



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

Институт Юргинский технологический

Направление подготовки Машиностроение

ООП Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления оправки шлифовальной

УДК: 621.922-229.329

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А91	Исмаев Достон Мусурманкул угли		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Проскоков А.В.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лизунков В.Г.	к. пед. наук., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Директор ЮТИ	Солодский С.А.	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств, доцент	Сапрыкина Н.А.	К.т.н., доцент		

Юрга – 2023 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код Компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У) -10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

Профессиональные компетенции	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-12	Способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-14	Способностью 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)-15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	Умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции



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

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
ООП Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Сапрыкина Н.А.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

Группа	ФИО
10A91	Исмаев Достон Мусурманкул угли

Тема работы:

«Разработка технологического процесса изготовления оправки шлифовальной»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.05.2023г. № 132-41/с

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (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.).	1. Рабочий чертеж оправки шлифовальной 2. Служебное назначение детали. 3. Программа выпуска 2000 деталей в год.
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке (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).	1. Аналитический обзор по теме ВКР. 2. Разработка технологического процесса изготовления оправки шлифовальной. 3. Конструирование приспособления. Расчет требуемого количества оборудования и рабочих. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 5. Социальная ответственность.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Чертеж детали и размерный анализ (2 листа А1).

	2. Карты технологических наладок (4,5 листа А1). 3. Приспособление (1 лист А1). 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта (0,5 лист А1).
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
Реферат	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Проскоков А.В.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А91	Исмаев Д.М		



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

Институт Юргинский технологический

Направление подготовки Машиностроение

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
10A91	Исмаев Достон Мусурманкул угли

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления оправки шлифовальной
--

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	
--	--

Дата кон- троля	Название раздела	Максимальный балл раздела
24.02.2023	Введение	15
20.04.2023	Основная часть	50
15.05.2023	Финансовый менеджмент	15
30.05.2023	Социальная ответственность	15
01.06.2023	Заключение	5

СОСТАВИЛ:

руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая сте- пень, звание	Подпись	Дата
доцент	Проскоков А.В.	К.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая сте- пень, звание	Подпись	Дата
Технология, оборудо- вание и автоматиза- ция машинострои- тельных производств	Сапрыкина Н.А.	К.т.н., доцент		

Обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A91	Исмаев Д. М.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 106 ст., 20 рис., 19 табл., 44 источников., 2 приложений.

Ключевые слова: ОПРАВКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, РЕЖИМ РЕЗАНИЯ, РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ , ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА.

Целью данной выпускной работы является разработка технологического процесса изготовления оправки шлифовальной проектирование специального приспособления на одну из операций.

В процессе разработки технологического процесса были выполнены следующие этапы: произведен анализ технологичности детали; разработан маршрутный технологический процесс; произведен расчет припусков на обрабатываемые поверхности, выбор технологического оборудования и режимов резания; произведен расчет норм времени.

В конструкторской части были выполнены следующие этапы: определение силы закрепления заготовки; выбор и расчет привода зажимного устройства; расчет приспособления на точность.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» произведен анализ экономичности разработанного технологического процесса.

В разделе «Социальная ответственность» произведен анализ вредных производственных факторов и приведены меры по снижению воздействия на организм человека.

Степень внедрения: результаты разработки могут применяться в среднесерийном производстве.

Область применения данной работы: инструментальные заводы по производству режущего инструмента.

Оглавление

Введение	10
1. Основной раздел	11
1.1.1 Описание назначения детали	11
1.1.2 Анализ технологичности конструкции детали	13
1.1.3 Определение типа производства	13
1.1.4 Выбор исходной заготовки	16
1.1.5 Разработка маршрута технологии изготовления оправки	16
1.1.6 Расчет припусков и технологических размеров	21
1.1.7 Расчет припусков и технологических размеров в осевом направлении.	33
1.1.8 Выбор средств технического оснащения	39
1.1.9 Расчёт режимов резания	44
1.10 Нормирование технологического процесса	58
1.2 Организационная часть	66
1.3 Конструкторская часть	67
1.3.1 Описание работы приспособления	67
1.3.2 Определение силы закрепления заготовки.	68
1.3.3 Выбор и расчет привода зажимного устройства	70
1.2.5 Расчет приспособления на точность	71
2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	74
2.1 Расчет объема капитальных вложений	74
2.1.1 Стоимость технологического оборудования	74
2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования	75
2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря	75
2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений	76
2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах	76
2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве	76

2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции	77
2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности	77
2.1.9 Денежные оборотные средства	78
2.2 Расчет сметы затрат на производство и реализацию продукции	78
2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	79
2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников	80
2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	81
2.2.4 Расчет амортизации основных фондов	81
2.2.5 Отчисления в ремонтный фонд	82
2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования	82
2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию	83
2.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь	84
2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	84
2.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала	84
2.2.11 Прочие расходы	85
3 Социальная ответственность	89
3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	89
3.2 Производственная безопасность.	89
3.3 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)	95
3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	99
Список использованных источников	101
Приложение	105

Введение

В данной выпускной квалификационной работы необходимо разработать технологический процесс изготовления «оправки шлифовальной» и разработать специальное приспособление для одной из операций.

Данная оправка применяется при производстве металлорежущего инструмента, выступает в роли хвостовика. Ее применяют с целью экономии дорогостоящего режущего материала. Хвостовик должен обеспечивать высокую точность установки и надежное крепление режущего инструмента в шпиндель станка. К данной оправке прикручивается режущая часть (наиболее распространенный режущий материал - P6M5).

Предметами исследования ВКР являются: анализ технологичности детали; выбор оптимальной заготовки для производства детали; разработка маршрутного технологического процесса; назначение и расчет минимальных припусков на обработку; выбор технологического оснащения; расчет режимов резания и определение норм времени технологических операций.

В ходе выполнения ожидается создание высокопроизводительного, экономически целесообразного технологического процесса.

1.Основной раздел

1.1 Описание назначения детали

Деталь – Оправка для универсальных металлорежущих станков. Предназначена для установки и крепления Режущих инструментов. Изготавливается из стали Сталь 40Х ГОСТ 4543-71

Назначение стали 40Х втулки, оси, стержни, шариковые роликовые подшипники и другие детали, к которым предъявляются требования высокой твердости и износостойкости и работающие при температуре до 500° С или подвергающиеся действию умеренных агрессивных сред. Сталь коррозионная мартенситного класса.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 40Х

Химический элемент	%
Кремний (Si)	0,17-0,37
Медь (Cu), не более	до 0,30
Марганец (Mn)	0,50-0,80
Никель (Ni), не более	до 0,30
Фосфор (P), не более	до 0,035
Хром (Cr)	0,80-1,10
Сера (S), не более	0,035
Углерод (C)	0,36-0,44
Железо (Fe)	≈97

Свариваемость – трудно свариваемая; способы сварки: РДС, ЭШС. Необходимы подогрев и последующая термообработка. КТС – необходима последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием – в горячекатаном состоянии при

НВ 163-168, $\sigma_{\text{в}}=610$ МПа, $K_{\text{VТ.В.СПЛ}}=0,95, K_{\text{VБ.СТ}}=0,95$.

Флокеночувствительность – чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости – склонна.

Назначение: оси, валы, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, зубчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие улучшаемы детали повышенной прочности.

Производственная программа выпуска изделия и определение типа производства.

В соответствии с заданием, количество обрабатываемых в год деталей - 2000 штук. Данному количеству обрабатываемых деталей соответствует среднесерийному типу производства (500-5000).

Таблица 1.2– Подетальная годовая производственная программа.

Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изде- лие	Число деталей, шт			Масса, т.	
			На программу	На запасные ча- сти	Всего	Деталей	Всего
Оправка	40Х ГОСТ 4543-71	1	2000	0	2000	0,00169	3,38

Для среднесерийного производства определяется размер партии запуска.

$$n = \frac{N \cdot a}{F},$$

где N – годовая программа, шт;

a – период запуска в днях, принимаем, a=6;

F – число рабочих дней в году, для 2023-го года F=247,

$$n = \frac{2000 \cdot 6}{247} = 48 \text{ шт.}$$

1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Технологичность конструкции деталей оценивается качественно и количественно по ГОСТ 14.201-83 и ГОСТ 14.202-83:

- рациональным выбором исходных заготовок и материалов;
- простотой формы детали;
- рациональной простановкой размеров;
- назначением оптимальной точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований.

Технологический контроль чертежей сводится к тщательному изучению. Рабочие чертежи обрабатываемых деталей должны содержать все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, т.е. все проекции, разрезы и сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие конфигурацию и возможные способы получения заготовки.

В технические требования чертежа детали входят: неуказанные предельные отклонения по 12 качеству и твердость HRC 34...42 единицы. Для обеспечения заданной твердости необходимо термическая обработка. С учётом габаритов, заготовка на всех операциях закрепляется в стандартных приспособлениях и обрабатывается на станках небольших размеров.

Деталь технологична с точки зрения механической обработки. На детали не имеется труднодоступных мест. Всех наружных поверхностей можно обработать при много инструментальной наладке.

1.1.3. Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_{в}}{T_{ср}},$$

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

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

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{в} = \frac{F_2}{N_2},$$

где F_2 – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

N_2 – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [1,стр.22] при двухсменном режиме работы: $F_Г = 4029$ ч.

$$t_{в} = \frac{F_2}{N_2} \frac{4029 \times 60}{2000} = 120,87 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n},$$

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

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 3 операции ($n=3$).

Штучно – калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [4,стр.147]:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{кi} \cdot T_{oi},$$

где $к.i$ – коэффициент i - ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства; φ

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

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

Для второй операции (токарной с ЧПУ): $\varphi_{к.2} = 2,14$.

Для третьей операции (шлифовальной): $\varphi_{к.4} = 2,10$.

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения 1 [4, стр. 146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время первой, токарной операции, определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов точение поверхности начерно и начисто, точение поверхности на проход (см. операционную карту)

$$T_{0.1} = (0,1 \cdot d \cdot l + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,1 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3},$$

где d – диаметр, мм ;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм .

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по рис.1

$$T_{0.1} = (0,1 \cdot 35 \cdot 10 + 0,17 \cdot 35 \cdot 10 + 0,1 \cdot 48 \cdot 151) \cdot 10^{-3} = 0,819 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле (3):

$$T_{ш.к1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{0.1} = 2,14 \cdot 0,819 = 1,75 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время второй, токарной с ЧПУ операции (см. операционную карту)

$$T_{0.2} = (0,1 \cdot d \cdot l + 0,17 \cdot d \cdot l + 19 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3} \text{ мин.}$$

$$T_{0.2} = (0,17 \cdot 44,7 \cdot 126 + 0,17 \cdot 44 \cdot 8 + 19 \cdot 48 \cdot 10) \cdot 10^{-3} = 10,137 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции

$$T_{ш.к2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{0.2} = 2,14 \cdot 10,137 = 21,69 \text{ мин.}$$

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

$$T_{0.3} = (0,15 \cdot d \cdot l + 0,15 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3} \text{ мин.}$$

$$T_{0.3} = (0,15 \cdot 44 \cdot 10 + 0,15 \cdot 44,7 \cdot 126) \cdot 10^{-3} = 0,910 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции

$$T_{ш.к3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{0.3} = 2,1 \cdot 0,910 = 1,911 \text{ мин.}$$

Средне штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=0}^n T_{ш.ки}}{n} = \frac{T_{ш.к1} + T_{ш.к2} + T_{ш.к3}}{3} = \frac{1,75 + 21,69 + 1,911}{3} = 8,45 \text{ мин.}$$

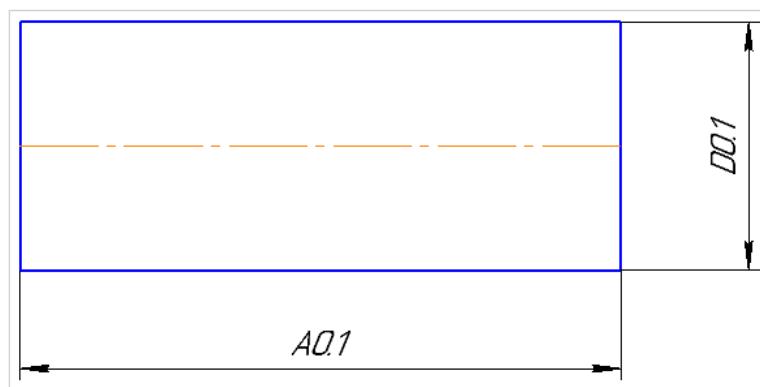
Тип производства определяем

$$K_{3.0} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}} = \frac{120,87}{8,45} = 14,3 \text{ мин.}$$

Так как $K_{3.0} = 14,3 \geq 10$, то тип производства среднесерийный.

1.1.4 Выбор й исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали сталь 40Х), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам (особых требований нет), а также типом производства (среднесерийное) выбираем в качестве исходной заготовки – прокат горячекатаный, рис. 2. Перепад диаметров получаемой детали небольшой.



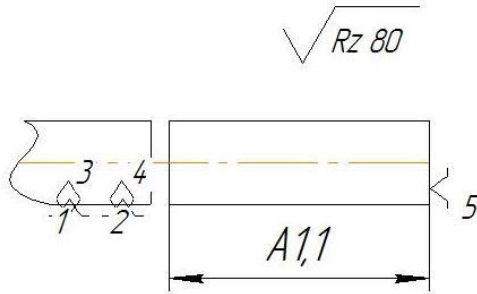
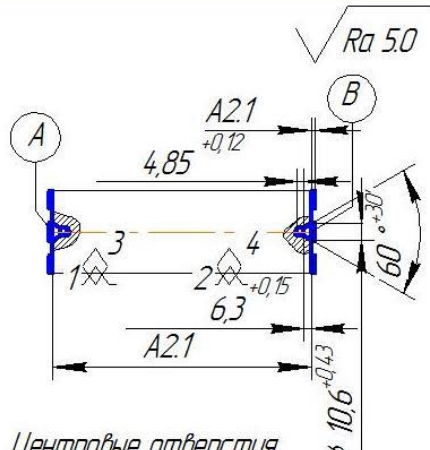
АО.1 - 165 мм, ДО.1 - 52 мм.

Рисунок 2 – Заготовка детали

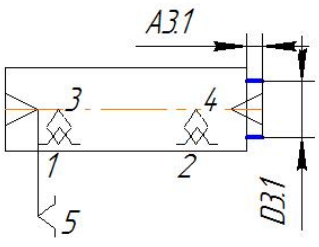
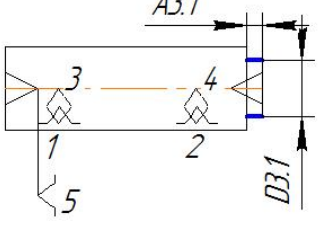
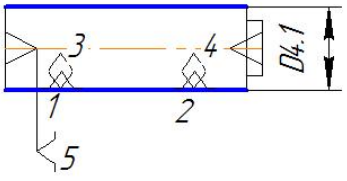
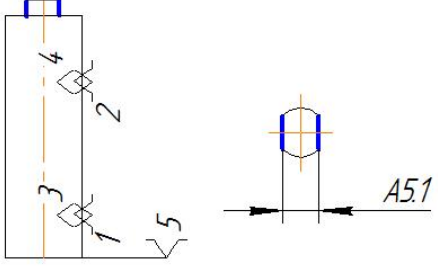
1.1.5. Разработка маршрута технологии изготовления оправки

Маршрут технологии изготовления оправки представлен в виде табл.1.3, где также обозначены технологические базы и оборудование.

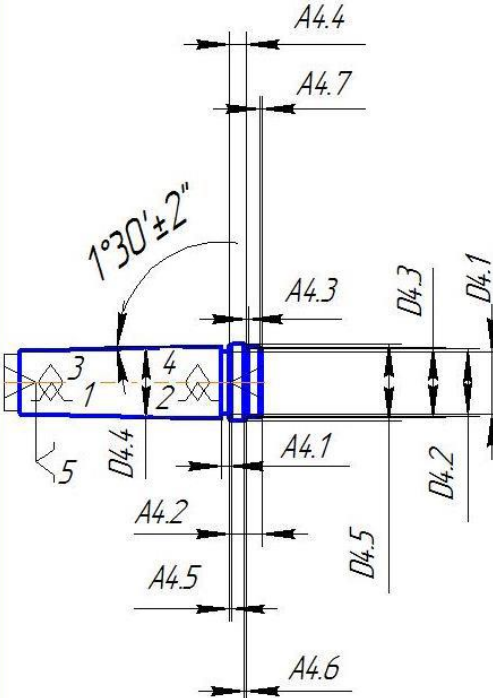

Таблица 1.3 –Технологический маршрут

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операция	Переход		
1	2	3	4
005	A	Заготовительная Выдвинуть прутки до упора и закрепить	
	1	Отрезать заготовку выдержав размер A1.1	
010	A	Фрезерно-центровая Установить и снять заготовку	 <p>Центровые отверстия выполнены в виде формы А</p>
	1	Подрезать торцы А и В, выдерживая размер A2.1 на длине А*2.1	
	2	Центровать торец А и В согласно эскизу	

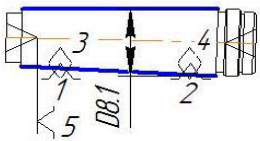
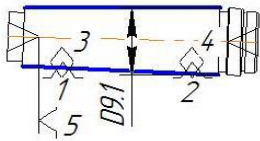
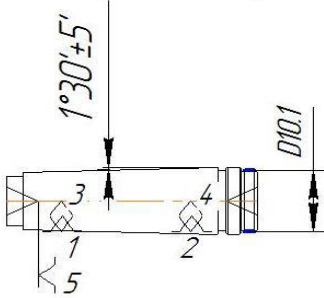
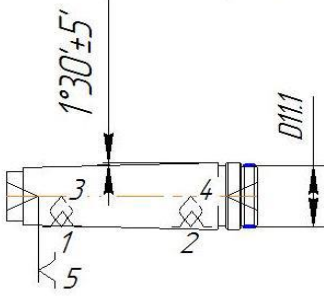
Продолжение таблицы 1.3

015	<p>A</p> <p>1</p> <p>2</p>	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>Установить и снять заготовку</p> <p>Точить шейку на длину A3.1 до диаметра D3.1 предварительно</p> <p>Точить шейку до диаметра D3.1 выдержать A3.1 окончательно</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 50}$</p>  <p>$\sqrt{Ra\ 2,5}$</p> 
020	<p>A</p> <p>1</p>	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>Установить и снять заготовку</p> <p>Точить поверхность до диаметра D4,1 напроход</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 3,2}$</p> 
025	<p>A</p> <p>1</p>	<p>Фрезерная</p> <p>Установить и снять заготовку</p> <p>Точить две лыски, выдерживая размер A5.1</p>	<p>$\sqrt{Rz\ 20}$</p> 

Продолжение таблицы 1.3

030	<p>A</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p>	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>Установить и снять заготовку</p> <p>Точить конавку на длину A4.1 до диаметра D4.1 выдерживая A4.2</p> <p>Точить конавку на длину A4.3 до диаметра D4.2</p> <p>Точить шейку напроход, до диаметра D4.3 выдержав A4.4</p> <p>Точить фаски A4.5, A4.6 и A4.7</p> <p>Точить конус поверхность до диаметра D4.4</p> <p>Нарезать резьбу на поверхность до диаметра D4.5 выдержав параметры резьбы</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 5.0}$</p> 
035	<p>1</p> <p>2</p>	<p>Термическая</p> <p>Закалить</p> <p>Отпустить до твердости HRC 34...42</p>	
040	<p>A</p> <p>1</p>	<p>Притирочная</p> <p>Установить и снять заготовку</p> <p>Притиреть центры</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 0.16}$</p> 

Продолжение таблицы 1.3

045	<p>A</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>Кругошлифовальная</p> <p>Установить и снять заготовку</p> <p>Предварительно шлифовать конус до диаметра D8.1</p> <p>Окончательно шлифовать конус до диаметра D9.1</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 1.25}$</p>  <p>$\sqrt{Ra\ 0.8}$</p> 
050	<p>A</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>Кругошлифовальная</p> <p>Установить и снять заготовку</p> <p>Предварительно шлифовать шейку до диаметра D10.1</p> <p>Окончательно шлифовать шейку до диаметра D11.1</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 1.25}$</p>  <p>$\sqrt{Ra\ 0.8}$</p> 
055		Промыть деталь	
060		Технический контроль	
065		Нанесение антикоррозийного покрытия	

1.1.6. Расчет припусков и технологических размеров

При наличии допусков взаимного расположения поверхностей проектирование технологического процесса механической обработки вызывает определенные трудности. В случае обработки детали «оправка сводим» взаимное расположение поверхностей достигается за счет взаимного расположения баз либо на одной установке. Выход из этой ситуации может быть таким. Сначала определяется последняя, заключительная операция технологического процесса механической обработки. А затем, обрабатывая базовые поверхности на этой операции, получим предпоследнюю операцию и т.д., пока не определится заготовительная операция. Такая же последовательность будет использована при расчете минимального припуска. Если обозначить заключительную операцию как n , то предпоследняя операция обозначится $n - 1$, предпредпоследняя $n - 2$, и т.д., а заготовительная как $n - m$. На заключительной операции механообработки обрабатывается самая точная поверхность, а базой для нее служит обычно поверхность на 1...2 качества грубее. При наличии допуска взаимного расположения между этими поверхностями как более точного, чем допуски на размеры этих поверхностей базой выбирается поверхность, связанная допуском взаимного расположения. В нашем случае на чертеже проставлен допуск радиального биения 0.005 относительно оси симметрии детали, поэтому шлифование будем производить в центрах. Все допуски взаимного расположения поверхностей формируются на последних операциях технологического маршрута.

На детали выполнена канавка для выхода шлифовального круга при шлифовании конуса, что предотвращает износ круга по торцу и при этом исключается частая правка круга.

Минимальный припуск на обработку поверхностей вращения определяется по формуле:

$$2 \cdot Z_{i \min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{P_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}),$$

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

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

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

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Расчет припусков и технологических размеров поверхности $\phi 48$

Расчет припусков на обработку производим по вышеуказанной формуле и сводим их в таблицу 1.4.

Таблица 1.4 – Припуски для $\phi 48$

Переходы обработки поверхности	Элементы минимального припуска, мкм				Припуск $2 \cdot Z_{\min}$ мкм	Допуск на переход $TD_{\text{мкм}}$	Средний размер в мм.	Технологический размер в мм.	На обработку в мм.
	Rz	H	p	ε					
M48x1,5-6g									
Заготовка	15	25	35			1400	50,5	$52^{+0,4}_{-1,0}$	
Однократное точение h14	50	50			1500	300	47,882	$47,882 \pm 0,086$	$4^{+0,668}_{-0,968}$

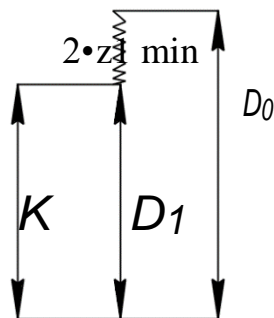


Рисунок 3 – Схема припуска $\phi 48$

Шероховатость и глубину нормы дефектного научный поверхностного слоя основная после механической механический обработки процесса определяем в соответствии электрокорунда с рекомендациями [4, табл. 4.3, стр. 63].

В суммарное пространственное отклонение поверхности заготовки включаем только коробление, которое определяется как произведение удельной кривизны заготовки на длину (таблица 9 [3, с. 95]). Для проката обычной точности $\Delta_k = 0,5$ мкм/мм. Вылет заготовки подбор из патрона $L \approx 151$ мм.

$$P_{\text{кор}} = P_{\phi} = \Delta_k \cdot L = 151 \cdot 0,5 = 75,5 \text{ мкм.}$$

На фрезерно – центровальной операции необходимо учитывать пространственное отклонение возникающее при установке детали на призму и погрешность зацентровки станка, которую примем равной 0,25 мм [7, стр. 178].

$$P_{\text{ц}} = 0,25 \sqrt{T^2 + 1} = 0,25T = 0,35 \text{ мм.}$$

Общее пространственное отклонение

$$P_{\text{общ}} = \sqrt{P_{\phi}^2 + P_{\text{ц}}^2} = \sqrt{0,0755^2 + 0,35^2} = 0,35 \text{ мм.}$$

Остаточное суммарное пространственное отклонение поверхности после механической обработки определяется по эмпирической зависимости [1, с. 73]:

$$\text{черновое точение: } p_1 = k_y \cdot p_{\text{заг}} = 0,06 \cdot 350 = 21 \text{ мкм,}$$

где k_y – коэффициент уточнения формы.

Погрешность установки заготовки на выполняемом переходе зависит только от погрешности закрепления (погрешности базирования нет).

Погрешность закрепления определяем по таблице 4.10 [1, с.76]: В данном случае $\varepsilon = 0$ мкм; так как обработка ведется в центрах.

Допуск и предельные отклонения на наружный диаметр цилиндра под резьбу назначаем в соответствии с [5, стр. 593] $D_1 = 48_{-0.268}^{+0.032}$

Допуск и предельные отклонения на заготовку выбираем в соответствии с рекомендациями [3, прил. 5]: $D_0^{+0.4}_{-1.0}$.

Минимальный припуск

$$2 \cdot Z_{1\min} = 2 \cdot (R_z + h + \sqrt{p^2 + \varepsilon^2}) = 2 \cdot (150 + 250 + \sqrt{350^2 + 0^2}) = 1500 \text{ мкм},$$

$$D_1^C = D_1 + (BOD_1 + HOD_1)/2 = 48 + (-0.032 + (-0.268))/2 = 47,85 \text{ мм};$$

$$D_1 = 47,85 \pm 0,0118 \text{ мм},$$

$$(2 Z_1^C \cdot Z_{1\min} + 2 \cdot Z_{1\max}) / 2 = (2 \cdot Z_{1\min} + (2 \cdot Z_{1\min} + TD_0 + TD_1)) / 2 = (1,5 + 2 \cdot (1,5 + 1,4 + 0,3)) / 2 = 2,35 \text{ мм},$$

$$D_0^C = D_1^C + 2 \cdot Z_1^C = 47,85 + 2,35 = 50,2 \text{ мм}.$$

Вычислим номинальное значение D_0

$$D_0 = D_0^C - \frac{BOD_0 + HOD_0}{2} = 50,2 - \frac{0,4 - 1}{2} = 49,9 \text{ мм}.$$

Расчётное значение этого звена составит

$$D_0 = 49,9_{-1,0}^{+0,4} \text{ мм}.$$

Примем в соответствии со стандартом

$$D_0 = 52_{-1,0}^{+0,4} \text{ мм}.$$

Фактическое значение припуска

$$2 \cdot Z_1 = D_0 - D_1 = 52_{-1,0}^{+0,4} - 48_{-0,268}^{+0,032} = 4_{-0,968}^{+0,668} \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_{1\max} = 4,668 \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_{1\min} = 3,032 \text{ мм}.$$

Расчет припусков на обработку поверхности $\phi 44,7_{-0,025}$

Расчет припусков на обработку производим по вышеуказанной формуле и сводим их в таблицу 1.5.

Таблица 1.5 – Припуски для $\phi 44,7_{-0,025}$

Переходы обработки по-поверхности	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный размер $2 \cdot Z_{\min}$, мкм	Допуск на переход TD, мкм	Средний размер в мм.	Технологический размер в мм.	Припуск на обработку в мм.
	Rz	h	p	ϵ					
заготовка	50	50	21			300			
Точение чернового h14	50	50	0,84		242	300	45,49	45,49 $\pm 0,15$	2,36 $^{+0,3}_{-0,2}$
Термическая									
Шлифование предварительное k6	10	20	2		201,68	100	45,09	44,09 $\pm 0,05$	0,5 $^{+0,1}_{-0,3}$
Шлифование	5				64	25	44,68 7	44,687 $\pm 0,01$ 2	0,44 $^{+0,0}_{-0,1}$

Погрешность установки заготовки на выполняемом переходе зависит только от погрешности закрепления (погрешности базирования нет). Так как шлифование ведется в центрах, то погрешность установки в радиальном направлении равна нулю. Погрешность закрепления для операции точения, а также кривизна заготовки при расчете минимального припуска не

учитываются, так как после снятия напуска они примут крайне малые значения.

Так как шлифование ведется после термообработки, то нужно учесть коробление заготовки. Для проката после обработки т.в.ч. $\Delta_k = 1$ мкм/мм, таблица 4.8 [1, с. 71]. Длина термически обрабатываемого участка

$L = 126$ мм. Таким образом:

$$P_{\text{терм}} = \Delta_k \cdot L = 1 \cdot 126 = 126 \text{ мкм.}$$

Но учитывая габаритные размеры заготовки, примем $p_{\text{терм}} = 50$ мкм.

Остаточные пространственные отклонения:

Обтачивание до термической обработки – $p = 0,04 \cdot 21 = 0,84$ мкм; \approx

Шлифование после термической обработки – $p = 0,04 \cdot 50 = 2$ мкм;

Погрешность установки в радиальном направлении равна нулю, т.к. обработка ведётся в центрах.

При расчёте е припуска на чистовое обтачивание величина h на предыдущей операции исключается из расчёта [7, стр.168].

Минимальный припуск процессом:

под черновое точение

$$2 \cdot Z_{1\min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{21^2 + 0^2}) = 242 \text{ мкм;}$$

под шлифование предварительное

$$2 \cdot Z_{2\min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{0,84^2 + 0^2}) = 201,68 \text{ мкм;}$$

под шлифование окончательное

$$2 \cdot Z_{3\min} = 2 \cdot (10 + 20 + \sqrt{2^2 + 0^2}) = 64 \text{ мкм.}$$

Размерная схема для определения диаметральных технологических размеров представлена на рис. 4.

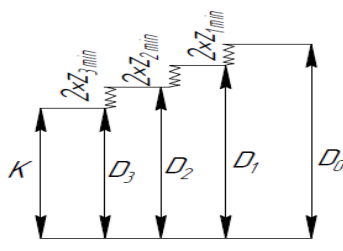


Рисунок 4 – Схема припуска $\phi 44,7_{-0,025}$

Допуски на технологические размеры назначаем в соответствии с рекомендациями [2, Прил.3, табл. 3.1].

Технологический размер на окончательное шлифование:

$$2 \cdot Z_{3max} = 2 \cdot Z_{3min} + TD_3 + TD_2 = 0,064 + 0,025 + 0,1 = 0,189 \text{ мм},$$

$$D_3^C = D_3 + (BOD_3 + HOD_3)/2 = 44,7 + (0 + (-0,025)) / 2 = 44,6875 \text{ мм},$$

$$D_3 = 44,6875 \pm 0,0125 \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_3^C = \frac{(2 \cdot Z_{3min} + 2 \cdot Z_{3max})}{2} = \frac{(0,64 + 0,189)}{2} = 0,41 \text{ мм},$$

$$D_2^C = D_3^C + 2Z_3^C = 44,6875 + 0,41 = 45,09 \text{ мм}.$$

Запишем $D_2 = 45,09 \pm 0,05 \text{ мм}$;

Так как для валов принято использовать наибольший предельный размер, то запишем $D_2 = 45,14_{-0,1} \text{ мм}$;

Фактическое значение припуска

$$2 \cdot Z_2 = D_2 - D_3 = 45,14_{-0,1} - 44,7_{-0,025} = 0,44_{-0,1}^{+0,025} \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_{2max} = 0,46 \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_{2min} = 0,34 \text{ мм}.$$

Технологический размер на предварительное шлифование:

$$2 \cdot Z_{2max} = 2 \cdot Z_{2min} + TD_2 + TD_1 = 0,201 + 0,1 + 0,3 = 0,601 \text{ мм},$$

$$D_2^C = D_2 + (BOD_2 + HOD_2)/2 = 45,14 + (0 + (-0,1))/2 = 45,09 \text{ мм},$$

$$D_2 = 45,09 \pm 0,05 \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_2^C = \frac{2 \cdot Z_{2min} + 2 \cdot Z_{2max}}{2} = \frac{0,201 + 0,601}{2} = 0,4 \text{ мм},$$

$$D_1^C = D_2^C + 2Z_2^C = 45,09 + 0,4 = 45,49 \text{ мм}.$$

Запишем $D_1 = 45,49 \pm 0,15 \text{ мм}$,

Так как для валов принято использовать наибольший предельный размер, то запишем $D_2 = 45,64_{-0,3} \text{ мм}$;

Фактическое значение припуска

$$2 \cdot Z_2 = D_1 - D_2 = 45,64_{-0,3} - 45,14_{-0,1} = 0,5_{-0,3}^{+0,1} \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_{2max} = 0,6 \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_{2min} = 0,2 \text{ мм}.$$

Технологический размер на черновое точение:

$$2 \cdot Z_{1\max} = 2 \cdot Z_{1\min} + TD_1 + TD_0 = 0,242 + 0,3 + 0,3 = 0,842 \text{ мм},$$

$$D_1^C = D_1 + (BOD_1 + HOD_1)/2 = 45,64 + (0 + (-0,3))/2 = 45,49 \text{ мм},$$

$$D_1 = 45,49 \pm 0,15 \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_1 = D_0 - D_1 = -45,6448_{-0,268-0,3}^{+0,032} = 2,36_{-0,268}^{+0,332} \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_{1\max} = 2,69 \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_{1\min} = 2,09 \text{ мм}.$$

Расчёт припусков на обработку поверхности $\varnothing 44_{-0,025}$

Расчет припусков на обработку производим по вышеуказанной формуле и сводим их в таблицу 1.6

Таблица 1.6 - Припуски для $\varnothing 44_{-0,025}$

Переходы обработки поверхности $\varnothing 44_{-0,025}$	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск $2 \cdot Z_{\min}$, мкм	Допуск на переход TD , мкм	Средний размер в мм.	Технолог. размер в мм.	Припуски на обр. в мм.
	Rz	h	P	ε					
Заготовка	50	50	21			300			
Обтачивание черновое h14	50	50	0,8		242	300	44,5	44,5 \pm 0,15	3,25 $^{+0,33}_{-0,26}$
Термическая									
Шлифование преварительное k6	10	20	0		201,68	100	44,1	44,1 \pm 0,15	0,5 $^{+0,1}_{-0,3}$
Шлифование окончательное	5				60	25	43,987	43,987 \pm 0,012	0,3 $^{+0,025}_{-0,3}$

Шероховатость и глубину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем в соответствии с рекомендациями [4, табл. 4.3., стр. 63].

Так как обработка ведётся в центрах, то погрешность установки в радиальном направлении равна нулю. Пространственные отклонения складываются из остаточных отклонений.

Погрешность установки заготовки на выполняемом переходе зависит только от погрешности закрепления (погрешности базирования нет). Так как шлифование ведется в центрах, то погрешность установки в радиальном направлении равна нулю. Погрешность закрепления для операции точения, а также кривизна заготовки при расчете минимального припуска не учитываются, так как после снятия напуска они примут крайне малые значения.

Так как шлифование ведется после термообработки, то нужно учесть коробление заготовки. Для проката после обработки т.в.ч. $\Delta_k = 1$ мкм/мм, таблица 4.8 [1, с. 71]. Длина термически обрабатываемого участка $L = 8$ мм. Таким образом:

$$\rho_{\text{терм}} = \Delta_k \cdot L = 1 \cdot 8 = 8 \text{ мкм.}$$

Но учитывая габаритные размеры заготовки, пренебрежем величиной $\rho_{\text{терм}}$.

Остаточные пространственные отклонения:

обтачивание до термической обработки - $p = 0,04 \cdot 21 = 0,84$ мкм; \approx

шлифование после термической обработки - $p = 0,04 \cdot 8 = 0,32$ мкм ;

(этой величиной пренебрегаем)

Минимальный припуск

под черновое точение

$$2 \cdot Z_{1 \min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{21^2 + 0^2}) = 242 \text{ мкм.}$$

под шлифование предварительное

$$2 \cdot Z_{2 \min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{0,84^2 + 0^2}) = 201,68 \text{ мкм.}$$

под шлифование окончательное

$$2 \cdot Z_{3 \min} = 2 \cdot (10 + 20 + \sqrt{0^2 + 0^2}) = 60 \text{ мкм.}$$

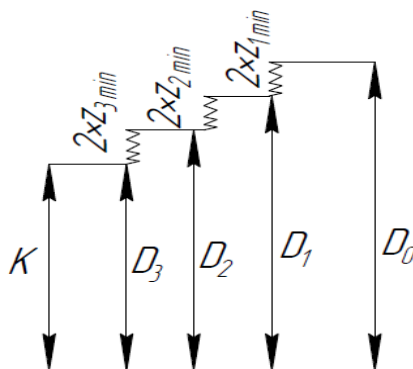


Рисунок 5 - Схема припуска Ø 44_{-0,025}

Технологический размер на окончательное шлифование:

$$2 \cdot Z_{3\max} = 2 \cdot Z_{3\min} + TD_3 + T D_2 = 0,06 + 0,025 + 0,1 = 0,185 \text{ мм},$$

$$D_3^C = D_3 + (BOD_3 + HOD_3)/2 = 44 + (0 + (-0,025))/2 = 43,9875 \text{ мм},$$

$$D_3 = 43,9875 \pm 0,0125 \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_3^C = \frac{(2 \cdot Z_{3\min} + 2 \cdot Z_{3\max})}{2} = \frac{(0,06 + 0,185)}{2} = 0,12 \text{ мм},$$

$$D_2^C = D_3^C + 2Z_3^C = 43,9875 + 0,12 = 44,1 \text{ мм}.$$

Запишем $D_2 = 44,15 \pm 0,05 \text{ мм}$;

Так как для валов принято использовать наибольший предельный размер, то запишем $D_2 = 44,15_{-0,1} \text{ мм}$;

Фактическое значение припуска

$$2 \cdot Z_2 = D_2 - D_3 = 44,15_{-0,1} - 44_{-0,025} = 0,15_{-0,1}^{+0,025} \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_{1\max} = 0,175 \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_{1\min} = 0,05 \text{ мм}.$$

Технологический размер на предварительное шлифование:

$$2 \cdot Z_{2\max} = 2 \cdot Z_{2\min} + T D_2 + T D_1 = 0,201 + 0,1 + 0,3 = 0,601 \text{ мм},$$

$$D_2^C = D_2 + (BOD_2 + HOD_2)/2 = 44,15 + (0 + (-0,1))/2 = 44,1 \text{ мм},$$

$$D_2 = 44,1 \pm 0,05 \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_2^C = \frac{(2 \cdot Z_{2\min} + 2 \cdot Z_{2\max})}{2} = \frac{(0,201 + 0,601)}{2} = 0,401 \text{ мм},$$

$$D_1^C = D_2^C + 2Z_2^C = 44,1 + 0,401 = 44,5 \text{ мм}.$$

Запишем $D_1 = 44,5 \pm 0,15 \text{ мм}$;

Так как для валов принято использовать наибольший предельный размер то запишем $D_1 = 44,65_{-0,3} \text{ мм}$.

Фактическое значение припуска

$$2 \cdot Z_2 = D_1 - D_2 = 44,65_{-0,3} - 44,15_{-0,1} = 0,5_{-0,3}^{+0,1} \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_{2\max} = 0,6 \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_{2\min} = 0,2 \text{ мм}.$$

Технологический размер на обтачивание:

$$2 \cdot Z_{1\max} = 2 \cdot Z_{1\min} + T D_1 + T D_0 = 0,242 + 0,3 + 0,3 = 0,842 \text{ мм},$$

$$D_1^C = D_1 + (BOD_2 + HOD_2)/2 = 44,65 + (0 + (-0,3))/2 = 44,6 \text{ мм},$$

$$D_1 = 44,6 \pm 0,15 \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_1 = D_0 - D_1 = -44,7548_{-0,268}^{-0,032} - 44,6 = 3,25_{-0,268}^{+0,332} \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_{1\max} = 3,58 \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_{1\min} = 2,98 \text{ мм}.$$

Расчёт припусков на обработку поверхности $\varnothing 35_{-0,025}$

Расчет припусков на обработку производим по вышеуказанной формуле (4) и сводим их в таблицу 1.7

Таблица 1.7 - Припуски для $\varnothing 35_{-0,025}$

Переходы обработки поверхности	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск $2 \cdot Z_{\min}$, мкм	Допуск на переход TD, мкм	Средний размер в мм.	Технологический размер в мм.	Припуски на обработку в мм.
	R z	h	p	ε					
Заготовка	150	250	350			1400			
Шлифование черновое h14	50	50	14		1500	300	35,37	$35,37 \pm 0,15$	$16,48_{-1}^{+0,7}$
Шлифование чистовое h10	20	30			228	25	34,98	$34,98 \pm 0,012$	$0,5_{-0,3}^{+0,025}$

Остаточные пространственные отклонение [4, стр.73]: обтачивание черновое $p = 0,04 \cdot 350 = 14 \text{ мкм}$.

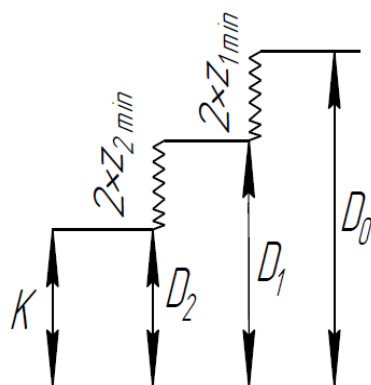


Рисунок 6 - Схема припуска Ø 35_{-0,025}

Минимальный припуск формула (4): под чистовое обтачивание.

$$2 \cdot Z_{1\min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{14^2 + 0^2}) = 228 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под черновое обтачивание, формула (4):

$$2Z_{1\min} = 2(R_{Z0} + h_0 + \sqrt{p_0^2 + \varepsilon_1^2}) = 2(150 + 250 + \sqrt{350^2 + 0^2}) = 1500 \text{ мкм.}$$

Технологический размер на чистовое обтачивание:

$$2 \cdot Z_{1\max} = 2 \cdot Z_{1\min} + T D_2 + T D_1 = 0,228 + 0,025 + 0,3 = 0,553 \text{ мм,}$$

$$D_2^C = D_2 + (BOD_2 + HOD_2)/2 = 35 + (0 + (-0,025))/2 = 34,987 \text{ мм,}$$

$$D_2 = 34,987 \pm 0,0125,$$

$$2 \cdot Z_1^C = \frac{(2 \cdot Z_{1\min} + 2 \cdot Z_{1\max})}{2} = \frac{(0,228 + 0,553)}{2} = 0,39 \text{ мм,}$$

$$D_1^C = D_2^C + 2Z_1^C = 34,987 + 0,39 = 35,377 \text{ мм.}$$

Запишем $D_1 = 35,377 \pm 0,15 \text{ мм;}$

Так как для валов принято использовать наибольший предельный размер, то запишем $D_1 = 35,527_{-0,3};$

Фактическое значение припуска

$$2 \cdot Z_1 = D_1 - D_0 = 35,527_{-0,3} - 35_{-0,025} = 0,53_{-0,3}^{+0,025} \text{ мм,}$$

$$2 \cdot Z_{2\max} = 0,54 \text{ мм,}$$

$$2 \cdot Z_{2\min} = 0,23 \text{ мм.}$$

Технологический размер на черновое обтачивание:

$$2 \cdot Z_{2\max} = 2 \cdot Z_{2\min} + T D_1 + T D_0 = 1,5 + 0,3 + 1,4 = 3,2 \text{ мм,}$$

$$D_1^C = D_1 + (BOD_1 + HOD_1)/2 = 35,527 + (0 + (-0,3))/2 = 35,37 \text{ мм,}$$

$$D_1 = 35,37 \pm 0,15,$$

$$2 \cdot Z_1 = D_0 - D_1 = -35,525_{-1}^{+0,4} - 35_{-0,3} = 16,48_{-1}^{+0,7} \text{ мм,}$$

$$2 \cdot Z_{1\max} = 17,18 \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_{1\min} = 15,48 \text{ мм}.$$

1.1.7. Расчет припусков и технологических размеров в осевом направлении.

Расчёт припуска на подрезку торца в табл.1.8

Минимальный припуск:

$$Z_{\min} = Rz + h + p_{i-1}$$

Расчет припусков на обработку производим по формуле и сводим их в таблицу 1.8

Таблица 1.8 - Припуски для 161

Переходы обработки поверхности	Элементы минимального припуска, мкм			Минимальный припуск $2 \cdot Z_{\min}$, мкм
	Rz+h			
Заготовка	200	36		
Подрезка Торца				236

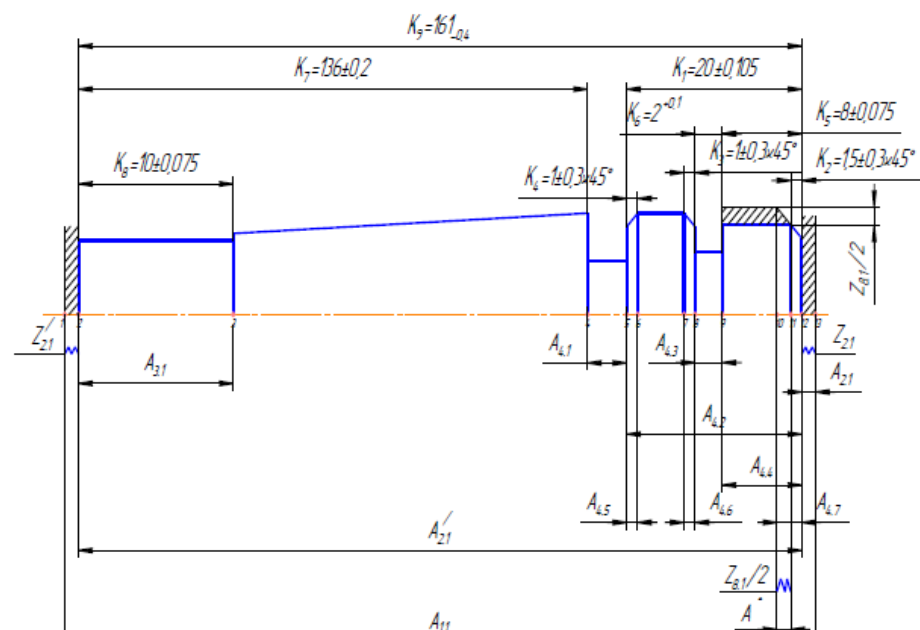


Рисунок 7- Размерная схема осевых размеров

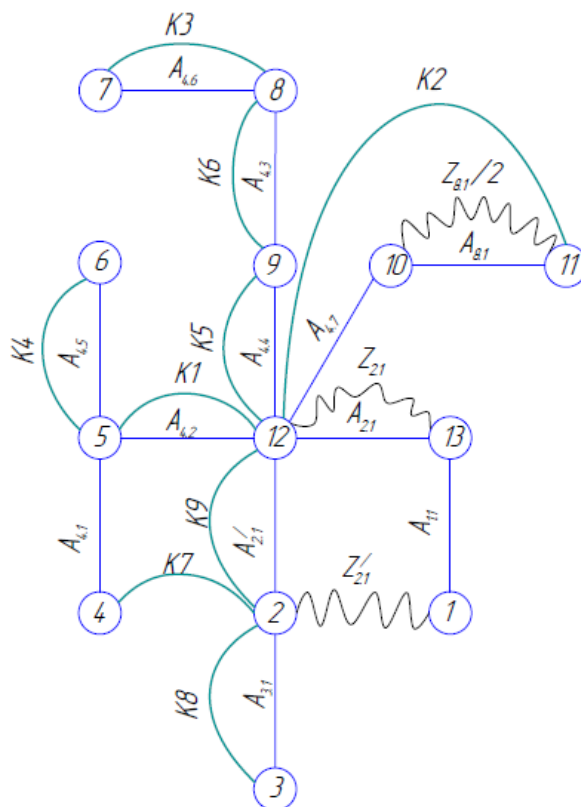


Рисунок 8 - Граф технологических размерных цепей.

Для расчета строится размерная схема технологического процесса изготовления оправки в продольном направлении (рис.7) и граф технологических размерных цепей (рис.8), облегчающих их выявление.

На данном этапе обработки погрешность установки равна нулю [6, стр. 108], а общее пространственное отклонение p_{1-1} равно отклонению расположения p_n - отклонение от перпендикулярности. Параметры $Rz + h$ и p_n определим в соответствии с рекомендациями [4, стр.64].

$$Z_{2.1min} = 0,2 + 0,036 = 0,236 \text{ мм.}$$

При такой схеме обработки этот припуск будет являться технологическим размером ($Z_{2.1min} = A_{2.1}$), $Z'_{2.1}$ - замыкающим звеном.

Для торца $Z'_{2.1min}$ (см. рисунок 7) принимаем минимальный припуск на обработку такой же как для торца $Z_{2.1min}$: $Z'_{2.1min} = 236 \text{ мкм.}$

Допуски на технологические размеры :

$$\begin{aligned} TA_{4.3} &= 0,1 \\ TA_{4.4} &= 0,1 \\ TA_{4.2} &= 0,2 \\ TA_{4.1} &= 0,1 \\ TA_{3.1} &= 0,1 \\ TA_{4.5} &= 0,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
TA_{4.6} &= 0,2 \\
TA'_{2.1} &= 0,25 \\
TA_{1.1} &= 0,3 \\
TA_{4.7} &= 0,2 \\
TA^* &= 0,2
\end{aligned}$$

Допуски на линейные конструкторские размеры:

$$\begin{aligned}
TK_1 &= 0,21 \\
TK_2 &= 0,6 \\
TK_3 &= 0,6 \\
TK_4 &= 0,6 \\
TK_5 &= 0,15 \\
TK_6 &= 0,1 \\
TK_7 &= 0,4 \\
TK_8 &= 0,15 \\
TK_9 &= 0,4
\end{aligned}$$

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$K_i \geq \Sigma TA_i,$$

Для размера K_1 (см. рис. 9): $TK_1 = 0,21 \geq TA_{4.2} = 0,2$ мм.

т. е. размер K_1 может быть обеспечен с заданной точностью (выдерживается непосредственно).

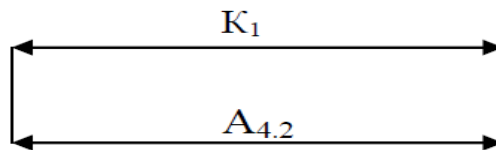


Рисунок 9 - Размерная схема K_1

Для размера K_2 (см. рис. 10): $TK_2 = 0,6 \geq TA_{4.7} + TA^* = 0,2 + 0,2 = 0,4$ мм, размер K_2 может быть обеспечен с заданной точностью.

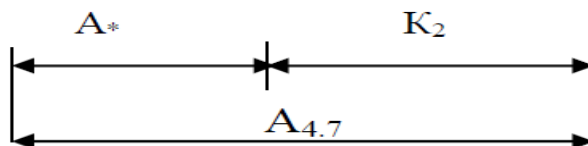


Рисунок 10 - Размерная схема K_2

Для размера K_3 (см. рис. 11): $TK_3 = 0,6 \geq TA_{4.6} = 0,2$ мм, размер K_3 может быть обеспечен с заданной точностью.

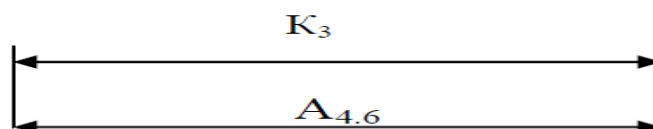


Рисунок 11 - Размерная схема K_3

Для размера K_4 (см. рис. 12): $TK_4 = 0,6 \geq T A_{4.5} = 0,2$ мм, размер K_4 может быть обеспечен с заданной точностью.

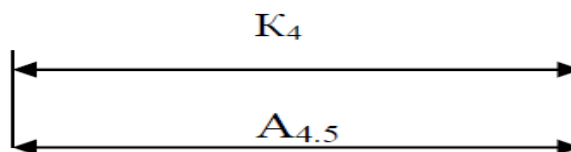


Рисунок 12 - Размерная схема K_4

Для размера K_5 (см. рис. 13): $TK_5 = 0,15 \geq T A_{4.4} = 0,1$ мм, размер K_5 может быть обеспечен с заданной точностью.

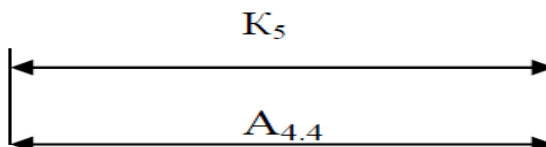


Рисунок 13 - Размерная схема K_5

Для размера K_6 (см. рис. 14): $TK_6 = 0,1 \geq T A_{4.3} = 0,1$ мм, размер K_6 может быть обеспечен с заданной точностью. Точность обеспечивается режущим инструментом.

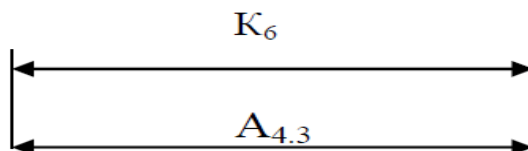


Рисунок 14- Размерная схема K_6

Для размера K_7 (см. рис.15):

$TK_7 = 0,4 \geq TA_{4.2} + TA_{4.1} + TA_{2.1} = \sqrt{0,1^2 + 0,2^2 + 0,25^2} = \sqrt{0,1125} = 0,33\text{мм};$

размер K_7 может быть обеспечен с заданной точностью.

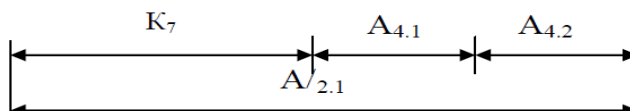


Рисунок 15 - Размерная схема K_7

Для размера K_8 (см. рис.16):

$TK_8=0,15 \geq TA_{3.1} = 0,1$ мм, размер K_8 может быть обеспечен с заданной точностью.

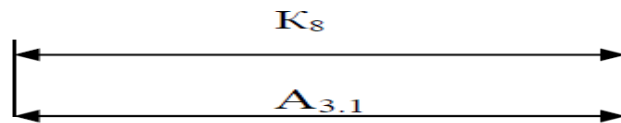


Рисунок 16 - Размерная схема K_8

Для размера K_9 (см. рис.17):

$TK_9=0,4 \geq TA_{2.1} = 0,25$ мм, размер K_9 может быть обеспечен с заданной точностью.

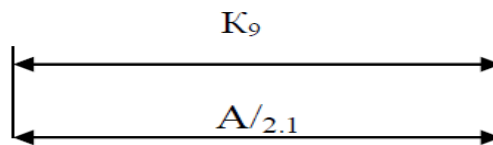


Рисунок 17 - Размерная схема K_9

Расчет технологических размеров начинаем с конца технологического процесса.

При шлифовании наружной поверхности $\varnothing 44$ происходит изменение размера фаски. Указанное изменение при угле фаски 45° может быть принято равным половине удаляемого при шлифовании припуска на диаметр.

$$Z = 0,51_{-0,3}^{+0,0125} \text{ мм.}$$

Учитывая, что имеем $Z = 0,51_{-0,3}^{+0,0125}$ мм;

$$A^* = \frac{Z}{2} = 0,255_{-0,15}^{+0} \approx 0,25_{-0,15}^{+0} \text{ мм. Для размера } K_2 \text{ (см. рисунок 10):}$$

Находим $A_{4.7}$ (рис.9):

$$K_2^C = A_{4.7}^C - A^{*C},$$

$$K_2^C = K_2 + \frac{BOK_2 + HOK_2}{2} = 1,5 + \frac{0,3 - 0,3}{2} = 1,5 \text{ мм,}$$

$$A^{*C} = A^* + \frac{BOA_{7.1} + HOA_{7.1}}{2} = 0,25 + \frac{0 - 0,15}{2} = 0,175 \text{ мм,}$$

$$A_{4.7}^C = K_2^C + A^{*C} = 1,5 + 0,175 = 1,675 \text{ мм.}$$

После округления номинального значения окончательно запишем $A_{4.7} = 1,675 \pm 0,1 \text{ мм.}$ (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Находим $A_{4.6}$ (рис.11):

$$A_{4.6} = K_3 = 1 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Находим $A_{4.5}$ (рис.12):

$$A_{4.5} = K_4 = 1 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Находим $A_{4.1}$ (рис. 15):

$$A_{4.1}^C = A_{2.1}'^C - A_{4.2}^C - K_7,$$

$$A_{2.1}'^C = 161 + \frac{0,125 - 0,125}{2} = 161 \text{ мм,}$$

$$A_{4.2}^C = 20 + \frac{0,1 - 0,1}{2} = 20 \text{ мм,}$$

$$K_7^C = 136 + \frac{0,2 - 0,2}{2} = 136 \text{ мм,}$$

$$A_{4.1}^C = 161 - 136 - 20 = 5 \text{ мм.}$$

Окончательно запишем $A_{4.1} = 5 \pm 0,05 \text{ мм.}$ Размер не относится ни к отверстиям, ни к валам.

Находим $A'_{2.1}$ (рис. 17):

$$A'_{2.1} = K_9 = 161 \pm 0,125 \text{ мм.}$$

Находим $A_{4.2}$ (рис.9):

$$A_{4.2} = K_1 = 20 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Находим $A_{4.4}$ (рис.13) :

$$A_{4.4} = K_5 = 8 \pm 0,5.$$

Размер не относится ни к отверстиям, ни к валам.

Находим $A_{4.3}$ (рис.14):

$$A_{4.3} = K_6 = 2 \pm 0,05 \text{ мм.}$$

Находим $A_{3.1}$ (рис.16) :

$$A_{3.1} = K_8 = 10 \pm 0,075.$$

Размер не относится ни к отверстиям, ни к валам.

Находим $A_{2.1}$ (рис.17):

$$Z_{2.1}^C = A_{2.1}^C,$$

$$Z_{2.1}^C = Z_{2.1 \min} + \frac{TA_{2.1}}{2} = 0,236 + \frac{0,3}{2} = 0,386,$$

$$A_{2.1}^C = 0,386 \text{ мм.}$$

Окончательно запишем $A_{2.1} = 0,386 \pm 0,15 \text{ мм}$. Размер не относится ни к отверстиям, ни к валам.

Находим $A_{1.1}$ (рис.18):

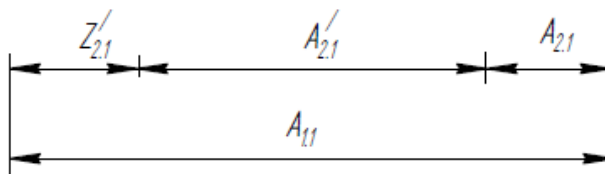


Рисунок 18 - Размерная схема для $A_{1.1}$

$$A_{1.1}^C = A_{2.1}^C + Z_{2.1}^C + A_{2.1}^C \text{ мм,}$$

$$A_{2.1}^C = 0,386 + \frac{0,15 - 0,15}{2} = 0,386 \text{ мм,}$$

$$A_{2.1}^{C/} = 161 \text{ мм,}$$

$$Z_{2.1}^{C/} = Z_{2.1 \min} + \frac{TA_{2.1} + TA_{2.1} + TA_{1.1}}{2} = 0,386 + \frac{0,25 + 0,3 + 0,3}{2} = 0,811 \text{ мм,}$$

$$A_{1.1}^C = 161 + 0,811 + 0,386 = 162,19 \text{ мм.}$$

Окончательно запишем $A_{1.1} = 162,19 \pm 0,15 \text{ мм}$. Размер не относится ни к отверстиям, ни к валам.

1.1.8 Выбор средств технического оснащения

Оборудование:

Фрезерно - отрезной станок модели 8631

Наибольший размер срезаемого материала, мм

Круглого (диаметр)	110
Квадратного (сторона квадрата)	100
Диаметр пинольного диска, мм	350
Пределы скорости резанья, м/мин	6,5 - 50
Пределы подачи пинольного диска, мм/мин	12 - 600
Скорость подвода и отвода диска, м/мин	3,0 - 3,5
Мощность главного электродвигателя, кВт	3

Полуавтомат фрезерно - центровально - обточной 2Г942

Параметр	Значение
Класс точности станка по ГОСТ 8-82 (Н, П, В, А, С)	Н
Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм	160
Диаметр отверстия, мм	100
Длина детали, мм	1000
Пределы частот вращения шпинделя Min/Max, об/мин.	2 - 2192
Мощность, кВт	30
Габариты, мм	1810*2100
Масса, кг	7500

Токарно-винторезный станок 16К20РФ3

Технические характеристики	Параметры
Диаметр обработки над станиной, мм	500
Диаметр обработки над суппортом, мм	200
Наибольшая длина обработки, 6-позиционная головка, мм	900
Наибольшая длина обработки, 8-позиционная головка, мм	750
Наибольшая длина обработки, 12-позиционная головка, мм	850
Наибольшая длина обработки в центрах, мм	1000
Диаметр цилиндрического отверстия в шпинделе, мм	55
Наибольший поперечный ход суппорта, мм	210
Наибольший продольный ход суппорта, мм	905
Максимальная рекомендуемая скорость продольной рабочей подачи, мм	2000
Максимальная рекомендуемая скорость поперечной рабочей подачи, мм	1000
Количество управляемых координат, шт.	2
Количество одновременно управляемых координат, шт.	2
Дискретность задания перемещения, мм	0,001

Пределы частот вращения шпинделя, мин-1	20 — 2500
Скорость быстрых перемещений суппорта — поперечного, мм/мин	2 400
Максимальная скорость быстрых продольных перемещений, мм/мин	15000
Максимальная скорость быстрых поперечных перемещений, мм/мин	7500
Количество позиций инструментальной головки	8
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	11
Класс точности по ГОСТ 8-82	П
Габаритные размеры станка (Д x Ш x В), мм	3700 × 2260 × 1650
Масса станка, кг	4000

Станок горизонтальный консольно-фрезерный 6Н82Г

Технические характеристики	Параметры
Класс точности по ГОСТ 8-71 и ГОСТ 8-82	Н
Размеры рабочей поверхности стола (длина x ширина), мм	320 x 1250
Наименьшее и наибольшее расстояние от оси шпинделя до стола, мм	30...400
* При ручном перемещении и снятом нижнем ограничительном кулачке	
Расстояние от оси шпинделя до хобота, мм	155
Рабочий стол	
Число Т-образных пазов Размеры Т-образных пазов	3
Наибольшее перемещение стола продольное от руки/ от двигателя (ось X), мм	700
Наибольшее перемещение стола поперечное от руки/ от двигателя (ось Y), мм	250
Наибольшее перемещение стола вертикальное от руки/ от	450

двигателя (ось Z), мм	
Наибольший угол поворота стола, град	±45
Цена одного деления шкалы поворота стола, град	1
Перемещение стола на одно деление лимба (продольное - ось X, поперечное - ось Y), мм	0,05
Перемещение стола на одно деление лимба (вертикальное - ось Z), мм	0,05
Количество скоростей шпинделя	18
Число ступеней рабочих подач стола	18
Электродвигатель привода главного движения, кВт	7
Электродвигатель привода подач, кВт	1,7
Габариты станка (длина ширина высота), мм	2135x1865x1695
Масса станка, кг	2360

Круглошлифовальный 3М151Ф2

Класс точности станка по ГОСТ 8-82	П
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм	200
Наибольшая длина устанавливаемого изделия, мм	700
Наибольший диаметр шлифования, мм	200
Рекомендуемый наименьший диаметр шлифования, мм	10
Наибольшая длина шлифования, мм	700
Высота центров над столом, мм	125
Наибольшая масса устанавливаемого изделия при незажатой пиноли, кг	55
Конус шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки	Морзе 4
Расстояние от подошвы станка до оси изделия, мм	1060
Наибольшая длина перемещения стола, мм	705
Наименьший ход стола от гидросистемы, мм	4
Скорость перемещения стола от гидросистемы, м/мин	0,05...5,0
Наибольший угол поворота верхнего стола по часовой стрелки, град.	3,0

Наибольший угол поворота верхнего стола против часовой стрелки, град.	10,0
Шлифовальный круг по ГОСТ 2424-67	ПП600x80x305
Наибольшая высота устанавливаемого круга, мм	100
Частота вращения шпинделя задней бабки, об/мин	1590
Скорость резания, м/сек	50
Наибольшее перемещение шлифовальной бабки по винту, мм	185
Величина быстрого подвода шлифовальной бабки, мм	50
Время быстрого подвода шлифовальной бабки, сек	2,5
Величина перемещения шлифовальной бабки при шлифовании, мм	0,45
Пределы скоростей врезных подач, мм/мин	0,1...4,5
Частота вращения изделия (регулируется бесступенчато), об/мин	50...500
Габаритные размеры станка (ДхШхВ), мм	4605x2450x2170
Масса станка, кг	5600

Выбор режущего инструмента и приспособлений

Операция 005 отрезная

Фреза отрезная 350 х 3,0 тип 2, z=140, P6M5

Операция 010 фрезерно – центровальная.

фреза 2210 - 0085 T5K10 ГОСТ 17026-71, D=80, z=6.

Сверло 2317 – 0109 ГОСТ 14952 – 75;

Резец 003 – 1703;

Операция 015 Токарная с ЧПУ

Патронт трех кулачковый

Резец 2101 – 0605 T5K10 ГОСТ 20872 – 80;

Операция 020 Фрезерная

Специальное приспособление

Фреза 2210 - 0085 ГОСТ 17026-71, D=125, z=22.

Операция 025 Токарная с ЧПУ

Патронт трех кулачковый

Резец 2101 – 0605 T5K10 ГОСТ 20872 – 80;

Резец 2101 – 0605 T15K6 ГОСТ 20872 – 80;

Резец 2130 – 0333 T15K6 ГОСТ 18885 – 73;

Резец 2102 – 0053 T15K6 ГОСТ 18885 – 73;

Резец 2402 – 0143 T15K6 ГОСТ 18885 – 73;

Операция 030 Круглошлифовальная

Оправка

Центр

Шлифовальный круг ПП 500×50×305 24А 10-П С2 7 К5 35 м/с А 1кл
ГОСТ 2424-83.

Операция 035 Круглошлифовальная

Оправка

Центр

Шлифовальный круг ПП 500×50×305 24А 10-П С2 7 К5 35 м/с А 1кл
ГОСТ 2424-83.

1.1.9. Расчёт режимов резания

Используемая литература для расчетов [12].

Операция 005: Отрезная

Фрезерно – отрезной станок модели 8631.

1.1 Отрезать заготовку Ø52 длиной 165 мм.

Инструмент: фреза 350×3×32, $z=140$.

Материал режущей части P5M6

1 Глубина фрезерования: $t=52$ мм;

Ширина фрезерования: $B=3$ мм;

Диаметр фрезы: $D=350$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z=0,03$ мм/зуб.

3. Скорость резания:

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

где K_v – поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}$$

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

K_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхностного слоя;

K_{iv} – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$$K_{MP} = (750 / \sigma_B)^{n_v}$$

где σ_B – временное сопротивление;

n_v – показатель степени при обработке.

$$C_v = 53; q = 0,25; x = 0,3; y = 0,2; u = 0,2; p = 0,1; m = 0,2.$$

$T = 240$ мин. – период стойкости инструмента;

Принимаем $n_v = 1,0$, $K_{nv} = 1$, $K_{iv} = 1,0$;

$$K_{mv} = (750 / 610)^1 = 1,23,$$

$$K_v = 1,23 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,23,$$

$$V = \frac{53 \cdot 350^{0,25}}{120^{0,2} \cdot 52^{0,3} \cdot 0,03^{0,2} \cdot 3^{0,2} \cdot 140^{0,2}} \cdot 1,23 = 25,7 \text{ м/мин},$$

$$n_{фр} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 25,7 / (3,14 \cdot 350) = 23,4 \text{ об/мин}.$$

Принимаем $n_{ст} = 16$ об/мин.

$$V_{факт} = \pi \cdot d \cdot n_{ст} / 1000 = 3,14 \cdot 350 \cdot 16 / 1000 = 17,6 \text{ м/мин}.$$

4 Сила резания

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^\omega} \cdot K_{MP}$$

Принимаем по табл.41 $C_p = 68,2$; $q = 0,86$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1,0$; $w = 0$;

$Z = 140$ – число зубьев фрезы.

$$K_{MP} = (\sigma_B / 750)^{n_v},$$

где $n_V=1$

$$K_{MP} = (610 / 750)^{0,75} = 0,86,$$

$$P_Z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 52^{0,86} \cdot 0,03^{0,72} \cdot 3^{1,0} \cdot 140}{350^{0,86} \cdot 16^0} \cdot 0,86 = 3812 \text{ Н}.$$

5 Крутящий момент

$$M_{KP} = P_Z \cdot D / 2000,$$

$$M_{KP} = 3812 \cdot 350 / 2000 = 667 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

6 Мощность резания

$$N_e = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_e = \frac{3812 \cdot 16}{1020 \cdot 60} = 1 \text{ кВт}.$$

Проверка на достаточность привода станка: $N_{рез} \leq N_{шп}$,

где $N_{шп}$ – мощность привода станка;

$$N_{шп} = N_{ст} \cdot \eta.$$

где $N_{ст}$ – паспортная мощность станка;

η – КПД;

$$N_{ст} = 3 \text{ кВт}, \quad \eta = 0,8,$$

$$N_{шп} = 3 \cdot 0,8 = 2,4 \text{ кВт},$$

$$1 < 2,4.$$

7 Подача на оборот фрезы:

$$S = S_z \cdot z = 0,03 \cdot 140 = 4,2 \text{ мм/об}.$$

8 Минутная подача:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_{ст} = 0,03 \cdot 140 \cdot 16 = 67,2 \text{ мм/мин}.$$

9 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{px} / S_M,$$

$$L_{px} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер}.$$

где $L_{рез}$ – длина резания;

$L_{вр} + L_{пер}$ – длина врезания и перебега;

$$L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 34 \text{ мм},$$

$$L_{\text{рх}} = 52 + 34 = 86 \text{ мм},$$

$$t_0 = 1 \cdot 86 / 67,2 = 1,28 \text{ мин.}$$

Операция 010: Фрезерно – центровальная

Фрезерно – центровальный станок модели 2Г492.02.

2.1: Фрезеровать торцы в размер 161.

Инструмент: фреза 2210 - 0085 ГОСТ 17026-71, D=80, z=6.

Материал режущей части Т15К6

1 Глубина фрезерования: $t = 2,5 \text{ мм};$

Ширина фрезерования: $B = 52 \text{ мм};$

Диаметр фрезы: $D = 80 \text{ мм}.$

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,1 \text{ мм/зуб}.$

3. Скорость резания:

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

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv},$$

$$K_{mv} = (750 / \sigma_b)^{nv}.$$

где σ_b – временное сопротивление;

n_v – показатель степени при обработке.

$C_v = 332; q = 0,2; x = 0,1; y = 0,4; u = 0,2; p = 0; m = 0,2;$

$T = 240 \text{ мин.}$ - период стойкости инструмента;

Принимаем $n_v = 1,0, K_{nv} = 0,8, K_{iv} = 1,0.$

$$K_{mv} = (750 / 610)^1 = 1,23,$$

$$K_v = 1,23 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,98,$$

$$V = \frac{332 \cdot 80^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 2,5^{0,1} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 52^{0,2} \cdot 6^0} \cdot 0,98 = 289 \text{ м/мин},$$

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 289 / (3,14 \cdot 80) = 1150 \text{ об/мин.}$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 630 \text{ об/мин.}$

$$V_{\text{факт}} = \pi \cdot d \cdot n_{\text{ст}} / 1000 = 3,14 \cdot 80 \cdot 630 / 1000 = 158 \text{ м/мин.}$$

4 Сила резания

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^\omega} \cdot K_{MP}.$$

Принимаем по табл.41 $C_p = 825$; $q = 1,3$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $u = 1,1$; $w = 0,75$;

$Z=6$ – число зубьев фрезы.

$$K_{MP} = (\sigma_B / 750)^{n_v},$$

где $n_v=1$

$$K_{MP} = (610 / 750)^{0,75} = 0,86,$$

$$P_Z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 52^{1,0} \cdot 6}{80^{1,3} \cdot 630^{0,2}} \cdot 0,86 = 1794 \text{ Н}.$$

5 Крутящий момент

$$M_{KP} = P_Z \cdot D / 2000,$$

$$M_{KP} = 1794 \cdot 158 / 2000 = 71,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

6 Мощность резания

$$N_e = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_e = \frac{1794 \cdot 158}{1020 \cdot 60} = 4,64 \text{ кВт}.$$

Проверка на достаточность привода станка: $N_{рез} \leq N_{шп}$,

$$N_{шп} = N_{ст} \cdot \eta,$$

где η – КПД;

$$N_{ст} = 7,5 \text{ кВт}, \eta = 0,8,$$

$$N_{шп} = 7,5 \cdot 0,8 = 6 \text{ кВт},$$

$$4,64 < 6.$$

7 Подача на оборот фрезы:

$$S = S_Z \cdot z = 0,1 \cdot 6 = 0,6 \text{ мм/об}.$$

8 Минутная подача:

$$S_M = S_Z \cdot z \cdot n_{ст} = 0,1 \cdot 6 \cdot 630 = 378 \text{ мм/мин}.$$

9 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{px} / S_M,$$

$$L_{px} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер},$$

$$L_{вр} + L_{пер} = 34 \text{ мм},$$

$$L_{px} = 52 + 34 = 86 \text{ мм},$$

$$t_0 = 1 \cdot 86 / 378 = 0,23 \text{ мин.}$$

2.2. Центровать отверстие Ø 4.

Сверло 2317 – 0109 ГОСТ 14952 – 75;

Резец 003 – 1703;

Материал режущей части P6M5

1 Глубина сверления: $t = 2 \text{ мм}$.

2 Подача: $S = 0,19 \dots 0,26 \text{ мм/об}$.

Принимаем $S = 0,2 \text{ мм/об}$.

3 Скорость резания:

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

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{inv}.$$

где K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$$K_{mv} = (\sigma_b / 750)^{n_v},$$

$C_v = 332$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,4$; $u = 0,2$; $p = 0$; $m = 0,2$.

$T = 25 \text{ мин.}$ - период стойкости инструмента;

Принимаем $n_v = 0,9$, $K_{lv} = 1$, $K_{inv} = 1,0$.

$$K_{mv} = (750 / 610)^{0,9} = 1,2,$$

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

$$V = \frac{9,8 \cdot 4^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,4}} \cdot 1,2 = 24 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n_{фр} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 24 / (3,14 \cdot 4) = 1921 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{ст} = 1000 \text{ об/мин}$.

$$V_{факт} = \pi \cdot d \cdot n_{ст} / 1000 = 3,14 \cdot 4 \cdot 1000 / 1000 = 12,6 \text{ м/мин.}$$

5 Крутящий момент и осевая сила

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p,$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p,$$

где K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 4^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,75 = 1,1 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 4^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,75 = 661 \text{ Н}.$$

6 Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750},$$

$$N_e = \frac{1,1 \cdot 1000}{9750} = 0,12 \text{ кВт},$$

$$N_{рез} \leq N_{шп},$$

$$N_{шп} = 6 \text{ кВт} > N_e = 0,12 \text{ кВт}.$$

7 Минутная подача:

$$S_m = S \cdot n_{ст} = 0,2 \cdot 1000 = 200 \text{ мм/мин}.$$

8 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{px} / S_m,$$

$$L_{px} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер},$$

$$L_{вр} + L_{пер} = 5 \text{ мм},$$

$$L_{px} = 9 + 5 = 14 \text{ мм},$$

$$t_0 = 1 \cdot 14 / 200 = 0,07 \text{ мин},$$

$$t_{0\text{бш.}} = t_{01} + t_{02} = 0,23 + 0,07 = 0,3 \text{ мин}.$$

Операция 015: Токарная

Токарно – винторезный станок модели 16К20ФЗ

3.1 Точить поверхность в размеры $\varnothing 35$ длиной 10 мм, $\varnothing 50$ длиной 140 мм.

Инструмент: Резец 2101 – 0605 ГОСТ 20872 – 80;

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина точения: $t = 2,25 \text{ мм};$

2 Подача: $S = 0,6$ мм/об.

3. Скорость резания:

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

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv},$$

$$K_{mp} = (750 / \sigma_B)^{n_v},$$

$$C_v = 350; \quad x = 0,15; \quad y = 0,35; \quad m = 0,2,$$

$$T = 45 \text{ мин.}$$

Принимаем $n_v = 1,0$, $K_{nv} = 0,8$, $K_{iv} = 0,65$.

$$K_{mv} = (750 / 610)^1 = 1,23,$$

$$K_v = 1,23 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 0,64,$$

$$V = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 2,25^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,64 = 123 \text{ м/мин.}$$

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 123 / (3,14 \cdot 50) = 783 \text{ об/мин.}$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 630$ об/мин.

$$V_{\text{факт}} = \pi \cdot d \cdot n_{\text{ст}} / 1000 = 3,14 \cdot 50 \cdot 630 / 1000 = 99 \text{ м/мин.}$$

4 Сила резания

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

$$P_o = 10 \cdot 300 \cdot 2,25^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 99^{-1,5} \cdot 0,75 = 2262 \text{ Н.}$$

5 Мощность резания

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_e = \frac{2262 \cdot 99}{1020 \cdot 60} = 3,66 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{шт}} = N_{\text{ст}} \cdot \eta,$$

$$N_{\text{ст}} = 22 \text{ кВт.}, \quad \eta = 0,8,$$

$$N_{\text{шт}} = 22 \cdot 0,8 = 17,6 \text{ кВт.}$$

$$3,53 \text{ кВт} < 17,6 \text{ кВт.}$$

6 Минутная подача:

$$S_m = S n_{ст} = 0,6 \cdot 630 = 378 \text{ мм/мин.}$$

7 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{px} / S_m,$$

$$L_{px} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер},$$

$$L_{вр} + L_{пер} = 5 \text{ мм},$$

$$L_{px1} = 10 + 5 = 15 \text{ мм},$$

$$L_{px1} = 140 + 5 = 145 \text{ мм},$$

$$t_0 = 4 \cdot 15 / 378 + 1 \cdot 145 / 378 = 0,54 \text{ мин.}$$

Операция 020: Фрезерная

Консольный горизонтально-фрезерный станок модели 6Н82Г.

4.1 Фрезеровать уступы в размер 20_{0.2}.

Инструмент: фреза 2210 – 0085 ГОСТ 17026-71, D=125, z=22.

Материал режущей части Т15К6

1 Глубина фрезерования: $t = 5 \text{ мм};$

Ширина фрезерования: $B = 15 \text{ мм};$

Диаметр фрезы: $D = 125 \text{ мм}.$

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,1 \text{ мм/зуб}.$

Расчет аналогичен перехода 2.1 операции 010.

$n_{ст} = 500 \text{ об/мин}, V_{факт} = 196 \text{ м/мин}, P_o = 1730 \text{ Н}, N_e = 3,53 \text{ кВт}, S_m = 1100 \text{ мм/мин}, t_0 = 0,13 \text{ мин}.$

Операция 025: Токарная

Токарно – винторезный станок модели 16К20Ф3

5.1 Точить поверхность в размеры $\varnothing 49h13$ длиной 20 мм,

$\varnothing 46h12$ длиной 9 мм, $\varnothing 46h12$ под углом $1^\circ 30' \pm 0,5,$

Инструмент: Резец 2101 – 0605 Т5К10 ГОСТ 20872 – 80;

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина точения: $t = 1,5 \text{ мм};$

2 Подача: $S = 0,6 \text{ мм/об}.$

Расчет аналогичен перехода 3.1 операции 015.

$n_{ст} = 630$ об/мин, $V_{факт} = 97$ м/мин, $P_o = 1876$ Н, $N_e = 3$ кВт, $S_m = 504$ мм/мин, $t_0 = 0,87$ мин.

5.2 Точить канавку в размеры $\varnothing 43,5h14$, 2Н14

Инструмент: Резец 2101 – 0605 Т15К6 ГОСТ 20872 – 80;

Материал режущей части Т15К6

1 Глубина точения: $t = 2$ мм;

2 Подача: $S = 0,08$ мм/об.

Расчет аналогичен перехода 3.1 операции 015.

$n_{ст} = 500$ об/мин, $V_{факт} = 75,4$ м/мин, $P_o = 194$ Н, $N_e = 0,24$ кВт, $S_m = 40$ мм/мин, $t_0 = 0,2$ мин.

5.3 Точить канавку в размеры $\varnothing 42h14$, 5Н14

Инструмент: Резец 2130 – 0333 Т15К6 ГОСТ 18885 – 73;

Материал режущей части Т15К6

1 Глубина точения: $t = 5$ мм;

2 Подача: $S = 0,08$ мм/об.

Расчет аналогичен перехода 3.1 операции 015.

$n_{ст} = 500$ об/мин, $V_{факт} = 75,4$ м/мин, $P_o = 377$ Н, $N_e = 0,46$ кВт, $S_m = 40$ мм/мин, $t_0 = 0,2$ мин.

5.4 Точить поверхность в размеры $\varnothing 48h9$, $\varnothing 44,5h9$, 2 фаски $1,6 \times 45^\circ$, $\varnothing 45,2h9$ под углом $1^\circ 30' \pm 0,5$

Инструмент: Резец 2102 – 0053 Т15К6 ГОСТ 18885 – 73;

Материал режущей части Т15К6

1 Глубина точения: $t = 0,75$ мм;

2 Подача: $S = 0,2$ мм/об.

Расчет аналогичен перехода 3.1 операции 015.

$n_{ст} = 800$ об/мин, $V_{факт} = 121$ м/мин, $P_o = 321$ Н, $N_e = 0,63$ кВт, $S_m = 160$ мм/мин, $t_0 = 1,02$ мин.

5.5 Нарезать резьбу М48×1,5

Инструмент: Резец 2402 – 0143 Т15К6 ГОСТ 18885 – 73;

Материал режущей части Т15К6

1 Глубина нарезания: $t = 0,5$ мм;

2 Подача на один зуб фрезы: $S = 1,5$ мм/зуб.

3. Скорость резания:

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

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv},$$

$$K_{mv} = (750 / \sigma_B)^{n_v},$$

$$C_v = 244; x = 0,23; y = 0,3; m = 0,2.$$

$$T = 70 \text{ мин.}$$

Принимаем $n_v = 1,0$, $K_{nv} = 1$, $K_{iv} = 1,0$.

$$K_{mv} = (750 / 610)^1 = 1,23,$$

$$K_v = 1,23 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,23,$$

$$V = \frac{244 \cdot 3^{0,23}}{70^{0,2} \cdot 1,5^{0,3}} \cdot 1,23 = 146 \text{ м/мин},$$

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 146 / (3,14 \cdot 48) = 970 \text{ об/мин.}$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 630$ об/мин.

$$V_{\text{факт}} = \pi \cdot d \cdot n_{\text{ст}} / 1000 = 3,14 \cdot 48 \cdot 630 / 1000 = 95 \text{ м/мин.}$$

4 Сила резания

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot P^y}{i^n} \cdot K_p,$$

Принимаем $C_p = 148$; $y = 1,7$; $n = 0,71$; $K_p = 0,75$;

$$P_z = \frac{10 \cdot 148 \cdot 1,5^{1,7}}{3^{0,71}} \cdot 0,75 = 1014 \text{ Н.}$$

5 Мощность резания

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_e = \frac{1014 \cdot 95}{1020 \cdot 60} = 1,57 \text{ кВт},$$

$$1,57 \text{ кВт} < 17,6 \text{ кВт.}$$

6 Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n_{\text{ст}} = 1,5 \cdot 630 = 945 \text{ мм/мин.}$$

7 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{\text{рх}} / S_M,$$

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}},$$

$$L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 5 \text{ мм},$$

$$L_{\text{рх}} = 10 + 5 = 15 \text{ мм},$$

$$t_0 = 3 \cdot 15 / 945 = 0,05 \text{ мин.}$$

Операция 030: Шлифовальная 3М151Ф2

6.1 Шлифовать поверхность в размер $\varnothing 44_{-0,02}$

Шлифовальный круг ПП 500×50×305 24А 10-П С2 7 К5 35 м/с А 1кл

ГОСТ 2424-83

Режимы резания принимаем по табл.55 [29]

Для круглого внутри шлифования на станках общего применения.

Предварительное и окончательное шлифование имеет следующие параметры:

Скорость круга $v_k = 30 \text{ м/с}$;

Скорость заготовки $v_z = 30 \text{ м/с}$;

Радиальная подача

предварительное $S_p = 0,01 \text{ мм/об}$;

окончательное $S_p = 0,0025 \text{ мм/об}$;

Определяем мощность

При шлифовании периферией круга с продольной подачей

$$N = C_N \cdot v_z^r \cdot s_p^y \cdot d^q \cdot b^z,$$

где b – ширина шлифования;

s_p – радиальная подача подача;

C_N, r, y, q, z – коэффициент и показатели степени.

Принимаем по табл.56

$$C_N = 0,14; r = 0,8; y = 0,8; q = 0,2; z = 1,$$

$$N = 0,14 \cdot 30^{0,8} \cdot 0,01^{0,8} \cdot 44^{0,2} \cdot 10^1 = 1,14 \text{ кВт},$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{ст}} \cdot \eta,$$

$$N_{\text{ст}} = 4 \text{ кВт}, \eta = 0,7,$$

$$N_{\text{шп}} = 4 \cdot 0,7 = 2,8 \text{ кВт}.$$

Условие выполнено.

$$t_0 = L_{\text{px}} / S_M$$

предварительная окончательная

$$S_M = S_p \cdot n = 0,01 \cdot 200 = 2 \text{ мм/мин},$$

$$S_M = S_p \cdot n = 0,0025 \cdot 200 = 0,5 \text{ мм/мин},$$

$$L_{\text{px}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}},$$

$$L_{\text{px1}} = 0,4 \text{ мм},$$

$$L_{\text{px1}} = 0,1 \text{ мм},$$

$$t_0 = 40 \cdot 0,4 / 2 + 40 \cdot 0,1 / 0,5 = 16 \text{ мин}.$$

Операция 035: Шлифовальная 3М151Ф2

7.1 Шлифовать поверхность в размер $\varnothing 44,7_{-0,02}$

Шлифовальный круг ПП 500×50×305 24А 10-П С2 7 К5 35 м/с А 1 кл

ГОСТ 2424-83

Режимы резания принимаем по табл.55 [29]

Для круглого внутри шлифования на станках общего применения.

Предварительное и окончательное шлифование имеет следующие параметры:

Скорость круга $v_k = 20 \text{ м/с}$;

Скорость заготовки $v_z = 20 \text{ м/с}$;

Глубина шлифования

предварительное $t = 0,015 \text{ мм}$;

окончательное $t = 0,01 \text{ мм}$;

Продольная подача

предварительное $S = 25 \text{ м/мин}$;

окончательное $S = 15 \text{ м/мин}$;

Определяем мощность

При шлифовании периферией круга с продольной подачей

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q.$$

где d – диаметр шлифования;

s – продольная подача;

$$s = s_p \cdot \frac{\pi \cdot d}{1000 \cdot v_3},$$

$$s = 25 \cdot \frac{3,14 \cdot 44,7}{1000 \cdot 20} = 0,18 \text{ мм/об},$$

$$s = 15 \cdot \frac{3,14 \cdot 44,7}{1000 \cdot 20} = 0,11 \text{ мм/об}.$$

C_N, r, y, q, x – коэффициент и показатели степени.

Принимаем по табл.56

$$C_N=2,2; r=0,5; x=0,5; y=0,55; q=0,$$

$$N = 2,2 \cdot 20^{0,5} \cdot 0,015^{0,5} \cdot 0,18^{0,55} \cdot 44,7^0 = 0,47 \text{ кВт},$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{ст}} \cdot \eta,$$

$$N_{\text{ст}} = 4 \text{ кВт}, \eta = 0,7,$$

$$N_{\text{шп}} = 4 \cdot 0,7 = 2,8 \text{ кВт}.$$

Условие выполнено.

$$t_0 = L_{\text{px}} / S_M,$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,18 \cdot 200 = 36 \text{ мм/мин},$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,11 \cdot 200 = 22 \text{ мм/мин}.$$

$$L_{\text{px}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}},$$

$$L_{\text{px1}} = 126 + 5 = 131 \text{ мм},$$

$$t_0 = 13 \cdot 131 / 36 + 5 \cdot 131 / 22 = 77,08 \text{ мин}.$$

Таблица 1.9

Номер операции и перехода		I	t , мм	$S(S_{\text{зуб}})$ мм/мин (мм/зуб)	V , м/мин	n , об/мин	t_0 ,
005	1	1	52	4,2(0,03)	17,6	16	1,28
010	1	1	2,5	0,6(0,1)	158	630	0,23
	2	1	3,15	0,2	12,6	1000	0,07

Продолжение таблицы 1.9

015	1	4	2,25	0,6	99	630	0,54
020	1	1	5	2,2(0,1)	196	500	0,13
025	1	1	1,5	0,6	97	630	0,87
	2	1	2	0,08	75,4	500	0,2
	3	1	5	0,08	75,4	500	0,2
	4	1	0,75	0,2	121	800	1,02
	5	3	0,75	1,5	95	630	0,05
030	1	40		0,01	30	200	8
	2	40		0,0025	30	200	8
035	1	13	3,4	0,18	20	200	47,31
	2	5	0,5	0,11	20	200	29,77

1.10 Нормирование технологического процесса

Норма времени:

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

где $T_{\text{шт-к}}$ - штучно-калькуляционное время выполнения работ на станках, мин.;

$T_{\text{шт}}$ - норма штучного времени, мин;

$T_{\text{п-з}}$ - норма подготовительно-заключительного времени, мин.

Для станков с ЧПУ:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{тв}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right).$$

где $T_{\text{ца}} = T_0 + T_{\text{мв}}$, - время цикла автоматической работы станка по программе, мин. где T_0 - основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{\text{мв}}$ - машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменение величины и направления подачи, время технологических пауз.), мин;

T_B – вспомогательное время, мин;

$K_{\text{в}}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{\text{обс}}$ – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{\text{отд}}$ – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_B = T_{\text{уст}} + T_{\text{опер}} + T_{\text{изм}}.$$

где $T_{\text{уст}}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{\text{опер}}$ – время, связанное с операцией, мин;

$T_{\text{изм}}$ – время на измерение, мин.

$$T_{\text{п-з}} = T_{\text{п-з1}} + T_{\text{п-з2}} + T_{\text{п-зобр}}.$$

где $T_{\text{п-з1}}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{\text{п-з2}}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{\text{п-зобр}}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Для универсальных станков:

$$T_{\text{шт}} = (T_0 + T_B \cdot K_{\text{в}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right).$$

где T_0 – основное время на обработку одной детали, мин;

T_B – вспомогательное время, мин;

$K_{\text{в}}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{\text{обс}}$ – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{\text{отд}}$ – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_B = T_{\text{уст}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{изм}},$$

где $T_{\text{уст}}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{\text{пер}}$ – время, связанное с переходом, мин;

$T_{\text{изм}}$ – время на измерение, мин.

$$T_{\text{п-з}} = T_{\text{п-з1}} + T_{\text{п-з2}} + T_{\text{п-зобр}}.$$

где $T_{\text{п-з1}}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{\text{п-з2}}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{\text{п-зобр}}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы [14] и приведены в таблице 1.10

Таблица 1.10–Нормирование технологического процесса

№ ОП	Содержание работы	Источник	Время, мин.
005	Фрезерно-отрезная		
	1 Основное время:		1,28
	2 Вспомогательное время:	Карта 16	
	время на установку и снятие изделия	Поз.49	0,23
	время, связанное с переходом		
	Время на измерение	Карта 23	0,2
		Поз.8	
	Коэффициент на вспомогательное время	Карта 31	1
	Суммарное вспомогательное время		0,43
	3 .Время на обслуживание рабочего места	Карта 32	8% от оперативного
	4.Время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 32	4% от оперативного
	5 Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки.	Поз.7 Карта 32 Поз.24	28
	Суммарное подготовительно-заключительное время		
	Штучное время		1,92
	Штучно-калькуляционное время		3,32

Продолжение таблицы 1.10

010	Фрезерно-центровальная		
	1 Основное время:		0,3
	2 Вспомогательное время:	Карта 16	
	время на установку и снятие изделия	Поз.49	0,23
	время, связанное с переходом	Карта.56,	
		поз.16	0,4
	время на измерение	Карта 23	
		Поз.8	0,6
	Коэффициент на вспомогательное время	Карта 31	1
	Суммарное вспомогательное время		1,23
	3.Время на обслуживание рабочего места	Карта.32	8% от оперативного
	4.Время перерывов на отдых и личные надобности	Карта.32	4% от оперативного
	5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки.	Поз.7	
		Карта.32	28
		Поз.24	1,74
	Суммарное подготовительно-заключительное время		3,14
	Штучное время		
	Штучно-калькуляционное время		

Продолжение таблицы 1.10

015	Токарная с ЧПУ		
	1. Основное время		0,54
	2. Вспомогательное время: на установку и снятие детали	Карта 16, поз.7, 40	0,6
	время, связанное с переходом	Карта 56, поз.16	0,4
	на измерение	Карта 86, поз.72	0,3
	Коэффициент на вспомогательное время	Карта 56, поз.18	1
	Суммарное вспомогательное время		1,3
	3. Время на обслуживание рабочего места	Карта 56, поз.20	8%
	4. Время перерывов на отдых и личные потребности	Карта 56, поз.21	4%
	5. Подготовительно-заключительное время: на наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки		26
	6. Штучное время		2,06
	7. Штучно-калькуляционное время		3,36

Продолжение таблицы 1.10

020	<u>Фрезерная</u>		
	1 Основное время:		0,13
	2 Вспомогательное время:	Карта 16	
	время на установку и снятие изделия	Поз.49	0,23
	время, связанное с переходом		0
	время на измерение	Карта 23	
		Поз.8	0,3
	Коэффициент на вспомогательное время	Карта 31	1
	Суммарное вспомогательное время		0,53
	3. Время на обслуживание рабочего места		
	4.Время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 32	8% от оперативного
	5 Подготовительно-заключительное время на партию, на		
	наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки.	Карта 32 Поз.7 Карта 32 Поз.24	4% от оперативного 28
	Суммарное подготовительно-заключительное время		
	Штучное время		0,74
	Штучно-калькуляционное время		2,14

Продолжение таблицы 1.10

025	Токарная с ЧПУ		
	1. Основное время		2,34
	2. Вспомогательное время:		
	на установку и снятие детали	Карта 16, поз.7, 40	0,6
	время, связанное с переходом	Карта 56, поз.16	1
	на измерение	Карта 86, поз.72	1,8
	Коэффициент на вспомогательное время	Карта 56, поз.18	1
	Суммарное вспомогательное время		3,4
	3. Время на обслуживание рабочего места	Карта 56, поз.20	8%
	4. Время перерывов на отдых и личные потребности	Карта 56, поз.21	4%
	5. Подготовительно-заключительное время:		26
	на наладку станка, инструмента и приспособлений на		
	получение инструмента и приспособлений до начала и		
	сдачу их после окончания обработки		
	6. Штучное время		6,43
	7. Штучно-калькуляционное время		7,73

Продолжение таблицы 1.10

030	Шлифовальная с ЧПУ		
	1. Основное время		1,6
	2. Вспомогательное время:		
	на установку и снятие детали	Карта 16, поз.7, 40	0,6
	время, связанное с переходом	Карта 56, поз.16	0,8
	на измерение	Карта 86, поз.72	0,8
	Коэффициент на вспомогательное время	Карта 56, поз.18	1
	Суммарное вспомогательное время		2,2
	3. Время на обслуживание рабочего места	Карта 56, поз.20	8%
	4. Время перерывов на отдых и личные потребности	Карта 56, поз.21	4%
	5. Подготовительно-заключительное время:		26
	на наладку станка, инструмента и приспособлений на		
	получение инструмента и приспособлений до начала и		
	сдачу их после окончания обработки		
	6. Штучное время		3,9
	7. Штучно-калькуляционное время		5,8

Продолжение таблицы 1.10

035	Шлифовальная с ЧПУ		
	1. Основное время		7,71
	2. Вспомогательное время:		
	на установку и снятие детали	Карта 16, поз.7, 40	0,6
	время, связанное с переходом	Карта 56, поз.16	0,8
	на измерение	Карта 86, поз.72	0,8
	Коэффициент на вспомогательное время	Карта 56, поз.18	1
	Суммарное вспомогательное время		
	3. Время на обслуживание рабочего места		2,2
	4. Время перерывов на отдых и личные потребности	Карта 56, поз.20	8%
	5. Подготовительно-заключительное время:	Карта 56, поз.21	4%
	на наладку станка, инструмента и приспособлений на		26
	получение инструмента и приспособлений до начала и		
	сдачу их после окончания обработки		
	6. Штучное время		
	7. Штучно-калькуляционное время		9,75
			11,73

1.2 Организационная часть

Расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей определяется по формуле:

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}.$$

где C_p – расчётное количество станков данного типа, шт;

$N = 3000$ шт - годовая программа выпуска продукции;

$F_d = 2016$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час:

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{з.о.} = C_p / C_{п.}$$

где $C_{п.}$ – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в следующей таблице:

Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки. Результаты заносим в таблицу 1.11

Таблица 1.11 – Количество оборудования

№ опе-	F_d	C_p	$C_{п.}$	$K_{з.о.}, \%$
005	2016	0,055	1	5,5
010	2016	0,052	1	5,2
015, 025	2016	0,183	1	18,3
020	2016	0,356	1	35,6
030, 035	2016	1,85	2	92,5

Средний коэффициент загрузки $K_{з.о.ср.} = 31,42\%$.

Уточняем серийность производства по коэффициенту закрепления операций:

$$K_{з.о.} = F_d \cdot 60 / N \cdot T_{шт-к.ср.} = 2016 \cdot 60 / (200 \cdot 18,78) = 3,2.$$

$1 < K_{з.о.} < 10$, что соответствует серийному типу производства.

Оборудование не до загружено, необходимо до загрузить.

1.3 Конструкторская часть

Целью конструкторской части является разработка приспособления для одной из операций механообработки.

Разрабатываем приспособление для фрезерной операции.

1.3.1 Описание работы приспособления

Приспособление применяется для закрепления детали с помощью пневматического привода.

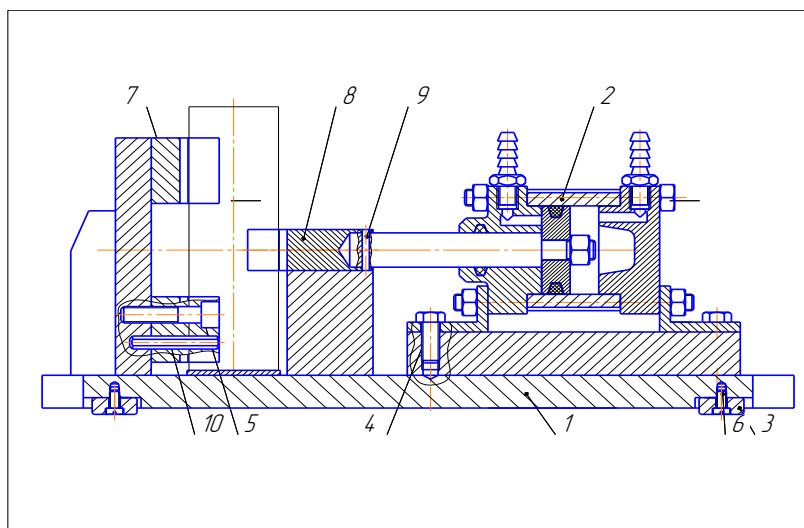


Рисунок 19 - Специальное приспособление

Приспособление состоит из плиты позиция 1, на которой установлен пневмоцилиндр позиция 2. Крепление производится болтами позиция 4. Деталь крепится к в призмах позиция 7 и крепится передвижной призмой позиция 8. Призма позиция 7 крепится к плите винтом позиция 5 и штифтом позиция 10. Передвижная призма позиция 8 крепится на штоке пневмоцилиндра с помощью штифтов позиция 9.

Плита ориентируется на станке с помощью шпонки позиция 3 и крепится винтом позиция 6.

1.3.2 Определение силы закрепления заготовки.

Необходимо, чтобы сила закрепления предотвращала какие либо перемещения детали, на протяжении всей операции.

В практических расчетах величину силы резания, найденную расчетным путем, несколько при увеличивают, по средствам умножения на

коэффициент запаса закреплений k . Который находится по следующей формуле:

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

где: k_0 – гарантированный коэффициент запаса (принимают $k_0 = 1,5$);
 k_1 – коэффициент, который учитывает неравномерность припуска по

обрабатываемой поверхности заготовки. (для черновой обработки $k_1 = 1,2$; для чистовой обработки $k_1 = 1$);

k_2 – коэффициент, который учитывает силы резания, увеличивающейся, когда происходит затупление инструмента.

k_3 – коэффициент, который учитывает рост силы резания при обработке прерывистых поверхностей.

k_4 – коэффициент, который учитывает непостоянство силы зажима

k_5 – коэффициент, который учитывается только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку и сместить ее.

$$k = 1,5 \times 1 \times 1,8 \times 1,2 \times 1 = 3,2$$

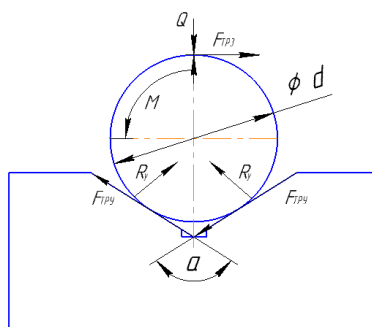


Рисунок 20 - Установка в призме

Рис. 20 расчетная схема по определению требуемой силы закрепления заготовки при её установке в призму: α – угол призмы; Q – сила закрепления;

M – момент сил резания, действующий на заготовку; R_y – реакция установочной поверхности призмы;

R_z – реакция поверхности зажимного элемента; $F_{тр.з}$ – сила трения по зажимному элементу;

$F_{тр.у}$ – сила трения по установочному элементу.

Заготовка контактирует наружной поверхностью с установочными поверхностями призмы с одной стороны, и с подвижной зажимной призмой с другой. Заготовка удерживается от поворота за счет сил трения, на торце заготовки сил трения нет.

Уравнение равновесия будет иметь следующий вид:

$$kM - 2F_{mp \cdot y_2} \frac{d}{2} - F_{mp \cdot 3_2} \frac{d}{2} = 0$$

$$kM = 2f_y R_{y_2} \frac{d}{2} + f_3 R_{3_2} \frac{d}{2} = 0$$

$$R_{y_2} = \frac{Q}{2} \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \quad R_3 = Q$$

Из этого следует:

$$Q = \frac{kM}{f_y \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \frac{d}{2} + f_3 \frac{d}{2}} = \frac{2kM}{d(f_y \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + f_3)} = \frac{2 \cdot 3.2 \cdot 5.5}{23.94(0.18 \frac{1}{0.8} + 0.3)} = 125H$$

f_3 - коэффициент трения по зажимному элементу.

f_y - коэффициент трения по установочному элементу.

1.3.3 Выбор и расчет привода зажимного устройства

В качестве привода зажимного устройства применяем пневмоцилиндр двустороннего действия.

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

Определяем усилия на штоке пневмоцилиндра: Принимаем предварительно диаметр мембраны 50мм Для поршневых пневмоцилиндров

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \cdot p \cdot \eta$$

где Q – усилие на штоке;

D -диаметр цилиндра (мм);

p – давление сжатого воздуха, (МПа);

η - коэффициент полезного действия цилиндра, ($\eta = 0,85 \dots 0,9$)

Усилие на штоке:

$$Q = \frac{3.14 \cdot 2500}{4} \cdot 0.4 \cdot 0.85 = 667H$$

Усилие на штоке превышает потребное усилие зажима, условие выполняется.

$$W_{\text{расч}} > W_{\text{потреб}}$$

1.3.4 Расчет приспособления на точность

Определяем необходимую точность приспособления для обеспечения следующих требований и размеров:

допуск не более 0,28 мм ;

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки ε_0 , которая не должна превышать допуск δ , выполняемого размера при обработке заготовки, т.е.

$$\varepsilon_0 \leq \delta$$

Определим необходимую точность приспособления, исходя из формулы, изложенной в [4, с. 151]:

$$\varepsilon_{\text{пр} \leq \delta} = k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}$$

где:

$\delta=0,36$ мм – допуск выполняемого размера.

$k_T=1,2$ – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, величин от закона нормального распределения.

$k_{T1}=0,8$ – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках,

$k_{T2}=0,6$ – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления,

$\varepsilon_{\delta}=0$ погрешность базирования заготовки в приспособлении,

$\varepsilon_3=0,07$ мм – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, (2, с. 81);

$\varepsilon_y=0$ мм - погрешность установки приспособления на станке,

$\varepsilon_n=0,01 \text{ мм}$ – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления,

$\varepsilon_u=0,005 \text{ мм}$ – погрешность от перекоса (смещения) инструмента;

$\omega=0,11$ – экономическая точность обработки,

$\varepsilon_{пр} \leq 28-1,2$

$$\sqrt{(0,8 \cdot 0)^2 + 0,07^2 + 0,01^2 + 0,005^2 + (0,5 + 0,11)^2} = 0,075 \text{ мм}$$

Расчет точности показывает, что данное приспособление обеспечивает заданную точность при обработке заготовки.

ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
10А91	Исмаев Достон Мусурманкул угли

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление/ООП/ ОПОП	15.03.01 «Машиностроение» / «Технология, оборудование и автоматизация машинострои- тельных производств»
Уровень образования	Бакалавриат		

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

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1 кв/ч – 5,27 руб. Стоимость приобретаемого оборудо- вания 10595000 руб. Фонд заработной платы всех рабочих 2527628,82 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Масса заготовки 1,69 кг. Масса материала на программу выпус- ка 3800 кг
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Прочие расходы 2039160,75 руб. Отчисления на социальные нужды 758288,6 руб.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Расчет объема капитальных вложений
2. Расчет себестоимости продукции
3. Экономическое обоснование технологического проекта

Перечень графического материала

1. Затраты на покупные комплектующие, ЗП исполнителей, итоговые затраты

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Лизунков В.Г	к.пед.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А91	Исмаев Д.М		

2. Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение

2.1 Расчет объема капитальных вложений

В объем капитальных вложений входит:

- стоимость технологического оборудования;
- стоимость вспомогательного оборудования;
- стоимость инструментов и инвентаря;
- стоимость эксплуатируемых помещений;
- стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах;
- стоимость оборотных средств в незавершенном производстве;
- стоимость оборотных средств в запасах готовой продукции;
- стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности;
- сумма денежных оборотных средств.

В соответствии с заданием, количество обрабатываемых в год деталей 2000 штук. Данному количеству обрабатываемых деталей соответствует среднесерийному типу производства (500-5000).

2.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования (K_{TO}) представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{TO} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

Q_i – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением i -ой операции;

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции.

Стоимость технологического оборудования приведена в табл. 1

Таблица 1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	Ц _и , руб.	Q _и , шт.	К _{тои} , руб.
005	8А631	730000	1	730000
010	2Г492.02	820000	1	820000
015, 025	16Р25Ф3	1950000	1	1950000
020	6Т80Ф3	149500	1	149500
030, 035	3М151Ф2	2800000	2	5600000
Всего:				10595000

2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования (К_{во}) определим приближенно – 30% от стоимости технологического оборудования.

$$K_{BO} = K_{TO} \cdot 0,30 ,$$

$$K_{BO}=10595000 \cdot 0,3=3178500 \text{ руб.}$$

2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря (К_{ии}) по предприятию устанавливаем приближенно в размере 10-15% от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

- инструментов всех видов (режущие, мерительные) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (зажимы, тиски и т.д.);
- производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);
- хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.)

$$K_{ии} = K_{TO} \cdot 0,15 .$$

$$K_{\text{ИИ}} = 10595000 \cdot 0,15 = 1589250 \text{ руб.}$$

2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений рассчитываем при арендованной форме владения, по формуле:

$$C_{\text{П}}^{\text{II}} = (S_{\text{ПП}} \cdot A_{\text{ПП}} + S_{\text{СП}} \cdot A_{\text{СП}}) \cdot T,$$

где $S_{\text{ПП}}, S_{\text{СП}}$ – соответственно производственная и складская площадь, м^2 ;

$A_{\text{ПП}}, A_{\text{СП}}$ – арендная плата 1м^2 за месяц, $\text{руб}/\text{м}^2$;

T – отчетный период ($T=12$ мес.)

$$C_{\text{П}}^{\text{II}} = (200 \cdot 130 + 21 \cdot 130) = 344760 \text{ руб.}$$

2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{ПЗМ}} = \frac{H_{\text{М}} \cdot N \cdot C_{\text{М}}}{360} \cdot T_{\text{ОБМ}},$$

где $H_{\text{М}}$ - норма расхода материала, $H_{\text{М}} = 1,69 \text{ кг/ед.}$;

N - годовой объем производства продукции, $N=2000$ шт.;

$C_{\text{М}}$ - цена материала, $C_{\text{М}}=70,5 \text{ руб./кг}$ (Сталь 40Х ГОСТ 4543-71);

$T_{\text{ОБМ}}$ - продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях, $T_{\text{ОБМ}}=6$ дней.

$$K_{\text{ПЗМ}} = \frac{1,69 \cdot 2000 \cdot 70,5}{360} \cdot 6 = 3971,5 \text{ руб.}$$

2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{\text{НЗП}}$) установлена из следующего выражения:

$$K_{\text{НЗП}} = \frac{N \cdot T_{\text{Ц}} \cdot C' \cdot k_{\text{Г}}}{360},$$

где $T_{\text{Ц}}$ – длительность производственного цикла, $T_{\text{Ц}}=1$ дней;

C' – себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб. ;

$k_{\text{Г}}$ – коэффициент готовности.

Себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов определяется по формуле:

$$C' = \frac{H_M \cdot \Pi_M}{\kappa_M},$$

где κ_M – коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия ($\kappa_M = 0,8 \div 0,85$), принимаем $\kappa_M = 0,85$.

$$C' = \frac{1,69 \cdot 70,5}{0,85} = 140,17 \text{ руб.}$$

Коэффициент готовности:

$$\kappa_{\Gamma} = (\kappa_M + 1) \cdot 0,5,$$

$$\kappa_{\Gamma} = (0,85 + 1) \cdot 0,5 = 0,925 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{нзп}} = \frac{2000 \cdot 1 \cdot 140,17 \cdot 0,925}{360} = 720,32 \text{ руб.}$$

2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{\text{гп}},$$

где $T_{\text{гп}}$ – продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях, принимаем $T_{\text{гп}} = 7$ дней.

$$K_{\text{гп}} = \frac{140,17 \cdot 2000}{360} \cdot 7 = 5451,08, \text{ руб.}$$

2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{дз}} = \frac{B_{\text{рп}}}{360} \cdot T_{\text{дз}},$$

где $B_{\text{рп}}$ – выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$T_{\text{дз}}$ – продолжительность дебиторской задолженности ($T_{\text{дз}} = 7 \div 40$), дней, принимаем $T_{\text{дз}} = 10$ дней.

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета устанавливается приближенным путем:

$$B_{\text{рп}} = C' \cdot N \left(1 + \frac{p}{100}\right),$$

где p - рентабельность продукции ($p=15 \div 20\%$).

$$B_{\text{рп}} = 140,17 \cdot 2000 \cdot \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 336409,4 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{дз}} = \frac{336409,4}{360} \cdot 10 = 9344,7 \text{ руб.}$$

2.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств можно принять приближенно 10% от суммы материальных оборотных средств.

$$C_{\text{обс}} = K_{\text{пзм}} \cdot 0,1,$$

$$C_{\text{обс}} = 3971,5 \cdot 0,1 = 397,15 \text{ руб.}$$

2.2 Расчет сметы затрат на производство и реализацию продукции

Классификация затрат по экономическим элементам имеет для предприятия важное значение. Сметный разрез затрат позволяет определить общий объем потребляемых предприятием различных видов ресурсов. На основе сметы осуществляется увязка разделов производственно-финансового плана предприятия: по материально-техническому снабжению, по труду, определяется потребность в оборотных средствах и т.д. Группировка затрат по экономическим элементам отражается в смете затрат на производство и реализацию продукции (работ, услуг). В ней собираются затраты по общности экономического содержания, по их назначению.

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

- основные материалы за вычетом реализуемых отходов;
- заработная плата производственных рабочих;
- отчисления на социальные нужды по зарплате производствен-

ных рабочих.

Эти статьи относятся к прямым затратам. Остальные расходы образуют косвенные расходы:

- амортизация оборудования предприятия;
- арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений;
- отчисления в ремонтный фонд;
- вспомогательные материалы на содержание оборудования;
- затраты на силовую электроэнергию;
- износ инструмента;
- заработная плата вспомогательных рабочих;
- отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих;
- заработная плата административно-управленческого персонала;
- отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала;
- прочие расходы.

2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_M) рассчитываются по формуле:

$$C_M = N \cdot (\Pi_M \cdot H_M \cdot K_{\text{тзр}} - \Pi_O \cdot H_O),$$

где $K_{\text{тзр}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($K_{\text{тзр}}=1,04$);

Π_O – цена возвратных отходов, руб./кг;

H_O – норма возвратных отходов кг/шт.;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_O = m_3 - m_0,$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_0 – масса изделия, кг.

$$H_O = 2,75 - 1,69 = 1,06 \text{ кг/шт.}$$

Затраты на основные материалы записываем в таблицу 2

Таблица 2 – Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	С _{ми} , руб.
Оправка	70,5	1,06	205421,6
Всего:			205421,6

2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Основная заработная плата предусматривает оплату труда за проработанное время. Рассчитываем сдельно-премиальную оплату труда.

В соответствии с этой системой заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{30} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часi}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N.$$

где m – количество операций технологического процесса;

$t_{штi}$ – норма времени на выполнение i -ой операции, мин/ед.;

$C_{часj}$ – часовая ставка j -го разряда, руб./час;

k_n – коэффициент, учитывающий премии и доплаты ($k_n \approx 1,5$);

k_p – районный коэффициент ($k_p=1,3$).

Определение фонда заработной платы и численности рабочих приведены в таблице 3

Таблица 3 – Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$T_{штi}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часj}$, руб.	C_{30i} , руб
Оператор фрезерно-отрезных станков	1,92	4	1	262,5	32760
Оператор фрезерно-центровальных станков	1,74	4	1	262,5	29688,8
Оператор токарных станков с ЧПУ	8,49	4	1	262,5	144860,6
Оператор фрезерных станков	0,74	4	1	262,5	12626,3
Оператор шлифовальных станков с ЧПУ	109,18	4	1	262,5	1862883,7
Фонд заработной платы всех рабочих					2082819,4

2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{oco}=C_{30}\cdot 0,3,$$

$$C_{oco}=2082819,4\cdot 0,3=624845,8 \text{ руб.}$$

2.2.4 Расчет амортизации основных фондов

Амортизация основных фондов – это перенос части стоимости основных фондов на вновь созданный продукт для последующего воспроизводства основных фондов ко времени их полного износа.

Годовые амортизационные отчисления начисляются одним из следующих методов: линейный и нелинейный.

В расчетах определяем годовую норму амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод:

$$a_{ni} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\% .$$

где T_o – срок службы оборудования ($T_o=3\div 12$ лет)

Списание стоимости происходит равномерно и к концу срока использования достигается нулевая балансовая стоимость.

При небольшом объеме производства и неполной загрузки оборудования необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на 1 час работы оборудования:

$$A_q = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot a_{ni}}{F_d \cdot K_{BPI}} .$$

где n – количество оборудования;

K_{BPI} – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени;

F_d –действительный годовой фонд времени работы оборудования;

Стоимость амортизационных отчисления записаны в таблице 4

Таблица 4 – Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц _и , руб.	а _{нi} , %	Ф _{дi} , ч	А _{чi} , руб.
005	730000	20	2016	72,42
010	820000	20	2016	81,35
015,025	1950000	10,0	2016	48,36
025	149500	20	2016	148,32
030, 035	5600000	10,0	2016	277,78
Вспомогательное оборудование	3178500	5,3	2016	157,66
Амортизационные отчисления для всех станков (А _ч)				785,89

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы.

2.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Эти затраты включают в себя затраты по всем видам ремонта (капитального, текущего и др.).

Затраты на ремонт оборудования определяются по формуле:

$$C_P = (K_{TO} + K_{BO}) \cdot \kappa_{PEM} + C_{II} \cdot \kappa_{3.PEM},$$

где κ_{PEM} , $\kappa_{3.PEM}$ – коэффициенты, учитывающие отчисления в ремонтный фонд, $\kappa_{PEM}=2\%$, $\kappa_{3.PEM}=5\%$.

$$C_P = (10595000 + 3178500) \cdot 0,02 + 344760 \cdot 0,05 = 292708 \text{ руб.}$$

2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{COTC} = n \cdot N \cdot g_{OX} \cdot \Pi_{OX},$$

где g_{OX} – средний расход охлаждающей жидкости для одного станка ($g_{OX}=0,03\text{кг/дет}$);

Π_{OX} – средняя стоимость охлаждающей жидкости, ($\Pi_{OX}=94,7 \text{ руб/кг}$);

n – количество станков.

$$C_{COTC} = 5 \cdot 2000 \cdot 0,03 \cdot 94,7 = 28410 \text{ руб.}$$

Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{возд}} = \frac{g_{\text{возд}} \cdot \Pi_{\text{возд}} \cdot N_{\Gamma}}{60} \cdot \Sigma t_{oi},$$

где $g_{\text{возд}}$ – расход сжатого воздуха, $g_{\text{возд}} = 0,7 \text{ м}^3/\text{ч}$;

$\Pi_{\text{возд}}$ – стоимость сжатого воздуха, $\Pi_{\text{возд}} = 65,5 \text{ руб.}$

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \cdot 65,5 \cdot 2000}{60} \cdot 68,67 = 104950,65 \text{ руб.}$$

2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чЭ}} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_{\partial} \cdot K_N \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{од}} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot \Pi_{\text{Э}}, \text{ руб.}$$

$$C_{\text{чЭ}} = \sum_{i=1}^m 3 \cdot 2016 \cdot 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot \frac{1,06}{0,7} \cdot 5,27 = 5068 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{чЭ}} = \sum_{i=1}^m 11 \cdot 2016 \cdot 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot \frac{1,06}{0,7} \cdot 5,27 = 18582 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{чЭ}} = \sum_{i=1}^m 22 \cdot 2016 \cdot 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot \frac{1,06}{0,7} \cdot 5,27 = 37164 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{чЭ}} = \sum_{i=1}^m 7 \cdot 2016 \cdot 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot \frac{1,06}{0,7} \cdot 5,27 = 11824 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{чЭ}} = \sum_{i=1}^m 14 \cdot 2016 \cdot 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot \frac{1,06}{0,7} \cdot 5,27 = 23650 \text{ руб.}$$

где N_{yi} – установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением i -ой операции, кВт;

K_N , $K_{\text{вр}}$ – средние коэффициенты загрузки электродвигателя по мощности и времени, принимаем $K_N = 0,5$; $K_{\text{вр}} = 0,3$;

$K_{\text{од}}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей, $K_{\text{од}} = 0,6 \div 1,3$, принимаем $K_{\text{од}} = 0,7$;

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети, принимаем $K_{\omega} = 1,06$;

η – КПД оборудования, принимаем $\eta = 0,7$;

$\Pi_{\text{Э}}$ – средняя стоимость электроэнергии $\Pi_{\text{Э}} = 5,27 \text{ руб./кВтч.}$

Расчет затрат на электроэнергию приведены в таблице 5 с учетом загрузки оборудования.

Таблица 5 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N _{yi} , кВт	C _{чэi} , руб.
005	3	5068
010	11	18582
015, 025	22	37164
020	7	11824
030, 035	14	23650
Затраты на электроэнергию для всех операций		96288

2.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем, как плановый показатель $K_{ини}=1589250$ руб. и включим в себестоимость произведенной продукции.

2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum_{j=1}^k C_{змj} \cdot Ч_{врj} \cdot 12 \cdot \kappa_{nj} \cdot \kappa_{pj},$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

$Ч_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

$C_{змj}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда,

$C_{змj}=16300$ руб.;

κ_{nj} – коэффициент, учитывающий премии и доплат для вспомогательных рабочих ($\kappa_{nj}=1,2\div 1,3$);

κ_{pj} – районный коэффициент ($\kappa_{pj}=1,3$).

На участке один вспомогательный рабочий: наладчик станков с ЧПУ 6 разряда с учетом средней загрузки оборудования.

$$C_{звр} = 16300 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,362 = 119762,04 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овр} = C_{звр} \cdot 0,3 = 119762,04 \cdot 0,3 = 35928,61 \text{ руб.}$$

где $C_{овр}$ – сумма отчислений за год, руб./год продукции.

2.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{\text{ЗАУП}} = \sum_{j=1}^k C_{\text{ЗАУП}j} \cdot \text{Ч}_{\text{ЗАУП}j} \cdot 0,3 \cdot \kappa_{\text{н}j} \cdot \kappa_{\text{ПД}j},$$

где $C_{\text{зуп}j}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{\text{зуп}j} = 18200$ руб.;

$\text{Ч}_{\text{ауп}j}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $\text{Ч}_{\text{ауп}j} = 2$ чел.;

$\kappa_{\text{пд}j}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала, $\kappa_{\text{пд}j} = 1,58$.

$$C_{\text{ЗАУП}} = 18200 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,58 \cdot 0,362 = 325047,4 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{\text{ОАУП}} = C_{\text{ЗАУП}} \cdot 0,3 = 325047,4 \cdot 0,3 = 97514,22 \text{ руб.}$$

2.2.11 Прочие расходы

В прочие затраты входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления в специальные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по сертификации продукции, спец одежда рабочих, вознаграждения за изобретательства и рационализацию, и др.

Прочие расходы рассчитаем как плановые условно:

$$C_{\text{ПРОЧ}} = \text{ПЗ} \cdot N \cdot 0,7,$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{\text{ПРОЧ}} = 2913086,79 \cdot 2000 \cdot 0,7 = 2039160,75 \text{ руб.}$$

Экономическое обоснование технологического проекта приведены в табл.6

Таблица 6 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	1456,54	2913086,79
основные материалы за вычетом реализованных отходов	102,71	205421,6
заработная плата производственных рабочих	1041,41	2082819,38
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	312,42	624845,81
Косвенные затраты:	2585	5169544,86
амортизация оборудования предприятия	0,39	785,89
арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	172,38	344760,00
отчисления в ремонтный фонд	146,35	292708,0
вспомогательные материалы на содержание оборудования	114,67	229339,98
затраты на силовую электроэнергию	48	96288
износ инструмента	794,62	1589250
заработная плата вспомогательных рабочих	59,88	119762,04
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	17,96	35928,61
заработная плата административно-управленческого персонала	162,52	325047,4
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	48,76	97514,22
прочие расходы	1019,58	2039160,75
Итого	4041,3	8082631,65

Таблица 7 – Основные технико-экономические показатели детали

Показатель	Величина
Годовая программа выпуска	2000
Количество единиц оборудования, шт.	5
Количество производственных рабочих, чел.	4
Количество вспомогательных рабочих, чел.	1
Количество административно-управленческого персонала, чел.	2
Норма расхода материала, кг.	1,69
Себестоимость одной детали, руб.	4041,3

Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение»

В ходе расчета себестоимость детали составила 4041,3 руб. Годовой доход при выпуске 2000 деталей составит 8082631,65 руб.

ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
10A91	Исмаев Достон Мусурманкул угли

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление/ ООП/ОПОП	15.03.01 «Машиностроение» / «Технология, оборудование и автоматизация машинострои- тельных производств»
Уровень обра- зования	Бакалавриат		

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования (вещество, ма- териал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	– указать характеристики объекты ис- следования
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспече- ния безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объ- екта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	– указать нормативные документы
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздей- ствия	– перечислить вредные и опасные фак- торы
3. Экологическая безопасность:	– указать область воздействия на атмо- сферу, гидросферу и литосферу
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– перечислить возможные ЧС при разработке и эксплуатации про- ектируемого решения; – указать наиболее типичную ЧС

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	
--	--

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Директор	Солодский С.А	к.т.н, доцент		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A91	Исмаев Д.М.		

3 Социальная ответственность

3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Регулирование трудовых отношений в соответствии с Конституцией РФ осуществляется: трудовым законодательством, состоящим из Трудового кодекса, иных федеральных законов и законов субъектов РФ, содержащих нормы трудового права; иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права.

Работодатели предприятий и организаций принимают локальные нормативные акты, содержащие нормы трудового права, в пределах своей компетенции и учитывают мнение представительного органа работников (при наличии такого представительного органа).

3.2 Производственная безопасность

В цехе, где производится изготовление деталей находятся различные электроустановки, станки, а также используется СОЖ и различные смазывающие масла которые применяются при изготовлении детали «Оправка», могут быть следующие вредные факторы, а именно - наличие: а) непригодного микроклимата; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) неправильной или недостаточной освещенности; д) электрическая опасность; е) движущиеся машины и механизмы.

Таблица 1 - Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.0.003-2015

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изго- товле- ние	Эксплу- атация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Параметры микроклимата – СанПиН 2.2.4.548-96 [?] Уровень шума – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [?]
2. Опасность и вредность воздействия газовых компонентов (включая пары), загрязняющих чистый при-		+	+	

родный воздух приме- сей				<p>Уровень освещенности – СП 52.13330.2016 [?]</p> <p>Условия работы за ПК – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [?]</p> <p>Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руко- водство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классифика- ция условий труда[?]</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопас- ность. Защитное заземление. Зануле- ние. [?]</p> <p>ГОСТ 12.4.026-76.знаки безопасно- сти [?]</p>
3. Превышение уровня шума		+	+	
4.Недостаточная осве- щенность рабочей зоны	+	+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электри- ческой цепи, замыкание которой может произой- ти через тело человека		+	+	
6.Движущиеся машины и механизмы		+	+	

Анализ опасных и вредных производственных факторов при изготовлении детали

Отклонение показателей микроклимата.

Микроклимат в производственном цеху определяется такими параметрами как:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре в помещении происходит повышенный приток крови к поверхности тела, обильное потоотделение и, вследствие, потеря жидкости организмом. При низкой температуре на рабочем месте, приток крови к поверхности тела замедляется, повышается вероятность переохлаждения организма. В обоих случаях снижается работоспособность и внимание, что может привести к несчастному случаю.

Повышенная влажность воздуха ($\phi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\phi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять меры по недопущению чрезмерного охлаждения помещения через окна и двери и проезды. (установка пластиковых окон, утепление дверей, установка воздушных завес). В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей (установка жалюзи), возможность проветривания помещения.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к обслуживанию металлообрабатываю-

щих станков на которых будет производиться изготовление детали «Оправка», относится к категории средних работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 2.

Таблица 2 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Средняя	19-24	15-75	≤ 0.1
Теплый	Средняя	20-28	15-75	≤ 0.2

Одними из главных мероприятий по достижению оптимального микроклимата и состава воздуха в производственных цехах являются правильный воздухообмен в помещении

Вредные вещества

Основными вредными веществами в металлообрабатывающем цехе являются технологические масла (ТС), и смазывающе-охлаждающая жидкость (СОЖ). Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей.

Следствием этого может быть травма глаз и легочные заболевания (пневмоканиозы), вызванные длительным воздействием пыли на органы дыхания.

Пары этих жидкостей не должны превышать норм содержания в воздухе гигиенических нормативов «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003 г.

Превышение уровня шума.

ПДУ шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 85 дБА.

Основные источники шума при работе оборудования на «Алмыканском ЦРМЗ» по производству детали «Оправка»: а) двигатели приводов; б) зубчатые передачи; в) подшипники качения; г) неуравновешенные вращающиеся части станка; д) силы инерции, возникающие из-за движения деталей механизмов станка с переменными ускорениями; е) трение и соударение деталей в сочленениях вследствие неизбежных зазоров;

Например, 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.

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

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

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда. При работе на станках недостаточная освещенность рабочего места и производственного помещения в целом приводит к ослаблению зрения и общей утомляемости рабочего.

Повышенное значение напряжения в электрической цепи.

Электробезопасность представляет собой систему мер и мероприятий, направленных на защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока.

Электроустановки разделяют по напряжению: с напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают: Механический цех можно отнести к помещениям с повышенной опасностью, в котором существуют такие условия как: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.)

Наличие разветвленной цепи электропроводки, некачественная изоляция. Неправильная эксплуатация электрооборудования во время разработки технологического процесса изготовления детали «Оправка» может привести к электротравмам или травмам со смертельным исходом.

Движущиеся механизмы и их составные части – это опасный производственный фактор, который опасен возможностью получения механической травмы в результате контакта движущейся части механизма с человеком.

Условия существования или возникновения потенциальной опасности воздействия движущегося механизма на человека можно рассмотреть как:

1. Предусмотренные технологическим процессом (например, работа с подъемно-транспортным оборудованием, станками, прессами, и т.д.).
2. Приводящие к опасности из-за ошибок в монтаже и конструкции объекта (например, обрывы конструктивных элементов и их падение, разрушение от коррозии и т.п.).

3. Возникающие при каком–либо изменении технологического процесса или применении другого типа оборудования.

4. Человеческий фактор.

При работе на токарных, шлифовальных, фрезерных станках, используемых в данном технологическом процессе изготовления детали «Оправка», возможен захват элементов одежды вращающимися частями станков. Следствием этого может быть тяжелая травма или смертельный исход.

Слабое и ненадежное крепление инструментов (фрезы, резца, сверла) на станке может явиться причиной травм рук (ушибов, переломов) станочника.

3.3 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

Производственная санитария – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на рабочих вредных производственных факторов. Для производства детали «Оправка» вредными факторами являются:

Одними из главных мероприятий по достижению оптимального микроклимата и состава воздуха в производственных цехах являются правильный воздухообмен в помещении

При проектировании систем отопления и вентиляции механических цехов основными вредными производственными факторами являются пары смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и технологических смазок (ТС), абразивная и металлическая пыль, выделяющиеся в процессе станочной обработки металлов резанием.

Отопление механических цехов следует предусматривать водяное, паровое, воздушное или с нагревательными приборами.

Местные вытяжные системы, удаляющие от станков пыль и аэрозоль СОЖ, должны быть отдельными и снабжены сепараторами с дренажными устройствами.

Средствами защиты вредных веществ могут служить:

- автоматизация технологического процесса;

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

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ

СКЗ:

- устранение причин шума или существенное его ослабление;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения.

Используют звукопоглощающие навесные элементы в районе потолка, элементы и панели в верхней части стен, а также звукопоглощающие напыления на стены и пол (звукопоглощающий, иглопробивной материал из пенополиэтилена и акустический войлок). Для виброизоляции – использование в станках виброизолирующих опор (пружинных и резиновых).;

- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения по цеху;

СИЗ:

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

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. 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 об-

щего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности.

Для защиты персонала от поражающего действия электрического тока применяют специальные защитные средства.

Все изолирующие защитные средства делятся на: а) основные защитные средства; б) дополнительные защитные средства.

В электроустановках напряжением до 1000 вольт: а) электрические перчатки; б) инструмент с изолированными рукоятками; в) указатели напряжения.

Дополнительными называются такие защитные средства, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить безопасность от напряжения током. Они являются дополнительной к основным средствам мерой защиты.

В электроустановках напряжением до 1000В: а) диэлектрические галоши; б) диэлектрические резиновые коврики; в) изолирующие подставки.

Основные и дополнительные защитные средства при всех операциях должны применяться совместно друг с другом.

Средства коллективной защиты в механическом цехе от поражающего действия тока:

1. Защитное заземление — принудительное соединение с землей оборудования, которые, обычно, не находятся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением в силу разных обстоятельств. Назначение заземления — устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения частях электрооборудования.

2. Зануление. Занулением называется присоединение к неоднократно заземленному нулевому проводу питающей сети корпусов и других металлических частей электрооборудования, которые нормально не находятся под напряжением. Задача зануления та же, что и защитного заземления: устранение опасности поражения людей током при пробое на корпус. Решается эта задача автоматическим отключением поврежденной установки от сети.

3.Защитное отключение. Защитным отключением называется устройство, быстро (не более 0,2 с) автоматически отключающее участок электрической сети при возникновении в нем опасности поражения человека током. Основными частями являются прибор защитного отключения и автоматический выключатель. Защитное устройство отключения, которое реагирует на изменение напряжение корпуса относительно земли, если оно окажется выше некоторого предельно допустимого значения $U_{к.доп}$. Предназначено устранить поражения электрическим током при появлении на заземленном или заземленном корпусе повышенного напряжения.

4.Защитные ограждения. К ограждениям и оболочкам относятся защитные устройства, предназначенные для предотвращения прикосновения и приближения людей к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Ограждение токоведущих частей, как правило, предусматривается конструкцией электрооборудования.

Голые провода и шины, а также приборы, аппараты, распределительные щиты, клеммники и т.п. конструктивно имеющие незащищенные и доступные прикосновению токоведущие части помещают в специальные шкафы, камеры, ящики, закрываемые сплошными или сетчатыми ограждениями.

Сплошные ограждения обязательны для электроустановок, размещённых в местах, где могут находиться люди, не связанные с обслуживанием электроустановок – в бытовых, общественных и производственных (не электротехнических помещениях).

Сетчатые ограждения применяются в электроустановках доступных только квалифицированному электротехническому персоналу. В закрытых электроустановках ограждения должны иметь высоту не менее 1,7 м, а в открытых – не менее 2,0 м.

5. Разделительные трансформаторы. Их используют для изоляция подключаемого оборудования от контура заземления.

К основным средствам защиты от воздействия механических факторов относятся устройства: а) оградительные (местные ограждения, крышки, кожуха и

др.); б) автоматического контроля и сигнализации; в) предохранительные; г) дистанционного управления; д) тормозные; е) знаки безопасности по ГОСТ 12.4.026-76.

В современных условиях одной из важнейших задач является защита окружающей среды. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоемы и недра земли на данном этапе развития достигли таких размеров, что в ряде крупных промышленных центров, уровни загрязнения существенно превышают допустимые санитарные нормы.

Согласно данным инвентаризации источников валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу было выявлено 146 источников выбросов, все организованные. В целом, предприятие которое выполняет изготовление детали «Оправка» относится к 4 классу опасности. Санитарно-защитной зоны промплощадка предприятия не имеет.

Существует множество мероприятий по защите окружающей среды:

- Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.
- Применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.
- Защита работающих от источников тепловых излучений.
- Устройство и оборудование вентиляции и отопления.
- Применение средств воздухоочистки.
- Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.
- Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места захоронения.
- Применение средств индивидуальной защиты работников.

3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

В настоящее время существует два основных направления минимизации вероятности возникновения последствий ЧС на промышленных объектах.

Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятиях, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала в современных технических системах. В рамках этого направления на заводе технические системы снабжают защитными устройствами – средствами взрыво- и пожарозащиты технологического оборудования, электро- и молниезащиты, локализации и тушения пожаров и т.д.

Второе направление заключается в подготовке объекта и обслуживающего персонала к действиям в условиях ЧС. Основой второго направления является формирование планов действий в ЧС. Для этого на заводе прогнозируют размеры и степень поражения объектов при воздействии на него поражающих факторов различных видов (взрывы, пожары, отключения электроэнергии, наводнения, землетрясения, террористические акты, нападение вероятного противника и др.), опираясь на экспериментальные и статистические данные о физических и химических явлениях, составляющую возможную аварию.

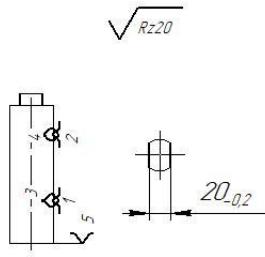
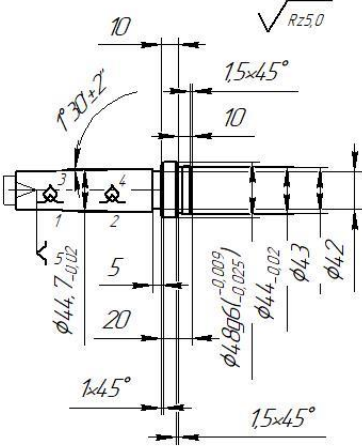
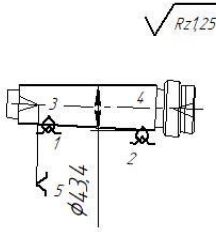
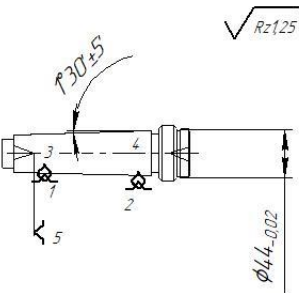
Список использованных источников

1. Кирсанов С.В. обработка глубоких отверстий в машиностроении. – М.: Машиностроение, 2009. – 296 с.; ил.
2. Смазочно-охлаждающая жидкость [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 15.01.2017)
3. Скворцов В.Ф., Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 91с.
4. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова – 5-е изд., испр. – М.: Машиностроение–1, 2003 г. 944 с., ил.
5. Ансёров М.А., Приспособления для металлорежущих станков. Расчёты и конструкции: учебное пособие / М.А. Ансёров. – 3-е изд. – Москва: Изд-во «Машиностроение», 1966. – 649с.
6. Научно-технические технологии в машиностроении / А.Г. Сулов, Б.М. Базаров, В.Ф. Безъязычный и др.; под ред. А.Г. Сулова. М.: Машиностроение, 2012. 528 с.
7. Альбом по проектированию приспособлений: Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / Б.М. Базаров, А.И. Сорокин, В.А. Губарь и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 121 с.: ил.
8. Проектирование механосборочных цехов: учебное пособие / В.Н. Козлов. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 144 с.
9. Металлорежущие станки. Справочник. Е.С. Герасимова, 1961.
10. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 2. Под ред. А.Г. Косиловой. М., «Машиностроение», 1986.
11. Егоров М.Е. Технология машиностроения. Учебник для втузов. Изд. 2-е, доп. М., «Высш. школа», 1976.

12. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 3-х частях. Часть 1. Токарные, сверлильные станки, фрезерные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 416 с.
13. Нефёдов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: Учеб. Пособие для техникумов по предмету «Основы учения о резании металлов и режущий инструмент».- 5-е изд., перераб. И доп. – М.: «Машиностроение», 1990.
14. Резание металлов и режущий инструмент. Аршинов В А. и Алексеев Г. А. М., «Машиностроение», 1967
15. Андрианов А. И. Прогрессивные методы технологии машиностроения. М.: "Машиностроение", 1975.
16. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1975,- 656 с.
17. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога - машиностроителя. М.: Издательство стандартов, 1992,- 461 с.,
18. Гамрат - Курск Л.И. Экономическое обоснование дипломных проектов.: М.: Высшая школа, 1985.-159с.
19. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник для машиностроительных вузов, Башта Т.М. - М.: Машиностроение, 1982.-423с., ил.
20. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов. - Минск: Высшая школа, 1983. -256 с.
21. Государственные стандарты СССР: Единая система технологической документации. М.: Издательство стандартов. 1983. Общие положения и требования к документам общего назначения -108 с. Правила оформления документов на процессы и виды обработки - 228 с.
22. Государственные стандарты СССР. Единая система технологической подготовки производства. М.: Издательство стандартов, 1984. - 360 с.

23. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков.: М.: Машиностроение, 1979. - 303 с.
24. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Баратинский В.А. Допуски и посадки: Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1983. ч.1 -543 с.; ч. 2 -448 с.
25. Коваль П.В. Гидравлика и гидропривод горных машин: М.: Машиностроение 1979-319с.
26. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах./ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение, т.1. - 496 с.; т.2. -256 с.
27. Кузнецов Ю.И. и др. Оснастка для станков с ЧПУ. М.: Машиностроение 1990. -510с.
28. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: А.В.Худобин, В.Т.Гурьечихин М.: Машиностроение, 1989.-288 с.
29. Маталин А.А. Технология машиностроения: Л: Машиностроение, Ленингр.отделение, 1985.-512с.
30. Митрофанов С.П. Групповая технология машиностроительного производства. В 2-х томах.-Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1983.
31. Обработка металлов резанием: Под. ред. А.А. Панова, М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.
32. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. М.: Машиностроение, 1974.-422с.
33. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания, выполняемые на универсальных станках и станках с ЧПУ, часть 2 .-М.: Экономика, 1990. - 420 с.
34. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых

- станках с ЧПУ, часть 1 Нормативы времени. - М.: Экономика, 1990. - 250с.
35. Основы технологии машиностроения/ Под ред. В.С.Корсакова. М.: Машиностроение. 1977.-416 с.
36. Проектирование машиностроительных заводов и цехов: Под общ.ред. Е.С.Ямпольского.-М.: Машиностроение. 1975.-326 с.
37. Расчеты экономической эффективности новой техники: Под. общ. ред. К.М. Великанова - 2-ое изд. перераб. и доп. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1990. - 448 с.
38. Режимы резания металлов: Под ред. Ю.В. Барановского. - М.: Машиностроение, 1972. - 407 с.
39. Руденко П.А. и др. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. Киев. Вища школа. 1991-245 с.
40. Справочник технолога- машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова.- М.: Машиностроение, Т.1.-496 с.;Т.2. -256 с.
41. Станочные приспособления: Под общ. ред. Б.Н. Вардашкина. - М.: Машиностроение, 1984. т.1. - 592 с.; т.2. - 256 с.
42. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. - М.: Машиностроение. 1987. - Выпуск 3.-798 с.
43. Режущий инструмент:Под ред. В.А. Гречишникова . М.: Машиностроение, 1996.-348 с.
44. Методика выбора эффективной заготовки: методические указания по выполнению практической работы для студентов специальности 120100 всех форм обучения, III курс. - Юрга: Изд. ЮФ ТПУ, 1998. - 20с.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
025	А	Фрезерная		Горизонтально-фрезерный станок модель 6Р80	Пневматический зажим	Тарцевая фреза ф63 ГОСТ 9304-69	Штанцгенциркуль ШЦ-П-0-200-0,1	1	2	35	-	163	0,9	-	1753,4	192,32	0,79	0,47	0,17	143		
		1 Фрезеровать две лыски выдерживая размер А5.1																				
030		Токарная с ЧПУ		Токарно-винторезный станок с ЧПУ модель 160НТ	Попран трехшлицевый 7100-0035 ГОСТ 2675-80	Резец конусообразный 2x4,0 Т5К10 ГОСТ 18885-7,3 Резец проходной отогнутый 2102-1117 Т15К6 ГОСТ 18877-73	Штанцгенциркуль ШЦ-П-0-200-0,1	1	1	-	20	0,19	0,5	-	3087	329,7	0,11	0,06	0,02	0,19		
		1 Установить и снять заготовку																				
		2 Точить конус на длину А4.1 до диаметра D4.1 выдерживая А4.2						1	1	43	2	1	0,9	-	1409	194,7	0,007	0,004	0,001	0,012		
		3 Точить шейку напроход до диаметра D4.3 выдерживая А4.4						1	1	44	8	164	0,9	-	1409	194,7	0,008	0,0048	0,0017	0,014		
		4 Точить фаски А4.5, А4.6 и А4.7						1	3	44	15	1	0,5	-	3087	339,3	0,01	0,006	0,002	0,018		
		5 Точить конус поверхность до диаметра D4.4						1	6	38,744,7	126	0,19	0,5	-	1250	339,3	0,11	0,06	0,02	0,19		
035		Круглошлифовальная		Круглошлифовальный станок 3А12				1		44,7	126	0,001	-	63	213,73	28,07	0,21	0,126	0,04	0,37		
		1 Установить и снять заготовку Шлифовать конус до диаметра D8.1																				
		2						1		44	8	0,001	-	63	217	26,16	0,14	0,08	0,03	0,25		
<div> <div>Изм.</div> <div>Лист</div> <div>№ докум.</div> <div>Подп.</div> <div>Дата</div> </div> <div>ИШНПТ-38/152014.004</div> <div>Копировал</div> <div>Формат А1</div> <div>Лист</div> <div>2</div>																						