



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 - 15.03.01 Машиностроение

Отделение - Отделение машиностроения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления корпуса выключателя универсального промышленного робота

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Мартынов Андрей Александрович		10.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМШ ИШНПТ	Сикора Евгений Александрович	к. т. н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Социальная ответственность»

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

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМШ ИШНПТ	Ефременков Егор Алексеевич	к. т. н.		

Томск – 2022 г.

Таблица 1 - Планируемые результаты обучения

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 - 15.03.01 Машиностроение
Отделение – 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
З-4А7Б	Мартынов Андрей Александрович

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса выключателя универсального промышленного робота
Утверждена приказом директора (дата, номер)

№34-76С от 03.02.2022г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертеж детали 2. Производственная программа выпуска детали – 1200 шт/год
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технологическая подготовка производства детали на станках с ЧПУ 2. Социальная ответственность 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Чертеж детали 2. Чертеж специального приспособления 3. Технологические карты
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
«Социальная ответственность»	Антоневич О.А.
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Клемашева Е.И.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
-	

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
Доцент ОМШ ИШНПТ	Сикора Евгений Александрович	к. т. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Мартынов Андрей Александрович		

Реферат

Данная выпускная квалификационная работа на тему: технологическая подготовка производства детали «Корпус выключателя ВК-300». Работа включает в себя:

- проектирование технологического маршрута изготовления детали;

- социальную ответственность
- финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;
- чертежи и спецификации.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, КОРПУС ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ ВК-300, МАРШРУТ, СРЕДНЕСЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, БАЗИРОВАНИЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ФРЕЗЕРНАЯ, МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА, СТАЛЬ, АЛЮМИНИЙ, ПОКРАСКА, СЛЕСАРНАЯ, КОНТРОЛЬНАЯ, ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ, ОСНОВНЫЕ ФОРМООБРАЗУЮЩИЕ ОПЕРАЦИИ.

Целью данной выпускной работы является максимально эффективная технологическая подготовка крупносерийного производства деталей “ Корпус выключателя ВК-300” на станках с ЧПУ.

В разделе “Социальная ответственность” рассматривается обеспечение безопасности на производстве, вредные и опасные факторы, экологическая безопасность и безопасность в чрезвычайных ситуациях. Прописываются меры по пресечению вышеперечисленных проблем.

В разделе “Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение приводится оценка потенциала, анализ конкурентов, расчет графика работ и бюджета на проектирование с использованием технологий QuaD, SWOT и графика Ганта.

Содержание

Введение.....	9
1. Состояние вопроса	9
1.1. Анализ служебного назначения детали	9
1.2. Анализ технологичности конструкции детали.....	10
1.3. Определение типа производства.....	12
1.4. Анализ базового варианта технологического процесса.....	12
1.5. Выбор и проектирование заготовок.....	13
1.6. Техничко-экономическое сравнение методов получения заготовки.....	15
1.7. Разработка схем базирования	17
1.8. Технологический маршрут обработки детали.....	19
1.9. Размерный анализ при обработке главных отверстий	22
1.10. Разработка технологических операций.....	23
1.10.1. Выбор оборудования.....	23
1.10.2. Выбор режущего инструмента.....	25
1.11. Расчет режимов резания	25
1.12. Расчет нормы времени.....	36
1.13. Проектирование специального приспособления.....	43
2. Социальная ответственность	46
Введение.....	46
2.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	47
2.2. Производственная безопасность.....	47
2.3 Экологическая безопасность.....	52
2.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	53
Заключение.....	54
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	56
Введение.....	56
3.1.Предпроектный анализ.....	57

3.1.1. SWOT-анализ.....	57
3.2. Анализ конкурентных технических решений.....	60
3.3. Планирование научно-исследовательских работ.....	61
3.3.1 Организация и планирование работ.....	61
3.3.2. Продолжительность этапов работ.....	62
3.4. Бюджет затрат на выполнение работ.....	67
3.4.1. Расчет материальных затрат.....	67
3.4.2. Расчет заработной платы.....	68
3.4.3. Отчисления во внебюджетные фонды.....	69
3.4.4. Расчет амортизационных отчислений.....	70
3.4.5. Накладные расходы.....	71
3.4.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательской работы..	71
3.5. Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, экономической эффективности исследования.....	71
Заключение.....	74
Список использованных источников	77
Приложения.....	80

Введение

В настоящее время машиностроение является основной отраслью промышленного производства, которая влияет на развитие экономической деятельности, а также показывает уровень научно-технического развития в стране. Машиностроение подразделяется на общее машиностроение, электротехнику и электронику, дорожное машиностроение и сельскохозяйственное машиностроение. Для эффективной работы производства, внедрения новых видов продукции, новых сложных машин и устройств используется технологическая подготовка. Подготовка производства осуществляется с целью создания технических, организационных и экономических условий для эффективной работы предприятия.

Основные задачи работы: разработка технологического процесса изготовления корпуса, анализ технологичности конструкции, обеспечение эксплуатационных характеристик, расчет припусков на механическую обработку, подбор технологического оборудования, выбор и расчет режимов резания, расчет устройство, подготовка технологической документации. Тема курса – технологическая подготовка кузовного производства на станках. Внедрение станков с ЧПУ поднимает производство на новый уровень, что значительно повышает качество технологического процесса, снижает количество ошибок и сокращает временные затраты.

Немаловажной частью работы является создание конкурентоспособной детали.

1. Состояние вопроса

1.1. Анализ служебного назначения детали

Деталь - корпус переключателя универсального промышленного робота ПР 161/60 расположен в корпусе основания руки и служит для ограничения углов поворота осей руки манипулятора и сигнализации нулевого положения

осей, а также найти на них замыкающие контакты. Работает при частом включении и выключении без смазки. Температурный режим в норме.

Чертеж корпуса в приложении.

Материал детали - алюминиевый сплав АЛ9-1 ГОСТ 2685-75.

Химический состав и механические свойства представлены в таблице 2 и 3, соответственно.

Таблица 2 - Химический состав сплава АЛ9-1 ГОСТ 2685-75, %

Si	Mg	Ti	Be	Mn	Cu	Zn
6-8	0.2-0.4	до 0,15	до 0,1	0.5	0.2	0.1

Таблица 3 - Механические свойства сплава АЛ9-1 ГОСТ 2685-75

Временное сопротивление разрыву, σ_B , Н/мм ² .	Относительное удлинение, σ_5 , %.	Твердость, <i>НВ</i>
230	2 – 5	75

1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Рабочий чертеж корпуса выключателя содержит необходимую графическую информацию для полного понимания его конструкции. Приведены размеры с их отклонениями, приведены требуемые шероховатости и допуски формы и положения поверхностей.

В то же время можно отметить ряд недостатков:

- на чертеже не видно отклонений от некоторых свободных поверхностей корпуса;
- шероховатость наносится по старому ГОСТу;
- отмечается симметрия стенок паза относительно двух оснований;
- нет технических требований;

- невидимые поверхности изображаются пунктирными линиями.

В технологический чертеж корпуса выключателя внесены необходимые доработки.

Что касается других поверхностей, то деталь технологична и позволяет использовать производительные процессы механической обработки.

Общую технологичность детали можно определить с помощью коэффициентов:

1. Коэффициент точности

$$K_{\text{точ}} = 1 - \frac{1}{T_{\text{CP}}},$$

$$T_{\text{CP}} = \frac{\sum_i^n T_i \cdot n_i}{\sum_i^n n_i},$$

где T_{CP} – среднее значение точности;

T_i – квалитет i -ой поверхности;

n_i – число поверхностей с текущим квалитетом;

$$T_{\text{CP}} = 13;$$

$$K_{\text{точ}} = 0,92.$$

2. Коэффициент шероховатости:

$$K_{\text{ш}} = 1 - \frac{1}{Ш_{\text{CP}}},$$

$$Ш_{\text{CP}} = \frac{\sum_i^n Ш_i \cdot n_i}{\sum_i^n n_i},$$

где $Ш_{\text{CP}}$ – средняя шероховатость, Ra ;

$Ш_i$ – текущая шероховатость поверхности;

n_i – число поверхностей с данной шероховатостью;

$$Ш_{\text{CP}} = 6,8;$$

$$K_{\text{ш}} = 0,85.$$

1.3. Определение типа производства

В учебных целях тип производства определяется по таблице 4.1 [].
Массой детали до 8 кг и годовая производственная программа 500 - 5000
детей/год ($N = 1200$ детей/год) Тип производства - среднесерийный.

Групповая форма организации производства рекомендуется для
серийного производства, если детали изготавливаются партиями:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{1200 \cdot 12}{254} = 57 \text{ шт.},$$

где a – период, на который задается партия.

С учетом типа производства предполагается применение оснастки с
механизированным силовым приводом и режущего инструмента со сменными
многогранными пластинами.

1.4. Анализ базового варианта технологического процесса

Материал корпуса выключателя – алюминиевый сплав АЛ9-1, поэтому
заготовку можно получить только методом литья. Наиболее предпочтительны
отливки из ракушечника и шлифовки.

В основном технологическом процессе обработка осуществляется на
универсальных устройствах, что увеличивает количество операций.
Применяются унифицированный инструмент и оборудование.

Основной маршрут обработки детали включает следующие операции:

- 000 Заготовительная – литье по выплавляемым моделям;
- 005 Фрезерная – фрезерование плоских поверхностей;
- 010 Фрезерная;
- 015 Токарная - растачивание внутренних цилиндрических
поверхностей;
- 020 Сверлильная - сверление отверстий и нарезание резьбы;
- 025 Контрольная;
- 030 Слесарная;
- 035 Моечная;
- 040 Контрольная;

- 045 Окрасочная.

1.5. Выбор и проектирование заготовки

На выбор способа изготовления заготовки влияют: материал детали, ее назначение и технические требования к изготовлению; объемное и серийное производство; форму поверхностей и размеры детали.

Оптимальный способ получения заготовки определяется на основе комплексного анализа этих факторов и технико-экономического обоснования технологической стоимости детали. Оптимальным считается способ получения заготовки, обеспечивающий технологичность изготовления изготавливаемой из нее детали при минимальной стоимости последней.

1) на основании вышесказанного и после анализа чертежа детали выбираем способ получения заготовки – литье в ПГФ.

На основании требований ГОСТ 26645–85 назначаем допуски и допуски на размеры детали и сводим эти данные в табл. 4.

В зависимости от выбранного метода мы принимаем:

- класс точности размеров и масс – 10;
- комплект припусков - 3.

Припуски на размеры даны на сторону.

Таблица 4 - Припуски

Размеры, мм	Допуски, мм	Припуски, мм	Расчет размеров заготовки, мм	Окончательные размеры, мм
Ø14	2	1,2	Ø14 – (2·1,2)= Ø11,8	Ø11,8±2
Ø18	2	1,2	Ø18 – (2·1,2)= Ø15,8	Ø15,8±2
Ø25	2	-	-	Ø25±2
M16	2	1,8	Ø16 – (2·1,2)= Ø13,8	Ø13,8±2

R20	2	-	-	R20±2
56	2,4	2	56+(2·2)=60	60±2,4
10	1	1	10+1=11	11±1
11	1	1	11+1-1=11	11±1

2) Литейные уклоны назначаем из технических требований и соблюдения единообразия для упрощения изготовления литейной модели и согласно ГОСТ 26645–85 и ГОСТ 8909–88 принимаем литейные уклоны не более 1°.

3) Неуказанные литейные радиусы закруглений углов принимаем равными R=1,5 мм.

4) Определяем коэффициент использования материала K_m , по формуле:

$$K_m = \frac{m}{M},$$

где m – масса детали, кг;

M – масса заготовки, кг.

Рассчитаем массу заготовки:

$$M = V_3 \cdot \gamma,$$

где γ – плотность материала, г/см³. Для алюминиевого сплава АЛ9–1: $\gamma=2,699$ г./см³;

V_3 – объем заготовки.

Объем заготовки определяем, как алгебраическую сумму объемов простейших тел, составляющих заготовку:

$$V_3 = 0,0008 \text{ м}^3,$$

$$M_{\text{заг.}} = 2,2 \text{ кг.}$$

Определим коэффициент использования материала:

$$K_m = \frac{m}{M} = \frac{1,8}{2,2} = 0,82.$$

Данный метод литья удовлетворяет задаче получения отливки с контуром приближающемся к контуру детали; т.е. с коэффициентом использования K_m близким к 1.

1.6. Техничко-экономическое сравнение методов получения заготовки

Для выбора метода получения заготовки следует провести сравнительный анализ по технологической себестоимости.

Расчет технологической себестоимости заготовки, получаемой по первому или второму методу проведем по следующей формуле:

$$C_T = C_{\text{заг}} \cdot M + C_{\text{мех}} \cdot (M - m) - C_{\text{отх}} \cdot (M - m),$$

где M – масса заготовки; m – масса детали;

$C_{\text{заг}}$ – стоимость одного килограмма заготовок, руб./кг;

$C_{\text{мех}}$ – стоимость механической обработки, руб./кг;

$C_{\text{отх}}$ – стоимость одного килограмма отходов, руб./кг.

Стоимость заготовки, полученной такими методами, как литье в песчаные формы отверждаемые в контакте с оснасткой и литье в оболочковые формы, с достаточной для стадии проектирования точностью можно определить по формуле:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{от}} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_P, \text{ руб./кг},$$

где $C_{\text{от}}$ – базовая стоимость одного килограмма заготовки;

h_T – коэффициент, учитывающий точность обработки детали;

h_C – коэффициент, учитывающий сложность заготовки;

h_B – коэффициент, учитывающий массу заготовки;

h_M – коэффициент, учитывающий материал заготовки;

h_P – коэффициент, учитывающий серийность группы.

Для получения заготовки литьем в песчаные формы значения коэффициентов в формуле следующие:

$h_T = 1,05$ – 5-й класс точности;

$h_C = 1$ – 3 группа сложности получения заготовки;

$h_B = 1$ – так как масса заготовки находится в пределах 1,0...3,0 кг;

$h_M = 5,10$ – так как это алюминиевый сплав;

$h_P = 1$ – 3-я группа серийности.

Базовая стоимость одного килограмма отливок составляет $C_{от} = 0,29$ руб.
 $C_{заг} = 0,29 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 10 \cdot 1 = 1,55$ руб.

Определяем затраты на обработку по формуле:

$$C_{мех.} = C_c + E_m \cdot C_k, \text{ руб./кг};$$

где $C_c = 0,495$ – текущие затраты на один килограмм стружки;

$C_k = 1,085$ – капитальные затраты на один килограмм стружки;

$E_m = 0,15$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений
выбираем из предела $(0,1 \dots 0,2)$;

$$C_{мех.} = 0,495 + 0,15 \cdot 1,085 = 0,66 \text{ руб./кг.}$$

Стоимость одного килограмма отходов принимаем равной $C_{отх.} = 0,146$ руб./кг.

Определим общую стоимость заготовки, получаемую по методу литья в песчаные формы:

$$C_T = 1,55 \cdot 2,5 + 0,66 \cdot (2,5 - 1,8) - 0,146 \cdot (2,5 - 1,8) = 4,235.$$

Для заготовки получаемой методом литья в оболочковые формы значения коэффициентов в формуле следующие:

$$h_T = 1,05 - 5\text{-ый класс точности};$$

$$h_C = 1 - 3\text{-ая группа сложности получения заготовки};$$

$h_B = 1$ – так как масса заготовки находится в пределах $1,0 \dots 3,0$ кг; $h_M = 5,10$ – так как алюминиевый сплав;

$$h_{П} = 1 - 3\text{-ая группа серийности.}$$

Базовая стоимость одного килограмма отливок составляет:

$$C_{от} = 0,29 \text{ руб. } C_{заг.} = 0,29 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 10 \cdot 1 = 1,55 \text{ руб./кг.}$$

Определяем общую стоимость заготовки, получаемую литьем по выплавляемым моделям:

$$C_T = 1,55 \cdot 2,2 + 0,66 \cdot (2,2 - 1,8) - 0,146 \cdot (2,2 - 1,8) = 3,616.$$

Таким образом, по технологической себестоимости наиболее экономичным является вариант изготовления детали из заготовки, полученной методом литья в оболочковые формы.

1.7. Разработка схем базирования

При разработке схем базирования будем исходить из следующих принципов: принцип единства баз, т.е. сочетание метрологической и технологической баз, и принцип постоянства базы, т.е. использование одной и той же технологической базы для разных операций ТП.

На черновой операции базирование происходит по плоскости и торцу (рисунок 1).

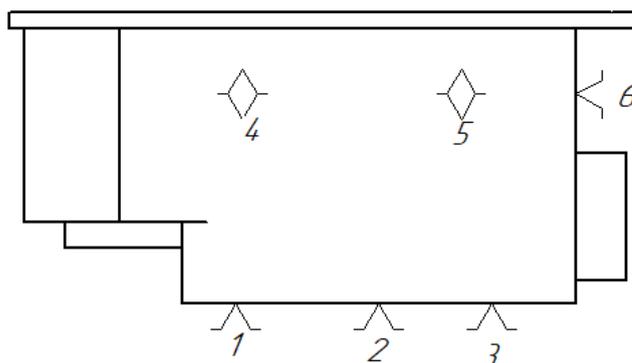


Рисунок 1 – Схема базирования на черновой операции

На последующих операциях базирование происходит по предварительно обработанному торцу и двум отверстиям (рисунок 2).

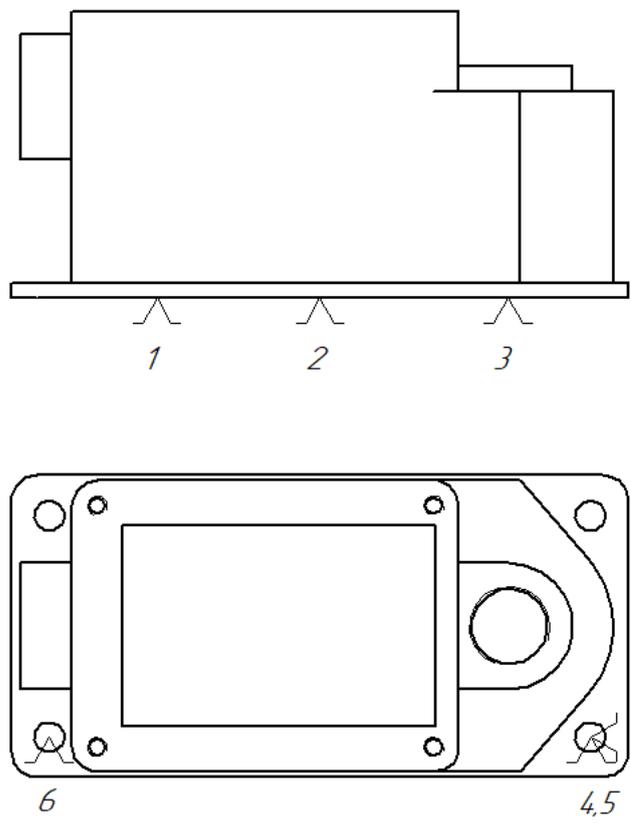


Рисунок 2 – Схема базирования заготовки на последующих операциях

1.8. Технологический маршрут обработки детали

В отличие от основного технологического процесса при разработке варианта конструкции технологические операции разрабатывают по принципу максимальной концентрации операций и переходов. Для строительства предпочтительны обрабатывающие центры. Применяются универсальные готовые устройства с механизированным силовым приводом и прогрессивным режущим инструментом. Путь обработки деталей процесса проектирования показан в таблице 5.

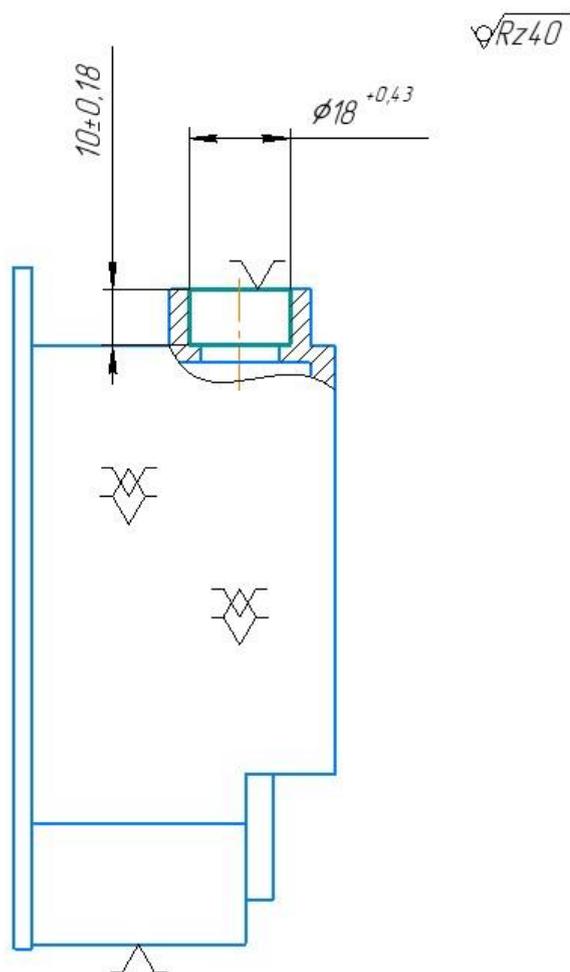
Таблица 5 – Путь обработки

Операционный эскиз	Описание
	<p><u>005 Заготовительная</u></p> <p>1. Отлить заготовку в песчано – глинистую форму согласно размерам на эскизе.</p>
<p><u>010 Промывочная</u></p>	

1. Промыть деталь по ТТП 01279-00001.

015 Контрольная

1. Контролировать размеры полученных поверхностей.

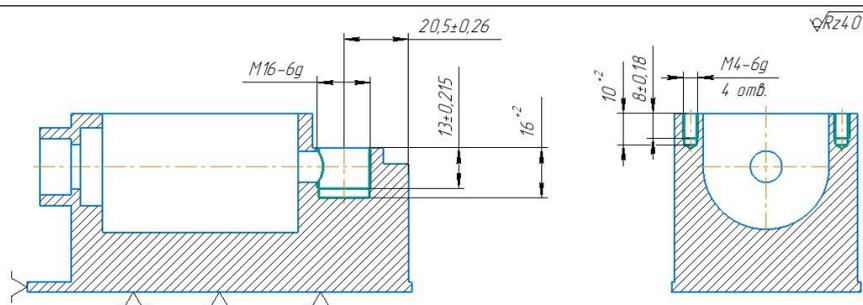


020 Фрезерная

Установ А. Установить заготовку в тиски.

Базы: Боковые поверхности и торец.

1. Фрезеровать отверстие $\phi 18^{+0,43}$ мм на длину $10 \pm 0,18$ мм.

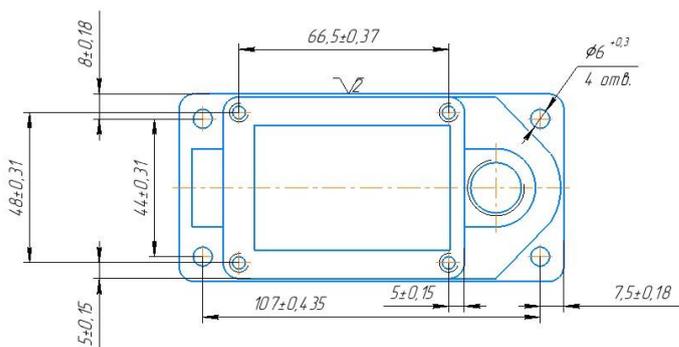


025 Фрезерная с ЧПУ

Установ А. Установить деталь в тиски.

Базы: Боковые поверхности и торец.

1. Сверлить 4 сквозных отверстия $\phi 6^{+0,3}$ мм согласно эскизу.
2. Сверлить 4 отверстия $\phi 3,33^{+0,12}$ мм на длину 10^{+2} мм согласно эскизу.



3. Сверлить отверстие $\varnothing 13,95^{+0,3}$ мм на длину 16^{+2} мм согласно эскизу.
4. Нарезать резьбу М16-6g на длину $13 \pm 0,215$ мм согласно эскизу.
5. Нарезать резьбу М4-6g на длину $8 \pm 0,18$ мм согласно эскизу.

030 Слесарная

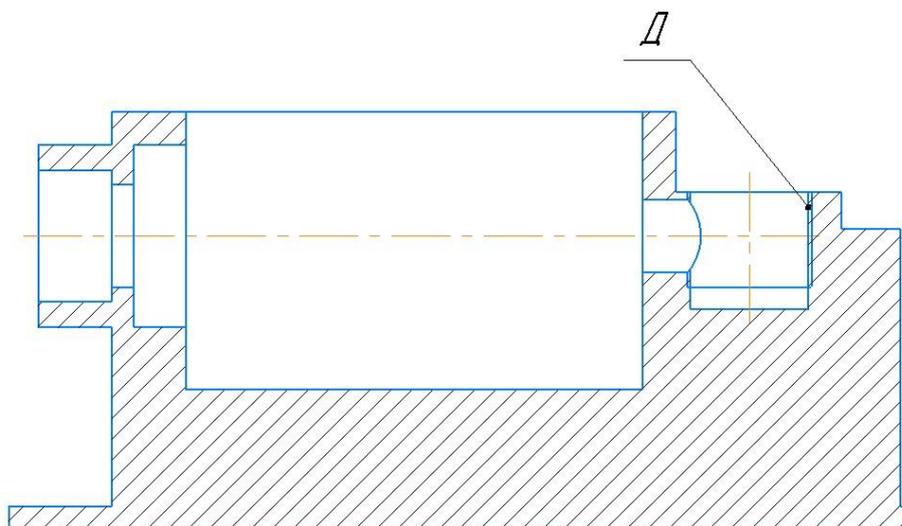
1. Острые кромки притупить R=0,5 мм.

035 Промывочная

1. Промыть деталь по ТТП 01279-00001.

040 Покрасочная

1. Нанести покрытие Эмаль К0-811 (кроме поверхности Д).



045 Контрольная

1. Контролировать размеры полученных поверхностей.

050 Консервация

1. Консервировать детали по ТТП 60270 – 00001, вар. 1.

1.9. Размерный анализ при обработке главных отверстий

Задачей раздела является использование размерного анализа технологического процесса для расчета размерных параметров детали в процессе ее изготовления, при этом процесс изготовления корпуса должен гарантировать изготовление качественной детали и отсутствие ошибок в их производство включало в себя минимально необходимое количество операций и проходов: обеспечивали размеры заготовки с минимальными допусками.

Размерные цепи рассчитаем только в радиальном направлении.

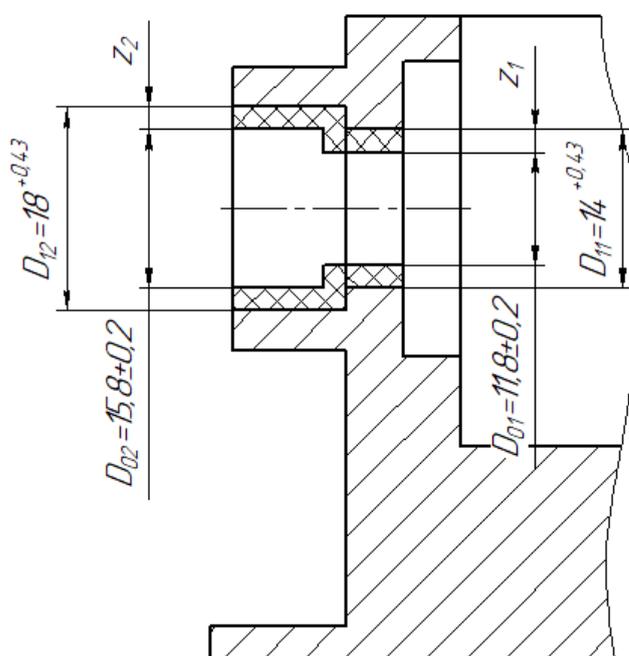


Рисунок 3 – Размерный анализ технологического процесса

D_{01}, D_{02} – размеры заготовки (определены выше);

D_{11}, D_{12} – операционные размеры (равны конструкторским).

Составим уравнения размерных цепей:

$$D_{10} = D_{11} - 2 \cdot z_1;$$

$$D_{02} = D_{12} - 2 \cdot z_2.$$

Неизвестные: технологические припуски на обработку, найдем их:

$$2 \cdot z_1 = D_{11} - D_{01};$$

$$2 \cdot z_2 = D_{12} - D_{02};$$

$$2 \cdot z_1 = 14^{+0,43} - 11,8 \pm 0,2 = 2,2_{-0,2}^{+0,63};$$

$$2 \cdot z_2 = 18^{+0,43} - 15,8 \pm 0,2 = 2,2_{-0,2}^{+0,63}.$$

1.10. Разработка технологических операций

1.10.1. Выбор оборудования

Операция 005. Заготовительная.

Так как заготовка является литьем в габаритных размерах $60 \cdot 122 \cdot 57$ мм, была подобрана вибропрессовочная формовочная машина модели 226.

Операции 015 и 045. Контрольные.

Для контрольной операции потребуется: Контрольный стол.

Операция 020. Фрезерная

Выбираем станок по максимальной эффективной мощности – это 0,22 кВт при фрезеровании отверстия. Для расчета мощности станка воспользуемся формулой:

$$N_{\text{ст}} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1,1 \dots 1,5); \quad K_N = 1,5;$$

$$N_{\text{ст}} = 0,33 \text{ кВт}$$

По данной мощности был подобран универсальный фрезерный станок SPECTR FU-5.2, ТХ которого расположены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики станка SPECTR FU-5.2

Размер горизонтального стола, мм	500x900
Размер вертикального стола, мм	250x1200
Макс. перемещение по оси x, мм	600
Макс. перемещение по оси y, мм	480
Макс. перемещение по оси z, мм	360
Конус шпинделя	NT-40
Макс. частота вращения шпинделя, об/мин	2000
Мощность, кВт	3,75

Длина, мм	1400
Ширина, мм	1600
Высота, мм	1820
Вес, кг	1820

Операция 025. Фрезерная с ЧПУ.

Выбираем станок по максимальной эффективной мощности – это 0,74 кВт при сверлении отверстия $\varnothing 13,95^{+0,3}$ мм. Для расчета мощности станка воспользуемся формулой:

$$N_{ст} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1,1 \dots 1,5); \quad K_N = 1,5;$$

$$N_{ст} = 1,11 \text{ кВт}$$

По данной мощности был подобран вертикально – фрезерный станок с ЧПУ КМТ KVL 1200, ТХ которого расположены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики станка КМТ KVL 1200

Обороты шпинделя, об/мин	8000
Мощность электродвигателя гл. пр., кВт	11
Размеры рабочего стола, мм	1350x600
Наибольшая нагрузка на стол, кг	1000
Перемещение по оси X, мм	1200
Перемещение по оси Y, мм	600
Перемещение по оси Z, мм	600
Точность позиционирования, мм	0,008
Повторяемость, мм	0,005
Длина, мм	4600
Ширина, мм	2500
Вес, кг	9000

Операция 030. Слесарная.

Для слесарной операции потребуется: Верстак ГОСТ Р 58836-2020.

1.10.2. Выбор режущего инструмента

T1 – Сверло спиральное из быстрорежущей стали Ø 6 ГОСТ 10903–77.

T2 - Сверло спиральное из быстрорежущей стали специальное Ø 3,3 ГОСТ 2 И21–1 – 76.

T3 - Сверло спиральное из быстрорежущей стали специальное Ø 14 ГОСТ 2 И21–1 – 76.

T4 - Метчик специальный М4×0,8 ТУ 857–2680–1958.

T5 - Метчик специальный М16×1 ТУ 857–2680–1958.

T6- Фреза из быстрорежущей стали Р6М5 Ø 18 с цилиндрическим хвостовиком ГОСТ 17025-71.

1.11. Расчет режимов резания

Операция 020. Фрезерная.

1. Фрезерование отверстия:

1) Назначаем тип фрезы и режущий материал по ГОСТ 17025-71:

Фреза Ø 18 концевая, материал Р6М5.

2) Назначаем глубину фрезерования $t = 18$ мм и ширину фрезерования $B = 10$ мм.

3) Назначаем подачу на зуб фрезы s_z :

$s_z = 0,08$ мм.

4) Рассчитываем скорость резания v :

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v, \left[\frac{\text{м}}{\text{мин}} \right];$$

где T – период стойкости инструмента, мин;

m, x, y –показатели степени;

$K_v = K_{mv} K_{pv} K_{iv}$ –произведение ряда коэффициентов;

$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$ –поправочный коэффициент, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала;

K_r –коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости;

n_v –показатель степени;

$K_{пв}$ –коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

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

Для нашего случая:

$$K_{mv} = 1;$$

$$K_{пв} = 0,9;$$

$$K_{ив} = 1;$$

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

$$C_v = 46,7;$$

$$m = 0,33;$$

$$x = 0,5;$$

$$y = 0,5;$$

$$u = 0,1;$$

$$p = 0,1;$$

$$D = 18 \text{ мм};$$

$$q = 0,45;$$

$$z = 6;$$

$$T = 80 \text{ мин.};$$

$$v = \frac{46,7 \cdot 18^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 18^{0,5} \cdot 0,08^{0,5} \cdot 10^{0,1} \cdot 6^{0,1}} \cdot 0,9 = 20,10 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

5) Рассчитываем силу резания P_z :

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp}, [\text{Н}];$$

где K_{mp} – поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала.

Для нашего случая:

$$C_p = 68,2;$$

$$x = 0,86;$$

$$y = 0,72;$$

$$q = 0,86;$$

$$w = 0;$$

$$n = 355 \text{ об/мин};$$

$$K_{\text{мп}} = 1;$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 18^{0,86} \cdot 10^1 \cdot 0,08^{0,72} \cdot 6}{18^{0,86} \cdot 355^0} \cdot 1 = 662,9 \text{ Н.}$$

б) Рассчитываем крутящий момент на шпинделе $M_{\text{кр}}$:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100}, [\text{Н} \cdot \text{м}];$$

$$M_{\text{кр}} = \frac{662,9 \cdot 18}{2 \cdot 100} = 59,66 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

7) Рассчитываем мощность резания:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}];$$

$$N = \frac{662,9 \cdot 20,10}{1020 \cdot 60} = 0,22 \text{ кВт.}$$

Операция 025. Фрезерная с ЧПУ.

1. Сверление 4 отверстий $\varnothing 6^{+0,3}$ мм:

1) Назначаем тип сверла и режущий материал по ГОСТ 10902-77:

Сверло 2300-0181 В1 спиральное правое с цилиндрическим хвостовиком, материал Р6М5.

2) Рассчитываем глубину резания t :

$$t = 0,5D, [\text{мм}];$$

$$t = 0,5 \cdot 6 = 3 \text{ мм.}$$

3) Назначаем подачу s :

$$s = 0,18 \frac{\text{мм}}{\text{об}}.$$

4) Рассчитываем скорость резания v :

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_s} y} K_v, \left[\frac{\text{м}}{\text{мин}} \right];$$

где $K_v = K_{mv}K_{iv}K_{lv}$ – общий поправочный коэффициент;

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления.

Для нашего случая:

$$K_{mv} = 1;$$

$$K_{iv} = 1;$$

$$K_{lv} = 1;$$

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

$$C_v = 36,3;$$

$$q = 0,25;$$

$$y = 0,55;$$

$$m = 0,125;$$

$$T = 35 \text{ мин};$$

$$v = \frac{36,3 \cdot 6^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,18^{0,55}} \cdot 1 = 93,68 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

5) Рассчитываем крутящий момент $M_{кр}$:

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p, [\text{Н} \cdot \text{м}];$$

где $K_p = K_{mp}$ – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки.

Для нашего случая:

$$C_M = 0,005;$$

$$q = 2;$$

$$y = 0,8;$$

$$K_p = 1;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,005 \cdot 6^2 \cdot 0,18^{0,8} \cdot 1 = 0,46 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

6) Рассчитываем осевую силу P_O :

$$P_O = 10C_p D^q S^y K_p, [\text{Н} \cdot \text{м}].$$

Для нашего случая:

$$C_p = 9,8;$$

$$q = 1;$$

$$y = 0,7;$$

$$K_p = 1;$$

$$P_0 = 10 \cdot 9,8 \cdot 6^1 \cdot 0,18^{0,7} \cdot 1 = 177 \text{ Н.}$$

7) Рассчитываем мощность резания N_E :

$$N_E = \frac{M_{кр} n}{9750}, [\text{кВт}];$$

где частота вращения инструмента $n = \frac{1000v}{\pi D}$, [об/мин].

Для нашего случая:

$$n = \frac{1000 \cdot 93,68}{3,14 \cdot 6} = 4972 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$N_E = \frac{0,46 \cdot 4972}{9750} = 0,235 \text{ кВт.}$$

2. Сверление 4 отверстий $\varnothing 3,33^{+0,12}$ мм:

1) Назначаем тип сверла и режущий материал по ГОСТ 10902-77:

Сверло 2300-7527 В1 спиральное правое с цилиндрическим хвостовиком, материал Р6М5.

2) Рассчитываем глубину резания t :

$$t = 0,5D, [\text{мм}];$$

$$t = 0,5 \cdot 3,35 = 1,675 \text{ мм.}$$

3) Назначаем подачу s :

$$s = 0,12 \frac{\text{мм}}{\text{об}}.$$

4) Рассчитываем скорость резания v :

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_s y}} K_v, \left[\frac{\text{м}}{\text{мин}} \right];$$

где $K_v = K_{mv} K_{iv} K_{lv}$ – общий поправочный коэффициент;

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления.

Для нашего случая:

$$K_{mv} = 1;$$

$$K_{iv} = 1;$$

$$K_{lv} = 1;$$

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

$$C_v = 36,3;$$

$$q = 0,25;$$

$$y = 0,55;$$

$$m = 0,125;$$

$$T = 20 \text{ мин};$$

$$v = \frac{36,3 \cdot 3,35^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,12^{0,55}} \cdot 1 = 108,96 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

5) Рассчитываем крутящий момент $M_{кр}$:

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p, [\text{Н} \cdot \text{м}];$$

где $K_p = K_{mp}$ – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки.

Для нашего случая:

$$C_M = 0,005;$$

$$q = 2;$$

$$y = 0,8;$$

$$K_p = 1;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,005 \cdot 3,35^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 1 = 0,03 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

б) Рассчитываем осевую силу P_O :

$$P_O = 10C_p D^q S^y K_p, [\text{Н} \cdot \text{м}].$$

Для нашего случая:

$$C_p = 9,8;$$

$$q = 1;$$

$$y = 0,7;$$

$$K_p = 1;$$

$$P_O = 10 \cdot 9,8 \cdot 3,35^1 \cdot 0,12^{0,7} \cdot 1 = 72,2 \text{ Н}.$$

7) Рассчитываем мощность резания N_E :

$$N_E = \frac{M_{кр} n}{9750}, [\text{кВт}];$$

где частота вращения инструмента $n = \frac{1000v}{\pi D}$, [об/мин].

Для нашего случая:

$$n = \frac{1000 \cdot 108,96}{3,14 \cdot 3,35} = 10358 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$N_E = \frac{0,03 \cdot 10358}{9750} = 0,03 \text{ кВт.}$$

3. Сверление отверстия $\varnothing 13,95^{+0,3}$ мм:

1) Назначаем тип сверла и режущий материал по ГОСТ 10902-77: Сверло 2300-5078 В1 спиральное правое с цилиндрическим хвостовиком, материал Р6М5.

2) Рассчитываем глубину резания t :

$$t = 0,5D, [\text{мм}];$$

$$t = 0,5 \cdot 13,9 = 6,95 \text{ мм.}$$

3) Назначаем подачу s :

$$s = 0,27 \frac{\text{мм}}{\text{об}}.$$

4) Рассчитываем скорость резания v :

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_s y}} K_v, \left[\frac{\text{м}}{\text{мин}} \right];$$

где $K_v = K_{mv} K_{iv} K_{lv}$ – общий поправочный коэффициент;

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления.

Для нашего случая:

$$K_{mv} = 1;$$

$$K_{iv} = 1;$$

$$K_{lv} = 1;$$

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

$$C_v = 36,3;$$

$$q = 0,25;$$

$$y = 0,55;$$

$$m = 0,125;$$

$$T = 35 \text{ мин};$$

$$v = \frac{36,3 \cdot 13,9^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,27^{0,55}} \cdot 1 = 92,47 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

5) Рассчитываем крутящий момент $M_{кр}$:

$$M_{кр} = 10C_M D^q s^y K_p, [\text{Н} \cdot \text{м}];$$

где $K_p = K_{mp}$ – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки.

Для нашего случая:

$$C_M = 0,005;$$

$$q = 2;$$

$$y = 0,8;$$

$$K_p = 1;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,005 \cdot 13,9^2 \cdot 0,27^{0,8} \cdot 1 = 3,39 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

6) Рассчитываем осевую силу P_O :

$$P_O = 10C_p D^q s^y K_p, [\text{Н} \cdot \text{м}].$$

Для нашего случая:

$$C_p = 9,8;$$

$$q = 1;$$

$$y = 0,7;$$

$$K_p = 1;$$

$$P_O = 10 \cdot 9,8 \cdot 13,9^1 \cdot 0,27^{0,7} \cdot 1 = 544,65 \text{ Н}.$$

7) Рассчитываем мощность резания N_E :

$$N_E = \frac{M_{кр} n}{9750}, [\text{кВт}];$$

где частота вращения инструмента $n = \frac{1000v}{\pi D}$, [об/мин].

Для нашего случая:

$$n = \frac{1000 \cdot 92,47}{3,14 \cdot 13,9} = 2119 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$N_E = \frac{3,39 \cdot 2119}{9750} = 0,74 \text{ кВт.}$$

4. Нарезание резьбы М16:

1) Назначаем тип метчика по ГОСТ 3266-81:

Метчик 2621-1617.2.

2) Назначаем глубину резания t и подачу s :

$$s = P = 2 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

$$t = 1,15 \text{ мм};$$

$i = 8$ – число рабочих ходов.

3) Рассчитываем скорость резания v :

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_s y}} K_v \left[\frac{\text{м}}{\text{мин}} \right];$$

где $K_v = K_{mv} K_{iv} K_{cv}$ – общий поправочный коэффициент на скорость резания;

K_{cv} – коэффициент, учитывающий способ нарезания резьбы.

Для нашего случая:

$$K_{mv} = 1;$$

$$K_{iv} = 1;$$

$$K_{cv} = 1;$$

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

$$C_v = 20;$$

$$q = 1,2;$$

$$m = 0,9;$$

$$y = 0,5;$$

$$T = 90 \text{ мин};$$

$$v = \frac{20 \cdot 16^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 2^{0,5}} \cdot 1 = 6,87 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

4) Рассчитываем крутящий момент $M_{кр}$:

$$M_{кр} = 10C_M D^q P^y K_p, [\text{Н} \cdot \text{м}];$$

где $K_p = K_{mp}$.

Для нашего случая:

$$K_p = 1;$$

$$C_M = 0,0022;$$

$$y = 1,7;$$

$$q = 0,71;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0022 \cdot 16^{0,71} \cdot 2^{1,7} \cdot 1 = 0,51 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

5) Рассчитываем мощность N :

$$N = \frac{Mn}{975}, [\text{кВт}];$$

$$N = \frac{0,51 \cdot 137}{975} = 0,07 \text{ кВт}.$$

5. Нарезание резьбы М4:

1) Назначаем тип метчика по ГОСТ 3266-81:

Метчик 2621-2425.2.

2) Назначаем глубину резания t и подачу s :

$$s = P = 0,7 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

$$t = 0,75 \text{ мм};$$

$i = 6$ – число рабочих ходов.

3) Рассчитываем скорость резания v :

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_s y}} K_v, \left[\frac{\text{м}}{\text{мин}} \right];$$

где $K_v = K_{mv} K_{iv} K_{sv}$ – общий поправочный коэффициент на скорость резания;

K_{sv} – коэффициент, учитывающий способ нарезания резьбы.

Для нашего случая:

$$K_{mv} = 1;$$

$$K_{nv} = 1;$$

$$K_{cv} = 1;$$

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

$$C_v = 20;$$

$$q = 1,2;$$

$$m = 0,9;$$

$$y = 0,5;$$

$$T = 90 \text{ мин};$$

$$v = \frac{20 \cdot 4^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 0,7^{0,5}} \cdot 1 = 6,87 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

4) Рассчитываем крутящий момент $M_{кр}$:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q P^y K_p, [\text{Н} \cdot \text{м}];$$

где $K_p = K_{mp}$.

Для нашего случая:

$$K_p = 1;$$

$$C_M = 0,0022;$$

$$y = 1,7;$$

$$q = 0,71;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0022 \cdot 4^{0,71} \cdot 0,7^{1,7} \cdot 1 = 0,03 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

5) Рассчитываем мощность N :

$$N = \frac{Mn}{975}, [\text{кВт}];$$

$$N = \frac{0,03 \cdot 547}{975} = 0,02 \text{ кВт}.$$

1.12. Расчет нормы времени

Под нормированием технологических процессов понимают назначение технически обоснованных норм времени на продолжительность выполнения операций [].

Технически обоснованной нормой времени называют время выполнения технологической операции в определённых организационно – технических условиях, наиболее благоприятных для данного типа производства.

На основе технически обоснованных норм времени устанавливают расценки, определяют производительность труда, осуществляют планирование производства и т. п.

Различают следующие нормы времени:

T_0 – основное (машинное) технологическое время, мин – время затраченное резанием:

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i,$$

где L – длина обработки, мм;

S – подача, мм/об;

n – частота вращения шпинделя, мин⁻¹;

i – число рабочих ходов.

$$L = l_0 + l_1 + l_2,$$

где l_0 – длина обрабатываемой поверхности в направлении обработки, мм;

l_1 – длина врезания, мм;

l_2 – перебеги режущего инструмента, мм.

Продолжительность выполнения технологической операции, не учитывающее время на подготовку исполнителя (рабочего) к выполнению данной операции, $T_{шт}$ – штучное время, мин:

$$T_{шт} = T_0 + T_{всп} + T_{орм} + T_{отд},$$

где $T_{всп}$ – вспомогательное время, затраченное на управление станком, установку, закрепление и снятие детали, подвод и отвод режущего инструмента, измерение детали, мин;

$T_{\text{орм}}$ – время на организацию рабочего места, затраченное на смазывание станка, удаление стружки, уборку рабочего места, установку и снятие режущего инструмента, мин;

$T_{\text{отд}}$ – время на отдых, мин.

Технически обоснованная норма времени на выполнение операции, это $T_{\text{ш.к.}}$ – штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{ш.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{n},$$

где $T_{\text{п.з.}}$ – подготовительно-заключительное время, необходимое на ознакомление исполнителя с чертежом, получение консультаций у мастера, настройку станка и приспособлений. Это время распределяется не на одну деталь, а на всю партию деталей (n), подлежащих изготовлению.

Все нормы времени связаны между собой следующими приблизительными соотношениями:

$$T_0 \approx 0,65 \cdot T_{\text{ш.к.}};$$

$$T_{\text{всп}} \approx 0,18 \cdot T_{\text{ш.к.}};$$

$$\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \approx 0,03 \cdot T_{\text{ш.к.}}$$

Сокращение времени на обработку детали – $T_{\text{шт}}$ повышает производительность труда. Это сокращение возможно только за счёт уменьшения T_0 (уменьшение припусков на обработку, применение многоинструментной обработки, применение режущего инструмента повышенной стойкости и соответствующей интенсификацией режимов обработки) и $T_{\text{всп}}$ (применение станочных быстродействующих приспособлений, фасонного и комбинированного режущего инструмента, и т. п.).

Операция 020. Фрезерная.

1. Фрезерование отверстия:

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i = \frac{12}{0,08 \cdot 355} \cdot 2 = 0,85 \text{ мин},$$

при $L = l_0 + l_1 + l_2 = 10 + 2 + 0 = 12 \text{ мм}$;

$S = 0,08 \text{ мм/об}$;

$$n = 355 \text{ об/мин};$$

$$i = 2.$$

$$T_{\text{ш.к.}} = \frac{T_0}{0,65} = \frac{0,85}{0,65} = 1,31 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = 0,18 \cdot T_{\text{ш.к.}} = 0,18 \cdot 1,31 = 0,24 \text{ мин};$$

$$\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \approx 0,03 \cdot T_{\text{ш.к.}} = 0,03 \cdot 1,31 = 0,04 \text{ мин};$$

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{ш.к.}} - \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} = 1,31 - 0,04 = 1,27 \text{ мин.}$$

Пусть $T_{\text{отд}} = 0$, т.к. у работников есть время на перерыв, тогда:

$$T_{\text{орм}} = T_{\text{шт}} - T_0 - T_{\text{всп}} = 1,27 - 0,85 - 0,24 = 0,18 \text{ мин.}$$

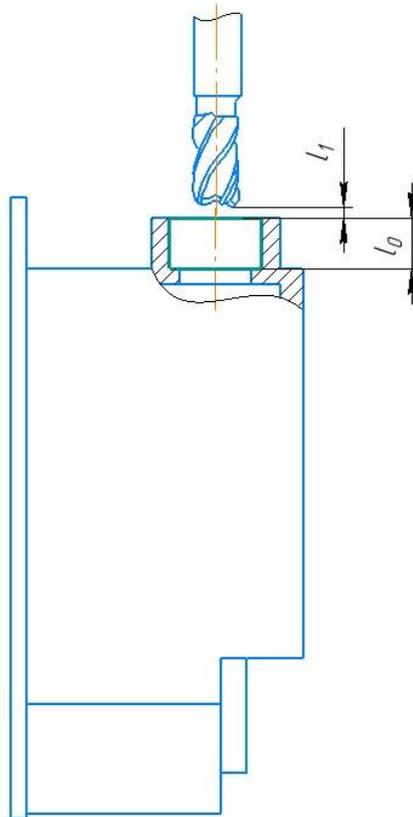


Рисунок 5 - Фрезерование отверстия

Операция 025. Фрезерная с ЧПУ.

1. Сверление 4 отверстий $\varnothing 6^{+0,3}$ мм:

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i = \frac{7,1}{0,18 \cdot 4972} \cdot 1 = 0,008 \text{ мин},$$

$$\text{при } L = l_0 + l_1 + l_2 = 3,1 + 2 + 2 = 7,1 \text{ мм};$$

$$S = 0,18 \text{ мм/об};$$

$n = 4972$ об/мин;

$i = 1$.

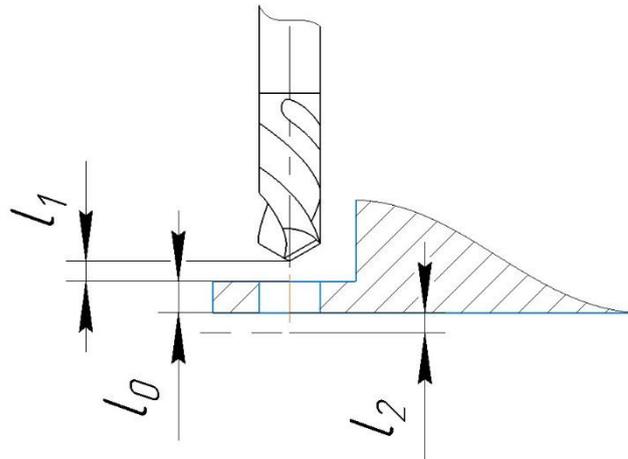


Рисунок 6 - Сверление 4 отверстий $\varnothing 6^{+0,3}$ мм

2. Сверление 4 отверстий $\varnothing 3,33^{+0,12}$ мм:

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i = \frac{12}{0,12 \cdot 10358} \cdot 4 = 0,039 \text{ мин,}$$

при $L = l_0 + l_1 + l_2 = 10 + 2 + 0 = 12$ мм;

$S = 0,12$ мм/об;

$n = 10358$ об/мин;

$i = 4$.

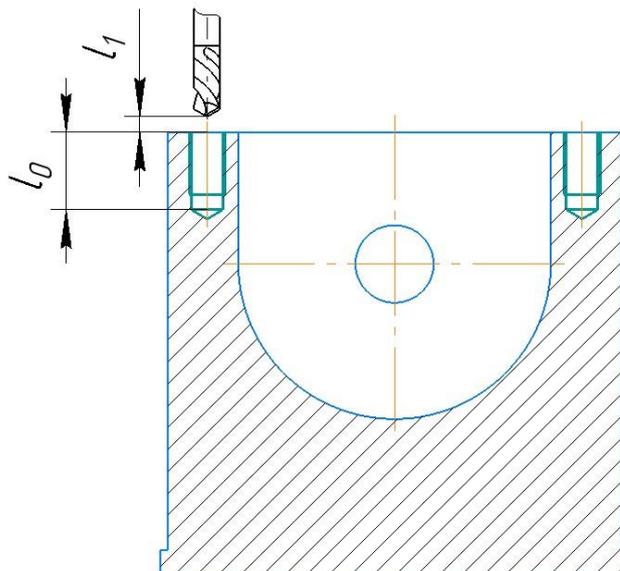


Рисунок 7 - Сверление 4 отверстий $\varnothing 3,33^{+0,12}$ мм

3. Сверление отверстия $\varnothing 13,95^{+0,3}$ мм:

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i = \frac{18}{0,27 \cdot 2119} \cdot 5 = 0,157 \text{ мин,}$$

при $L = l_0 + l_1 + l_2 = 16 + 2 + 0 = 18 \text{ мм;}$

$S = 0,27 \text{ мм/об;}$

$n = 2119 \text{ об/мин;}$

$i = 5.$

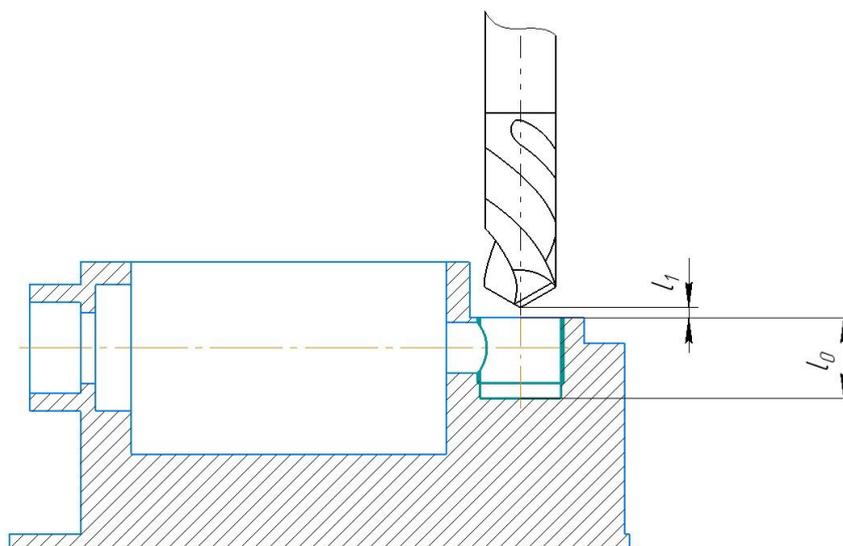


Рисунок 7 - Сверление отверстия $\varnothing 13,95^{+0,3} \text{ мм}$

4. Нарезание резьбы М16:

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i = \frac{18}{2 \cdot 137} \cdot 8 = 0,526 \text{ мин,}$$

при $L = l_0 + l_1 + l_2 = 16 + 2 + 0 = 18 \text{ мм;}$

$S = 2 \text{ мм/об;}$

$n = 137 \text{ об/мин;}$

$i = 8.$

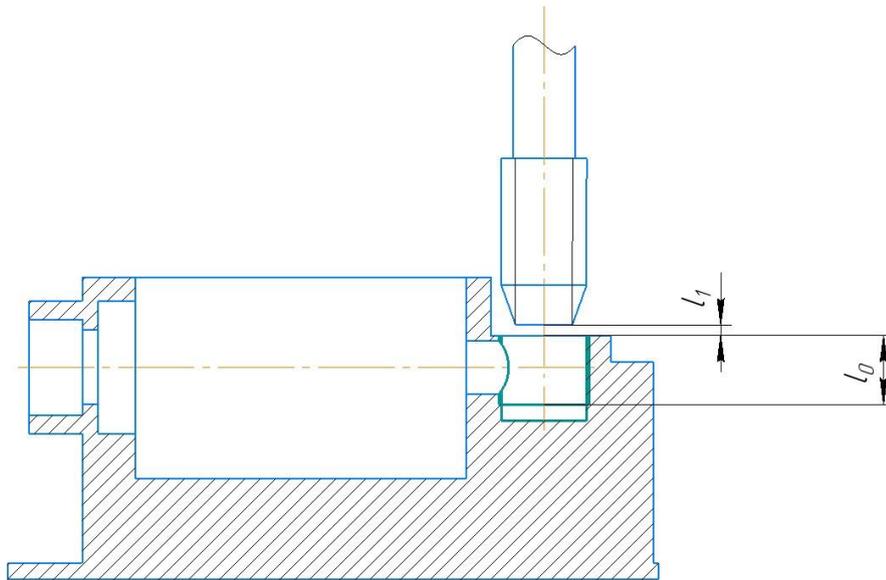


Рисунок 8 - Нарезание резьбы М16

5. Нарезание резьбы М4:

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i = \frac{10}{0,7 \cdot 547} \cdot 6 = 0,157 \text{ мин,}$$

при $L = l_0 + l_1 + l_2 = 8 + 2 + 0 = 10 \text{ мм;}$

$S = 0,7 \text{ мм/об;}$

$n = 547 \text{ об/мин;}$

$i = 6.$

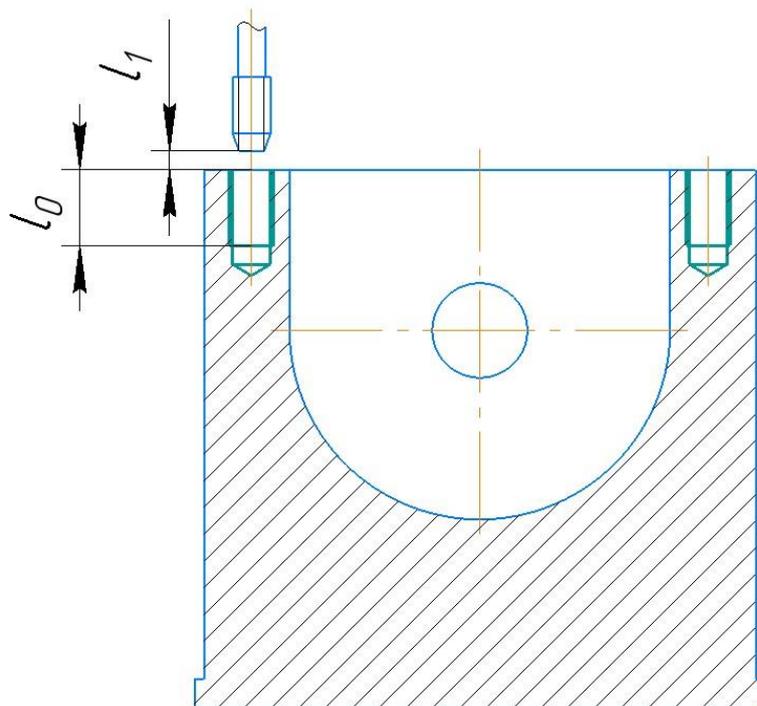


Рисунок 9 - Нарезание резьбы М4

$$T_{0_{\text{общ}}} = 0,008 + 0,039 + 0,157 + 0,526 + 0,157 = 0,887 \text{ мин};$$

$$T_{\text{ш.к.}} = \frac{T_0}{0,65} = \frac{0,887}{0,65} = 1,36 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = 0,18 \cdot T_{\text{ш.к.}} = 0,18 \cdot 1,36 = 0,245 \text{ мин};$$

$$\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \approx 0,03 \cdot T_{\text{ш.к.}} = 0,03 \cdot 1,36 = 0,041 \text{ мин};$$

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{ш.к.}} - \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} = 1,36 - 0,041 = 1,319 \text{ мин.}$$

Пусть $T_{\text{отд}} = 0$, т.к. у работников есть время на перерыв, тогда:

$$T_{\text{орм}} = T_{\text{шт}} - T_0 - T_{\text{всп}} = 1,319 - 0,887 - 0,245 = 0,187 \text{ мин.}$$

В таблице 6 приведены результаты расчета времени на изготовление детали.

Таблица 6 - Нормирование технологического процесса

№ оп.	Содержание операции	Время, мин
020	Фрезерная	
	1. Основное время	0,85
	2. Вспомогательное время	0,24
	3. Время на организацию рабочего места	0,18
	4. Время на отдых	0
	5. Штучное время	1,27
	6. Штучно-калькуляционное время	1,31
025	Фрезерная с ЧПУ	
	1. Основное время	0,887
	2. Вспомогательное время	0,245
	3. Время на организацию рабочего места	0,187
	4. Время на отдых	0
	5. Штучное время	1,319
	6. Штучно-калькуляционное время	1,36

1.13. Проектирование специального приспособления

Без применения технологической оснастки в производстве обойтись практически невозможно. Так при выполнении абсолютно любой технологической операции требуется использовать различную оснастку, например: приспособления, вспомогательные инструменты, транспортную и загрузочную оснастку и др. Причем это относится как к единичному, так и к серийному производству. Наиболее широко используемая разновидность оснастки – станочные приспособления. Их название состоит в базировании и закреплении заготовок на станках.

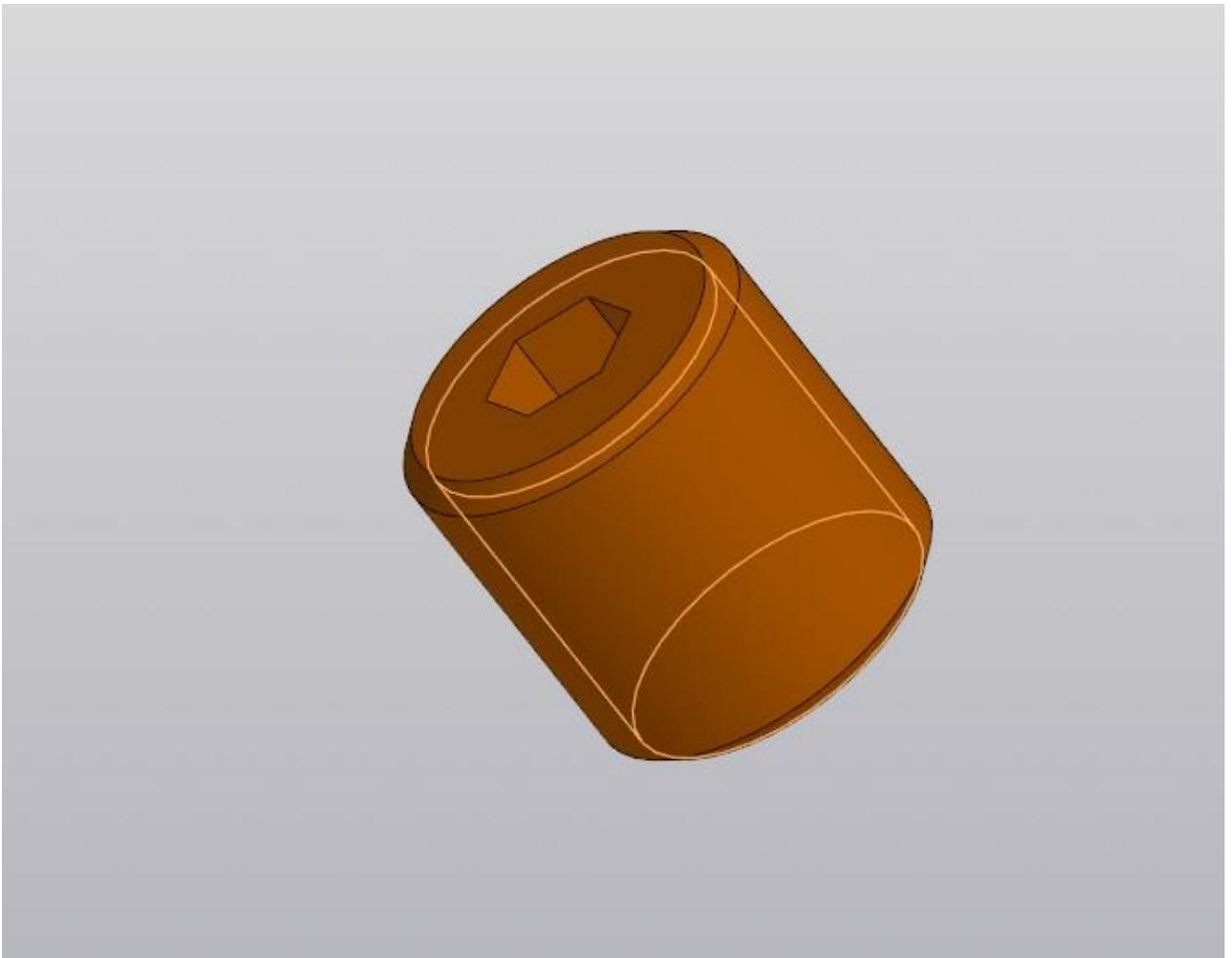


Рисунок 1 – Специальное приспособление

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
3-4А7Б		Мартынову Андрею Александровичу	
Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса выключателя универсального промышленного робота

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 разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p>Объект исследования Корпус концевого выключателя Область применения Машиностроительное производство Рабочая зона: производственное помещение Размеры помещения 150x75x7 м Количество и наименование оборудования рабочей зоны станки универсальные 6 шт., станки с ЧПУ – 6 шт. Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне разработка и изготовление детали «корпуса концевого выключателя» на станке.</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. 	<p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) ГОСТ Р ИСО 9241-2-2009. Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 2. Требования к производственному заданию. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования</p>
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Вредные факторы: повышенный уровень шума; повышенный уровень локальной вибрации статические физические перегрузки,</p>

	<p>связанные с рабочей позой.</p> <p>Опасные факторы: движущиеся твёрдые объекты, наносящие удар по телу работающего;</p> <p>опасные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могут вызвать ожоги.</p>
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	<p>Атмосфера: выделение большого количества газов (пыль, туманов масел и эмульсий)</p> <p>Гидросфера: выброс пагубных технических жидкостей (сточные воды, СОЖ)</p> <p>Литосфера: изменение ландшафта вследствие добычи сырьевых ресурсов.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	<p>Возможные ЧС: <u>разрушение зданий и сооружений производственного назначения, аварии в системах жизнеобеспечения</u></p> <p>Наиболее типичная ЧС: <u>пожар</u></p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Мартынов Андрей Александрович		

2. Социальная ответственность

Введение

Целью данной ВКР является разработка технологического процесса изготовления «корпуса выключателя универсального промышленного робота». Деталь корпус выключателя универсального промышленного робота расположена в корпусе основания руки и предназначена для ограничения углов поворота осей руки манипулятора и подачи сигнала о нулевом положении осей, а также для расположения на ней контактов замыкания. Работает в условиях частого включения и выключения вращения без применения смазки.

Важно в условиях государственной политике импортозамещения в оборонной отрасли не зависеть от комплектующих иностранных фирм. Поэтому задачей ВКР является проектирование технологического процесса, не уступающего по качеству зарубежным аналогам.

В данной работе рассмотрен цех по производству деталей. Он состоит из основного помещения на первом этаже корпуса, где располагается металлорежущие оборудование в количестве 6 универсальных станков и 6 станков с ЧПУ.

2.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Работа в цехе имеет ряд угроз для безопасности человека. Такие как быстродвижущиеся части станков, тяжелые заготовки, рабочие органы станков с большой массой и крутящим моментом, испарения от СОЖ и других лакокрасочных покрытий, постоянный шум работающего оборудования, пыль и стружка образующаяся при механообработке. Поэтому следует обеспечивать работников специальной защитой для предотвращения последствий угроз. Для безопасного перемещения по цеху необходимо отвести специальные дорожки, всех присутствующих обязать носить специальную защитную форму и обувь, а также каски, очки, респираторы и другими средствами защиты в зависимости от выполняемой сотрудником работы.

Каждому работнику должно быть предоставлено рабочее место с учётом специфики работы. Например, для работников малярного цеха необходимо оборудовать цеха усиленной вентиляцией, и респираторами для защиты дыхательных органов работников. Если это сборочное место, то оно должно быть оснащено всем необходимым для сборки инструментом, должно быть удобным, а также освещённым в зависимости от размера собираемой детали; если это место работника-токаря, то рядом должны находиться инструментальные шкафы со всем необходимым инструментом, перед станком должна быть ровная и удобная поверхность, уровень света также должен быть достаточен для работы, чтобы сотруднику не приходилось подключать другие источники света.

2.2. Производственная безопасность

Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе производства детали.

При производстве детали «Корпус» на участке цеха используется следующее оборудование: фрезерный станок, шлифовальный станок. Перечень всех опасных и вредных факторов при изготовлении детали «Корпус» приведены в таблице 7, на примере фрезерного станка с ЧПУ по ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ°.

Таблица 7 – Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «Корпус выключателя ВК-300»

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через человека	Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ
2. Повышенный уровень шума на рабочем месте	Уровень шума на рабочих местах. СН 2.2.4/2.1.8.562-96
3. Повышенный уровень вибрации	Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. СН 2.2.4/2.1.8.566-96
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
5. Отклонение показателей микроклимата	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548-96
6. Отсутствие или недостаток естественного света	Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
7. Недопустимые метеорологические условия для помещения рабочей зоны	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003

С точки зрения санитарно-гигиенических норм можно выделить следующие вредные факторы, связанные с работой на станках данного технологического процесса:

1) Загрязненность рабочей зоны мелкой стружкой и пылью обрабатываемого материала. Следствием этого может быть травма глаз и легочные заболевания (пневмокониозы), вызванные длительным воздействием пыли на органы дыхания.

2) Монотонный шум, вызванный работой станков. 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 ГОСТ 12.1.003-83. Допустимые уровни шума на рабочих местах относятся к широкополосному шуму. Источником вибраций в основном является сборочное оборудование, а причиной возникновения вибрации при работе станков являются неуравновешенные силовые воздействия.

3) Плохая освещенность. Недостаточная освещенность рабочей зоны приводит к перенапряжению органов зрения, в результате чего снижается острота зрения, и человек быстро устает. Работает менее продуктивно, возникает потенциальная опасность несчастных случаев и, кроме того, длительное, плохое освещение может привести к профессиональным заболеваниям (близорукость и др.). Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков.

4) Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей.

5) Активную роль на безопасность работы оказывает вентиляция и отопление. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 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 8.

Таблица 8 – Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха

Категория работы	Период года	Температура, °С		Относительная влажность, °		Скорость воздуха, м/с	
		Оптим.	Допуст.	Оптим.	Допуст.	Оптимал.	Допуст.
Средней тяжести, Па	Холодный	18-20	17-23	40-60	не более 75	не более 0,2	не более 0,3
	Тёплый	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

Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

В качестве мероприятий по снижению опасных и вредных факторов при производстве детали «Корпус» предлагается использовать:

1) Ограждение опасных зон: движущихся частей станков и механизмов, режущих инструментов, обрабатываемого материала, токоведущих частей электрооборудования, зоны выделения стружки.

2) Применение предохранительных устройств: от перегрузки станка, от перехода движущихся узлов за установленные пределы, от внезапного падения или повышения напряжения электрического тока.

3) Использование системы дистанционного управления: управление станком осуществляется с помощью стойки ЧПУ, которая включает в себя клавиатуру для ввода команд и дисплей. Стойка ЧПУ расположена вне опасной зоны станка.

4) Использование сигнализации безопасности: цветовой и знаковой. Отключающие устройства станка, в том числе аварийные, окрашены в красный сигнальный цвет. При нарушении технологического процесса на станке предусмотрены сигнальные лампы, окрашенные в красный цвет. Открытые и не

полностью закрытые движущиеся части оборудования окрашены в желтый цвет. На шкафах с электрооборудованием станка нанесен знак «Осторожно! Электрическое напряжение».

5) Применение расстояния и габаритных размеров безопасности:

габаритные размеры рабочих мест, безопасные расстояния между станками и элементами производственного помещения, габаритные размеры, габаритные размеры подвеса электрических проводов.

6) Использование средств индивидуальной защиты: очки, спец.одежда, головные уборы, специальная обувь.

7) Применение профилактических испытаний станка и его узлов: на механическую прочность, на электрическую проводимость, на надёжность срабатывания предохранительных устройств-блокировок.

8) Использование и применение специальных средств обеспечения безопасности: защитное контурное заземление $R_3 \leq 4$ Ом, средства дробления сливной стружки в процессе резания, искусственное освещение станков, ограничители шума УЗД=97дБА, ПДУ=80дБА и вибрации $f=18$ Гц, ПДУ=92дБ, манипуляторы с программным управлением.

9) Необходимой мерой безопасности является освещение в соответствии с требованиями норм и правил СНиП 23-05-95 для общего освещения производственных помещений механических цехов рекомендуется применять общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 400 лк согласно СНиП II – 4 – 95. В нашем случае освещенность цеха комбинированная – сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение.

2.3. Экологическая безопасность

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

При обработке деталей на металлорежущих станках от 15 до 70% массы заготовки превращается в металлическую стружку, поэтому возникает важная проблема уборки стружки от станков и последующей ее утилизации и переработки. Обрабатываемая деталь «Корпус» изготовлена из стали, стружка после обработки идет на переработку.

Также огромное значение имеет очистка вентиляционных выбросов от механических примесей. Это происходит аппаратами мокрого и сухого пылеулавливания, волокнистыми фильтрами и электрофильтрами.

Очистку и обезвреживание газовых составляющих выбросов производства осуществляют конденсационным методом, заключающимся в охлаждении паровоздушной смеси ниже точки росы в специальных теплообменниках – конденсаторах.

Защита от тончайшей пыли и металлоабразивной стружки, а также от выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами, воздухоборниками, отсосами. Воздух, проходя через многочисленные фильтры, очищается, а пыль и грязь поступает в отходы.

Загрязнение водных ресурсов металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. Такая чистка производится на специальном месте оборудованном стоком с фильтрами, задерживающими грязь, масла, кислоты.

На предприятиях машиностроительной промышленности очистка сточных вод осуществляется, как правило, в отстойниках, шлако-накопителях, нефте- и маслотовушках. Очищенные воды в большинстве случаев используются в системах оборотного водоснабжения. При этом вода основного источника или из других циклов водопользования идёт на компенсацию потерь оборотной воды.

2.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным ситуациям техногенного характера может быть выделено возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием. Поэтому следует:

В качестве профилактических мероприятий на участке используются:

- правильная эксплуатация машин, правильное содержание территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
- соблюдение противопожарных правил, норм при устройстве оборудования, отопления, освещения, правильное размещение оборудования;
- запрещение курения в неустановленных местах, проведения сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях;
- своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования.
- применение автоматических средств обнаружения пожаров;
- повышение огнестойкости зданий и сооружений путём облицовки или оштукатуривания металлических конструкций.
- в доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации.
- обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации.
- система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

Для обеспечения тушения пожара в начальной стадии его возникновения используется система пожарных водопроводов и аппараты пожаротушения (смонтированные в зданиях стационарные установки, предназначенные для тушения пожара без участия людей, и огнетушители - пенные ОХВП-10 и углекислотные ОУ-2 по одному на каждые 700 м² площади, ящики с песком 1-ин на

500м² площади). Для обеспечения безопасности людей при пожарах в производственных помещениях предусматриваются пути эвакуации и устройства для удаления из помещений дыма (дымовые люки и т. п.)

Заключение

В данной главе было рассмотрено влияние вредных (шум, вибрация, микроклимат, вредные вещества, производственное освещение) и опасных (электро- и пожаробезопасность) факторов на состояние рабочего персонала.

Цех относится ко второму классу электробезопасности – опасные помещения по электробезопасности и к категории «В» по пожарной и взрывопожарной опасности.

Согласно СанПиН 1.2.3685-21, рассматриваемый вид работ на станке в производственном помещении относится к классу IIa (средней тяжести физические работы);

Персонал имеет II группу по электробезопасности.

Выполняемая работа не оказывает существенного негативного воздействия на окружающую среду и подпадает под критерии отнесения объектов, оказывающие незначительное негативное воздействие на окружающую среду, - объекты III категории.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-4А7Б	Мартынову Андрею Александровичу

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материалов, оборудования определена в соответствии со среднерыночными ценами Томской области.</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Районный коэффициент – 1,3. Накладные расходы 16%.</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Страховые взносы 30,2%.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Проведение предпроектного анализа.</i>
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Составление плана реализации проекта. Построение графика Ганта. Формирование бюджета проекта.</i>
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет экономической эффективности.</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<i>1. Матрица SWOT</i>	
<i>2. График проведения НИ</i>	

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Мартынов Андрей Александрович		

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на разработку технологического процесса, а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы. Раздел должен быть завершен комплексной оценкой научно-технического уровня ВКР на основе экспертных данных.

3.1. Предпроектный анализ

3.1.1. SWOT-анализ

SWOT-анализ является инструментом стратегического менеджмента. Представляет собой комплексное исследование технического проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Применительно к проекту по разработке детали «корпуса выключателя универсального промышленного робота», SWOT-анализ позволит оценить положительные и отрицательные стороны проекта.

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, которая помогает выявить соответствия слабых и сильных сторон проекта, а также их возможности и угрозы.

При составлении матрицы SWOT-анализа стоит использовать следующие обозначения: С – сильные стороны проекта; Сл – слабые стороны проекта; В – возможности; У – угрозы.

Матрица SWOT приведена в таблице 9.

Таблица 9 - Матрица SWOT-анализа технического проекта

	Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
	С1. Наличие бюджетного финансирования;	Сл1. Быстрое развитие новых технологий;
	С2. Наличие опытного руководителя;	Сл2. Высокая стоимость оборудования;
	С3. Использование современного оборудования;	Сл3. Не проработаны вопросы выхода на рынок
	С4. Наличие современного программного продукта;	Сл4. Отсутствие квалифицированного персонала.
	С5. Использование CAD-CAMCAE систем;	
	С6. Актуальность проекта	

<p>Возможности:</p> <p>В1. Изготовление детали на любом предприятии;</p> <p>В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Появление новых технологий</p> <p>У2. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.</p>		- Расширение области применения за счет развития новых технологий

Таблица 10 – Связь сильных сторон с возможностями

	С1	С2	С3	С4	С5	С6
В1	-	+	+	+	+	+
В1	+	+	+	+	+	+

Таблица 11 – Связь слабых сторон с возможностями

	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
В1	-	-	-	+
В2	+	-	+	-

Таблица 12 – Связь сильных сторон с угрозами

	С1	С2	С3	С4	С5	С6
У1	-	-	-	+	+	+
У1	+	-	-	-	-	+

Таблица 13 – Связь слабых сторон с угрозами

	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
У1	+	+	+	+

У2	-	+	-	-
----	---	---	---	---

Таблица 14 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
	<p>С1. Наличие бюджетного финансирования;</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя;</p> <p>С3. Использование современного оборудования;</p> <p>С4. Наличие современного программного продукта;</p> <p>С5. Использование CAD-CAM/CAE систем;</p> <p>С6. Актуальность проекта</p>	<p>Сл1. Быстрое развитие новых технологий;</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования;</p> <p>Сл3. Не проработаны вопросы выхода на рынок</p> <p>Сл4. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Изготовление детали на любом предприятии;</p> <p>В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов резанием;</p> <p>- При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.</p>	<p>- Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование;</p> <p>-Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Появление новых технологий</p> <p>У2. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.</p>	<p>- Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.</p>	<p>- Расширение области применения за счет развития новых технологий</p>

По результатам интерактивных матриц, приведенных в ниже, видно, что самой сильной стороной проекта является использование современного оборудования. Кроме того, при наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами. Угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

3.2. Анализ конкурентных технических решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали.

Таблица 15 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	$B_{\kappa 1}$	$B_{\kappa 2}$	K_{ϕ}	$K_{\kappa 1}$	$K_{\kappa 2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Производительность	0,01	2	1	1	0,12	0,01	0,01
2. Удобство в эксплуатации	0,2	5	3	4	1	0,6	0,8
3. Износостойкость	0,02	2	1	1	0,04	0,02	0,02
4. Простота конструкции	0,36	3	1	3	0,4	0,1	0,3
5. Универсальность	0,14	5	5	4	0,7	0,7	0,56
6. Срок службы	0,1	5	2	4	0,4	0,2	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,01	3	2	2	0,02	0,01	0,02
2. Предполагаемый срок	0,1	5	3	2	0,3	0,3	0,2
3. Затраты на ремонт	0,06	5	4	3	0,3	0,24	0,18
Итого	1	35	22	24	3,28	2,18	2,49

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таким образом, на основании таблицы 1 можно сделать вывод, что разработанный в ходе исследовательской работы технологический процесс ($K=3,28$) может составить конкуренцию уже имеющимся на российском рынке производителям.

3.3. Планирование научно–исследовательских работ

3.3.1. Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Так как число исполнителей редко превышает двух (степень распараллеливания всего комплекса работ незначительна) в большинстве случаев предпочтительным является линейный график. Для его построения хронологически упорядоченные вышеуказанные данные должны быть сведены в таблицу 16.

Таблица 16 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение плана работ	НР, И	НР – 100% И – 5%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 20% И – 100%
Составление и согласование технологического маршрута	НР, И	НР – 40% И – 100%
Выбор средств технологического обеспечения	НР, И	НР – 15% И – 100%

Выбор и расчет режимов резания	И	И – 100%
Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ	И	И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Выбор средства технологического обеспечения	НР, И	НР – 20% И – 100%
Расчет средства технологического обеспечения	И	И – 100%
Оформление комплекта технологической документации	И	И – 100%
Расчет социальной ответственности	И	И – 100%
Расчет финансового менеджмента	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

3.3.2. Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов, что в свою очередь обусловлено их высокой повторяемостью в устойчивой обстановке. Так как исполнитель работы зачастую не располагает соответствующими нормативами,

то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Аналоговый способ привлекает внешней простотой и около нулевыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исполнителя НИР не

устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы).

Экспертный способ используется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется по усмотрению исполнителя одна из двух формул.

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (1.1.-A)$$

$$t_{ож} = \frac{t_{min} + 4 \cdot t_{prob} + t_{max}}{6}, \quad (1.1.-Б)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

t_{prob} – наиболее вероятная продолжительность работы, дн.

Вторая формула дает более надежные оценки, но предполагает большую «нагрузку» на экспертов.

Для выполнения перечисленных в таблице работ требуются специалисты:

- инженер – в его роли действует исполнитель НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{д},$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{\text{вн}} = 1$;

$K_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{\text{д}} = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{\text{КД}} = T_{\text{РД}} \cdot T_{\text{К}},$$

где $T_{\text{КД}}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{\text{К}}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_{\text{К}} = \frac{T_{\text{КАЛ}}}{T_{\text{КАЛ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}}$$

где $T_{\text{КАЛ}}$ – календарные дни ($T_{\text{КАЛ}} = 365$);

$T_{\text{ВД}}$ – выходные дни ($T_{\text{ВД}} = 52$);

$T_{\text{ПД}}$ – праздничные дни ($T_{\text{ПД}} = 10$).

$$T_{\text{К}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,2052$$

В таблице 17 приведен пример определения продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. В столбцах (3–5) реализован экспертный способ по формуле (1.1-а), при использовании формулы (1.1-б) необходимо вставить в таблицу дополнительный столбец для t_{prob} . Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента $K_{\text{д}} = 1,2$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{\text{ож}} * K_{\text{д}}$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на $T_{\text{К}}$ (здесь оно равно 1,212). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для

каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут
использованы для

определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям Т_{КД} (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта – см. пример в табл. 17.

Таблица 17 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел. - дн.			
		t		to	Трд		Ткд	
		min	max	ж	Р	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	1	4	2,2	,64	-	3,181	-
Составление и утверждение плана работ	НР, И	2	6	3,6	,32	16	5,205	0,26028
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	1	1	1	3	15,	3,817	19,0872
Составление и согласование технологического маршрута	НР, И	3	8	5	,4	6	2,892	7,23
Выбор средств технологического обеспечения	НР, И	2	6	3,6	,648	2	0,780	5,2056
Выбор и расчет режимов резания	И	2	4	2,8	-	3,3	-	4,0488
Оформление графического материала	И	3	8	5	-	6	-	7,23
Выбор средства технологического обеспечения	НР, И	4	6	4,8	,152	6	1,388	6,9408
Расчет средства технологического обеспечения	И	1	6	3	-	3,6	-	4,338

Оформление технологической документации	И	3	6	4, 2	-	4	5,0	-	6,0732
Расчет социальной ответственности	И	2	6	3, 6	-	2	4,3	-	5,2056
Расчет финансового менеджмента	И	3	6	4, 2	-	4	5,0	-	6,0732
Подведение итогов	И ИР,	2	6	3, 6	2 ,592	2	4,3	3,123 36	5,2056
Итого:				5 8,8	1 6,92		63, 816	20,38 86	76,8982 8

Таблица 18 – Линейный график работ

Этап	P	H	И	Февраль			Март			Апрель			Май			
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	00	10	1
1	,0488	4	-													
2	,9408	6	0													
3	,4704	3	1													
4	,23904	3	8													
5	,04112	1	6													
6		-	4													
8		-	8													
9	,38816	1	6													
0		-	5													
1		-	5													

2	1	-	5															
		,2056																
3	1	-	6															
		,0732																
4	1	3	5															
		,12336	,2056															

- HP

- И

3.4. Бюджет затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

3.4.1. Расчет материальных затрат

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того, статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Приблизительно они оцениваются в процентах к отпускной цене закупаемых

материалов, как правило, это $5 \div 20$ %. Исполнитель работы самостоятельно выбирает их величину в указанных границах.

Таблица 19 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб	Кол - во	Сумма, руб.
Лицензия КОМПАС – 3Dv17.1 НОМЕ (1 год)	1500	1	1500
Итого:			1884

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны:

$$C_{\text{мат}} = 1500 + 5\% = 1575 \text{ руб.}$$

3.4.2. Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Оклад инженера принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в организации, где исполнитель проходил преддипломную практику. При отсутствии такового берется оклад инженера собственной кафедры (лаборатории).

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO / 25,083,$$

учитывающей, что в году 299 рабочих дня и, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Расчет затрат на полную заработную плату приведем в виде таблицы 20. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 8. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ПР}} = 0,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 0,118$; $K_p = 1,3$ [].

Расчет заработной платы представим в виде таблицы:

Таблица 20 – Затраты на заработную плату

Исполнители	Оклад, руб./мес.	ЗП _{дн}	К _{пр}	К _д	К _р	Т _{рд}	ЗП _{осн} , руб
Руководитель	23881,6	1404,8	0,1	0,118	1,3	17	59656,5
Инженер	67328	1052	0,1	0,118	1,3	64	230282,3
Итого							91209,6

3.4.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые взносы)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}),$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). В 2022 году равен 30,2%.

Расчет отчислений во внебюджетные фонды представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель	23 881,6	3 582
Исполнитель	67 328	10 099
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30,2	30,2
Итого:	27 545	4 131,6

3.4.4. Расчет амортизационных отчислений

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта. Используется формула:

$$C_{AM} = \frac{N_A \cdot Ц_{ОБ} \cdot t_{рф} \cdot n}{F_D},$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{ОБ}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку C_{AM} . Например, для ПК в 2022 г. (299 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять $F_D = 299 \cdot 8 = 2392$ часа;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта [];

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Для определения N_A следует обратиться к приложению 1, содержащему фрагменты из постановления правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». Оно позволяет получить рамочные значения сроков амортизации (полезного использования) оборудования $\equiv SA$. Например, для ПК это $2 \div 3$ года. Необходимо задать конкретное значение SA из указанного интервала, например, 2,5 года. Далее определяется N_A как величина обратная SA , в данном случае это $1 : 2,5 = 0,4$.

Стоимость ПК 40000 руб., время использования 592 часа, тогда для него

$$C_{AM} = \frac{0,4 \cdot 40000 \cdot 592 \cdot 1}{1884} = 5027,601 \text{ руб. (начисленная амортизация).}$$

3.4.5. Накладные расходы

В статье «Накладные расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.:

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{внеб.}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,1.$$

Для нашего примера это:

$$C_{\text{проч.}} = (1575 + 91209,6 + 31676,6 + 5027,601) \cdot 0,1 = 12\,948, \text{ руб.}$$

3.4.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 22.

Таблица 22 – Бюджет затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты	1 575
Амортизационные отчисления	5 027,6
Основная заработная плата	91 209,6
Дополнительная заработная плата	13 681
Страховые взносы	31 676,6
Накладные расходы	12 948
Итого	156 117

3.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей) финансовой, бюджетной, экономической эффективности исследования

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в ходе оценки бюджета затрат вариантов исполнения научного исследования.

Интегральный финансовый показатель разработки находится по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{мах}}},$$

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

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

$\Phi_{\text{мах}}$ – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Так как суммы всех вариантов равны, то интегральные финансовые показатели одинаковые: Для 1-го варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = I_{\text{финр}}^{\text{исп.}3} = \frac{334881}{334881} = 1.$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки. Интегральный показатель ресурсоэффективности определяется по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – балльная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 23.

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

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{\text{р-исп.}i}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}}.$$

Таблица 23 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Критерии				

Повышение производительности труда пользователя	0,2	5	4	3
Удобство эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	4	4
Энергоэкономичность	0,15	4	4	4
Надежность	0,2	5	3	3
Безопасность	0,15	4	3	3
Простота эксплуатации	0,15	4	3	4
ИТОГО	1	4,4	3,5	3,45

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{4,4}{1} = 4,4,$$

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{3,5}{1} = 3,5,$$

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{3,45}{1} = 3,45.$$

Из расчетов видно, что наиболее целесообразный вариант проекта разработки НТИ произведен в первом исполнении.

Сравнительная эффективность проекта (Эср):

Исходя из полученных данных, наиболее эффективным оказалась разработка под исполнением №1.

Таблица 24 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Интегральный финансовый показатель разработки	1	1	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	3,5	3,45
Интегральный показатель эффективности	4,4	3,5	3,45
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,26	0,99	1,28

Заключение

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были оценены экономические «Щит подшипниковый». Выявлены потенциальные потребители, конкуренты технических решений. В роли потребителей выступают машиностроительные предприятия, оборудование которых позволяет производить обработку металлов. В ходе SWOT-анализа выявлено, что основной угрозой можно обозначить: Расширение области применения за счет развития новых технологий. Подсчёт затрат на разработку позволяет заключить, что основной статьёй расходов в научно-исследовательской работе является заработная плата исполнителей: основная – 91 209,6 руб., дополнительная – 13 681 руб. На втором месте страховые взносы – 31 676,6 руб. Общий бюджет разработки составил 156 117 руб. Так же оценена экономическая эффективность разработки. Разрабатываемая технология по сравнительному показателю эффективности превосходит аналогичные технологии за счёт меньшей стоимости.

Список использованных источников

1. Алюминий АЛ4 // Центральный металлический портал Российской Федерации URL: http://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/sti/LC59-1 (дата обращения: 29.02.2020).
2. Барановский Ю.В. (Ред.) Режимы резания металлов. Каталог. Эд. 3. Перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1972. - 408 с.: с ил.
3. Гибкие производственные комплексы / Под ред. Беялин и В.А. Лещенко. - М.: Машиностроение, 1984. - 384 с.
4. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: учеб. - Томск: Изд-во ТПУ, 2003. - 324 с.
5. Общие нормы машиностроения на непроизводительное время, на обслуживание на рабочем месте и до и после работы на отрезных станках. Мелкосерийное и единичное производство. Дифференцированное / Центральное бюро производственных норм труда при НИИ труда Государственного комитета Совета Министров СССР по труду и заработной плате; ред., Р. И. Хисин. - Москва: Машиностроение, 1964. - 396 с.: с ил. + табл.- Приложения: с. 194-393.
6. Редакционные пособия [Электронный ресурс] - режим доступа: http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KOVN/academic/Tab3/7_raschet_pri_puskov_VN_rusPDF.pdf (дата обращения: 16.04.2022)
7. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа конструкторских изделий: учебник / В. Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во ТПУ, 2011. - 80с.
8. Справочный технолог Инженер-механик. За 1 час об. Опубликовано А.Г. Косилова и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., - М.: Машиностроение, 1985. - 496с.

9. Справочный технолог Инженер-механик. В 2-х часовом томе. Опубликовано А.Г. Косилова и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., - М.: Машиностроение, 1985. - 496с.
10. Схиртладзе А.Г., Пучков В.П. Н. М. Проектирование технологических процессов в машиностроении: учебник / А. Г. Схиртладзе, В. П. Пучков, Н. М. Приз. — Старый Оскол: ТНТ, 2011. — 408 с.
11. Фрезерный обрабатывающий центр // Каталог станков URL: <http://stanki-katalog.ru/FRtgTTR.html> (дата обращения: 16.04.2022).
12. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях (с Поправкой) официальное издание М.: Стандартиформ, 2013 г.
13. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности Официальное издание. М.: Стандартиформ, 2015 г.
14. Обеспечение пожарной безопасности на предприятиях // Библиотека технической литературы URL: <http://delta-grup.ru/bibliot/32/68.htm> (дата обращения: 25.05.19).
15. Инструкция о действиях работников в случае возникновения пожара // Аудит Пожарной Безопасности URL: <http://pozhaudit.ru/useful179.html> (дата обращения: 25.05.19).
16. Лабораторный практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей: учебное пособие/ Ю.А. Амелькович, Ю.В. Анищенко, А.Н. Вторушина, М.В. Гуляев, М.Э. Гусельников, А.Г. Дашковский, Т.А. Задорожная, В.Н. Извеков, А.Г. Кагиров, К.М. Костырев, В.Ф. Панин, А.М. Плахов, С.В. Романенко. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010.
17. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация Официальное издание. М.: Стандартиформ, 2016 год

Лист №

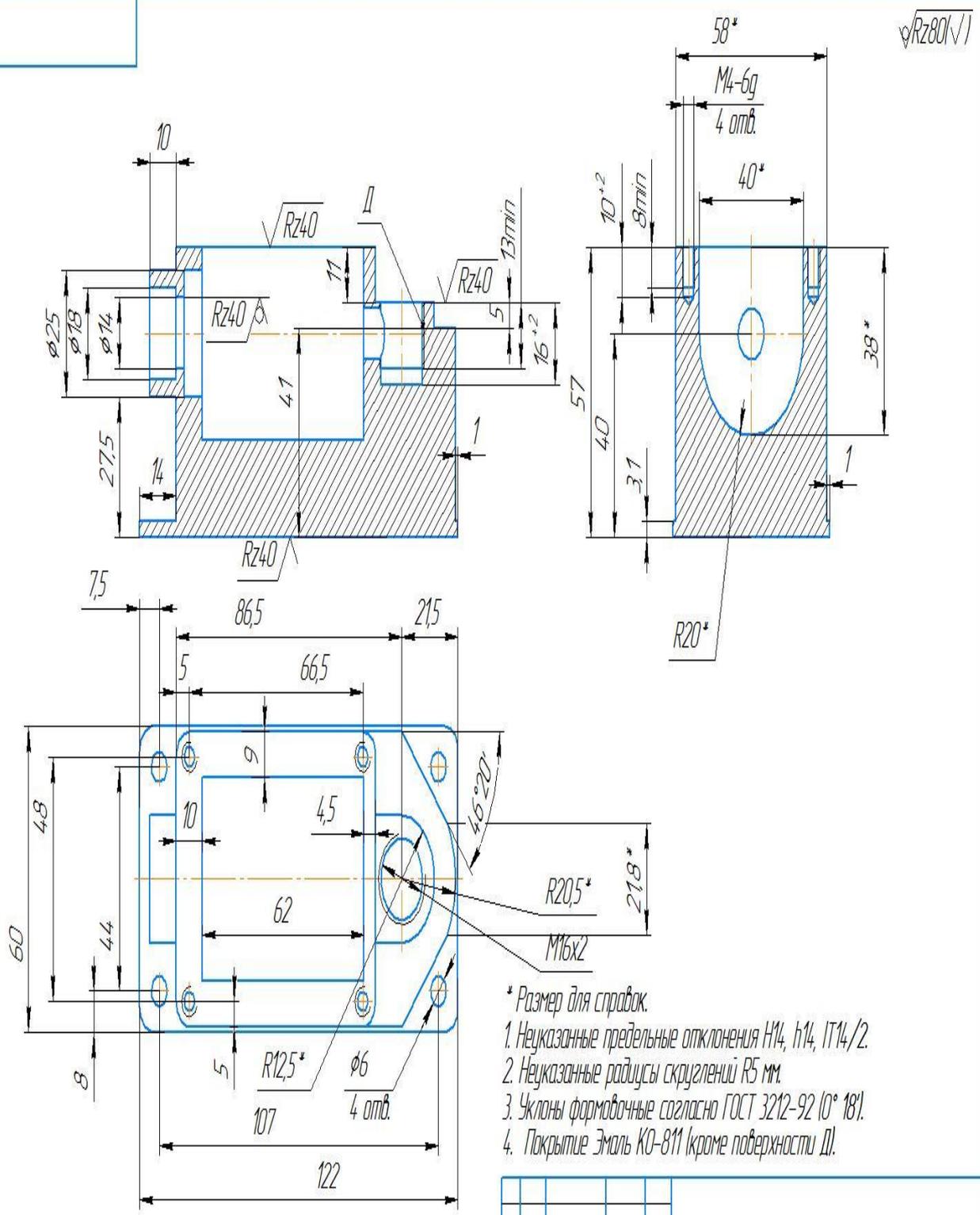
Сторона №

Лист и дата

Взам. инв. № Инв. № докум. Лист и дата

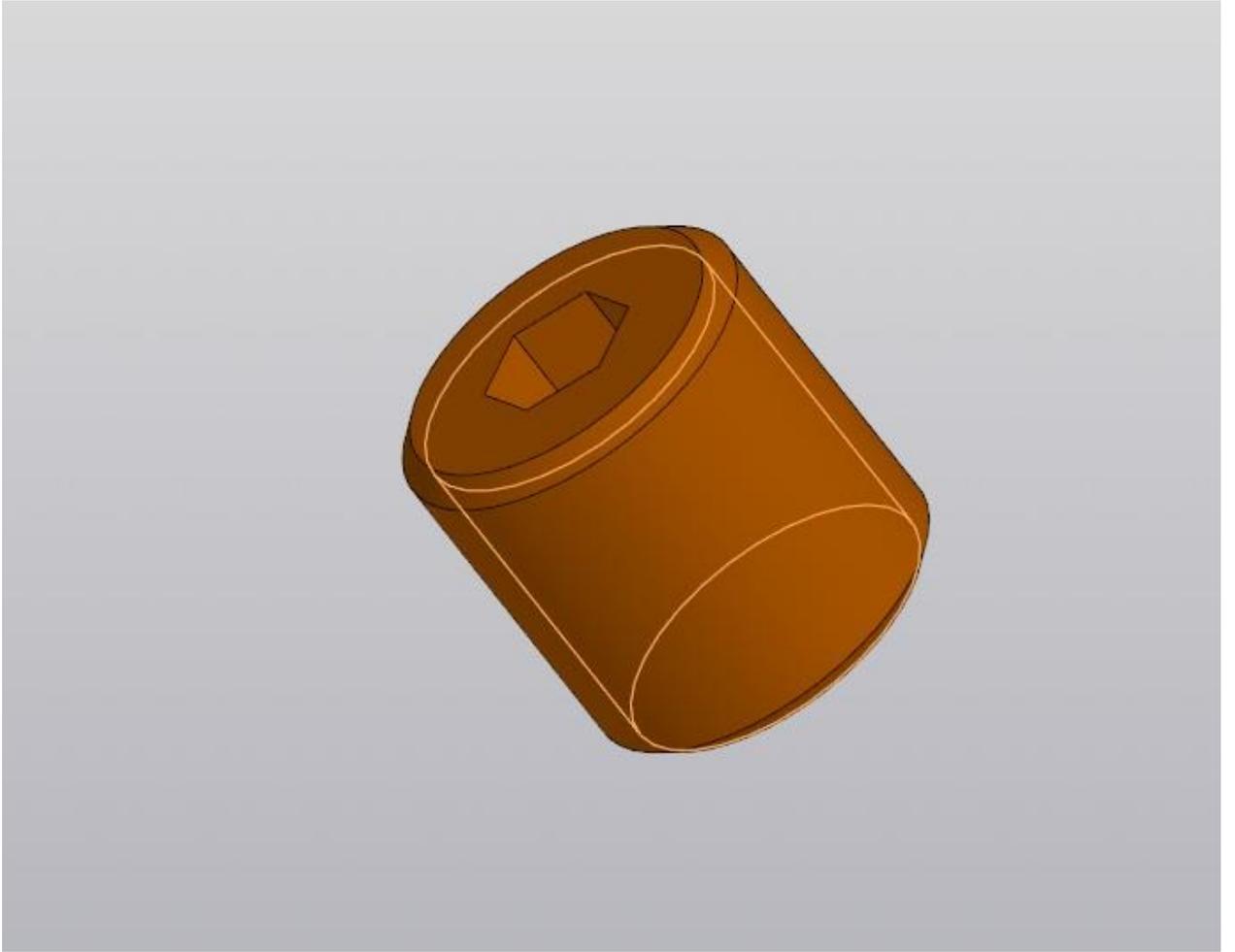
Лист и дата

Инв. № докум.



- * Размер для справок.
1. Неуказанные предельные отклонения Н14, н14, IT14/2.
 2. Неуказанные радиусы скруглений R5 мм.
 3. Уклоны формовочные согласно ГОСТ 3212-92 (0° 18').
 4. Покрытие Эмаль КО-811 (кроме поверхности II).

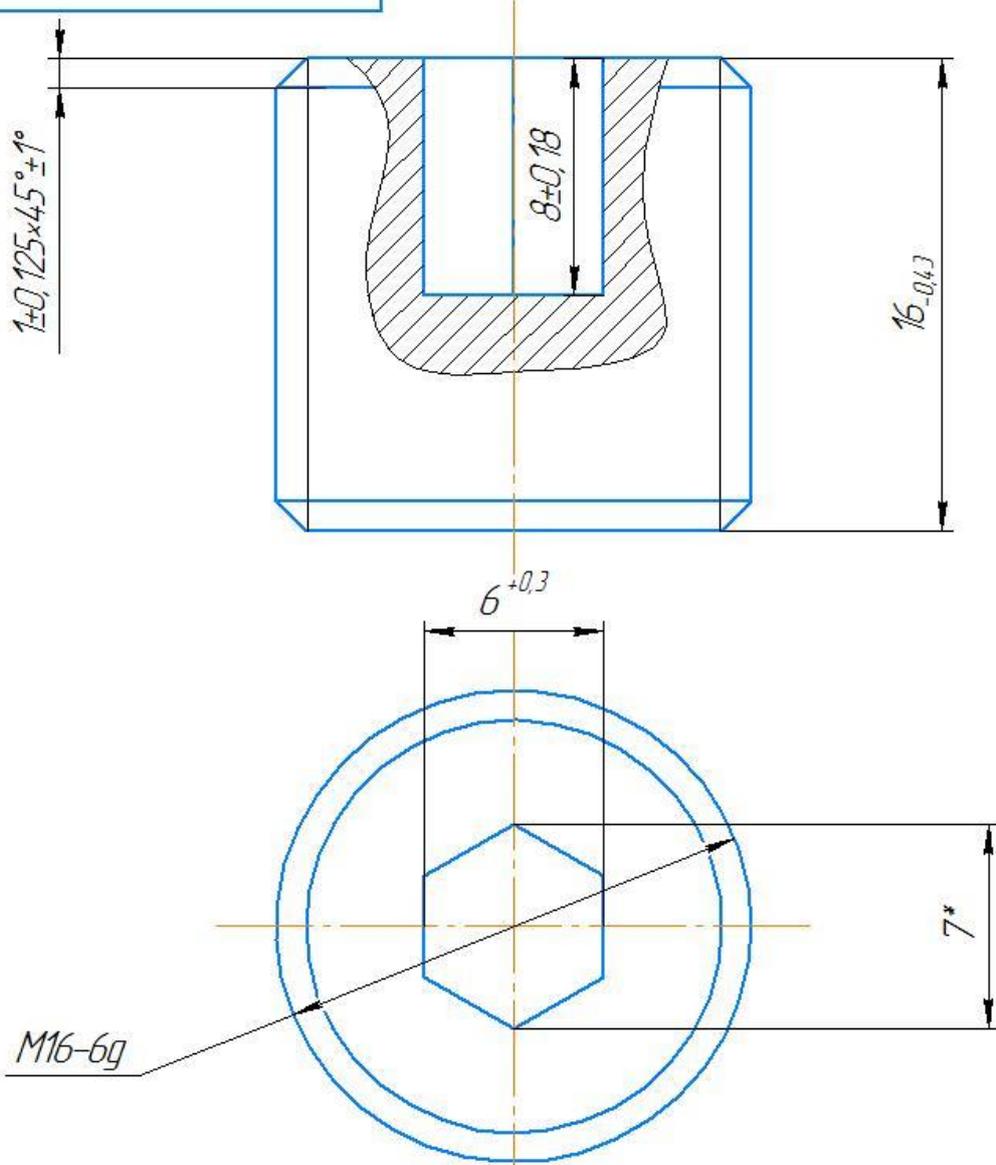
Изм.	Лист	№ докум.	Лист	Дата	Лист	Масса	Масштаб
	4				1	1,78	1:1
Разработ.					Лист	Листов	1
Проб.							
Т.контр.							
И.контр.							
Утв.							
Корпус					А/Л4 ГОСТ 1583-93		
Копирован					Формат А3		



ИШНПТ-3-4А75.00.00.00.000

Перв. примен.

Справ. №



* Размер для справок

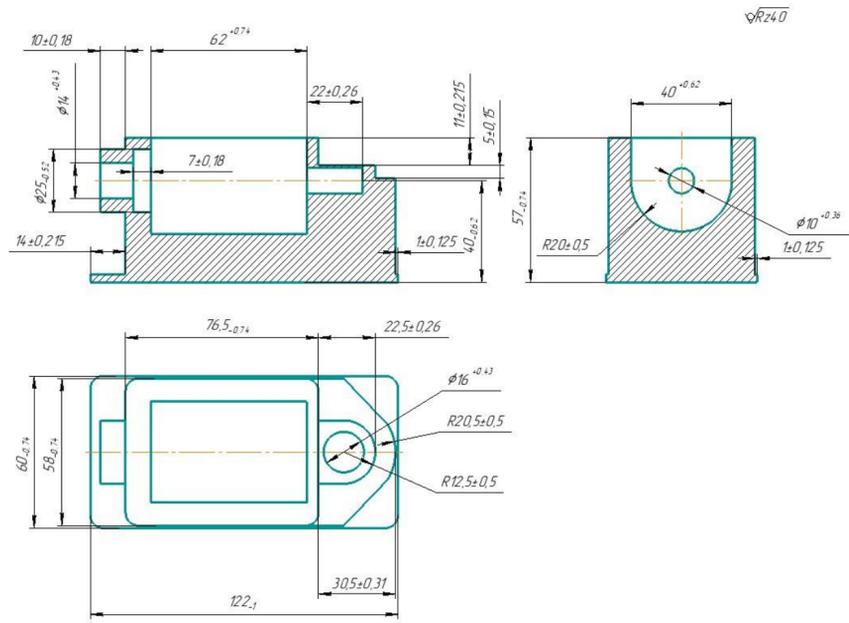
1. Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, остальных ±IT14/2.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ-3-4А75.00.00.00.000		
Разраб.		Мартьянов А. А.		10.06			
Пров.		Сижора Е. А.			4	0,02	5:1
Т.контр.					Лист	Листов 1	
Н.контр.					Сталь 10 ГОСТ 1050-2013		ТПУ
Утв.							ИШНПТ
							3-4А75

Копировал

Формат А4

Дубл.												
Взам.												
Подп.												
									1	1		
Разраб.	Мартынов А.			НИ ТПУ	ИШНПТ-ОМШ.00.00.00				ИШНПТ 3-4А7Б			
Провер.	Сикора Е. А.											
				Корпус выключателя ВК-300							005	
	Сикора Е. А.											



КЭ	Карта эскизов									1
----	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	---

Дубл.												
Взам.												
Подп.												
									1	1		
Разраб.	Мартынов А.			НИ ТПУ	ИШНПТ-ОМШ.00.00.00				ИШНПТ 3-4А7Б			
Провер.	Сикора Е. А.											
				Корпус выключателя ВК-300					1	005		
	Сикора Е. А.											

Наименование операции	Материал	Твердос	ЕВ	МЛ	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Заготовительная	Ал4 ГОСТ 1583-93	70 НВ	кг	1,76	122x60	1	1
Оборудование, устройство	Обозначение	T _о	T _в	T _{п.з}	T _{шт}	СОЖ	
Вибропрессовочная формовочная машина		0.039	0.011	0.001	0.058	TV 0258-017-	
Содержание перехода		ПИ	Д или В	L	T	i	S
1. Отлить заготовку в песчано-глинистую форму согласно эскизу.							

ОК	Операционная карта									2
----	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	---

Дубл.												
Взам.												
Подп.												
									1	1		
Разраб.	Мартынов А.			НИ ТПУ	ИШНПТ-ОМШ.00.00.00				ИШНПТ 3-4А7Б			
Провер.	Сикора Е. А.											
				Корпус выключателя ВК-300							02	
	Сикора Е. А.											

8	
ОК	Операционная карта

