:

$$Z_{6_{max}}^D = D_{1,5_{max}} - D_{1,6_{min}} = 122 - 119 = 3 \text{ мм.}$$

$$Z_{6_{min}}^D = D_{1,5_{min}} - D_{1,6_{max}} = 121 - 120 = 1 \text{ мм.}$$

Наибольшая глубина резания: $t_{6_{max}} = \frac{Z_{6_{max}}^D}{2} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ мм.}$

Наименьшая глубина резания: $t_{6_{min}} = \frac{Z_{6_{min}}^D}{2} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ мм.}$

Средняя глубина резания:

$$t_{2cp} = \frac{t_{6max} + t_{6min}}{2} = \frac{(1,5 + 0,5)}{2} = 1 \text{ мм.}$$

Вычерчиваем размерные цепи для обработки отверстия

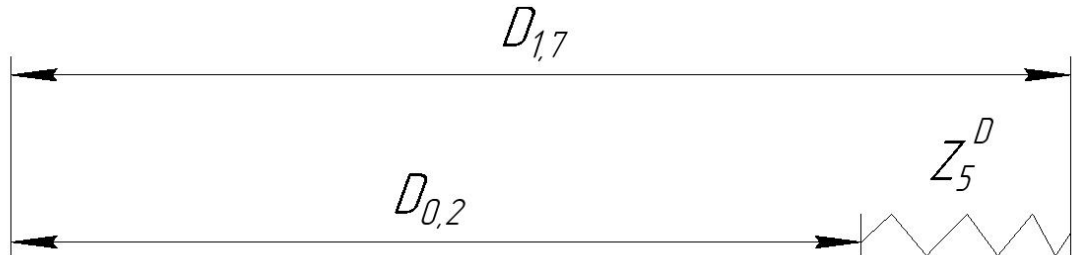


Рисунок 14– Размерная цепь для расчета технологического размера при обработке отверстия

Технологический размер $D_{0,2} = \text{Ø}85_{-0,87}$ мм.

$$D_{0,2cp} = 84,565 \text{ мм.}$$

$$D_{1,7cp} = D_{0,2cp} + Z_{5cp}^D = 84,565 + 1,002 = 85,567 \text{ мм.}$$

Так как $TD_{1,3} = 0,87 \text{ мм}$, то $D_{1,3расч} = 85,567_{-0,87} \text{ мм}$.

Округляем номинальный размер в меньшую сторону (так как это охватываемый размер) с точностью до сотых долей миллиметра:

$$D_{1,7} = 86_{-0,87} \text{ мм.}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска:

$$Z_{5max}^D = D_{1,7max} - D_{0,2min} = 1,87 \text{ мм.}$$

$$Z_{5min}^D = D_{1,7min} - D_{0,2max} = 0,13 \text{ мм.}$$

Наибольшая глубина резания: $t_{5max} = \frac{Z_{5max}^D}{2} = \frac{1,87}{2} = 0,935 \text{ мм.}$

Наименьшая глубина резания: $t_{5min} = \frac{Z_{5min}^D}{2} = \frac{0,13}{2} = 0,065 \text{ мм.}$

Средняя глубина резания:

$$t_{5_{cp}} = \frac{t_{5_{max}} + t_{5_{min}}}{2} = \frac{(0,935 + 0,065)}{2} = 1 \text{ мм.}$$

1.9.2 Расчет технологических размеров на осевые размеры

Вычерчиваем размерные цепи для обработки поверхности $A_{0.1}$

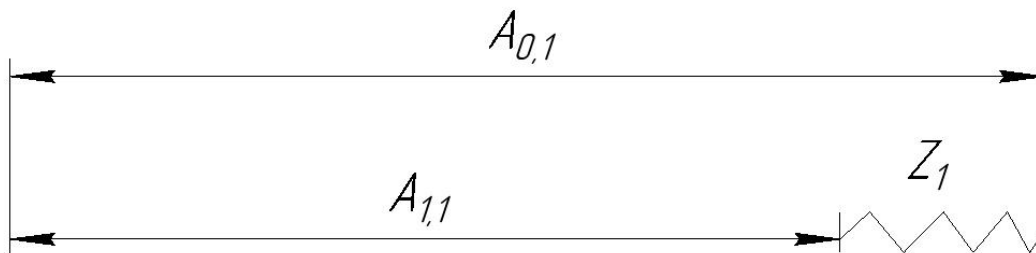


Рисунок 15– Размерные цепи для расчета технологических размеров

Технологический размер $A_{0.1} = 28_{-0,52}$ мм – принятый технологический размер.

Находим технологический размер $A_{1.3}$:

$$A_{0.1_{cp}} = 27,74 \text{ мм.}$$

$$A_{1.1_{cp}} = A_{0.1_{cp}} - Z_{1_{cp}} = 27,74 - 0,575 = 27,165 \text{ мм.}$$

Так как $TA_{1.1} = 0,25$ мм, то $A_{1.3_{расч}} = 27,165_{-0,25}$ мм.

Округляем номинальный размер в большую сторону (так как это охватываемый размер) с точностью до сотых долей миллиметра:

$$A_{1.1} = 26_{-0,25} \text{ мм.}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при черновом точении:

$$Z_1 = A_{0.1_{max}} - A_{1.1_{min}} = 2,25 \text{ мм.}$$

$$Z_1 = A_{0.1_{min}} - A_{1.1_{max}} = 1,48 \text{ мм.}$$

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

Средняя глубина резания t_{cp} (необходима для расчета скорости резания):

$$t_{3_{cp}} = \frac{t_{3_{max}} + t_{3_{min}}}{2} = \frac{(2,25 + 1,48)}{2} = 1,86 \text{ мм.}$$

Вычерчиваем размерные цепи для обработки поверхности $A_{1.1}$

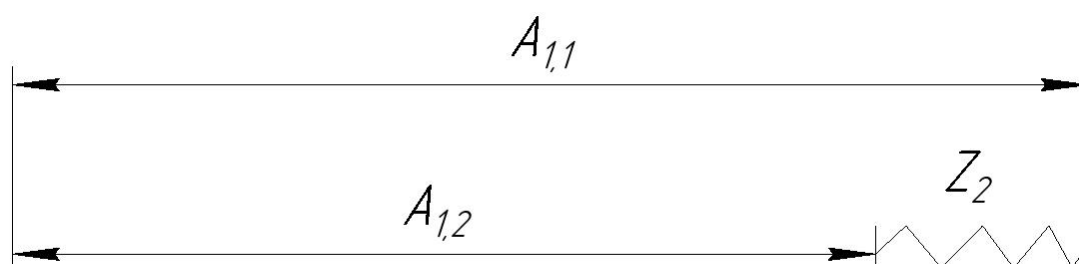


Рисунок 16– Размерные цепи для расчета технологических размеров

Находим технологический размер $A_{1.1}$:

$$A_{1.1_{cp}} = 25,875 \text{ мм.}$$

$$A_{1.2_{cp}} = A_{1.1_{cp}} + Z_{2_{cp}} = 25,875 - 0,4 = 25,475 \text{ мм.}$$

Так как $TA_{1.2} = 0,25(-0,25)$ мм, то $A_{1.1_{расч}} = 25,475(-0,25)$ мм.

Округляем номинальный размер в большую сторону (так как это охватываемый размер) с точностью до сотых долей миллиметра:

$$A_{1.2} = 25(-0,25) \text{ мм.}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при черновом точении:

$$Z_{2_{max}} = A_{1.1_{max}} - A_{1.2_{min}} = 26 - 24,25 = 1,25 \text{ мм.}$$

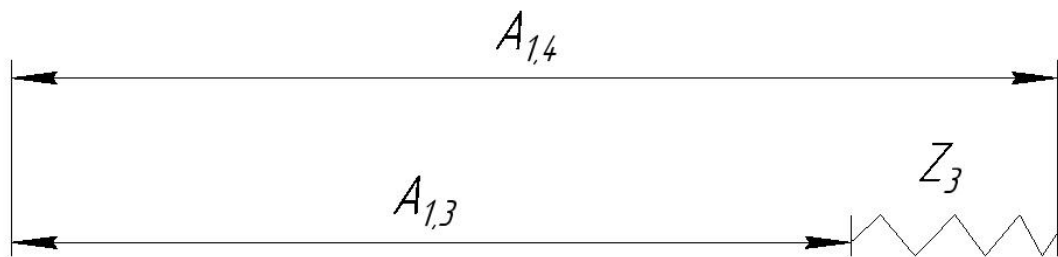
$$Z_{2_{min}} = A_{1.1_{min}} - A_{1.2_{max}} = 25,75 - 25 = 0,75 \text{ мм.}$$

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

Средняя глубина резания t_{cp} (необходима для расчета скорости резания):

$$t_{2cp} = \frac{t_{2max} + t_{2min}}{2} = \frac{(1,25 + 0,75)}{2} = 1 \text{ мм.}$$

Вычерчиваем размерные цепи для обработки поверхности



$A_{1.3}$.

Рисунок 17–Размерные цепи для расчета технологических размеров

Находим технологический размер $A_{1.3}$:

$$A_{1.3cp} = 3,95 \text{ мм.}$$

$$A_{1.4cp} = A_{1.3cp} + Z_{3cp} = 3,95 + 0,19 = 4,14 \text{ мм.}$$

Так как $TA_{1.4} = 0,1 \text{ мм}$, то $A_{1.4расч} = 4,14(-_{0,1}) \text{ мм}$.

Округляем номинальный размер в большую сторону (так как это охватываемый размер) с точностью до сотых долей миллиметра:

$$A_{1.4} = 4,5(-_{0,1}) \text{ мм.}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при черновом точении:

$$Z_{3max} = A_{1.4max} - A_{1.3min} = 0,6 \text{ мм.}$$

$$Z_{3min} = A_{1.4min} - A_{1.3max} = 0,4 \text{ мм.}$$

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

Средняя глубина резания t_{cp} (необходима для расчета скорости резания):

$$t_{3cp} = \frac{t_{3max} + t_{3min}}{2} = 0,5 \text{ мм.}$$

Вычерчиваем размерные цепи для обработки поверхности $A_{1.3}$

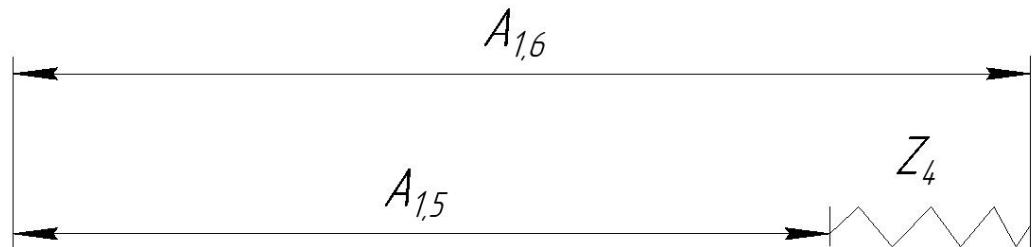


Рисунок 18– Размерные цепи для расчета технологических размеров

Находим технологический размер $A_{1.5}$:

$$A_{1.5cp} = 20,95 \text{ мм.}$$

$$A_{1.6cp} = A_{1.5cp} + Z_{4cp} = 20,95 + 0,16 = 21,11 \text{ мм.}$$

Так как $TA_{1.6} = 0,1 \text{ мм}$, то $A_{1.4расч} = 21,11(-0,1) \text{ мм}$.

Округляем номинальный размер в большую сторону (так как это охватываемый размер) с точностью до сотых долей миллиметра:

$$A_{1.6} = 22(-0,1) \text{ мм.}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при черновом точении:

$$Z_{4max} = A_{1.6max} - A_{1.5min} = 1,1 \text{ мм.}$$

$$Z_{4min} = A_{1.6min} - A_{1.5max} = 0,9 \text{ мм.}$$

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

Средняя глубина резания t_{cp} (необходима для расчета скорости резания):

$$t_{4cp} = \frac{t_{4max} + t_{4min}}{2} = 1 \text{ мм.}$$

1.10 Выбор средств технологического оснащения

Выбор оборудования производится с учётом типа производства и объёма выпуска. Технологическое оборудование назначается на каждую операцию технологического процесса механической обработки детали.

Токарно-универсально станок с ЧПУ

Модель TRUN 450

Таблица 3 Технические характеристики:

Расстояния между центрами	мм	687
Диаметр вращения над станиной	мм	430
Диаметр вращения над поперечными салазками	мм	210
Максимальные диаметр/длина точения	мм	220/310
Перемещения		
По оси X	мм	160
По оси Z	мм	310
Мощность главного привода	кВт	13
Частота вращения (бесступенчатое регулирование)	мин ⁻¹	0–6300
Максимальный крутящий момент (при 60 % ПВ)	Нм	78
Количество инструментов (из них приводных)		12
Частота вращения приводного	мин ⁻¹	0–5000

инструмента		
Крутящий момент приводного инструмента	Нм	16
Диаметр / ход пиноли	мм	60/120
Длина x ширина x высота	мм	2250
		1630
		1940
Габариты станка	мм	2250x1630x1950
Масса	кг	3300

Вертикальный консольно-фрезерный станок FGV32

Таблица 4

Наименование параметров	FGV32
Размер рабочей поверхности стола, мм	360 x 1400
Зажимные пазы: - количество - ширина и шаг, мм	4 18 x 63
Грузоподъемность стола, кг	250
Рабочая подача, мм: - продольная (X) - поперечная (Y) - вертикальная (Z)	1000 300 420
Подача:	плавно

- количество градусов	20-900
- диапазон X,Y, мм/мин	5,7-250
- диапазон Z, мм/мин	
Ускоренная подача:	1635
- X,Y, мм/мин	460
- Z, мм/мин	
Шпиндель	ISO 50
Зажимная поверхность стола, мм	100 - 520
Обороты:	12
- число ступеней передач	31,5-1400
- диапазон базовый, об./мин	45-2000
- повышенный диапазон, об./мин	
Двухстороннее вращение шпиндельной головки	$\pm 45^\circ$
Выдвижение пиноли, мм	75
Мощность главного привода, кВт	5,5
Максимальная подводимая мощность, кВА	13
Вес станка, кг	2860
Размеры в плане, мм	2995 x 2000
Высота станка, мм	2100

Таблица 5 электроэрозинный станок

EXC100L

Технические характеристики	EXC100L
Подачи по осям X x YxZ	100 x 120 x 100 мм
Подачи по UxV	20 x 20 мм
Максимальные размеры заготовки	50 x 150 x 60 мм
Максимальная масса заготовки	10 кг
Диаметр проволоки	0,03 – 0,1 мм
Минимальный шаг подачи (дискретность)	0.01 мкм (10 нанометров)
Натяжение проволоки	3 – 23 Н
Макс. скорость промотки проволоки	22,5 м/мин
Расстояние между полом и плоскостью стола, мм	850 мм
Габаритные размеры станка	2280 x 1930 x 1975 мм
Установочные размеры станка	3300 x 2940 мм
Масса станка	1600 кг
Напряжение электросети	3 Ø, 380В, 50/60 Гц
Потребляемая мощность	12 кВт
Объем бака диэлектрика	140 л

1.11 Расчет режимов резания

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.

1.11.1 Токарная операция с ЧПУ: подрезать торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т15К6.

1. Глубина резания при черновой обработке равна максимальному припуску на обработку:

$$t = 1,86 \text{ мм.}$$

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.364].

Для данной глубины резания: $s = 1 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (10)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=60 \text{ мин}$ [3, с.363].

Значения коэффициентов: $C_V = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены

по таблице 17 [3, с.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

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 [3, с. 358]:

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 1$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [3, с. 361]: $K_{ПV} = 0,8$

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,76$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1,86^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,76 = 83,48 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 83,48}{\pi \cdot 130} = 295,25 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов $n = 296$

5. Послеопределения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, \text{с. 371}]$$

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

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$$

K_{mp} – определяется по формуле [3, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 790$ МПа - фактический параметр

$n = 0,75$ – определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{790}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, с. 374]:

$$K_{fp} = 1,08; K_{yp} = 1; K_{lp} = 1; K_{rp} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1,03 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,11$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 2^1 \times 1^{0,75} \times 83,48^{-0,15} \times 1,11 = 3428 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3428 \times 83,48}{1020 \times 60} = 4,7 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{4,7}{0,75} = 6,3 \text{ кВт}$$

1.11.2 Расточная операция с ЧПУ: Расточение отверстия

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т15К6.

1. Глубина резания при черновой обработке равна максимальному припуску на обработку:

$$t = 0,5 \text{ мм.}$$

2. Подачу S назначаем по таблице 14 [3, с.366].

Для данной глубины резания: $s = 0,25$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (10)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=50$ мин[3, с.363].

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,20$ – определены по таблице 17 [3, с.367].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

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 [3, с. 358]:

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

По табл. 2 [3, с. 359] : $K_r = 1$;

По табл. 2 [3, с. 361] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [3, с. 361]: $K_{ПV} = 0,8$;

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} = 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,76;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,76 = 171,71 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 171,71}{\pi \cdot 86} = 635,54 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов $n = 636 \text{ об/мин}$

5. Послеопределения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, \text{с. 371}]$$

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

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$$

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

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

Где $\sigma_B = 850 \text{ Мпа}$ – фактический параметр

$n = 0,75$ – определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{790}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, с. 374]:

$$K_{fp} = 1,08; K_{yp} = 1; K_{lp} = 1; K_{rp} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1,03 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,11$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,5^1 \times 0,25^{0,75} \times 171,71^{-0,15} \times 1,11 = 272,05 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{272,05 \times 171,71}{1020 \times 60} = 0,77 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,77}{0,75} = 1,02 \text{ кВт}$$

1.11.3 Токарная операция с ЧПУ: точить поверхность

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т15К6.

4. Глубина резания при черновой обработке равна максимальному припуску на обработку:

$$t = 2,5 \text{ мм.}$$

5. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.364].

Для данной глубины резания: $s = 1 \text{ мм/об.}$

6. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (10)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин}$ [3, с.363].

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [3, с.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого

материала;

$K_{ПВ}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИВ}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По таблице 1 [3, с. 358]:

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 1$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [3, с. 361]: $K_{ПВ} = 0,8$

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИВ} = 1$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,76$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,76 = 81,78 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 81,78}{\pi \cdot 125} = 289,24 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов $n = 290$

5. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, с. 371]$$

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

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$$

K_{mp} – определяется по формуле [3, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 790$ МПа – фактический параметр

$n = 0,75$ – определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{790}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, с. 374]:

$$K_{fp} = 1,08; K_{yp} = 1; K_{lp} = 1; K_{rp} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1,03 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,11$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 2,5^1 \times 1^{0,75} \times 81,78^{-0,15} \times 1,11 = 4300 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{4300 \times 81,78}{1020 \times 60} = 5,7 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,7}{0,75} = 7,6 \text{ кВт}$$

1.11.4 Токарная операция с ЧПУ: подрезать поверхность

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т15К6.

1. Глубина резания при черновой обработке равна максимальному припуску на обработку:

$$t = 1 \text{ мм.}$$

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.364].

Для данной глубины резания: $s = 1$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (10)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=60$ мин [3, с.363].

Значения коэффициентов: $C_V = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [3, с.367].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

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 [3, с. 358]:

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_{\Gamma} = 1$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_V = 1,0$;

По табл. 5 [3, с. 361]: $K_{ПV} = 0,8$;

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,76;$$

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,76 = 93,8 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 93,8}{\pi \cdot 124} = 331,7 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов $n = 332 \text{ об/мин}$

5. Послеопределения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, \text{с. 371}]$$

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

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$$

K_{mp} — определяется по формуле [3, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 850 \text{ Мпа}$ — фактический параметр

$n = 0,75$ — определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{790}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, с. 374]:

$$K_{fp} = 1,08; K_{yp} = 1; K_{lp} = 1; K_{rp} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1,03 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,11$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 1^1 \times 1^{0,75} \times 93,8^{-0,15} \times 1,11 = 1685 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1685 \times 93,8}{1020 \times 60} = 2,6 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_{\text{д}} \cdot 2,6}{\eta \cdot 0,75} = 3,5 \text{ кВт}$$

1.11.5 Токарная операция с ЧПУ: подрезать поверхность

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т15К6.

1. Глубина резания при черновой обработке равна максимальному припуску на обработку:

$$t = 0,5 \text{ мм.}$$

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.364].

Для данной глубины резания: $s = 1 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (10)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=60 \text{ мин}$ [3, с.363].

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [3, с.367].

Коэффициент K_v :

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

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

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

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_r}$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 1$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [3, с. 361]: $K_{ПВ} = 0,8$

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИВ} = 1$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,76$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,76 = 104,1 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 104,1}{\pi \cdot 124} = 368,18 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов $n = 369$

5. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, с. 371]$$

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

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{MP} K_{FP} K_{YP} K_{LP} K_{GP}$$

K_{MP} — определяется по формуле [3, с. 362]

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Где $\sigma_B=790\text{Мпа}$ – фактический параметр

$n=0,75$ –определены по табл. 9 [3,с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{790}{750}\right)^{0,75} = 1,03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3,с. 374]:

$$K_{фp} = 1,08; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,11$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_{pt}^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,5^1 \times 1^{0,75} \times 104,1^{-0,15} \times 1,11 = 829,46\text{Н}$$

Мощность резания [3,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{829,46 \times 104,1}{1020 \times 60} = 1,41\text{кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,41}{0,75} = 1,88\text{кВт}$$

1.11.6 Расточная операция с ЧПУ: Расточение отверстия

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т15К6.

1.Глубина резания при черновой обработке равна максимальному припуску на обработку:

$$t = 2\text{мм.}$$

2.Подачу S назначаем по таблице 14 [3, с.366].

Для данной глубины резания: $s = 0,25\text{ мм/об.}$

3.Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (10)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=50$ мин [3, с.363].

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,20$ – определены по таблице 17 [3, с.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

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 [3, с. 358]:

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

По табл. 2 [3, с. 359] : $K_r = 1$;

По табл. 2 [3, с. 361] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [3, с. 361]: $K_{ПV} = 0,8$;

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,76;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,76 = 139,48 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 139,48}{\pi \cdot 88} = 504,5 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов $n = 505 \text{ об/мин}$

5. Послеопределения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, \text{с. 371}]$$

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

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$$

K_{mp} — определяется по формуле [3, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 850 \text{ Мпа}$ — фактический параметр

$n = 0,75$ — определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{790}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, с. 374]:

$$K_{fp} = 1,08; K_{yp} = 1; K_{lp} = 1; K_{rp} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1,03 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,11$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,25^{0,75} \times 139,48^{-0,15} \times 1,11 = 111,4 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1011,4 \times 139,48}{1020 \times 60} = 2,3 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,3}{0,75} = 3,1 \text{ кВт}$$

1.11.7 Расточная операция с ЧПУ: Расточение отверстия

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т15К6.

1. Глубина резания при черновой обработке равна максимальному припуску на обработку:

$$t = 0,5 \text{ мм.}$$

2. Подачу S назначаем по таблице 14 [3, с.366].

Для данной глубины резания: $s = 0,25 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (10)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=60 \text{ мин}$ [3, с.363].

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,20$ – определены по таблице 17 [3, с.367].

Коэффициент K_v :

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

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

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

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_r}$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 1$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [3, с. 361]: $K_{ПV} = 0,8$;

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,76;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,76 = 171,72 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 171,72}{\pi \cdot 90} = 607,3 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов $n = 607,3 \text{ об/мин}$

5. Послеопределения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, с. 371]$$

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

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{MP} K_{FP} K_{YP} K_{LP} K_{GP}$$

K_{MP} — определяется по формуле [3, с. 362]

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Где $\sigma_B = 850 \text{ МПа}$ – фактический параметр

$n = 0,75$ – определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{790}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, с. 374]:

$$K_{\phi p} = 1,08; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{r p} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{r p} = 1,03 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,11$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,5^1 \times 0,25^{0,75} \times 171,72^{-0,15} \times 1,11 = 272,05 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{272,05 \times 171,72}{1020 \times 60} = 0,76 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,76}{0,75} = 1,01 \text{ кВт}$$

1.11.8 Токарная операция с ЧПУ: подрезать торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т15К6.

1. Глубина резания при черновой обработке равна максимальному припуску на обработку:

$$t = 1,5 \text{ мм.}$$

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с. 364].

Для данной глубины резания: $s = 1 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v, \quad (10)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=60$ мин [3, с.363].

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [3, с.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

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 [3, с. 358]:

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 1$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [3, с. 361]: $K_{ПV} = 0,8$

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,76$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,76 = 88,29 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 88,29}{\pi \cdot 90} = 312,26 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов $n = 313$

5. Послеопределения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, \text{с. 371}]$$

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

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

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

K_{mp} — определяется по формуле [3, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 790 \text{ МПа}$ — фактический параметр

$n = 0,75$ — определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{790}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, с. 374]:

$$K_{fp} = 1,08; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,11$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 1,5^1 \times 1^{0,75} \times 88,29^{-0,15} \times 1,11 = 2550,6 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2550,6 \times 88,29}{1020 \times 60} = 3,7 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{3,7}{0,75} = 4,9 \text{ кВт}$$

1.11.9 Токарная операция с ЧПУ: подрезать торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т15К6.

1. Глубина резания при черновой обработке равна максимальному припуску на обработку:

$$t = 0,5 \text{ мм.}$$

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.364].

Для данной глубины резания: $s = 1 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (10)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=60 \text{ мин}$ [3, с.363].

Значения коэффициентов: $C_V = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [3, с.367].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

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 [3, с. 358]:

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 1$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [3, с. 361]: $K_{ПV} = 0,8$

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,76$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,76 = 104,1 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 104,1}{\pi \cdot 90} = 368,18 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов $n = 369$

5. Послеопределения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, \text{с. 371}]$$

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

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

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

K_{mp} — определяется по формуле [3, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 790 \text{ МПа}$ — фактический параметр

$n=0,75$ —определены по табл. 9 [3,с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{790}{750}\right)^{0,75} = 1,03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3,с. 374]:

$$K_{фp} = 1,08; K_{γp} = 1; K_{λp} = 1; K_{rp} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{rp} = 1,03 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,11$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_{pt}^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,5^1 \times 1^{0,75} \times 104,1^{-0,15} \times 1,11 = 829,46 \text{ Н}$$

Мощность резания [3,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{829,46 \times 104,1}{1020 \times 60} = 1,41 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,41}{0,75} = 1,88 \text{ кВт}$$

1.11.10 Сверлильная операция: сверление отверстий

Диаметр сверла $D = 4,5 \text{ мм}$.

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

Глубина резания $t_1 = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 4,5 = 2,25 \text{ мм}$.

Подача по таблице 35 [3, с. 381]: $S = 0,08 \text{ мм/об}$.

Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0$; $m = 0,20$; $q = 0,40$; $y = 0,70$; – определены по таблице 38 [3, с.383].

Коэффициент K_v :

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

Где K_{MV} – коэффициент на обрабатываемый материал (см. Табл. 1-4);

K_{IV} – коэффициент на инструментальный материал (см. Табл. 6);

K_{IV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления (табл. 41).

$K_{\Gamma=1}$ – определены по таблице 2 [3, с.359];

$nv=1$ – определены по таблице 2 [3, с.359];

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

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

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,95;$$

Скорость резания определяем:

$$v = 41,4 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 41,4}{\pi \cdot 4,5} = \frac{2928,5 \text{ об}}{\text{мин}};$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 42 [3 с.385].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9 [3 с.362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{790}{750}\right)^{0,9} = 1,05;$$

$$K_{mp} = 1,05;$$

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 4,5^2 \cdot 0,08^{0,8} \cdot 1,05 = 0,97 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,97 \cdot 2928,5}{9750} = 0,29 \text{ кВт};$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,29}{0,75} = 0,39 \text{ кВт};$$

1.11.11 фрезерный станок:Фрезеровать

Определяем глубину фрезерования:

$$t = 5 \text{ мм};$$

Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 76 [2, с.403]:

$$S_z = 0,1 \text{ мм/зуб};$$

Скорость резания определим по формуле, м/мин:

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

B —ширина фрезерования

z —число зубьев фрезы

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 82 [2, с.411]:

$$T=80 \text{ мин};$$

Значения коэффициентов: $C_v = 22,5$; $B=75$; $D=8$; $q = 0,35$; $x = 0,21$; $m = 0,27$; $y = 0,48$; $u = 0,03$; $z=4$; $p = 0$ определены по таблице 81 [2, с.408].

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,76;$$

Где K_{MV} —коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала[табл.1-4]

$K_{ПВ}$ —коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки[табл.5]

$K_{ИВ}$ —коэффициент, учитывающий материал инструмента[табл.6]

Скорость резания:

$$V=20,5 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 20,5}{\pi \cdot 8} = 815 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^{n_z}}{D}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 82,5$; $x = 0,95$; $y = 0,8$; $u = 1,1$; $q = 1,1$;

определены по таблице 83 [2, с.412]. По табл. 9 [2, с.362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{790}{750}\right)^{0,75} = 1,03;$$

Окружная сила, формула (21):

$$P=3045\text{H};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{3045 \cdot 8}{2 \cdot 100} = 121,8\text{H} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{121,8 \cdot 20,5}{1020 \cdot 60} = 0,04\text{КВТ};$$

1.11.12 фрезерный станок: Нарезать резьбу

Режущий инструмент: $D = 6\text{мм}$;

Глубина резания:

$$t = \frac{6}{2} = 3\text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 35 [с.381]. $s = 0,1\text{ мм/об}$; Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T=15$ мин – определены по таблице 40 [с.384].

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0$; $m = 0,20$; $q = 0,40$; $y = 0,70$;– определены по таблице 38 [с.383].

Коэффициент K_v :

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

Где K_{MV} – коэффициент на обрабатываемый материал (см. Табл. 1-4);

K_{IV} – коэффициент на инструментальный материал (см. Табл. 6);

K_{IV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления (табл. 41).

$K_T=1,0$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

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

$K_{iv}=1,0$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

$K_{lv}=1$ – определены по таблице 41 [2, с.385].

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 0,95 \cdot 1 \cdot 1,0 = 0,95;$$

Скорость резания определяем:

$$v = 39,7 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 39,7}{\pi \cdot 6} = 2106 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ определены по таблице 42 [1 с.385].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9 [1 с.362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{790}{750} \right)^{0,9} = 1,05;$$

$$K_{mp} = 1,05;.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1,05 = 2,06 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{mp} \cdot n}{9750} = \frac{2,06 \cdot 2106}{9750} = 0,44 \text{ кВт};$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,44}{0,75} = 0,58 \text{ кВт};$$

1.11.13 Сверлильная операция: сверление отверстий

Диаметр сверла $D = 6 \text{ мм}$.

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

Глубина резания $t_1 = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 6 = 3 \text{ мм}$.

Подача по таблице 35 [3, с. 381]: $S=0,1 \text{ мм/об}$.

Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0$; $m = 0,20$; $q = 0,40$; $y = 0,70$; – определены по таблице 38 [3, с.383].

Коэффициент K_v :

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

Где K_{MV} – коэффициент на обрабатываемый материал (см. Табл. 1-4);

K_{IV} – коэффициент на инструментальный материал (см. Табл. 6);

K_{LV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления (табл. 41).

$K_{\Gamma}=1$ – определены по таблице 2 [3, с.359];

$n_v=1$ – определены по таблице 2 [3, с.359];

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

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

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,95;$$

Скорость резания определяем:

$$v = 39,7 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 39,7}{\pi \cdot 6} = \frac{2106,2 \text{ об}}{\text{мин}};$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 42 [3 с.385].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9 [3 с.362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{790}{750} \right)^{0,9} = 1,05;$$

$$K_{mp} = 1,05;.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1,05 = 2,07 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{2,07 \cdot 2106,2}{9750} = 0,45 \text{ кВт};$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,45}{0,75} = 0,6 \text{ кВт};$$

1.11.14 фрезерный станок: Нарезать резьбу

Режущий инструмент: $D = 8 \text{ мм};$

Глубина резания:

$$t = \frac{8}{2} = 4 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 35 [с.381]. $s = 0,1 \text{ мм/об};$ Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0; m = 0,20; q = 0,40; y = 0,70 ;$ – определены по таблице 38 [с.383].

Коэффициент K_v :

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

Где K_{MV} – коэффициент на обрабатываемый материал (см. Табл. 1-4);

K_{IV} – коэффициент на инструментальный материал (см. Табл. 6);

K_{IV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления (табл. 41).

$K_{\Gamma}=1,0$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$n_{\nu}=0,9$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{iv}=1,0$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

$K_{lv}=1$ – определены по таблице 41 [2, с.385].

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 0,95 \cdot 1 \cdot 1,0 = 0,95;$$

Скорость резания определяем:

$$v = 44,5 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 44,5}{\pi \cdot 8} = 5562,5 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{kp} = 10C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ определены по таблице 42 [1 с.385].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9 [1 с.362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{790}{750} \right)^{0,9} = 1,05;$$

$$K_{mp} = 1,05;.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1,05 = 3,67 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{3,67 \cdot 5562,5}{9750} = 2,09 \text{ кВт};$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,09}{0,75} = 2,78 \text{ кВт};$$

1.12 Расчет основного времени

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

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (24)$$

Где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{cx} + l_{нд} \quad (25)$$

Где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_B – величина врезания инструмента, мм;

l_{cx} – величина схода инструмента, мм;

$l_{нд}$ – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем: $l_{cx} = l_{нд} = 1$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_B = \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi}, \quad (26)$$

Где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} \quad (27)$$

Основное время для первой токарной операции:

1. первая операция:

переход 1: подрезать торец.

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_1}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(130 + \frac{1,86}{\operatorname{tg} 30^\circ} + 1 + 1) \cdot 2}{296 \cdot 1} = 0,9 \text{ МИН}$$

Переход 2: расточить отверстие.

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_5}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(26 + \frac{2}{\operatorname{tg} 30^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{636 \cdot 0,25} = 0,1 \text{ МИН}$$

переход 3: точить поверхность

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_3}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(25 + \frac{2.5}{\operatorname{tg} 30^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{290 \cdot 1} = 0,1 \text{ МИН}$$

переход 4: подрезать торец.

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_2}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(130 + \frac{1}{\operatorname{tg} 30^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{332 \cdot 1} = 0,4 \text{ МИН}$$

переход 5: подрезать поверхность

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_4}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(25 + \frac{0.5}{\operatorname{tg} 30^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{369 \cdot 1} = 0,07 \text{ МИН}$$

Переход6: расточить отверстие.

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_5}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(4 + \frac{2}{\operatorname{tg} 30^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{505 \cdot 0,25} = 0,07 \text{ МИН}$$

переход 7: расточить отверстие.

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_6}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(0,5 + \frac{0,5}{\operatorname{tg} 30^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{608 \cdot 0,25} = 0,02 \text{ МИН}$$

переход 8: подрезать торец.

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_7}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(21 + \frac{1,5}{\operatorname{tg} 30^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{313 \cdot 1} = 0,08 \text{ МИН}$$

переход 9: точить поверхность..

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_8}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1 + \frac{0,5}{\operatorname{tg} 30^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{369 \cdot 1} = 0,01 \text{ МИН}$$

Вторая операция:

переход 1: переход 1:сверлить отверстияи.

$$T_o = \frac{(l + \frac{d_1}{2} \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(25 + \frac{4,5}{2} \cdot \operatorname{ctg} 60^\circ + 1 + 1) \cdot 1}{2928 \cdot 0,08} = 0,12 \text{ МИН;}$$

переход 2: фрезеровать:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_2}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(5 + \frac{5}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{815 \cdot 0,1} = 0,14 \text{ мин}$$

переход 3: нарезать резьбу:

$$T_o = \frac{(l + \frac{d}{2} \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(7 + \frac{6}{2} \cdot \operatorname{ctg} 60^\circ + 1 + 1) \cdot 1}{2106 \cdot 0,1} = 0,05 \text{ мин};$$

переход 4: сверлить отверстия.

$$T_o = \frac{(l + \frac{d_4}{2} \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(10 + \frac{6}{2} \cdot \operatorname{ctg} 60^\circ + 1 + 1) \cdot 1}{2107 \cdot 0,1} = 0,06 \text{ мин};$$

переход 5: нарезать резьбу:

$$T_o = \frac{(l + \frac{d}{2} \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(8 + \frac{8}{2} \cdot \operatorname{ctg} 60^\circ + 1 + 1) \cdot 1}{5562 \cdot 0,1} = 0,03 \text{ мин};$$

Третья операция:

переход 1: электроэрозионная.

$$T_o = \frac{l}{v} = \frac{376,8}{1,5} = 251,2 \text{ мин};$$

$$T_1 = \frac{l}{v} = \frac{379,5}{1,0} = 379,5 \text{ мин};$$

1.13 Определение штучно-калькуляционного времени

Вспомогательное время определяем по формуле;

$$T_{всп} = T_{ус.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.}$$

Где $T_{ус.}$ – время на установку и снятие детали;

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

$T_{уп.}$ – время на управление станком;

$T_{изм.}$ – время на измерение детали;

$T_{всп}$ – вспомогательное время,

Оперативное время;

$$T_{опер} = T_o + T_{всп}$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер}$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.}$$

Подготовительно заключительное время определяем

Штучно–калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right)$$

$T_{п.з.}$ – Подготовительно заключительное время

n – количество деталей в настроечной партии, $n = 11000 шт$,

Для первой операции

$$T_o = 1,75 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{у.с.} + T_{з.о.} = 0,18 \text{ мин}; T_{уп} = 0,25 \text{ мин}; T_{изм} = 0,15 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{изм.} = 0,18 + 0,25 + 0,15 = 0,58 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{опер} = T_o + T_{всп} = 1,75 + 0,58 = 2,33 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 2,33 = 0,35 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 1,75 + 0,58 + 0,35 = 2,68 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 2,68 + \frac{13}{1000} \approx 2,69 \text{ мин};$$

Для второй операции

$$T_o = 0,4 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{у.с.} + T_{з.о.} = 0,2 \text{ мин}; T_{уп.} = 0,25 \text{ мин}; T_{изм.} = 0,15 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} = 0,2 + 0,25 + 0,15 = 0,6 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 0,4 + 0,6 = 1 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер.} = 15\% \cdot 1 = 0,15 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 0,4 + 0,6 + 0,15 = 1,15 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 1,15 + \frac{13}{1000} \approx 1,16 \text{ мин};$$

Для третьей операции

$$T_o = 586,4 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{у.с.} + T_{з.о.} = 0,18 \text{ мин}; T_{уп.} = 0,25 \text{ мин}; T_{изм.} = 0,15 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} = 0,18 + 0,25 + 0,15 = 0,58 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп}} = 586,4 + 0,58 = 586,98 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер.}} = 15\% \cdot 586,98 = 88,047 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{о.о.}} = 586,4 + 0,63 + 88,047 = 675,03 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left(\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 675,03 + \frac{13}{1000} \approx 675,2 \text{ мин};$$

2 Конструкторская часть

В данном разделе проектируется специальное приспособление. Используйте станок TRUN 450 для токарной операции в зубчатый венец.

2.1 Выбор режима резания

Материал режущего инструмента – Т15К6..

Глубина резания $t = 2 \text{ мм}$.

Подача: $S = 1 \text{ мм/об}$

число оборотов $n = 296$

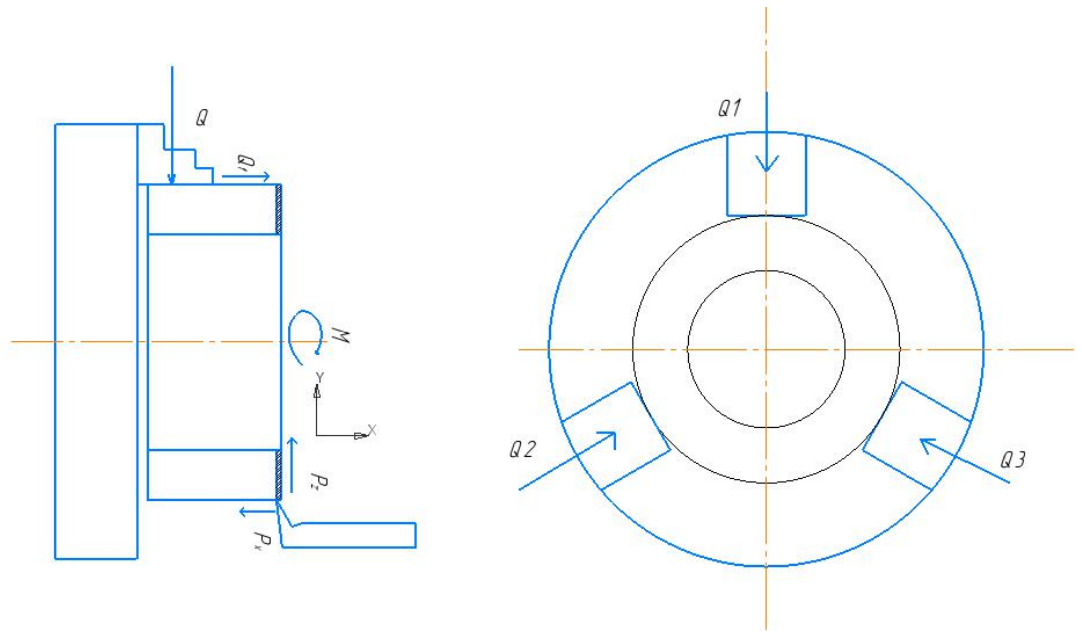
Фактическая скорость резания:

$$v = 83,48 \text{ м/мин};$$

2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

Мы подбираем оборудование для токарных работ. Перед разработкой программы, перед размещением оборудования необходимо определить, какие поверхности заготовки будут затронуты при обработке на станке. Давайте нарисуем принципиальную схему зажима заготовки в устройстве и укажем, где

приложено усилие



зажима

Рисунок 19– Расчетная схема

2.3 Описание работы приспособления

Базовая часть картриджа представляет собой муфту 7, которая имеет три канавки под углом 15° к оси картриджа, которая содержит выступающую часть кулачка 14. Паз муфты 5 и выступ кулачка 14 образуют клиновидную пару. Когда винт 22 перемещается в осевом направлении влево, муфта 7 также перемещается влево. В этом случае кулачок 14 устанавливается на оси клиновидной муфты в шахматном порядке под действием выступа кулачка и паза, тем самым фиксируя заготовку. Чтобы разобрать деталь, переместите винт вправо. Картридж имеет легко заменяемый кулачок 14. Поскольку муфта 7 имеет шестигранное отверстие для ключа, замена кулачка упрощается. После поворота ключа 7 сцепления против часовой стрелки под углом кулачок 14 легко отделяется от сцепления и легко снимается. С любого поворота муфта 7 с подпружиненным замком 16 фиксируется в корпусе 1. Когда патрон

отрегулирован для обработки заготовки, кулачок заменяется, что сильно отличается от предыдущего диаметра. При изменении размера неподвижной заготовки в пределах небольшого предела захват 11 переставляется или заменяется относительно кулачка.

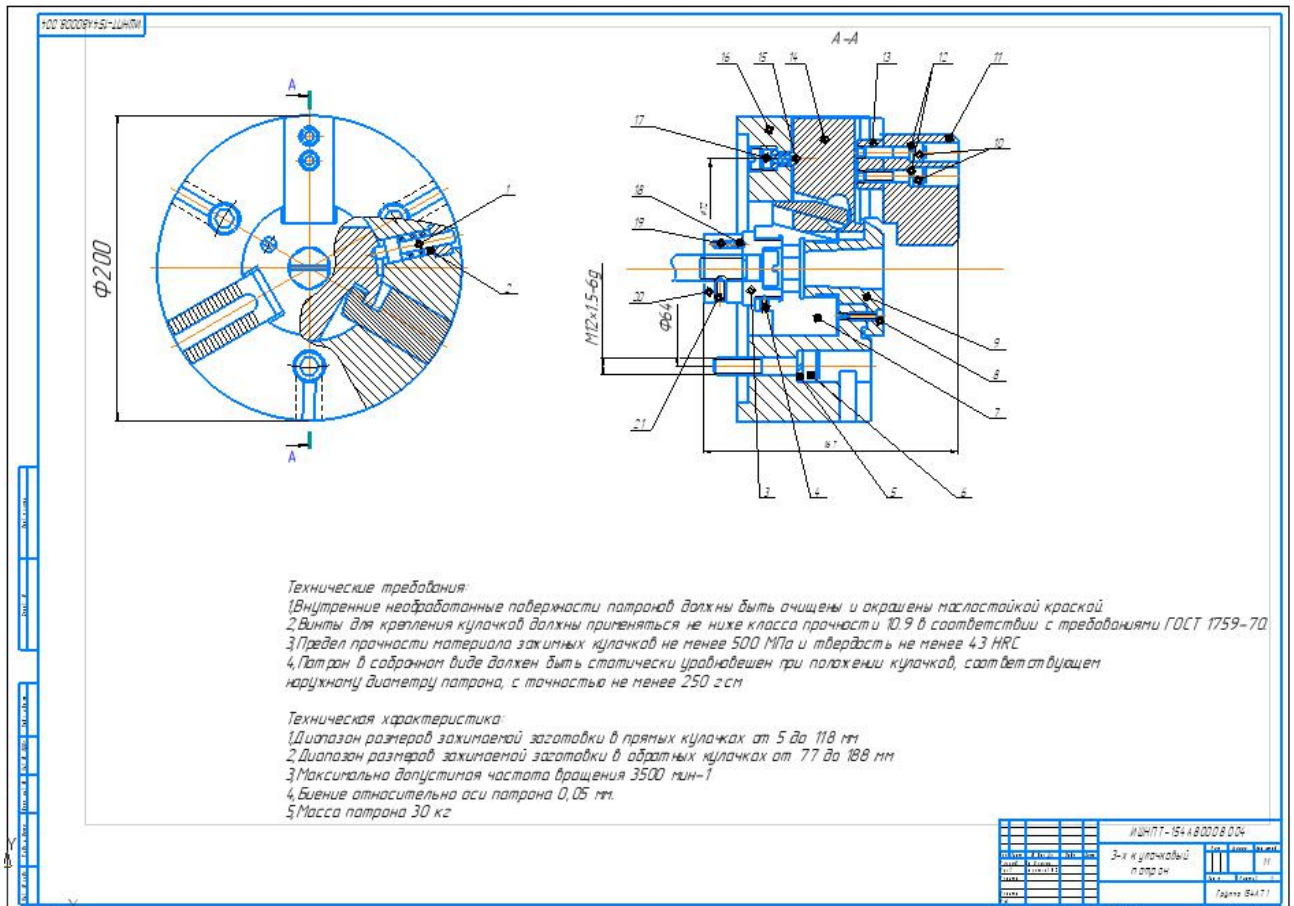
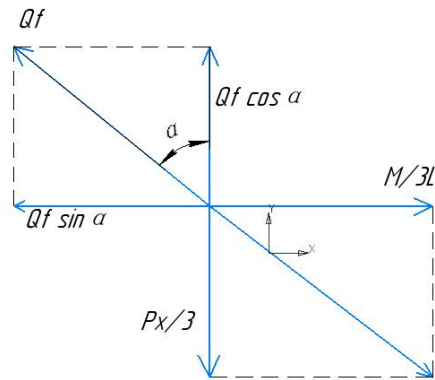


Рисунок 20– Сборочный чертеж приспособления.

2.4. Определить силу зажима, необходимую для токарной операции



Q-Усилие зажима

M-Момент сдвигающий

K-коэффициент безопасности

P_x, P_y, P_z – составляющие силы резания в виде проекций на соответствующие оси систем координат

n-число челюстей

f-Коэффициент трения между заготовкой и челюстью

Qf-сила трения

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, \text{с. } 371]$$

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

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{\tau p}$$

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

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

Где $\sigma_B = 790 \text{ Мпа}$ - фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{790}{750}\right)^{0,75} = 1,03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, с. 374]:

$$K_{фp} = 1,08; K_{γp} = 1; K_{λp} = 1; K_{gp} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{gp} = 1,03 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,11$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 2^1 \times 1^{0,75} \times 83,48^{-0,15} \times 1,11 = 3428 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, \text{с. 371}]$$

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

$$C_p = 339 \quad x = 1,0 \quad y = 0,5 \quad n = -0,4$$

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{gp}$$

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

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

Где $\sigma_B = 790 \text{ Мпа}$ - фактический параметр

$n = 0,75$ - определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{790}{750}\right)^{0,75} = 1,03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, с. 374]:

$$K_{фp} = 1,08; K_{γp} = 1; K_{λp} = 1; K_{gp} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{gp} = 1,03 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,11$$

Сила резания:

$$P_x = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 339 \times 2^1 \times 1^{0,5} \times 83,48^{-0,4} \times 1,11 = 1282 \text{ Н}$$

Из анализа силы можно сделать вывод, что сила зажима равна

$$Q = K \times \frac{\left[P_x^2 + \left(\frac{M}{L} \right)^2 \right]^{0,5}}{3} = 1,5 \times \frac{\left[1282^2 + \left(\frac{212,5}{0,062} \right)^2 \right]^{0,5}}{3}$$

$$M = P_z \times L = 3428 \times 0,062 = 212,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Диапазон значений К обычно составляет от 1,5 до 3, от 2,5 до 3 для черновой обработки и от 1,5 до 2 для чистовой обработки.

$$K=1,5 \quad f=0,25 \quad n=3Q=1829 \text{Н}$$

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

Студенту:

Группа	ФИО
154A71	Сю Цзяхао

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 30% районный коэффициент.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставкиналогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ конкурентных технических решений SWOT-анализ
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование работ Разработка графика Ганта Формирование бюджета затрат
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Описание потенциального эффекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<p align="center">1. Оценка конкурентоспособности технических решений</p> <p align="center">2. Матрица SWOT</p> <p align="center">3. Альтернативы проведения НИ</p> <p align="center">4. График проведения и бюджет НИ</p> <p align="center">5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</p>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.02.2021г.
---	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ДоцентОСГН,ШБИП	БылковаТатьянаВасильевна	канд.экон.наук		01.02.2021г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	Сю Цзяхао		01.02.2021г.

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1. Общая информация

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

3.2. Потенциальные потребители результатов исследования

Используя метод сегментирования, разделим потребителей разработки деталей. Основные критерии сегментирования потребителей на рынке производителей зубчатого венца:

- 1) размер компании-заказчика
- 2) вид производства зубчатого венца

Представим характеристику выбранных компаний потребителей нашей разработки. (рис. 3.2.1).

		производства зубчатый венца			
		Высокое качество	Надёжность	Долговечность	Приемлемые цены
Размер компании	Крупные				
	Средние				
	Мелкие				

Рис. 3.2.1 Карта сегментирования рынка машиностроения (производства зубчатый венца):



В карте сегментирования показано, какие ниши на рынке производство деталей не заняты конкурентами или где уровень конкуренции низок.

3.3. Анализ конкурентных технических решений

В таблице 3.3.1 показано сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 3.3.1 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-способность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Трещиностойкость	0,18	5	2	3	0,9	0,36	0,54
2. Ударопрочность	0,18	4	3	3	0,72	0,54	0,54
3. Простота изготовления	0,11	3	5	4	0,33	0,55	0,44
4. Эффективность работы	0,09	5	5	5	0,45	0,45	0,45
5. Безопасность	0,18	4	4	4	0,72	0,72	0,72
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена сырья	0,12	4	5	3	0,48	0,6	0,36
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	4	3	4	0,24	0,18	0,24

3. Финансирование научной разработки конкурентных товаров и разработок	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
Итого	1	34	31	30	4,24	3,72	3,61

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 34 \cdot 4,24 = 144,16$$

$$K1 = \sum B_i \cdot B_i = 31 \cdot 3,72 = 115,32$$

$$K2 = \sum B_i \cdot B_i = 30 \cdot 3,61 = 108,3$$

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что разработанная зубчатый венца превосходит аналогичные детали конкурентов по таким параметрам как ударопрочность и трещиностойкость. Следовательно, разработка является актуальной и перспективной. Общая оценка эффективности показала, что предложенная нами разработка конкурентоспособна.

3.4. SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз. Представим SWOT-матрицу (таблица 3.4.1).

Таблица 3.4.1 – SWOT-анализ проекта

	Сильные стороны	Слабые стороны
--	------------------------	-----------------------

	<p>научно-исследовательского проекта</p> <p>С1. Низкая цена исходного сырья.</p> <p>С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции.</p> <p>С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.</p> <p>С4. Экологичность технологии</p> <p>С5. Квалифицированный персонал.</p>	<p>научно-исследовательского проекта</p> <p>Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.</p> <p>Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.</p> <p>Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.</p> <p>Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.</p> <p>Сл5. Вероятность получения брака.</p>
<p>Возможности</p> <p>В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН.</p> <p>В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.</p> <p>В3. Внедрение технологии в аэрокосмической области</p> <p>В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.</p>	<p>Направления развития</p> <p>В2С2С3. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции позволяет расширить спрос, использование новейшей информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки.</p> <p>В3С2С4. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции и экологичность технологии являются хорошим основанием для внедрения технологии в аэрокосмической области.</p> <p>В4С1С2. Низкая цена исходного сырья и высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции являются основой для экспорта за рубеж и выхода на мировой рынок.</p>	<p>Сдерживающие факторы</p> <p>В1Сл3Сл4Сл5. Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.</p>
<p>Угрозы</p> <p>У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.</p> <p>У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.</p>	<p>Угрозы развития</p> <p>У1С2. Несмотря на снижение стоимости разработок конкурентов, наши продукты имеют лучшие механические свойства, больше перспектив развития.</p> <p>У2С2. Наши продукты обладают лучшими механическими свойствами, являются более привлекательными мировом рынке.</p>	<p>Уязвимости:</p> <p>У1Сл4Сл5. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.</p>

3.5. Возможные альтернативы проведения научных исследований

Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике. В рамках

этого этапа составим морфологическую матрицу для ступицы в табл. 3.5.1.

Таблица 3.5.1- Морфологическая матрица для ступицы

	1	2	3	4	5
А. Материал основная	стали	чугун	сплав	другое	
Б. На каком устройстве	сушилки	Станки	трактор	двигатель	генератор
В. Окружающая среда	воздух	вода	снег	машинное масло	
Г. зубчатый венца для чего	Уменьшите требуемое усилие	Повышение эффективности производства	Снижение потерь энергии		

Итак, вариантами решения поставленной проблемы с позиции ее функционального содержания и ресурсосбережения выступают А1Б3В2Г1.

3.6. Структура работ в рамках научного исследования

Представим линейный график выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 3.6.1.

Таблица 3.6.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Номер	Наименование	Продолжительность, <i>дней</i>	Исполнители
1	Составление и утверждение технического задания	3	Руководитель темы, Студент- дипломник
2	Подбор и изучение материалов по тем	7	Руководитель темы, Студент- дипломник
3	Проведение патентных исследований	10	Студент- дипломник
4	Выбор направления исследований	3	Руководитель темы, Студент- дипломник
5	Календарное планирование работ по теме	3	Студент- дипломник

6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	14	Студент- дипломник
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	14	Студент- дипломник
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	8	Руководитель темы, Студент- дипломник
9	Оценка эффективности полученных результатов	13	Руководитель
10	Определение целесообразности проведения ОКР	15	Руководитель
11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	7	Руководитель темы, Студент- дипломник
12	Выбор и расчет конструкции	7	Руководитель темы, Студент- дипломник
13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	6	Руководитель темы, Студент- дипломник
14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	10	Студент- дипломник
15	Лабораторные испытания макета	3	Студент- дипломник
16	Составление пояснительной записки	3	Студент- дипломник
17	Оформление патента	7	Руководитель темы, Студент- дипломник
18	Размещение рекламы	7	Студент- дипломник

На основании составленной табличной модели построим график Ганта (таблица 3.6.2).

Таблица 3.6.2 Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	tki	Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение	Руководитель темы, Студент-	5	■	■												

	технического задания	дипломник																	
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 работ по теме	Студент-дипломник	3																
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	22																
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	18																
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент-дипломник	9																

	технической документации)																		
17	Оформление патента	Руководитель, Студент-дипломник	8																
18	Размещение рекламы	Студент-дипломник	9																
Примечание:																			
		Студент-дипломник																	
		Руководитель темы																	

По итогам планирования с помощью графика Ганта был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 140 дня.

3.7. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением.

Представим расчет потребности в материалах на НТИ в таблице в таблице 3.7.1.

Таблица 3.7.1 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы Z_M руб
Краска для принтера	шт.	1	600	600
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	2	200	400
Универсальная токарная TRUN 450	шт.	1	700000	700000

фрезерный станок FGV32	шт.	1	400000	400000
электроэрозинный станок ЕХС100L	шт	1	500000	500000
Штангенциркуль	шт.	5	400	2000
Внутренний микрометр	шт.	5	2000	10000
Итого, руб				1613000

В сумме материальные затраты составили 1613000 рублей.

Представим расчет потребности в трудовых ресурсах для научных (экспериментальных) работ. Для этого представим расчет основной заработной платы $Z_{осн}$ и дополнительной заработной платы $Z_{доп}$:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (2)$$

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

Основная заработная плата работника:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p \quad (3)$$

где: T_p – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, раб. дн.;

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

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} \quad (4)$$

где: Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_D) \cdot k_p, \quad (5)$$

где: Z_{TC} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{TC});

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

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

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

Дополнительная заработная плата:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (6)$$

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

Расчет заработной платы руководителя (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_D) \cdot k_p = 27000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 =$$

52650 руб.;

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{52650 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 2632,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 2632,5 \cdot 13 = 34222,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,135 \cdot 34222,5 = 4620 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы студента (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_D) \cdot k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.};$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{33150 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1657,5 \text{руб.};$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1657,5 \cdot 17 = 28177,5 \text{руб.};$$

$$Z_{доп} = K_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,135 \cdot 28177,5 = 3804 \text{руб.}$$

Представим результаты расчетов в итоговой таблице 3.7.2

Таблица 3.7.2 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	$Z_{тс}$ руб	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_M руб	$Z_{дн}$ руб	T_p раб . дн.	$Z_{осн}$ руб	k_d	$Z_{доп}$ руб	Итого, руб.
руководитель	27000				52650	2632,5	13	34222,5		4620	38842,5
студент	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1657,5	17	28177,5	0,135	3804	31981,5

Представим расчет отчислений во внебюджетные фонды (страховые отчисления). Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{внеб} = K_{внеб} \times (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \times (34222,5 + 4620) = 11653 \text{руб}$$

– для инженера:

$$Z_{внеб} = K_{внеб} \times (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \times (28177,5 + 3804) = 9594 \text{руб}$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2021 году – 30%.

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

Накладные расходы:

$$Z_{нак} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{НР} \quad (7)$$

где k_{hr} – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16%.

$$Z_{нак} = (Z_m + Z_z + Z_{внеб}) \cdot 0,16$$

$$Z_{нак} = (1613000 + 70824 + 21247) \cdot 0,16 = 272812 \text{руб.}$$

3.8. Бюджет затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на проект приведено в таблице 3.8.1

Таблица 3.8.1 – Бюджет затрат на проектирование НТИ

Наименование	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	1613000	81,55
2. Затраты по основной зарплате	62400	3,15
3. Затраты по дополнительной зарплате	8424	0,43
4. Отчисления во внебюджетные фонды	21247	1,07
5. Накладные расходы	272812	13,8
Бюджет затрат на проектирование	1977883	100

Бюджет всех затрат проекта равен 1977883рубля. Наибольший процент бюджета составляют материальные затраты проекта (81,55%).

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

Определение ресурсоэффективности основано на расчете интегрального показателя ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (8)$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – балльная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по

выбранной шкале оценивания.

Представим расчёт показателя ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,3 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 = 4,65.$$

Таблица 3.9.1 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Безопасность при использовании установки	0,15	4
2. Стабильность работы	0,2	5
3. Технические характеристики	0,2	4
4. Механические свойства	0,3	5
5. Материалоёмкость	0,15	5
Итого	1	4,65

Выводы по разделу:

В результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые показали его сильные и слабые стороны.

Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 140 дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 1977883 рубля.

Показатель ресурсоэффективности по пятибальной шкале $I_p = 4,65$, что говорит об эффективной реализации проекта.

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

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
154A71	Сю Цзяхао

ШКОЛА		Отделение	
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

Тема дипломной работы: Разработка технологического процесса изготовления зубчатого венца для волнового редуктора

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> • специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; • организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ФЗ – 197.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Производственная безопасность</p> <p>Анализ показателей шума и вибрации</p> <ul style="list-style-type: none"> • установление соответствие показателей нормативному требованию; <p>Анализ показателей микроклимата</p> <ul style="list-style-type: none"> • показатели температурные, скорости движения воздуха, запыленности. <p>Анализ освещенности рабочей зоны</p> <ul style="list-style-type: none"> • типы ламп, их количество, соответствие нормативному требованию освещенности; • при расчете освещения указать схему размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету. <p>Анализ электробезопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> • наличие электроисточников, характер их опасности; • установление класса электроопасности помещения, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления. • при расчете заземления указать схему размещения заземлителя согласно проведенному расчету. <p>Анализ пожарной безопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> • присутствие горючих материалов, тем самым, присутствие повышенной степени пожароопасности. • категории пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение. • Разработать схему эвакуации при пожаре. 	<p>Для всех случаев вредных и опасных факторов на рабочем месте указать ПДУ, ПДД, допустимые диапазоны существования, в случае превышения этих значений:</p> <ul style="list-style-type: none"> • перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты; • привести классы электроопасности помещений, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления, • категорию пожароопасности помещения, • марки огнетушителей, их назначение. <p>При отклонении показателя предложить мероприятия.</p>

2. Экологическая безопасность:	Наличие отходов (металлическая стружка, абразивная пыль, черновики бумаги, отработанные картриджи принтера, обрезки электромонтажных проводов) потребовали разработки методов (способов) утилизации перечисленных отходов. Наличие радиоактивных отходов также требует разработки их утилизации.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Рассматриваются 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой; 2) техногенная – исключить несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (большая вероятность проведения диверсии). Предусмотреть мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Оценка пожарной опасности помещения. План эвакуации..

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.20 г.
--	-------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин Александр Иванович	Д.т.н.		26.02.20 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	Сю Цзяхао		26.02.20 г.

4.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Объектом данной выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления «зубчатый венца», в работе будет рассмотрено воздействие вредных факторов на человека и окружающую среду в процессе производства детали.

При каком-либо производстве, на человека воздействуют техногенные опасности, их подразделяют на два понятия: опасный и вредный производственный фактор. Опасный фактор – это фактор, при котором воздействию на работающего человека в определенных условиях может привести к травме или внезапному ухудшению здоровья. Вредный фактор – это фактор, который при воздействии на человека может привести к заболеванию, снижению трудоспособности или нарушению здоровья потомства.

Основными опасным фактором являются:

Повышенная температура поверхности оборудования, материалов. Повышенные температуры могут вызвать ожоги различных степеней в зависимости от температуры поверхности.

Механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а также подъемно-транспортных устройств. Движущиеся части машин и механизмов и сами машины, острые кромки предметов, нахождение на высоте, перегретые или переохлажденные поверхности.

Разлет стружки при работе на станке. Разлет горячей стружки может привести к множественным ожогам, так же стружка может привести к поломке оборудования и тем или иным образом повлиять на безопасность человека.

Опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, их делят по степени опасности поражения электрическим током;

К основным вредным факторам можно отнести:

- превышение уровня шума;
- недостаточная освещенность;
- повышенный уровень вибраций;
- монотонный режим работы;
- отклонение показателей микроклимата;
- повышенный уровень электромагнитных полей;

4.1 Производственная безопасность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке, изготовлении или эксплуатации детали зубчатый венца.

Помещение проектирования устройства –16А корпуса Томского Политехнического Университета, оснащенная компьютерами.

Изготовление не стандартных деталей, входящих в состав источника, возможно в аудиториях 16А или 16Б корпуса Томского Политехнического Университета, оснащенных необходимым оборудованием: станок с ЧПУ, токарный, фрезерный, сверлильный, электроэрозинный станок.

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлены в таблице 4.2.1.

Таблица 4.1.1 – Вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	аэра	згот	кспл	
1. Отклонение показателей микроклимата от нормы				ГОСТ 30494-2011 4 Параметры микроклимата
2. Неправильная освещенность рабочей зоны				СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
3. Повышенный уровень вибрации				ГОСТ 12.1.012-2004 Вибрационная безопасность
4. Превышение уровня шума				ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека				ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

4,1,1 Анализ условий труда на рабочем месте.

С р е д и химических веществ, выделяющихся при работе на станках, наибольший вред приносят: пылевыведение, сопровождающиеся процессы абразивной обработки металлов (зачистка, полирование, шлифование и др.), а также при работе с СОЖ.

В составе современных жидкостей содержатся различные ингибиторы коррозии, противозадирные присадки, гликоль, анионоактивные и неионогенные эмульгаторы, индустриальные и минеральные масла, масляный асидол, едкий натр, бактерицидные препараты (каустическая сода, хлорпарафины и т. д.)

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

В целях обеспечения безопасности работников на рабочих местах применяют СИЗ: защитные перчатки, очки, спец. одежда, респиратор.

4,1,2 Анализ показателей шума и вибрации

Повышенный уровень шума на рабочем месте неблагоприятно сказывается на состоянии работника, что в свою очередь приводит к быстрой утомляемости.

Повышенный шум является общебиологическим раздражителем, что обуславливает нарушение центральной нервной системы, сопровождающееся снижением слуха. Впоследствии продолжительного влияния шума падает производительность физического труда на 10%, умственного – более чем на 40%.

При изготовлении не стандартных деталей конструкции повышенный уровень шума производит все используемое производственное оборудование: станок с ЧПУ, токарный, фрезерный, сверлильный, шлифовальный станки.

Согласно ГОСТ 23337-2014 предельно допустимый уровень шума в цехе не более 80 дБ (широкополосный шум). Общий уровень шума измеряется в пределах 65 дБ. Данный показатель уровня шума соответствует допустимому.

Согласно ГОСТ 23337-2014 при разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочих мест следует принимать все необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека, до значений, не превышающих допустимые.

Методы и средства коллективной защиты в зависимости от способа реализации подразделяются на строительно-акустические, архитектурно-планировочные и организационно-технические и включают в себя:

- изменение направленности излучения шума;
- рациональную планировку предприятий и производственных помещений;
- применение звукоизоляции.

4,1,3 Анализ показателей микроклимата

Микроклимат рабочей зоны оператора определяется действующими на организм человека показателями: температуры; влажности; скорости движения воздуха.

Перечисленные параметры оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье.

Согласно ГОСТ 30494-2011 | 4 необходимые микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часового рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Для нормализации показателей микроклимата в помещениях проектирования и изготовления применяется отопление и вентиляция воздуха. Возможны индивидуальные средства защиты: специальная одежда и обувь.

4,1,4 Анализ освещенности рабочей зоны

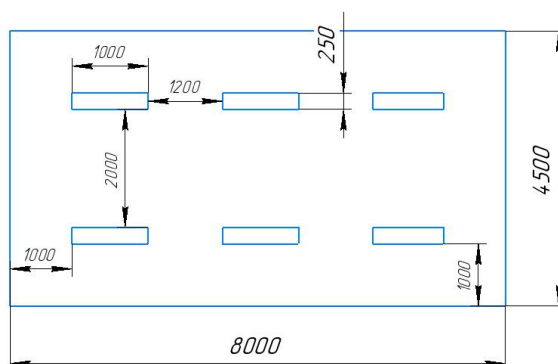
Согласно СП 52.13330.2016 неправильная освещенность рабочей зоны относится к вредным производственным факторам, который может привести к быстрому утомлению зрения и снижению работоспособности человека. Утомляемость органов зрения может быть связана как с недостаточной освещенностью, так и с чрезмерной освещенностью, а также с неправильным направлением света.

Нормальная освещённость достигается в дневное время за счёт естественного света, проникающего через оконные проёмы, в утренние и вечерние часы за счёт искусственного освещения лампами.

Освещение должно быть равномерным и устойчивым, иметь правильное направление светового потока, исключать слепящее действие света и образование резких теней. Особенно важно обеспечить правильное искусственное освещение в месте, где изготавливаются детали конструкции виброисточника, во избежание несчастных случаев при производстве.

Помещение проектирования – 101 аудитория 16А корпуса Томского Политехнического Университета – имеет два оконных проема для освещения аудитории в дневное время, общая площадь которых составляет 36м². Для освещения в утренние и вечерние часы установлено 6 люминесцентных светильников с зеркальной отражающей решеткой. В каждом светильнике - 4 лампы по 18 Ватт.

Такое освещение не представляет угрозу для здоровья работников, так как входит



в допустимое значение освещенности рабочей зоны.

4,1,5 Анализ электробезопасности

Поражение электрическим током может возникать при взаимодействии человека с токоведущими частями электрооборудования вследствие пробоя или неисправности. Удар током может привести к летальному исходу.

Во время штатного режима работы самого виброисточника вероятность получения удара электрическим током очень мала, однако исключать чрезвычайные ситуации никак нельзя. Так как гидропривод работает от электродвигателя, соблюдение правил электробезопасности является важной задачей при эксплуатации прибора. При несоблюдении техники безопасности оператором при работе с устройством возможно получение удара электрическим током.

Для исключения возможности возникновения поражения электрическим током согласно ГОСТ 12.1.019-2017 рекомендуется проводить следующие организационные мероприятия:

- произвести установку защитного заземления;
- произвести изолирование токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- производить технический осмотр оборудования;
- использовать плавкие предохранители и автоматические выключатели для защиты от КЗ;
- проводить инструктаж по технике безопасности персоналу, работающему с оборудованием;
- обучение мероприятиям по работе с электрическими приборами;

- соблюдение условий эксплуатации, а также сборки и установки оборудования согласно конструкторской документации;

- обеспечение свободного прохода;

- оснастка помещения всеми необходимыми предписанию нормами для электробезопасности.

4,1,6Анализ пожарной безопасности

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

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

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

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

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
- е) курение в строго отведенном месте;
- ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

4.2. Экологическая безопасность атмосферы

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений. Необходимо последовательно рассмотреть, как проектируемое решение и используемые для его создания вещества и материалы будут влиять на селитебные зоны

атмосферу, гидросферу и литосферу и предложить решения по обеспечению экологической безопасности.

1) Защита селитебной зоны.

Обосновать необходимость применения следующих средств защиты селитебной зоны: санитарно-защитная зона, установление требований защиты к проектируемому зданию, технологическому процессу, оборудованию

2) Защита атмосферы

Для защиты от загрязнения атмосферного воздуха на экологическое время применение следующих мер защиты:

- экологизацию технологических процессов;
- очистки газа от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;

3) Защита гидросферы

Защита поверхностных вод от засорения, загрязнения и истощения.

Для предотвращения от засорения принимать меры по устранению в водах и реки строительного мусора, твердых отходов, где разработка грунта и других объектов, могут негативно влиять на качество воды, условия обитания рыб и др.

Важный и очень сложный вопрос о защите водных источников от загрязнения. Для достижения этой цели, включая следующие мероприятия:

- развитие безотходных и безводных технологий, использования систем оборотного водоснабжения, утилизации отходов;
- очистка промышленных, городских и очистки сточных вод, и др.;

- обезвреживания сточных вод и санитарная очистка в городах;
- очистка поверхностного стока с урбанизированных, промышленных территорий;
- создание водоохраных зон.

4)Защита литосферы.

Виды отходов, образующихся при разработке и эксплуатации технического решения. Планирование сбора отходов. Обращение с образующимися отходами (переработка, захоронение).

4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

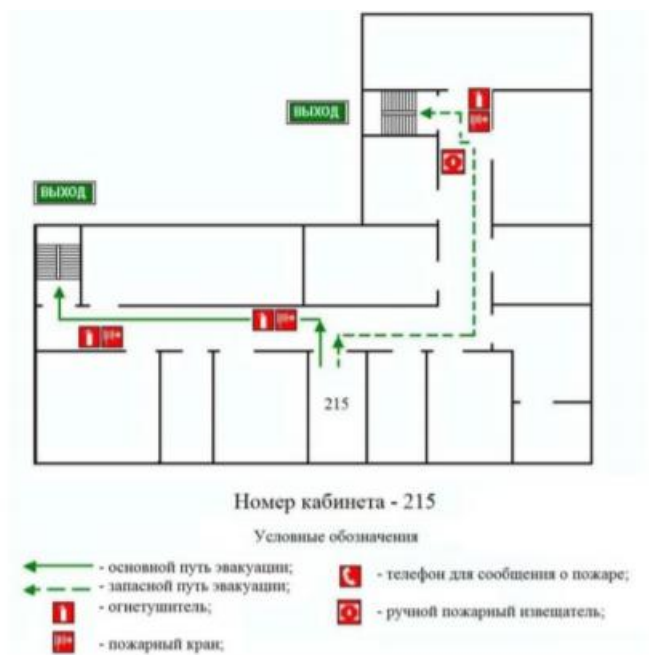
Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Обогреватели должны независимые от центрального отопления, то есть, например, на газу или электричестве их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. В случаи

обрыва линий электропередач должны быть предусмотрены электрогенераторы, которые и будем использовать для электрообогревателей и другого вида оборудования. Нужно иметь запасы воды для сотрудников и для технических нужд. Заключить договоры с транспортными компаниями, что переложит ответственность в случаи ЧС на них.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии, предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи. Также необходимо исключить распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, Должностные лица должны раз в полгода проводить тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации



4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”

2. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".

4. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.

8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. 1

1. ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности

12. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха

13. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

Вывод:

В данном разделе ВКР рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке по изготовлению детали, в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Основной целью данного раздела являлось создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

При проектировании рабочих мест были учтены освещенность, температура, шум, наличие вредных веществ другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании технологического процесса было уделено внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства. Также учитывалась возможность чрезвычайных ситуаций

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе был спроектирован и разработана технологического процесса изготовления зубчатого венца в условиях мелкосерийное производства.

Был выбран способ получения заготовки, разработан маршрутный технологический процесс изготовления детали. Было подобрано оборудование, режущий и измерительный инструмент, рассчитаны припуски на механическую обработку и режимы резания.

. Таким образом можно подвести итог, что разработанный технологический процесс изготовления зубчатого венца полностью работоспособен и отвечает всем требованиям современного производства.

Список использованных источников

1. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
2. Данилевский, В.В. Технология машиностроения / В.В. Данилевский. – М.: Высш. Школа, 1977. – 479 с.
3. Скворцов, В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф Скворцов. – Томск: изд. ТПУ 2006. – 100 с.
4. Косилова, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.2 / А.Г. Косилова, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
5. Безъязычный, В.Ф. Расчет режимов резания: учебное пособие / В.Ф Безъязычный, И.Н. Аверьянов, А.В. Кордюков, – Рыбинск: РГАТА, 2009 – 185 с.
6. Султан-заде, Н.М. Технология машиностроения. Выпускная квалификационная работа для бакалавров / Н.М. Султан-заде, А.Г. Схиртладзе. – М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 288 с.
7. Анализ технологичности детали [Электронный ресурс] – URL: https://studwood.ru/1601758/tovarovedenie/analiz_tehnologichnosti_detali (дата обращения 12.03.2019).
8. Блюмберг, В.А., Справочник фрезеровщика / В.А. Блюмберг, Е. И. Зазерский – Ленинград: Машиностроение, 1984. – 288 с.

9. Видяев, И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

10. Назаренко, О.Б. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие/ О.Б. Назаренко, Ю.А. Амелькович; Томский политехнический университет. – 3- 7980 е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 178 с.

11. Кукин, П.П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П.П. Кукин и др. – 5-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2009. – 335 с.

12. Аврамов, Ю.С. Защита человека от электромагнитных воздействий / Ю. С. Аврамов, Н. Н. Грачев, А. Д. Шляпин. – Москва: Изд-во МГИУ, 2002. – 232 с.

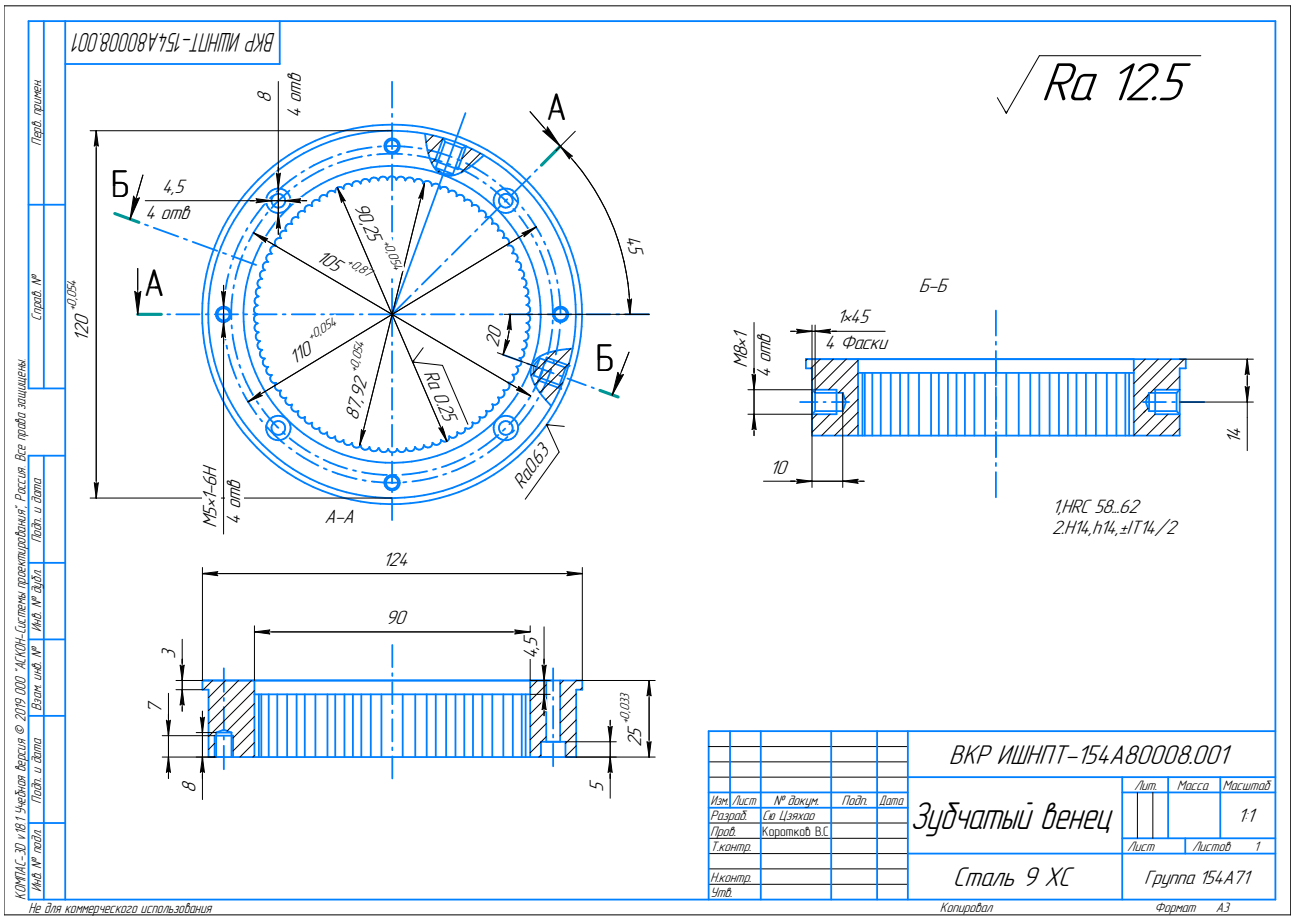
13. Пряников, В.И. Техника безопасности в химической промышленности: учебное пособие / В. И. Пряников. – Москва: Химия, 1989. – 288 с.

14. Корнилович, О.П. Техника безопасности при работе с инструментами и приспособлениями / О. П. Корнилович. – Москва: Энергоатомиздат, 1992. – 93 с.

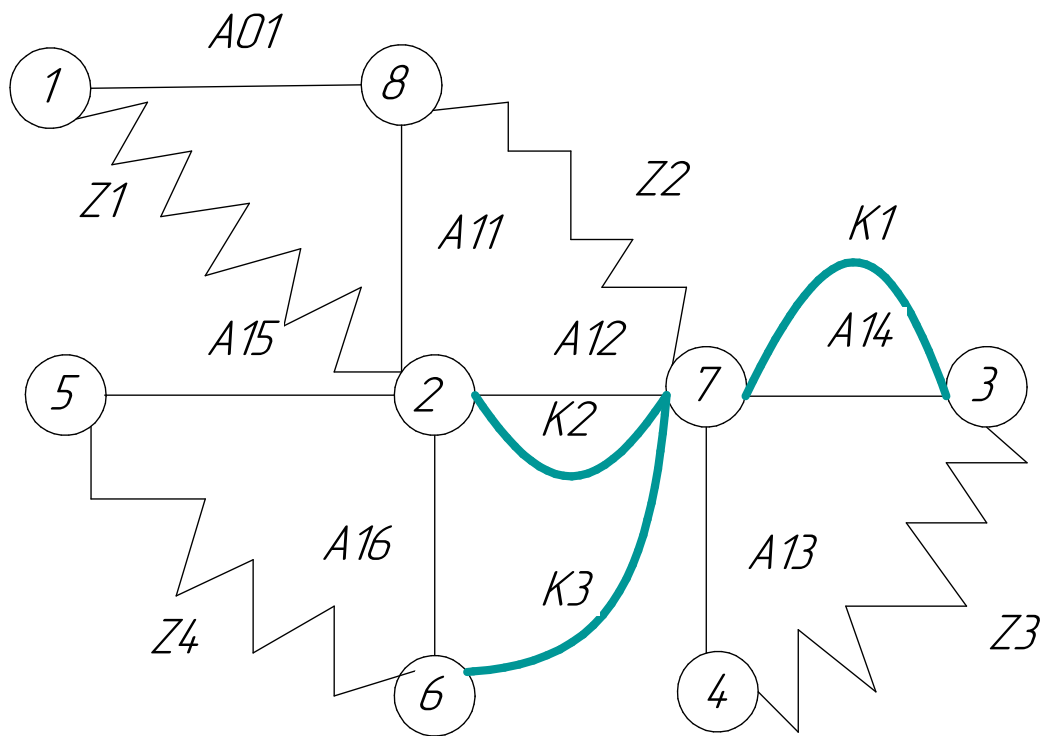
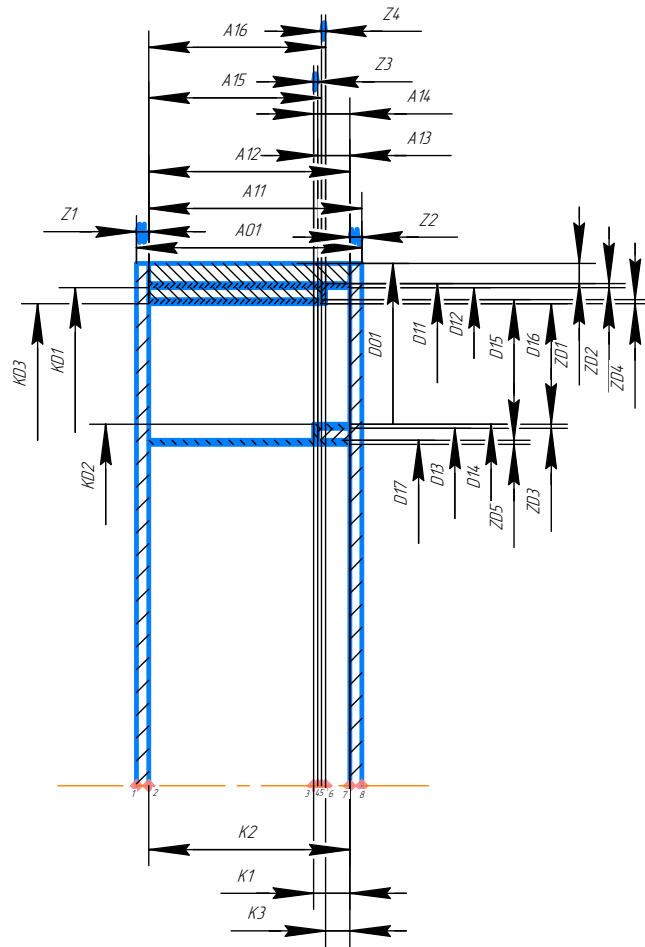
15. Максименко, Г.Т. Техника безопасности при применении пожароопасных, взрывоопасных и токсичных материалов / Г. Т. Максименко, В. М. Покровский. –3-е изд., перераб. и доп. – Киев, 1987. – 150 с.

16. Коробкин, В. И. Экология: учебник / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – 19-е изд., доп. и перераб. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2014. – 603 с.

Приложение 1



Приложение 2



Приложение 3

Национальный исследовательский Томский политехнический университет Карта технологического процесса																																													
См. чертеж деталь																																													
Номер операции		Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз	Одорулование	Инструмент		Материал	Код ед. велич.ены	Масса детали кг	Заготовка			Режим обработки			Нормы времени			Размер работ																										
1	2				3	4				5	6	7	8	9	10	11	12	13		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23																
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23	
Токарно-универсальный станок с ЧПУ Модель TRUN 450 Трёхкоординатный патрон																																													
005		Заготовительная поковка																																											
010		А установить и закрепить заготовку 1 Подрезать торец выдерживая размер 26±0,2мм 2 Расточить отверстие выдерживая размер Ф85±0,054мм Б установить и закрепить заготовку 1 точить поверхность выдерживая размер Ф126мм 2 Подрезать торец выдерживая размер 25±0,033мм 3 подрезать поверхность выдерживая размер Ф124±0,054мм 4 Расточить отверстие выдерживая размер Ф88мм 3,5мм. 5 Расточить отверстие выдерживая размер Ф89±0,054мм, 4,5мм																																											
015		Д установить и закрепить заготовку 1 Подрезать торец, выдерживая размер 21±0,033мм, Ф122мм 2 Точить поверхность, выдерживая размер 22±0,016мм, Ф124±0,054мм Фрезерная А установить и закрепить заготовку 1 сверлить отверстия выдерживая размер Ф5±0,015мм 2 Фрезеровать 4 отверстия выдерживая размер Ф9±0,015мм и глубину размер 6±0,015мм 3 Сверлить 4 отверстия на глубину 8мм и нарезать резьбу на глубину М6×1-6																																											
Фрезерный станок FGV32 Трёхкоординатный патрон																																													
015		А установить и закрепить заготовку 1 сверлить отверстия выдерживая размер Ф5±0,015мм 2 Фрезеровать 4 отверстия выдерживая размер Ф9±0,015мм и глубину размер 6±0,015мм 3 Сверлить 4 отверстия на глубину 8мм и нарезать резьбу на глубину М6×1-6																																											
Фрезерный станок FGV32 Трёхкоординатный патрон																																													
015		А установить и закрепить заготовку 1 сверлить отверстия выдерживая размер Ф5±0,015мм 2 Фрезеровать 4 отверстия выдерживая размер Ф9±0,015мм и глубину размер 6±0,015мм 3 Сверлить 4 отверстия на глубину 8мм и нарезать резьбу на глубину М6×1-6																																											

ИШНПТ-154А80008.002

Карта технологического процесса

Лист 1 из 1

Группа 154А71

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	Б	установить и закрепить заготовку		Фрезерный станок FGV32		Фрезерный станок FGV32																	
	1	Сверлить 4 отверстия на глубину 10 мм выдерживая размер Ф8 мм Нарезать резьбы в 4 отверстия выдерживая размер М8х1			Трехшпиндельный патрон		Фрезерный станок FGV32																
020	А	установить и снять заготовку		электроэрозионный станок EXC100L		Электроэрозионный станок EXC100L																	
	1	Обработать поверхность А, выдерживая размеры Ф90,25±0,054-Ф87,92±0,054			Электроэрозионная		Электроэрозионный станок EXC100L																

ИПРК С. 2017 "Исследования в области..."

ИПРК С. 2017 "Исследования в области..."

ИПРК С. 2017 "Исследования в области..."

Приложение 4

