

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали «Крышка»

УДК 621.81-2-025.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Струкачев Максим Юрьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.пр. ОМШ ИШНПТ	Пустовых О.С.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Клемашева Е.И.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Антоневич О.А.	К.б.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2022 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-2	Осознает сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОПК(У)-4	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

ДОПК(У)-1	Способен разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию в соответствии со стандартами и с учетом технических и эксплуатационных характеристик деталей и узлов изделий
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-2	Способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-3	Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-4	Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-5	Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико- механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-10	Умеет учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-11	Умеет использовать стандартные средства автоматизации при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-12	Способен оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Ефременков Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-4А7Б	Струкачеву Максиму Юрьевичу

Тема работы:

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

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>Техническое задание:</p> <p>Чертёж детали «Крышка»</p> <p>1000 шт./год</p> <p>Прокат сортовой стальной круглый по ГОСТ 2590-2006</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, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Технологическая часть: Определение типа производства, анализ технологичности конструкции детали, разработка маршрутного техпроцесса, размерный анализ, расчёт режимов резания, подбор оборудования, расчёт основного времени. Конструкторская часть: расчёт и проектирование оснастки.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали, размерный анализ, операционная карта, сборочный чертеж приспособления и спецификация.</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологический	Пустовых Ольга Сергеевна
Конструкторский	Пустовых Ольга Сергеевна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Клемашева Елена Игоревна
Социальная ответственность	Антоневич Ольга Алексеевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	13.12.2021
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.пр. ОМШ ИШНПТ	Пустовых Ольга Сергеевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Струкачев Максим Юрьевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 99 страниц, 24 рисунков, 24 таблицы, 20 источников.

Ключевые слова: технология, распределитель, разработка, изготовление, деталь. Объектом исследования является технологический процесс изготовления детали «Крышка».

Цель дипломной работы: разработка технологического процесса изготовления детали «Крышка».

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

В результате проектирования: были определены припуски, подобраны режимы резания и назначены нормы времени, а также сконструирована оснастка для сверления отверстий.

Экономическая эффективность/значимость работы: подобран оптимальный вариант для изготовления данной детали, удовлетворяющий всем требованиям.

Выявлены опасные вредные факторы на рабочем месте, разработаны меры по снижению влияния этих факторов на человека.

Содержание

Введение.....	9
Техническое задание.....	11
1 Технологическая часть	12
1.1 Определение типа производства	12
1.2 Анализ технологичности детали.....	14
1.3 Выбор исходной заготовки.....	16
1.4 Разработка технологии изготовления детали.....	17
1.5 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали.....	28
1.6 Назначение допусков на технологические размеры	31
1.7 Расчет диаметральных технологических размеров.....	32
1.8 Расчет осевых технологических размеров	34
1.9 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров	35
1.10 Расчет режимов и мощности резания	37
1.11 Выбор средств технологического оснащения.....	42
1.12 Нормирование технологических операций	45
2 Конструкторская часть.....	57
2.1 Анализ исходных данных.....	57
2.2 Принцип работы приспособления.....	58
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	61
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения внедрения технического решения с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	61
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	61
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	62
3.1.3 SWOT – анализ	64
3.2 Планирование научно–исследовательских работ.....	68
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	68
3.2.2 Определение трудоемкости выполняемых работ	68
3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	69
3.3 Бюджет научно–технической разработки	73
3.3.1 Расчет материальных затрат НИИ	73
3.3.2 Расчет амортизационных отчислений.....	74
3.3.3 Расчет заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды	74
3.3.4 Расчет бюджета	76
3.3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	76
Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	80

4. Социальная ответственность.....	84
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	85
4.1.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя	86
4.2 Производственная безопасность	87
4.2.1 Отклонение показателей микроклимата	87
4.2.2 Повышенный уровень вибрации.....	88
4.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны	90
4.2.4 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	90
4.2.5 Повышенный уровень шума.....	91
4.2.6 Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим.....	92
4.3 Экологическая безопасность.....	92
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	93
Вывод по разделу «Социальная ответственность».....	96
Заключение.....	97
Список литературы	98
Приложение А. Чертеж детали «Крышка»	1001
Приложение Б. Размерный анализ	1002
Приложение В. Операционная карта	1004
Приложение Г. Сборочный чертеж «Приспособление сверлильное».....	1006

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – отрасль народного хозяйства, необходимая для развития любого государства. В XXI веке повысились требования к качеству и количеству выпускаемой машиностроительной продукции. Это стало возможно с внедрением и использованием более современных технологий и методов механической, электромагнитной, термической, ультразвуковой и т.д., обработки материалов. Чтобы обеспечить требуемую точность и производительность изготовления деталей, необходимо повышать долю автоматизированного оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), а также заменять ручной труд механизированным, что в данное время и происходит. Для эффективного управления и использования такого оборудования требуются высококвалифицированные специалисты.

Модернизация машиностроительной отрасли должна проводиться заменой старого и устаревшего оборудования новым автоматическим оборудованием с ЧПУ. В нашей стране высокая доля производств с устаревшими станками советского времени, которые не способны обеспечивать необходимых требований.

Наиболее популярный метод обработки материалов – механическая обработка. Другие методы либо дорогостоящие, либо малопродуктивные, либо еще не распространены. Поэтому технологам и конструкторам необходима более полноценная теоретическая и практическая подготовка именно в этой области, но также важно знание и понимание более современных методов обработки, не получившие пока широкого распространения.

Руководство машиностроительных предприятий должно не только умело адаптировать своё производство под современные нужды и рационально использовать свои возможности, но и следить за современными тенденциями и по возможности внедрять их своё производство.

Целью моей работы является – разработка технологического процесса на изготовления детали «Крышка» с применением оборудования с ЧПУ, для

достижения которой решались следующие задачи: анализ технологичности
разработка технологического маршрута изготовления детали, Размерный Анализ
технологического процесса, выбор средств технологического оснащения,
инструментов, расчет припусков на механическую обработку, расчет режимов
обработки.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Разработать технологический процесс изготовления детали «Крышка».

Чертёж детали представлен на рис. 1.1. Годовая программа выпуска: 1000 шт.

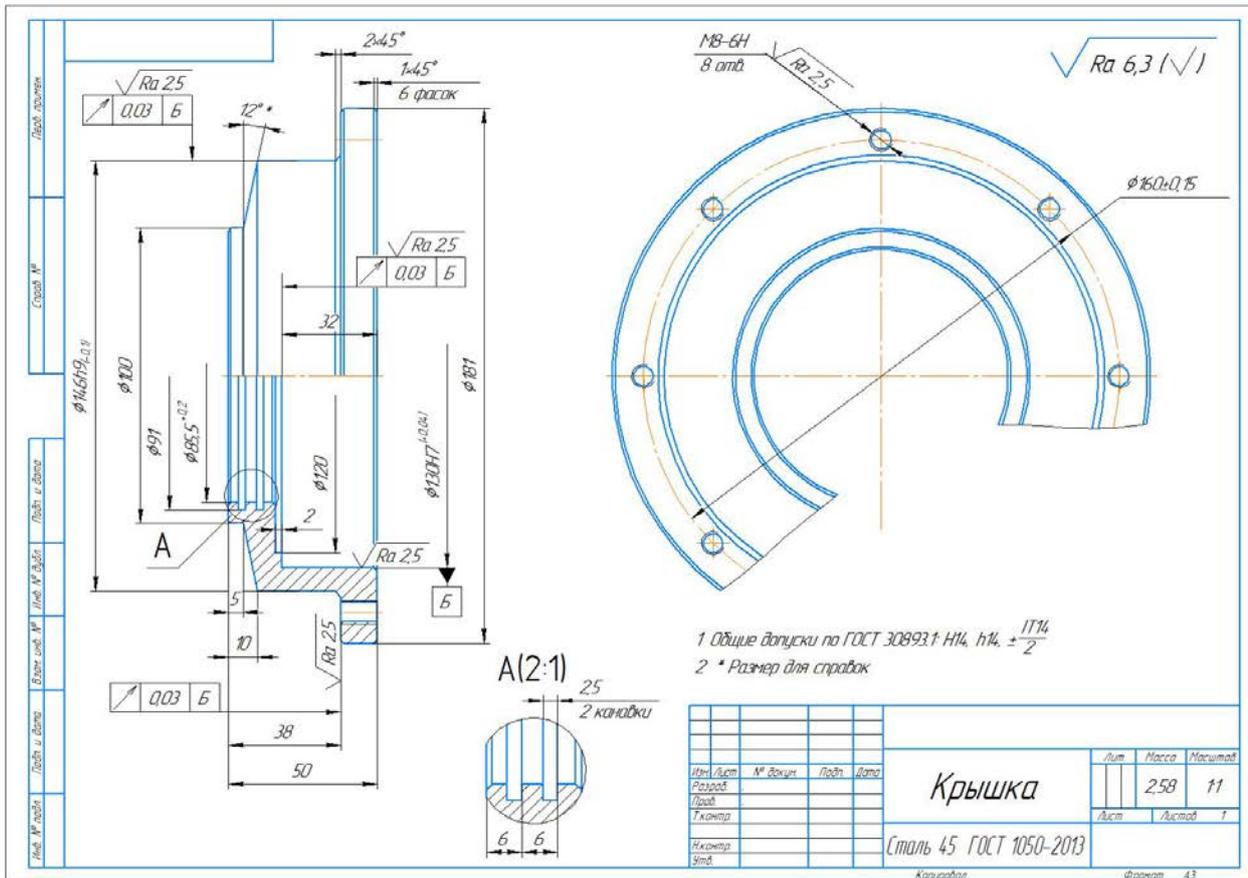


Рисунок 1.1 – Чертёж детали «Крышка».

1 Технологическая часть

1.1 Определение типа производства

Определим тип производства по коэффициенту закрепления операций:

$$K_{30} = \frac{t_B}{t_{шс}}$$

где: t_B – такт выпуска деталей, мин.;

$t_{шс}$ – среднее штучное время операций, мин.

Такт выпуска определим по формуле:

$$t_B = \frac{60F_{\Gamma}}{N_{\Gamma}}$$

где: F_{Γ} – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

N_{Γ} – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования при двухсменном режиме работы составляет: $F_{\Gamma} = 4015$ час.

Тогда:

$$t_B = \frac{60 \cdot 4015}{1000} = 241 \text{ мин.}$$

Среднее штучное время операций на выполнение операций технологического процесса:

$$t_{шс} = \sum_{i=1}^n T_{шкi} / n = \frac{31,9}{4} = 8;$$

где: $T_{шкi} = 31,9$ – штучное время i -ой основной операции, мин.;

n – число основных операций.

Суммарное время операция технологического процесса:

$$T_{шкi} = \phi_i T_{oi}$$

где: ϕ_i – коэффициент i -ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

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

Коэффициент для отрезной, токарной и сверлильной операций равен:

$$\phi_i = 1,5$$

$$\phi_i = 1,98$$

$$\phi_i = 1,72$$

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения [2, с.19], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

005 Ленточно пильная

$$T_{o1} = 0,19 \cdot 185^2 / 1000 = 6,5 \text{ мин}$$

010 Токарная с ЧПУ

$$T_{o1} = 0,037 \cdot 185^2 / 1000 = 1,27 \text{ мин}$$

$$T_{o2} = 0,1 \cdot 181 \cdot 32 / 1000 = 0,6 \text{ мин}$$

$$T_{o3} = 0,1 \cdot 181 \cdot 1 / 1000 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_{o4} = 0,52 \cdot 6,3 \cdot 7 / 1000 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_{o5} = 0,52 \cdot 42 \cdot 52 / 1000 = 1,2 \text{ мин}$$

$$T_{o6} = 0,18 \cdot 84,7 \cdot 52 / 1000 = 0,78 \text{ мин}$$

$$T_{o7} = 0,18 \cdot 130 \cdot 32 / 1000 = 0,75 \text{ мин}$$

$$T_{o8} = 0,18 \cdot 120 \cdot 2 / 1000 = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{o9} = 0,18 \cdot 84,7 \cdot 1 / 1000 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_{o10} = 0,18 \cdot 120 \cdot 12 / 1000 = 0,02 \text{ мин}$$

015 Токарная с ЧПУ

$$T_{o1} = 0,037 \cdot (185^2 - 42^2) / 1000 = 1,2 \text{ мин}$$

$$T_{o2} = 0,1 \cdot 146 \cdot 32 / 1000 = 0,6 \text{ мин}$$

$$T_{o3} = 0,1 \cdot 146 \cdot 1 / 1000 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_{o4} = 0,1 \cdot 100 \cdot 10 / 1000 = 0,12 \text{ мин}$$

$$T_{o5} = 0,1 \cdot 100 \cdot 2 / 1000 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_{o6} = 0,1 \cdot 100 \cdot 1 / 1000 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_{o7} = 0,1 \cdot 100 \cdot 1 / 1000 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_{o8} = 0,1 \cdot 181 \cdot 1 / 1000 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_{o9} = 0,63 \cdot (91^2 - 85,5^2) / 1000 = 0,6 \text{ мин}$$

$$T_{o10} = 0,63 \cdot (91^2 - 85,5^2)/1000 = 0,6 \text{ мин}$$

$$T_{o11} = 0,1 \cdot 85,5 \cdot 1/1000 = 0,02 \text{ мин}$$

020 Сверлильная с ЧПУ

$$T_{o1} = 0,52 \cdot 3 \cdot 6 \cdot 8/1000 = 0,2 \text{ мин}$$

$$T_{o2} = 0,52 \cdot 6,7 \cdot 12 \cdot 8/1000 = 0,4 \text{ мин}$$

$$T_{o3} = 0,4 \cdot 8 \cdot 12 \cdot 8/1000 = 0,3 \text{ мин}$$

Штучно калькуляционное время для отрезной, токарной и сверлильной операций:

$$T_{\text{шк}} = 6,5 \cdot 1,5 = 9,75 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шк}} = 8,2 \cdot 1,98 = 16,3 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шк}} = 1,72 \cdot 1 = 1,72 \text{ мин}$$

Среднее штучное время операций на выполнение операций технологического процесса:

$$t_{\text{шс}} = \sum_{i=1}^n T_{\text{шк}i} / n = \frac{28}{4} = 7;$$

Тогда коэффициент закрепления операций:

$$K_{30} = \frac{t_{\text{в}}}{t_{\text{шс}}} = \frac{241}{7} = 34;$$

Так как найденный коэффициент закрепления операций находится в интервале от 20 до 40, то производство – мелкосерийное.

1.2 Анализ технологичности детали

Деталь «Крышка» (рис. 1.2), изготавливается из качественной углеродистой конструкционной стали «Сталь 45 ГОСТ 1050-2013». Химический состав данной стали: 0,42-0,5 – углерода, 0,17-0,37 % – кремния, 0,5-0,8 % – марганца, до 0,025 % – никеля, до 0,04 % – серы и фосфора, 97 % – железа. Данная сталь является прочной, выносливой и хорошо поддается механической обработке.

Деталь из себя представляет тело вращения со сквозными отверстиями и внутренними канавками. Анализируя параметры точности размеров детали, можно сказать, что на наружные размеры назначены допуски нормальной точности, а на внутренние допуски повышенной точности. Отклонения по чертежу варьируются от сотых миллиметров до десятых. Допуск повышенной точности назначен в системе отверстия и составляет для размера $\varnothing 130 H7^{+0.04}$ мм. Данное отверстие является базовой поверхностью Б. Относительно базовой поверхности назначены допуски радиального биения на торцы детали. Допуск составляет 0,03 мм. На деталь присутствуют резьбовые отверстия М8 в количестве 8 штук с полем допуска 6Н и шероховатостью Ra2,5. На чертеже указана минимальная шероховатость торцов, внутренних отверстий детали Ra2,5, а шероховатость всей детали составляет Ra6,3. Данная деталь имеет твердость 180 НВ единиц по Бринеллю. Масса готовой детали составляет 2,6 кг.

Для достижения требуемой точности потребуются инструменты повышенной точности (сверла, расточные и проходные резцы), оборудование (станки с ЧПУ) и инструменты контроля (калибры-пробки, микрометры, нутромеры).

Положительные моменты технологичности конструкции: материал великолепно поддается механической обработке; деталь изготавливается за минимальное количество технологических операций. Отрицательными факторами является: точность некоторых размеров.

При обработке детали будут использоваться операции: точения, сверления, нарезания резьбы метчиком.

Применяемая технологическая оснастка: трехкулачковый патрон с комплектами каленых и расточенных кулачков, прижимы. Масса заготовки и ее габариты не требуют особых подъемных приспособлений.

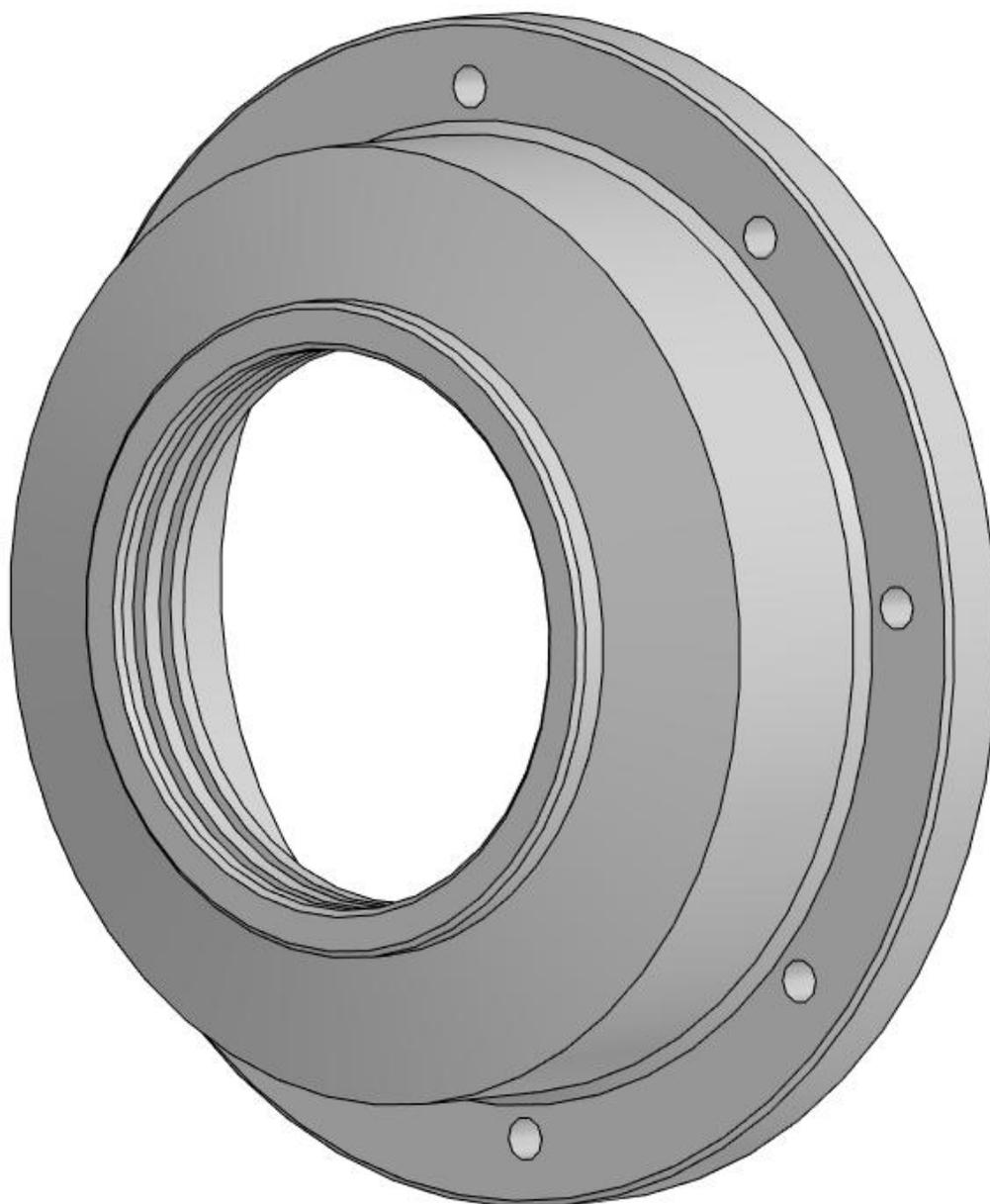


Рисунок 1.2 – Крышка.

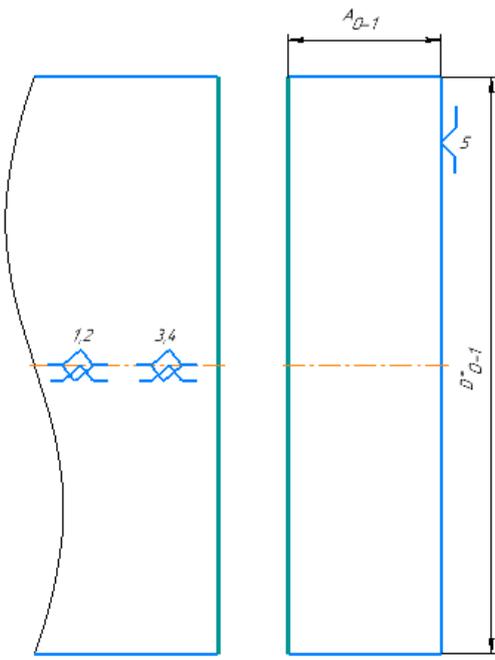
1.3 Выбор исходной заготовки

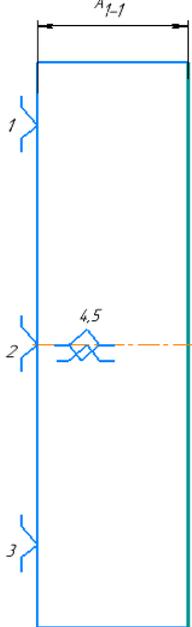
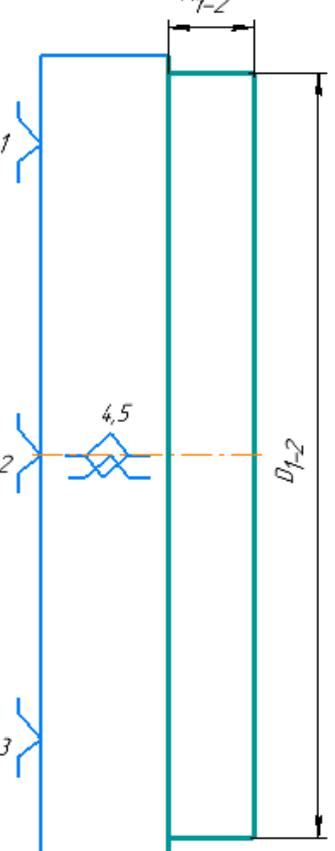
Исходя из технологических свойств материала детали, её массы и габаритов, требований к механическим свойствам и типу производства, принимаем прокат сортовой стальной круглый по ГОСТ 2590-2006 в состоянии поставки обычной точности В2 в качестве исходной заготовки.

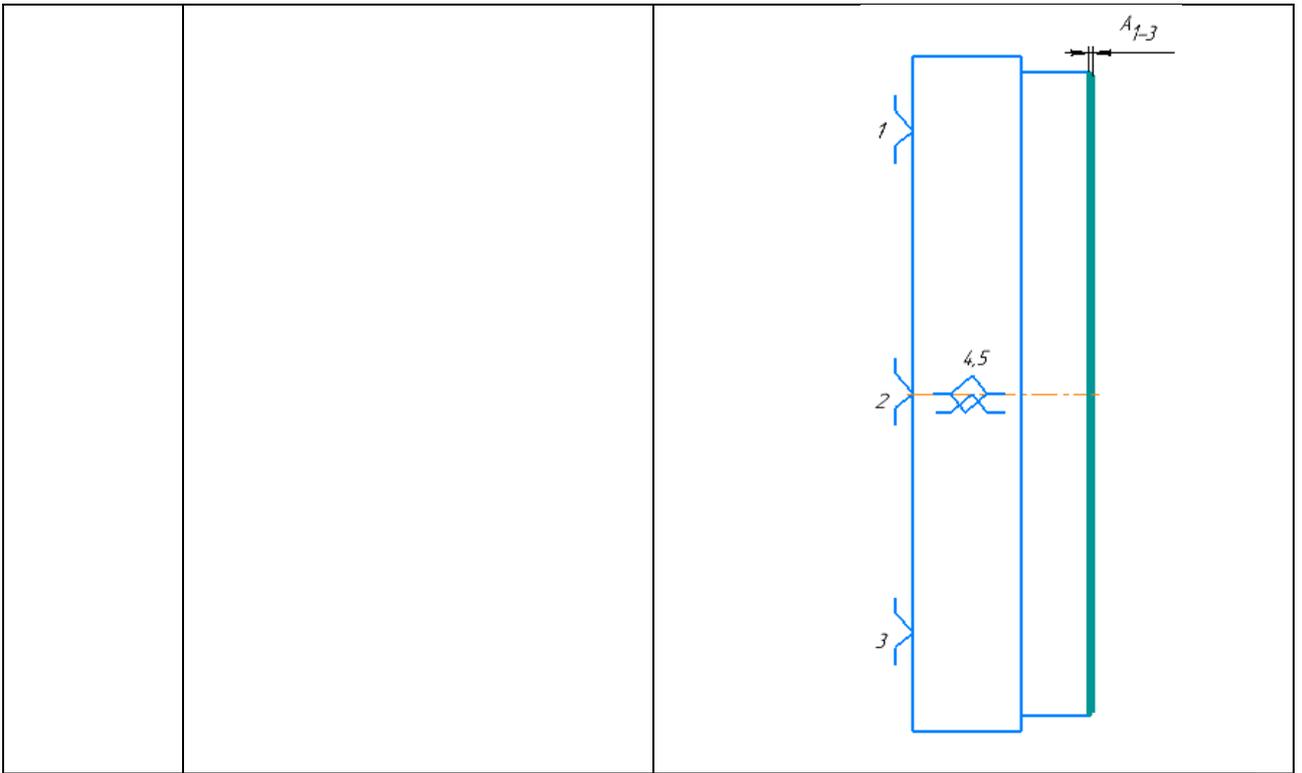
1.4 Разработка технологии изготовления детали

Маршрут технологии изготовления детали типа «Крышка» представлен в таблице 1.1. Предварительный маршрут включает в себя схемы базирования заготовки, выдерживаемые технологические размеры, а также тексты переходов и их эскизы.

Таблица 1.1 – Технологический процесс изготовления детали «Крышка»

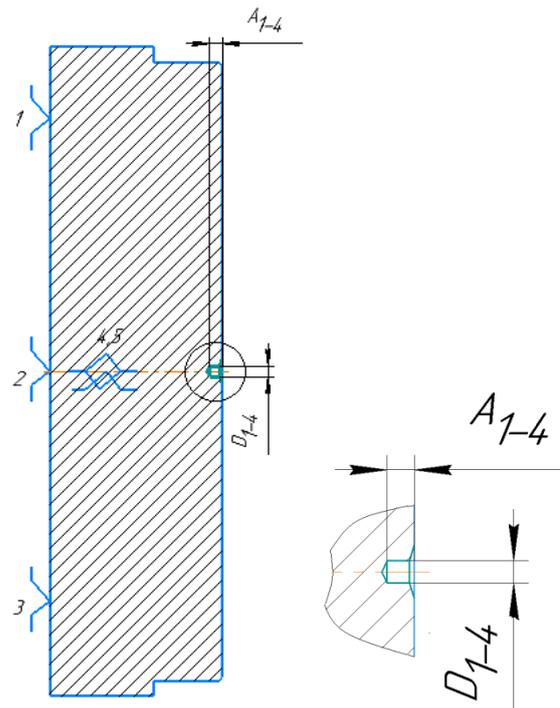
005	Ленточно-отрезная	Операционный эскиз
	<p>1. Отрезать заготовку размер A_{0-1}.</p> <p style="text-align: right;">В</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Rz 120}$</p> 

010	Токарная	Операционный эскиз
	1. Подрезать торец в размер A_{1-1} ;	$\sqrt{Ra} 6,3$ 
	2. Точить ступень в размеры D_{1-2} , A_{1-2} ;	$\sqrt{Ra} 6,3$ 
	3. Точить фаску в размер A_{1-3} .	$\sqrt{Ra} 6,3$



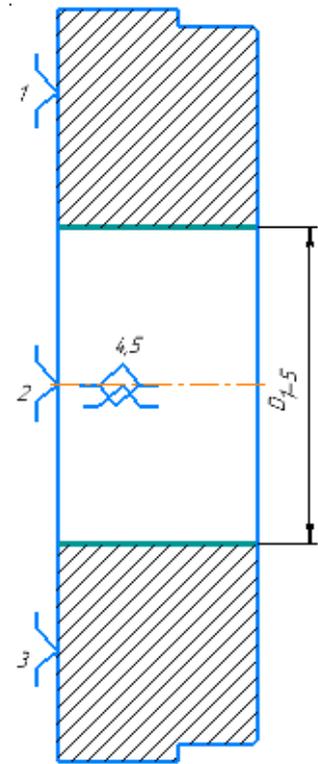
4. Центровать заготовку в размер D_{1-4} на глубину A_{1-4} .

$\sqrt{Ra\ 6,3}$



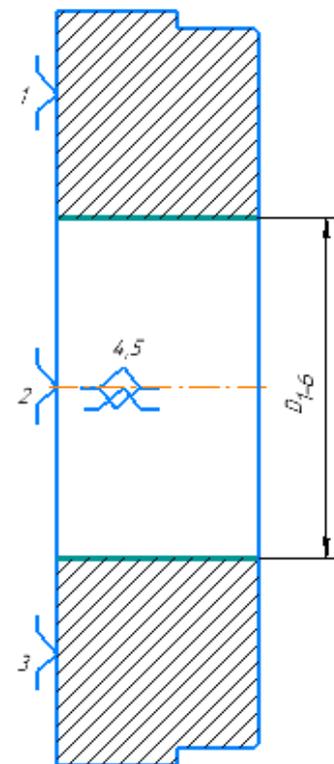
5. Сверлить заготовку в
размер D_{1-5} .

$\sqrt{Ra\ 6,3}$



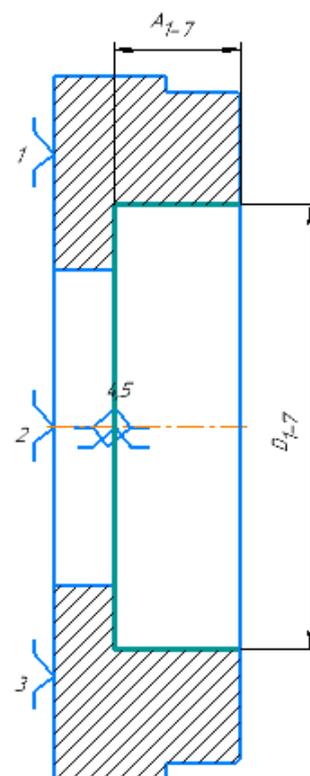
6. Расточить диаметр
 D_{1-6} .

$\sqrt{Ra\ 6,3}$



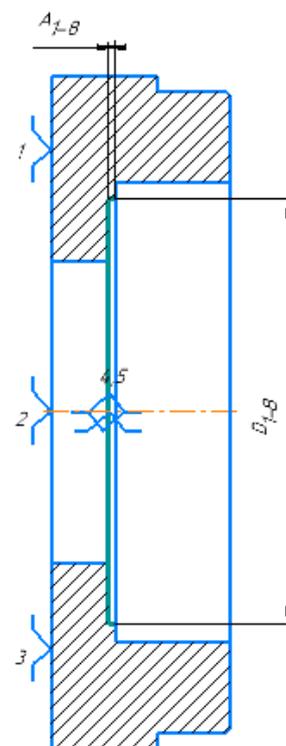
7. Расточить диаметр D_{1-7} на длину A_{1-7} .

$\sqrt{Ra\ 2,5}$



8. Расточить диаметр D_{1-8} на длину A_{1-8} .

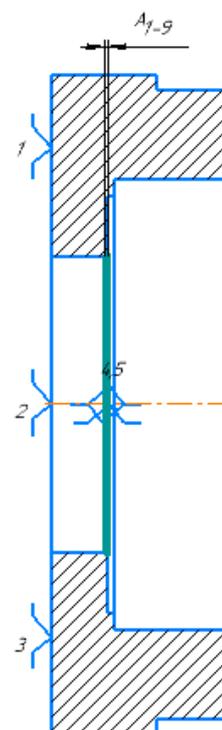
$\sqrt{Ra\ 3,2}$



9. Точить фаску в
размер A_{1-9} .

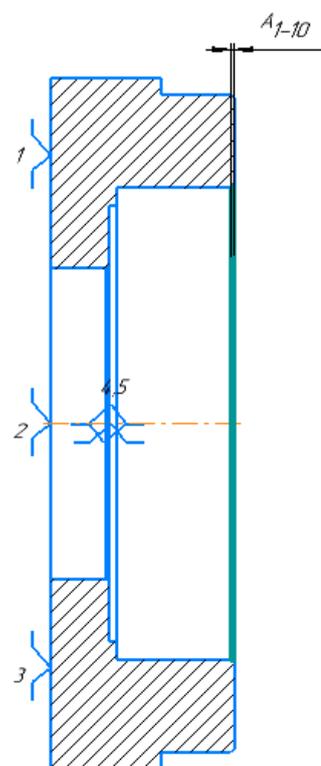
В

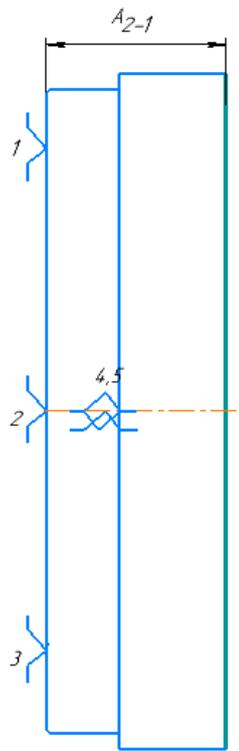
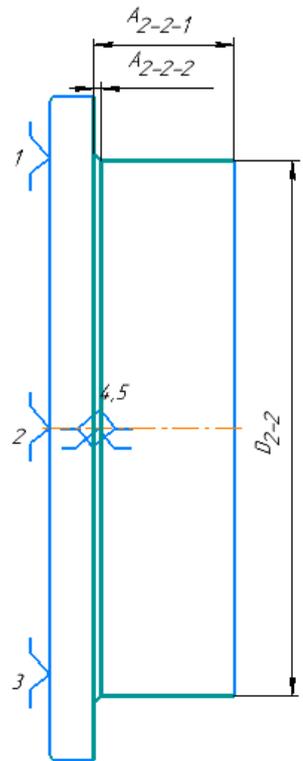
$\sqrt{Ra} 6,3$



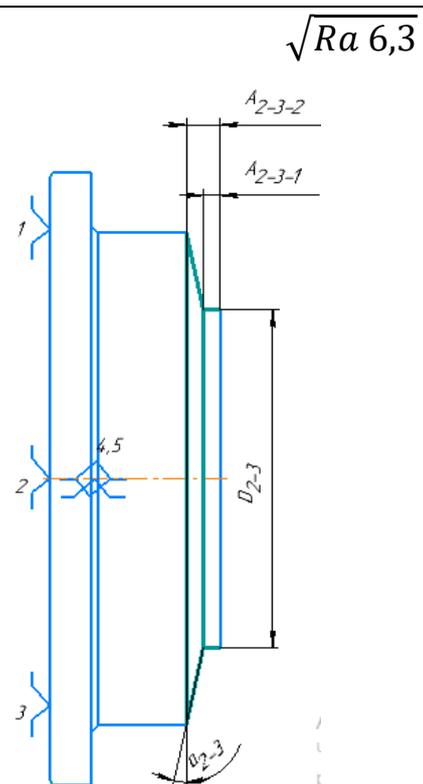
10. Точить фаску в
размер A_{1-10}

$\sqrt{Ra} 6,3$

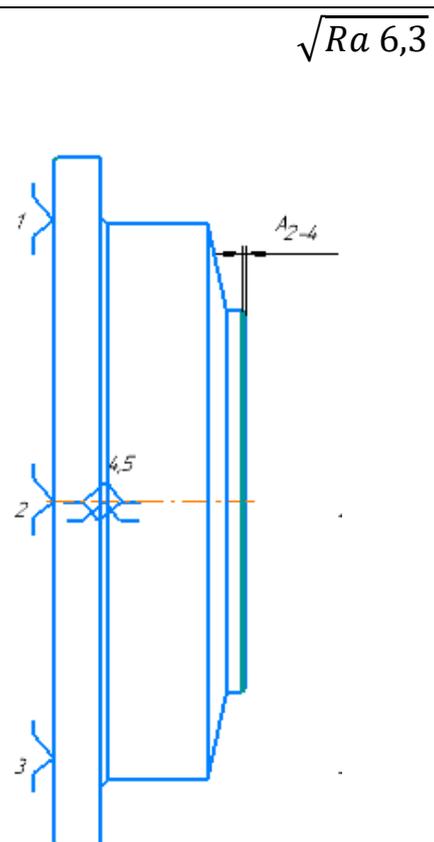


015	Токарная	Операционный эскиз
	<p>1. Подрезать торец в размер A_{2-1}.</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra} 6,3$</p> 
	<p>2. Точить поверхность диаметром D_{2-2}, выдерживая размеры A_{2-2-1} и A_{2-2-2}.</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra} 2,5$</p> 

3. Точить поверхность, выдерживая размеры D_{2-3} , A_{2-2-1} , A_{2-2-2} и α_{2-3} .

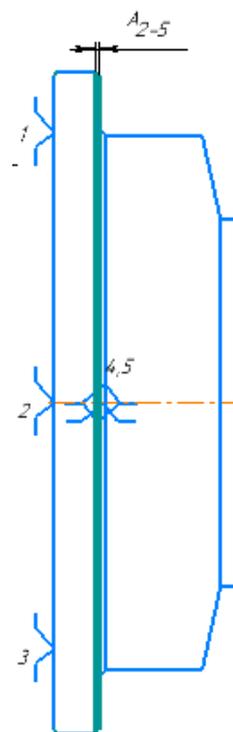


4. Точить фаску в размер A_{2-4} .



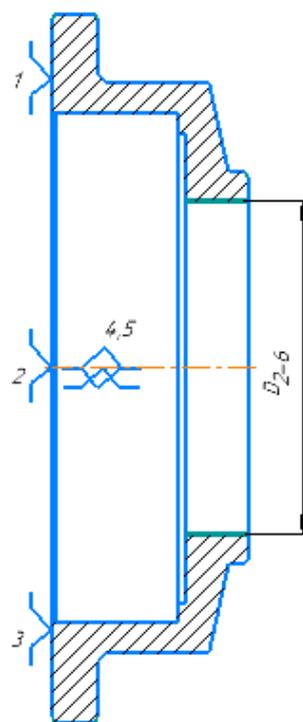
5. Точить фаску в размер A_{2-5} .

$\sqrt{Ra} 6,3$



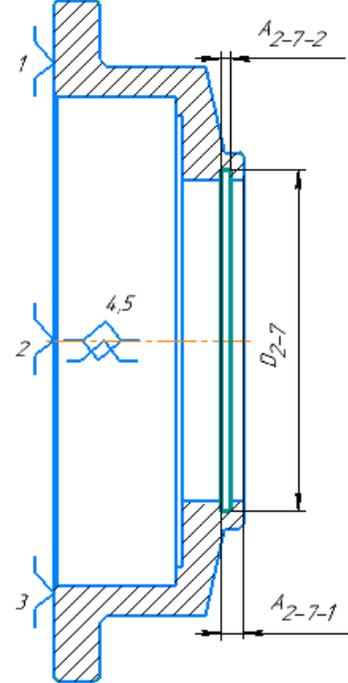
6. Расточить диаметр D_{2-6} .

$\sqrt{Ra} 6,3$



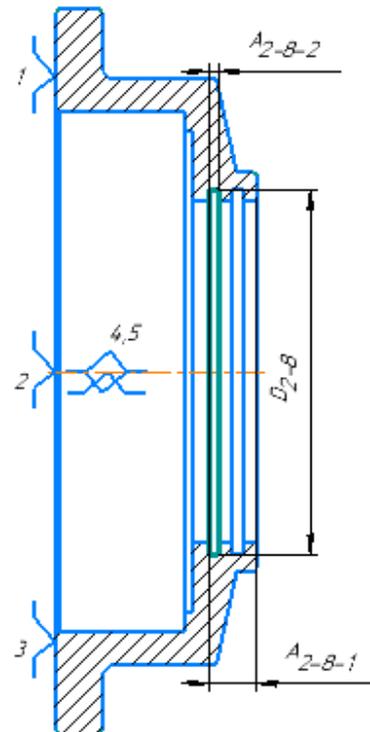
7. Точить канавку, выдерживая размеры D_{2-7} , A_{2-7-1} , A_{2-7-2} .

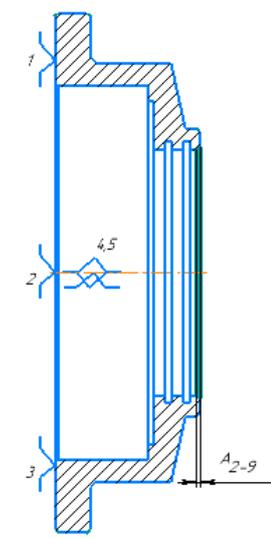
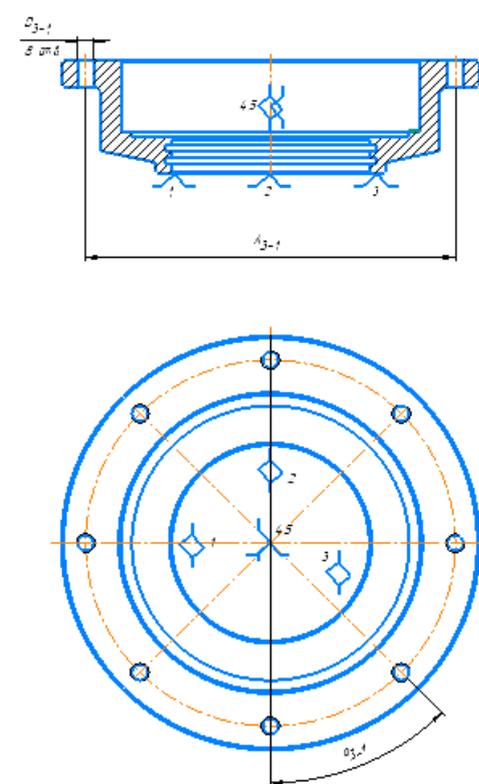
$\sqrt{Ra} 6,3$



8. Точить канавку, выдерживая размеры D_{2-8} , A_{2-8-1} , A_{2-8-2} .

$\sqrt{Ra} 6,3$



	<p>9. Точить фаску в размер A_{2-9}</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 6,3}$</p> 
<p>020</p>	<p>Сверлильная</p>	<p>Операционный эскиз</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сверлить отверстия диаметром D_{1-1}, выдерживая размеры A_{1-1} и α_{1-1}; 2. Нарезать резьбу М8 в отверстиях. 	<p>$\sqrt{Ra\ 6,3}$</p> 

025	Слесарная	
	Притупить острые кромки, зачистить заусенсы	
030	Промывочная	
	Промыть деталь	
035	Контрольная	
	Стол ОТК	

1.5 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

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

На основании маршрута изготовления детали «Крышка» составляется расчетная схема (представлена на рис. 1.3 и рис. 1.4), которые содержат все технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры.

С целью облегчения составления размерных цепей, на базе расчетной схемы строится граф технологических размерных цепей. Граф дерева для расчетной схемы изготовления детали (представлены на рис. 1.5).

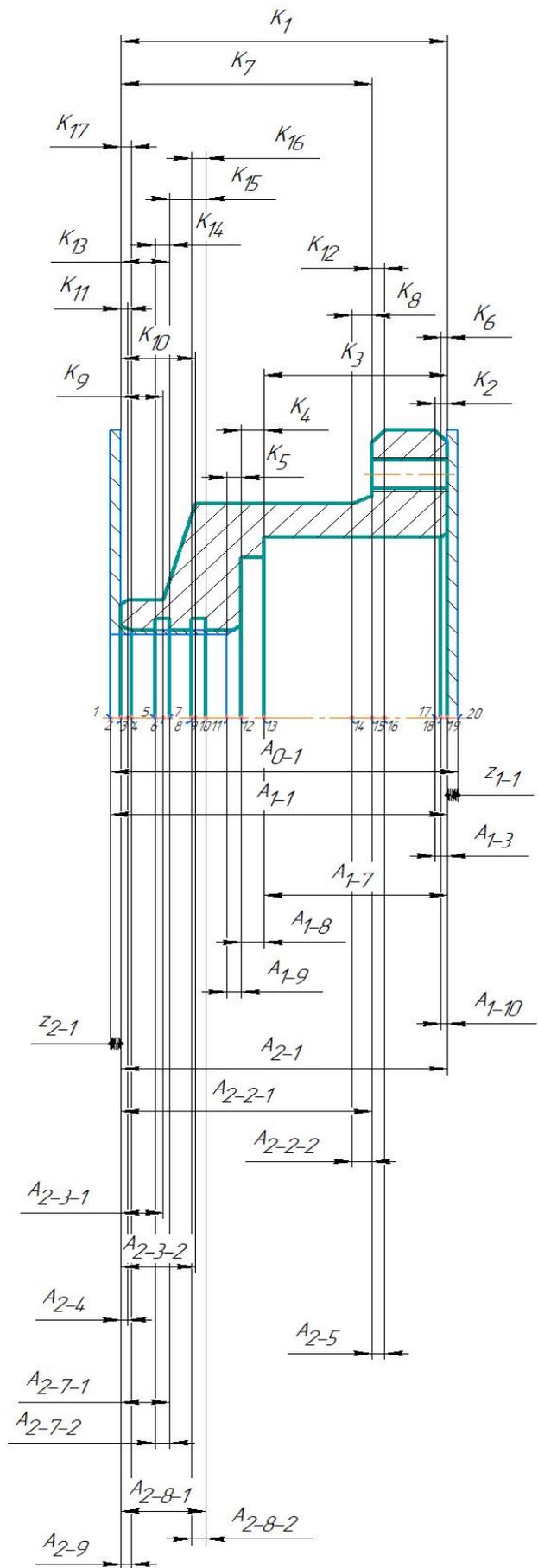


Рисунок 1.3 – Размерная схема (осевые размеры).

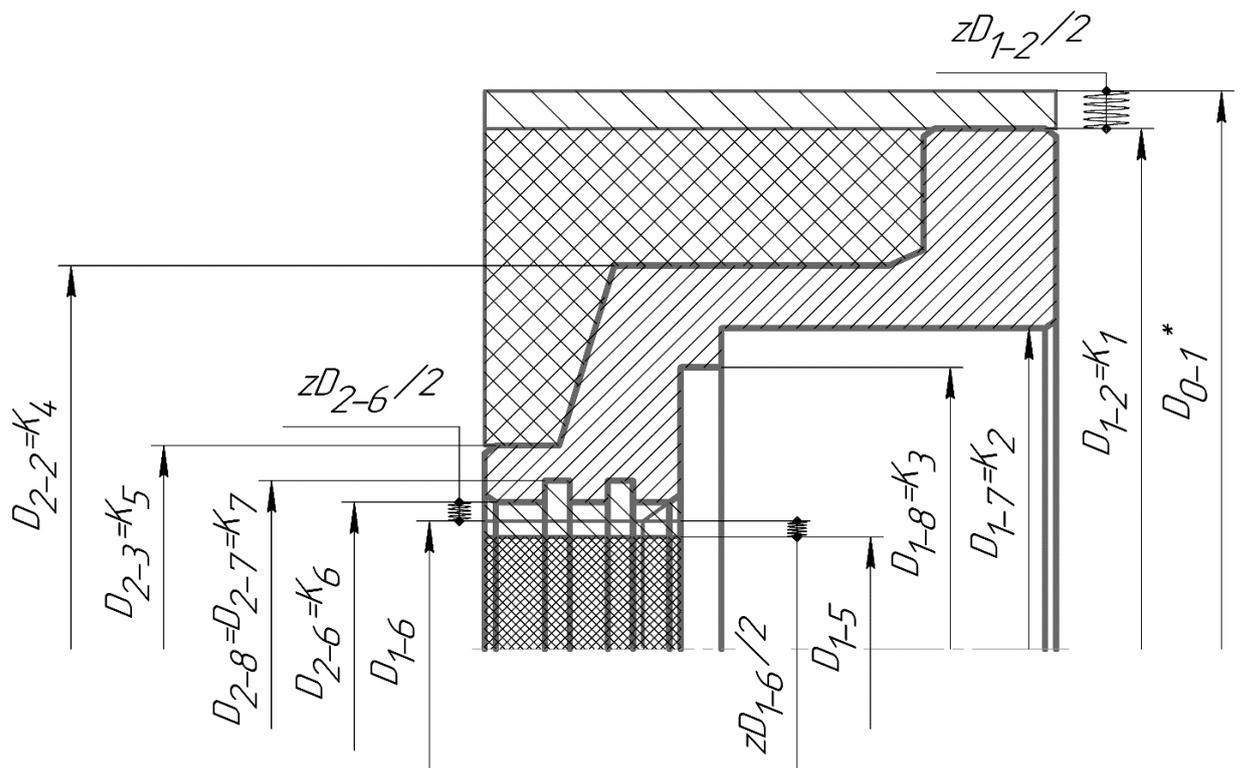


Рисунок 1.4 – Размерная схема (диаметральные размеры).

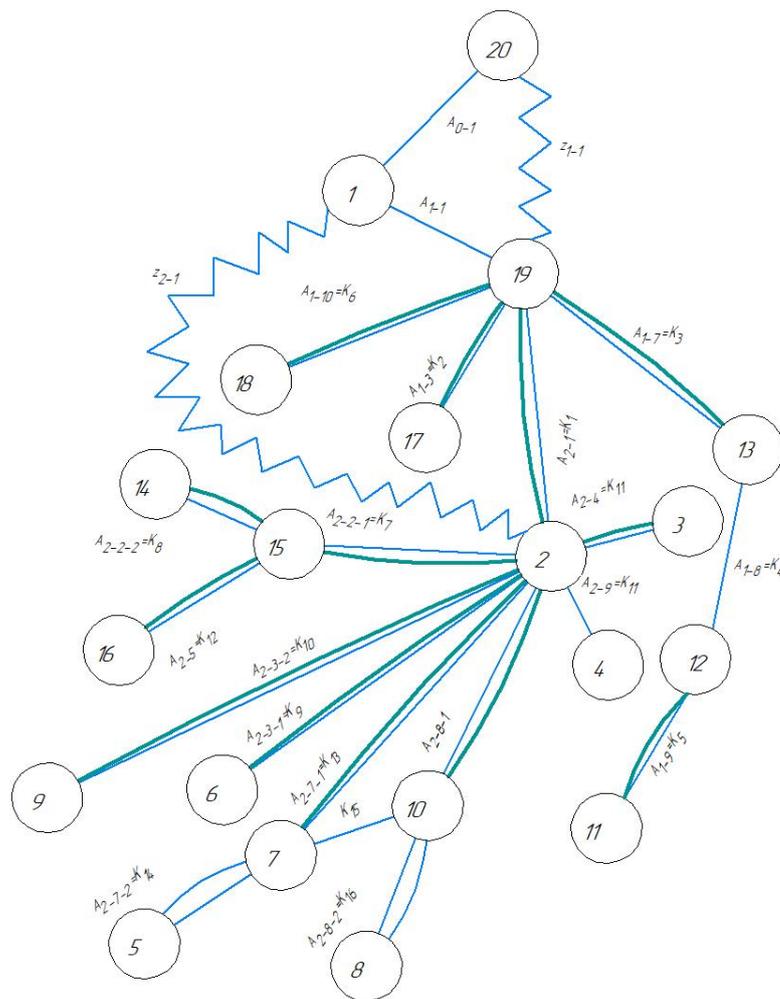


Рисунок 1.5 – Граф технологических размерных цепей.

1.6 Назначение допусков на технологические размеры

Выписываем допуски на конструкторские размеры и определяем допуски на размеры.

Конструкторские размеры выдерживаются непосредственно:

$$\begin{aligned}K_1 &= A_{2-1} = 50_{-0,62} \text{ мм}; \\K_2 &= A_{1-3} = 1 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\K_3 &= A_{1-7} = 32 \pm 0,31 \text{ мм}; \\K_4 &= A_{1-8} = 2 \pm 0,13 \text{ мм}; \\K_5 &= A_{1-9} = 1 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\K_6 &= A_{1-10} = 1 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\K_7 &= A_{2-2-1} = 38 \pm 0,31 \text{ мм}; \\K_8 &= A_{2-2-2} = 2 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\K_9 &= A_{2-3-1} = 5 \pm 0,15 \text{ мм}; \\K_{10} &= A_{2-3-2} = 10 \pm 0,18 \text{ мм}; \\K_{11} &= A_{2-4} = 1 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\K_{12} &= A_{2-5} = 1 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\K_{13} &= A_{2-7-1} = 6 \pm 0,15 \text{ мм}; \\K_{14} &= A_{2-7-2} = 2,5^{+0,25} \text{ мм}; \\K_{16} &= A_{2-8-2} = 2,5^{+0,25} \text{ мм}; \\K_{17} &= A_{2-9} = 1 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм};\end{aligned}$$

Конструкторские размеры невыдерживаются:

$$K_{15} = 6 \pm 0,15 \text{ мм};$$

Таблица 1.2 – Данные для определения припусков (диаметральные размеры).

Диаметральные размеры					
	ρ	ω	ε	TA	TK
D_{1-2}	0,2	0,25	0,3	0,75	$TK_1 = 1,15$
D_{1-6}	-	0,25	-	0,25	-
D_{1-7}	-	0,04	-	0,04	$TK_2 = 0,04$
D_{1-8}	-	0,25	-	0,25	$TK_3 = 0,87$
D_{2-2}	-	0,1	-	0,1	$TK_4 = 0,1$
D_{2-3}	-	0,25	-	0,25	$TK_5 = 0,87$
D_{2-6}	0,06	0,12	-	0,13	$TK_6 = 0,2$
D_{2-7}	-	0,25	-	0,25	$TK_7 = 0,87$
Осевые размеры					
	ρ	ω	ε	TA	TK
A_{0-1}	0,2	0,3	2	2,5	-
A_{1-1}	0,2	0,2	0,3	0,6	-
A_{1-3}	-	0,2	-	0,2	$TK_2 = 0,4$
A_{1-7}	-	0,2	-	0,2	$TK_3 = 0,62$
A_{1-8}	-	0,2	-	0,2	$TK_4 = 0,26$
A_{1-9}	-	0,2	-	0,2	$TK_5 = 0,4$
A_{1-10}	-	0,2	-	0,2	$TK_6 = 0,4$
A_{2-1}	0,2	0,08	0,3	0,6	$TK_1 = 0,62$
A_{2-2-1}	-	0,2	-	0,2	$TK_7 = 0,62$
A_{2-2-2}	-	0,2	-	0,2	$TK_8 = 0,4$
A_{2-3-1}	-	0,2	-	0,2	$TK_9 = 0,3$
A_{2-3-2}	-	0,2	-	0,2	$TK_{10} = 0,36$
A_{2-4}	-	0,2	-	0,2	$TK_{11} = 0,4$
A_{2-5}	-	0,2	-	0,2	$TK_{12} = 0,4$
A_{2-7-1}	-	0,2	-	0,2	$TK_{13} = 0,3$
A_{2-7-2}	-	0,2	-	0,2	$TK_{14} = 0,25$
A_{2-8-1}	-	0,2	-	0,2	-
A_{2-8-2}	-	0,2	-	0,2	$TK_{15} = 0,25$
A_{2-9}	-	0,2	-	0,2	$TK_{17} = 0,4$

1.7 Расчет диаметральных технологических размеров

Расчет минимальных значений для диаметральных и осевых припусков производим по формулам:

$$Z_{i \min}^D = 2 \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right);$$

$$Z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1};$$

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

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

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

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности определяется по формуле:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\phi}^2 + \rho_p^2};$$

$$\rho_{\phi} = D\Delta K;$$

$$\rho_p = L\Delta K;$$

где: D – диаметр заготовки, мм;

L – длина заготовки, мм.

ΔK – кривизна профиля сортового проката.

Кривизна профиля $\Delta K = 1$. Тогда пространственное отклонение равно:

$$\rho_{\phi} = 185 \cdot 1 = 185 \text{ мкм};$$

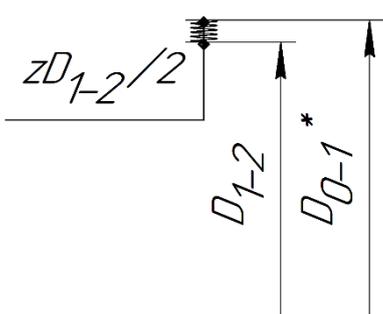
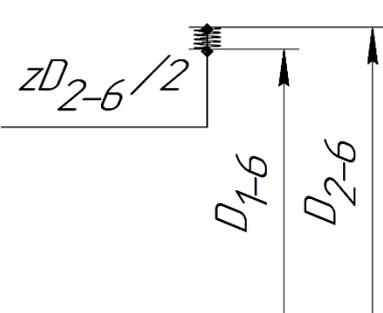
$$\rho_p = 55 \cdot 1 = 55 \text{ мкм};$$

$$\rho = \sqrt{185^2 + 55^2} = 193 \text{ мкм}.$$

Погрешность установки и закрепления в трехкулачковом патроне составляет[6]:

$$\varepsilon = 0,3 \text{ мм}.$$

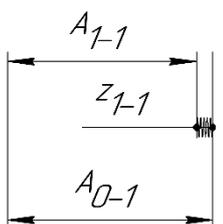
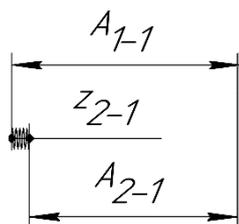
Таблица 1.2 – Расчетные данные диаметральных размеров.

Диаметральные минимальные припуски, мкм					
Z	Rz	h	ρ	ε	Z_{\min}
Z_{1-1}	200	300	200	300	1000
Z_{2-1}	63	60	-	-	123
			$D_{1-2}^c = D_{1-2} + \frac{ES - EI}{2}$ $D_{1-2}^c = 181 + \frac{0 - 1,15}{2} = 180,43 \text{ мм};$ $zD_{1-2}^c = Z_{\min} + \frac{TD_{1-2} + TD_{0-1}}{2}$ $zD_{1-2}^c = 2 \cdot 1 + \frac{5 + 1,15}{2} = 5 \text{ мм};$ $D_{1-1}^c = D_{1-2}^c + zD_{1-2}^c$ $D_{0-1}^{c*} = 180,43 + 5 = 185,4 \text{ мм};$ $D_{0-1}^* = D_{0-1}^{c*} - \frac{ES - EI}{2}$ $D_{0-1}^* = 185,4 - \frac{2,5 - 2,5}{2} = 185,4 \text{ мм.}$ $D_{0-1}^* = 185,4_{-2,5}^{+2,5} \text{ мм}$		
			$D_{2-6}^c = D_{2-6} + \frac{ES - EI}{2}$ $D_{2-6}^c = 85,5 + \frac{0,2 - 0}{2} = 85,6 \text{ мм};$ $zD_{2-6}^c = Z_{\min} + \frac{TD_{1-6} + TD_{2-6}}{2}$ $zD_{2-6}^c = 2 \cdot 0,12 + \frac{0,2 + 0,25}{2} = 0,47 \text{ мм};$ $D_{1-6}^c = D_{1-6} - zD_{2-6}^c$ $D_{1-6}^c = 85,6 - 0,8 = 84,8 \text{ мм};$ $D_{1-6} = D_{1-6}^c - \frac{ES - EI}{2}$ $D_{1-6} = 84,8 - \frac{0,25 - 0}{2} = 84,7 \text{ мм}$ $D_{1-6} = 84,7^{+0,25} \text{ мм}$		

1.8 Расчет осевых технологических размеров

Расчет проведем по аналогии с диаметральными размерами. Полученные данные представлены ниже.

Таблица 1.3 – Расчетные данные осевых размеров.

Осевые минимальные припуски, мкм					
Z	Rz	h	ρ	ε	Z_{\min}
Z_{1-1}	200	300	200	300	1000
Z_{2-1}	63	60	200	300	623
Расчет осевых технологических размеров					
		$A_{1-1}^c = A_{11} + \frac{ES - EI}{2}$ $A_{1-1}^c = 51,2 + \frac{0 - 0,6}{2} = 50,9 \text{ мм};$ $Z_{1-1}^c = Z_{\min} + \frac{TA_{11} + T_{01}}{2}$ $Z_{1-1}^c = 1 + \frac{2,5 + 0,6}{2} = 2,6 \text{ мм};$ $A_{0-1}^c = 50,9 + 2,6 = 53,5 \text{ мм};$ $A_{0-1} = A_{0-1} + \frac{ES - EI}{2}$ $A_{0-1} = 53,5 - \frac{0 - 2,5}{2} = 54,75 = 55 \text{ мм.}$ $A_{0-1} = 55_{-2,5}$			
		$A_{2-1}^c = A_{21} + \frac{ES - EI}{2}$ $A_{2-1}^c = 50 + \frac{0 - 0,6}{2} = 49,7 \text{ мм};$ $Z_{2-1}^c = Z_{\min} + \frac{TA_{21} + T_{11}}{2}$ $Z_{2-1}^c = 0,6 + \frac{0,62 + 0,6}{2} = 1,2 \text{ мм};$ $A_{1-1}^c = 49,7 + 1,2 = 50,9 \text{ мм};$ $A_{1-1} = A_{1-1}^c + \frac{ES - EI}{2}$ $A_{1-1} = 50,9 + \frac{0 - 0,6}{2} = 51,2 \text{ мм.}$ $A_{1-1} = 51,2_{-0,6} \text{ мм.}$			

1.9 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

Конструкторские размеры выдерживаются непосредственно:

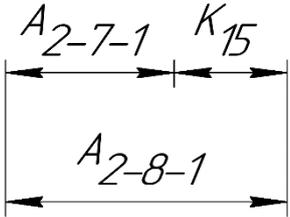
$$K_1 = A_{2-1} = 50_{-0,62} \text{ мм};$$

$$\begin{aligned}
K_2 &= A_{1-3} = 1 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\
K_3 &= A_{1-7} = 32 \pm 0,31 \text{ мм}; \\
K_4 &= A_{1-8} = 2 \pm 0,13 \text{ мм}; \\
K_5 &= A_{1-9} = 1 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\
K_6 &= A_{1-10} = 1 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\
K_7 &= A_{2-2-1} = 38 \pm 0,31 \text{ мм}; \\
K_8 &= A_{2-2-2} = 2 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\
K_9 &= A_{2-3-1} = 5 \pm 0,15 \text{ мм}; \\
K_{10} &= A_{2-3-2} = 10 \pm 0,18 \text{ мм}; \\
K_{11} &= A_{2-4} = 1 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\
K_{12} &= A_{2-5} = 1 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\
K_{13} &= A_{2-7-1} = 6 \pm 0,15 \text{ мм}; \\
K_{14} &= A_{2-7-2} = 2,5^{+0,25} \text{ мм}; \\
K_{16} &= A_{2-8-2} = 2,5^{+0,25} \text{ мм}; \\
K_{17} &= A_{2-9} = 1 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм};
\end{aligned}$$

Конструкторские размеры невыдерживаются:

$$K_{15} = 6 \pm 0,15 \text{ мм};$$

Проведем проверку.

 <p>The diagram shows a horizontal dimension line divided into two segments. The left segment is labeled A_{2-7-1} and the right segment is labeled K_{15}. Below this, a single dimension line spans the entire length and is labeled A_{2-8-1}.</p>	$ \begin{aligned} A_{2-8-1} &= 6_{-0,15}^{0,15} + 2,5^{0,25} = 8,5_{-0,35}^{0,15} \text{ мм} \\ K_{14} &= 6 \pm 0,2 \text{ мм} \\ A_{2-7-1} &= 2,5^{0,25} \text{ мм} \\ A_{2-8-1} &= 8,5_{-0,45}^{0,2} \text{ мм} \\ K_{14} &= A_{2-8-1} - A_{2-7-1} \\ K_{14} &= 8,5_{-0,45}^{0,2} - 2,5^{0,25} = 6 \pm 0,2 \text{ мм} \\ 6 \pm 0,2 &= 6 \pm 0,2 \end{aligned} $
---	---

Выдерживаются непосредственно:

A_{1-3}	$TA_{1-3} \leq TK_2$ $0,2 \leq 0,4$	A_{2-2-2}	$TA_{2-2-2} \leq TK_8$ $0,2 \leq 0,4$
A_{1-7}	$TA_{1-7} \leq TK_7$ $0,2 \leq 0,62$	A_{2-3-1}	$TA_{2-3-1} \leq TK_9$ $0,2 \leq 0,3$
A_{1-8}	$TA_{1-8} \leq TK_8$ $0,2 \leq 0,26$	A_{2-3-2}	$TA_{2-3-2} \leq TK_{10}$ $0,2 \leq 0,36$
A_{1-9}	$TA_{1-9} \leq TK_9$ $0,2 \leq 0,4$	A_{2-4}	$TA_{2-4} \leq TK_{11}$ $0,2 \leq 0,4$
A_{1-10}	$TA_{1-10} \leq TK_6$ $0,2 \leq 0,4$	A_{2-5}	$TA_{2-5} \leq TK_{12}$ $0,2 \leq 0,4$
A_{2-1}	$TA_{2-1} \leq TK_1$ $0,6 \leq 0,62$	A_{2-7-1}	$TA_{2-7-1} \leq TK_{13}$ $0,2 \leq 0,3$
A_{2-2-1}	$TA_{2-2-1} \leq TK_7$ $0,2 \leq 0,62$	A_{2-7-2}	$TA_{2-7-2} \leq TK_{14}$ $0,2 \leq 0,25$

1.10 Расчет режимов и мощности резания

При назначении режимов резания следует учитывать вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка [6].

Отрезка ленточной пилой

Оборудование: Полуавтоматический ленточнопильный станок PEGAS 230×280 SHI-LR.

Принимаем режимы резания, согласно рекомендациям производителя [].

$$S = 50 \text{ мм/мин}$$

Обработка торца

Державка DCLNR2525M12. Пластина CNMG 12 04 08-XMR 4425.

Глубина резания: $t = 1$ мм;

Скорость резания определяется по формуле:

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

где: $C_v = 350$, коэффициент, учитывающий материал заготовки и реза,

$T = 50$ мин – период стойкости инструмента,

$t = 1$ мм – глубина резания,

$S = 0,2$ об/мин – подача,

$x = 0,15$, $y = 0,35$, $m = 0,2$ – показатели степени, принятые по таблицей [6],

K_v – общий поправочный коэффициент, вычисляется по формуле:

$$K_v = K_{mv}K_{uv}K_{pv};$$

где: $K_{uv} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий состояние заготовки,

$K_{uv} = 1$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента,

K_{mv} – коэффициент, учитывающий физико-химические свойства заготовки, вычисляется по формуле:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_{\Pi}} \right)^{n_v};$$

где: $\sigma_{\Pi} = 640$ Мпа – предел прочности обрабатываемого материала,

$K_r = 1$ – коэффициент, учитывающий обработку твердосплавным инструментом,

$n_v = 1$ – коэффициент, учитывающий обработку твердосплавным инструментом.

$$K_{mv} = \frac{750}{640} = 1,2$$

$$K_v = 1,2 \cdot 0,9 = 1,1$$

$$V = 1,1 \cdot \frac{350}{50^{0,2} 1^{0,2} 0,17^{0,35}} = 320 \text{ м/мин.}$$

Главная составляющая сила резания, окружная сила:

$$P_Z = 10C_p t^x s^y v^n K_p;$$

где: $C_p = 300$, коэффициент, учитывающий материал заготовки и резца,

$t = 1$ мм – глубина резания,

$S = 0,17$ об/мин – подача,

$x = 1$, $y = 0,75$, $n = -0,15$, – показатели степени, принятые по таблицей [6],

$K_p = 1,4$ – поправочный коэффициент.

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 320^{-0,15} \cdot 1,4 = 458 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_Z V}{1020 \cdot 60} = \frac{0,5 \cdot 320}{1020 \cdot 60} = 2,4 \text{ кВт}$$

Наружное точение

Державка DCLNR2525M12. Пластина CNMG 12 04 08-XMR 4425.

Глубина резания: $t = 2,5$ мм;

Подача: $f = 0,3$ мм/об.

Скорость резания:

$$V = 1,1 \cdot \frac{350}{50^{0,2} 2,5^{0,15} 0,3^{0,35}} = 257 \text{ м/мин.}$$

Сила резания:

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 257^{-0,15} \cdot 1,4 = 1848 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_Z V}{1020 \cdot 60} = \frac{1848 \cdot 257}{1020 \cdot 60} = 7,8 \text{ кВт}$$

Сверление отверстия Ø42 мм

Сверло со сменными пластинами Sandvik Coromant 880-D4200L40-02.

Пластина 880-07 04 06H-C-GR 1044 / 880-07 04 W12H-P-GR 4324.

Глубина резания: $t = 53$ мм;

Подача: $f = 0,2$ мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v;$$

где: $C_v = 7$, $q = 0,4$, $y = 0,7$, $m = 0,2$, $K_v = 1$, $T = 50$ мин –

показатели степени и поправочные коэффициенты, принятые по таблице [6].

$$V = 1 \cdot \frac{7 \cdot 42^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} = 45 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_m D^q S^y K_p;$$

где: $C_m = 0,03$ $q = 2$, $y = 0,8$, $K_p = 1$ – показатели степени и

поправочные коэффициенты для нарезания резьбы метчиком, принятые по таблице 49, 50 [6].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,03 \cdot 42^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1 = 146 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность резания равна:

$$N = \frac{1000M_{кр}V}{975\pi D} = \frac{1000 \cdot 146 \cdot 45}{9750 \cdot 3,14 \cdot 42} = 5,1 \text{ кВт}$$

Растачивание

Державка A32T-SCLCR 12. Пластина CCMT 12 04 12-PR 4425.

Глубина резания: $t = 2,5$ мм;

Подача: $f = 0,3$ мм/об.

Скорость резания:

$$V = 1,1 \cdot \frac{350}{50^{0,2} 2,5^{0,15} 0,3^{0,35}} = 257 \text{ м/мин.}$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 257^{-0,15} \cdot 1,4 = 1848 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{1848 \cdot 257}{1020 \cdot 60} = 7,8 \text{ кВт}$$

Точение канавок

Державка RAG123E05-20B. Пластина N123E2-0239-0002-GM 4325.

Глубина резания: $t = 2,4$ мм;

Подача: $f = 0,22$ мм/об.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m s^y} K_v;$$

где: $C_v = 47$, $y = 0,8$, $m = 0,2$, $K_v = 1,1$, $T = 50$ мин –

показатели степени и поправочные коэффициенты, принятые по таблице [6].

$$V = \frac{47 \cdot 1,1}{50^{0,2} \cdot 0,22^{0,8}} = 79 \text{ м/мин.}$$

Главная составляющая сила резания, окружная сила:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p;$$

где: $C_p = 408$, $x = 0,72$, $y = 0,8$, $n = 0$, $K_p = 1$ – показатели степени и поправочные коэффициенты для точения канавок, принятые по таблице 22 [6].

$$P_Z = 10 \cdot 408 \cdot 2,4^{0,72} 0,2^{0,8} \cdot 79^0 \cdot 1 = 1983 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_Z V}{1020 \cdot 60} = \frac{1983 \cdot 79}{1020 \cdot 60} = 2,6 \text{ кВт}$$

Нарезание резьбы М8 метчиком

Метчик Sandvik Coromant T200-PM101JA-M8 P1PM.

Скорость резания: $V = 10$ м/мин;

Глубина резания: $t = 14$ мм;

Подача: $f = 1,25$ мм/об;

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v;$$

где: $C_v = 64,8$, $q = 1,2$, $y = 0,5$, $m = 0,9$, $K_v = 0,86$, $T = 90$ мин – показатели степени и поправочные коэффициенты, принятые по таблице [6].

$$V = 0,86 \cdot \frac{64,8 \cdot 8^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 1,25^{0,5}} = 9,5 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_m D^q P^y K_p;$$

где: $C_m = 0,03$, $q = 1,4$, $y = 1,5$, $K_p = 1$ – показатели степени и поправочные коэффициенты для нарезания резьбы метчиком, принятые по таблице 49, 50 [6].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,03 \cdot 8^{1,4} \cdot 1,25^{1,5} \cdot 1 = 1,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность резания равна:

$$N = \frac{1000 M_{кр} V}{975 \pi D} = \frac{1000 \cdot 1,8 \cdot 9,5}{975 \cdot 3,14 \cdot 8} = 0,7 \text{ кВт}$$

1.11 Выбор средств технологического оснащения

Используемые станки и необходимые технические характеристики:

1. Полуавтоматический ленточнопильный станок PEGAS 230×280 SHI-LR



Рисунок 1.6 – PEGAS 230×280 SHI-LR.

Таблица 1.5 – Технические характеристики станка.

Зона обработки при 0°, мм	Ø230, □280x210	Тип управления, ПЛК	MITSUBISHI
Зона обработки при резке пакетом, мм	280x120	Электропитание	3x400В,50 Гц
Угловая резка, °	45-0-45-60	Высота стола, мм	785
Мощность главного привода, кВт	1,5	Вес, кг	420
Скорость вращения пильного полотна, м/мин	20-120	Длина, мм	1860
Размер пильного полотна (ДхВхШ), мм	2720x27x0,9	Ширина, мм	1050

2. Токарно-револьверный обрабатывающий центр Haas ST-10.



Рисунок 1.7 – Haas ST-10.

Таблица 1.4 – Технические характеристики станка.

Макс. устанавливаемый диаметр над станиной, мм	419	Количество инструментальных позиций, шт.	12
Макс. устанавливаемый диаметр над кареткой, мм	419	Сечение резца, мм	25x25
Макс. обрабатываемый диаметр	305	Макс. осевое усилие, кН	14,7
Сквозное отверстие шпинделя, мм	44	Максимальный крутящий момент, Нм	102
Размер патрона, мм	254	Точность позиционирования, мм	±0,0050
Макс. частота вращения шпинделя, об/мин	6000	Повторяемость, мм	±0,0025
Мощность двигателя шпинделя, кВт	11,2	Вес станка, кг	3585
Скорость быстрых перемещений (X/Z), м/мин	30,5	Габариты, мм	2,580 x 1,760
Перемещение по осям (X/Z)	200/406	Система ЧПУ	HAAS

3. Сверлильно-фрезерный станок DECKEL FP4 NC 2810.



Рисунок 1.8 – DECKEL FP4 NC 2810.

Таблица 1.5 – Технические характеристики станка.

Макс. частота вращения шпинделя, об/мин	3150
Скорость подач, мм/мин	3600
Холостой ход, мм/мин	4000
Мощность, кВт	4
Конус шпинделя	SK40 с гидромеханическим зажимом
Перемещение X, Y, Z, мм	560/450/450
Размеры стола, мм	900 x 530
Макс. нагрузка на стол, кг	450
Вес станка, кг	1600

1.12 Нормирование технологических операций

Основное время – время, затрачиваемое на движение инструмента на рабочей подаче.

Расчет основного времени производят на основании следующей зависимости:

$$t_0 = \frac{Li}{Sn};$$

где: L – расчетная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об.

Расчетную длину обработки определяют, как:

$$L = l_D + l_{\Pi} + l_C;$$

где: l_D – длина детали в направлении подачи, мм;

l_{Π} – длина подвода инструмента, мм;

l_C – длина сбегания инструмента, мм;

Величины подвода и сбегания для токарной и сверлильной принимаем равной 1...2 мм.

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,18t_0.$$

Оперативное время:

$$t_{оп} = t_0 + t_B.$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{об} = 0,14t_{оп}.$$

Время на личные потребности:

$$t_L = 0,025t_0.$$

Тогда штучное время определяется:

$$t_{шк} = t + t_B + t_{об} + t_L = 1,4t_0.$$

005 Ленточно-пильная

$$D = 185 \text{ мм}$$

$$l_{\Pi} = l_{\text{с}} = 2 \text{ мм}$$

$$S = 50 \text{ мм/мин}$$

$$t_0 = \frac{189}{50} = 3,8 \text{ мин}$$

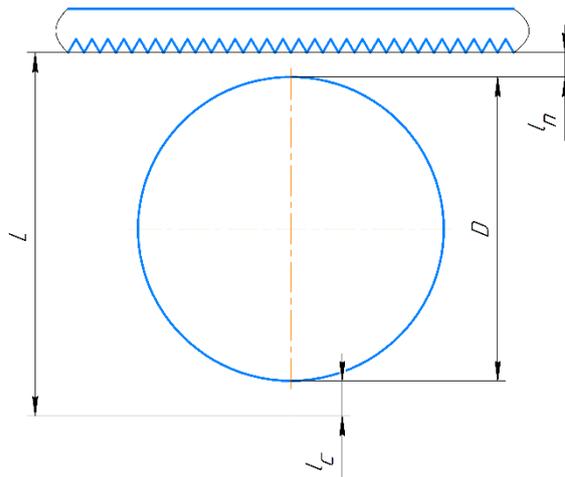


Рисунок 1.9 – Отрезка заготовки.

010 Токарная с ЧПУ

1) Подрезка торца

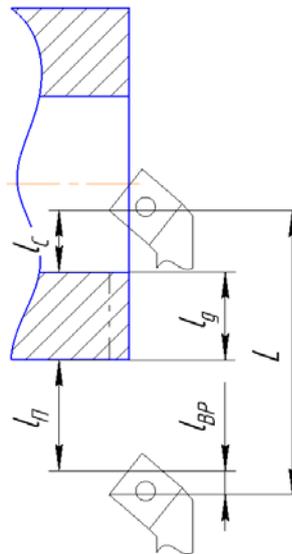


Рисунок 1.10 – Подрезка торца.

$$l_{\text{д}} = \frac{185}{2} = 92,5 \text{ мм}; \quad l_{\text{вп}} = \frac{0,5}{tg90} = 0,5 \text{ мм}; \quad l_{\Pi} = l_{\text{с}} = 1,5 \text{ мм};$$

$$L = 92,5 + 0,5 + 1,5 + 1,5 = 96 \text{ мм}; \quad i = 1;$$

$$S = 0,2 \cdot 551 = 110,2 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{96 \cdot 2}{110,2} = 1,8 \text{ мин.}$$

2) Наружное точение

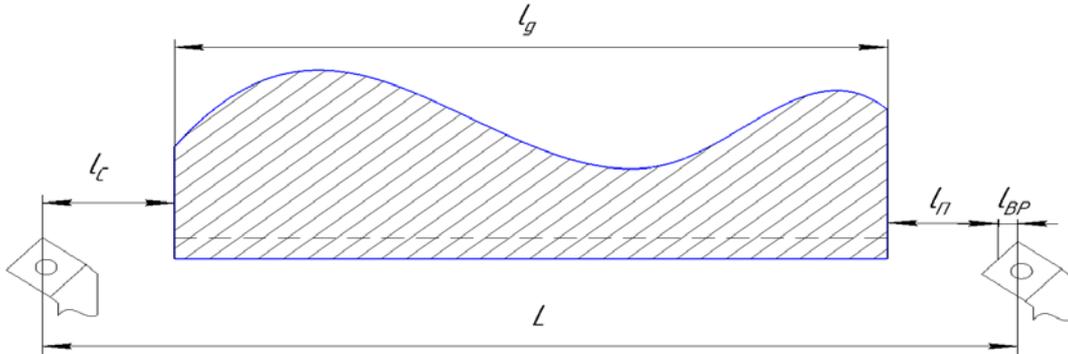


Рисунок 1.11 – Наружное точение.

$$l_{\text{Д}} = 32 \text{ мм}; \quad l_{\text{ВР}} = \frac{0,5}{\text{tg}90} = 0,5 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}} = 1 \text{ мм};$$

$$L = 32 + 0,5 + 1 = 33,5 \text{ мм}; \quad i = 2;$$

$$S = 0,3 \cdot 465 = 139,5 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{33,5 \cdot 2}{139,5} = 0,48 \text{ мин.}$$

3) Точение фаски

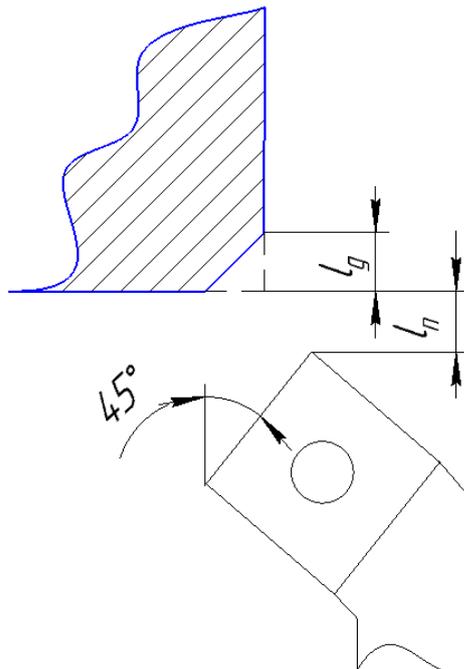


Рисунок 1.12 – Снятие фаски.

$$l_{\text{Д}} = 1 \text{ мм}; l_{\text{П}} = 1 \text{ мм};$$

$$L = 1 + 1 = 2 \text{ мм}; i = 1;$$

$$S = 0,17 \cdot 563 = 95,7 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{2 \cdot 1}{95,7} = 0,02 \text{ мин.}$$

5) Сверление $\varnothing 42$ мм

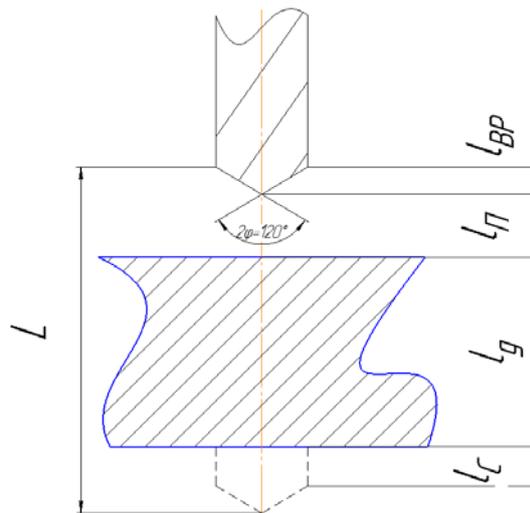


Рисунок 1.13 – Сверление.

$$l_{\text{Д}} = 51,2 \text{ мм}; l_{\text{BP}} = \frac{6,7}{\text{tg}60} = 2 \text{ мм}; l_{\text{П}} = l_{\text{с}} = 2 \text{ мм};$$

$$L = 51,2 + 2 + 2 + 2 = 57,2 \text{ мм};$$

$$S = 0,2 \cdot 341 = 68,2 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{57,2}{68,2} = 0,83 \text{ мин.}$$

6) Растачивание $\varnothing 84,7$ мм

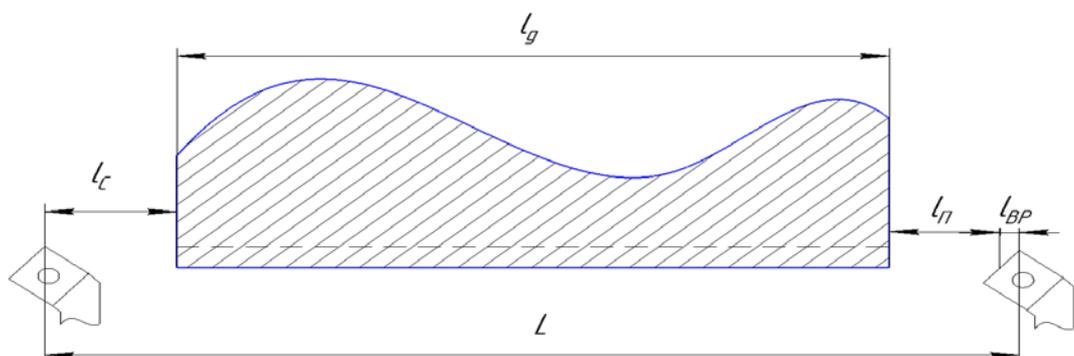


Рисунок 1.14 – Растачивание.

$$l_{\text{Д}} = 51,2 \text{ мм}; \quad l_{\text{ВР}} = \frac{0,5}{\text{tg}90} = 0,5 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}} = l_{\text{С}} = 1 \text{ мм};$$

$$L = 51,2 + 0,5 + 1 + 1 = 53,7 \text{ мм}; \quad i = 9;$$

$$S = 0,3 \cdot 925 = 277,5 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{53,7 \cdot 9}{277,5} = 1,8 \text{ мин.}$$

7) Растачивание $\phi 130$ мм

$$l_{\text{Д}} = 32 \text{ мм}; \quad l_{\text{ВР}} = \frac{0,5}{\text{tg}90} = 0,5 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}} = 1 \text{ мм};$$

$$L = 32 + 0,5 + 1 = 33,5 \text{ мм}; \quad i = 9;$$

$$S = 0,3 \cdot 605 = 181,7 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{33,5 \cdot 9}{181,7} = 1,6 \text{ мин.}$$

8) Растачивание $\phi 120$ мм

$$l_{\text{Д}} = 2 \text{ мм}; \quad l_{\text{ВР}} = \frac{0,5}{\text{tg}90} = 0,5 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}} = 1 \text{ мм};$$

$$L = 2 + 0,5 + 1 = 3,5 \text{ мм}; \quad i = 7;$$

$$S = 0,3 \cdot 655 = 196,5 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{3,5 \cdot 9}{196,5} = 0,2 \text{ мин.}$$

9) Точение фаски

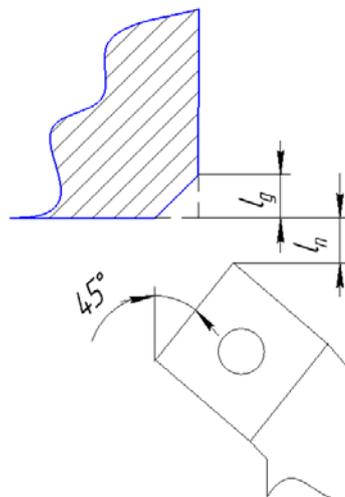


Рисунок 1.15 – Снятие фаски.

$$l_{\text{Д}} = 1 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}} = 1 \text{ мм};$$

$$L = 1 + 1 = 2 \text{ мм}; \quad i = 1;$$

$$S = 0,17 \cdot 1019 = 173,2 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{2 \cdot 1}{173,2} = 0,02 \text{ мин.}$$

10) Точение фаски

$$l_{\text{Д}} = 1 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}} = 1 \text{ мм};$$

$$L = 1 + 1 = 2 \text{ мм}; \quad i = 1;$$

$$S = 0,17 \cdot 784 = 133,3 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{2 \cdot 1}{133,3} = 0,02 \text{ мин.}$$

015 Токарная с ЧПУ

1) Подрезка торца

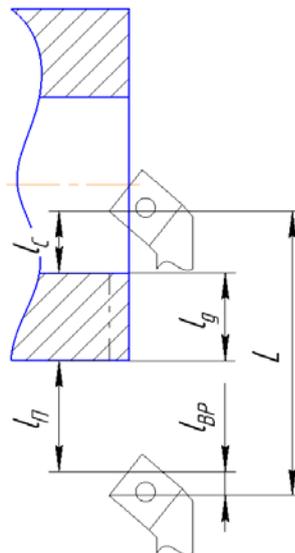


Рисунок 1.16 – Подрезка торца.

$$l_{\text{Д}} = \frac{185}{2} - \frac{84,7}{2} = 50,15 \text{ мм}; \quad l_{\text{ВР}} = \frac{0,5}{\text{tg}90} = 0,5 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}} = l_{\text{С}} = 1,5 \text{ мм};$$

$$L = 50,15 + 0,5 + 1,5 + 1,5 = 53,65 \text{ мм}; \quad i = 2;$$

$$S = 0,2 \cdot 551 = 110,2 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{53,65 \cdot 2}{110,2} = 0,97 \text{ мин.}$$

2) Наружное точение $\varnothing 146$ мм

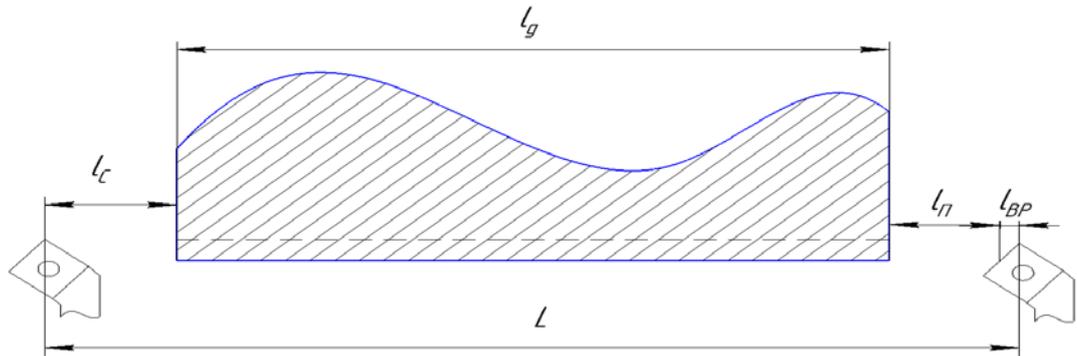


Рисунок 1.17 – Наружное точение.

$$l_{\text{Д}} = 38 \text{ мм}; \quad l_{\text{ВР}} = \frac{0,5}{\text{tg}90} = 0,5 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}} = 1 \text{ мм};$$

$$L = 38 + 0,5 + 1 = 39,5 \text{ мм}; \quad i = 8;$$

$$S = 0,3 \cdot 560 = 168 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{39,5 \cdot 8}{168} = 1,9 \text{ мин.}$$

3) Наружное точение $\varnothing 100$ мм

$$l_{\text{Д}} = 10 \text{ мм}; \quad l_{\text{ВР}} = \frac{0,5}{\text{tg}90} = 0,5 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}} = 1 \text{ мм};$$

$$L = 10 + 0,5 + 1 = 11,5 \text{ мм}; \quad i = 9;$$

$$S = 0,3 \cdot 818 = 245,4 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{11,5 \cdot 8}{245,4} = 0,4 \text{ мин.}$$

4) Точение фаски

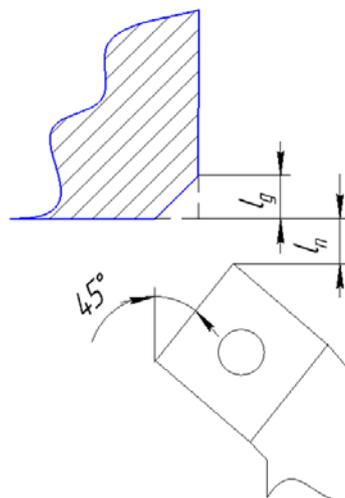


Рисунок 1.18 – Снятие фаски.

$$l_{\text{Д}} = 1 \text{ мм}; l_{\text{П}} = 1 \text{ мм};$$

$$L = 1 + 1 = 2 \text{ мм}; i = 1;$$

$$S = 0,17 \cdot 1019 = 173,2 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{2 \cdot 1}{173,2} = 0,02 \text{ мин.}$$

5) Точение фаски

$$l_{\text{Д}} = 1 \text{ мм}; l_{\text{П}} = 1 \text{ мм};$$

$$L = 1 + 1 = 2 \text{ мм}; i = 1;$$

$$S = 0,17 \cdot 563 = 95,7 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{2 \cdot 1}{95,7} = 0,02 \text{ мин.}$$

6) Растачивание $\phi 85$ мм

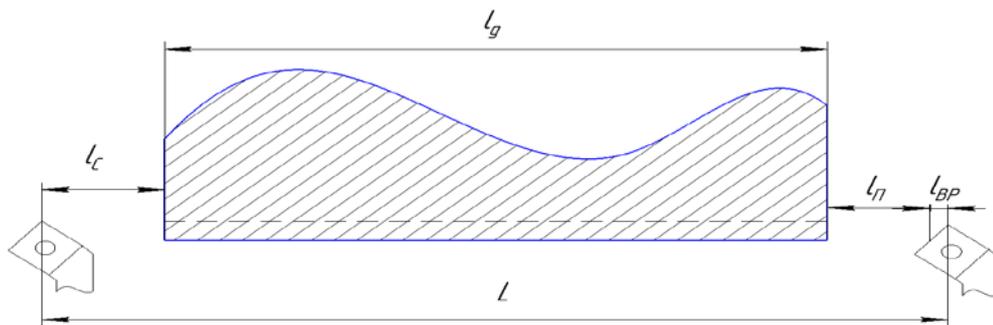


Рисунок 1.19 – Растачивание.

$$l_{\text{Д}} = 51,2 \text{ мм}; l_{\text{BP}} = \frac{0,5}{\text{tg}90} = 0,5 \text{ мм}; l_{\text{П}} = l_{\text{С}} = 1 \text{ мм};$$

$$L = 12 + 0,5 + 1 + 1 = 12,5 \text{ мм}; i = 1;$$

$$S = 0,17 \cdot 1198 = 203,7 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{12,5 \cdot 1}{203,7} = 0,06 \text{ мин.}$$

7) Точение канавки $\phi 91$ мм

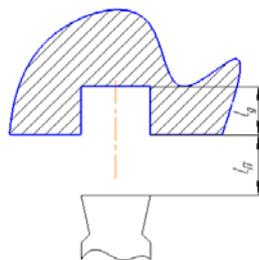


Рисунок 1.20 – Точение канавки.

$$l_D = 6 \text{ мм}; \quad l_{II} = 1 \text{ мм};$$

$$L = 6 + 1 = 7 \text{ мм}; \quad i = 1;$$

$$S = 0,22 \cdot 276 = 60,7 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{7 \cdot 1}{60,7} = 0,12 \text{ мин.}$$

8) Точение канавки $\phi 91$ мм

$$l_D = 6 \text{ мм}; \quad l_{II} = 1 \text{ мм};$$

$$L = 6 + 1 = 7 \text{ мм}; \quad i = 1;$$

$$S = 0,22 \cdot 276 = 60,7 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{7 \cdot 1}{60,7} = 0,12 \text{ мин.}$$

9) Точение фаски

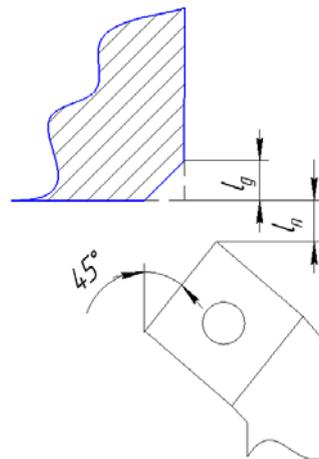


Рисунок 1.21 – Снятие фаски.

$$l_D = 1 \text{ мм}; \quad l_{II} = 1 \text{ мм};$$

$$L = 1 + 1 = 2 \text{ мм}; \quad i = 1;$$

$$S = 0,17 \cdot 1184 = 201,3 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{2 \cdot 1}{201,3} = 0,02 \text{ мин.}$$

020 Сверлильная с ЧПУ

1) Центровка отверстий

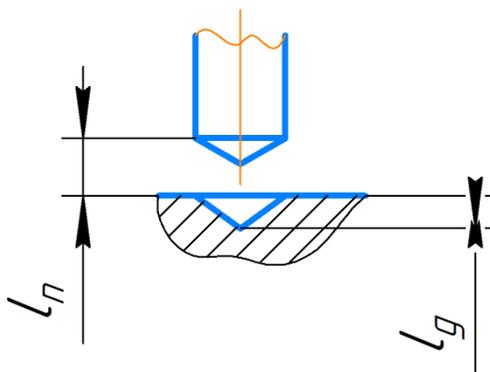


Рисунок 1.22 – Центровка отверстий.

$$l_{\text{д}} = 1,5 \text{ мм}; \quad l_{\Pi} = 2 \text{ мм};$$

$$L = 1,5 + 2 = 3,5 \text{ мм};$$

$$S = 0,1 \cdot 3000 = 300 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{3,5 \cdot 8}{300} = 0,1 \text{ мин.}$$

2) Сверление отверстий $\varnothing 6,7$ мм

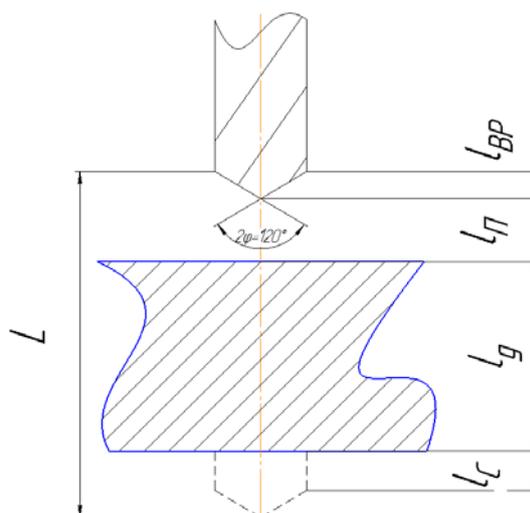


Рисунок 1.23 – Сверление.

$$l_{\text{д}} = 12 \text{ мм}; \quad l_{\text{вп}} = \frac{6,7}{\text{tg}60} = 2 \text{ мм}; \quad l_{\Pi} = l_{\text{с}} = 2 \text{ мм};$$

$$L = 12 + 2 + 2 + 2 = 18 \text{ мм};$$

$$S = 0,15 \cdot 3000 = 450 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{18 \cdot 8}{450} = 0,32 \text{ мин.}$$

3) Нарезание резьбы метчиком М8

$$l_{\text{Д}} = 12 \text{ мм}; \quad l_{\text{ВР}} = \frac{6,7}{\text{tg}60} = 2 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}} = l_{\text{С}} = 2 \text{ мм};$$

$$L = 12 + 2 + 2 + 2 = 18 \text{ мм};$$

$$S = 1,25 \cdot 398 = 497,5 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{18 \cdot 8}{497,5} = 0,3 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,18t_0.$$

- ленточно-пильная:

$$t_{\text{в}} = 0,18 \cdot 3,8 = 3 \text{ мин}$$

- токарная с ЧПУ:

$$t_{\text{в}} = 0,18 \cdot 6,8 = 1,2 \text{ мин.}$$

- токарная с ЧПУ:

$$t_{\text{в}} = 0,18 \cdot 3,6 = 0,7 \text{ мин.}$$

- сверлильная с ЧПУ:

$$t_{\text{в}} = 0,18 \cdot 1 = 0,2 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = t_0 + t_{\text{в}}.$$

- ленточно-пильная:

$$t_{\text{оп}} = 3 + 3,8 = 6,8 \text{ мин}$$

- токарная с ЧПУ:

$$t_{\text{оп}} = 1,2 + 6,8 = 8 \text{ мин.}$$

- токарная с ЧПУ:

$$t_{\text{оп}} = 0,7 + 3,6 = 4,3 \text{ мин.}$$

- сверлильная с ЧПУ:

$$t_{\text{оп}} = 0,2 + 1 = 1,2 \text{ мин.}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{об}} = 0,14t_{\text{оп}}.$$

- ленточно-пильная:

$$t_{об} = 0,14 \cdot 6,8 = 0,9 \text{ мин}$$

- токарная с ЧПУ:

$$t_{об} = 0,14 \cdot 8 = 1,1 \text{ мин.}$$

- токарная с ЧПУ:

$$t_{об} = 0,14 \cdot 4,3 = 0,6 \text{ мин.}$$

- сверлильная с ЧПУ:

$$t_{об} = 0,14 \cdot 1,2 = 0,2 \text{ мин.}$$

Время на личные потребности:

$$t_{л} = 0,025t_0.$$

- ленточно-пильная:

$$t_{л} = 0,025 \cdot 3,8 = 0,1 \text{ мин}$$

- токарная с ЧПУ:

$$t_{л} = 0,025 \cdot 6,8 = 0,17 \text{ мин.}$$

- токарная с ЧПУ:

$$t_{л} = 0,025 \cdot 3,6 = 0,1 \text{ мин.}$$

- сверлильная с ЧПУ:

$$t_{л} = 0,025 \cdot 1 = 0,03 \text{ мин.}$$

Тогда штучное время определяется:

$$t_{шк} = t + t_{в} + t_{об} + t_{об} = 1,4t_0.$$

- ленточно-пильная:

$$t_{шк} = 1,4 \cdot 3,8 = 5,3 \text{ мин}$$

- токарная с ЧПУ:

$$t_{шк} = 1,4 \cdot 6,8 = 9,5 \text{ мин.}$$

- токарная с ЧПУ:

$$t_{шк} = 1,4 \cdot 3,6 = 5 \text{ мин.}$$

- сверлильная с ЧПУ:

$$t_{шк} = 1,4 \cdot 1 = 1,4 \text{ мин.}$$

2 Конструкторская часть

2.1 Анализ исходных данных

В качестве операции для проектирования оснастки была выбрана «Сверлильная операция с ЧПУ».

Исходные данные:

Спроектировать приспособление для сверления отверстий по окружности для сверлильно-фрезерного станка DECKEL FP4 NC 2810. Материал обрабатываемой заготовки – Сталь 45 ГОСТ 1050-2013.

2.2 Принцип работы приспособления

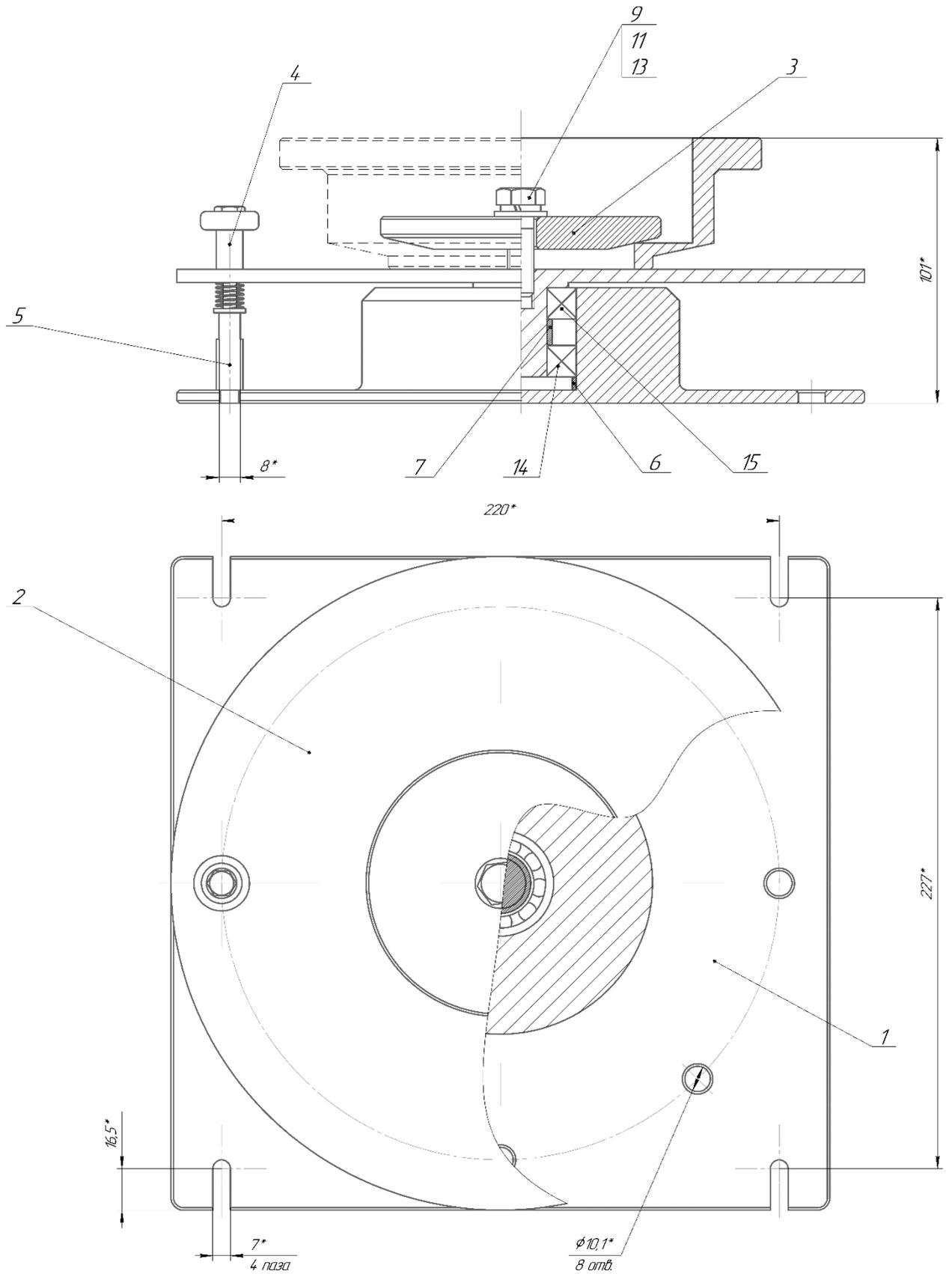


Рисунок 2.1 – Приспособление сверлильное.

Принцип работы данного приспособления (рис 2.1), деталь (заготовка) устанавливается на поворотный стол поз.2 центруется с помощью центрующей втулки поз.3. Центрующая втулка поз.3 прижимает деталь заготовку с помощью крепления болт, шайба пружинная, шайба. Стол имеет 8 положений для сверления отверстий. Фиксация в этих положениях происходит с помощью ручки, стопора и пружины.

Данное приспособление позволяет сверлить отверстия по окружности диаметром 160 мм.

Разработанное приспособление позволяет устанавливать заготовку на станке без выверки, применяется для операции «Сверлильная с ЧПУ», что нивелирует стоимость дорогостоящей и трудоемкой операции. Данное приспособление обеспечивает возможность получения высокой точности размеров и повышает качество обработки за счет устранения погрешности установки. Разработанное приспособление сверлильное является специальным и может применяться с различными деталями типа «Крышка» с изготовлением нужной кондукторной плиты. Приспособление позволяет повысить производительность труда за счет сокращения времени на установку и закрепление детали, или совмещения основного и вспомогательного времени.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-4А7Б	Струкачев М.Ю.

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Примерный бюджет проекта – 187813 руб. В реализации проекта задействованы два человека: руководитель, исполнитель
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Районный коэффициент 1,3; Накладные расходы 10%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Описание потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование работ, разработка диаграммы Ганта, формирование бюджета затрат.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка сравнительной эффективности технического решения.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности технического решения
2. Матрица SWOT
3. График разработки технического решения

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Клемашева Е.И.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Струкачев М.Ю.		

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Основной задачей данного раздела является оценка перспективности разработки и планирования финансовой и коммерческой ценности конечного продукта, предлагаемого в рамках научно-исследовательского проекта. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на такие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, какой бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения внедрения технического решения с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Так как в данном случае потребители относятся к коммерческой категории, то критерием сегментирования является размер предприятия.

Таблица 3.1 – Карта сегментирования рынка услуг по изготовлению деталей.

		Вид работ	
		Разработка технологического процесса	Изготовление детали
Размер организации	Крупные		
	Средние		
	Мелкие		

Как видно из рисунка 1, наиболее перспективной компанией является компания 1, так как она задействована во всех сегментах рынка.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

На российском рынке в качестве машиностроительных компаний выделяются компании «ПАО Кировской завод», «ЗАО Зубцовский машиностроительный завод».

Предприятие «ПАО Кировской завод» специализируется на производстве, ремонте и поставках дизельного, газотурбинного оборудования. Помимо изготовления энергетического оборудования, компания осуществляет собственные исследования в сфере машиностроения.

ЗАО «Зубцовский машиностроительный завод» является одним из российских предприятий по производству машиностроительных деталей, проката из титановых сплавов, ферросплавов и алюминиевого профиля. Диверсификация производства обеспечивает постоянно растущий спрос на продукцию в цветной и черной металлургии, машиностроении, на машиностроительных предприятиях.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum_{i=1}^n B_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единиц);

B_i – балл i -го показателя.

Сравнительная таблица конкурирующих технических решений приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Производительность	0,2	5	3	2	1	0,6	0,4
2. Срок службы	0,2	5	3	4	2	1,2	1,6
3. Надежность	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
4. Функциональная возможность	0,1	4	3	2	0,4	0,3	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,08	4	4	2	0,32	0,32	0,16
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	3	4	5	0,06	0,08	0,1
3. Цена	0,05	2	3	4	0,1	0,15	0,2
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,04	5	3	4	0,2	0,12	0,16
5. Послепродажное обслуживание	0,04	5	4	4	0,2	0,16	0,16
6. Финансирование научной разработки	0,06	4	4	2	0,24	0,24	0,21
7. Срок выхода на рынок	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
8. Наличие сертификации разработки	0,06	4	5	5	0,24	0,3	0,3
Итого	1	49	44	41	5,41	4,07	3,99

Б_ф – Исследовательская разработка;

Б_{к1} – Разработка компании «ПАО Кировской завод»;

Б_{к2} – Разработка компании «ЗАО Зубцовский машиностроительный завод»;

Таким образом, на основании таблицы 3.1 можно сделать вывод, что разработанный в ходе исследовательской работы технологический процесс изготовления детали может составить серьезную конкуренцию уже имеющимся на российском рынке производителям. Разработка проигрывает аналогичным компаниям по скорости выхода на рынок и по цене конечного продукта: компании «ПАО Кировской завод» за счет наличия специального технологического оборудования; компании «ЗАО Зубцовский машиностроительный завод» за счет наличия существующих технологических разработок в сфере машиностроения. К сильным сторонам можно отнести

высокий срок службы разрабатываемого продукта за счет применения новых способов моделирования разрабатываемой детали.

3.1.3 SWOT – анализ

SWOT – анализ представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. Его применяют для того, чтобы перед организацией или менеджером проекта появилась отчетливая картина, состоящая из лучшей возможной информации и данных, а также сложилось понимание внешних сил, тенденций и подводных камней, в условиях которых научно-исследовательский проект будет реализовываться.

В первом этапе обычно описываются сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

В таблице 3.3 описаны сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут проявиться в его внешней среде. Результаты первого этапа SWOT – анализа:

Таблица 3.3 – Матрица SWOT.

	<p>Сильные стороны научно-технологического решения: С1. Высокое качество производимой продукции; С2. Широкая область применения производимого продукта; С3. Низкая стоимость; С4. Квалифицированный персонал; С5. Наличие финансирования.</p>	<p>Слабые стороны технологического решения: Сл1. Длительность разработки продукта; Сл2. Наличие малопроизводительных методов металлообработки; Сл3. Необходимость в специальном оборудовании.</p>
<p>Возможности: В1. Низкий уровень конкуренции; В2. Получение качественных деталей; В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт; В4. Уменьшение экологического ущерба; В5. Экспорт разработки.</p>		
<p>Угрозы: У1. Появление новых технологий; У2. Отсутствие спроса на продукт; У3. Прекращение финансирования.</p>		

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа. Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 3, таблице 3.3, таблице 3.4, таблице 3.5.

Таблица 3.4 – Интерактивная матрица проекта.

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	-	-	+	-
	B2	-	-	+	+	+
	B3	0	-	+	+	+
	B4	+	-	0	+	+
	B5	+	-	+	+	+

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	-
	B2	-	-	+
	B3	+	-	+
	B4	+	+	+
	B5	-	-	-

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	+	+	-	-
	У2	-	+	+	-	-
	У3	-	+	+	-	-

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	-	+
	У2	-	-	+
	У3	-	+	+

В таблице 3.5 представлена итоговая матрица SWOT–анализа.

Таблица 3.5 – Итоговый SWOT анализ.

	<p>Сильные стороны научно-технологического решения: С1. Высокое качество производимой продукции; С2. Широкая область применения производимого продукта; С3. Низкая стоимость; С4. Квалифицированный персонал; С5. Наличие финансирования.</p>	<p>Слабые стороны технологического решения: Сл1. Длительность разработки продукта; Сл2. Наличие малопродуктивных методов металлообработки; Сл3. Необходимость в специальном оборудовании.</p>
<p>Возможности: В1. Низкий уровень конкуренции; В2. Получение качественных деталей; В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт; В4. Уменьшение экологического ущерба; В5. Экспорт разработки.</p>	<p>В результате получения высокого качества продукции, возможно, регулирования производительности.</p>	<p>Длительность разработки продукта отрицательно влияет на себестоимость конечного продукта.</p>
<p>Угрозы: У1. Появление новых технологий; У2. Отсутствие спроса на продукт; У3. Прекращение финансирования.</p>	<p>Когда продукция имеет широкую область применения, спрос на нановые технологии производства отсутствует.</p>	<p>Наличие малопродуктивных методов металлообработки отрицательно влияет на себестоимость конечного продукта.</p>

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке конечного продукта и влияет на его внедрение в производство, в рамках научно-исследовательского проекта.

3.2 Планирование научно–исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Таблица 3.6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор темы исследования	1	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, исполнитель
	2	Выбор алгоритма исследований	Руководитель
	3	Подбор и изучение литературы по теме	Исполнитель
Разработка технического задания	4	Составление и утверждение тех. задания	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретического анализа существующих технических решений	Исполнитель
	6	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Исполнитель
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель, исполнитель
Оформление отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Руководитель, исполнитель

3.2.2 Определение трудоемкости выполняемых работ

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

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{min_i} + 2 \cdot t_{max_i}}{5},$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

t_{min_i} – минимальная возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предложении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), человеко-дни;

t_{max_i} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предложении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), человеко-дни.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность i -ой работы, раб. дн.;

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

$Ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на i -ом этапе, чел.

3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для расчета длительности работ в календарных днях, используется формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал},$$

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

T_{pi} – продолжительность i -ой работы, раб. дней;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

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

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

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

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

Округлим до целого числа количество календарных дней по каждой работе T_{ki} и сведем рассчитанные значения в одну таблицу (таблица 3.8).

В качестве примера расчета рассмотрим руководителя (6 дневная рабочая неделя) – составление и утверждение технического задания:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min_i} + 2 \cdot t_{max_i}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \approx 2 \text{ чел} - \text{ дней}$$

$$T_p = \frac{t_{ож}}{ч} = \frac{2}{1} = 2 \text{ дня}$$

В 2022 году – $T_{кал} = 365$ дней, $T_{вых} = 118$ дней,

Подставим численные значения в формулу:

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22$$

$$T_k = T_p \cdot k_{кал} = 2 \cdot 1,22 = 2,44 \approx 3 \text{ дня}$$

Инженер (5 дневная рабочая неделя) – подбор и изучение материалов:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min_i} + 2 \cdot t_{max_i}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \approx 2 \text{ чел} - \text{ дней}$$

$$T_p = \frac{t_{ож}}{ч} = \frac{2}{1} = 2 \text{ дня}$$

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

$$T_k = T_p \cdot k_{кал} = 2 \cdot 1,48 = 2,96 \approx 3 \text{ дня}$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе, округляют до целого числа и заносят в таблицу.

Таблица 3.7 – Временные показатели проведения научной разработки.

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , человека дни	t_{max} , человека дни	$t_{ож}$, человека дни			
Календарное планирование работ по теме	3	6	4,3	Руководитель, Инженер	2	3
Составление и утверждение тех. задания	1	3	1,8	Руководитель	2	3
Подбор и изучение материалов по теме	10	15	12	Исполнитель	12	16
Согласование материалов по теме	5	8	6,2	Руководитель	6	8
Проведение теоретического анализа существующих технических решений	6	18	110	Инженер	10	13
Проведение теоретических расчетов и обоснование	3	12	6,6	Инженер	7	9
Оценка результатов исследования	3	5	3,8	Руководитель, Инженер	2	3
Составление пояснительной записки	7	16	11,4	Руководитель, Инженер	6	8

На основе таблицы 3.7 строим план график, представленный в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Календарный план график проведения НИР по теме.

№	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дни	Продолжительность выполнения работ												
				Фев.		Март		Апрель			Май					
1	Составление и утверждение тех. задания	Р	3													
2	Подбор и изучение материалов по теме	И	22													
3	Согласование материалов по теме	Р	9													
4	Календарное планирование работ по теме	Р, И	3													
5	Проведение теоретического анализа существующих технических решений	И	17													
6	Проведение теоретических расчетов и обоснование	И	10													
7	Оценка результатов исследования	Р, И	8													
8	Составление пояснительной записки	Р, И	10													



- руководитель



- исполнитель

3.3 Бюджет научно–технической разработки

Планирование бюджета позволяет оценить затраты на проведение исследования до его фактического начала и позволяет судить об экономической эффективности работы. В данном разделе подсчитываются следующие статьи расходов:

- материальные затраты;
- амортизационные отчисления;
- заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат НТИ включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Теоретическую разработку проекта, а также моделирование детали требует определенного программного обеспечения: MSOffice, Компас, AutoCad. Большинство программ предоставляется студентам ТПУ с помощью удаленного доступа, некоторые программы предоставляют студентам свободный доступ. Затраты на материалы включают в себя расходы на канцелярские принадлежности, расходы на персональный компьютер, принтер с картриджем и бумага для печати выпускной квалификационной работы. Также включены затраты на электроэнергию. В материальные затраты также включаются транспортно-заготовительные расходы (ТЗР) в пределах от 5% до 20% от общей цены материалов. Расчёт материальных затрат приведён в табл. 3.9.

Таблица 3.9 – Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Принтер	6000	1	6000
Электроэнергия	3,6	30	108
Итого			6 108
Итого с учётом ТЗР (11%)			6779,88

3.3.2 Расчет амортизационных отчислений

Написание выпускной квалификационной работы по плану занимает 5 месяцев. Для моделирования и проведения расчётов используется персональный компьютер первоначальной стоимостью 56000 рублей. Срок полезного использования для офисной техники составляет от 2 до 3 лет.

Норма амортизации H_A рассчитывается как [20]:

$$H_A = \frac{1}{T} \cdot 100\%$$

где T – срок полезного использования, лет.

Если принять срок полезного использования равным 2 годам, тогда норма амортизации H_A :

$$H_A = \frac{1}{2} \cdot 100\% = 50\%$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_{\text{год}} = 56000 \cdot 0,5 = 28\,000 \text{ руб}$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{\text{мес}} = \frac{28\,000}{12} = 2333,3 \text{ руб}$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 2333,3 \cdot 5 = 11\,666,7 \text{ руб}$$

3.3.3 Расчет заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды

Оклад научного руководителя (в должности доцента) составляет 38560 рублей. Оклад студента (инженера) принимается равным окладу

соответствующего специалиста низшей квалификации, т.е. ассистента и составляет 18600 рублей. В 2022 году с учётом 48-дневного отпуска 247 рабочих дня. Среднее количество рабочих дней в месяце составит 21 день. Среднедневная заработная плата для руководителя составит 1836,2 рублей в день, для консультанта и инженера – 885,7 рублей в день.

Зарботная плата включает в себя основную и дополнительную части. При этом основная зарботная плата рассчитывается по формуле:

Зарботная плата включает в себя основную и дополнительную части. При этом основная зарботная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{осн}} = ЗП_{\text{дн}} \cdot T_{\text{рд}} \cdot (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) \cdot K_{\text{р}}$$

где $ЗП_{\text{дн}}$ – среднедневная зарботная плата, руб.;

$T_{\text{рд}}$ – трудоёмкость выполнения работы в рабочих днях;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент премирования;

$K_{\text{д}}$ – коэффициент доплат;

$K_{\text{р}}$ – районный коэффициент.

Результаты расчёта основной зарботной платы приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Расчёт основной зарботной платы.

Исполнители	$ЗП_{\text{дн}}$	$K_{\text{р}}$	$K_{\text{д}}$	$K_{\text{пр}}$	$T_{\text{рд}}$	$ЗП_{\text{осн}}$, руб
Руководитель	1836,2	0,3	0,2	1,3	9,72	13385,9
Исполнитель	885,7	0,3	0,2	1,3	79,32	52690,3
Итого						66076,2

Дополнительная зарботная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{доп}} = ЗП_{\text{осн}} \cdot 0,12$$

где $ЗП_{\text{осн}}$ – основная зарботная плата, руб.

Отчисления во внебюджетные фонды в соответствии с Налоговым кодексом РФ рассчитываются по формуле:

$$ЗП_{\text{внеб}} = (ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{доп}}) \cdot 0,302$$

где $ЗП_{\text{осн}}$ – основная зарботная плата, руб;

$ЗП_{\text{доп}}$ – дополнительная зарботная плата, руб.

Результаты расчётов приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Расчёт дополнительной заработной платы и отчислений.

Исполнители	ЗП _{доп}	ЗП _{внеб}
Руководитель	1606,3	4497,66
Инженер	6322,8	17703,93
Итого	7929,1	22201,59

Накладные расходы принимаются в размере 10% от величины всех остальных расходов.

3.3.4 Расчет бюджета

Расчитанные в пунктах 3.3.1-3.3.3 расходы сведены в таблицу 3.12.

Таблица 3.12 – Суммарные расходы 3.

Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	6779.88	4.94
Затраты на амортизацию	11 666.70	8.50
Основная заработная плата	66076.2	48.12
Дополнительная заработная плата	22201.59	16.17
Страховые взносы	12500	9.10
Накладные расходы	18095.37	13.18
Итого	137319.74	100

В ходе подсчёта затрат на разработку проекта выявлено, что основная часть (47%) средств расходуется на заработную плату исполнителей.

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

Эффективность разработки сравнивается аналогичными системами:

1. Технологический процесс создания детали «Крышка» с использованием станка универсального марки PROMAFVV-30 производства компании ПАО «Кировский завод». Стоимость технологии 287 000 рублей.

2. Технологический процесс создания детали «Крышка» с использованием вертикального обрабатывающего станка серии KVL 580 (SMTCL) компании «ЗАО Зубцовский машиностроительный завод». Стоимость технологии 310 000 рублей.

Эффективность разработки определяется путём расчёта интегрального финансового показателя:

$$I_{фин}^i = \frac{\Phi_i}{\Phi_{max}}$$

где $I_{фин}^i$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_i – стоимость i -ого варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения проекта (зависит от сложности АСУ).

$$I_{фин} = \frac{137319.74}{310\ 000} = 0,44$$

$$I_{фин}^1 = \frac{287\ 000}{310\ 000} = 0,93$$

$$I_{фин}^2 = \frac{310\ 000}{310\ 000} = 1$$

Сравнительная оценка ресурсоэффективности рассматриваемых аналогов приведена в табл. 3.13.

Таблица 3.13 – Сравнительная оценка ресурсоэффективности.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Ресурсоэффективность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1. Производительность	0,2	5	3	2	1	0,6	0,4
2. Срок службы	0,2	5	3	4	2	1,2	1,6
3. Надежность	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
4. Функциональная возможность	0,1	4	3	2	0,4	0,3	0,2
5. Конкурентоспособность продукта	0,08	4	4	2	0,32	0,32	0,16
6. Уровень проникновения на рынок	0,02	3	4	5	0,06	0,08	0,1
7. Цена	0,05	2	3	4	0,1	0,15	0,2
8. Предполагаемый срок эксплуатации	0,04	5	3	4	0,2	0,12	0,16
9. Послепродажное обслуживание	0,04	5	4	4	0,2	0,16	0,16
10. Финансирование научной разработки	0,06	4	4	2	0,24	0,24	0,21
11. Срок выхода на рынок	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
12. Наличие сертификации разработки	0,06	4	5	5	0,24	0,3	0,3
Итого	1	49	44	41	5,41	4,07	3,99

Интегральный показатель эффективности разработки I^i вычисляется на основании рассчитанных выше интегрального финансового показателя $I_{фин}^i$ и показателя ресурсоэффективности I_p^i (табл. 3.13):

$$I^i = \frac{I_p^i}{I_{фин}^i}$$

Для разрабатываемой системы:

$$I = \frac{5,41}{0,44} = 12,3$$

Для рассматриваемых аналогов:

$$I^1 = \frac{4,07}{0,93} = 4,38$$

$$I^2 = \frac{3,99}{1} = 3,99$$

Сравнительная эффективность разрабатываемой системы и рассматриваемых аналогов рассчитывается как:

$$\mathcal{E} = \frac{I}{I^i}$$

Сравнительная эффективность разрабатываемой системы с аналогами приведена в табл. 3.14.

Таблица 3.14 – Сравнительная эффективность разработки.

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог №1	Аналог №2
1	Интегральный финансовый показатель, $I_{фин}$	0,44	0,93	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности, I_p	5,41	4,07	3,99
3	Интегральный показатель эффективности, I	12,3	4,38	3,99
4	Сравнительная эффективность разработки к аналогам, \mathcal{E}		3,08	1,1

Сравнение значений интегральных показателей эффективности показало, что разрабатываемая технология изготовления детали уступает аналогу №1 по интегральному финансовому показателю, однако превосходит его по

интегральному показателю ресурсоэффективности за счёт меньшей стоимости разработки.

Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

В данном разделе оценены экономические аспекты исследуемой технологии изготовления детали:

1. Выявлены потенциальные потребители результатов исследования. Разработка может быть применена на машиностроительных предприятиях.

2. Проведён анализ конкурентных технических решений. Выявлено два конкурента: компания «ПАО Кировской завод» и «ЗАО Зубцовский машиностроительный завод». Разрабатываемая система на текущем этапе уступает конкурентам по цене и сроку выхода на рынок, однако выигрывает за счёт надежности технологии и производительности технологии.

3. В ходе SWOT-анализа основными угрозами обозначены: появление новых технологий, отсутствие спроса на продукт, прекращение финансирования. Возможные пути снижения влияния выявленных угроз представлены в таблице 3.5.

4. Подсчёт затрат на разработку позволяет заключить, что основной статьёй расходов в научно-исследовательской работе является заработная плата исполнителей: 88277,79 руб. (64,3%). На втором месте накладные расходы: 18095,37 руб. (13,18 %). Меньше всего средств уходит на материальные затраты – 6779,88 руб. (4,94 %). Общий бюджет разработки составил 137319.74 руб. При этом запланированная продолжительность работы составляет 114 дней.

5. В подразделе 3.3.5 оценена экономическая эффективность разработки. Разрабатываемая технология уступает аналогу №1 по интегральному финансовому показателю в виду меньшего удобства эксплуатации на данном этапе, однако по сравнительному показателю эффективности разработка превосходит аналогичные системы за счёт меньшей стоимости. Экономия достигается за счёт использования производительных технологий по сравнению с технологиями сравниваемых компаний.

В целом, эффективность исследуемой технологии изготовления детали в каждом конкретном случае можно оценить исходя из вероятных затрат на

восстановление работоспособности объекта при ошибке работника или оператора системы автоматического управления (зачастую стоимость промышленных систем составляет сотни тысяч, а иногда и миллионы рублей).

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
3-4А7Б		Струкачев Максим Юрьевич	
Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Машиностроения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологии изготовления детали «Крышка»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при эксплуатации 	<p><i>Объект исследования: <u>деталь «Крышка»</u></i> <i>Область применения <u>машиностроительное предприятие.</u></i> <i>Рабочая зона: <u>производственное помещение.</u></i> <i>Размеры помещения <u>134x50x5 м</u></i> <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны <u>станки универсальные 10 шт., станки с ЧПУ – 5 шт.</u></i> <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне <u>разработка и изготовление детали «крышка» на станке.</u></i></p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> - ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. - СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». - ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022)
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Вредные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Отклонение показателей микроклимата - Превышение уровня шума - Недостаточная освещенность рабочей зоны - Повышенный уровень вибрации (локальная) <p>Опасные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека - Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим <p>Требуемые средства коллективной защиты от выявленных факторов: нормализация освещения рабочих мест, защита от повышенного уровня шума за счет установки звукоизолирующих кожухов на оборудование Индивидуальные средства защиты: перчатки, защитные очки, наушники.</p>

<p>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения</p>	<p><i>Воздействие на литосферу: <u>бытовые отходы. Отходы I, IV-V класса опасности.</u></i></p> <p><i>Воздействие на гидросферу: <u>сброс промышленной воды</u></i></p> <p><i>Воздействие на атмосферу: <u>выбросы дымовых газов</u></i></p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</p>	<p>Возможные ЧС: <u>разрушение зданий и сооружений производственного назначения, аварии в системах жизнеобеспечения</u></p> <p>Наиболее типичная ЧС <u>может быть пожар в здании</u></p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Струкачев Максим Юрьевич		

4. Социальная ответственность

В ходе выполнения дипломной работы было произведено проектирование технологического процесса изготовления детали «Крышка».

Целью раздела является принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи на производстве, и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

При выполнении данной работы рабочей зоной является: помещение цеха, где расположены токарные и фрезерные станки.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно системе "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 09.11.2020) [1], особенности трудового законодательства для работников в этом проекте:

Рабочее место, которое соответствует всем необходимым требованиям охраны труда;

Режим рабочего времени должен предусматривать продолжительность рабочей недели (пятидневная с двумя выходными днями), продолжительность ежедневной работы (смены), в том числе неполного рабочего дня (смены), время начала и окончания работы, время перерывов в работе, которые устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права;

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;

Отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;

Обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

Профессиональную переподготовку за счет средств работодателя в случае ликвидации рабочего места вследствие нарушения требований охраны труда;

Внеочередной медицинский осмотр (обследование) в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра (обследования).

4.1.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

В данной работе рассмотрен цех механообработки.

Рабочее место для технологического комплекса механообработки деталей, должны быть учтены освещенность, влажность, шум, температура, наличие СИЗ и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочего места.

При проектировании рабочего места необходимо так же уделить внимание охране окружающей среды, а именно организация безотходного производства.

Типичными ЧС являются низкая температура и пожары. При организации рабочей зоны необходимо учитывать следующие нормативные документы: – ГОСТ Р 56639-2015 Технологическое проектирование промышленных предприятий. – ОНТП 14–93. Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие и сборочные цехи.

4.2 Производственная безопасность

В таблице 4.1, приведены опасные и вредные факторы, возникновение которых возможно в рамках данного дипломного проекта [5].

Таблица 4.1 - Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте у станка.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Превышение уровня шума	СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
Повышенный уровень вибрации	
Недостаточная освещенность рабочей зоны	
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	
Отклонение показателей микроклимата	
Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим	

4.2.1 Отклонение показателей микроклимата

Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности [2].

Согласно нормативному документу СанПиН 1.2.3685-21. устанавливается комплекс оптимальных и допустимых метеорологических условий для помещения рабочей зоны, включающий значение температуры, относительной

влажности и скорости движения воздуха. Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха приведены в таблице 2.

Таблица 4.2 – Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха.

Период Года	Категория работ	Температура, °С		Относительная Влажность, %		Скорость движения, м/с	
		Оптим.	Допустим.	Оптим.	Допустим.	Оптим.	Допустим.
Холодный	Средней тяжести, IIб	18-20	17-23	40-60	Не более 75	Не более 0,2	Не более 0,3
Теплый		21-23	18-27	40-60	Не более 55 при 28 °С 60 при 27 °С 65 при 26 °С 70 при 25 °С 75 при 24 °С	Не более 0,3	0,2-0,4

Для создания благоприятных условий проводятся такие мероприятия, как естественная вентиляция помещения, кондиционирование воздуха в теплый период и отопление в холодный период.

4.2.2 Повышенный уровень вибрации

Источником повышенной вибрации является станок.

При длительном воздействии вибрации, и особенно при возникновении резонанса, возможны механические повреждения тканей и другие неблагоприятные воздействия на органы и различные системы организма.

Амплитуда вибрации в помещении не должна превышать $0,0072 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ при частотах от 31,5 Гц до 63 Гц. Поскольку станки работают в диапазонах, близких к 60 Гц, а фрезерный станок с ЧПУ работает в пределах до 32 Гц, то вибрация при работе не будет оказывать вредное воздействие на операторов [4].

Методы, которые применяются в данной работе для защиты оператора от неблагоприятного воздействия вибрации: рациональное размещение специального оборудования устройства; оптимальные режимы работы установки. Кроме того, для уменьшения вибрации необходимо своевременно

проводить необходимый ремонт и техосмотр оборудования. Все эти действия приводят к уменьшениям колебания конструкции и понижению уровня вибрации. Также для этих целей необходимо использовать индивидуальные средства защиты: обувь с амортизирующими подошвами, рукавицы и перчатки с мягкими наладонниками.

4.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Расчет освещенности рабочего места проводится посредством выбора системы освещения и определения достаточного количества светильников, а также их размещения. В СП 2.4.3648-20 [12] изложены основные требования и значения нормируемой освещенности рабочих поверхностей.

Таблица 4.3 – Нормы освещенности на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещенность, лк.		
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения
						всего	В том числе от общего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
кой точно	0,30	III	б	средний	средний	1000	200	300

Наиболее часто в искусственном освещении применяется два вида электрических источников света: лампы накаливания и люминесцентные лампы.

Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков.

4.2.4 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Источниками электрического тока являются токарные и фрезерные станки с ЧПУ. Опасность поражения электрическим током существует всегда, если имеется контакт с устройством, питаемым напряжением 36 В и выше, тем более от электрической сети 220 В. Проходя через организм человека, электрический

ток производит термическое, электролитическое и биологическое воздействие. Термическое воздействие тока проявляется в ожогах тела, нагреве и повреждении кровеносных сосудов, нервов, мозга и других органов и систем, что вызывает их серьезные функциональные расстройства. Электролитическое воздействие тока проявляется в разложении крови и других жидкостей в организме, вызывая тем самым значительные нарушения физико-химических составов, а также ткани в целом. Биологическое воздействие тока выражается главным образом в нарушении биоэлектрических процессов, свойственных живой материи, с которыми связана ее жизнеспособность [3].

Для предотвращения поражений электрическим током нужно применять предохранительные устройства: от перегрузки станка, от перехода движущихся узлов за установленные пределы, от внезапного падения или повышения напряжения электрического тока.

4.2.5 Повышенный уровень шума

При обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы, а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника. Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам. Предельно допустимый уровень шума в цехе должен быть не более 80дБА, что соответствует СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Допустимые уровни шума на рабочих местах относятся к широкополосному шуму [5].

Для снижения значений до допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ:

1. Средства коллективной защиты (шторы, маты, шумоизоляционные боксы для оборудования и звукоизолирующие кабины для персонала).
2. Средства индивидуальной защиты (наушники, беруши, антифоны) [5].

4.2.6 Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим

Источником возникновения рассматриваемого фактора будут являться заусенцы и острые кромки, которые формируются при обработке поверхностей, режущий инструмент. При воздействии данного фактора возникают порезы и ссадины, которые отрицательно влияют на кожный покров, чаще всего руки человека. Чтобы снизить воздействие устанавливают защитные ограждения на станки, обустривают рабочие места и обучают рабочий персонал. Также необходимо использовать СИЗ (обувь, перчатки, спецодежда, очки) согласно ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности [11].

4.3 Экологическая безопасность

Защита атмосферы. Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений.

В целях защиты атмосферы от загрязнения применяют следующие экозащитные мероприятия:

- экологизация технологических процессов;
- очистка газовых выбросов от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере.

Для очистки выбросов от аэрозолей применяют различные типы устройств в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки: сухие пылеуловители (циклоны, пылесадительные

камеры), мокрые пылеуловители (скрубберы и др.), фильтры, электрофильтры (каталитические, абсорбционные, адсорбционные) и другие методы для очистки газов от токсичных газо- и парообразных примесей.

Защита гидросферы. СОЖ и Механическое загрязнение характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (песок, ил и др.). Для сведения к минимуму загрязнения сточных вод при проектировании технологического изготовления «Крышка», все стоки оборудуют специальными фильтрами (задерживающими масла, кислоты и грязь). Очистка вод производится в отстойниках, шлаконакопителях [9].

Защита литосферы. На рабочих местах персонала предприятия образуются следующие виды отходов:

- лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства;
- отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства;

Отработанные люминесцентные лампы относятся к отходам I класса опасности, поэтому подлежат временному накоплению в заводской таре, затем передаются в специализированные организации для обезвреживания и последующей утилизации (постановление Правительства РФ от 03.09.2010 N 681).

Остальные отходы IV-V классов опасности собираются в контейнеры для твердых коммунальных отходов организации, вывозом которых занимается специальная организация [10].

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К чрезвычайным ситуациям относятся военные действия, аварии, катастрофы, пожары, стихийные бедствия (ГОСТ Р 22.0.01-2016) [6].

На объекте возможно возникновение следующих видов ЧС: пожар; взрыв.

Важным условием быстрой ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций является соблюдение общественного порядка. Персонал, находящийся

на территории предприятия должен проявлять высокую дисциплину, организованность, спокойствие, не поддаваться панике.

Рассмотрим наиболее вероятный вид ЧС – пожар.

Возможные причины пожара: электрический характер (КЗ, нагрев проводки неисправность технологического оборудования); открытый огонь (курение, искры); удар молнии; воздействие стихийных явлений.

Мероприятия противопожарной профилактики:

- на каждой двери служебного либо складского помещения следует разместить таблички, оповещающие об уровне пожароопасности;
- все противопожарные системы и установки с автоматическим управлением (противопожарные сигнализации, механические двери, системы подачи воды и т.д.) необходимо содержать в исправности, регулярно проводить проверки, ремонт и замену по необходимости;
- в каждом помещении должны на видных местах располагаться информационные таблички с указанным на них номером службы спасения;
- после каждой рабочей смены помещения и оборудование необходимо осматривать, проверять, убирать и чистить. Необходимо отключать от электросети аппараты (исключение составляют те, которые должны работать по назначению круглые сутки);
- также необходимо разработать и развесить на видных местах каждого цеха планы эвакуации при пожаре.

В помещениях и в коридорах, а также на лестничных площадках устанавливаются пожарные краны, огнетушители согласно постановлению правительства №390 «О противопожарном режиме»

При возгорании или возникновении пожара следует немедленно начать эвакуацию людей, отключить подачу воздуха по системе вентиляции, обесточить помещение и вызвать пожарную охрану.

Средствами пожаротушения являются: вода, водохимические растворы, огнетушащие пены, инертные газы, ингибиторы и т.д.

Организационные меры по обеспечению пожаробезопасности:

-во избежание пожаров необходимо периодически производить инструктаж с персоналом по пожаробезопасности;

-недопустимо приносить и хранить в комнатах взрывопожароопасные вещества и материалы.

При обнаружении пожара, необходимо:

-определить причину пожара;

- если горит электрооборудование, которое не отключено и находится под напряжением, то необходимо снять напряжение;

- обеспечить вынужденную эвакуацию всех людей [7].

Вывод по разделу «Социальная ответственность»

В данной главе было рассмотрено влияние вредных (шум [5], вибрация [4], микроклимат [2], воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов [11], производственное освещение [12] и опасных (электро- и пожаро- безопасность) факторов на состояние рабочего персонала. Для технологического процесса установлены нормированные параметры по вредным производственным факторам. Были подобраны средства коллективной и индивидуальной защиты для персонала. Цех относится ко второму классу электробезопасности – опасные помещения по электробезопасности [3] и к категории «В» по пожарной и взрывопожарной опасности [7]. Были описаны возможные чрезвычайные ситуации, пути предупреждения и ликвидации последствий.

Заключение

В данной работе был разработан технологический процесс детали «Крышка», а также проделана следующая работа: определен тип производства, спроектирован технологический процесс изготовления детали, выполнен размерный анализ и произведен расчет припусков на обработку, были рассчитаны режимы резания и выбрано станочное оснащение, произведены расчеты штучно-калькуляционного времени для всех операций технологического процесса, разработана станочная оснастка для одной операции «Сверлильная с ЧПУ» технологического процесса. Разработанная станочная оснастка является специальным.

Таким образом, поставленная цель – разработка технологического процесса детали «Крышка» – выполнена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа конструкций изделий: учебное пособие. – Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 80с.
2. Размерный анализ в машиностроении: учебное пособие / С.Г. Емельянов, А.М. Рудской, П.Н. Учаев и др. – Старый Оскол: ТНТ, 2010. – 332с.
3. Цепи размерные. Основные понятия, методы расчета линейных и угловых цепей: методические указания / И.М. Колесов, Е.И. Луцков, А.И. Кубарев и др. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 45с.
4. Аверьянов И.Н., Болотеин А.Н Проектирование и расчет станочных и контрольно- измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие. – Рыбинск: РГАТА, 2010. – 220с.
5. Ансеров М.А. Зажимные приспособления для токарных и круглошлифовальных станков. – Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Москва, 1948. – 92с.
6. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К Справочник технолога-машиностроителя Том 2. - Москва «Машиностроение», 2003. – 943 с.
7. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя Том 2. – Москва, 1961. – 892 с.
8. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя Том 3. – Москва, 1961. – 566 с.
9. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ.
10. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"
11. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
12. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.

13. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности

14. ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.

15. ГОСТ Р 22.0.01-2016. Безопасность в ЧС. Основные положения.

16. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды".

17. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

18. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1976

19. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

20. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

Приложения

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Чертеж детали «Распределитель кремный»

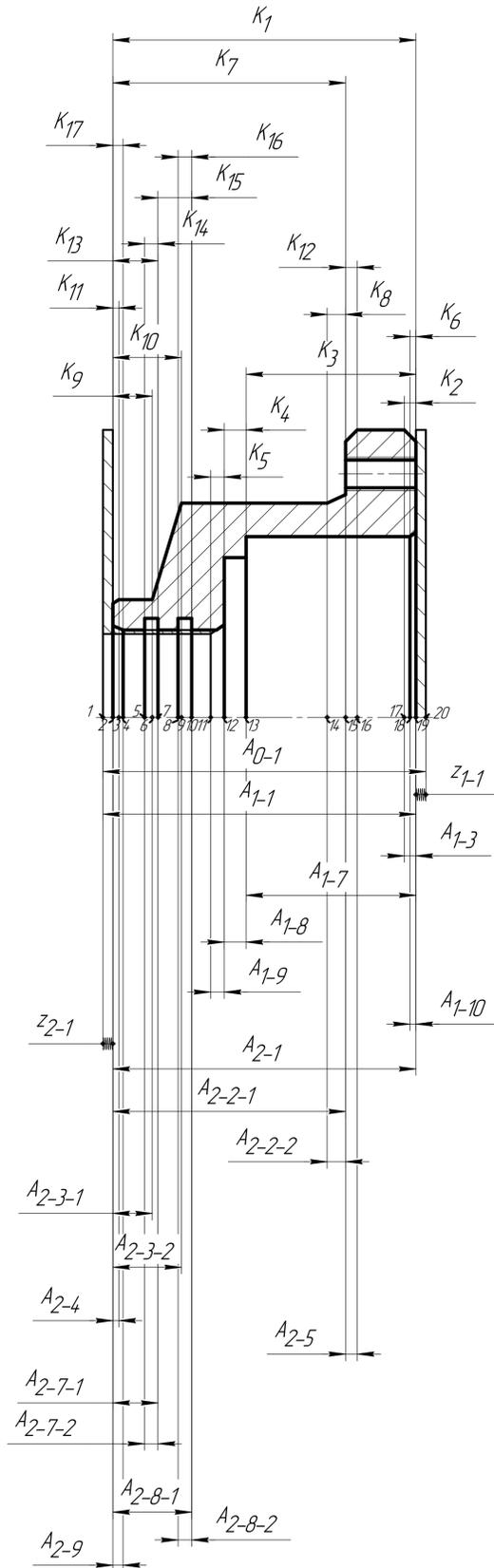
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Размерный анализ

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Операционная карта

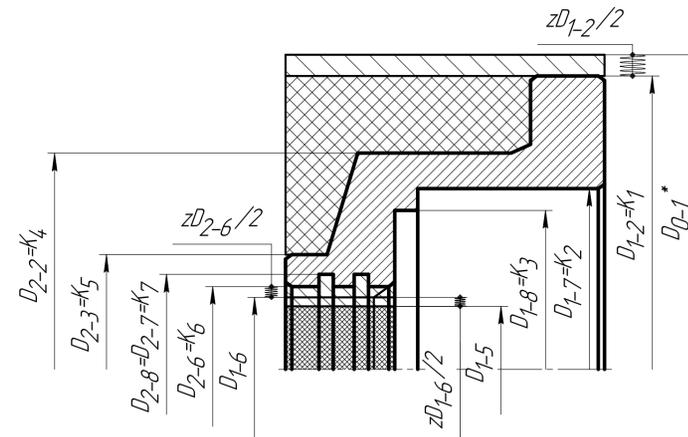
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Сборочный чертеж «Приспособление сверлильное»

Размерная схема технологического процесса изготовления крышки

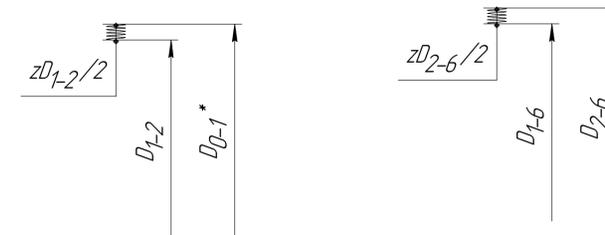
Осевые размеры



Диаметральные размеры

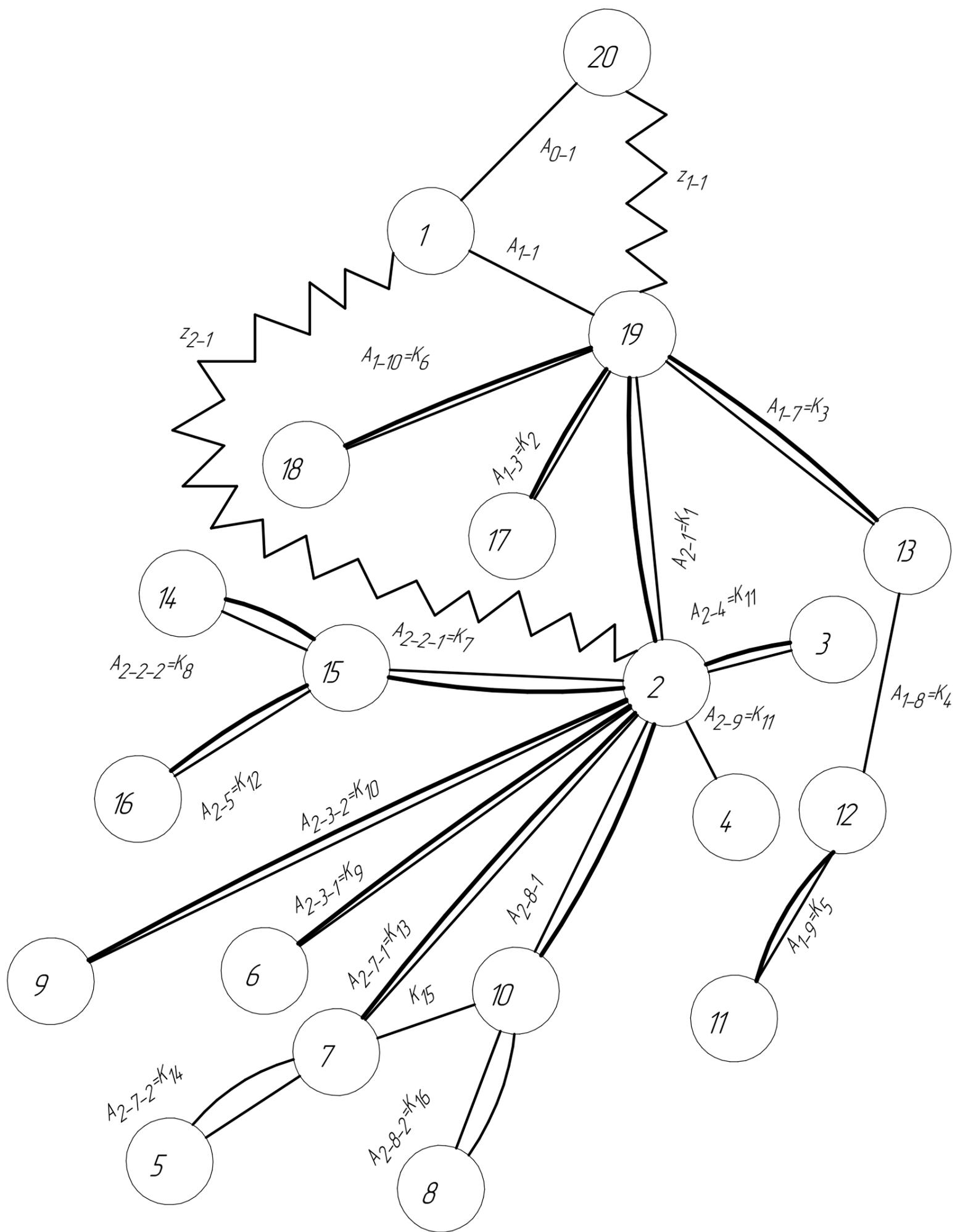


Технологические размерные цепи, в которых замыкающими звеньями являются припуски



ИШНПТ-3-4А75.001				Лист	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Размерный анализ
Разраб.	Стрижачев				1:1
Проб.	Пустовых				
Т.контр.					
Н.контр.					
Утв.					
				Лист	Листов 1
				ТТУ Омш ИШНПТ	
				Группа 3-4А75	
				Формат	A1

Граф Технологических размерных цепей



Технологические размеры: А – 19 шт.,
 Конструкторские размеры: К – 17 шт.,
 Припуски: z – 2шт.,
 Поверхности П – 20 шт.

Иш. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Иш. № докл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ИШНПТ-3-4А75.001

Лист

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			
	9	8. Точить фаски, выдерживая размеры $1\pm 0,1 \times 45^\circ$ мм, $1\pm 0,1 \times 45^\circ$ мм.				Пластина CCMT 12 04 12-PR 4425 Державка A321-SOLAR 12	Штангенциркуль МИТУТОЮ 500-721-20 0-150 мм, с=0,02 мм		1	130	1	1	0,15	110	735	300									
015	7	020 Токарная ЧПУ Установить заготовку в трехкулачковый патрон с расточенными кулачками. 1. Подрезать торец, выдерживая размер $50_{-0,62}$ мм. 2. Предварительно точить контур детали, выдерживая размеры $\phi 100_{-0,1}$ мм, $\phi 146_{-0,1}$ мм, $4,8\pm 0,1$ мм, $9,8\pm 0,1$ мм, $37,8\pm 0,1$ мм, $18\pm 0,1 \times 45^\circ$ мм.		Токарный станок с ЧПУ Haas ST-10	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон φ254 с расточенными кулачками HAAS	Пластина CNMG 12 04 08-XMR 4425 Державка DCLNR2525M12	Штангенциркуль МИТУТОЮ 500-721-20 0-150 мм, с=0,02 мм		2	185	12	1	0,17	79	465	270	0,6								
8	3. Окончательно точить контур детали, выдерживая размеры $\phi 100_{-0,07}$ мм, $\phi 146_{-0,1}$ мм, $5\pm 0,15$ мм, $10\pm 0,18$ мм, $38\pm 0,31$ мм, $2\pm 0,125 \times 45^\circ$ мм.		Пластина CNMG 12 04 08-XMR 4425 Державка DCLNR2525M12			Штангенциркуль МИТУТОЮ 500-721-20 0-150 мм, с=0,02 мм		1	100	5	0,1	0,15	140	955	300	0,18	2	30	8,8						
1	4. Точить фаски, выдерживая размеры $1\pm 0,1 \times 45^\circ$ мм, $1\pm 0,1 \times 45^\circ$ мм. 5. Точить фаску, выдерживая размер $1\pm 0,1 \times 45^\circ$ мм. 6. Точить канавки, выдерживая размеры $\phi 91_{+0,07}$ мм, $2,5_{+0,25}$ мм, $6\pm 0,15$ мм, $6\pm 0,15$ мм.		Пластина CNMG 12 04 08-XMR 4425 Державка DCLNR2525M12			Штангенциркуль МИТУТОЮ 500-721-20 0-150 мм, с=0,02 мм	Штангенциркуль MAHR Mars Gal 16 EMR-AI 10-160 мм, с=0,02 мм	1	100	1	1	0,15	140	955	300	0,1									
								Пластина N123E2-0239-0002-GM 4.325 Державка RA6123E05-20B	Штангенциркуль МИТУТОЮ 500-721-20 0-150 мм, с=0,02 мм	1	85,5	1	1	0,15	167	1110	300	0,1							
						Пластина CNMG 12 04 08-XMR 4425 Державка DCLNR2525M12	Штангенциркуль МИТУТОЮ 500-721-20 0-150 мм, с=0,02 мм	4	91	5,5	2,5	0,15	116	770	220	0,42									
020	1	020 Сверлильная с ЧПУ Установить заготовку в приспособление специальное. 1. Центровать 8 отверстий, выдерживая размер $\phi 3_{+0,2}$ мм.		DECKEL FP4 NC 2810	Приспособление специальное	Сверло центровочное NC-S0 V 80 X 90°	Штангенциркуль МИТУТОЮ 500-721-20 0-150 мм, с=0,02 мм		8	3	15	0,5	0,1	300	3000	28	0,25							3	
2	2. Сверлить 8 отверстий на проход, выдерживая размеры $\phi 6,7_{+0,2}$ мм, $45^\circ \pm 30'$, $\phi 160 \pm 0,15$ мм.		Сверло 8601-0670- 04-040-PM 4234			Штангенциркуль МИТУТОЮ 500-721-20 0-150 мм, с=0,02 мм	1	8	6,7	3,35	14	0,15	450	3000	63	1,25	2	45	8,3					3	
3	3. Нарезать резьбу M8-6H в полученных отверстиях на проход.		Метчик T200-PM101A -M8-RPMС			Штангенциркуль PP-HE M8-6H ГОСТ 24-997-81 Образцы шероховатости 9378-93	8	8	4	14	1,25	594	4,75	10	3									3	
025	1	025 Слесарная Притупить острые кромки, зачистить заусенцы.																							
030	1	030 Промышленная Промыть деталь.																							
035	1	035 Контрольная Стол ОТК																							

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
А3			ИШНПТ-3-4А 7Б.003.СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
		1	ИШНПТ-3-4А 7Б.003.001	Основание	1	
		2	ИШНПТ-3-4А 7Б.003.002	Поворотный стол	1	
		3	ИШНПТ-3-4А 7Б.003.003	Центрующая втулка	1	
		4	ИШНПТ-3-4А 7Б.003.004	Ручка	1	
		5	ИШНПТ-3-4А 7Б.003.005	Стопор	1	
		6	ИШНПТ-3-4А 7Б.003.006	Втулка	1	
А3		7	ИШНПТ-3-4А 7Б.003.СБ	Приспособление сверлильное. Сборочный чертеж	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		8		Болт М6-6х75 ГОСТ 7798-70	1	
		9		Болт М10-6х35 ГОСТ 7798-70	1	
		10		Шайба 6 ГОСТ 6402-70	1	
		11		Шайба 10 ГОСТ 6402-70	1	
		12		Шайба 6 ГОСТ 11371-78	2	
		13		Шайба 10.37 ГОСТ 11371-78	1	
		14		Подшипник 46104 ГОСТ 831-75	1	
		15		Подшипник 60104 ГОСТ 7242-81	1	
ИШНПТ-3-4А 7Б.003						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Струкачев				Лит.	Лист
Пров.	Пустовых					1
Н.контр.					Листов	
Утв.					2	
Приспособление сверлильное					ТПУ ОМШ ИШНПТ Группа 3-4А 7Б	

ИШНПТ-3-4А7Б.003.СБ

Перв. примен.

Справ. №

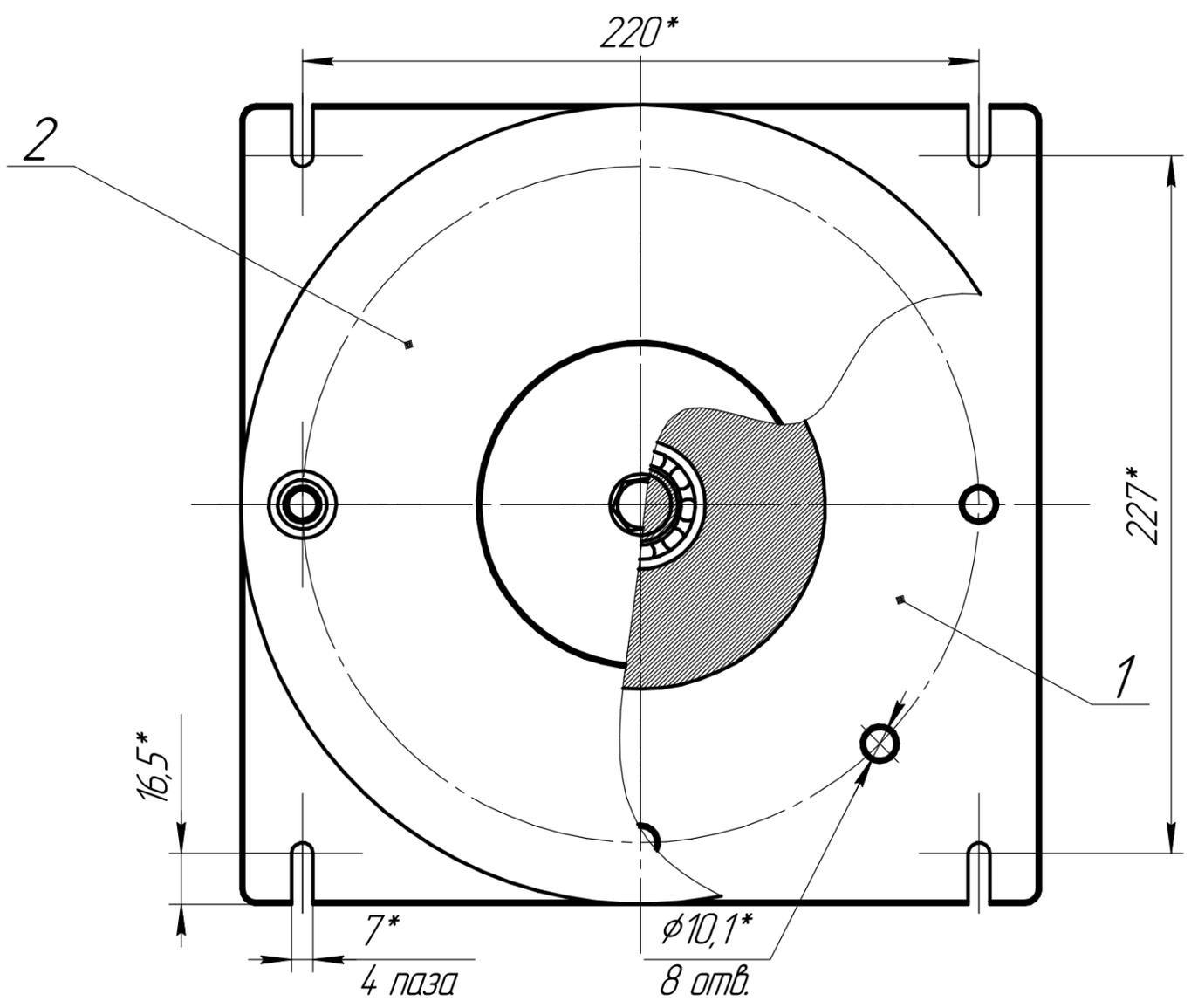
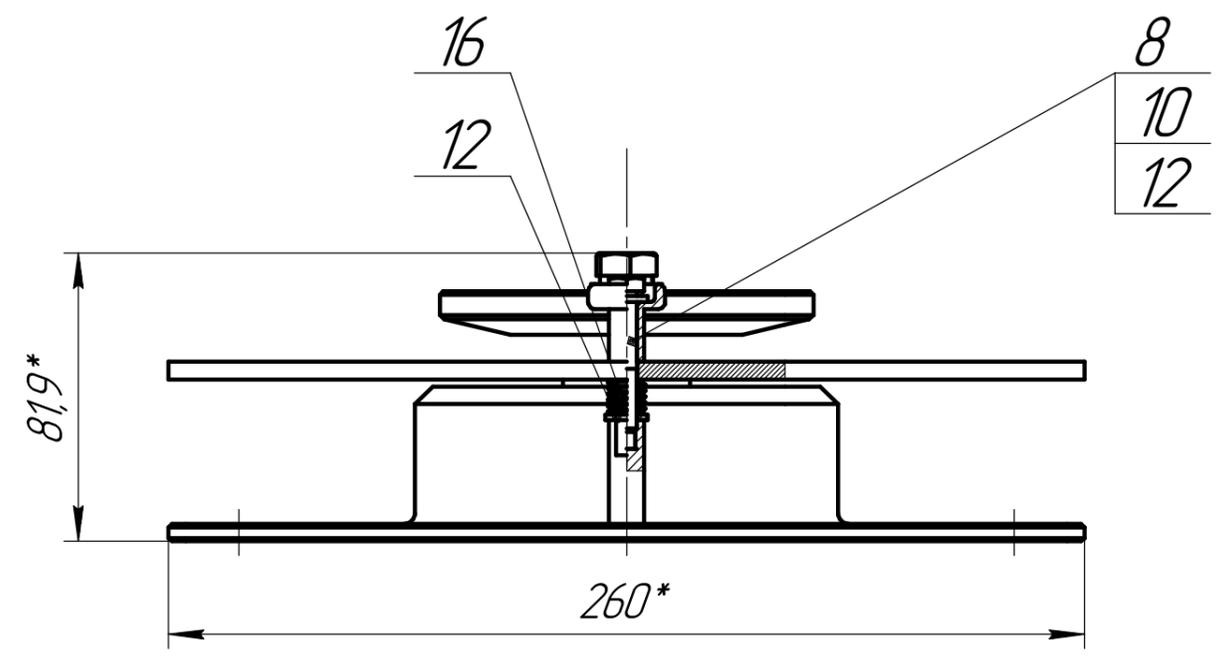
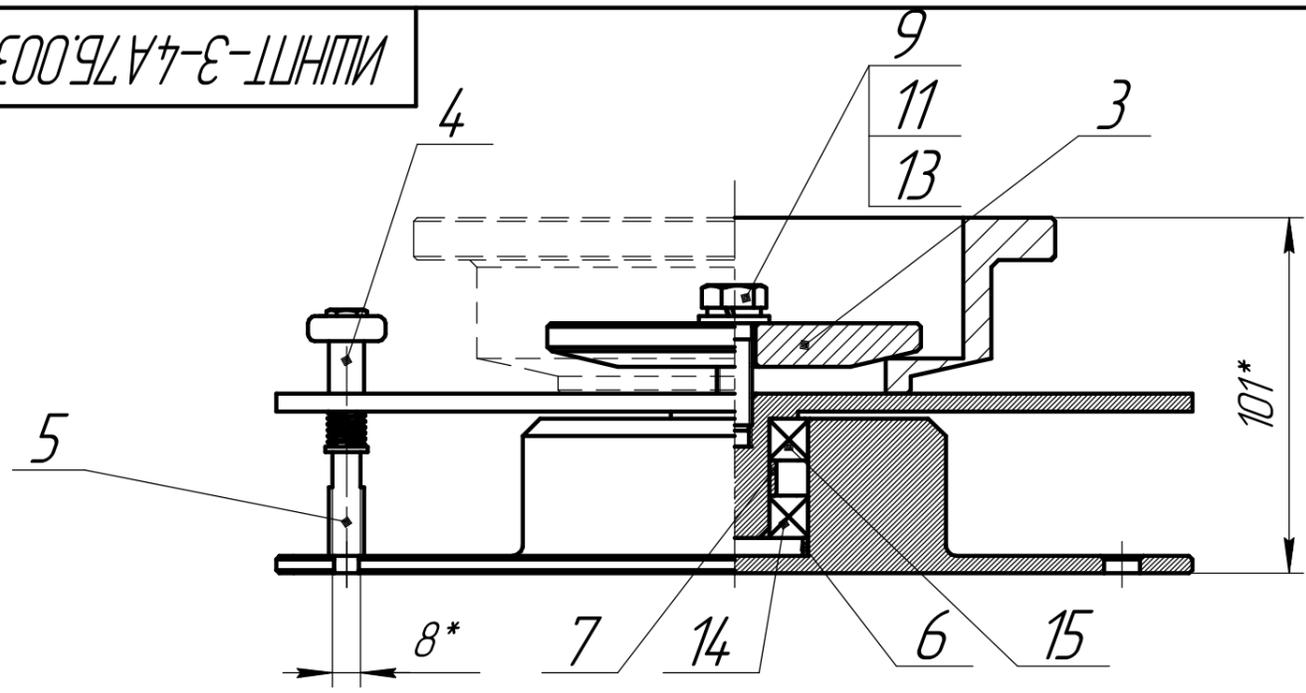
Подп. и дата

Инд. № дюрл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



- 1. *Размеры для справок.
- 2. Станок универсальный сверлильный-фрезерный станок модель DECKEL FP4 NC 2810
- 3. На напряженных поверхностях детали не допускаются забоины и царапины.

				ИШНПТ-3-4А7Б.003.СБ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление сверлильное Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Струкачев					11	1:2
Проб.		Пустовых				Лист	Листов 1	
Т.контр.					ТТУ ОмШ ИШНПТ Группа 3-4А7Б			
И.контр.					Копировал			
Утв.					Формат А3			