

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



Институт __Электронного обучения__
 Направление подготовки __15.03.01 «Машиностроения»__
 Кафедра _ Технологии машиностроения и промышленной робототехники ____

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства детали типа «Звездочка» на станках с ЧПУ УДК 621.824:621.833.12--47.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л22/12	Масенко Николай Геннадьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Боголюбова М.Н.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Ю.И.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о зав. кафедрой	Вильнин А.Д.			

Томск – 2017 г.

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



Институт __Электронного обучения _____
 Направление подготовки (специальность) __15.03.01 «Машиностроения»_____
 Кафедра _Технологии машиностроения и промышленной робототехники_____

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломный проект/работа

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л22/12	Масенко Николаю Геннадьевичу

Тема работы:

Технологическая подготовка производства детали типа «Звездочка» на станках с ЧПУ

Утверждена приказом директора (дата, номер)

18.04.2017 №2771/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 «Звездочка»</p> <p>Технологический процесс изготовления детали</p> <p>4000 шт/год</p> <p>Сталь ШХ15</p> <p>Особых требований нет</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><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,</i></p>	<p>Технологический раздел: определение типа производства, анализ технологичности конструкции детали, разработка маршрутного техпроцесса, размерный анализ, расчет режимов резания, подбор оборудования, расчет основного времени.</p>

<i>конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Конструкторский раздел: расчет и проектирование станочного приспособления.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж детали, размерный анализ, карта технологического процесса, 3D модель детали, чертеж станочного приспособления в сборке.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая часть	Боголюбова М.Н.
Конструкторская часть	Боголюбова М.Н.
Финансовый менеджмент	Шулинина Ю.И.
Социальная ответственность	Федорчук Ю.М.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Боголюбова М.Н.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л22/12	Масенко Н.Г.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 115 страниц, 10 рисунков, 23 таблицы, 13 литературных источников, 7 листов демонстрационного материала.

Ключевые слова: «Звездочка», технологический процесс, размерный анализ, технологическая оснастка, станок с ЧПУ, фрезерный станок с ЧПУ.

Объектом разработки является технологический процесс изготовления детали «Звездочка».

Цель работы – совершенствовать технологический процесс изготовления детали «Звездочка» и оснастки.

В процессе выполнения работы произведен размерный анализ, расчет припусков на обработку, режимов резания, определены допуски на размеры детали, расчет времени на обработку, выбор технологической оснастки.

Область применения: технологический процесс разработан для внедрения в производство на ОАО «Фармстандарт-Томскхимфарм».

Экономическая эффективность оборудования определяется малым сроком окупаемости.

Оглавление

Аннотация	
Введение.....	8
Раздел 1. Проектирование технологического процесса	
изготовления детали «Звездочка».....	9
1.1 Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание.....	9
1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ.....	10
1.3 Анализ технологичности конструкции детали.....	14
1.4 Выбор типового технологического процесса или аналога единичного.....	15
1.5 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления.....	17
1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Звездочка».....	19
1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операций.....	21
1.6.2 Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки.....	27
1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	37
1.8 Расчет и назначение режимов обработки.....	40
1.9 Нормирование технологического процесса.....	56
1.10 Технико-экономическое обоснование и показатели, технологического процесса изготовления детали «Звездочка» ...	60
Раздел 2. Проектирование станочного приспособления.....	62
2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления.....	62
2.2 Конструкция и описание работы приспособления.....	62

2.3 Разработка схемы установки заготовки в приспособление и расчет погрешностей обработки.....	63
2.4 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатацию, сборку приспособления.....	64
2.5 Расчет точности приспособления.....	65
2.6 Разработка расчетной схемы и определение сил, действующих на заготовку при обработке.....	66
2.7 Выбор зажимных элементов, передаточного механизма, определение сил зажима и на исходном звене.....	66
2.8 Выбор и расчет силового привода.....	68
2.9 Экономическое обоснование применения приспособления.....	69
Раздел 3. Финансовый менеджмент.....	73
Раздел 4. Социальная ответственность.....	94
Заключение.....	114
Список литературы.....	115

Аннотация

На выпускную квалификационную работу, выполненную на тему «Технологическая подготовка производства детали типа «Звездочка» на станках с ЧПУ».

Целью выпускной квалификационной работы является совершенствование технологического процесса изготовления детали типа «Звездочка».

В выпускной квалификационной работе рассмотрены четыре раздела: технологический, конструкторский, финансовый менеджмент и социальная ответственность. В технологическом разделе приведен проектный вариант технологического процесса изготовления детали и приведены необходимые расчеты. В конструкторском разделе представлено сконструированное станочное приспособление для фрезерного станка с ЧПУ. В разделе финансового менеджмента определена себестоимость проектирование технологического процесса. В разделе социальной ответственности были рассмотрены вопросы: вредные и опасные производственные факторы, экологическая безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Данная выпускная квалификационная работа сопровождается графической частью: чертеж детали, схема размерного анализа, карта технологического процесса, 3D модель детали, чертеж станочного приспособления в сборке.

Введение

Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемирного внедрения методов технико-экономического анализа.

Развитие технологии механической обработки и сборки и ее направленность обуславливаются стоящими перед машиностроительной промышленностью задачами совершенствования технологических процессов, изыскания и изучения новых методов производства, дальнейшего развития и внедрения комплексной механизации и автоматизации производственных процессов на базе достижений науки и техники, обеспечивающих наиболее высокую производительность труда при надлежащем качестве и наименьшей себестоимости выпускаемой продукции.

Решение сложных проектных задач возможно лишь на основе наиболее полного использования возможностей прогрессивного технологического оборудования и оснастки, максимальной экономически оправданной степени автоматизации проектирования и производства, создания гибких технологий.

1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «ЗВЕЗДОЧКА».

1.1 Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание.

Разработать технологический процесс изготовления звездочки. Чертеж детали представлен на рис.1. Годовая программа выпуска: 4000 шт.

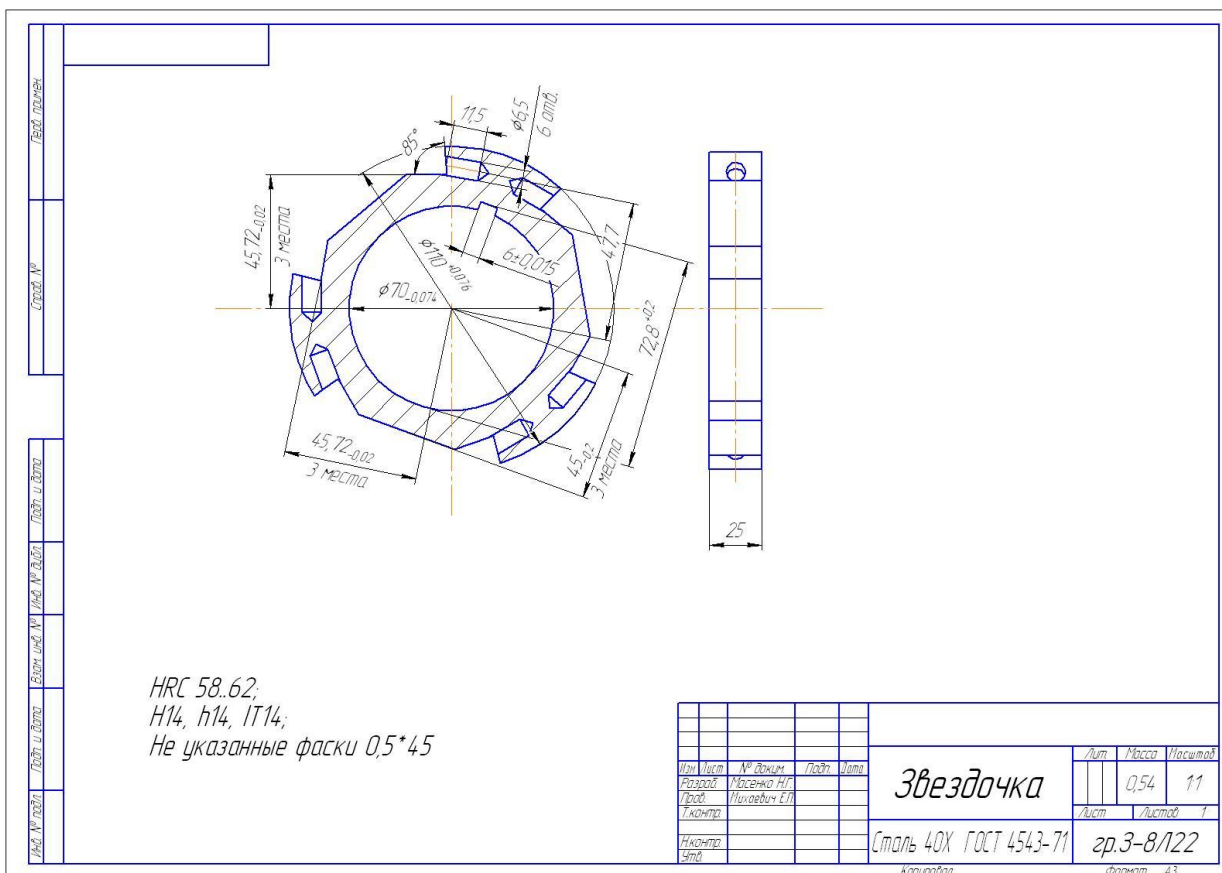


Рис.1 Чертеж детали.

Большинство деталей типа "Звездочка" предназначены для осуществления правильности ориентации сопрягаемых деталей, их фиксации и достижения однозначности их расположения или движения в узле.

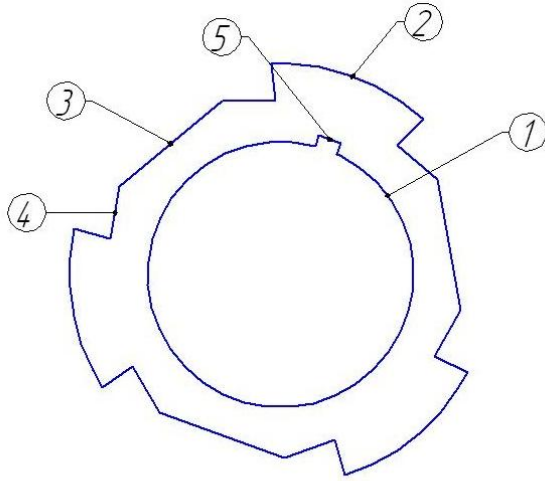


Рис.2 Эскиз детали.

Из анализа конструкции детали можно сделать следующие выводы:

1. Поверхности 1 и 2 детали служат для обеспечения требуемых точных сопряжений с другими деталями узла, обеспечивают правильность их движения.
2. Элементы 3,4 служат для обеспечения правильности расположения деталей узла и самой втулки относительно несущих деталей.
3. Паз 5 служит для обеспечения движения рабочего звена узла.

1.2 Определение типа производства.

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления на нем операций, которую находим по формуле: [5]

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

где t_v – такт выпуска детали, мин.;

T_{cp} – среднее штучно – калькуляционное, мин.

Такт выпуска детали определяется по формуле:

$$t_{\text{с}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}}, \quad (2)$$

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

$N_{\text{г}}$ – годовая программа выпуска деталей типа «Звездочка».

Годовой фонд времени работы оборудования определяем при двухсменном графике работы: $F_{\text{г}} = 4029$ ч. [5]

$$t_{\text{с}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} = \frac{4029 * 6}{4000} = 6.04 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

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

где $T_{\text{ш.к}i}$ - штучно - калькуляционное время i - ой основной операции, мин.;

n - количество основных операций.

В качестве основных операций назначим 2-ю операцию ($n=3$): две токарные и одна шлифовальная операции.

Штучно – калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [5, стр.147]:

$$T_{\text{ш.к}i} = \varphi_{\text{к.}i} * T_{\text{о.}i}, \quad (4)$$

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

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

Для первых двух операций: $\varphi_{к.1} = \varphi_{к.2} = 1,98$;

для шлифовальной: $\varphi_{к.3} = 2,1$.

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

Основное технологическое время первой токарной операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов (точить поверхность начерно и начисто (см. операционную карту)):

$$T_{o.1} = (0,17*d*l + 0,1*d*l)*10^{-3},$$

где D – наибольший диаметр обрабатываемого торца, мм;

d – наименьший диаметр обрабатываемого торца, диаметр обрабатываемого отверстия, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по рис.1.

$$T_{o.1} = (0,17*d*l + 0,1*d*l)*10^{-3} = (0,17*105*125 + 0,1*105*125)*10^{-3} = 3,54 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле (4):

$$T_{ш.к.1} = \varphi_{к.1} * T_{o.1} = 1,98 * 3,54 = 7,01 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время второй токарной операции также определяем для наиболее продолжительных по времени переходов (подрезать торец начерно, начисто (см. операционную карту)):

$$T_{o.2} = (0,037*(D^2 - d^2) + 0,052*(D^2 - d^2))*10^{-3},$$

$D, d, \text{ мм. (определенно выше)}$

$$T_{o,2} = (0,037*(D^2-d^2) + 0,052*(D^2-d^2))*10^{-3} =$$

$$(0,037*(105^2-58^2) + 0,052*(105^2-58^2))*10^{-3} = 0,682 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции ,формула (3):

$$T_{ш.к 2} = \varphi_{к.2}*T_{o,2} = 1,98*0,62 = 1,35 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время шлифовальной операции (см. операционную карту):

$$T_{o,3} = 2,5*1*10^{-3} = 2,5*200*10^{-3} = 0,5 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции, формула(3):

$$T_{ш.к 3} = \varphi_{к.3}*T_{o,3} = 2,1*0,5 = 1,05 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (3):

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n} = \frac{T_{ш.к 1} + T_{ш.к 2} + T_{ш.к 3}}{3} = \frac{3,54 + 0,682 + 0,5}{3} = 1,54 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем по формуле(1):

$$K_{з.о} = \frac{t_6}{T_{cp}} = \frac{60.4}{1.54} = 39.2$$

Так как $20 < K_{з.о} < 40$, то тип производства мелкосерийное.

Определим оптимальное количество детали в партии для одновременного запуска на изготовление:

$$n_{п} = \frac{N \cdot C}{d}; \quad (5)$$

где, С – рекомендуемый запас деталей на цеховом складе (для крупных деталей – 2-3 дня, для средних – 4-6 дней, для мелких – 7-10 дней). d=248 рабочих дней в году.

$$n_{п} = \frac{4000 \cdot 8,5}{248} = 137.09 \approx 137 \text{ дет.}$$

Так как партия детали представляет их количество, которое изготавливается на рабочем месте с однократной затратой подготовительно-заключительного времени, то её размер оказывает существенное влияние на технико-экономические показатели и организацию производства.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали.

Деталь - изготавливается из стали ШХ15, химический состав приведён в таблице 1, механические свойства в таблице 2.

Таблица 1.

Химический состав стали ШХ15 (ГОСТ 801-78)

C	0,95 - 1,05
Si	0,17 - 0,37
Mn	0,2 - 0,4
Ni	до 0,3
S	до 0,02
P	до 0,027
Cr	1,3 - 1,65
Cu	до 0,25
Fe	~96

Таблица 2.

Механические свойства стали ШХ15 (ГОСТ 801-78)

$\sigma_T, \text{кг/мм}^2$	$\sigma_{BP}, \text{кг/мм}^2$	$\delta_B, \%$	$\Psi, \%$	$a_n, \text{кг/мм}^2$	Твёрдость	
Не менее					Не закалённой	После закалки
60-75	80-95	10	40-50	6	230-280HV	45-50 HRC ₃

Деталь имеет простую конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является

достаточно жесткой, образованна простыми геометрическими поверхностями, имеет типичную цилиндрическую форму.

Требование к точности, шероховатости и взаимному расположению поверхностей являются технологически достижимыми.

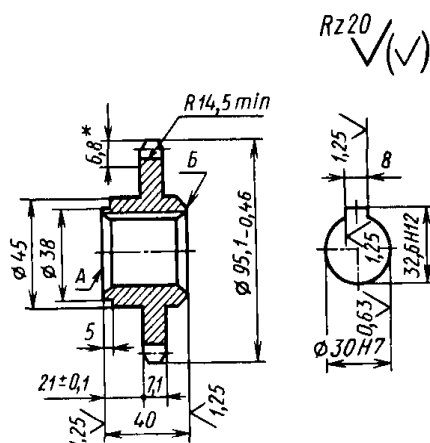
Трудностями при изготовлении детали являются высокие требования к точности и качеству поверхности элементов 4 и 5 (рис.2), а так же вероятность образования трещин при термической обработке детали, которые могут возникнуть как результат наличия в конструкции перепадов площади поперечного сечения.

На чертеже, выполненном в соответствии с ЕСКД, приведены все размеры с указанием полей допусков, квалитетов и отклонений.

Таким образом, с учетом свойств материала детали, как итог описанного выше можно сделать вывод, что конструкция детали технологична.

1.4 Выбор базового технологического процесса.

В данной выпускной квалификационной работе будет использован базовый единичный технологический процесс [10].



Вид заготовки – штамповка.

Материал – сталь 45.

Число деталей из заготовки – 1.

Рис.3 Чертеж детали.

Маршрут обработки звездочки.

Таблица 3.

Опера-ция	Содержание или наименование операции	Станок, оборудование	Оснастка
005	Отрезать заготовку	Абразивно-отрезной	Тиски
010	Кузнечная		
015	Термическая обработка		
020	Подрезать торцы d 95,1/d45 и d45/30H7 предварительно. Обточить наружную поверхность d95,1-0.46 и d45 предварительно. Расточить и обточить фаски.	Токарный полуавтомат с ЧПУ КТ141	Трехкулачковый патрон
025	Подрезать торцы d38/d30H7 и d95/d45 предварительно. Обточить наружные поверхности d38 и d45 предварительно. Расточить и обточить фаски.	То же	То же
030	Протянуть отверстие d30H7.	Горизонтально протяжный 7512	Жесткая опора
035	Протянуть паз В=8Н9 окончательно.	Горизонтально протяжной 7512	Направляющая втулка
040	Подрезать торцы d38/d30H7 и d95,1/d45 окончательно. Обточить наружные поверхности d38, d45, d95.1-0.46 и R=14,5 окончательно. Расточить и обточить фаски.	Токарный с ЧПУ 16Б16Ф3	Специальная оправка
045	Технический контроль		
050	Фрезеровать 22 зуба (m=12,7) окончательно	Зубофрезерный 53А20В	Приспособление
055	Зачистить заусенцы	Вибробункер	
060	Помыть деталь	Моечная машина	
065	Технический контроль		
070	Термическая обработка	Установка ТВЧ	Индуктор
075	Шлифовать отверстие d30H7 окончательно	Внутришлифовальный 3А227АФ2	Трехкулачковый патрон

080	Промыть деталь	Моечная машина	
085	Технический контроль		
090	Нанесение антикоррозионного покрытия		
<p>Зубья обработать ТВЧ на глубину 1..3 до твердости 45..50 HRC.</p> <p>Торцевое биение поверхности А и Б относительно оси отверстия – не более 0,05.</p> <p>Класс точности – 2, шаг сопрягаемой цепи – 12,7, диаметр ролика – 8,51.</p> <p>Фаски 1*45°.</p>			

1.5 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления.

С учетом мелкосерийного типа производства, свойств материала детали, ее габаритов, требования к механическим свойствам (особых требований нет), наиболее обоснованным выбором исходной заготовки будет являться круглый прокат, диаметром 115мм.

Для получения необходимой детали выбираем заготовку – Сортовой круглый прокат $\varnothing 115_{-1,7}^{+0,6}$ мм, и длиной 26,4 мм.

Масса заготовки из круглого проката:

$$Q^{\text{пр}} = \rho \cdot V, \text{ кг} \quad (6)$$

где, $\rho = 7,8 \cdot \frac{10^{-6} \text{ кг}}{\text{мм}^3}$ – плотность материала;

V – объём прутка, мм^3 ;

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot l, \text{ мм}^3 \quad (7)$$

где, R – радиус прутка, мм;

l – длина заготовки, мм;

$$V = 3,14 \cdot 57,5^2 \cdot 26,4 = 27407,9 \text{ мм}^3$$

Тогда:

$$Q^{\text{пр}} = 7,8 \cdot 10^{-6} \cdot 27407,9 = 2,1 \text{ кг}$$

Коэффициент полезного использования материала:

$$K_{\text{и.м.}}^{\text{пр}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}} \quad (8)$$

где, $m_{\text{д}}$ – масса детали, кг

$m_{\text{з}}$ – масса заготовки, кг

$$K_{\text{и.м.}}^{\text{пр}} = \frac{0,54}{2,1} = 0,25$$

Стоимость заготовки из проката рассчитывается по формуле:

$$S^{\text{пр}} = M + \Sigma C_{\text{о.з.}}, \quad (9)$$

где, M – затраты на материал, руб;

$\Sigma C_{\text{о.з.}}$

– технологическая себестоимость правки, калибрования, разрезки, руб.

Затраты на материал высчитываются по формуле:

$$M = Q^{\text{пр}} \cdot S - Q^{\text{пр}} - g \cdot S_{\text{отж}}, \text{ руб.} \quad (10)$$

где, Q – масса заготовки, кг;

$S = 40$ руб/кг – цена 1 кг материала заготовки;

g – масса детали, кг;

$S_{\text{отж}} = 10$ руб/кг – цена 1 кг отходов, руб.

$$M = 2,1 \cdot 40 - 2,1 - 0,54 \cdot 10 = 68,4 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость рассчитывается по формуле:

$$\Sigma C_{\text{о.з.}} = \frac{T_{\text{ст}} \cdot K \cdot t_{\text{шт}}}{60}, \text{ руб} \quad (11)$$

где, $T_{\text{ст}} = 120 \frac{\text{руб}}{\text{час}}$ – тарифная ставка рабочего – станочника;

$K = 1,15$ – коэффициент, учитывающий зарплату наладчика станка;

$t_{\text{шт}}$ – штучное время выполнения заготовительной операции.

Штучное время рассчитывается по формуле:

$$t_{шт} = \frac{L_{рез} + y}{S_m} \cdot \phi, \text{ мин} \quad (12)$$

где, $L_{рез} = 57,5$ мм – длина резания при разрезании проката на штучные заготовки

$y = 2-4$ мм – величина врезания и перебега при разрезании ленточной пилой; принимаем 2 мм

$S_m = 60$ мм/мин – минутная подача при разрезании;

$\phi = 1,5$ – коэффициент, показывающий долю вспомогательного времени в штучном производстве.

$$t_{шт} = \frac{57,5 + 2}{60} \cdot 1,5 = 0,9 \text{ мин}$$

Тогда

$$\Sigma C_{o.z.} = \frac{120 \cdot 1,15 \cdot 0,9}{60} = 2,07 \text{ руб}$$

Стоимость заготовки из проката равна: $S_{пр} = 68,4 + 2,07 = 70,47$ руб.

1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Звездочка».

На основании типового технологического процесса (таблица 3) проектируемый технологический процесс представлен в таблице 4.

Таблица 4.

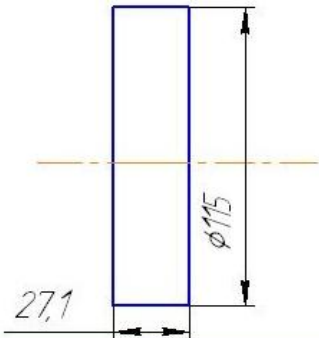
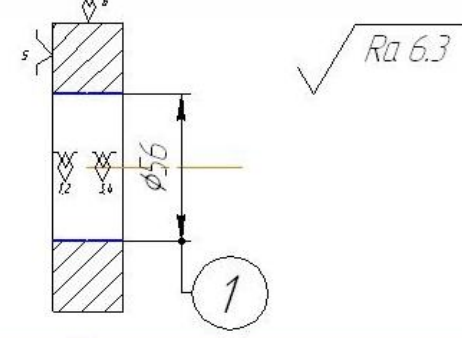
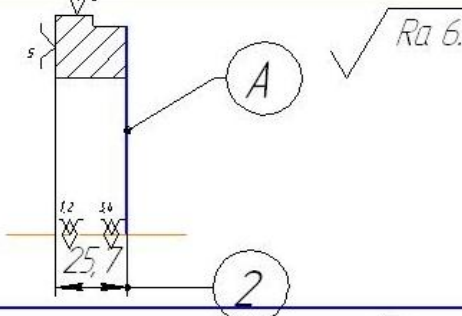
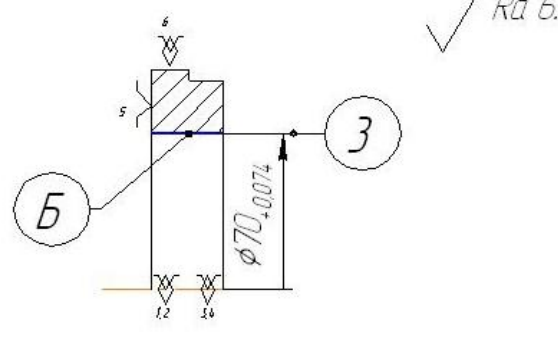
Операция	Содержание или наименование операции.	Станок, оборудование	Оснастка
000	Заготовительная. Отрезать заготовку выдерживая размер 26,4мм.	Ленточная пила	Тиски
005	Сверление.	Токарный	Трехкулачковый

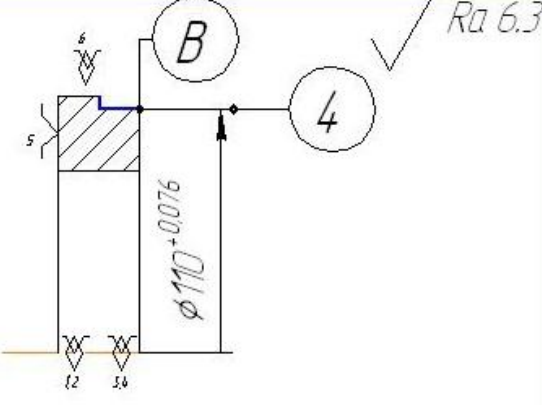
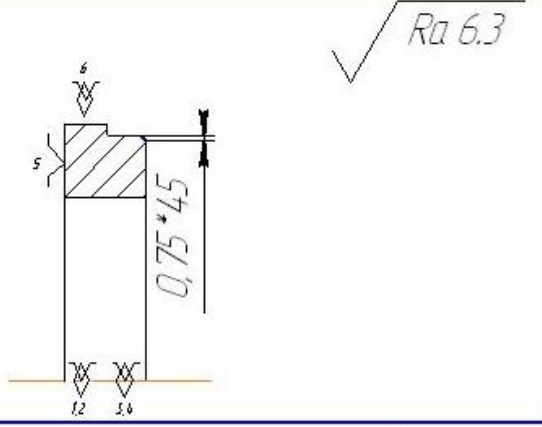
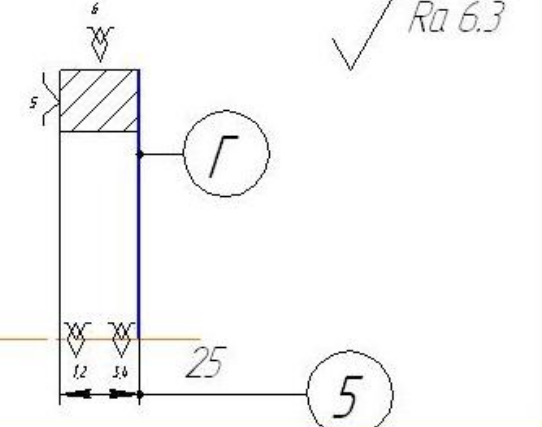
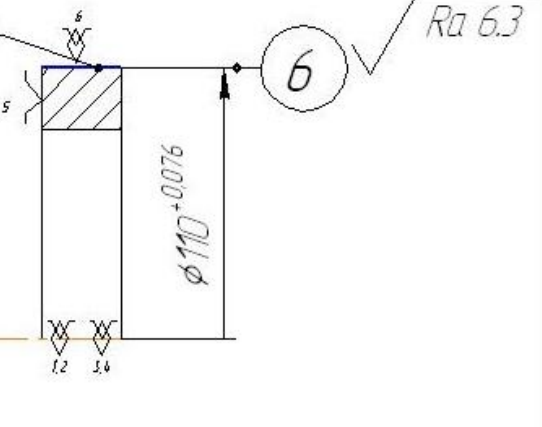
	Сверлить отверстие 1 диаметром 56мм.	16К20ФЗ	патрон
010	Токарная с ЧПУ. Подрезать правый торец, точить наружный диаметр в размер 110мм, точить внутренний диаметр в размер 70мм. Переустановить деталь. Подрезать левый торец в размер 25мм, точить наружный диаметр в размер 110мм.	Токарный 16К20ФЗ	Трехкулачковый патрон
015	Технический контроль.		
020	Фрезерная с ЧПУ. Фрезеровать поверхности согласно с эскизной картой.	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр	Приспособление
025	Сверление. Сверлить 6 отверстий диаметром 6,5 мм на глубину 11,5мм. Выдерживая межосевой размер 47,7мм.	То же	То же
030	Слесарная. Снять заусенцы, притупить острые кромки.		
035	Контрольная. Технический контроль.		
040	Термическая. Калить 58..68HRC.		

045	Пескоструйная.		
050	Плоскошлифовальная. Шлифовать деталь согласно эскизной карте.	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ	
055	Контрольная. Технический контроль.		
060	Электроискровая. Обрабатывать паз в размер В=6JS9.		
065	Моечная. Промыть деталь.		
070	Контрольная. Контролировать деталь согласно чертежу.		

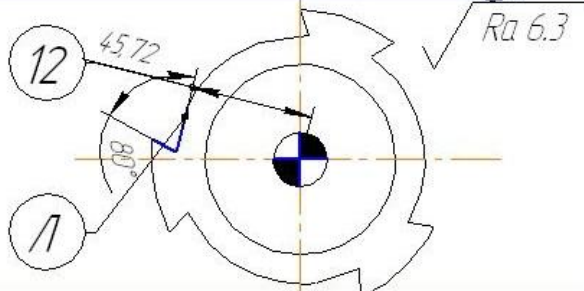
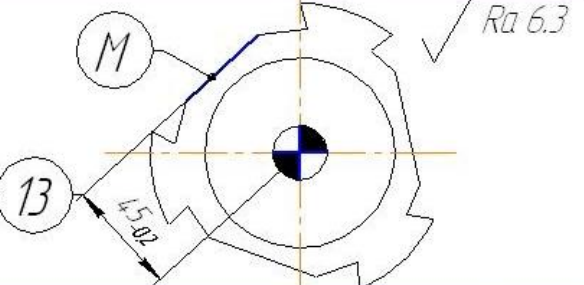
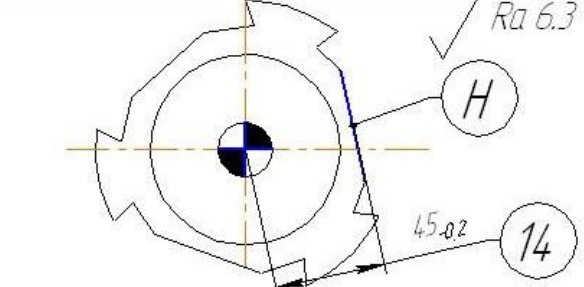
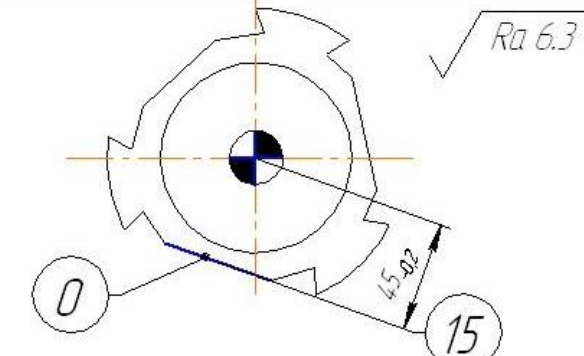
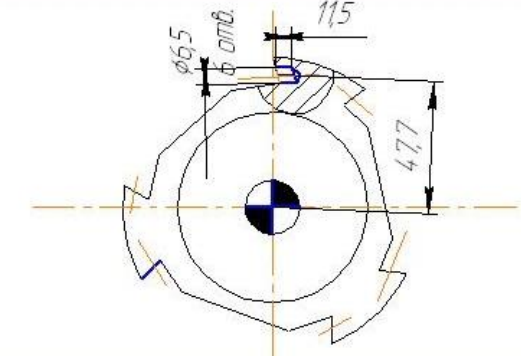
1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операций.

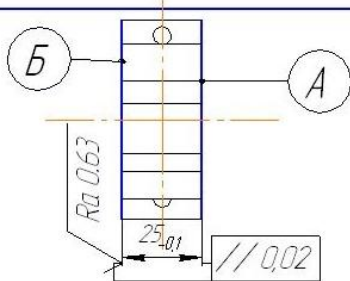
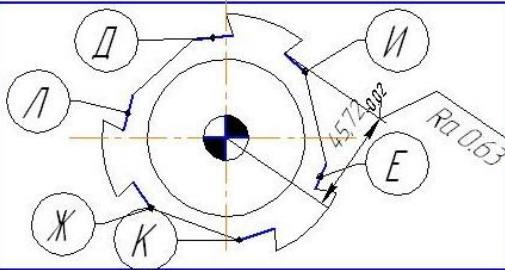
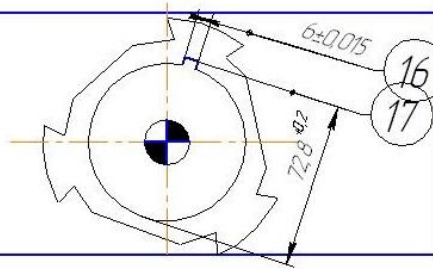
Выполним предварительное проектирование маршрута технологии изготовления детали. Основными данными для проектирования являются сведения о конструкторских требованиях к точности размеров и качеству поверхностей детали, механических свойствах материала детали, ориентировочном типе производства и о соответствующем ему оборудовании.

Номер		Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
операции	перехода		
1	2	3	4
000	1	Заготовительная Отрезать заготовку	
005	A 1	Сверление Установить заготовку снять после обработки Сверлить отверстие Выдержав размер 1	
010	1	Токарная с ЧПУ. Установить заготовку и снять после обработки Точить поверхность А Выдержав размер 2	
	2	Точить поверхность Б, Выдержав размер 3	

3	<p>Точить поверхность В Выдержав размер 4</p>	
4	<p>Снять фаску Выдержав размер $0,75 \times 45^\circ$</p>	
Б 1	<p>Установить заготовку и снять после обработки Точить поверхность Г Выдержав размер 5</p>	
2	<p>Точить поверхность В Выдержав размер 6</p>	

1	2	3	4
	3	Снять фаску Выдержив размер 0,75*45°	
015	A	Фрезерная с ЧПУ Установить заготовку в приспособление на поворотный стол и снять после обработки 1 Фрезеровать поверхность Д Выдерживая размер 7	
	2	Фрезеровать поверхность E Выдерживая размер 8	
	3	Фрезеровать поверхность Ж Выдерживая размер 9	
	4	Фрезеровать поверхность И Выдерживая размер 10	
	5	Фрезеровать поверхность К Выдерживая размеры 11	

6	Фрезеровать поверхность Л Выдерживая размеры 12	
7	Фрезеровать поверхность М Выдерживая размеры 13	
8	Фрезеровать поверхность Н Выдерживая размеры 14	
9	Фрезеровать поверхность О Выдерживая размеры 15	
020	<p>Сверление</p> <p>А Установить заготовку и снять после обработки</p> <p>1 Сверлить отверстия</p> <p>Выдержав размер: $d=6.5$ $l=11.5$</p>	
025	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки	
030	Контрольная Контролировать деталь согласно эскизу	

1	2	3	4
035		Термическая Калить: 58-62 HRC	
040		Пескоструйная	
045	A 1	Плоскошлифовальная на станках с ЧПУ Установить заготовку и снять после обработки Шлифовать поверхность ПР Выдерживая размер 25 _{±0,1}	
	B 1	Переустановить заготовку и снять после обработки Шлифовать поверхность Д, Е, Ж, И, К, Л Выдерживая размер 45,72 _{-0,02}	
050		Контрольная Контролировать согласно эскизу	
055		Электроискровая Обрабатывать поверхность (шпоночный паз) Выдерживая размеры 16, 17	
060		Промыть деталь	
070		Контрольная Контролировать деталь согласно чертежу	

1.6.2 Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки.

Расчетная схема изготовления детали представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, непосредственно взятые с чертежа.

На основании маршрута изготовления детали, составляется размерная схема, которая представлена на рисунке 4, и содержит все осевые технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры.

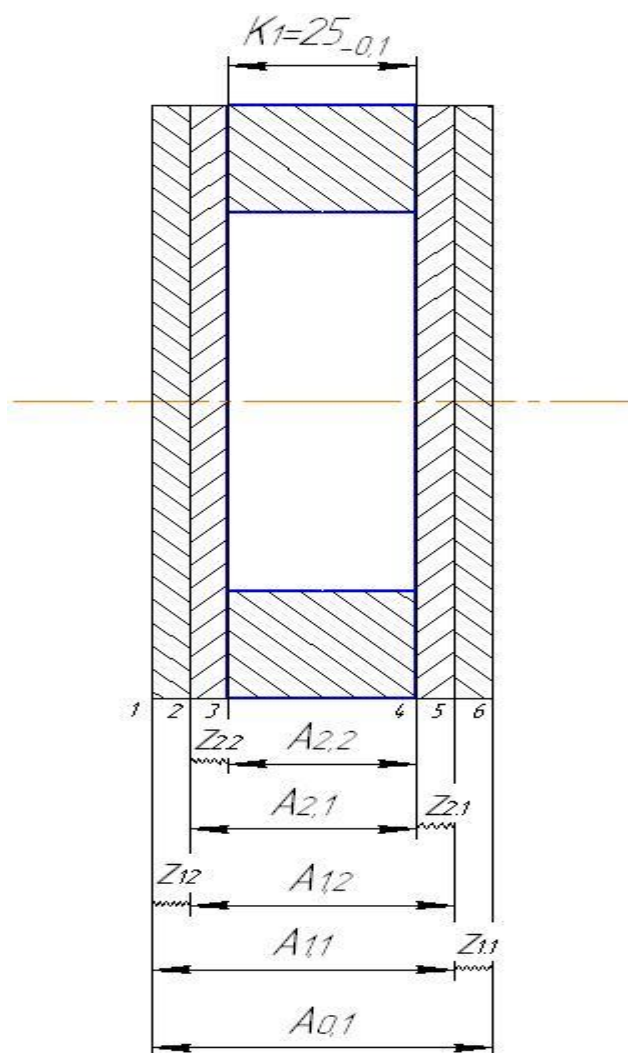


Рис.4 Размерная схема

технологического процесса.

С целью облегчения составления размерных цепей в дальнейшем, на базе расчетной схемы строится граф технологических размерных цепей.

Граф-дерево технологического процесса для продольной размерной схемы представлен на рис. 5.

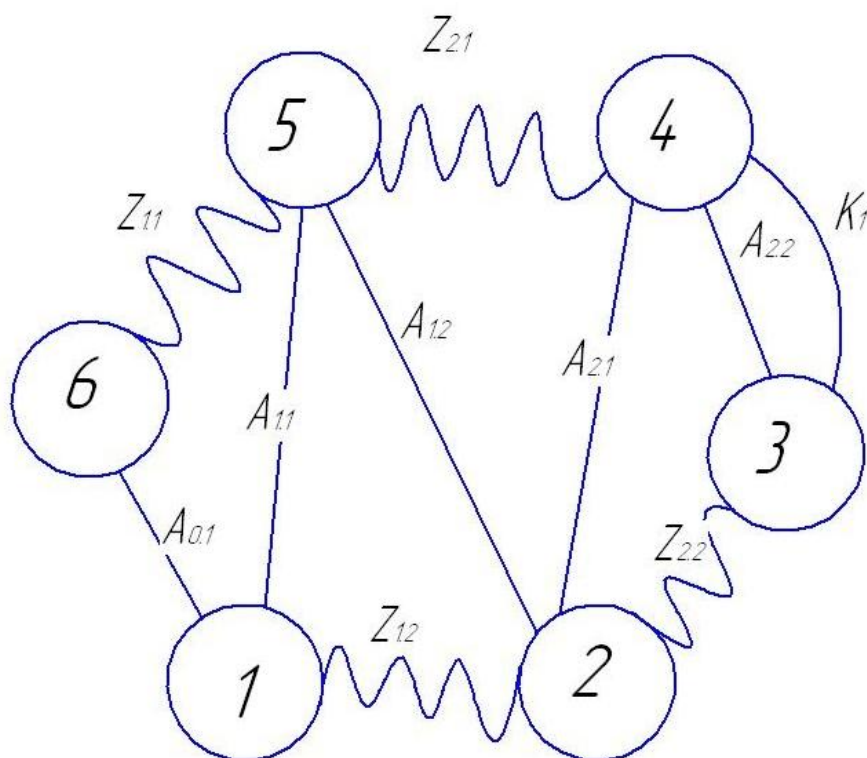


Рис. 5 Граф-дерево размерных цепей.

Определение допусков на технологические размеры

Назначим допуски на технологические размеры [2] по формуле:

$$TA = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{б}, \quad (13)$$

где ω_c – статистическая погрешность размера A ;

$\rho_{и}$ – пространственное отклонение измерительной (технологической) базы;

$\varepsilon_{б}$ – погрешность базирования;

Ниже представлены значения допусков на технологические размеры по операциям:

005. Заготовительная

$$TA_{0.1} = 1,4 \text{ мм};$$

$$TD_{0.1} = 5 \text{ мм} (es = +0,6; ei = -1,7);$$

015. Токарная

$$TA_{2,1} = \omega_{c2,1} + \rho_{2,1} + \varepsilon_{2,1};$$

Приложение 1, таблица 1.

$$TA_{2,1} = 0,12 + 0,016 + 0,06 = 0,196 \text{ мм};$$

$$TA_{2,2} = 0,196 \text{ мм};$$

$$TD_{2,1} = 0,12 + 0,016 + 0,06 = 0,196 \text{ мм};$$

$$TD_{2,2} = 0,196 \text{ мм};$$

050. Шлифование

$$TA_{5,1} = 0,08 + 0,004 + 0,09 = 0,174 \text{ мм};$$

$$TA_{5,2} = 0,08 + 0,004 + 0,09 = 0,174 \text{ мм};$$

Определение припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки.

Расчёт припусков на обработку Ø70Н9

Минимальный припуск на обработку поверхностей вращения в центрах определяется [2] по формуле:

$$2 * z_{i \min} = 2 * (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}), \quad (14)$$

где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм.

Расчет припусков на обработку производим по вышеуказанной формуле (14) и сводим их в табл. 6.

Технологические Переходы обработки Ø70h9	Элементы припуска, мкм.				2z _{min} , мкм	d _p , мм	δ, мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припуска, мкм		Промежуточный технологический размер, А мм.
	Rz	h	ρ	ε				d _{min}	d _{max}	2z ^{пр} _m in	2z ^{пр} _{max}	
Заготовка	150	250	250,7	-	-	71,458	120	71,5	72,7	-	-	72,7 _{-1,2}
Точение черновое	50	50	15,04	-	2*651	70,156	190	70,16	70,35	1340	2350	70,35 _{-0,19}
Точение чистовое	30	30	-	-	2*115	69,926	74	69,926	70	234	350	70 _{-0,074}

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем:

заготовка: Rz = 150 мкм, h = 250 мкм;

черновое точение: Rz = 50 мкм, h = 50 мкм;

чистовое точение: Rz = 30 мкм, h = 30 мкм.

Суммарное пространственное отклонение поверхности заготовки:

$$\rho_0 = \sqrt{(\rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2)},$$

где $\rho_{кор} = \Delta_{\kappa} * l$, $\Delta_{\kappa} = 0,1 \text{ мкм/мм}$,

$$\rho_{кор} = 180 * 0,1 = 18 \text{ мкм},$$

$$\rho_{ц} = 0,25 \text{ мм},$$

$$\rho_0 = \sqrt{(18^2 + 250^2)} = 250,7 \text{ мкм}.$$

После чернового точения:

$$\rho_1 = 0,06 * \rho_0 = 0,06 * 250,7 = 15,04 \text{ мкм}.$$

После чистового точения:

$$\rho_2 = 0 \text{ мкм}.$$

Минимальный припуск на однократное точение, формула (14):

$$2 \cdot z_{1 \min} = 2 \cdot (Rz_0 + h_0 + \rho_0) = 2 \cdot (150 + 250 + 250,7) = 2 \cdot 651 \text{ мкм};$$

$$2 \cdot z_{2 \min} = 2 \cdot (Rz_1 + h_1 + \rho_1) = 2 \cdot (50 + 50 + 15,04) = 2 \cdot 115 \text{ мкм}.$$

Расчётные размеры:

$$d_{p2} = 69,926 \text{ мм},$$

$$d_{p1} = d_{p2} - 2 \cdot z_{2 \min} = 69,926 - 2 \cdot 0,115 = 70,156 \text{ мм},$$

$$d_{p0} = d_{p1} - 2 \cdot z_{1 \min} = 70,156 - 2 \cdot 0,651 = 71,458 \text{ мм}.$$

Принимаем допуски на размеры:

$$\text{на заготовку: } \delta_0 = 1200 \text{ мкм},$$

$$\text{на черновое точение: } \delta_1 = 190 \text{ мкм},$$

$$\text{на чистовое точение: } \delta_1 = 74 \text{ мкм}.$$

Предельные размеры:

Минимальный размер принимаем равным расчётному, округлённому до точности допуска, а максимальный как сумму минимального и допуска.

$$d_{\min 2} = 69,926 \text{ мм}, d_{\max 2} = d_{\min 2} + \delta_2 = 69,926 + 0,074 = 70 \text{ мм};$$

$$d_{\min 1} = 70,16 \text{ мм}, d_{\max 1} = d_{\min 1} + \delta_1 = 70,16 + 0,19 = 70,35 \text{ мм};$$

$$d_{\min 0} = 71,5 \text{ мм}, d_{\max 0} = d_{\min 0} + \delta_0 = 71,5 + 1,2 = 72,7 \text{ мм};$$

Предельные припуски:

Минимальные припуски рассчитываются как разность минимальных предельных размеров предшествующего и данного перехода, а максимальные как разность максимальных предельных размеров.

$$2z_{\min 1}^{\text{пр}} = 71,5 - 70,16 = 1,34 \text{ мм} = 1340 \text{ мкм},$$

$$2z_{\max 1}^{\text{пр}} = 72,7 - 70,35 = 2,35 \text{ мм} = 2350 \text{ мкм},$$

$$2z_{\min 2}^{\text{пр}} = 70,16 - 69,926 = 0,234 \text{ мм} = 234 \text{ мкм},$$

$$2z_{\max}^{\text{пр}} = 70,35 - 70 = 0,35 \text{ мм} = 350 \text{ мкм},$$

Расчёт припусков на обработку $D=110h7(+0.076)$.

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta k * D = 0.7 * 110 = 77 \text{ мкм}.$$

$$\rho_{\text{см}} = 600 \text{ мкм}.$$

$$\rho = (77^2 + 600^2)^{1/2} = 605 \text{ мкм}.$$

$$\rho_1 = 0,05 * 605 = 30 \text{ мкм}.$$

Погрешность установки заготовки на выполняемом переходе зависит только от погрешности закрепления (погрешности базирования нет). Погрешность закрепления определяем [2]:

Точение черновое: $\varepsilon_1 = 400 \text{ мкм}$;

Точение чистовое: $\varepsilon_2 = 0,05\varepsilon_1 + \varepsilon_{\text{инд}} = 0,05 * 400 = 20 \text{ мкм}$, $\varepsilon_{\text{инд}} = 0$,
т.к. один установ;

Тонкое точение: $\varepsilon_3 = 10 \text{ мкм}$.

Минимальный припуск на:

точение черновое:

$$2 * z_{1 \min} = 2 * (Rz_0 + T_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2}) = 2 * (600 + \sqrt{605^2 + 400^2}) = 2650 \text{ мкм},$$

точение чистовое:

$$2 * z_{2 \min} = 2 * (Rz_1 + T_1 + \sqrt{\rho_1^2 + \varepsilon_2^2}) = 2 * (50 + \sqrt{30^2 + 20^2}) = 172 \text{ мкм},$$

точение тонкое:

$$2 * z_{3 \min} = 2 * (Rz_2 + T_2 + \sqrt{\rho_2^2 + \varepsilon_3^2}) = 2 * (30 + 12) = 84 \text{ мкм},$$

Допуск на изготовление заготовки определяем: 600 мкм.

Допуск на:

точение черновое: 460 мкм;

точение чистовое: 140 мкм;

точение тонкое: 22 мкм;

Определяем расчётный размер заготовки:

$$d_{\text{чертёж}}^{\min} = 110.054 \text{ мм}; \quad d_{\text{чертёж}}^{\max} = 110.076 \text{ мм};$$

Для точения чистового:

$$d_{\text{расч}}^1 = d_{\text{чертёж}}^{\min} + 2Z_{3\min} = 110.054 + 0,084 = 110.138 \approx 110.14 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{max}}^1 = d_{\text{расч}}^1 + \delta_3 = 110.14 + 0,140 = 110.28 \text{ мм.}$$

Для точения чернового:

$$d_{\text{расч}}^2 = d_{\text{расч}}^1 + 2Z_{2\min} = 110.14 + 0,172 = 110.31 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{max}}^2 = d_{\text{расч}}^2 + \delta_2 = 110.31 + 0,460 = 110.77 \text{ мм.}$$

Тогда:

$$d_{\text{min}}^{\text{загот}} = d_{\text{расч}}^2 + 2z_{1\min} = 110.31 + 2.65 = 112.96 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{max}}^{\text{загот}} = d_{\text{бит}}^{\text{загот}} + \delta_{\text{загот}} = 112.96 + 0.6 = 113.56 \text{ мм.}$$

Предельные значения припусков:

на тонкое точение:

$$2Z_{1\text{пр}}^{\min} = d_{\text{расч}}^1 - d_{\text{чертёж}}^{\min} = 110.14 - 110.054 = 0,084 \text{ мм} = 84 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{1\text{пр}}^{\max} = d_{\text{max}}^1 - d_{\text{чертёж}}^{\max} = 110.28 - 110.076 = 0,202 \text{ мм} = 202 \text{ мкм.}$$

Проверка правильности решения:

$$\delta_1 - \delta_2 = 140 - 22 = 118 \text{ мкм}$$

$$Z_{\text{max}}^1 - Z_{\text{min}}^1 = 202 - 84 = 118 \text{ мкм}$$

на чистовое точение:

$$2Z_{2np}^{\min} = d_{расч}^2 - d_{расч}^1 = 110.31 - 110.14 = 0,17 \text{ мм} = 170 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{2np}^{\max} = d_{\max}^2 - d_{\max}^1 = 110.77 - 110.28 = 0,49 \text{ мм} = 490 \text{ мкм.}$$

Проверка правильности решения:

$$\delta_1 - \delta_2 = 460 - 140 = 320 \text{ мкм}$$

$$Z_{\max}^1 - Z_{\min}^1 = 490 - 170 = 320 \text{ мкм}$$

на черновое точение:

$$2Z_{3np}^{\min} = d_{\min}^{\text{загом}} - d_{расч}^2 = 112.96 - 110.31 = 2.65 \text{ мм} = 2650 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{3np}^{\max} = d_{\max}^{\text{загом}} - d_{\max}^2 = 113.56 - 110.77 = 2.79 \text{ мм} = 2790 \text{ мкм.}$$

Проверка правильности решения:

$$\delta_1 - \delta_2 = 600 - 460 = 140 \text{ мкм}$$

$$Z_{\max}^1 - Z_{\min}^1 = 2790 - 2650 = 140 \text{ мкм}$$

Таблица 7

Технологические переходы обработки	Поверхности Ø 110 h7				Расчётный припуск	Расчётный размер d_p , мм	Допуск δ , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мкм.		Размеры
	Rz	T	ρ	ε				d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{\max}^{np}$	
Заготовка	30 0	30 0	605	-		113,5 6	600	112,96	113,56			$113^{+0.3}_{-0.3}$

Точение												
Черновое	50	50	30	400	2650	110,3	460	110,31	110,77	2650	2790	110.77 _{-0,46}
Чистовое	30	-	12	20	172	1	140	110,14	110,28	170	490	110.28 _{-0,14}
Тонкое	10	-	-	10	84	4	22	110,05	110,07	84	202	110 ^{+0,076} _{+0,054}
						110,0		4	6			
						54						

Расчет припусков при обработке детали по длине 25h14_(-0,1)

Расчет припусков на обработку [2] поверхности 25h14_(-0,52) ведем путем составления табл. 8, в которую последовательно записываем технологический маршрут обработки поверхности и все значения элементов припуска. Величину минимального припуска определяем по формуле (15).

$$\rho_{кор} = \Delta_{\kappa} D = 0.05 \cdot 166 = 8,3 \text{ мкм} \quad (15)$$

$$\rho_{см} = 0,1 \text{ мм} = 100 \text{ мкм}$$

$$\rho_1 = \sqrt{(\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2)} = \sqrt{8,3^2 + 100^2} = 100.34 \text{ мкм}$$

$$\rho_2 = \rho_1 \cdot 0.06 = 100.34 \cdot 0.06 = 6 \text{ мкм}$$

Однако проще поступить следующим образом. Из справочника [6] находим погрешности закрепления ε_1 при установке в трехкулачковый самоцентрирующий патрон в первой операции. Так как заготовка устанавливается в патрон, определим погрешность установки по формуле:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{(\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2)} = \varepsilon_3 = 260 \text{ мкм},$$

$$\varepsilon_2 = 0,05 \varepsilon_3 = 0,05 \cdot 260 = 13 \text{ мкм}$$

где погрешность базирования $\varepsilon_6 \rightarrow 0$ (т.к. при установки заготовки в приспособление технологическая база совпадает с конструкторской).

Все эти величины подставляем в формулу (6) для расчета минимального припуска:

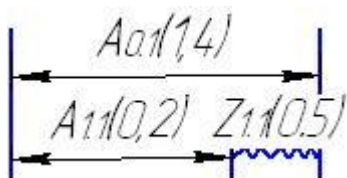
- под обтачивание правого торца детали (по 14 качеству):
 $z_{\min i} = Rz_{i-1} + T_{def\ i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i = 50 + 50 + 6 + 13 = 119 \text{ мкм};$

- под обтачивание левого торца детали (по 11 качеству):
 $z_{\min i} = 200 + 100,34 + 260 = 560,3 \text{ мкм};$

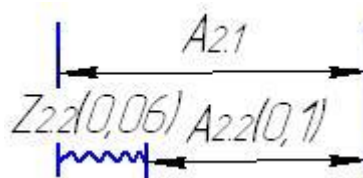
Минимальный припуск под шлифование, формула (5):

$$z_{3\ \min} = Rz_2 + h_2 + \rho_2 = 30 + 30 + 5 = 65 \text{ мкм}.$$

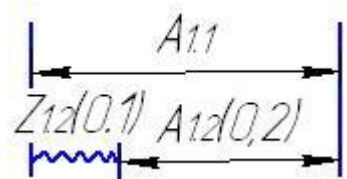
№1



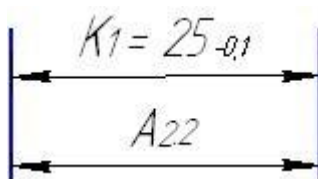
№4



№2



№5



№3

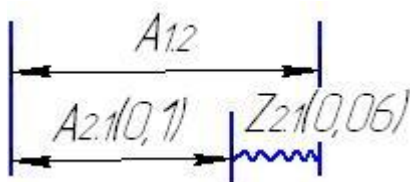


Рис. 6 Технологические размерные цепи.

Рассмотрим двухзвенную размерную цепь №5. Из нее имеем $A_{2,2} = K_1 = 25_{-0,1}$.

Из цепи №4 определим технологический размер $A_{2,1}$. для этого подсчитаем

$$Z_{2,2}^c = Z_{\min} + (TA_{2,1} + TA_{2,2})/2 = 0,06 + (0,1 + 0,1)/2 = 0,16 \text{ мм}.$$

Найдем среднее значение размера $A_{2,1}$.

$$A_{2.2}^c = A_{2.2} + (BOA_{2.2} + HOA_{2.2})/2 = 25 + (0 - 0,1)/2 = 24,95 \text{ мм.}$$

Подсчитаем среднее значение размера $A_{2.1}$.

$$A_{2.1}^c = A_{2.2}^c + Z_{2.2}^c = 24,95 + 0,16 = 25,11 \text{ мм.}$$

Из цепи №3 определим технологический размер $A_{1.2}$. Для этого подсчитаем:

$$Z_{2.1}^c = Z_{2.1} + (TA_{1.2} + TA_{2.1})/2 = 0,06 + (0,2 + 0,1)/2 = 0,21 \text{ мм.}$$

Подсчитаем среднее значение размера $A_{1.2}$.

$$A_{1.2}^c = A_{2.1}^c + Z_{2.1}^c = 25,11 + 0,21 = 25,33 \text{ мм.}$$

Из цепи №2 определим технологический размер $A_{1.1}$. Для этого подсчитаем

$$Z_{1.2}^c = Z_{1.2} + (TA_{1.1} + TA_{1.2})/2 = 0,1 + (0,2 + 0,2)/2 = 0,3 \text{ мм.}$$

Подсчитаем среднее значение размера $A_{1.1}$.

$$A_{1.1}^c = A_{1.2}^c + Z_{1.2}^c = 25,33 + 0,3 = 25,63 \text{ мм.}$$

Из цепи №1 определим технологический размер $A_{0.1}$. Для этого подсчитаем

$$Z_{1.1}^c = Z_{1.1} + (TA_{0.1} + TA_{1.1})/2 = 0,5 + (1,4 + 0,2)/2 = 1,3 \text{ мм.}$$

Подсчитаем среднее значение размера $A_{0.1}$.

$$A_{0.1}^c = A_{1.1}^c + Z_{1.1}^c = 25,63 + 1,3 = 26,93 \text{ мм.}$$

Предварительно запишем $A_{0.1} = 26,93 \pm 0,15 \text{ мм}$. Так как этот размер относится к валам, то примем $A_{0.1} = 27,2_{-0,3} \text{ мм}$.

1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки.

Токарный с ЧПУ 16К20Ф3

Таблица 8

Технические характеристики	
Диаметр обработки над станиной, мм	500

Диаметр обработки над суппортом, мм	200
Наибольшая длина обработки, 6-позиционная головка, мм	900
Наибольшая длина обработки, 8-позиционная головка, мм	750
Наибольшая длина обработки, 12-позиционная головка, мм	850
Наибольшая длина обработки в центрах, мм	1000
Диаметр цилиндрического отверстия в шпинделе, мм	55
Наибольший поперечный ход суппорта, мм	210
Наибольший продольный ход суппорта, мм	905
Максимальная рекомендуемая скорость продольной рабочей подачи, мм	2000
Максимальная рекомендуемая скорость поперечной рабочей подачи, мм	1000
Количество управляемых координат, шт.	2
Количество одновременно управляемых координат, шт.	2
Дискретность задания перемещения, мм	0,001
Пределы частот вращения шпинделя, мин-1	20 - 2500
Скорость быстрых перемещений суппорта - поперечного, мм/мин	2 400
Максимальная скорость быстрых продольных перемещений, мм/мин	15000
Максимальная скорость быстрых поперечных перемещений, мм/мин	7500
Количество позиций инструментальной головки	8
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	11

Класс точности по ГОСТ 8-82	П
Габаритные размеры станка (Д x Ш x В), мм	3700 × 2260 × 1650
Масса станка, кг	4000

Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр колонного типа МСV-1200

Таблица 9

Размер стола (ДxШ), мм	1300x640
Т-образные пазы (размер, мм x количество)	18 x 5
Максимальная нагрузка на стол, кг	1000
Наибольшая величина перемещения по оси X, мм	1200
Наибольшая величина перемещения по оси Y, мм	600
Наибольшая величина перемещения по оси Z, мм	500
Расстояние от торца шпинделя до плоскости стола, мм	100-600
Расстояние от центра шпинделя до колонны, мм	850
Конус шпинделя	NT 40
Наибольшее число оборотов шпинделя, мин ⁻¹	10000
Мощность привода (постоянная/ 30 мин.), кВт	5,5/7,5
Регулирование частоты вращения шпинделя	Бесступенчатое
Передача двигателя-шпиндель	Прямая
Максимальная величина рабочей подачи, мм/мин	10000
Ускоренное перемещение по осям X/Y/Z, м/мин	30/30/20
Мощность двигателей сервоприводов по осям X/Y/Z, кВт	4,2/4,2/4,2
Дискретность задания перемещения по осям, мм	0,001
Точность позиционирования/ повторяемость по длине 300 мм, мм	0,005/0,003
Хвостовик инструмента	BT 40
Количество позиций инструментального магазина	24
Максимальные размеры инструмента (Диаметр/Длина), мм	Ø95/300
Максимальная масса инструмента, кг	7
Выбор инструментальной позиции	двунаправленный
Занимаемая площадь в плане, мм	3150x4060
Вес нетто, кг	7500

Координатно-шлифовальные станки моделей JG-510CM и JG-1270CM

Таблица 10

Максимальные перемещения по осям, X / Y / Z / W, мм	500 / 300 / 100 / 340
Точность позиционирования по осям X, Y, мм	±0,0015
Размеры стола, мм	700 x 340
Макс. нагрузка на стол, кг	300
Макс. скорость вращения шлиф. головки, об/мин	40 000 (60 000)
Скорость планетарного движения, об/мин	5~200
Диапазон диаметров шлифуемого отверстия, мм	0,5~100
Макс. диаметр шлифовального круга, мм	φ30
Габариты, Д x Ш x В, мм	2780 x 2733 x 2675
Вес, кг	5010
Система ЧПУ	FANUC 31i

1.8 Расчет и назначение режимов обработки.

Токарная операция с ЧПУ: подрезка торца Ø115 мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [6] – T15K6.

1. Глубина резания: $t = Z = 0,796$ мм.

2. Подача по таблице 11 [6, с.266] для данной глубины резания:

$$s = 0,3 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле[9]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (16)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=15$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 340$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$.

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (17)$$

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

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

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

$$K_{MV} = K_T \frac{750}{\sigma_B}^{n_V}, \quad (18)$$

Значение коэффициента K_T и показатель степени n_V для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали ШХ15

$$K_T = 1,0 \quad n_V = 1,0$$

$$K_{MV} = K_T \frac{750}{600}^{n_V} = 1,0 \cdot \frac{750}{600}^1 = 1,25$$

$$K_{MV} = 1,25; \quad K_{ПV} = 0,9; \quad K_{ИV} = 1,0.$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,125.$$

Скорость резания, формула (16):

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{340}{15^{0,2} \cdot 0,796^{0,15} \cdot 0,3^{0,45}} \cdot 1,125 = 396 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 396}{3,14 \cdot 60} = 2102 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1500 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 1500}{1000} = 282,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (19)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

Глубина резания в формуле: $t = Z_{\max} = 1,071$ мм.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\tau P} \quad (20)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

$$K_{MP} = \frac{\sigma_B}{750}^n = \frac{600}{750}^{0,75} = 0,85.$$

$K_{MP} = 0,85$; $K_{\phi P} = 0,89$; $K_{\gamma P} = 1,0$; $K_{\lambda P} = 1,0$; $K_{\tau P} = 0,93$.

$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\tau P} = 0,85 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,7$.

Главная составляющая силы резания, формула (19):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,071^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 282,6^{-0,15} \cdot 0,7 = 391 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{391 \cdot 282,6}{1020 \cdot 60} = 1,81 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,81}{0,75} = 2,42 \text{ кВт.}$$

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

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ст} \cdot \eta;$$

$$2,42 < 7,5$$

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

Токарная операция с ЧПУ: подрезка торца Ø115 мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [6] – Т15К6.

1. Глубина резания: $t = Z^C = 0,771$ мм.

2. Подача по таблице для данной глубины резания:

$$s = 0,3 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T=15$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 340$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$

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.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \frac{750}{\sigma_B} n_v, \quad (21)$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали ШХ15

$$K_{\Gamma} = 1,0 \quad n_v = 1,0$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \frac{750}{600} n_v = 1,0 \cdot \frac{750}{600} = 1,25$$

$$K_{MV} = 1,25; \quad K_{ПV} = 0,9; \quad K_{ИV} = 1,0.$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,125.$$

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{340}{15^{0,2} \cdot 0,771^{0,15} \cdot 0,3^{0,45}} \cdot 1,125 = 398 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 398}{3,14 \cdot 60} = 2113 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1500 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 1500}{1000} = 282,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (22)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

Глубина резания в формуле: $t = Z_{\text{max}} = 1,021 \text{ мм.}$

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

$$K_{MP} = \frac{\sigma_B}{750}^n = \frac{600}{750}^{0,75} = 0,85.$$

$$K_{MP} = 0,85; K_{\phi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{rP} = 0,93.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 0,85 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,7.$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,021^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 282,6^{-0,15} \cdot 0,7 = 343 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{343 \cdot 282,6}{1020 \cdot 60} = 1,59 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,59}{0,75} = 2,12 \text{ кВт.}$$

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

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ст} \cdot \eta;$$

$$2,12 < 7,5$$

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

Токарная операция с ЧПУ: обтачивание поверхности Ø110 мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [6] – Т15К6.

1. Глубина резания: $t = Z^C = 2,035$ мм.

2. Подача для данной глубины резания:

$$s = 0,7 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T=15$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 340$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$.

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.

$$K_{MV} = K_r \frac{750}{\sigma_B}^{n_v},$$

Значение коэффициента K_r и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали ШХ15

$$K_r = 1,0 \quad n_v = 1,0$$

$$K_{MV} = K_r \frac{750}{600}^{n_v} = 1,0 \cdot \frac{750}{600}^1 = 1,25$$

$$K_{MV} = 1,25; \quad K_{ПV} = 0,9; \quad K_{ИV} = 1,0.$$

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

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{340}{15^{0,2} \cdot 2,035^{0,15} \cdot 0,7^{0,45}} \cdot 1,125 = 235 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 235}{3,14 \cdot 56} = 1336 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1250 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 56 \cdot 1250}{1000} = 220 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

Значения коэффициентов: $C_P = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0$,

Глубина резания в формуле: $t = Z_{\text{max}} = 1,31$ мм (в два прохода).

Коэффициент K_P :

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\tau P} \quad (23)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

$$K_{MP} = \frac{\sigma_B}{750}^n = \frac{600}{750}^{0,75} = 0,85.$$

$$K_{MP} = 0,85; \quad K_{\phi P} = 0,89; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{\tau P} = 0,93.$$

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\tau P} = 0,85 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,7.$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 1,31^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 220^{-0,15} \cdot 0,7 = 938 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{938 \cdot 220}{1020 \cdot 60} = 3,4 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

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

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

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ст} \cdot \eta;$$

$$4,6 < 7,5$$

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

Токарная операция с ЧПУ: обтачивание поверхности Ø70 мм (черновая)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [6]

1. Глубина резания: $t = Z^C = 2,415$ мм.

2. Подача для данной глубины резания:

$$s = 0,7 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T=15$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 340$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{LV} \cdot K_{IV}, \quad (9)$$

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

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

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

По табл. 1, 5, 6 [3, с.261]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \frac{750}{\sigma_B} n_v,$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали ШХ15

$$K_{\Gamma} = 1,0 \quad n_v = 1,0$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \frac{750}{600} n_v = 1,0 \cdot \frac{750}{600} = 1,25$$

$$K_{MV} = 1,25; \quad K_{ПВ} = 0,9; \quad K_{ИВ} = 1,0.$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,125.$$

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{340}{15^{0,2} \cdot 2,415^{0,15} \cdot 0,7^{0,45}} \cdot 1,125 = 204 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 204}{3,14 \cdot 50} = 1300 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1250 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 1250}{1000} = 197 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

Значения коэффициентов: $C_P = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

Глубина резания в формуле: $t = Z_{\max} = 1,375$ мм (в два прохода)

Коэффициент K_P :

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{TP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

$$K_{MP} = \frac{\sigma_B}{750}^n = \frac{600}{750}^{0,75} = 0,85.$$

$K_{MP} = 0,85$; $K_{\phi P} = 0,89$; $K_{\gamma P} = 1,0$; $K_{\lambda P} = 1,0$; $K_{TP} = 0,93$.

$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{TP} = 0,85 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,7$.

Главная составляющая силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 1,375^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 197^{-0,15} \cdot 0,7 = 1000 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1000 \cdot 197}{1020 \cdot 60} = 3,3 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

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

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

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{cm} \cdot \eta;$$

$$4,4 < 7,5$$

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

Токарная операция с ЧПУ: обтачивание поверхности Ø70 мм (чистовая)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [6]

1. Глубина резания: $t = Z^C = 0,31$ мм.

2. Подача для данной глубины резания:

$$s = 0,3 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T=15$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 420$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$ Коэффициент K_v :

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

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

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

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

$$K_{MV} = K_r \frac{750}{\sigma_B} n_v,$$

Значение коэффициента K_r и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки

$$K_r = 1,0 \quad n_v = 1,0$$

$$K_{MV} = K_T \frac{750}{600} \quad n_v = 1,0 \cdot \frac{750}{600} \quad i = 1,25$$

$$K_{MV} = 1,25; \quad K_{ПV} = 0,9; \quad K_{ИV} = 1,0.$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,125.$$

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{340}{15^{0,2} \cdot 0,31^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 1,125 = 371 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 371}{3,14 \cdot 50} = 2363 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 2000 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 2000}{1000} = 314 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

Глубина резания в формуле: $t = Z_{\text{max}} = 0,485 \text{ мм.}$

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{TP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

$$K_{MP} = \frac{\sigma_B}{750} \quad n = \frac{600}{750} \quad 0,75 = 0,85.$$

$$K_{MP} = 0,85; K_{\phi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{TP} = 0,93.$$

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{TP} = 0,85 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,7.$$

Главная составляющая силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,485^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 314^{-0,15} \cdot 0,7 = 175 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{175 \cdot 314}{1020 \cdot 60} = 0,90 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,90}{0,75} = 1,2 \text{ кВт.}$$

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

Проверка по мощности: $N \leq N_{em} \cdot \eta;$

$$1,2 < 7,5$$

где N_{em} – мощность электродвигателя главного привода станка.

Фрезерная операция: фрезерование поверхности

Характеристика режущего инструмента:

Инструмент: (материал Р6М5) Ø8 ГОСТ 9140-78.

1. Определяем глубину и ширину фрезерования:

$$t = 0,3 \text{ мм.}$$

$$B = 8 \text{ мм}$$

2. Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 38 [3, с.286]:

$$S_z = 0,12 \text{ мм/зуб.}$$

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

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

$T=80$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 12$; $q = 0,3$; $x = 0,3$; $m = 0,26$; $y = 0,25$; $u = 0$; $p = 0$

Коэффициент K_v определяется по формуле:

$$K_{MV} = 1,25; K_{ПV} = 0,9; K_{ИV} = 1,0.$$

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

Скорость резания, формула (14):

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v = \frac{12 \cdot 8^{0,3}}{80^{0,26} \cdot 0,3^{0,3} \cdot 0,12^{0,25} \cdot 8^0 \cdot 2^0} = 17,5 \frac{м}{мин}.$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 17,5}{3,14 \cdot 8} = 696,7 \frac{об}{мин}.$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{ст} = 650 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 650}{1000} = 16,4 \frac{м}{мин}.$$

6. Определяем минутную подачу:

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n_{ст} = 0,12 \cdot 2 \cdot 650 = 156 \frac{мм}{мин}.$$

$$S_{Мст} = 160 \text{ мм/мин.}$$

$$S_{z \text{ факт}} = \frac{S_{\text{Мст}}}{z \cdot n_{\text{ст}}} = \frac{160}{2 \cdot 650} = 0,13 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$$

7. Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^v} \cdot K_{MP},$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1$; $q = 0,86$; $w = 0$

$$K_{MP} = \frac{\sigma_B}{750}^n = \frac{600}{750}^{0,3} = 0,94.$$

Окружная сила, формула:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^v} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,3^{0,86} \cdot 0,12^{0,72} \cdot 8^1 \cdot 2}{8^{0,86} \cdot 650^0} = 140,8 \text{ Н}.$$

8. Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{140,8 \cdot 8}{2 \cdot 100} = 5,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

9. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{140,8 \cdot 16,4}{1020 \cdot 60} = 0,04 \text{ кВт}.$$

Мощность электродвигателя станка 3 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Шлифовальная операция

$n_{\text{шп}} = 1500$ об/мин.

$S = 0,5 - 3$ мм

1. Скорость движения заготовки, скорость круга, глубину, радиальную подачу выбираем в соответствии

$V_3 = 5$ м/мин

$V_k = 30 - 35$ м/с

$$s_p = 0.05 \text{ мм/об}$$

$$D_{кр} = 450 \text{ мм} \quad h = 203 \text{ мм}$$

2. Эффективная мощность

$$N = C_N V_R^3 S_P^y d^q b^z$$

Значения коэффициентов и показателей степени выбираем из табл.56[2. том 2. стр303]

$$C_N = 0.7 \quad r = 0.7 \quad x = 0.5 \quad y = 0.5 \quad q = 0.2 \quad z = 0.45$$

$$N = 0.52 \cdot 5^{0.5} \cdot 0.05^{0.55} \cdot 450^{0.2} \cdot 32^{0.45} = 3.6 \text{ кВт}$$

3. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_{эф}}{\eta} = \frac{3.6}{0.85} = 4.2 \text{ кВт}$$

1.9 Нормирование технологического процесса.

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = L \cdot i / (n \cdot S), \text{ мин} \quad (24)$$

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:

$$L = l + l_B + l_{CX} + l_{ПД}, \quad (25)$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_B – величина врезания инструмента, мм;

l_{CX} – величина схода инструмента, мм;

$l_{\text{ПД}}$ – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем: $l_{\text{СХ}} = l_{\text{ПД}} = 1$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_{\text{В}} = t/\text{tg } \varphi, \quad (26)$$

где t – глубина резания, мм;

φ - угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_0 = (1 + t/\text{tg } \varphi + l_{\text{СХ}} + l_{\text{ПД}}) \cdot i / (n \cdot S), \quad (27)$$

Вспомогательное время определяем по формуле:

$$t_0 = K \cdot (T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{из.}}), \text{ мин} \quad (28)$$

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

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

$T_{\text{уп.}}$ - время на управление станком, мин;

$T_{\text{из.}}$ - время на измерение детали, мин;

K - коэффициент зависящий от серийности.

$K=1,85$ (среднесерийное производство);

Время на отдых и обслуживание:

$$T_{\text{об.от.}} = \frac{P_{\text{об.от.}}}{100} \times T_{\text{оп.}}, \quad (29)$$

где $T_{\text{об.от.}}$ - время на обслуживание оборудования и отдых, мин;

$P_{\text{об.от.}}$ - процент $T_{\text{об.от.}}$ от оперативного времени ($T_{\text{оп.}}$), %;

Штучно-калькуляционное:

$$T_{\text{шк.}} = \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} + T_{\text{шт.}}, \quad (30)$$

где $T_{\text{п.з.}}$ - подготовительно-заключительное время, мин;

n-количество деталей в партии для одновременного запуска, *шт*;

$$n = \frac{N}{F} \times f, \text{ где}$$

F-количество рабочих дней;

f-количество дней запаса деталей на складе (f=0,5...30)

$$n = \frac{4000}{240} \times 15 = 250 \text{ шт.}$$

T_{шт.}- штучное время, *мин*;

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об.} + T_{от.} \quad (31)$$

Основное время для первой токарно-револьверной операции:

переход 1:

$$t_0 = (1 + t/tg \varphi + l_{сх} + l_{пд}) * i / (n * S) = (21,9 + 2,61/tg 45^0 + 2) * 1 / (315 * 0,12) = 0,7$$

МИН.

переход 2:

$$t_0 = (1 + t/tg \varphi + l_{сх} + l_{пд}) * i / (n * S) = (21,9 + 0,8/tg 45^0 + 2) * 1 / (400 * 0,12) = 0,51$$

МИН.

переход 3:

$$t_0 = (1 + t/tg \varphi + l_{сх} + l_{пд}) * i / (n * S) = (28 + 1,95 /tg 80^0 + 2) * 1 / (125 * 0,3) = 0,8 \text{ мин.}$$

Основное время для второй токарно-револьверной операции:

переход 1:

$$t_0 = (1 + t/tg \varphi + l_{сх} + l_{пд}) * i / (n * S) = (150 + 2,235/tg 45^0 + 2) * 1 / (250 * 0,3) = 2,05 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (l + t/tg \varphi + l_{CX} + l_{ПД}) * i / (n * S) = (150 + 0,705 / tg 45^0 + 2) * 1 / (400 * 0,12) = 0,92 \text{ мин.}$$

Основное время для фрезерной операции:

$$T_0 = (l_{БР} + l_{ПЕР}) / S_M = (8 + 29) / 202,5 = 0,18 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.} = 0,24 \text{ мин.};$$

$$T_{з.о.} = 0,024 \text{ мин.};$$

$$T_{уп.} = 0,01 + 0,1 = 0,11 \text{ мин.};$$

$$T_{из.} = \frac{0,09 \times 20}{100} = 0,02 \text{ мин.};$$

$$T_B = 1,85 * (0,24 + 0,024 + 0,11 + 0,02) = 0,73 \text{ мин.};$$

$$T_{об.от.} = \frac{8 \times 0,91}{100} = 0,07 \text{ мин.};$$

$$T_{п.з.} = 40 \text{ мин.};$$

$$T_{шк.} = \frac{40}{250} + 0,18 + 0,73 + 0,07 = 1,14 \text{ мин.};$$

Основное время для плоскошлифовальной операции:

основное время для первого и последнего прохода:

$$t_{01} = (l + l_{CX} + l_{ПД}) * i / V_{ст} = (105 + 2) * 4 / 500 = 0,9 \text{ мин.}$$

где $V_{ст}$ – скорость перемещения стола, мм/мин.

$$t_{02} = (l + l_{CX} + l_{ПД}) * i / V_{ст} = (105 + 2) * 3 / 500 = 0,7 \text{ мин.}$$

где d – диаметр отверстия шлифовального круга, мм.

1.10 Техничко-экономическое обоснование и показатели, и показатели технологического процесса изготовления детали «Звездочка»

Важным показателем экономичности является технологическая себестоимость изготовления детали.

Рассчитаем технологическую себестоимость детали «Звездочка».

Себестоимость продукции – денежное выражение текущих затрат на производство и реализацию продукции. Себестоимость продукции – часть стоимости, включающая затраты на потребление средств производства и оплату труда.

Исходные данные:

- | | |
|--|--------------|
| 1. вес детали: | 0,54 кг; |
| 2. цена материала за кг (ШХ15 (ГОСТ 801-78)) | 145 руб./кг; |
| 3. средний коэффициент использования материала | 40%; |
| 4. цена отходов от стоимости материалов | 10% |

Расчет стоимости материала.

Цена материала одного изделия составляет:

$$C_m = \frac{m}{K_u} \cdot C_M ;$$

где

m – масса одного изделия;

K_u – средний коэффициент использования материала;

C_M – стоимость материала, руб./кг.

Тогда цена материала:

$$C_m = \frac{0,52}{0,4} \cdot 145 = 188,5 \text{ руб.}$$

Реализуемые отходы определяются зависимостью:

$$C_{отх} = \left(\frac{m}{K_u} - m \right) \cdot C_{отх},$$

где $C_{отх}$ — цена отходов.

Цена отходов на одно изделие:

$$C_{отх} = \left(\frac{0,52}{0,4} - 0,52 \right) \cdot 14,5 = 11,3 \text{ руб.}$$

Затраты на основные материалы за вычетом отходов на единицу изделия составят:

$$C_{M.осн} = C_m - C_{отх} = 188,5 - 11,3 = 176,6 \text{ руб.}$$

РАЗДЕЛ 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления

Техническое задание (ТЗ) на проектирование специального приспособления для фрезерования

Таблица 11.

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для фрезерования детали на вертикально-фрезерном обрабатывающем центре колонного типа MCV-1200(операция 020);
Основание для разработки	Технологический маршрут процесса изготовления детали.
Цель и назначения	Проектируемое приспособление должно обеспечивать: точную установку и надежное закрепление заготовки, а также постоянное во времени положение заготовки относительно стола станка и режущего инструмента с целью получения необходимой точности размеров детали; удобства установки, закрепления и снятия заготовки;
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел – конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта фрезерного приспособления; спецификация.

2.2 Модернизация и описание работы приспособления

Приспособление предназначено для закрепления детали «Звездочка» по ее внутренней поверхности.

Перед установкой детали в приспособление шток, жёстко связанный с пневмоприводом, находится в левом положении. Сухарики под действием

рессор утоплены в корпусе. Деталь устанавливают до соприкосновения с упорным кольцом. Пневмопривод под действием сжатого воздуха давлением $39 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ (4 кг/см^2) передвигает шток вправо. Распорный конус штока раздвигает сухарики и прижимает их к внутренней поверхности детали. Каждый сухарик имеет одну точку опоры на конусе штока и две – на поверхности кольца. Этим достигается большая точность установки обрабатываемой детали. Вследствие конической поверхности усилие от сухариков действует на деталь не только в радиальном направлении, но и в осевом, что обеспечивает надёжное прижатие его к упорному кольцу.

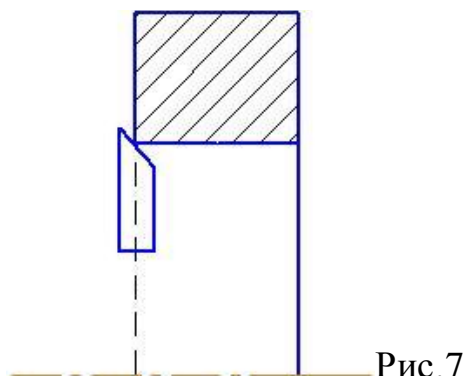
После обработки детали сжатый воздух выпускают из пневмопривода и шток отходит влево. Сухарики под действием рессор сближаются и освобождают обработанную деталь.

Винт предохраняет шток от проворачивания.

Корпус центрируют на поворотном столе станка по цилиндрическому пояску $\varnothing 130 \text{ мм}$ и крепятся тремя винтами М18.

2.3 Разработка схемы установки заготовки в приспособление и расчет погрешностей обработки.

Базирование заготовки можно осуществлять по следующей схеме:



- базирование осуществляется на самоцентрирующую оправку в виде цилиндра, имеющий конус с прижимными сухариками;
- опорная плоскость, выполненная в виде кольца.

По схеме рис. , погрешность базирования равна погрешности на диаметральный зазор конуса, которая не превышает 0,05мм.

2.4 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатацию, сборку приспособления.

Деталь «Корпус» предназначена, для поддержания расположенных на нем деталей и восприятия действующих на них сил в корпусном механизме. По классификационной принадлежности, деталь «Корпус» - относится к корпусным, имеет вид фланца ступенчатой формы, что способствует равной напряженности отдельных участков и упрощает изготовление и установку деталей на валу. По форме поперечного сечения - полый. Для изготовления детали применяем заготовку горячекатаный прокат из материала Сталь 15Х. Данный материал обладает достаточной прочностью и жесткостью, чтобы готовая деталь могла противостоять различным видам нагрузок и деформациям в процессе эксплуатации.

Конструкция детали «Корпус» состоит из следующих конструктивных элементов:

- 1) стандартные ступени,
- 2) канавки,
- 3) отверстие глубокого сверления,
- 4) резьбы,
- 5)пазы.

Размеры и поверхности детали имеют оптимальную степень точности, в соответствии с дальнейшим его применением.

При обработке на технологичность конструкции детали необходимо производить оценку в процессе ее конструирования.

Требования к технологичности конструкции детали и сферы проявления эффекта при их выполнении согласно ГОСТ 14.204-73 следующие: конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов или быть стандартной в целом; детали должны изготавливаться из стандартных унифицированных заготовок, полученных рациональным способом; размеры и поверхности детали должны иметь соответственно оптимальные степень точности и шероховатость; физико-механические и механические свойства материала, ее форма и размеры должны соответствовать требованиям технологии изготовления; показатели базовой поверхности (точность, шероховатость) детали должны обеспечивать точность установки, обработки и контроля; конструкция детали должна обеспечивать возможность применения типовых и стандартных технологических процессов ее изготовления;

2.5 Расчет точности приспособления.

Погрешность установки в общем виде определяется по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon^2 + \varepsilon^2} + \varepsilon \quad (32)$$

Погрешность базирования ε_σ – это отклонение фактического приложения заготовки от требуемого. В данном случае соблюдается принцип совмещение баз и выбранное приспособление является самоцентрирующимся, но необходимо учитывать диаметральный зазор равный 0,05мм.

Погрешность закрепления ε_3 не будет превышать 0,04мм для партии деталей. Погрешность приспособления $\varepsilon_{пр}$ вызывается не точностью изготовления приспособления, при изготовлении и сборке его установочных

элементов, их износом, а так же неточностью установки приспособления на станке. Данная погрешность носит случайный характер, при расчетах принимают $<0,3$ от допуска на обработку, следовательно $\varepsilon_{пр}=0,09$:

$$\varepsilon_y = \overline{0,05 + 0,04 + 0,09} = 0,1 \text{ мм}$$

При расчетах погрешность установки получим равной 0,1 мм.

2.6 Разработка расчетной схемы и определение сил, действующих на заготовку при обработке.

Точки приложения сил зажима будут находиться на торце, противоположном установочной базе, около внутреннего диаметра рис. 9.

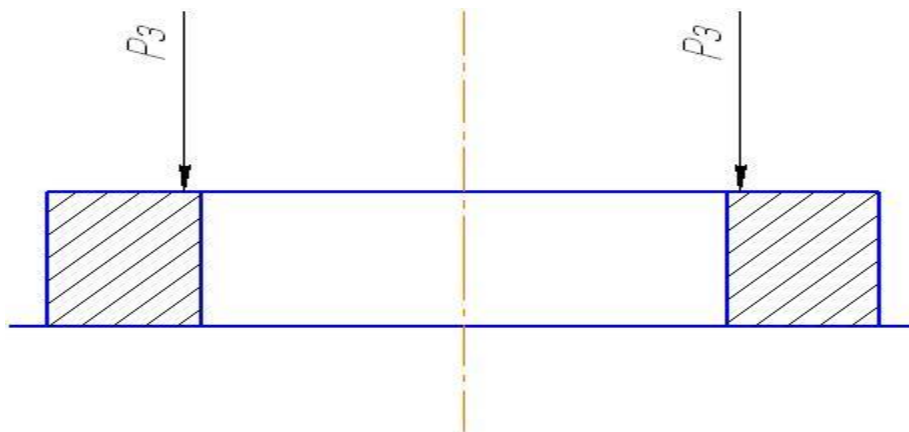


Рис. 8

2.7 Выбор зажимных элементов, передаточного механизма, определение сил зажима и на исходном звене.

Исходя из схемы базирования и схемы приложения сил зажима, зажимное приспособление выбираем в виде самоцентрирующего патрона с зажимом по двум сторонам. В качестве механизма усилителя можно предлагать рычажный механизм, схема которого представлена на рис. 3

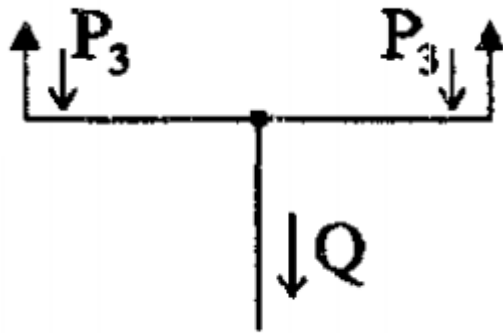


Рис. 9

Определим силу Q действующую на штоке пневмоцилиндра:

$$Q = P_3 * 2 = 350 * 2 = 700 \text{ Н.}$$

Произведем расчет величин сил зажима заготовки от момента резания и главной составляющей сил резания P_z . Сравним полученный результат, и выберем результат по наибольшей силе зажима.

Уравнение равновесия заготовки имеет вид:

$$M_{тр1} + M_{тр2} > K M_p \quad (33)$$

$M_{тр1}$ и $M_{тр2}$ – моменты трения, действующие соответственно в плоскости контакта заготовки и зажимных элементов.

$$M_{тр} = F_{тр} * r,$$

$$F_{тр} = 2 * N * f,$$

$$M_{тр} = 2N * f, \text{ где } N = 2P_z$$

$$2 * P_z * f * r + 2P_z * a * r = K * M_p$$

$$P_z = (K * M) / (4 * f * r)$$

Принимаем коэффициент трения $f = 0.25$ а коэффициент запаса $K = 2,5$.

$$P_z = (2,5 * 5700) / (4 * 0,25 * 55) = 260 \text{ Н}$$

$$F_{тр} + F_{тр} > K * P_z$$

$$F_{тр} = 2 * N * f; N = P_3$$

$$\text{отсюда: } 2 * P_3 * f + 2 * P_3 * f = K * P_z$$

$$P_3 = (K * P_z) / 4f = (2.5 * 140) / 4 * 0.25 = 350 \text{Н}$$

Сравнивая силы зажима от момента резания и силы P_z , выбираем наибольшую силу P_3 , а именно равную 350Н.

2.8 Выбор и расчет силового привода.

В качестве привода зажимного устройства применяем мембранный пневмоцилиндр одностороннего действия.

Пневматические приводы предназначены для обеспечения необходимых усилий и скоростей рабочих органов, экономичности, надежности и долговечности, безопасности и быстроедействия при использовании сжатого воздуха с заданными параметрами и при заданных условиях эксплуатации.

Расчет сводится к определению диаметра цилиндра при заданных усилиях на штоке и давлении воздуха.

Для плоских мембран из прорезиненной ткани

$$Q_p = \pi/4 * D^2 * P_{воз} - P_{пр} \quad (34)$$

где Q_p – усилие на штоке;

D – диаметр мембраны, (мм);

$P_{воз}$ – давление сжатого воздуха, (МПа);

$P_{пр}$ – Усилие пружины (примем $P=40\text{Н}$).

Принимаем предварительно $D=100\text{мм}$ и $P_{воз}=0,4\text{МПа}$.

$$Q_p = \pi/4 * 100^2 * 0.4 - 40 = 3100 \text{Н}.$$

Из расчета видно, что расчетное усилие Q_p превышает потребное усилие прижима P_3 . Окончательно примем диаметр мембрана $D=100\text{мм}$.

2.9 Экономическое обоснование применения приспособления.

Целесообразность применения приспособления должна быть экономически оправдана. Расчеты экономической эффективности применения приспособления основываются на сопоставлении годовых затрат и экономии. Затраты слагаются из расходов на амортизацию и эксплуатацию приспособления, а экономия достигается за счет снижения себестоимости обработки заготовок на данной операции в результате уменьшения трудоемкости, а иногда разряда работы. Применение приспособления считается целесообразным, если годовая экономия больше, чем годовые затраты, связанные с ним.

Экономический эффект от применения приспособления рассчитывается как разность между годовой экономией и годовыми затратами на приспособление.

Экономическая оправданность (рентабельность) применения приспособления выражается зависимостью:

$$P \leq \mathcal{E}$$

где \mathcal{E} , руб – годовая экономия от использования приспособления;

P , руб – годовые затраты на эксплуатацию приспособления.

Определим годовую экономию от использования приспособления:

$$\mathcal{E}_n = (t_{шт} - t'_{шт}) * (C_{чз} * N) / 60 * k_{ц} \quad (35)$$

Где $t_{шт}=4$ мин – норма штучного времени при обработке заготовки без приспособления;

$t'_{шт}=1,14$ мин – норма штучного времени при обработке заготовки с приспособлением;

$C_{чз}$, руб/час – часовые затраты на эксплуатацию рабочего места;

$N=4000$ шт/год – годовая программа выпуска деталей;

$k_{ц}$ = коэффициент, учитывающий разность цен приведенных в справочнике и цен на сегодняшний день.

$$C_{чз} = C'_{чз} * k_m \quad (36)$$

$C'_{чз} = 33,6$ руб/час – скорректированные затраты на базовом рабочем месте;

$k_m = 0,5$ – коэффициент, учитывающий проектирование приспособления.

$$C_{чз} = 33,6 * 0,5 = 16,8 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{п} = (t_{шт} - t'_{шт}) * (C_{чз} * N) / 60 * k_{ц} = (4 - 1,14) * (16,8 * 4000) / 60 * 20 = 64064 \text{ руб.}$$

Определим годовые затраты на эксплуатацию приспособления:

$$P = S_{пр} * (k_a + k_p) * k_{ц} \quad (37)$$

$S_{пр} = 3400$ руб – цена приспособления;

$k_a = 0,5$ – коэффициент, учитывающий отчисления на амортизацию приспособления;

$k_p = 0,2$ – коэффициент, учитывающий отчисления на ремонт и хранение приспособления.

$$P = S_{пр} * (k_a + k_p) * k_{ц} = 3400 * (0,5 + 0,2) * 20 = 47600 \text{ руб.}$$

Экономический годовой эффект от применения приспособления:

$$\Delta = \mathcal{E} - P = 64064 - 47600 = 16464 \text{ руб.}$$

ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л22	Масенко Николаю Геннадьевичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТМСР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад руководителя - 26300 руб. Оклад инженера - 17000руб.
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премиальный коэффициент руководителя 30%; Премиальный коэффициент инженера 30%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Доплаты и надбавки инженера 30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	-Анализ конкурентных технических решений
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления во внебюджетные фонды - накладные расходы.

3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	- Определение эффективности исследования
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. <i>Оценочная карта конкурентных технических решений</i> 2. <i>График Гантта</i> 3. <i>Расчет бюджета затрат НИ</i>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Ю.И.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л22	Масенко Николай Геннадьевич		

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Умение рационально и эффективно использовать ресурсы является неотъемлемой частью ресурсоэффективности и ресурсосбережения финансового менеджмента.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является совершенствование технологического процесса изготовления детали «Звездочка», отвечающего современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов исследования;
- проанализировать конкурентные технические решения;
- структурировать работу в рамках научного исследования;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет научно-технического исследования.

3.2 Анализ конкурентных технических решений

Технология QuaD (QUalityADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а

100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 12 - оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок).

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Производительность труда рабочего	0,15	85	100	0,85	0,1275
2. Время изготовления детали	0,13	97	100	0,97	0,1261
3. Качество изготовления детали	0,15	100	100	1	0,15
4. Вид получения заготовки детали	0,08	65	100	0,65	0,052
5. Уровень квалификации рабочего	0,1	94	100	0,94	0,094
6. Количество операция технологического процесса	0,08	52	100	0,52	0,0416
7. Гибкость технологического процесса	0,05	33	100	0,33	0,0165
8. Цена детали	0,12	35	100	0,35	0,042
9. Уровень сложности изготовления детали	0,05	87	100	0,87	0,0435
10. Уровень автоматизации технологического процесса	0,09	70	100	0,70	0,063
Итого	1	718	100	7,16	0,7562

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot \Phi_i \quad (38)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

$$P_{cp} = 12,75 + 12,61 + 15 + 5,2 + 9,4 + 4,16 + 1,65 + 4,2 + 4,35 + 6,3 = 75,62$$

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Значение $P_{cp} = 75,62$ показывает, что перспективность модернизации технологического процесса изготовления детали «Звездочка» на рынке выше среднего.

3.3 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование ВКР включает в себя: обсуждение проблематики выбранной темы, цели работы, вопросы, которые должны быть проработаны, составления перечня работ, необходимых к выполнению, определение участников и построения графика проведения работ.

Таблица 13 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор научного руководителя ВКР	Студент
	2	Составление и утверждение	Научный

		темы ВКР	руководитель, студент
	3	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель
	4	Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент
Основной этап	5	Выполнение технологической части работы	Студент
	6	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель Студент
	7	Выполнение конструкторской части	Студент
	8	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель, Студент
Заключительный этап	9	Выполнение других частей работы	Студент
	10	Подведение итогов, оформление работы по стандарту	Студент

3.4 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения

ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} \quad (39)$$

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

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 1-й работы составило:

$$t_{ож1} = \frac{(3*3)+(2*4)}{5} = 3,4 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 2-й работы составило:

$$t_{ож2} = \frac{(3*4)+(2*5)}{5} = 4,4 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 3-й работы составило:

$$t_{ож3} = \frac{(3*2)+(2*3)}{5} = 2,4 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы составило:

$$t_{ож4} = \frac{(3*10)+(2*15)}{5} = 12 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 5-й работы составило:

$$t_{\text{ож5}} = \frac{(3*12)+(2*10)}{5} = 11,2 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 6-й работы составило:

$$t_{\text{ож6}} = \frac{(3*5)+(2*7)}{5} = 5,8 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 7-й работы составило:

$$t_{\text{ож7}} = \frac{(3*7)+(2*12)}{5} = 9 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-й работы составило:

$$t_{\text{ож8}} = \frac{(3*14)+(2*16)}{5} = 14,8 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 9-й работы составило:

$$t_{\text{ож9}} = \frac{(3*18)+(2*19)}{5} = 18,4 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 10-й работы составило:

$$t_{\text{ож10}} = \frac{(3*2)+(2*5)}{5} = 3,2 \text{ чел.-дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое

вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (40)$$

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

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

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

Продолжительность выполнения 1-й

$$T_{p1} = \frac{3,4}{1} = 3,4 \text{ дня.}$$

Продолжительность выполнения 2-й

$$T_{p2} = \frac{4,4}{2} = 2,2 \text{ дня.}$$

Продолжительность выполнения 3-й

$$T_{p3} = \frac{2,4}{1} = 2,4 \text{ дня.}$$

Продолжительность выполнения 4-й

$$T_{p4} = \frac{12}{1} = 12 \text{ дня.}$$

Продолжительность выполнения 5-й

$$T_{p5} = \frac{11,2}{1} = 11,2 \text{ дня.}$$

Продолжительность выполнения 6-й

$$T_{p6} = \frac{5,8}{2} = 2,5 \text{ дня.}$$

Продолжительность выполнения 7-й

$$T_{p7} = \frac{9}{1} = 9 \text{ дня.}$$

Продолжительность выполнения 8-й

$$T_{p8} = \frac{14,8}{1} = 14,8 \text{ дня.}$$

Продолжительность выполнения 9-й

$$T_{p9} = \frac{18,4}{1} = 18,4 \text{ дня.}$$

Продолжительность выполнения 10-й

$$T_{p10} = \frac{3,2}{2} = 1,6 \text{ дня.}$$

3.5 Разработка графика проведения научного исследования

В данном разделе на примере диаграммы Ганта разработан график проведения ВКР с целью расчета времени на проделанные работы.

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (41)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (42)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

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

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

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 102 - 16} = 1,48$$

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях

$$T_{k1} = 3,4 * 1,48 = 5 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях

$$T_{k2} = 2,2 * 1,48 = 3 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях

$$T_{k3} = 2,4 * 1,48 = 3 \text{ дней}$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

$$T_{k4} = 12 * 1,48 = 17 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

$$T_{k5} = 11,2 * 1,48 = 16 \text{ дней}$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях

$$T_{k6} = 2,5 * 1,48 = 4 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях

$$T_{k7} = 9 * 1,48 = 13 \text{ дней}$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях

$$T_{к8} = 14,8 * 1,48 = 21 \text{ дней}$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях

$$T_{к9} = 18,4 * 1,48 = 27 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 10-й работы в календарных днях

$$T_{к10} = 1,6 * 1,48 = 2 \text{ дня}$$

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу (табл. 13).

Таблица 14 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
Выбор научного руководителя ВКР	3	4	3,4	Студент	3,4	5
Составление и утверждение темы ВКР	4	5	4,4	Научный руководитель, студент	2,2	3
Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	2	3	2,4	Научный руководитель	2,4	3

Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	10	15	12	Студент	12	17
Выполнение технологической части работы	12	10	11,2	Студент	11,2	16
Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	5	7	5,8	Научный руководитель, Студент	2,5	4
Выполнение конструкторской части	7	12	9	Студент	9	13
Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	14	16	14,8	Научный руководитель, Студент	14,8	21
Выполнение других частей работы	18	19	18,4	Студент	18,4	27
Подведение итогов, оформление работы по стандарту	2	5	3,2	Студент	1,6	2

На основе таблицы 3 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках ВКР с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени ВКР.

Таблица 15 - Календарный план-график проведения ВКР

№ работ	Вид работ	Исполнитель и	Кол-во дней, Ткі	Продолжительность выполнения работ, календарные дни												Июнь 2017
				Февраль 2017			Март 2017			Апрель 2017			Май 2017			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Выбор научного руководителя ВКР	Студент	5	□												
2	Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель, студент	3	□ ■												
3	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель	3		■											
4	Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент	17			□										
5	Выполнение	Студент	16					□								

	технологической части работы																
6	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель, Студент	4														
7	Выполнение конструкторской части	Студент	13														
8	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель, Студент	21														
9	Выполнение других частей работы	Студент	27														
10	Подведение итогов, оформление работы по стандарту	Студент	2														

- студент. ██████████ - научный руководитель.

Покалендарному плану-графику проведения ВКР видно, что начало работы было в первой половине декады февраля. Вторая, шестая и восьмая работы выполняются одновременно. По графику видно, что выполнение других частей работы, самая продолжительная часть работы и составляет 27 дней. Такие работы, составление и утверждение темы ВКР, согласование выполненной технологической части с научным руководителем, согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем, выполнялись двумя исполнителями. Окончание работы в конце первой декады июня.

3.6 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы;
- формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

3.6.1. Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i * N_{расчi} \quad (43)$$

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

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

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

К материальным затратам можно отнести: бумага, ручки, корректор, USB-накопитель, Блокнот, степлер, скобы для степлера.

Материальные затраты, необходимые для данной работы, указаны в таблице 5.

Таблица 16 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (З _м), руб.
Бумага	Лист	150	2,5	375
Ручка	Шт.	4	15	60
USB накопитель	М/бит	1	350	350
Степлер	Шт.	1	85	85
Скобы для степлера	Упаковка	2	10	20
Блокнот	Шт	1	100	100
Корректор	Шт	1	55	55
Итого:				1045

Материальные затраты на выполнение научно-технического исследования составили 1045 рублей.

3.6.2 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научного руководителя и студента.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы приводится в таблице 3.6.2.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (44)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = T_p \cdot Z_{\text{дн}} \quad (45)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} \quad (46)$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб.дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб.дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Таблица 17 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Бакалавр
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	118	118

- выходные		
- праздничные		
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	61
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	186

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} * (1 + k_{пр} + k_d * k_p) \quad (47)$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно (20% от $Z_{тс}$);

k_p – районный коэффициент, равный 30%.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_m = 26300 * (1 + 0,3 + 0,3) * 0,3 = 12624$$

Месячный должностной оклад бакалавра, руб.:

$$Z_m = 17000 * (1 + 0,3 + 0,3) * 0,3 = 8160$$

Среднедневная заработная плата руководителя темы, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{12624 * 10,4}{199} = 659,74 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата бакалавра темы, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{8160 \cdot 11,4}{186} = 500,12 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата одного руководителя, руб.:

$$Z_{\text{оснР}} = 31 \cdot 659,74 = 20451,94$$

Основная заработная плата одного бакалавра, руб.:

$$Z_{\text{оснБ}} = 80 \cdot 500,12 = 40009,6$$

Таблица 18 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	Тр, раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	26300	0,3	0,3	0,3	12624	659,74	31	20451,94
Бакалавр	17000	0,3	0,3	0,3	8160	500,12	80	40009,6
Итого $Z_{\text{осн}}$:								60461,54

Основная заработная плата научного руководителя составила 20451,94 рублей, заработная плата студента – 40009,6 рублей. Общая основная заработная плата составила 60461,54 рублей.

3.6.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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 (при исполнении государственных и

общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}} \quad (48)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 12%).

Следовательно дополнительная заработная плата:

научного руководителя будет равной: $Z_{\text{доп}} = 0,12 * 20451,94 = 2454,23$ руб.,

бакалавра $Z_{\text{доп}} = 0,12 * 42510,08 = 4801,15$ руб.

3.6.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (49)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Таблица 19 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
-------------	---------------------------------	---------------------------------------

Руководитель	20451,94	2454,23
Бакалавр	40009,6	4801,15
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	
Итого:	20315,07	

По расчетам из таблицы 8 отчисления во внебюджетные фонды от научного руководителя и от студента, общие отчисления составляют 16943,45 рублей.

3.6.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (50)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Таким образом, накладные расходы равны:

$$Z_{\text{накл}} = (20451,94 + 40009,6 + 2454,23 + 4801,15) \cdot 0,16 = 10834,70 \text{ рублей.}$$

3.6.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании

договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 9.

Таблица 12 - Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля затрат
1. Материальные затраты НИИ	1045	0,003
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей ВКР	60461,54	0,59
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей ВКР	7255,38	0,081
4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	20315,07	0,196
5. Накладные расходы	10834,7	0,13
6. Бюджет затрат НИИ	99911,69	1

Бюджет затрат на выполнение ВКР работы составил 99911,69 рублей.

3.7 Определение эффективности исследования

Потенциальный потребитель модернизированного технологического процесса изготовления детали «Звездочка» является ОАО «Фармстандарт-Томскхимфарм». Модернизированный технологический процесс позволит предприятию, как сэкономить на полном цикле производства детали «Звездочка», так и на фонде заработной платы, энергозатратах, позволит повысить качество выпускаемой детали. При этом сокращается время изготовления детали.

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD соответствует показателю $P_{cp} = 75,62$ что соответствует перспективности модернизации технологического процесса изготовления детали «Звездочка», и показывает что перспективность на рынке выше среднего.

В рамках планирования научной работы была составлена структура работ, разработка графика этих работ и определение их трудоемкости. По календарному плану-графику проведения ВКР видно, что начало работы было в первой половине декады февраля. Первые две работы выполняются одновременно. По графику видно, что написание теоретической части исследования, самая продолжительная часть работы и составляет 27 дней. Такие работы, как составление и утверждение темы работы, выбор объекта исследования и согласование работы, выполнялись двумя исполнителями. Окончание работы в первой половине первой декады июня. Содержание работ для проведения исследования составило 10 этапов. Для иллюстрации календарного графика была использована диаграмма Ганта, обладающая высокой степенью информативности. Общая продолжительность исследования составила 111 день. Далее был определен бюджет исследования, который составил 99911,69 рублей.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8J122	Масенко Николаю Геннадьевичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТМСРП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

**Тема дипломной работы: Модернизация технологического процесса изготовления детали
«Звездочка».**

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования	<p><i>Объектом исследования является деталь технологический процесс изготовления детали «Звездочка»</i></p> <p><i>Материал детали – сталь марки ШХ15 ГОСТ 801-78</i></p> <p><i>Рабочая зона расположена в ремонтном цеху завода ОАО «Фармстандарт-Томскхимфарм».</i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	<p><i>Вредные и опасные факторы:</i></p> <p><i>1.1 Микроклимат;</i></p> <p><i>1.2 Движущиеся машины и механизмы;</i></p> <p><i>1.3 Освещенность;</i></p> <p><i>1.4 Производственный шум;</i></p> <p><i>1.5 Электробезопасность;</i></p> <p><i>1.6 Повышенная загазованность и запыленность в рабочей зоне.</i></p> <p><i>1.7 Пожарная безопасность</i></p>
2. Экологическая безопасность:	<p><i>анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); литосферу (отходы): металлическая стружка, абразив, пыль;</i></p> <p><i>мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду;</i></p>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p><i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <p><i>-Приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия</i></p> <p><i>-Разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС;</i></p> <p><i>-Разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</i></p> <p><i>-Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</i></p>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<p><i>Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);</i></p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	Доктор технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л22	Масенко Николай Геннадьевич		

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

4.1 Производственная безопасность

Выпускная квалификационная работа по теме «Модернизация технологического процесса изготовления детали «Звездочка»» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации ОАО «Фармстандарт-Томскхимфарм», г. Томск. Основная задача данной работы состоит в том, чтобы путем модернизации технологического процесса достигнуть оптимального уровня трудозатрат и экономической эффективности.

Предприятие размещается на производственной площади в 15 Га, по адресу: г.Томск, ул. Ленина тракт 211.

ОАО «Фармстандарт-Томскхимфарм» специализируется на производстве лекарственных средств.

Расстояние до ближайшей жилой зоны составляет: 200 м. Расстояние до ближайшего водного объекта -50 м.

Основной целью данного раздела является 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 изготовлении детали «Звездочка» действуют следующие опасные и вредные факторы:

- 1.1 Микроклимат;
- 1.2 Движущиеся машины и механизмы;
- 1.3 Освещенность;
- 1.4 Производственный шум;
- 1.5 Электробезопасность;
- 1.6 Повышенная загазованность и запыленность в рабочей зоне.
- 1.7 Пожарная безопасность

В машиностроительном производстве присутствует целый ряд опасных и вредных факторов, которые негативно влияют на состояние здоровья человека, снижают производительность труда и качество выпускаемой продукции.

4.1.1 Микроклимат

Параметры микроклимата в производственном помещении на ООО «ЛАТАТ» установлены в соответствии СанПиН 2.2.4.548-96 в следующих пределах: температура воздуха в тёплое время года от +19 до +24, в холодное время года от + 17 до +23, относительная влажность не более 60%, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с.

Под микроклиматом производственной среды согласно ГОСТ 12. 1.005 - 88. ССБТ понимают сочетание температуры, относительной влажности воздуха и интенсивности теплового излучения. Перечисленные параметры оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие, здоровье, надежность работы.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам - разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 1.

Таблица 21 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения
Холодный	средняя	21 -23	40-60	0.1
Теплый	средняя	22-24	50-60	0.2

Помещение, где находятся рабочие места, соответствуют данным нормам.

Помещение, его размеры (площадь, объем) должны в первую очередь соответствовать количеству рабочих и размещенному в нем оборудованию.

Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СанПиН 2.2.4.548-96 устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться 4,5 м² площади помещения и 20 м³ объема воздуха.

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

4.1.2 Движущиеся машины и механизмы

Подвижными частями оборудования являются:

- подвижные столы и стойки станков;
- вращающиеся шпиндели с закрепленными в них заготовкой или инструментом;
- ходовые винты;
- передачи (ременные, цепные и др.) расположенные вне корпусов станков.

Основной величиной характеризующей опасность подвижных частей является скорость их перемещения. Согласно ГОСТ 12.2.009-80 опасной скоростью перемещения подвижных частей оборудования, способных травмировать ударом, является скорость более 0,15 м/с.

Движущиеся части оборудования представляют опасность травмирования рабочего в виде ушибов, порезов, переломов и др., которые могут привести к потере трудоспособности.

В соответствии с ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» движущие части производственного оборудования, если они являются источником опасности, должны быть ограждены, за исключением частей, ограждение которых не допускается функциональным их назначением.

Одним из важных условий безопасного труда является недоступность подвижных частей оборудования, для рабочего, в ходе технологического

процесса.

При работе на токарных, фрезерных станках, используемых в данном технологическом процессе, возможен захват волос или элементов одежды вращающимися частями станков. Следствием этого может быть тяжелая травма, и даже смертельный исход.

Мероприятия по устранению травматизма, вызванного вращающимися частями станков:

Для того чтобы предотвратить захват волос вращающимися частями станков или режущим инструментом необходимо выдавать рабочим специальные береты.

4.1.3 Освещенность

Нормы освещенности по СНиП 23-05-95 для «Механических, инструментальных цехов, отделений, участков, цеха оснастки ОТК. (Г-0.8)» составляют 300 люкс.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta}$$

где E_n – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, 300 лк;

S – площадь освещаемого помещения, m^2 ;

K_z – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{ср} / E_{min}$. Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

N – число ламп в помещении;

h – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен ρ_c и потолка ρ_n .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S / h(A+B)$$

Значения коэффициента использования светового потока h светильников для наиболее часто встречающихся сочетаний коэффициентов отражения и индексов помещения приведены в табл.

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, по табл. выбирается ближайшая стандартная лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток лампы выходит за пределы диапазона (-10 , $+20$ %), то корректируется число светильников либо высота подвеса светильников.

Основное станочное помещение с размерами:

длина $A = 19$ м,

ширина $B = 10,5$ м,

высота $H = 5$ м.

Высота рабочей поверхности $h_{рп} = 0,8$ м.

Требуется создать освещённость $E = 300$ лк.

Коэффициент отражения стен $R_c = 50 \%$, потолка $R_n = 70 \%$.

Коэффициент запаса $k = 1,8$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛХБ 80, световой поток которой равен $\Phi_{лд} = 4220$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,3$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

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

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 5 - 0,8 - 0,3 = 3,9 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 3,9 = 4,29 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{10,5}{4,29} = 2,64 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{19}{4,29} = 4,42 \approx 4$$

Общее число светильников:

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

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

$$l = \frac{L}{3} = \frac{4,29}{3} = 1,43 \text{ м.}$$

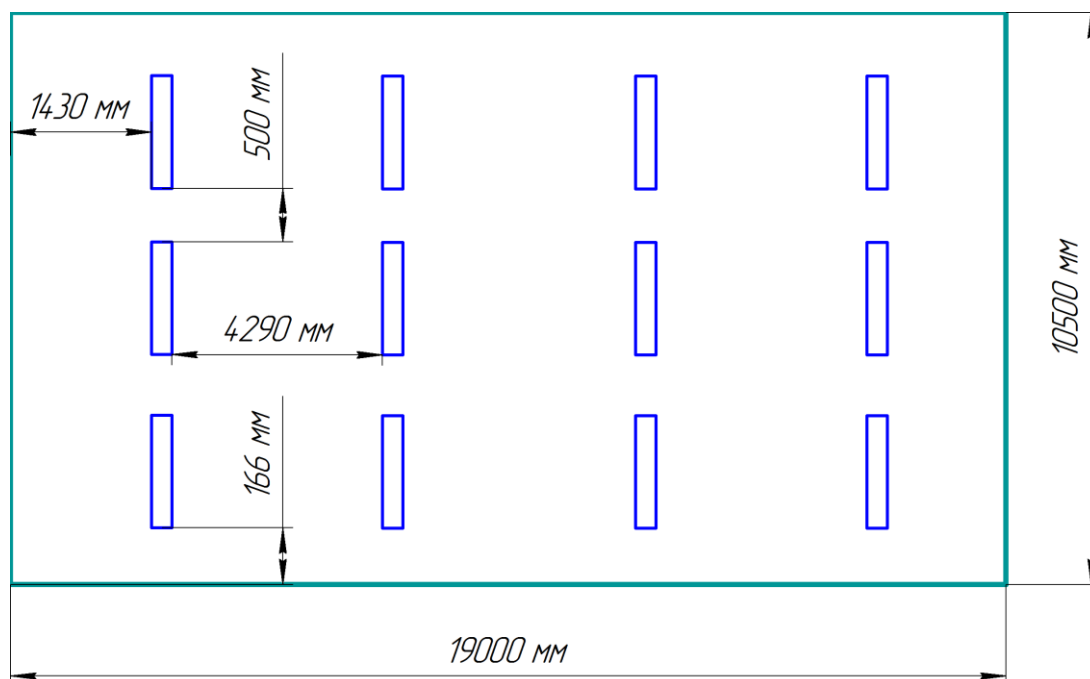


Рисунок 1 – Схема расположения светильников в основном станочном помещении.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot A + B} = \frac{19 \cdot 10,5}{3,9 \cdot 19 + 10,5} = 1,73$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при:

$$\rho_{\text{П}} = 70 \%;$$

$$\rho_{\text{С}} = 50\%;$$

Индекс помещения $i = 1,6$ равен $\eta = 0,61$.

Потребный световой поток люминесцентной лампы светильника определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 19 \cdot 10,5 \cdot 1,8 \cdot 1,1}{24 \cdot 0,61} = 4047,23 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{4220 - 4047,23}{4220} \cdot 100\% = 4,09\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq 4,09\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 24 \cdot 40 = 960 \text{ Вт.}$$

4.1.4 Повышенный уровень шума на рабочем месте

В качестве индивидуальных средств защиты от шума используют специальные наушники, вкладыши в ушную раковину, противошумные каски, защитное действие которых основано на изоляции и поглощении звука.

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает психические и физиологические нарушения, снижение слуха, работоспособности, создают предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма, а также происходит ослабление памяти, внимания, нарушение артериального давления и ритма сердца.

Производственное оборудование и инструменты, создающие в процессе эксплуатации шум, необходимо конструировать в соответствии с требованиями этого стандарта и снабжать паспортом с указанием спектра излучаемой звуковой мощности, определяемой по ГОСТ 12. 1. 003 - 83ССБТ.

Мероприятия по снижению повышенного уровня шума:

1. ликвидация шума в источнике его возникновения путем своевременного устранения неисправности технологического оборудования;

2. применение звукопоглощающих материалов в конструкциях шумящих механизмов и оборудования;

3. облицовка помещений (потолка и стен вне больших помещениях) звукоизолирующими и звукопоглощающими материалами: стекловата, минеральная вата, пробко-резиновая подложка, многослойная панель.

В качестве индивидуальных средств защиты от шума используют специальные наушники, вкладыши в ушную раковину, противо шумные каски, защитное действие которых основано на изоляции и поглощении звука.(ГОСТ 12. 4. 011-89 ССБТ).

Основные источники шума технологическое оборудование, металлообрабатывающие станки основного и вспомогательного производств.

Максимальная шумовая характеристика станков от 87 до 92 дБ А в соответствии с ГОСТ12.1.003-76. Индекс изоляции шума ограждением составляет 60,4 дБА. Уровень шума около наружной стены здания составляет31,6 дБА. Поэтому расчет снижения уровня шума на расстоянии проводить нецелесообразно.

4.1.5 Электробезопасность

Категория электробезопасности определяется в зависимости от наличия в нем факторов опасности, таких как: наличие токопроводящих полов, сырости (относительная влажность более 75%), наличие токопроводящей пыли и повышение температуры воздуха (более 300С). Согласно (ПУЭ-96) данному категорированию производственное помещение участка относится к помещениям с повышенной опасностью.

Проблема токопроводящих (железобетонных) полов разрешается оборудованием деревянных плиток на рабочих местах. Для снижения вероятности поражения работающих электрическим током необходимо принять целый комплекс мер, обеспечивающих достаточную безопасность, которая весьма редко может быть достигнута единственной мерой.

Многообразие действия электрического тока нередко приводит к различным электротравмам: местные электротравмы (электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения, электроофтальмия) и общие электротравмы (судорожные сокращения мышц, потеря сознания с нарушением сердечной деятельности или дыхания, клиническая смерть, биологическая смерть).

Безопасные номиналы:

$$U=12-36В$$

$$I=0,1А$$

$$R=40\Omega$$

К основным мерам защиты от поражения током относятся: обеспечение недоступности токоведущих частей (изоляция токоведущих частей, ограждения); электрическое разделение сети (разделяющие трансформаторы); применение малых напряжений; использование двойной изоляции; защитное заземление; защитное зануление; защитное отключение; применение специальных защитных средств; организация безопасной эксплуатации электроустановок.

Защитное заземление - преднамеренное электрическое соединение с землей металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Область применения заземления - трехфазные трехпроводные сети до 1000В с изолированной нейтралью. Заземления могут быть естественными (трубопроводы) и искусственными (вертикальные и горизонтальные электроды).

Средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током:

Изолирующие штанги и клещи; указатели напряжения; измерительные клещи; ручной инструмент с изоляцией; диэлектрические перчатки; токоуказатель.

4.1.6 Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

СОЖ производится в строгом соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.025-80. В качестве СОЖ в данном ТП применяются индустриальные масла общего назначения. В процессе обработки происходит разбрызгивание СОЖ в зоне резания с одновременным ее нагревом, что может вызвать ожоги. Для предотвращения этой опасности можно рекомендовать оснастить станки системами местной вентиляции и использование защитных экранов во время выполнения операций.

Возможно использование СИЗ: очки, маски, респираторы.

В процессе обработки в зоне резания происходит значительный нагрев детали и инструмента, что сопровождается выделением паров СОЖ и, в конечном счете, приводит к ухудшению воздушной среды участка. Также при обработке металлов из-за деформации осуществляются процессы диффузии примесей металлов, углерода, серы. На границе раздела гетерогенных фаз примеси вступают в реакцию с кислородом, образуя оксид серы (SO_2) и углерода (CO , CO_2). Наличие СОЖ с различными сложными составами увеличивает вероятность образования вредных органических соединений, влияющих на здоровье человека.

При соприкосновении с зоной обработки резанием СОЖ испаряется частично, а частично вбирает в себя мелкую стружку и пыль. Образованные в зоне обработки летучие соединения увеличивают фон не только у станка, но и в помещении механического цеха.

В качестве меры безопасности можно оснастить станки системой местной вентиляции и использовать СОЖ, невредные для человека (эмульсии).

На проектируемом участке в качестве смазочно-охлаждающего технологического средства будем использовать эмульсию марки Э-2, предназначенный для приготовления водных эмульсий, применяемых в

индивидуальных и централизованных системах подачи смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) станков при обработке металлов и сплавов резанием и давлением. ЭмульсолЭ-2изготавливается из смеси высокоочищенного веретенного масла АУ – 70-80% (ГОСТ 1642), масляных асидолов – 7-10%, едкого натра – 0,75-1% (ГОСТ 2263-71), технического ректифицированного этилового спирта (ГОСТ 18300-72) с добавлением антикоррозийной присадки-кальцинированной соды(ГОСТ 12.1.005). Занесем состав Э-2 в таблицу 22.

Таблица 22- Состав эмульсии Э-2

Состав	Содержание, %	ПДК, мг/м ³	Класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76
Веретенное масло АУ	70-80	ПДК масляного тумана- 5 мг/м ³	3
Масляные асидолы	7-10	ПДК паров – 1000 мг/м ³	4
Едкий натр	0,75-1	ПДК аэрозоля- 0,5 мг/м ³	2
Кальцинированная сода	1,5	ПДК аэрозоли – 2 мг/м ³	3
Этиловый спирт	20,75-7,5	ПДК паров – 1000 мг/м ³	4

Ориентируясь на ГОСТ 12.1.007-76, делаем вывод, что эмульсия Э-2 относится ко 2 классу опасности (вещества высоко опасные).

Поставляется в бочках, железнодорожных и автоцистернах.

Производственной пылью называют частицы твердых веществ, образующихся при различных производственных процессах и способные более или менее длительное время находиться во взвешенном состоянии в воздухе.

а) Металлическая пыль

В процессе резания металла происходит интенсивный процесс стружкообразования и износа режущих инструментов, что ведет к образованию металлической пыли. ПДК металлической пыли в воздухе составляет 6 мг/м^3 .

Для предотвращения попадания пыли в атмосферу участка рекомендуется использование СОЖ и создание в зоне резания области повышенного давления. Также средствами защиты от пыли могут служить:

- автоматизация ТП;
- пылеуловители;
- вентиляция помещения;
- герметизация оборудования;
- СИЗ (респираторы, спецодежда, перчатки, защитные очки и др.)

б) Минеральная пыль

Образуется в результате износа абразивных кругов. Для этой пыли ПДК составляет 1 мг/м^3 . Для предотвращения ее распространения и вредного воздействия на работающих можно рекомендовать проведение тех же мероприятий, что и для металлической пыли.

4.1.7 Пожарная безопасность

На предприятии на основе типовых правил пожарной безопасности для промышленных предприятий разрабатываются объектовые и цеховые противопожарные инструкции. В этих инструкциях определены основные требования пожарной безопасности для данного цеха или участка производства.

Согласно Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности, помещения и здания по взрывопожарной и пожарной опасности классифицируются на категории А, Б, В, Г и Д. Рассматриваемый цех относится пожароопасной категории В (в цехе применяются горючие и трудногорючие

жидкости, твердые горючие и трудно горючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть.

Средства пожаротушения подразделяют на первичные, стационарные и передвижные (пожарные автомобили).

В помещении цеха устанавливается пожарный инвентарь, в который входит (согласно ВППБ 01-02-95 РД 153-34.0-03.301-00) такие первичные средства пожаротушения, как (из расчета на 800м² защищаемой площади):

ручные углекислотные огнетушители ОУ-2 (2 шт.), ОУ-5 (1 шт.);

пенный огнетушитель (2 шт.);

ящик с песком;

асбест;

ведра;

лопаты и багор.

Кроме того, в некоторых помещениях цеха используются стационарные установки пожаротушения.

В рассматриваемом цехе возможен пожар Классов В (пожар горючих жидкостей и плавящихся твердых веществ) и Е (пожар, связанный с горением электроустановок).

Для локализации небольших загораний обслуживающий персонал до прибытия передвижных средств пожаротушения должен использовать первичные средства пожаротушения, находящиеся на пожарных щитах.

Первичные средства пожаротушения размещаются вблизи мест наиболее вероятного их применения, на виду, в безопасном при пожаре месте, с обеспечением к ним свободного доступа.

В цехе используются пожарные гидранты надземного типа. Гидранты обозначены указательной табличкой. Пожарный рукав и вся необходимая арматура располагается рядом с гидрантом в специальном шкафу.

На предприятии используется система автоматической пожарной безопасности, основанная на датчиках различных видов (дымовые, тепловые,

датчики пламени). В случае возникновения пожара, срабатывает система оповещения — подается световой и звуковой сигнал об опасности. Кроме того, появляются светящиеся табло с указанием аварийных выходов и схем эвакуации людей. Одновременно срабатывает система пожаротушения (порошковые устройства пожаротушения), а устройство связи, передает информацию на пульт централизованного наблюдения.



Рис. 2 План эвакуации с первого этажа производственного помещения

Таблица 23. Марки огнетушителей и их назначение.

Тип	Жидкостные	Порошковые	Углекислотные
Огнетушители	ОВ-1(3); ОВ-8	ОП-2; ОП-5; ОП-10	ОУ-3; ОУ5; ОУ-10
Область применения	Для тушения твердых веществ	Используют во всех типах пожаров, в том числе электроустановки находящиеся под напряжением	Используют во всех типах пожаров
Класс пожара	А,В	А,В,С,Е	В,С

4.2 Экологическая безопасность.

Загрязнение атмосферы происходит из-за того, что механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещения. На проектируемом участке образуется металлическая и минеральная пыль.

А) Металлическая пыль

ПДК металлической пыли в воздухе составляет 6 мг/м^3 .

Б) Минеральная пыль

Для этой пыли ПДК составляет 1 мг/м^3 .

Пыль относится к третьему классу опасности. Для очистки воздуха от пыли, т.е. для отделения твердых частиц от газовой фазы рекомендуется установить сухой пылеуловитель (цилиндрический или конический циклон), электрофильтр.

Твердые отходы собираются в специальные контейнеры и перевозятся в специализированную камеру для разграничения металлической пыли от минеральной, путем намагничивания. Далее металлическая пыль складировается с отходами металлической группы, минеральная пыль отправляется в ООО «ДорРемСтрой» г. Томск для использования в строительных целях.

На проектируемом участке в качестве смазочно-охлаждающего технологического средства будем использовать эмульсия марки Э-2. Эмульсия Э-2 изготавливается из смеси высокоочищенного веретенного масла АУ – 70-80% (ГОСТ 1642), масляных асидолов – 7-10%, едкого натра – 0,75-1% (ГОСТ 2263-71), технического ректифицированного этилового спирта (ГОСТ 18300-72) с добавлением антикоррозийной присадки- кальцинированной соды (ГОСТ 12.1.005).

Ориентируясь на ГОСТ 12.1.007-76, делаем вывод, что эмульсии Э-2 относятся ко 2 классу опасности (вещества высоко опасные).

Отработанная СОЖ подвергается утилизации и частичной переработки на территории ООО "Синтез-М" г. Томск. В настоящее время на территории ООО "Синтез-М" строится экспериментальное предприятие по переработке и

захоронению промышленных токсичных отходов. Технология строящегося завода предусматривает прием жидких отходов в закрытой емкости и дальнейшую их переработку по новым технологиям.

Для очистки воздуха от туманов, возникающих при применении СОЖ, предлагается применение низкоскоростного туманно уловителя.

В результате использования воды в технологических целях на механическом участке будут образовываться сточные воды. Основными примесями сточных вод являются пыль, металлические и абразивные частицы, масла и растворители, входящие в состав СОЖ. Для одновременной очистки сточных вод от твердых частиц и масло продуктов рекомендуется применение комбинированного напорного гидроциклона.

В целях уменьшения (исключения) загрязнения сточных вод компонентами отработанной СОЖ, последнюю рекомендуется использовать многократно. С этой целью отработанная (загрязненная) СОЖ подвергается очистке. Для очистки СОЖ от твердых частиц (пыли, стружки) предлагается установить напорный гидроциклон с эффективностью очистки не менее 80%.

В результате технологического процесса возникает 0,57 кг. отходов на единицу продукции (сталь ШХ15). Для стружки организуем временное хранилище на механическом участке с целью ее дальнейшей переработки. Переплавку металлической стружки производит ЗАО «Чермет» Г. Томск.

На механическом участке наблюдается большая концентрация технологического оборудования (только металлорежущих станков- 17 единиц), при техническом обслуживании которого применяют машинные масла и смазки. Необходимо исключить пролив масел при обслуживании оборудования, устанавливая под станками специальные поддоны для сбора масла и осуществлять контроль за узлами, где наиболее вероятна потеря масла, а также обеспечить переработку масел после отработки. Этим занимается ООО «РОСА-1» г. Новокузнецк.

В машиностроении разработка малоотходных технологических процессов связана прежде всего с необходимостью увеличения коэффициента

использования металла, которое дает не только технико-экономические выгоды, но и позволяет уменьшить отходы и вредные выбросы в окружающую среду.

Также для поддержания экологического равновесия в природе, на заводе проводятся мероприятия по озеленению территории предприятия.

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 рабочих. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. Должен иметься запасной служебный транспорт для доставки рабочих на предприятие. Сотрудники должны быть обеспечены зимним набором СИЗ.

Коммунальные системы, обеспечивающие оптимальные условия проживания населения, включают в себя водоснабжение, канализацию, электроэнергетические и тепловые сети. Они так же, как и любой технический объект подвержены поломкам, износу, что приводит к авариям. Подобные внештатные ситуации крайне редко приводят к человеческим жертвам, но они способны значительно затруднить жизнь рабочим, особенно в зимний период.

1. Аварии в системах по водоснабжению и водоотведению: в таких аварийных ситуациях нарушения выявляются со стороны водонапорных башен, разводящих сетей и насосных станций. Реже ремонтная бригада сталкивается с повреждением сооружений по очистке воды. Аварии в системах водоснабжения нарушают обеспечение населения водой или делают воду не пригодной для питья.

2. Аварии в системах электроснабжения: повреждения линий электропередач, распределительных станций или трансформаторных будок влечет уменьшение или прекращение подачи электричества к потребителю.

3. Аварии на теплосетях в зимний период: теплотрассы, котельные и ТЭЦ не всегда способны выдержать сильные морозы или резкие изменения температурного режима. Многие современные котельные осуществляют свою деятельность на природном газе, поэтому при авариях на газопроводах автоматически нарушается деятельность подачи тепла.

4. Транспортные аварии в зимний период: особенно опасна дорога зимой, скользкая дорога, низкая температура дороги и колес, резина колес не соответствует сезону.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности

2. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”

3. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
8. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
9. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
10. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
11. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
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.
14. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
15. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
16. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

Заключение

В ходе проведенной работы был спроектирован технологический процесс изготовления детали и специальной оснастки, в соответствии с ней нормативными документами – стандартами ЕСТПП и ЕСТД.

Технологический процесс спроектирован таким образом, чтобы обеспечивать изготовление детали в соответствии с чертежом и назначенными на деталь техническими требованиями при минимальных затратах. Первоначальные предпосылки для удовлетворения этого требования заложены в выборе оборудования для осуществления процесса. Далее с помощью размерного анализа было установлено обоснование выбора заготовки, её размеров с минимально необходимыми припусками, чем обеспечен минимальный расход металла.

Также в ходе проделанной работы по проектированию технологического процесса изготовления детали, было выполнено следующее: выбор способа получения заготовки, проведен анализ технологичности конструкции детали, рассчитаны минимальные припуски на обработку, режимы резания, произведен размерный анализ технологического процесса, а также спроектирована конструкция приспособления, позволяющая закреплять заготовку на фрезерном станке с ЧПУ, описаны технические требования и рассчитаны силы закрепления заготовки в приспособлении.

Кроме того, в выпускной квалификационной работе было уделено внимание вопросам о возникновении опасных и вредных производственных факторов и разработаны мероприятия по их устранению. С экономической точки зрения был произведен экономический анализ по оценке привлекательности научной разработке.

Список литературы.

1. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета – 2013. – 350 с.
2. Скворцов В.Ф. - Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
3. Кондаков А.И. – Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Учебное пособие. 2012. – 400с.
4. Худобин Л.В. – Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие. 1989 – 288с.
5. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.: Учеб. пособие для машиностроительных специальностей вузов. - Минск: Высшая школа, 1983.-256 с.
6. Справочник технолога – машиностроителя. В 2 – х т./Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. -М.: Машиностроение, 1985 г
7. Справочник: Прогрессивные конструкции режущих инструментов и режимы резания/ Под ред. А. А. Баранчикова. - М.: Машиностроение, 1984 г.
8. Султан-заде Н.М. Клепиков В.В. и др. – Технологии машиностроения. Выпускная квалификационная работа для бакалавров: учебное пособие. 2016 – 288с.
9. Жуков И.И., Козарь С.Л. – Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Учебное пособие. 2003. – 295с.
10. Панов А.А. Аникин Н.Г. и др. – Обработка металлов резанием: Справочник технолога. 2004. – 784с.