

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

Институт физики высоких технологий
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
Профиль подготовки Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов
Кафедра физики высоких технологий в машиностроении

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства изготовления детали "Фланец" на станках с ЧПУ УДК <u>621.9.06-529:621.825.24</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А31	Иванова Анна Вадимовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Должиков В.П.	к. т. н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	к. э. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Раденков Т.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФВТМ	Псахье С.Г.	д.ф-м.н., профессор		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P7	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P8	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций
P11	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства.
P12	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования.
P13	Готовность составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы и оборудование), выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.

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

Институт физики высоких технологий
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение
Кафедра физики высоких технологий в машиностроении

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор
_____ С.Г. Псахье
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4А31	Ивановой Анне Вадимовне

Тема работы:

Технологическая подготовка производства изготовления детали "Фланец" на станках с ЧПУ	
Утверждена приказом директора	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали «Фланец» Тип производства: мелкосерийное
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Технологическая подготовка производства. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного оборудования. Конструирование специального приспособления.

Перечень графического материала	Чертеж изделия. Технологические карты. Карты наладки. Чертеж приспособления
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологическая часть	Должиков В.П.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Баннова К.А.
Социальная ответственность	Раденков Т.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	11 февраля 2017 г.
---	--------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Должиков В.П.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А31	Иванова Анна Вадимовна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 92 с., 15 рис., _28 табл., 22 источника, 5 прил.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ФЛАНЕЦ, ИНСТРУМЕНТ, СТАНОК, ЧПУ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ.

Объектом исследования является: деталь типа «Фланец».

Цель работы – технологическая подготовка производства изготовления детали «Фланец» на станках с ЧПУ.

В процессе исследования был проведен анализ технологичности конструкции детали, анализ прочности детали, выбраны средства технологического оснащения, рассчитаны припуски на обработку и режимы резания, произведен размерный анализ точных поверхностей детали. Произведен расчет бюджета проекта и оценка конкурентоспособности. Предложены пути решения вопросов об экологической безопасности и безопасности на рабочем месте.

В результате исследования разработан технологический процесс производства детали «Фланец», разработаны управляющие программы и карты наладки для станков с ЧПУ, сконструировано специальное приспособление, а также разработан гибкий производственный модуль на базе токарного станка с ЧПУ.

Степень внедрения: мелкосерийное производство.

Область применения: машиностроение.

Экономическая эффективность/значимость работы обусловлена автоматизацией обработки резанием детали типа «Фланец» в мелкосерийном производстве с применением станков с ЧПУ.

В будущем планируется возможное внедрение разработанного технологического процесса обработки в ООО НПП «Томская электронная компания».

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 21488–97 Прутки прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия.

ГОСТ 4784-74 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки.

ГОСТ 9.306-85 ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения.

ГОСТ 25347-82 Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП Поля допусков и рекомендуемые посадки.

ГОСТ 18210-72 Пилы дисковые сегментные для легких сплавов. Технические условия.

ГОСТ 12195-66 Приспособления станочные. Призмы опорные. Конструкция.

ГОСТ 18880-73 Резцы токарные подрезные отогнутые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.

ГОСТ 18879-73 Резцы токарные проходные упорные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.

ГОСТ 18883-73 Резцы токарные расточные с пластинами из твердого сплава для обработки глухих отверстий. Конструкция и размеры.

ГОСТ 2675-80 Патроны самоцентрирующие трехкулачковые. Основные размеры.

ГОСТ 14952-75 Сверла центровочные комбинированные. Технические условия.

ГОСТ 10903-77 Сверла спиральные с коническим хвостовиком. Основные размеры.

ГОСТ 18878-73 Резцы токарные проходные прямые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.

ГОСТ 18874-73 Резцы токарные прорезные и отрезные из

быстрорежущей стали. Конструкция и размеры.

ГОСТ 16225-81 Фрезы концевые для обработки легких сплавов. Конструкция и размеры.

ГОСТ 8522-79 Патроны сверлильные трехлачковые с ключом. Основные размеры.

ГОСТ 13598-85 Втулки переходные для крепления инструмента с коническим хвостовиком. Конструкция и размеры

ГОСТ 166-89 Штангенциркули. Технические условия.

ГОСТ 5378-88 Угломеры с нониусом. Технические условия.

ГОСТ 10-88 Нутромеры микрометрические. Технические условия.

ГОСТ 9378-75 Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия.

ГОСТ 1465-80 Напильники. Технические условия.

ГОСТ 1513-77 Надфили. Технические условия.

ГОСТ 2682-86 Оправка с конусом Морзе для сверлильных патронов. Конструкция и размеры.

ГОСТ 13598-85 Втулки переходные для крепления инструмента с коническим хвостовиком. Конструкция и размеры.

ГОСТ 6507-90 Микрометры. Технические условия.

ГОСТ 577-68 Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия.

ГОСТ 10197-70 Стойки и штативы для измерительных головок. Технические условия.

ГОСТ 4126-66 Шаблоны радиусные.

ГОСТ 26228-90 Системы производственные гибкие. Термины и определения, номенклатура показателей.

СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы.

СН 2.2.4/2.1.8.562–96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

Р 2.2.200605 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 3.1404-86 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.

Оглавление

<u>Введение</u>	12
<u>1 Технологическая подготовка производства. Основные положения</u>	14
<u>2 Проектирование технологического процесса изготовления детали</u>	15
<u>2.1 Анализ технологичности конструкции детали типа «Фланец»</u>	15
<u>2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали</u>	16
<u>2.3 Способ получения заготовки</u>	17
<u>2.4 Проектирование технологического маршрута</u>	18
<u>2.5 Расчет припусков на обработку</u>	21
<u>2.6 Проектирование технологических операций</u>	29
<u>2.6.1 Выбор средств технологического оснащения</u>	34
<u>2.6.2 Уточнение содержания переходов</u>	38
<u>2.6.3 Выбор и расчет режимов резания</u>	39
<u>2.6.4 Нормирование технологических переходов</u>	46
<u>2.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ</u>	47
<u>2.8 Размерный анализ технологического процесса</u>	47
<u>2.9 Техничко-экономические показатели технологического процесса</u>	51
<u>2.10 Проектирование средств технологического оснащения</u>	54
<u>2.10.1 Обоснование выбора схемы приспособления</u>	54
<u>2.10.2 Расчет приспособления</u>	55
<u>2.10.3 Проектирование гибкого производственного модуля</u>	57
<u>3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</u>	61
<u>3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и</u>	

<u>ресурсосбережения</u>	61
<u>3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования</u>	61
<u>3.1.2 Анализ конкурентных технических решений</u>	61
<u>3.1.3 Технология QuaD</u>	63
<u>3.1.4 SWOT-анализ</u>	64
<u>3.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований</u>	67
<u>3.3 Планирование научно-исследовательских работ</u>	69
<u>3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования</u>	69
<u>3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ</u>	70
<u>3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования</u>	71
<u>2.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)</u>	72
<u>4 Социальная ответственность</u>	80
<u>4.1 Опасные и вредные факторы</u>	80
<u>4.2 Анализ вредных факторов рабочей зоны</u>	81
<u>4.3 Анализ опасных факторов рабочей зоны</u>	84
<u>4.3.1 Электробезопасность</u>	84
<u>4.3.2 Пожаровзрывоопасность</u>	84
<u>4.4 Экологическая безопасность</u>	85
<u>4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях</u>	86
<u>4.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</u>	87
<u>Заключение</u>	89
<u>Список использованных источников</u>	90
<u>Приложение А Календарный план-график проведения НИОКР</u>	93

Приложение Б Чертеж детали «Фланец»	95
Приложение В Симуляция «Фланец» «SolidWorks»	96
Приложение Г Комплект технологической документации	108
Приложение Д Оправка разжимная	149

Введение

Рыночная конкуренция побуждает предприятие к экономическому росту, снижению себестоимости продукции с одновременным повышением качества, а, следовательно, к совершенствованию существующей продукции, а также созданию новой модернизированной продукции. Для выпуска заданной продукции на предприятии проводится техническая подготовка производства, которая включает конструкторскую, технологическую и организационную подготовки производства. Для повышения спроса на новую продукцию променяют эффективные методы производства для уменьшения себестоимости изделия, но при этом качество продукции должно соответствовать современному уровню. Важно качественно, экономично и в заданные сроки с минимальными затратами труда изготовить изделие. Развитие новых прогрессивных технологических процессов обработки способствует конструированию более современных машин и снижению их себестоимости. Актуальна задача повышения качества выпускаемых машин и, в первую очередь, их точности. Основной задачей технолога является технологическое обеспечение заданной точности при наименьших затратах.

Этап технологической подготовки является наиболее важным в процессе создания новых изделий, а также более сложным и длительным. Этот процесс в наибольшей степени влияет на будущее качество выпускаемой продукции. В связи с постоянно растущей сложностью машин и приборов, внедрением технологического оборудования с ЧПУ, трудоемкость и стоимость технологической подготовки производства постоянно увеличивается. Решить эту проблему позволяет система автоматизированного проектирования технологических процессов, существенно сокращающая время на технологическую подготовку.

В данной работе рассматривается вопрос технологической подготовки производства детали типа «Фланец» (Приложение Б), в ходе которой осуществляется создание технологического процесса изготовления детали,

разработка необходимой оснастки, расчет применяемых ресурсов, а также разработка необходимой технологической документации. Кроме того, осуществляется разработка управляющей программы для станков с ЧПУ.

1 Технологическая подготовка производства. Основные положения

Технологической подготовкой производства (ТПП) называют вид производственной деятельности предприятия, которая занимается обеспечением технологической готовности производства к изготовлению изделий, отвечающих требованиям. На этапе технологической подготовки производства осуществляется создание технологического процесса изготовления детали, разработка необходимой оснастки, расчет применяемых ресурсов, планирование производственных площадей, закупка материалов и вспомогательных приспособлений, а также уточняется себестоимость изделия и разработка технологической документации, кроме того возможна коррекция конструкции изделия для достижения его технологичности.

Основной целью ТПП является достижение высокого качества изготовления изделий и обеспечение необходимых условий в процессе производства с максимальной производительностью, улучшение работы оборудования, путем оснащения его необходимой оснасткой и другими приспособлениями, необходимых на данном этапе, снижение расхода применяемых ресурсов.

Современная ТПП занимается решением следующих задач [1]:

- 1) проработка конструкции деталей на технологичность;
- 2) разработка межцеховых технологических маршрутов;
- 3) проектирование технологических процессов и расчет норм операционного времени и расхода материалов;
- 4) определение, выбор и заказ необходимых средств технологического оснащения, в том числе средств механизации и автоматизации;
- 5) планировка производственных участков, разработка операций перемещения изделия и отходов;
- 6) внедрение в производство технологических процессов;
- 7) метрологическая экспертиза полученных результатов;

8) оформление технологической документации.

2 Проектирование технологического процесса изготовления детали

2.1 Анализ технологичности конструкции детали типа «Фланец»

При разработке технологического процесса изготовления детали необходимо проанализировать конструкцию детали с точки зрения ее технологичности. Технологичность конструкции – характеристика технического устройства, которая выражает удобство его производства, ремонтпригодность и эксплуатационные качества. Правила выбора показателей технологичности детали направлены на повышение производительности труда, снижение затрат и сокращение времени на проектирование, технологическую подготовку производства, изготовление при обеспечении необходимого качества.

Деталь фланец относится к деталям типа тел вращения, включает в себя внешние и внутренние цилиндрические поверхности, торцы, фаски, канавки. Обычно геометрическая форма и размеры фланцев не вызывают значительной трудности для обработки на металлорежущих станках.

Фланец изготовлен из дюралюминия Д16. Дюралюминий — сплав на основе алюминия с добавками меди, магния и марганца, основной конструкционный материал в авиации, космонавтике и других областях машиностроения, для которых принципиальную роль играет минимальная масса конструкции [2]. Сплав хорошо деформируется в горячем и холодном состоянии.

Данный чертёж детали представлен с достаточным количеством разрезов, видов и выносных элементов. Все необходимые размеры защищены допусками и нанесены. Расположения поверхностей и допуски формы в пределах поля допуска на размер. Таким образом, можно прийти к выводу, что чертеж выполнен правильно.

Наиболее точной поверхностью является цилиндрическая поверхность

диаметром 60 мм, выполненная по 8 качеству, остальные поверхности являются менее точными. Шероховатость большинства поверхностей Ra12,5 мкм, за исключением некоторых поверхностей, шероховатость которых составляет Ra3,2 мкм и Ra1,6 мкм. Так как данный фланец изготавливается из дюралюминия Д16, то получение точных поверхностей может быть достигнуто на металлорежущих станках повышенной точности без применения шлифования. Кроме того, данный материал позволяет проводить обработку с высокими скоростями резания.

Обработка детали выполнена, в основном, по 14 качеству. Все размеры и точности обработки поверхностей обеспечиваются возможностями станков. Данная деталь не имеет поверхности, которые трудно обработать. При обработке детали применяется наружное и внутреннее точение, фрезерование и сверление. Форма заготовки обеспечивается свободный доступ инструмента, что повышает технологичность. Габариты и масса заготовки не требуют дополнительных подъемных приспособлений. При закреплении детали в качестве базы используются внешняя ранее необработанная поверхность, а также внутреннее отверстие, полученное ранее.

Таким образом, конструкция данной детали может быть признана технологичной.

2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Эксплуатационные свойства материала – это свойства, которые определяют длительность рабочего ресурса и надежность изделий в соответствии с их функциональным назначением и условиями эксплуатации. К ним относятся жаростойкость, коррозионная стойкость, хладостойкость, износостойкость.

Фланец имеет достаточную прочность, но низкую коррозионную стойкость, для предотвращения этого наносится хромовое покрытие.

Для того, чтобы определить, как будет работать деталь при

воздействии внешних нагрузок на детали, необходимо производить прочностной анализ, таким образом, сокращая затраты на опытное производство партии. Проверка работоспособности конструкции деталей выполняется с помощью CAE-системы.

В данной работе расчет детали «Фланец» выполнен при помощи программного пакета SolidWorks Simulation, который представлен в приложении В.

2.3 Способ получения заготовки

От выбора заготовки зависит построение всего технологического процесса изготовления детали. Самым первым критерием при выборе типа заготовки служит материал, из которого изготавливается деталь. Вторым критерием являются размер и сложность получаемой детали. Правильный выбор заготовки влияет на трудоемкость и себестоимость продукции.

Способ получения заготовки будем определять на основании чертежа детали, результатов анализа ее служебного назначения и технических требований, программы выпуска и величины серии, типа производства, наличия оборудования, экономичности изготовления.

Существуют различные способы получения заготовок: литье, штамповка, сортовой прокат и др. Анализируя чертеж, отметим, что деталь имеет непростую форму, но довольно компактный размер. Будем рассматривать два наиболее экономичных способа получения заготовок – штамповку и прокат. Наиболее оптимальный вариант определяется сравнительным технико-экономическим анализом. Чем больше заготовка приближена к форме и размерам готовой детали.

Деталь «Фланец» принадлежит к группе деталей, у которых все поверхности подлежат обработке путем снятия стружки. Сплав Д16, из которого изготовлена деталь, поставляется как в форме листов, так и в форме прессованных полуфабрикатов (круг Д16). Исходя из вышесказанного, в

качестве заготовки применяется прессованный пруток круглого сечения диаметром 180 мм, полученный согласно ГОСТ 21488–97. Получение такой заготовки – один из простых, дешёвых и распространенных процессов. Получение штамповкой или ковкой единичных заготовок не позволит получить приемлемую для обработки форму и только приведёт к увеличению стоимости заготовительной операции.

2.4 Проектирование технологического маршрута

Задачей проектирования технологического маршрута является составление общего плана обработки детали. Основным при разработке процесса механической обработки является вопрос о правильном базировании заготовки на станке при ее обработке. От того, как осуществляется базирование и закрепление заготовки на станке, зависит в большой степени точность ее обработки.

Первой операцией, как правило, будет заготовительная, на которой круглый пруток будет отрезан в размер требуемой заготовки. Следующей операцией будет токарная, выполняемая на станке с ЧПУ. Для этой операции назначаем черновые базы. Черновая база - это поверхность, относительно которой могут быть обработаны поверхности, которые при дальнейших операциях будут использоваться в качестве чистовых баз. Выбранная поверхность для черновой базы используется только один раз. На операции 010 заготовка устанавливается в трехкулачковый патрон с упором в торец (рисунок 1).

В процессе токарной операции с ЧПУ 015 будет получено сквозное отверстие $\varnothing 47$ мм (поверхность 2, рис. 1). Отверстие согласно чертежу должно быть получено по 14 квалитету, но так как данное отверстие в дальнейшем будет использоваться в качестве базы для точения наружной поверхности по 7 квалитету, а также при сверлении отверстий, для которых задан позиционный допуск, то технологически принимаем квалитет Н12. Кроме этого, будут

получены внутренняя поверхность 3, наружная 4 и торцевая 1 (Рис.1). Данные поверхности не являются точными.

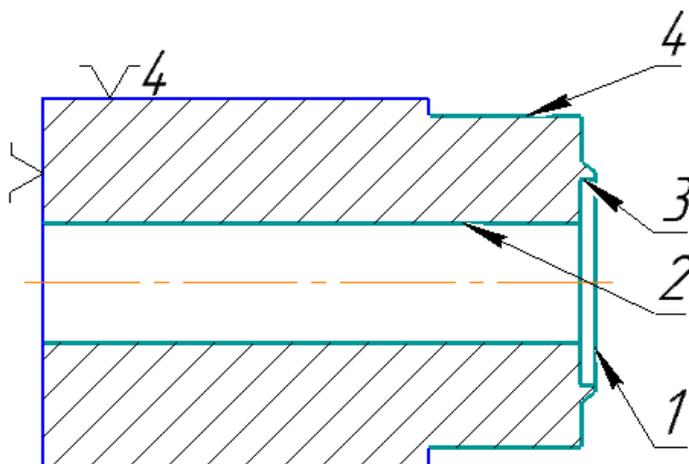


Рисунок 1 – Эскиз для токарной операции с ЧПУ 010

На втором этапе обработки базовыми поверхностями будут полученное центровое отверстие и обработанный торец. Заготовка устанавливается в специальную разжимную оправку. В первую очередь получают торцевую поверхность 5, затем наружную 6, после последовательно получают поверхности 7,8 и 9 со снятием фаски, в завершении точится канавка 10 (рис.2). Поверхности 7 и 9 являются наиболее точными, шероховатость составляет Ra1,6 мкм и Ra 3,2 мкм соответственно. На поверхностях 5 и 11 должен быть выдержан допуск торцевого биения, на поверхности 9 – зависимый допуск соосности – относительно конструкторской базы Б.

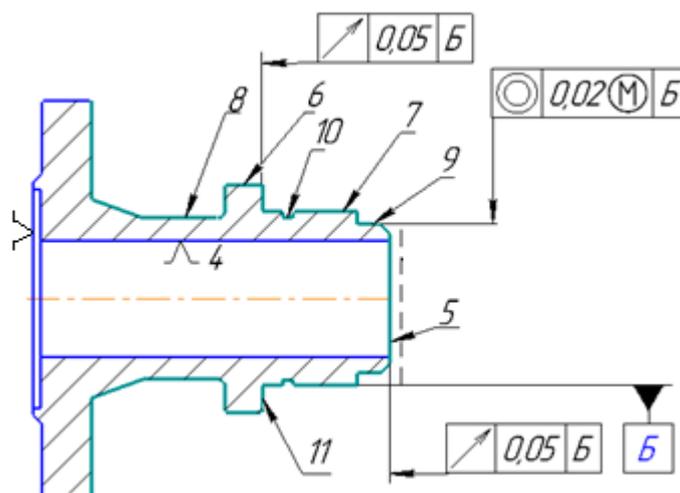


Рисунок 2 – Эскиз для токарной операции 015

После точения необходимо будет произвести контроль всех поверхностей и допусков формы и расположения поверхностей.

Третьим этапом обработки будет фрезерование стенок 12-15 и получение четырех отверстий диаметром $\varnothing 17H14$ (рис.3). Базовой поверхностью останется центровое отверстие. Для получаемых отверстий должен быть выдержан позиционный допуск относительно конструкторской базы Б. После фрезерной операции необходимо выполнить слесарную операцию: притупить острые кромки и снять заусенцы. Также как и после токарной операции необходимо осуществить контроль полученных поверхностей.

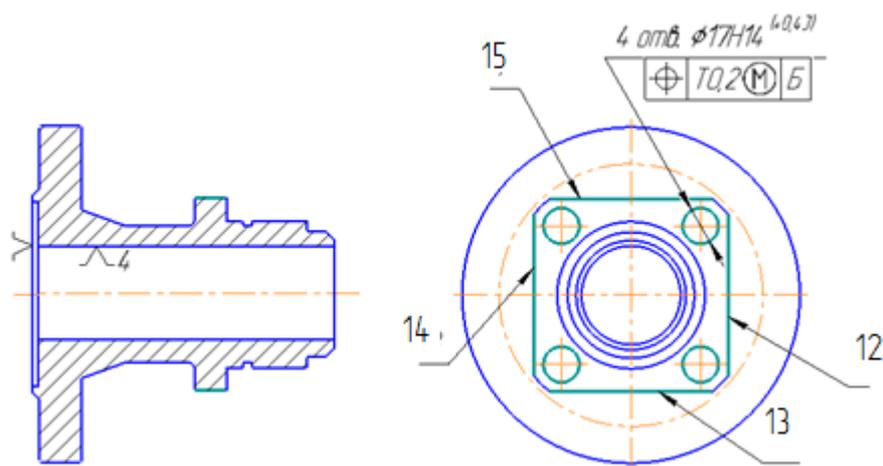


Рисунок 3 – Эскиз для фрезерной операции 025

Завершающим этапом механической обработки будет процесс сверления отверстий диаметром $\varnothing 21$ мм. Для получаемых отверстий следует выдержать позиционный допуск относительно конструкторской базы Б.

После механической обработки удаляются заусенцы и проводят контроль размеров и допусков расположения, затем производится промывка детали, согласно типовому технологическому процессу. После промывки производится химическое оксидирование по ГОСТ 9.306-85. Завершающим этапом будет являться консервирование детали, согласно типовому технологическому процессу.

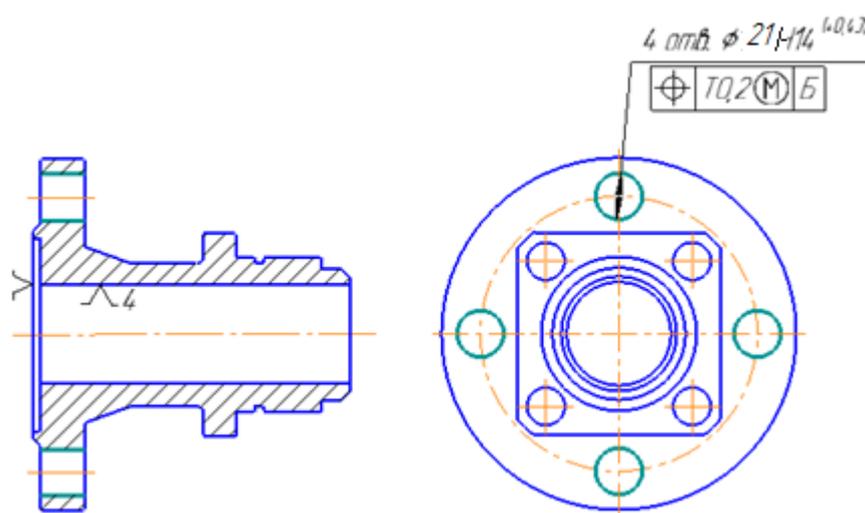


Рисунок 4 – Эскиз для сверлильной операции 040

2.5 Расчет припусков на обработку

В процессе проектирования технологического процесса механической обработки заготовок необходимо установить оптимальные припуски, которые могли бы обеспечить требуемую точность и качество получаемых поверхностей. Назначение оптимальных припусков приводит к уменьшению расхода материала и, следовательно, к снижению себестоимости.

Припуском на обработку называют слой материала, удаляемый с поверхности заготовки для достижения заданной формы и свойств

обрабатываемой поверхности.

В данной работе минимальные припуски будем определять расчетно-аналитическим методом, при котором учитываются факторы, влияющие на формирование припуска. Припуски на обработку определяются таким образом, что на выполняемом технологическом переходе были устранены погрешности изготовления детали, которые остались на предшествующем переходе [3].

Расчетной величиной является минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе, и компенсации погрешностей, возникающих на выполняемом переходе. Промежуточные размеры, определяющие положение обрабатываемой поверхности, и размеры заготовки рассчитывают с использованием минимального припуска [4].

Минимальный припуск на точение наружных и внутренних цилиндрических поверхностей находится по формуле (1):

$$2z_{i \min} = 2 \left[(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \quad (1)$$

Односторонний минимальный припуск:

$$z_{i \min} = (Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma_{i-1}} + \varepsilon_i \quad (2)$$

Здесь Rz_i – высота неровностей профиля на предшествующем переходе; h_i – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе, $\Delta_{\Sigma_{i-1}}$ – суммарные отклонения расположения поверхности (отклонения от параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, пересечения осей, позиционное) и в некоторых случаях отклонения формы поверхности, ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе [3].

В качестве заготовки используем прутки круглого сечения диаметром $\varnothing 180$ мм по ГОСТ 21488-93. Для заготовки имеем $Rz 80$ мкм. Допуск равен 1600 мкм. Пространственной погрешность прутковых заготовок является кривизна оси. Общая кривизна отрезанной заготовки определяется по формуле:

$$\rho_k = \Delta_k \cdot L, \quad (3)$$

где $\Delta_k = 12$ мкм/ 1 мм удельное значения кривизны по ГОСТ 21488-93, $L=152$ мм – длина заготовки. Тогда

$$\rho_k = 12 \frac{\text{мкм}}{\text{мм}} \cdot 154 \text{ мм} = 1848 \text{ мкм.}$$

После каждого технологического перехода механической обработки резанием значение суммарной пространственной погрешности уменьшается:

$$\rho_i = K_y \cdot \rho_{i-1}, \quad (4)$$

где ρ_{i-1} – пространственная погрешность, сформированная в ходе предшествующей обработки; K_y – коэффициент уменьшения исходной погрешности, который зависит от вида обработки:

- черновое точение –0,06;
- получистовое точение –0,05.

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 1848 = 110,8 \text{ мкм,}$$

$$\rho_2 = 0,05 \cdot 110,8 = 5,54 \text{ мкм.}$$

Пространственная погрешность при сверлении [3]:

$$\rho = \sqrt{C_0^2 + (\Delta_y L)^2}, \quad (5)$$

где $\Delta_y = 0,8$ мкм – удельный увод сверла, $C_0 = 27$ мкм – смещение оси отверстий. Данные коэффициенты определяются по таблице [3]. $L = 146$ мм – длина отверстия. Тогда имеем:

$$\rho_{\text{св}} = \sqrt{27^2 + (0,8 \cdot 148)^2} = 121,4 \text{ мкм,}$$

для растачивания

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 121,4 = 7,28 \text{ мкм,}$$

$$\rho_2 = 0,06 = 7,28 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки ε_i определяется по формуле:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (6)$$

Где $\varepsilon_6 = 0$ мкм – погрешность базирования, $\varepsilon_3 = 180$ мкм – погрешность закрепления[4]. Таким образом:

$$\varepsilon = \sqrt{0^2 + 180^2} = 180 \text{ мкм.}$$

Произведем расчет припусков на механическую обработку наружного и внутреннего диаметров детали для токарных операций 010 и 015 и занесем их в таблицы 1 и 2.

Минимальный припуск для токарной операции 010:

для наружного точения $\varnothing 160h14$ мм

$$2z_{i \min} = 2 \left[80 + 100 + \sqrt{1848^2 + 180^2} \right] = 4075 \text{ мкм,}$$

для чернового растачивания $\varnothing 47$ мм

$$2z_{i \min} = 2 \left[80 + 0 + \sqrt{121,4^2 + 180^2} \right] = 595 \text{ мкм,}$$

для чистового растачивания $\varnothing 47H14$ мм

$$2z_{i \min} = 2 \left[63 + 0 + \sqrt{7,28^2 + 9^2} \right] = 149,2 \text{ мкм,}$$

для чернового растачивания $\varnothing 88$ мм

$$2z_{i \min} = 2 \left[63 + 0 + \sqrt{7,28^2 + 10,8^2} \right] = 152 \text{ мкм,}$$

для чистового растачивания $\varnothing 88H12$ мм

$$2z_{i \min} = 2 \left[50 + 0 + \sqrt{0,44^2 + 0,54^2} \right] = 102 \text{ мкм.}$$

Таблица 1 – Припуски для операции 010 «Токарная с ЧПУ»

Техн. переходы обработки	Элементы припуска				Расчетный припуск $2z_{min}$ мкм	Расчетный размер D_p мм	Допуск T мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	h	ρ	ε				D_{min}	D_{max}	$2z_{min}^{пр}$	$2z_{max}^{пр}$
Заготовка	80	100	1848	-	-	164,1	1600	164,075	165,675	-	-
Наружное точение	50	0	110,9	180	4075	160	1000	160	161	4075	4675
Внутреннее точение											
Сверление	80	0	121,4	-	-	46,4	620	46,4	47,02	-	-

Продолжение таблицы 1

Растачивание											
Черновое	63	0	7,28	180	595	46,85	1000	46,85	47,85	350	830
Чистовое	50	0	0,36	9	150	47	620	47	47,62	150	770
Итого Z ₀										500	1600
Растачивание											
Черновое	50	0	0,44	10,8	152	87,89	870	87,898	88,768	152	672
Чистовое	12,5	0	0,022	0,54	102	88	350	88	88,350	102	418
Итого Z ₀										254	1090

Графу “Расчётный размер” заполняется, начиная с конечного (чертёжного) размера путём последовательного прибавления расчётного минимального припуска каждого технологического перехода. Для внутреннего точения расчётный диаметр рассчитывается путем вычитания припуска от диаметра.

Для наружной поверхности $\varnothing 160$ мм:

$$d_{\text{нар}} = 160,00 + 4,075 = 164,1 \text{ мкм.}$$

Для внутренней поверхности $\varnothing 47$:

$$d_2 = 47,000 - 0,150 = 46,850 \text{ мкм.}$$

$$d_1 = 46,850 - 0,595 = 46,4 \text{ мкм.}$$

Таким образом, было рассчитано, что для растачивания $\varnothing 47$ мм необходимо сверлить отверстие $\varnothing 46,4$ мм.

Для внутренней поверхности $\varnothing 88$ мм:

$$d_2 = 88,00 - 0,102 = 87,898 \text{ мкм.}$$

Значения допусков каждого технологического перехода и заготовки принимаем по таблицам в соответствии с качеством, используемого метода обработки.

Максимальные предельные значения припусков равны разности наибольших предельных размеров, а минимальные значения – соответственно разности наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого

переходов:

Предельные припуски для наружной поверхности $\varnothing 160$ мм:

$$2z_{max}^{pp} = 165,675 - 161 = 4675 \text{ мкм},$$

$$2z_{min}^{pp} = 164,075 - 160,00 = 4,075 \text{ мкм}.$$

Предельные припуски для внутренней поверхности $\varnothing 47$ мм:

$$2z_{1min}^{pp} = 46,85 - 46,4 = 350 \text{ мкм},$$

$$2z_{1max}^{pp} = 47,85 - 47,02 = 830 \text{ мкм},$$

$$2z_{2min}^{pp} = 47,00 - 46,85 = 150 \text{ мкм},$$

$$2z_{2max}^{pp} = 46,85 - 47,62 = 770 \text{ мкм}.$$

Предельные припуски для внутренней поверхности $\varnothing 88$ мм:

$$2z_{1min}^{pp} = 88,00 - 87,898 = 102 \text{ мкм},$$

$$2z_{1max}^{pp} = 88,768 - 88,350 = 418 \text{ мкм}.$$

Таким образом, максимальный диаметр заготовки составил $\varnothing 165,675$ мм, поэтому по ГОСТ 21488-93 выбираем наиболее приближенный больший диаметр прутка – $\varnothing 180$ мм.

Определим аналогичным образом припуски для токарной операции 015, данные внесем в таблицу 2.

Таблица 2 – Припуски для операции 015 «Токарная с ЧПУ»

Техн. переходы обработки	Элементы припуска				Расчетный припуск $2z_{min}^{pp}$ мкм	Расчетный размер D_p мм	Допуск T мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	h	ρ	ϵ				D_{min}	D_{max}	$2z_{min}^{pp}$	$2z_{max}^{pp}$
Заготовка	80	100	1716	-	-	123,8	1600	123,8	125,4	-	-
Точение $\varnothing 120h14$ черновое	50	0	103	140	3800	120	1000	120	121	3800	4400
Точение $\varnothing 70f9$ Черновое	50	0	6,18	8,4	306	70,06	300	69,956	97,97	306	1606
Чистовое	8	0	0,31	0,42	60	70	72	70	70,07	60	290
Итого Z_0										366	1896

Продолжение таблицы 2

Точение Ø60h8 Черновое	25	0	0,37	0,5	113	60,05	120	60,052	60,172	113	1592
Чистовое	12,5	0	0,018	0,025	52	60	46	60	60,046	52	126
Итого Z_0										165	1818
Точение Ø65h14 черновое	50	0	6,18	8,4	306	65	740	65	65,74	306	766
Точение Ø65,3h9 (канавка)	8	0	0,37	0,5	112	65,3	74	65,3	65,374	112	338

Минимальный припуск для фрезерной операции рассчитаем по формуле (2) и занесем в табл.3.

Таблица 3 – Припуски для операции 025 «Фрезерная с ЧПУ»

Техн. переходы обработки	Элементы припуска				Минимальный припуск, мкм	Допуск, мкм	Номинальный припуск, мкм	Максимальный припуск, мкм
	Rz	h	ρ	ε				
Фрезерование параллельных размеров 92h14	50	0	6,18	8,4	161,4	870	291,4	2031,4

Номинальный припуск на обработку наружной поверхности рассчитаем по формуле [3]:

$$z_i = z_{i\ min} + e_{i-1} - e_i, \quad (7)$$

где e_{i-1} и e_i – нижнее отклонение размера соответственно на предшествующем и выполняемом переходах. Тогда

$$z_i = 161,4 + 1000 - 870 = 291,4 \text{ мкм.}$$

Максимальный припуск:

$$z_{i\ max} = z_{i\ min} + T_{i-1} + T_i, \quad (8)$$

здесь T_{i-1} и T_i – допуски размеров соответственно на предшествующем и выполняемом переходах. Подставив значения, получаем:

$$z_{i\ max} = 161,4 + 1000 + 870 = 2031,4 \text{ мкм.}$$

По формуле (2) рассчитаем значения припусков на обработку торцов и занесем их в табл.4.

Таблица 4 – Расчет припусков на обработку торцов

Техн. переходы обработки	Элементы припуска				Расчетный минимальный припуск, мкм	Допуск, мкм
	Rz	h	ρ	ϵ		
Заготовка	80	100	1848	-	-	1600
Обработка торца (Токарная с ЧПУ 010)						
Точение торца А	50	0	110,9	180	$Z_A=2037,5$	1000
Обработка торца (Токарная с ЧПУ 015)						
Точение торца Б	50	0	103	140	$Z_B=1902$	1000

Произведем расчет размерной цепи, которая представлена на рисунке 5

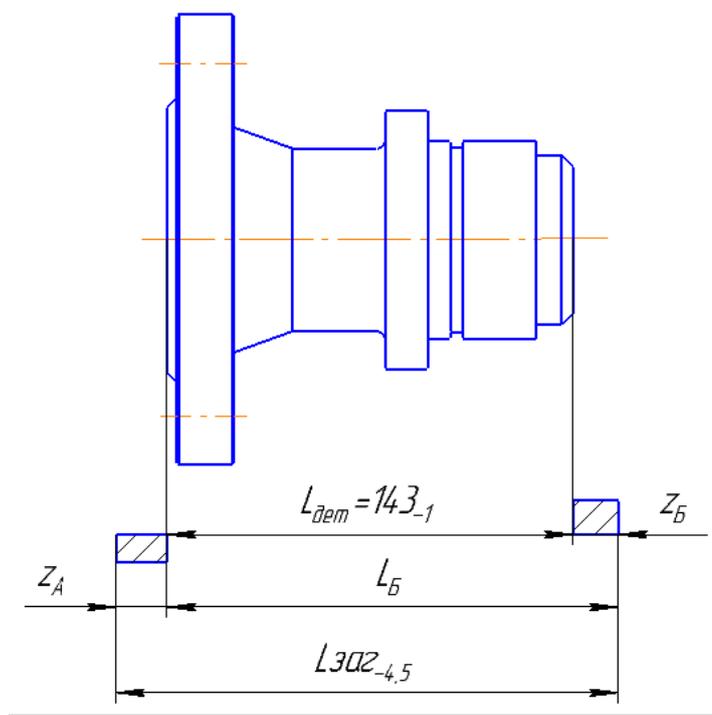


Рисунок 5 – Схема определения межоперационных размеров

Допуск на припуск:

$$TZ_B = TL_{дет} + TL_A = 1000 + 1000 = 2000 \text{ мкм.}$$

Максимальное значение припуска:

$$TZ_{B_{max}} = z_{B_{min}} + TZ_B = 1902 + 2000 = 3902 \text{ мкм}$$

Тогда

$$L_{B \max} = L_{\text{дет} \min} + TZ_{B \max} = 142 + 3,902 = 145,902 \text{ мм.}$$

Принимаем $L_{B \max} = 146_{-1} \text{ мм.}$

Аналогично:

$$TZ_A = TL_{\text{заг}} + TL_A = 1000 + 4500 = 5500 \text{ мкм}$$

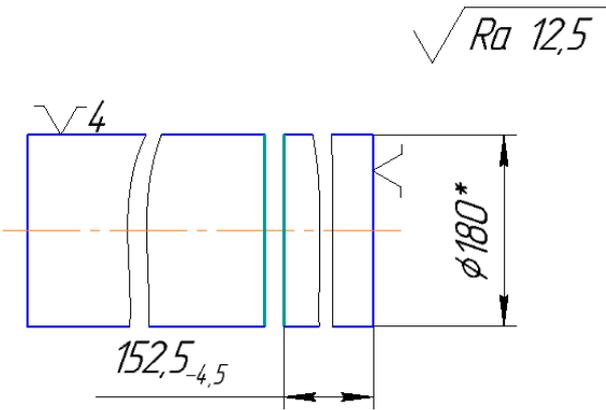
$$TZ_{A \max} = z_{A \min} + TZ_A = 2037,5 + 5500 = 7537,5 \text{ мкм}$$

$$L_{\text{заг} \max} = L_{A \min} + TZ_{A \max} = 145 + 7,537 = 152,5 \text{ мм.}$$

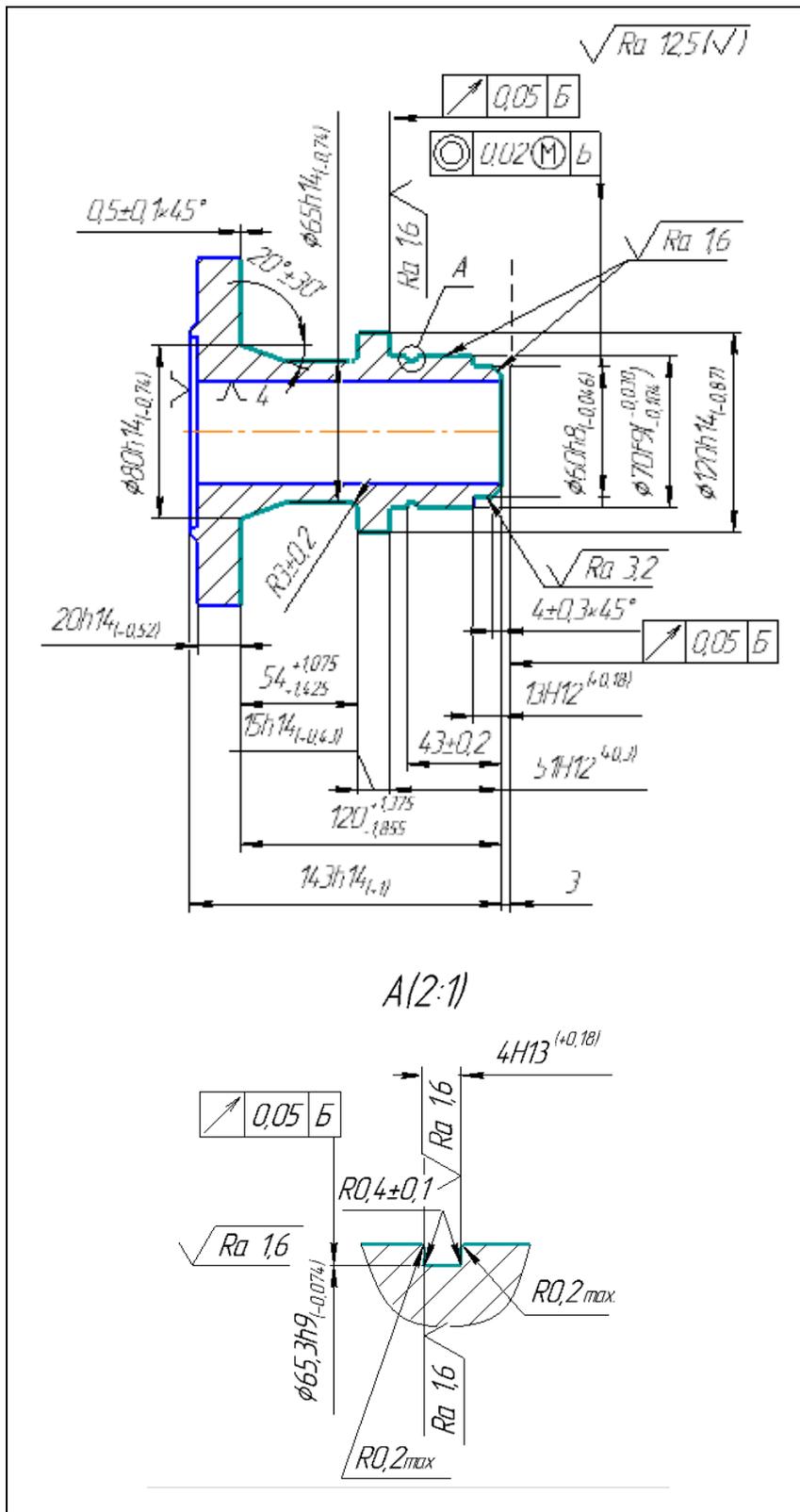
Таким образом, определили, что длина заготовки составит 152,5 мм.

2.6 Проектирование технологических операций

Таблица 5 – Технологический процесс изготовления детали «Фланец»

Эскиз	Операция
	<p>005 Заготовительная</p> <p>А. Установить заготовку в призмы.</p> <p>Базы: наружный диаметр и торец.</p> <p>1. Отрезать заготовку выдерживая размер 152,5 мм</p>

<p>Technical drawing of a turned part. The drawing shows a cylindrical component with several diameters and features. Key dimensions and features include: <ul style="list-style-type: none"> Overall length: $146h_{14(-1)}$ Left diameter: $\phi 180^*$ Inner diameter: $\phi 7H_{12}^{+0,25}$ Length of the left section: $3H_{13}^{(+0,14)}$ Surface finish on the left section: $\sqrt{Ra 12,5(\sqrt)}$ Right diameter: $\phi 102h_{14(-0,07)}$ Surface finish on the right section: $Ra 3,2$ Internal diameter: $\phi 88H_{12}^{(+0,35)}$ Length of the internal diameter section: $30 \pm 0,26$ Internal chamfer: $0,5 \pm 0,1 \times 45^\circ$ Internal chamfer on the right: $1,3,2 Ra$ and 45° Dimension $3JS_{14}^{(+0,125)}$ is indicated near the top right. </p>	<p>010 Токарная с ЧПУ</p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковый самоцентрирующийся патрон.</p> <p>Базы: наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец, выдерживая размер 146_{-1} мм. 2. Центровать торец под сверление 3. Сверлить сквозное отверстие, выдерживая размер $\phi 46,5^{+0,62}$ мм. 4. Расточить отверстие, выдерживая размер $\phi 47^{+0,62}$ мм. 5. Расточить отверстие, выдерживая размеры $\phi 88^{+0,35}$ мм и $3^{+0,14}$ мм. 6. Точить наружную поверхность заготовки, согласно эскизу. 7. Снять заусенцы, притупить острые кромки.
--	---



015 Токарная с ЧПУ

А. Установить заготовку на оправку.

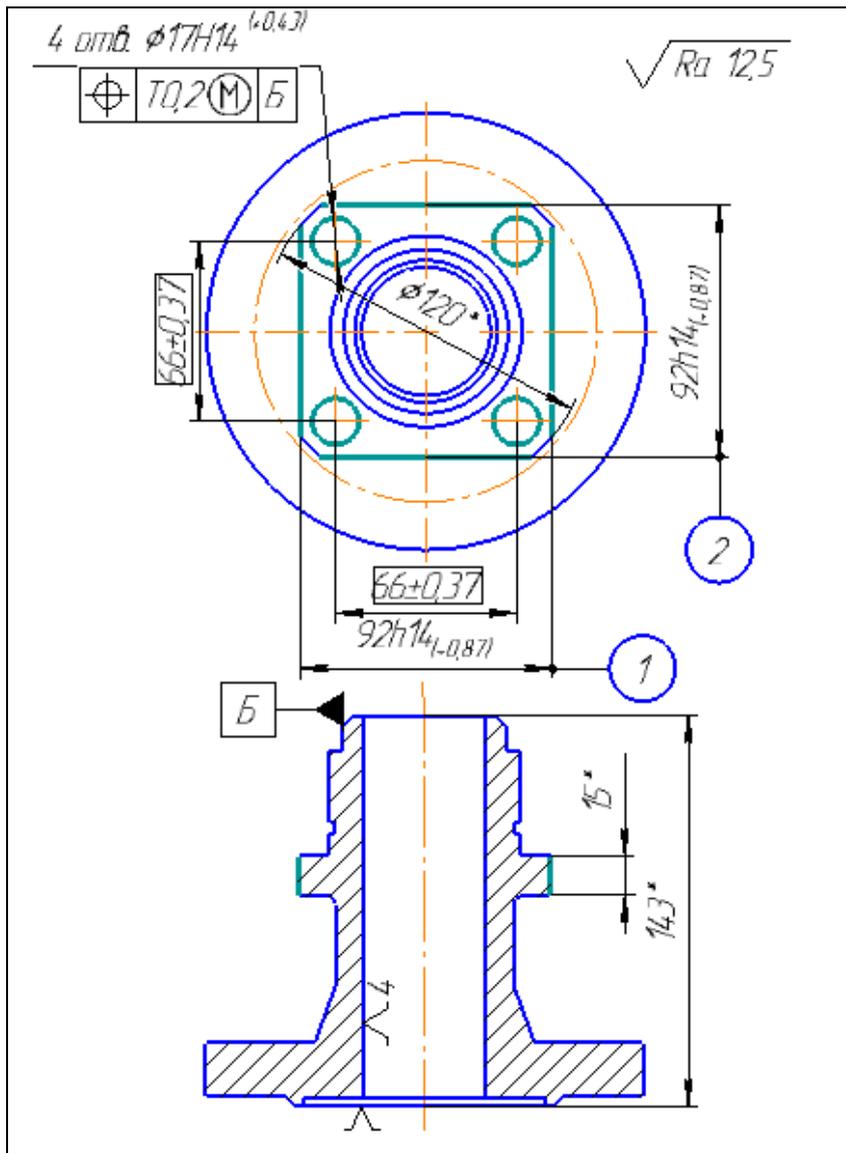
Базы: внутренний диаметр и торец.

1. Подрезать торец, выдерживая размер 143₋₁ мм.
2. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 120_{-0,87}^{+1,375}$ мм, $120_{-1,855}^{+1,375}$ мм и $0,5 \pm 0,1 \times 45^\circ$ мм.
3. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 80_{-0,74}$ мм, $\varnothing 65_{-0,74}$ мм, $54_{-1,425}^{+1,075}$ мм и $R3 \pm 0,2$ мм.
4. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 70_{-0,104}^{-0,03}$ мм и $51^{+0,3}$ мм.
5. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 60_{-0,046}$ мм, $13^{+0,18}$ мм и $4 \pm 0,3 \times 45^\circ$.
6. Точить канавку согласно эскизу.
7. Снять заусенцы, притупить острые кромки.

020 Контрольная

1. Контролировать размеры полученных поверхностей;
2. Контролировать отклонения расположения полученных поверхностей;
3. Контролировать шероховатость полученных поверхностей.

Продолжение таблицы 5



025 Фрезерная с ЧПУ
 А. Установить заготовку на оправку.
 Базы: внутренний диаметр и торец.

1. Фрезеровать заготовку, выдерживая размеры 1 и 2.
2. Центровать заготовку под сверление четырех отверстий, выдерживая размеры $66 \pm 0,37$ мм.
3. Сверлить 4 сквозных отверстия, выдерживая размер $\phi 17^{+0,43}$ мм.

030 Слесарная

1. Притупить острые кромки, снять заусенцы.

035 Контрольная

1. Контролировать размеры полученных поверхностей;
2. Контролировать отклонения расположения полученных поверхностей;
3. Контролировать шероховатость полученных поверхностей.

<p>Technical drawing showing a circular part with four holes. The top view shows a diameter of $\phi 125 \pm 0,5$ and an inner diameter of $\phi 10,2$. The holes have a diameter of $4 \text{ отв. } \phi 21^{+0,52}$. The surface roughness is $\sqrt{Ra} 125$. The bottom view shows a cross-section with a total height of $14,3$ mm and a width of 20 mm. A feature 'Б' is indicated at the bottom center.</p>	<p>040 Сверлильная</p> <p>А. Установить заготовку на оправку.</p> <p>Базы: внутренний диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Центровать заготовку под сверление четырех отверстий, выдерживая размер $125 \pm 0,5$ мм. 2. Сверлить 4 сквозных отверстия, выдерживая размер $\phi 21^{+0,52}$ мм.
<p>045 Контрольная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Контролировать размеры полученных поверхностей; 2. Контролировать отклонения расположения полученных поверхностей; 3. Контролировать шероховатость полученных поверхностей. 	
<p>050 Промывочная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Промыть деталь, согласно ТТП 01279-0002. 	
<p>055 Гальваническая</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нанести анодно-оксидное покрытие в электролите хромового ангидрида, согласно ГОСТ 9.306-85 	
<p>060 Консервация</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Консервировать деталь, согласно ТТП 60270-00001 вар.6. 	

2.6.1 Выбор средств технологического оснащения

Средствами технологического оснащения называют совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса. Выбор средств технологического оснащения будем выбирать исходя из типа производства, габаритов заготовки и требуемой точности обработки. К тому же будем выбирать оборудование с наименьшей стоимостью. В первую очередь выбирают стандартное технологическое оснащение. В том случае, когда стандартного оснащения не достаточно, производится выбор и проектирование специального оснащения.

Подберем необходимые для механической обработки средства технологического и контрольно-измерительного оснащения и занесем данные в таблицы 6 и 7 соответственно.

Таблица 6 – Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
005 Заготовительная	Отрезной круглопильный станок для цветных металлов МП8Г663-200.001	Пила круглая сегментная для легких сплавов 2257-0055 ГОСТ 18210-72	Призмы 7033-0040 ГОСТ 12195-66
010 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3 (с 8 позиционной револьверной головкой УГ9324)	Резец подрезной 2112-0073 ВК6 ГОСТ 18880-73; Резец проходной упорный 2103-1135 ВК6 ГОСТ 18879-73; Резец расточной 2141-0044 ВК6 ГОСТ 18883-73;	Трехкулачковый патрон 7100-0009 ГОСТ 2675-80 Резцедержатель с перпендикулярным пазом 294.341.121 Резцедержатель с параллельным пазом 294.341.221 Держатель для осевого инструмента 294.342.132

Продолжение таблицы 6

		<p>Сверло центровочное 2317-0010 ГОСТ 14952-75 (D=20, d=8)</p> <p>Сверло спиральное 2301-0069 ГОСТ 10903-77 (ø20мм)</p> <p>Сверло спиральное 2301-0106 ГОСТ 10903-77 (ø30мм)</p> <p>Сверло спиральное 2301-0137 ГОСТ 10903-77 (ø40мм)</p> <p>Сверло спиральное 2301-0155 ГОСТ 10903-77 (ø46,5мм)</p>	
015 Токарная с ЧПУ		<p>Резец подрезной 2112-0073 ВК6 ГОСТ 18880-73;</p> <p>Резец проходной упорный 2103-1127 ВК6, ВК3 ГОСТ 18879-73;</p> <p>Резец проходной упорный 2103-1128 ВК6 ГОСТ 18879-73;</p> <p>Резец канавочный 2120-0511 ГОСТ 18874-73</p>	<p>Трехкулачковый патрон 7100-0009 ГОСТ 2675-80</p> <p>Резцедержатель с перпендикулярным пазом 294.341.121</p>
025 Фрезерная с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ EMCOMILL E350	Фреза концевая 2223-1073 ГОСТ 16225-81 (ø25 мм)	Оправка BLACKSMITH BT40-MTB2-45

Продолжение таблицы 6

		Центровочное сверло 2317-0009 ГОСТ 14952-75 (d6,3, D16)	Патрон сверлильный 16- В18 ГОСТ 8522- 79;
		Сверло спиральное 2300-0762 ГОСТ 4010- 77 ;	Патрон цанговый 2-40-17-110 ГОСТ 26539-85
030 Слесарная		Напильник 2820- 0012 ГОСТ 1465-80; Надфиль 2827-0061 ГОСТ 1513-77	
040 Сверлильная	Сверлильный станок 2А125	Сверло центровочное 2317-0010 ГОСТ 14952-75 (d=8, D=20) Сверло спиральное 2301-0073 ГОСТ 10903-77	Оправка 6039-0018 ГОСТ 2682-86; Патрон сверлильный 16- В22 ГОСТ 8522-79; переходная втулка 6100-0342 ГОСТ 13598-85
050 Промывочная	Промывочная ванна	Раствор по ТТП 01279- 00001	
055 Гальваническая	Гальваническая ванна	Реагенты по ГОСТ 9.306-85	
060 Консервация		Материалы по ТТП 60270-00001, вар.6	

Таблица 7 – Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Заготовительная	инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 7

010 Токарная с ЧПУ	Инструментальный визуальный	Штангенциркули ШЦ-I-200-0,1 ГОСТ 166-89, ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89, ШЦ-I-200-0,05 ГОСТ 166-89; Угломер типа 1-5 ГОСТ 5378-88; Нутромер НМ125 ГОСТ 10-88; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 Набор радиусных шаблонов №1 ГОСТ 4126-66
015 Токарная с ЧПУ	Инструментальный визуальный	Штангенциркули ШЦ-I-160-0,1 ГОСТ 166-89, ШЦ- I-125-0,05 ГОСТ 166-89; ШЦЦ- I-125-0,01 ГОСТ 166-89; Угломер типа 1-5 ГОСТ 5378-88; Микрометр МК 75-1 ГОСТ 6507-90; штангенциркуль для наружных канавок МИК 42143 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75, Индикатор ИЧ02 кл.0 ГОСТ 577-80 Штатив Ш-ПН-8 ГОСТ 10197-70 Набор радиусных шаблонов №1 ГОСТ 4126-66
025 Фрезерная с ЧПУ	Инструментальный визуальный	Штангенциркуль ШЦ- I-125-0,1, ШЦ- I-125-0,05 ГОСТ 166-89 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Угломер типа 1-5 ГОСТ 5378-88
040 Сверлильная	Инструментальный визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1, ШЦ-I-200-0,05 ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 7

		Угломер типа 1-5 ГОСТ 5378-88 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75
--	--	--

2.6.2 Уточнение содержания переходов

Технологическим переходом называют законченную часть технологической операции, характеризующуюся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой и соединяемых при сборке. Когда изменится режим резания или режущий инструмент, начинается следующий переход.

Под рабочим ходом понимают законченную часть технологического перехода, состоящую из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки.

Уточним содержание переходов для получения поверхностей.

010 Токарная с ЧПУ:

- 1) Подрезка торца - 1 переход, 1 рабочий ход;
- 2) Центрование – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 3) Сверление - 5 проходов, 9 рабочих ходов;
- 4) Растачивание $\varnothing 47$ мм – 1 переход, 2 рабочих хода;
- 5) Растачивание $\varnothing 88$ мм – 2 перехода, 5 рабочих ходов;
- 6) Точение наружного диаметра:

Точение диаметра $\varnothing 160$ мм - 1 проход, 2 рабочих хода;

Точение $\varnothing 102$ мм– 1 проход, 7 рабочих ходов;

Снятие фаски – 1 рабочий ход;

Т. о. точение наружной поверхности 1 проход, 9 рабочих ходов.

015 Токарная с ЧПУ:

- 1) Подрезка торца - 1 переход, 1 рабочий ход;

Точение наружной поверхности:

- 2) Точение $\varnothing 120$ мм – 1 проход, 6 рабочих ходов;
- 3) Точение $\varnothing 70$ мм – 2 прохода, 7 рабочих ходов;
- 4) Точение $\varnothing 80$ мм – 8 рабочих ходов;
- 5) Точение $\varnothing 65$ мм – 1 проход, 2 рабочих хода;
- 6) Точение $\varnothing 60$ мм – 2 прохода, 4 рабочих хода;
- 7) Снятие фаски – 2 прохода, 2 рабочих хода;
- 8) Точение канавки - 1 проход, 1 рабочий ход.

025 Фрезерная с ЧПУ:

- 1) Фрезерование размеров 92 мм – 1 проход и 2 рабочих хода на каждую сторону;
- 2) Центрование – 1 проход, 4 рабочих хода;
- 3) Сверление $\varnothing 17$ мм – 1 проход, 4 рабочих хода.

040 Сверлильная:

- 1) Центрование – 1 проход, 4 рабочих хода;
- 2) Сверление -1 проход, 4 рабочих хода.

2.6.3 Выбор и расчет режимов резания

Назначенный для обработки заготовки режим резания определяет основное технологическое время на ее обработку и соответственно производительность труда. Работа резания переходит в тепло. Со стружкой уходит 80 % тепла и более, остальное распределяется между резцом, заготовкой и окружающей средой. Под влиянием тепла изменяются структура и твердость поверхностных слоев резца и его режущая способность, изменяются также и свойства поверхностного слоя заготовки. Режимы резания для каждого случая могут быть рассчитаны по эмпирическим формулам с учетом свойств обрабатываемого материала, установленной нормативами стойкости резца, его геометрии и применяемого охлаждения, а также с учетом точностных параметров обработанной заготовки, особенностей станочного оборудования и

оснастки. Назначение режимов резания начинают с определения максимально допустимой глубины резания, затем определяют допустимую подачу и скорость резания [6].

Произведем выбор и расчет оптимальных режимов обработки для трех разных операций – наружного точения, фрезерования и сверления [4].

015 Токарная с ЧПУ

Получение размера 143₋₁ мм.

Припуск на обработку – 3 мм.

Инструмент – Резец отрезной 2130-0159 ГОСТ 18884-73.

Материал режущей пластины – ВК6.

Обрабатываемый материал – дюралюминий Д16.

Скорость резания при отрезании находим по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (9)$$

где $C_V=328$, $y=0,5$ – коэффициенты, принятые в соответствии с таблицей, учитывающие вид обработки, материал режущей части и материал обрабатываемой заготовки. $T = 60$ мин – стойкость резца, $S = 0,6$ мм/об – рекомендуемая подача, K_V – поправочный коэффициент, определяемый по формуле:

$$K_V = K_{MV} K_{NV} K_{IV}, \quad (10)$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий влияние свойств материала заготовки, в соответствии с таблицей для дюралюминия $K_{MV} = 1,0$; K_{NV} – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки, принят в соответствии с таблицей для алюминиевых сплавов $K_{NV} = 0,9$; K_{IV} – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала, по таблице для ВК6 $K_{IV} = 2,7$, для ВК3 $K_{IV} = 2,5$. Тогда, общий поправочный коэффициент равен:

$$K_V = 1 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 2,43 \text{ мм.}$$

Следовательно, скорость резания равна:

$$V = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 0,6^{0,5}} \cdot 2,43 = 330 \text{ м/мин.}$$

Точение поверхности $\varnothing 120h14$ мм

Инструмент – Резец проходной упорный 2103-1127 ГОСТ 18879-73.

Материал режущей пластины – ВК6.

Глубина резания $t = 5$ мм, подача $S = 0,6$ мм/об.

Скорость резания при наружном продольном и поперечном точении:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V. \quad (11)$$

$C_V = 328$, $y = 0,5$, $x = 0,12$ – коэффициенты, принятые в соответствии с таблицей, учитывающие вид обработки, материал режущей части и материал обрабатываемой заготовки. $T = 60$ мин – стойкость резца. K_V – поправочный коэффициент, определенный по формуле (10), для ВК6 $K_V = 2,43$. Тогда

$$V = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 5^{0,12} \cdot 0,6^{0,5}} \cdot 2,43 = 280 \text{ м/мин.}$$

Черновое точение поверхности $\varnothing 70f9$ мм

Инструмент – Резец проходной упорный 2103-1127 ГОСТ 18879-73.

Материал режущей пластины – ВК6.

Глубина резания $t = 5$ мм, подача $S = 0,2$ мм/об.

$C_V = 328$, $y = 0,5$, $x = 0,12$, для ВК6 $K_V = 2,43$. По формуле (11):

$$V = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 5^{0,12} \cdot 0,2^{0,5}} \cdot 2,43 = 440 \text{ м/мин.}$$

Принимаем $V = 440$ м/мин.

Чистовое точение поверхности $\varnothing 70f9$ мм

Инструмент – Резец проходной упорный 2103-1127 ГОСТ 18879-73.

Материал режущей пластины – ВК3.

Глубина резания $t = 0,5$ мм, подача $S = 0,15$ мм/об.

Принимаем скорость по [4] для тонкого точения $V = 350$ м/мин.

Черновое точение поверхности $\varnothing 60h8$ мм

Инструмент – Резец проходной упорный 2103-1127 ГОСТ 18879-73.

Материал режущей пластины – ВК6.

Глубина резания $t = 4$ мм, подача $S = 0,2$ мм/об.

$C_V = 328$, $y = 0,5$, $x = 0,12$, для ВК6 $K_V = 2,43$. По формуле (11):

$$V = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 4^{0,12} \cdot 0,2^{0,5}} \cdot 2,43 = 485 \text{ м/мин.}$$

Принимаем $V = 380 \text{ м/мин.}$

Чистовое точение поверхности $\varnothing 60h8 \text{ мм}$

Инструмент – Резец проходной упорный 2103-1127 ГОСТ 18879-73.

Материал режущей пластины – ВК3.

Глубина резания $t = 0,5 \text{ мм}$, подача $S = 0,1 \text{ мм/об.}$

Принимаем скорость по [4] для тонкого точения $V = 400 \text{ м/мин.}$

Точение поверхности $\varnothing 65h14 \text{ мм}$

Инструмент – Резец проходной упорный 2103-1128 ГОСТ 18879-73.

Материал режущей пластины – ВК6.

Глубина резания $t = 3,5 \text{ мм}$, подача $S = 0,5 \text{ мм/об.}$

$C_V = 328$, $y = 0,5$, $x = 0,12$, для ВК6 $K_V = 2,43$. По формуле (11):

$$V = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 3,5^{0,12} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 2,43 = 470 \text{ м/мин.}$$

Точение поверхности $\varnothing 65,3h9 \text{ мм}$

Инструмент – Резец прорезной 2120-0501 ГОСТ 18874-73.

Материал режущей части – Р6М5.

Глубина резания $t = 2,3 \text{ мм}$, подача $S = 0,05 \text{ мм/об.}$

$C_V = 485$, $y = 0,25$, $x = 0,12$, для Р6М5 $K_V = 0,9$. По формуле (11):

$$V = \frac{485}{60^{0,28} \cdot 2,3^{0,12} \cdot 0,05^{0,25}} \cdot 0,9 = 270 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

025 Фрезерная с ЧПУ

Получение размера $92h14 \text{ мм}$.

Инструмент – Фреза концевая 2223-1073 ГОСТ 16225-81. Диаметр фрезы – $D = 25 \text{ мм}$. Количество зубьев – $z = 3$. Материал фрезы – сталь Р6М5.

Глубина фрезерования $t = 7 \text{ мм}$, ширина фрезерования $B = 15 \text{ мм}$.

Подачу минутную найдем по формуле:

$$s_M = s_z \cdot z \cdot n, \quad (12)$$

где $s_z = 0,112 \text{ мм}$ – подача на зуб, $n = 1500 \text{ об/мин}$ – частота вращения фрезы.

Отсюда:

$$s_M = 0,112 \cdot 3 \cdot 1500 = 504 \text{ мм/мин.}$$

Скорость резания – окружная скорость фрезы, которая определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V, \quad (13)$$

здесь $T = 90$ мин – период стойкости фрезы, $C_V = 185,5$, $q=0,45$, $x=0,3$, $y=0,2$, $u=0,1$, $p=0,1$, $m=0,33$ – коэффициенты определяемые по таблице и зависящие от типа фрезы и материала обрабатываемой детали. K_V – общий поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания, определяемый по формуле (10). Для материала фрезы Р6М5 $K_V = 0,9$. Тогда по формуле (13):

$$V = \frac{185,5 \cdot 25^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 7^{0,3} \cdot 0,112^{0,2} \cdot 15^{0,1} \cdot 3^{0,1}} \cdot 0,9 = 100 \text{ м/мин.}$$

040 Сверлильная

Получение сквозного отверстия $\varnothing 21H14$ мм.

Инструмент - Сверло центровочное 2317-0010 ГОСТ 14952-75

($d = 8$ мм), сверло спиральное 2301-0073 ГОСТ 10903-77.

Материал сверл – Р6М5.

Глубина резания для сверления:

$$t_0 = 0,5D = 4 \text{ мм}, \quad t = 0,5D = 10,5 \text{ мм.}$$

Скорость резания при сверлении:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_V, \quad (14)$$

где $C_V = 36,3$, $q=0,45$, $y=0,55$, $m=0,125$ – коэффициенты, зависящие от материалов инструмента и обрабатываемой детали, определяются по таблице; $s_0 = 0,06$ мм/об и $s=0,8$ мм/об – подачи при центровании и сверлении соответственно; $T_0 = 35$ мин и $T=75$ мин – стойкости центровочного и спирального сверл соответственно; $K_V=0,85$ – общий поправочный коэффициент для сверл из стали Р6М5, определяемый по формуле (10).

Скорость при центровании назанчаем по справочнику $V_0 = 40$ м/мин.

При сверлении:

$$V = \frac{36,3 \cdot 21^{0,25}}{75^{0,125} \cdot 0,8^{0,55}} \cdot 0,85 = 37 \text{ м/мин.}$$

Аналогичным методом проводим расчет режимов резания для остальных операций и занесем результаты в таблицу 8.

Таблица 8 – Режимы резания

Операция	Инструмент	Глубина t , мм	Подача s , мм/об	Скорость V , м/мин	Стойкость T , мин
005 Заготовительная	Пила круглая 2257-0055 ГОСТ 18210-72		0,1 мм/зуб	70	100
010 Токарная с ЧПУ					
Подрезка торца	Резец подрезной 2112-0073 ВК6 ГОСТ 18880-73	6,5	0,6	330	60
Сверление сквозного отверстия $\varnothing 46,5 \text{H}14 \text{ мм}$	Центр. сверло 2317-0010 ГОСТ 14952-75	4	0,1	40	30
	Сверло спиральное 2301-0069 ГОСТ 10903-77 ($\varnothing 20 \text{ мм}$)	5	0,7	35	60
	Сверло спиральное 2301-0106 ГОСТ 10903-77 ($\varnothing 30 \text{ мм}$)	5	0,8	40	75
	Сверло 2301-0137 ГОСТ 10903-77 ($\varnothing 40 \text{ мм}$)	5	1	45	105
	Сверло 2301-0155 ГОСТ 10903-77 ($\varnothing 46,5 \text{ мм}$)	3,25	1,1	50	140
Растачивание отверстия $\varnothing 47 \text{H}12$	Резец расточной 2141-0026 ГОСТ 18883-73 Материал пластины: ВК6	0,25	0,3	280	60
Растачивание отверстия $\varnothing 88 \text{H}12$ Черновое	Резец расточной 2141-0026 ГОСТ 18883-73 Материал пластины: ВК6	5	0,5	300	60

Продолжение таблицы 8

Растачивание отверстия ø88Н12 Черновое	Резец расточной 2141-0026 ГОСТ 18883-73 Материал пластины: ВК6	5	0,5	300	60
Чистовое	Резец расточной 2141-0026 ГОСТ 18883-73 Материал пластины: ВК6	1,5	0,2	310	60
Наружное точение ø160Н14 черновое	Резец проходной 2103-1127 ГОСТ 18870-73 Материал пластины: ВК6	5	0,6	340	60
015 Токарная с ЧПУ					
Подрезка торца	Резец подрезной 2112-0073 ГОСТ 18880-73 Материал пластины: ВК6	3	0,6	330	60
Наружное точение ø120h14 Черновое	Резец проходной 2103-1127 ГОСТ 18870-73 Материал пластины: ВК6	5	0,6	280	60
Точение ø70f9	Резец проходной упорный 2103-1127 ГОСТ 18870-73;				
Черновое	Материал пластины: ВК6	5	0,2	440	60
Чистовое	ВК3	0,5	0,15	350	60
Точение ø60h8	Резец проходной упорный 2103-1127 ГОСТ 18870-73;				
Черновое	Материал пластины: ВК6	5	0,2	380	60
Чистовое	ВК3	0,5	0,1	400	60
Точение ø65h14 черновое	Резец проходной 2103-1127,2103-1128 ГОСТ 18870-73 Мат-л пластины: ВК6	3,5	0,5	420	60

Продолжение таблицы 8

Точение канавки	Резец канавочный 2120-0501 ГОСТ 18874-73 Материал режущей части: P6M5	2,3	0,05	270	60
025 Фрезерная с ЧПУ					
Фрезерование параллельных размеров 92 _{-0,87} мм	Фреза концевая 2223-1073 ГОСТ 16225-81 Материал режущей части: P6M5	7	336 мм/мин (на зуб 0,112 мм)	100	90
Сверление отверстий Ø17H14 мм	Центровочное сверло 2317-0009 ГОСТ 14952-75	3,15	0,25	40	20
	Сверло спиральное 2300-0762 ГОСТ 4010-77	8,5	0,7	35	60
040 Сверлильная					
Сверление отверстий Ø21H14 мм	Сверло центровочное 2317-0010 ГОСТ 14952-75	4	0,3	40	35
	Сверло 2301-0073 ГОСТ 10903-77 Материал сверл: P6M5	10,5	0,8	37	75

2.6.4 Нормирование технологических переходов

Таблица 9 – Нормы времени

Операции	Время, затраченное на механическую обработку, мин	Время, затраченное на установку, наладку оборудования, мин	Общее время операции, мин.
005 Заготовительная	2	3	5
010 Токарная с ЧПУ	5	32	37
015 Токарная с ЧПУ	5	25	30
020 Контрольная	10	10	20
025 Фрезерная с ЧПУ	14,5	20	34,5

Продолжение таблицы 9

030 Слесарная	10	-	10
035 Контрольная	10	10	20
040 Сверлильная	12	18,5	30,5
045 Контрольная	10	10	20
050 Промывочная	5	7	12
055 Гальваническая	6	15	21
060 Консервация	3	4	7
Итого	105,5	177	247

2.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Одним из основных этапов технологической подготовки производства деталей для станков с ЧПУ является разработка операционной технологии и управляющей программы. Управляющая программа (УП) — это записанная на программноносителе в закодированном цифровом виде маршрутно-операционная технология на конкретную деталь с указанием траекторий движения инструмента. Все данные, необходимые для обработки заготовки на станке, устройство числового программного управления (УЧПУ) получает от управляющей программы.

Управляющая программа может быть разработана как в ручную, так и с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР). В данной работе УП разработаны с помощью программы FeatureCAM фирмы Delcam. FeatureCAM — САМ-система для подготовки управляющих программ, сочетающая широкий спектр возможностей и простоту в использовании, что позволяет минимизировать время разработки УП для станков с ЧПУ.

Разработанные программы для токарных (010, 015) и фрезерной (020) операций представлены в технологической документации (Приложение Г).

2.8 Размерный анализ технологического процесса

Произведем размерный анализ для точных поверхностей. Наиболее точные поверхности были получены на операции 015 «Токарная с ЧПУ». На рисунке 6 представлена размерная схема токарной операции 015.

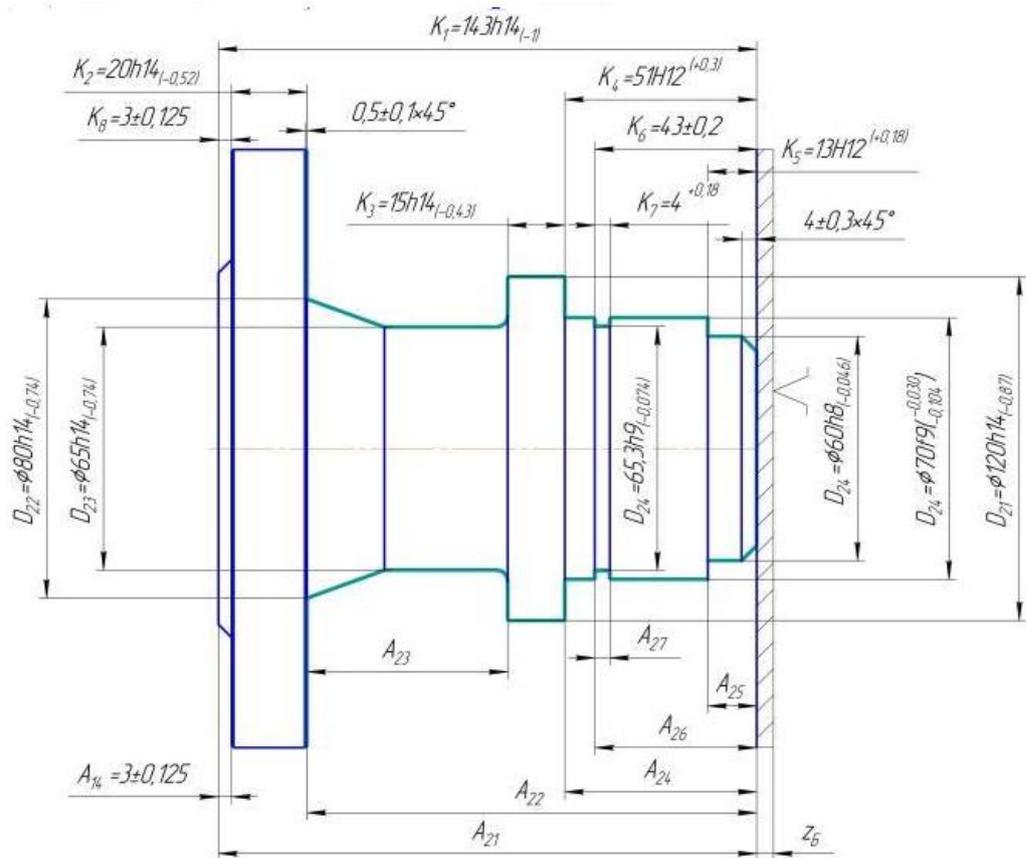


Рисунок 6 – Размерная схема токарной операции 015

Произведем расчет размерных цепей и найдем величины технологических размеров. Технологические размеры A_{21} , A_{24} , A_{25} , A_{26} , A_{27} выдерживаются непосредственно:

$$A_{21} = K_1 = 143_{-1} \text{ мм};$$

$$A_{24} = K_4 = 51^{+0,3} \text{ мм};$$

$$A_{25} = K_5 = 13^{+0,18} \text{ мм};$$

$$A_{26} = K_6 = 43 \pm 0,2 \text{ мм};$$

$$A_{27} = K_7 = 4^{+0,18} \text{ мм};$$

$$A_{14} = K_8 = 3 \pm 0,125 \text{ мм}.$$

Размеры A_{23} и A_{22} найдем из размерных цепей №1 и №2 (рисунок 7 и рисунок 8).

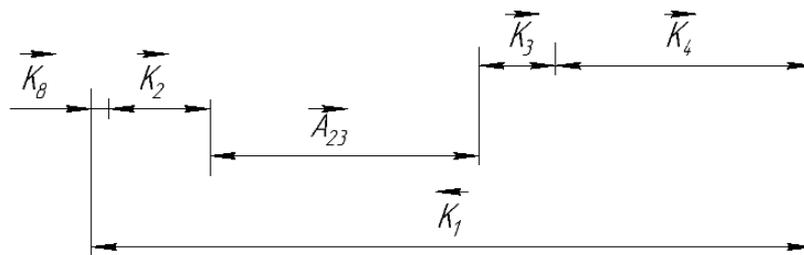


Рисунок 7 – Размерная цепь №1

$$A_{23} = K_1 - (K_2 + K_3 + K_4 + K_8) = 143_{-1} - (20_{-0,52} + 15_{-0,43} + 51^{+0,3} + 3 \pm 0,125) = 54_{-1,425}^{+1,075}$$

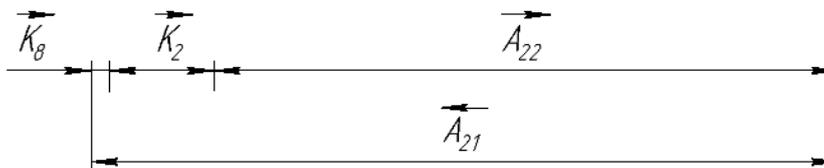


Рисунок 8 – Размерная цепь №2

$$A_{22} = K_1 - (K_8 + K_2) = 143_{-1} - (3 \pm 0,125 + 20_{-0,52}) = 120_{-1,125}^{+0,645} \text{ мм.}$$

Произведем проверку обеспечения точности конструкторских размеров.

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле [7]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i. \quad (15)$$

Рассмотрим размерную цепь №3 для размера K_1 (Рисунок 9):

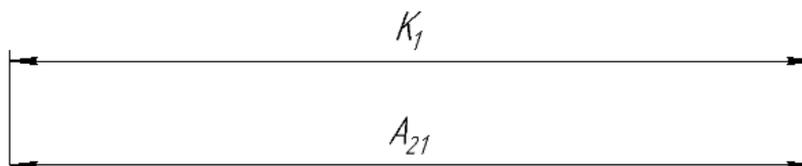


Рисунок 9 – Размерная цепь №3

$TK_1 = TA_{21}$. Условие выполняется. Размер K_1 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь №4 для размера K_2 (Рисунок 10):

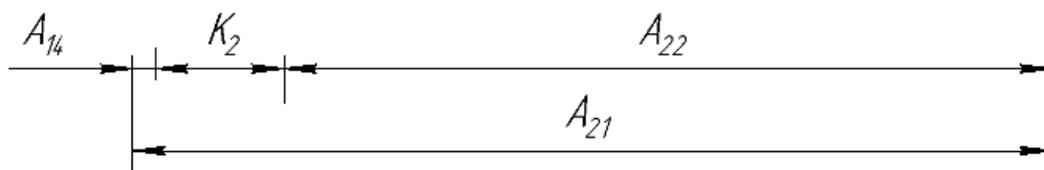


Рисунок 10 – Размерная цепь №4

$$TK_2 = 0,52 \text{ мм. } TA_{14} + TA_{22} + TA_{21} = 0,25 + 1,77 + 1 = 3,02 \text{ мм}$$

3,02 мм > 0,52 мм. Условие не выполнено. Необходимо ужесточить точность технологических размеров A_{22} и A_{21} до 9 квалитета. Тогда:

$$TA_{14} + TA_{22} + TA_{21} = 0,25 + 0,087 + 0,1 = 0,437 \text{ мм.}$$

0,52 мм > 0,437 мм. Условие выполнено. Размер K_2 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь №5 для размера K_3 (Рисунок 11):

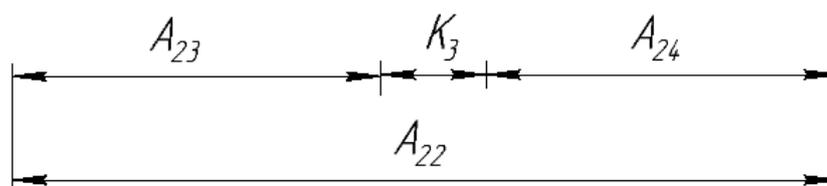


Рисунок 11 – Размерная цепь №5

$$TK_3 = 0,43 \text{ мм. } TA_{23} + TA_{24} + TA_{22} = 2,5 + 0,3 + 1,77 = 4,57 \text{ мм.}$$

4,57 мм > 0,43 мм. Условие не выполнено. Необходимо ужесточить точность технологических размеров A_{23} и A_{22} до 9 квалитета. Тогда:

$$TA_{23} + TA_{22} + TA_{24} = 0,06 + 0,3 + 0,065 = 0,425 \text{ мм.}$$

0,43 мм > 0,425 мм. Условие выполнено. Размер K_3 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь №6 и №7 для размера K_4 и K_5 (Рисунок 12):

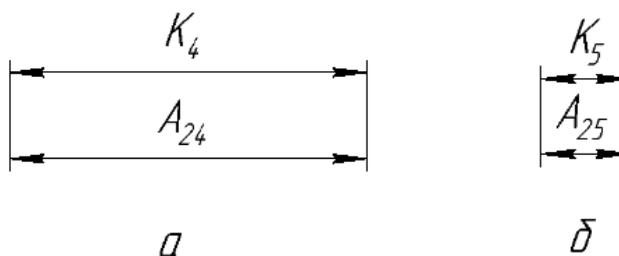


Рисунок 12

а – Размерная цепь №6; б – размерная цепь №7

$TK_4 = TA_{24} = 0,3$ мм; $TK_5 = TA_{25} = 0,18$ мм; Условия выполнены. Размеры K_4 и K_5 выдерживаются.

Рассмотрим размерную цепь №8 и №9 для размера K_6 и K_7 (Рисунок 13):

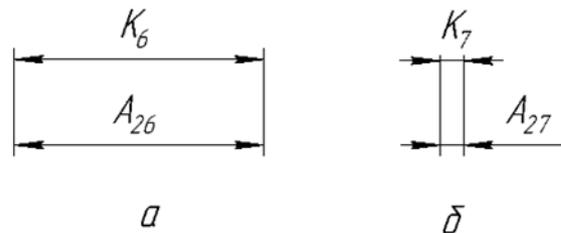


Рисунок 13

а – Размерная цепь №8; б – размерная цепь №9

$TK_6 = TA_{26} = 0,4$ мм; $TK_7 = TA_{27} = 0,18$ мм. Условия выполнены. Размеры K_6 и K_7 выдерживаются.

2.9 Техничко-экономические показатели технологического процесса

Для того чтобы убедиться, что выбранный маршрут изготовления детали является наиболее экономичным и эффективным, необходимо рассчитать технико-экономические показатели технологического процесса.

Произведем расчет себестоимости производства детали без учета общезаводских затрат. Определения технологической себестоимости включает расчет стоимости заготовки и оборудования, расчет затрат на заработную плату рабочих.

Рассчитает стоимость заготовки для одной детали.

В качестве заготовки применяется прессованный прутки круглого сечения диаметром 180 мм из материала дюралюминий Д16, полученный согласно ГОСТ 21488–97. Стоимость 1 кг прутка – 246 руб. Для производства одной детали требуется заготовка длиной 152,5 мм. Масса такой заготовки

составляет 10,78 кг по данным SolidWorks 2013. Тогда расчетная стоимость одной заготовки:

$$246 \cdot 10,78 = 2651,8 \frac{\text{руб}}{\text{шт}}.$$

Данные о заработной плате рабочих представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Затраты на оплату труда рабочих

Профессия	Стоимость работы, руб/час	Время занятости на рабочем месте, час.	Заработная плата по факту работы, руб.
Станочник заготовительного оборудования	150	0,15	22,5
Оператор токарного станка с ЧПУ	200	1,25	250
Оператор фрезерного станка с ЧПУ	200	0,6	120
Сверловщик	140	0,7	98
Контролер	180	1	180
Слесарь	130	0,3	39
Гальваник	200	0,4	80
Промывщик	120	0,3	36
Консервировщик	110	0,12	13,2
Итого, Σ:	328,7		

Тогда себестоимость детали без учета затрат на технологическое оснащение составит:

$$327,7 + 2651,8 = 2980 \text{ руб.}$$

Степень автоматизации оборудования составит 2 к 6, т.е. 30% от всего станочного парка. Такой коэффициент удовлетворяет требованиям

мелкосерийного производства.

В таблице 11 приведены данные о стоимости оборудования.

Таблица 11 – Стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб.
005 Заготовительная	Отрезной круглопильный станок для цветных металлов МП8Г663-200.001	600000
010 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3	1850000
020 Фрезерная с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ EMCOMILL E350	700000
035 Сверлильная	Сверлильный станок 2А125	550000
045 Промывочная	Промывочная ванна	20000
050 Гальваническая	Гальваническая ванна	30000
Итого, Σ		375000

Таким образом для технологического оснащения производства детали «Фланец» потребуется порядка 375000 руб. без учета затрат на инструменты.

2.10 Проектирование средств технологического оснащения

2.10.1 Обоснование выбора схемы приспособления

При токарной обработке наружной поверхности (операция 015) была выбрана схема базирования заготовки по обработанному отверстию (рис.2). При установке заготовок типа дисков, втулок, гильз, стаканов, колец и др. широко применяют оправки. Разжимные оправки позволяют закреплять заготовки данного типа по предварительно обработанному центральному отверстию.

К оправкам предъявляют такие требования, как надежность закрепления заготовок, обеспечение точности получения размеров, формы и расположения обрабатываемых поверхностей, прочность жесткость, виброустойчивость, а также быстрая наладка, технологичность изготовления и производительность установки и закрепления.

Для установки данной заготовки по обработанному отверстию была спроектирована специальная разжимная оправка, чертеж которой представлен в Приложении Д.

Данная разжимная оправка состоит из корпуса 1, цанги 2 и гайки зажимной 3. Заготовка устанавливается на цангу 3, представляющую собой упругий элемент в виде втулки, имеющей цилиндрическую наружную и внутреннюю коническую поверхности. На втулке выполнены прорези, по которым происходит деформация втулки. Заготовка закрепляется на оправке при разжиме цанги, перемещающейся вдоль конуса корпуса посредством завинчивания зажимной гайки 3.

Корпус конусным хвостовиком устанавливается в пиноль передней бабки станка, закрепляется с помощью штревелия и прижимается задним центром.

Снятие заготовки с оправки осуществляется путем развинчивания гайки.

2.10.2 Расчет приспособления

Усилие зажима заготовки при точении должно обеспечивать надежное закрепление заготовки. Расчет сил зажима в общем виде сводится к решению задачи статики на равновесие заготовки, находящейся под действием приложенных к ней всех внешних сил, а также моментов, возникающих в результате действия этих сил (сил резания, зажима, массы, инерционных сил, центробежных сил, реакции опор, сил трения) [8].

Чтобы обеспечить надежность зажима, силы резания увеличивают на коэффициент запаса, который определяется в зависимости от условий обработки [8].

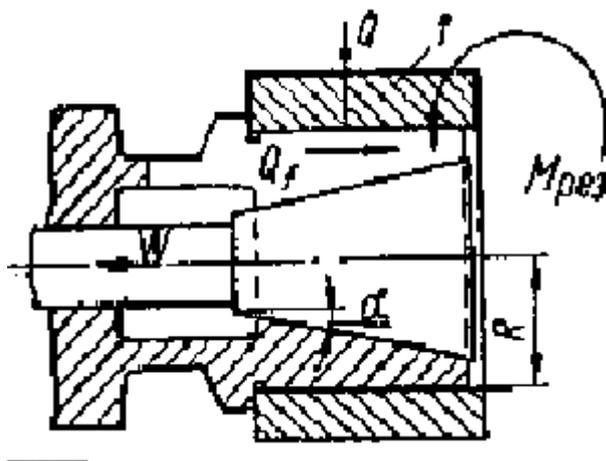


Рисунок 14 – Схема действующих сил при закреплении заготовки в разжимной оправке

На рисунке 14 представлена схема действия сил при закреплении заготовки в разжимной оправке. При обработке возникает момент резания $M_{рез}$, стремящийся повернуть деталь вокруг оси. Ему противодействует момент силы трения $M_{тр}$, возникающий между базовой поверхностью детали и установочной поверхностью цанги. Суммарная сила зажима, развиваемая всеми лепестками цанги, определяется по формуле [9]:

$$Q_{сум} \cdot f \cdot R = k \cdot M_{рез}, \quad (16)$$

откуда

$$Q_{\text{сум}} = \frac{K \cdot M_{\text{рез}}}{f \cdot R}. \quad (17)$$

Здесь:

α – внутренний угол цанги, $\alpha = 2^\circ$;

f – коэффициент трения, при базировании заготовки по обработанному отверстию $f \approx 0,16$;

R – наружный радиус цанги, $R = 22,3$ мм;

K – коэффициент запаса сил зажима, определяется по формуле:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 \quad (18)$$

где k_0 — гарантированный коэффициент запаса — рекомендуется принимать для всех случаев равным 1,5; k_1 - коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, вызывающих увеличение сил резания. При черновой обработке $k_1=1,2$; при чистовой и отделочной обработке $k_1=1$; k_2 — коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента, при точении $k_2=1$; k_3 — коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании, при обработке без ударов $k_3=1,0$; k_4 — коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима. Для ручных зажимных устройств $k_4=1,3$; для механических устройств прямого действия (пневматических, гидравлических и т.п.) $k_4=1,0$; k_5 — коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах. При удобном расположении и малом диапазоне угла её поворота $k_5=1,0$; k_6 — коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку, для большой поверхности контакта $k_6=1,5$ [8].

Тогда,

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,5 = 3,5.$$

$M_{\text{рез}}$ – момент резания, определяемый по формуле:

$$M_{\text{рез}} = P_z \cdot \frac{D}{2}, \quad (19)$$

D – диаметр обрабатываемой поверхности;

P_z – тангенциальная сила резания.

Вычислим силу резания при токарной черновой обработке поверхности $\varnothing 60h8$ мм. При наружном точении сила резания P_z определяется по формуле [4]:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot k_p, \quad (20)$$

Здесь:

C_p , x , y , n – коэффициенты, определяемые по таблице. При точении алюминиевого сплава $C_p = 40$, $x = 1$, $y = 0,75$, $n = 0$ [3];

$t = 5$ мм – глубина резания, $V = 380$ м/мин – скорость резания, $s = 0,2$ мм/об.

k_p – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания, находится по формуле:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{gp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp}, \quad (21)$$

Значения K_{Mp} , K_{fp} , K_{gp} , K_{lp} , K_{rp} находим из таблиц [4]:

$K_{Mp} = 1$, $K_{fp} = 0,94$, $K_{gp} = 1,1$, $K_{lp} = 1$, $K_{rp} = 0,93$. Тогда по формуле (21):

$$K_p = 0,93 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,96.$$

Тогда по формуле (20):

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 5^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 380^0 \cdot 0,96 = 220,2 \text{ Н.}$$

Вычислим момент резания по формуле (19):

$$M_{рез} = 220,2 \cdot \frac{60}{2} = 6,6 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Найдем суммарную силу зажима из формулы (17):

$$Q_{сум} = \frac{3,5 \cdot 6,6 \text{ Н} \cdot \text{м}}{0,16 \cdot 22,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 6475 \text{ Н.}$$

2.10.3 Проектирование гибкого производственного модуля

Замена универсального неавтоматизированного оборудования станками с ЧПУ позволяет сократить трудоемкость изготовления деталей до 5 раз в зависимости от вида обработки и конструкции обрабатываемых деталей. Переход от отдельных станков с ЧПУ к автоматизированным комплексам

решает задачу повышения эффективности оборудования с ЧПУ в 2-3 раза за счет резкого сокращения времени переналадки его на выпуск другой продукции, а также освобождения оператора от монотонных работ и необходимости постоянного наблюдения за работой станка. Объединение автономных станков с ЧПУ в автоматизированные гибко перенастраиваемые комплексы позволяет повысить коэффициент загрузки станков до 0,85-0,9, а коэффициент сменности – до 2-3. Главное отличие станков, встраиваемых в комплекс, от станков с ЧПУ автономного применения заключается во введении в них механизмов связи с автоматизированными транспортными системами подачи заготовок и инструмента [10].

ГОСТ 26228-90 устанавливает следующее определение гибкого производственного модуля. Гибкий производственный модуль (ГПМ) – гибкая производственная система, состоящая из единицы технологического оборудования, автоматизированным устройством программного управления и средствами автоматизации технологического процесса, автономного функционирующая, осуществляющая многократные циклы и имеющая возможность встраивания в систему более высокого уровня.

Частным случаем ГПМ является роботизированный технологический комплекс (РТК). В состав типовых РТК включаются ПР; металлорежущие станки; вспомогательное транспортное оборудование, накопители, магазины заготовок и изделий и т.п. Также кроме указанного оборудования в состав любого РТК входят устройства управления как отдельным ПР, так и всем РТК.

Для обработки деталей типа тел вращения в основном используют однопозиционные и многопозиционные РТК. Для данного технологического процесса был выбран однопозиционный РТК, включающий один ПР. Однопозиционный РТК на базе токарного станка мод.16К20Ф3, предназначен для токарной обработки деталей типа тел вращения из штучных заготовок в автоматическом режиме в мелкосерийном и серийном производстве с повторяющимися партиями деталей. В цикле работы РТК заготовки автоматически поочередно подаются роботом на станок. Обработанные детали

передаются роботом со станка на свободные паллеты тактового стола [11].

При проектировании ГПМ выбираем однопозиционный РТК 16К20Ф3Р219. РТК 16К20Ф3Р219 на базе токарного станка 16К20Ф3 с ЧПУ и ПР напольного типа мод. М20П40.01 служит для обработки деталей типа валов (D до 120 мм; L до 500 мм; m до 10 кг) и фланцев (D до 150 мм; L до 110 мм; m до 5 кг). В состав РТК входит горизонтальный магазин-накопитель вместимостью 12 заготовок.

Для данного РТК была выбрана компоновка, представленная на рисунке 15.

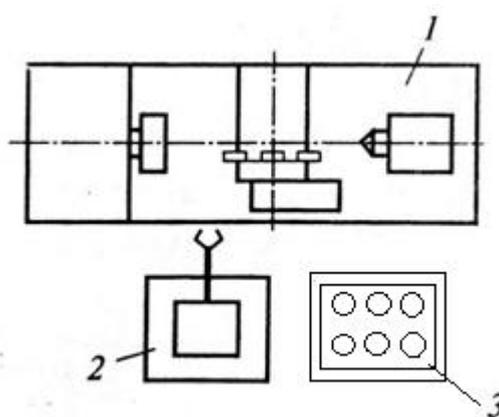


Рисунок 15 – Компоновка РТК 16К20Ф3Р219:

1 – станок с ЧПУ 16К20Ф3; 2 – ПР напольного типа мод. М20П40.01; 3 -
накопитель

Данный ГПМ позволяет автоматизировать токарную обработку на станке 16К20Ф3, что составляет 1/3 часть от всей возможной автоматизации механообработки. Для полного автоматизирования всей обработки детали «Фланец» по спроектированному технологическому процессу на станках с ЧПУ необходимо применение дополнительных ПР, обеспечивающих кантование и установку заготовки в разжимную оправку, а также перемещение и установку на фрезерный станок EMCOMILL E350 в разжимную оправку. Такое решение приведет к дополнительным затратам.

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А31	Ивановой Анне Вадимовне

Институт	ИФВТ	Кафедра	ФВТМ
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Человеческие ресурсы, компьютер, ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 20% от фонда оплаты труда, нормативно – правовая документация.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Данная научно-исследовательская работа финансируется за счет средств государственного бюджета и по характеру получаемых результатов относится к поисковым работам.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	<ul style="list-style-type: none"> – Расчет материальных затрат; – Расчёт основной заработной платы; – Отчисления во внебюджетные фонды; – Расчет накладных расходов; – Расчет бюджета затрат;
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	По результатам НИР были выполнены поставленные задачи. Однако, поскольку данная НИР относится к поисковым работам, то оценивать её эффективность преждевременно.

Перечень графического материала:

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А31	Иванова Анна Вадимовна		

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе проводилась технологическая подготовка производства изготовления детали «Фланец». Объем выпуска продукции составляет 1000 шт. в год. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов исследования выступают машиностроительные предприятия находящиеся любой области Российской Федерации, оборудование которых позволяет производить обработку металлов давлением. На территории томской области выделим такие предприятия, как: ООО НПО «Сибирский машиностроитель», ЗАО НПФ «Микран».

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

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

Таблица 12 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3

Продолжение таблицы 12

3. Энергоэкономичность	0,1	4	3	3	0,2	0,3	0,3
4. Надежность	0,05	4	4	4	0,4	0,2	0,2
5. Безопасность	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
6. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
7. Простота эксплуатации	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	3	4	4	0,3	0,4	0,4
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	3	4	3	0,06	0,08	0,06
3. Цена	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	4	2	0,4	0,4	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,01	2	2	1	0,02	0,02	0,01
6. Срок выхода на рынок	0,01	2	2	2	0,02	0,02	0,02
7. Наличие сертификации разработки	0,01	0	4	4	0	0,04	0,04
Итого	1	46	46	41	3,8	3,36	3,03

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле [12]:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (22)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка:

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 46 \cdot 3,8 = 174,8$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum V_i \cdot B_i = 46 \cdot 3,36 = 154,56$$

$$K2 = \sum V_i \cdot B_i = 41 \cdot 3,03 = 124,23.$$

Анализ показывает, что деталь конкурентоспособна. Разработанная технология является удобной в эксплуатации и повышает производительность

труда. Цена детали, изготовленной по разработанному техпроцессу в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

3.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) описывает качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяет принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации [12].

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1 [12].

Таблица 13 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средне-взвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,1	70	100	0,7	0,07
3. Надежность	0,05	70	100	0,7	0,035
4. Унифицированность	0,1	60	100	0,8	0,08
5. Уровень материалоемкости разработки	0,1	50	100	0,5	0,05
6. Безопасность	0,08	50	100	0,5	0,04
7. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	70	100	0,7	0,07

Продолжение таблицы 13

8. Простота эксплуатации	0,1	70	100	0,7	0,07
9. Качество интеллектуального интерфейса	0	50	100	0,5	0
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
10. Конкурентоспособность продукта	0,1	70	100	0,7	0,07
11. Уровень проникновения на рынок	0,1	70	100	0,7	0,07
12. Перспективность рынка	0,01	50	100	0,5	0,05
13. Цена	0,1	70	100	0,7	0,03
14. Срок выхода на рынок	0,01	50	100	0,5	0,002
15. Финансовая эффективность научной разработки	0,05	70	100	0,7	0,014
Итого	1	890		8,9	0,605

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле [12]:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i = 890 \cdot 0,605 = 538,45$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки; V_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Разработка считается перспективной, если средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80, в нашем случае 538,45, разработка перспективна.

3.1.4 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта [12].

1. Описание сильных и слабых сторон проекта, выявление

возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 14 – Матрица SWOT

Сильные стороны научно-исследовательского проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта
С1. Наличие бюджетного финансирования. С2. Наличие опытного руководителя С3. Использование современного оборудования С4. Наличие современного программного продукта С5. Актуальность проекта С6. Использование УП	Сл1. Развитие новых технологий Сл2. Высокая стоимость оборудования Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.
Возможности	Угрозы
В1. Возможность автоматизации технологического процесса В2. Уменьшение себестоимости выпускаемой продукции	У1. Появление новых конкурентных технологий У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции

2. Выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 15 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	+	-	+	+	0	+
	B2	0	-	-	-	0	-

Таблица 16 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	+	-	0
	B2	0	-	0

Таблица 17 – Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	0	0	+	+	+	+
	У2	0	0	+	+	0	+

Таблица 18 – Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	-	+
	У2	+	0	0

3. Составление итоговой матрицы SWOT-анализа.

Таблица 19 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	С1. Наличие бюджетного финансирования. С2. Наличие опытного руководителя С3. Использование современного оборудования С4. Наличие современного	Сл1. Развитие новых технологий Сл2. Высокая стоимость оборудования Сл3. Отсутствие квалифицированного

Продолжение таблицы 19

	программного продукта С5. Актуальность проекта С6 Использование УП	персонала.
В1. Возможность автоматизации технологического процесса В2. Уменьшение себестоимости выпускаемой продукции	- При использовании современного оборудования и УП обеспечивается автоматизация процесса, что приводит к уменьшению себестоимости продукции;	- Автоматизация техпроцесса приводит к созданию новых конкурентных технологий
У1. Появление новых конкурентных технологий У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции	- Использование современного оборудования побуждает введение дополнительных требований к сертификации продукции	Развитие технологий приводит к введению дополнительных государственных требований к сертификации продукции.

3.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT-анализ, а также ФСА-анализ и метод Кано позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

Морфологический подход:

1. Точная формулировка проблемы исследования.
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.
3. Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике.
4. Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений.

Таблица 20 – Морфологическая матрица для детали «Фланец»

	1	2	3	4
А. Визуализация результатов	График	Формулы	Числовая информация	Текстовая информация
Б. Длительность расчета, мин	10	30	50	>60
В. Обеспечение эксплуатационных свойств	Оценка технологичности	Анализ с помощью CAD-CAM систем	Размерный анализ	Выбор и расчет режимов резания

Представим несколько вариантов решения технической задачи:

А1Б4В3 – представление результатов в виде графиков позволит визуально оценить результаты. Работа с графиками трудоемкий процесс и требует временных затрат, опытным путем установлено, что требуется более 60 мин, на выполнение данной работы. Таким способом проверяют правильность размерного анализа, а именно строят граф-дерево.

А4Б2В1 – во втором варианте говорится о текстовой информации. Такой вид визуализации подходит для теоретической части, в которой производится качественная оценка технологичности изделия. В данном виде работы не требуются расчеты, указываются характеристики изделия в текстовом виде и дается оценка. В среднем требуется около 30 минут.

А2Б3В4 – формулы применяются при расчетах. В данном случае производится расчет режимов резания, также опытным путем установлено, что длительность расчета 50 мин.

А3Б1В2 – в настоящее время большой популярностью пользуются CAD-CAM системы. Действительно прогресс не стоит на месте и с каждым годом появляется все больше новых программ позволяющих, не прилагая больших усилий, проверить 3D – модель детали на обеспечение эксплуатационных свойств. Для получения результата была построена 3D – модель и указана числовая информация, вследствие чего программа выдала результаты анализа.

3.3 Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке: определение структуры работ в рамках научного исследования; определение участников каждой работы; установление продолжительности работ; построение графика проведения научных исследований [12].

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 21 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	T_{pi}
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, Студент-дипломник	1	2	1	0,5
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	7	10	8,2	4,1
	3	Составление маршрута техпроцесса	Студент-дипломник	14	21	16,8	16,8
	4	Расчет припусков	Студент-дипломник	7	14	9,8	9,8
	5	Выбор средств технологического оснащения	Студент-дипломник	2	7	4	4

Продолжение таблицы 21

Теоретические и экспериментальные исследования	6	Расчет режимов резания	Студент-дипломник	7	10	8,2	4,1	
	7	Нормирование переходов	Студент-дипломник	7	10	98,2	4,1	
	Обобщение и оценка результатов	8	Проектирование технологических операций	Студент-дипломник	7	10	8,2	4,1
		9	Размерный анализ	Студент-дипломник	2	4	2,8	2,8
		10	Разработка управляющих программ	Студент-дипломник	5	7	5,8	
Разработка технической документации и проектирование	11	Проектирование приспособления	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9	
	12	Разработка карт наладок	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9	
	13	Разработка комплекта технологической документации	Студент-дипломник	7	10	8,2	8,2	
Оформление отчета, по НИР (комплекта документации по ОКР)	14	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент-дипломник	3	6	4,2	4,2	

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения НИОКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества

трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ 1-ой используется следующая формула [12]:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \text{ чел. - дн.}, \quad (23)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (24)$$

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

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

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

Результаты смотреть в таблице 21.

3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Необходимо построить диаграмму Ганта.

Календарный план-график проведения НИОКР рассчитан и приведен в таблице А1(Приложение А).

2.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

1) Расчет материальных затрат НТИ

В данном разделе произведем расчет материальных затрат.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле [11]:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхи}, \quad (25)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования; $N_{расхи}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.); C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.); k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для остальных позиций произведем аналогичный расчет.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 22.

Таблица 22 – Материальные затраты

Материалы и оборудование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Z_m), руб.
Бумага	шт	1000	0,5	500

Продолжение таблицы 22

Картриж	шт.	1	1000	1000
Ручка	шт.	1	30	30
Итого		1530 руб.		

2) Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (26)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата; $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$) [12].

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{зд} \cdot T_p \quad (27)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. Дн. (табл. 9); $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [12]:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (28)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. Дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. Дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 23).

Таблица 23 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366

Продолжение таблицы 23

Количество нерабочих дней - выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени - отпуск	48	48
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	252

Месячный должностной оклад работника [12]:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (29)$$

где Z_{TC} – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3; k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от Z_{TC}); k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 24.

Таблица 24 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Z_{TC} , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_M , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	26 300	0,3	0,2	1,3	51 285	2136,8	38	81 201,25
Студент	1 750	0,3	0,2	1,3	3 412,5	140,8	106,6	15 009,28
Итого $Z_{осн}$								96 10,53

3) Дополнительная заработная плата исполнителей

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле [12]:

$$Z_{Доп} = k_{Доп} \cdot Z_{осн}, \quad (30)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Руководитель:

$$Z_{Доп} = k_{Доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 81\,201,25 = 9\,744,15 \text{ руб.}$$

Студент:

$$З_{\text{Доп}} = k_{\text{Доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 15\,009,28 = 1\,801 \text{ руб.}$$

Итого: 11 545,3 руб.

4) Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [12]:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (31)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

В текущем 2017 году действуют такие тарифные ставки для работающих граждан нашего государства:

- для ПФР – 22% (при зарплате больше 800 тысяч рублей – 10).
- для соцстраха – 2,9% (при заработной плате до 723 тысяч рублей, свыше этой суммы отчисления в этот фонд не производятся).
- для медицинского страхования – 5,1% (здесь федеральное законодательство ограничений не предусматривает).
- несчастные случаи – 0,2%.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 25).

Таблица 25 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Величина отчислений во внебюджетные фонды, руб.
Руководитель	81 201,25	9 744,15	27 465,5
Студент	15 009,28	1 801	5 076,7
Итого			32542,2

5) Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. [12]

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (32)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}} = 141828 \cdot 0,16 = 22692,5 \text{ руб.}$$

б) Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Расчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции [12]. Определение бюджета затрат на НИР приведет в таблице 26.

Таблица 26 – Расчет бюджета затрат НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИР	1530	Пункт 3.4.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	96 210,53	Пункт 3.4.2
3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы	11545,3	Пункт 3.4.3
3. Отчисления во внебюджетные фонды	32542,2	Пункт 3.4.4
4. Накладные расходы	22692,5	Пункт 3.4.5
Бюджет затрат НИР	164520,6	Сумма ст.1-5

Вывод

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» была проделана следующая работа:

- произведен анализ конкурирующих разработок, в результате которого было определено, что основными конкурентами являются такие предприятия, как ООО НПО «Сибирский машиностроитель» и ЗАО НПФ

- «Микран». Согласно проведенному анализу конкурентоспособность научной разработки оказалась выше и составила 174,8, по сравнению с конкурентами. Для которых согласно расчетам она равна 154,5 и 124,23.
- определены с помощью технологии QuaD показатели оценки коммерческого потенциала (пригодность для продажи, перспективы конструирования и производства, финансовая эффективность) и качества разработки (энергоэффективность, долговечность, уровень материалоемкости разработки и др.)
 - составлена матрица SWOT-анализа, отражающая сильные и слабые стороны разработки. SWOT-анализ показал, что применение данной научной разработки на предприятии позволяет автоматизировать процесс разработки металлов резанием и увеличить качество изготавливаемой продукции, что приведет к уменьшению себестоимости. Изделие, полученное по разработанной технологии, будет востребованным на внешнем рынке, что приведет к развитию новых технологий у конкурентов. Применение нового оборудования и новых методов получения деталей приведет к введению дополнительных государственных требований к сертификации продукции.
 - определена трудоемкость выполнения работ и построен ленточный график проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.
 - произведен расчет материальных затрат НИИ, основной заработной платы исполнителей, накладные расходы и отчисления во внебюджетные фонды. Бюджет проекта составил 164520,6 руб.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4А31	Ивановой Анне Вадимовне

Институт	ИФВТ	Кафедра	ФВТМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p><i>В качестве объекта исследования выступает технологическое бюро. В технологическом бюро проводится разработка технологического процесса изготовления детали «Фланец». Работа проводится за компьютерной техникой, что влечет за собой ряд вредных и опасных факторов</i></p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<ul style="list-style-type: none"> – отклонение показателей микроклимата. Отопление в холодный период, поддержание температуры воздуха в рабочей зоне, и вентиляция в теплый период. – недостаточная освещенность. Локализованное искусственное освещение совместно с общим. – повышенный уровень шума. рабочем месте. Рациональное расположение оборудования, использование звукопоглощающих материалов на стенах и потолках. – нервно-психические перегрузки. Двусменная работа, регламентированные перерывы.
<p><i>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<ul style="list-style-type: none"> – опасность поражения электрическим током. Средствами защиты выступают изоляция токоведущих частей. должна соблюдаться инструкция по ТБ, запрещается использование неисправных приборов – пожароопасность. Соблюдение правил противопожарной безопасности, правильная эксплуатация оборудования, следование инструкциям.
<p><i>3. Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению 	<p><i>Наиболее возможной чрезвычайной ситуацией на рабочем месте является пожар. Превентивными мерами является соблюдение установленного противопожарного режима.</i></p>

<p>ЧС;</p> <ul style="list-style-type: none"> – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>В случае возгорания немедленно сообщить о пожаре, дать сигнал тревоги, принять меры по организации эвакуации людей и тушению пожара.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>Условия труда должны отвечать всем требованиям международных стандартов в области охраны труда. Рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам.</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры	Раденков Т.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А31	Иванова А.В.		

4 Социальная ответственность

Данная бакалаврская работа заключается в разработке технологического процесса изготовления детали «Фланец». Основным рабочим местом при выполнении задания служило технологическое бюро. При выполнении задания основная часть работы выполнялась за компьютерной техникой. При работе с компьютерной техникой пользователь испытывает психо-эмоциональные и физические нагрузки.

В данном разделе проводится анализ и оценка вредных и опасных факторов, которые могут оказать воздействие на инженера-технолога, работающего в технологическом бюро, а также даются рекомендации по обеспечению оптимальных условий труда и охране окружающей среды.

4.1 Опасные и вредные факторы

Таблица 27 – Опасные и вредные факторы рабочей зоны

Наименование видов работ	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работа за компьютером, с документами	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении	1. Электрический ток	Параметры микроклимата – СанПиН 2.2.4.548–96
	2. Превышение уровня шума	2. Пожароопасность	уровень шума – СН 2.2.4/2.1.8.562–96
	3. Недостаточная освещенность рабочей зоны		уровень освещенности – СП 52.13330.2011
	4. Физические и нервно-психические перегрузки		условия работы за компьютером – СанПиН 2.2.2/2.4.134 0-03 уровень физических нагрузок – Р 2.2.200605

4.2 Анализ вредных факторов рабочей зоны

1. Отклонение показателей микроклимата в помещении

Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. Микроклиматом производственных помещений называют климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей. При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности [13].

В помещениях, предназначенных для работы с компьютерной техникой, должны соблюдаться определенные оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПин 2.2.4.548-96. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (табл. 28).

Таблица 28 – Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период года	Температура воздуха в помещении, °С	Относительная влажность воздуха в помещении, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный, переходный	21-23	60-40	0,1
Теплый	22-24	60-40	0,1

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

2. Превышение уровня шума

Шум с уровнем звукового давления до 30—35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40—70 дБ в условиях среды обитания создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, и при длительном действии может быть причиной невротозов. Воздействие шума с уровнем свыше 80 дБ может привести к потере слуха. При действии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонок, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть. Шум снижает работоспособность и производительность труда.

Источниками шума при выполнении работы являются внутренние источники, такие как устройство кондиционирования воздуха и другое техническое оборудование внутри помещения, а также внешние источники, такие как технологическое оборудование в близкорасположенных цехах и транспорт на улицах.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 уровень шума на рабочем месте пользователя персонального компьютера не должен превышать 50 дБА.

В технологическом бюро уровень внутренних шумов не превышает предельно допустимого значения, установленного в ГОСТ 12.1.003-2014.

Снижение шума в производственных помещениях является сложной задачей. Для снижения шума, излучаемого в изолируемое помещение, используют такие архитектурно-строительные мероприятия, как повышение звукоизоляции перекрытий, стен, перегородок, дверей и окон. Для уменьшения шума от внутренних источников проектируют изоляцию рабочих мест от наиболее шумного оборудования. Для этого оборудование размещают по возможности в боксах, предусматривают над ним звукоизолирующие кожухи, а на пути распространения звуковых волн размещают акустические экраны и звукопоглощающие облицовки. При разработке планировочных решений зданий следует отделять малозумные помещения от помещений с интенсивными источниками шума [14].

3. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Для обеспечения достаточной освещенности используется СП 52.13330.2011, согласно которому при работе средней точности освещенность рабочего места при системе комбинированного освещения должна составлять 750 лк, коэффициент пульсаций не более 10 %. Имеется необходимость в использовании локализованного искусственного освещения совместно с общим. При выполнении работ средней точности общая освещенность должна составлять 200 лк, комбинированная освещенность – 300 лк.

Для обеспечения нормативных значений освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол, оконных проемов и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп. Для искусственного освещения могут быть использованы как лампы накаливания, так и газоразрядные лампы: люминесцентные и дуговые ртутные — ДРЛ.

4. Физические и нервно-психические перегрузки

При выполнении работ на компьютере работник связан с такими физическими и нервно-психическими перегрузками, как зрительное напряжение, монотонность трудового процесса, нервно-эмоциональные перегрузки. Продолжительная работа на дисплее компьютера, может привести к нервно-эмоциональному перенапряжению, нарушению сна, ухудшению состояния, снижению концентрации внимания и работоспособности, хронической головной боли, повышенной возбудимости нервной системы, депрессии. Повышенные статические и динамические нагрузки у пользователей ПК приводят к жалобам на боли в спине, шейном отделе позвоночника и руках.

Для существенного снижения таких нагрузок необходимы частые перерывы в работе и эргономические усовершенствования, в том числе оборудование рабочего места так, чтобы исключать неудобные позы и длительные напряжения. Физические перегрузки, умственное перенапряжение, монотонность труда устанавливаются Р 2.2.2006-05. Работа по допустимому классу условий труда с напряженностью труда средней степени предусматривает продолжительность дня 8-9 часов, продолжительность перерывов от 3 до 7 % рабочего времени.

4.3 Анализ опасных факторов рабочей зоны

4.3.1 Электробезопасность

Источниками электрического тока могут быть электрические установки и оборудование. Опасность поражения электрическим током существует всегда, если имеется контакт с устройством, питаемым напряжением 36 В и выше, тем более от электрической сети 220 В.

Для предотвращения поражений электрическим током при работе с компьютером следует установить дополнительные оградительные устройства, обеспечивающие недоступность токо-ведущих частей для прикосновения. Обязательным во всех случаях является наличие защитного заземления или зануления (защитного отключения) электрооборудования. Для качественной работы компьютеров создается отдельный заземляющий контур.

Соблюдение правил и требований электробезопасности позволяет максимально обеспечить защиту пользователя от поражения электрическим током.

Технологическое бюро удовлетворяет приведенным выше требованиям, что позволяет отнести ее к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током. Это сухое помещение без повышенного содержания пыли, температура воздуха – нормальная.

4.3.2 Пожаровзрывоопасность

Причинами пожаров являются несоблюдение норм и правил пожарной безопасности. Помещение, в котором размещена компьютерная техника, по категориям пожарной опасности относится к категории «В». Обычно в нем находится большое количество возможных источников возгорания, таких как кабельные линии, используемые для питания различных электронных устройств от сети переменного тока напряжением 220В, различные

электронные устройства, которые при отказе систем охлаждения могут привести к короткому замыканию, бумага, магнитная лента.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной безопасности, к которой относят применение средств пожаротушения и соответствующей пожарной техники, установок автоматической пожарной сигнализации, основных строительных конструкций и материалов, в том числе используемых для облицовки конструкций, с нормированными показателями пожарной опасности, устройств, обеспечивающих ограничение распространения пожара, систем противопожарной защиты. Одной из важнейших мер пожарной профилактики является обучение, подготовка и инструктажи работников.

4.4 Экологическая безопасность

Любое производство сопровождается образованием отходов. Отходы в большей или малой степени загрязняют окружающую среду.

При выполнении задания в технологическом бюро требуется искусственное освещение. Для искусственного освещения применяются люминесцентные лампы. Как известно, ртутные люминесцентные лампы содержат в своем составе тяжелый металл – ртуть. Это вещество первого класса опасности, представляющее угрозу для окружающей среды, требуют специальной переработки. В соответствии с этим отработанные лампы организованно сдаются в специальные пункты приема, для дальнейшей утилизации, что обеспечивает экологическую безопасность. Кроме того, существует проблема загрязнения окружающей среды отходами электронных приборов. Компьютерная техника содержит печатные платы, в состав которых входят вредные и токсичные вещества. Они являются сложным видом отходов, которые при взаимодействии с окружающей средой образуют токсины, попадающие в почву и грунтовые воды. На сегодняшний день существуют различные способы переработки печатных плат, позволяющие

повторно использовать драгоценные металлы, содержащиеся в них и утилизировать вредные вещества, таким образом, защитив окружающую среду.

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации (ЧС) могут быть техногенного, природного, биологического, социального или экологического характера. Техногенные чрезвычайные ситуации связаны с производственной деятельностью человека и могут протекать с загрязнением и без загрязнения окружающей среды. В ходе проектирования технологического процесса могут возникнуть такие чрезвычайные ситуации техногенного характера, как пожары, взрывы, обрушение зданий, аварии на водопроводах. Не исключен случай возникновения природных чрезвычайных ситуаций.

В помещении наиболее возможной ЧС может быть возникновение пожара.

Для обеспечения пожарной безопасности применяют негорючие и трудногорючие вещества и материалы вместо пожароопасных, предотвращают распространение пожара за пределы очага, используют средства пожаротушения и т. д. К числу организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности относятся обучение рабочих и служащих правилам пожарной безопасности, разработка и внедрение норм и правил пожарной безопасности, инструкций о порядке работы с пожароопасными веществами и материалами, организация пожарной охраны объекта [15].

В случае возникновения пожара на территории предприятия действия всех работников должны быть направлены на немедленное сообщение о нем в пожарную охрану, обеспечение безопасности людей и их эвакуации, а также тушение возникшего пожара. Для оповещения людей о пожаре должны использоваться тревожные или звуковые сигналы [16].

По каждому происшедшему на предприятии пожару, администрация обязана выяснить все обстоятельства, способствовавшие его возникновению и

развитию, после чего разработать перечень мероприятий по обеспечению противопожарной защиты объекта указанием лиц, ответственных за их выполнение [16].

4.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Режим труда и отдыха работников установлен трудовым кодексом. Согласно трудовому законодательству установлен 8-ми часовой рабочий день. Во время рабочего дня отводится время для перерывов на отдых и питание. Продолжительность перерывов на отдых и питание от 30 до 60 мин.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» устанавливает общие эргономические требования к рабочим местам при выполнении работ в положении сидя при проектировании нового и модернизации действующего оборудования и производственных процессов.

Рабочее место должно быть по высоте таким, чтобы при выполнении технологических операций не было необходимости сгибать корпус или приседать. Недопустимо выполнение работ в согнутом положении, стоя на коленях, лежа. Рациональный режим чередования труда и отдыха снижает утомляемость и травматизм, повышает производительность труда. В работе, требующей тонкой координации движений и не столько физического, сколько нервного напряжения, желательны короткие (3...5 мин) частые перерывы. Для борьбы с монотонностью работы, которая ускоряет наступление усталости и приводит к быстрому нервному истощению, надо менять ритм работы, позу, вводить кратковременные перерывы и использовать их для упражнений производственной физкультуры.

Вывод: в данном разделе проведен анализ вредных факторов, к которым

относятся повышенный уровень шума, отклонение показателей микроклимата в помещении, недостаточная освещенность рабочей зоны, физические и нервно-психические перегрузки. В том числе, выявлены опасные факторы производства – электрический ток и пожароопасность. В результате анализа даются рекомендации по обеспечению оптимальных условий труда и охране окружающей среды.

Заключение

В ходе работы был разработан технологический процесс изготовления детали «Фланец» в автоматизированном производстве. На первом этапе был произведен анализ технологичности конструкции детали, проверка обеспечения эксплуатационных свойств с помощью программы SolidWorks 2013, а также был разработан технологический маршрут и выбран способ получения заготовки. На этапе проектирования технологических операций были рассчитаны минимальные значения припусков на обработку деталей, произведен выбор средств технологического оснащения, основного и вспомогательного инструмента и средств контроля с наименьшей стоимостью и возможностью получения требуемой точности изготовления. Кроме того, было произведено уточнение технологических переходов и выявлены нормы времени. В процессе разработки технологического процесса были рассчитаны оптимальные режимы резания, учитывающие возможности выбранного оборудования и материал обрабатываемой детали. С помощью программного продукта FeatureCAM были разработаны управляющие программы для операций на станках с ЧПУ.

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был произведен анализ конкурирующих разработок, SWOT-анализ, отражающий сильные и слабые стороны разработки, а также определена трудоемкость выполнения работ и произведен расчет материальных затрат НТИ. Бюджет проекта составил 164520,6 руб.

В разделе «Социальная ответственность» проведен анализ и оценка вредных и опасных факторов, которые могут оказать воздействие на инженера-технолога, работающего в технологическом бюро, а также приведены рекомендации по обеспечению оптимальных условий труда и охране окружающей среды.

Список использованных источников

1. Медведева С. А. Основы технической подготовки производства/Учебное пособие //СПб: СПбГУ ИТМО. – 2010.
2. Алюминий Д16 // Центральный металлический портал РФ URL: http://metallicheskiy-portal.ru/marki_metallov/alu/D16 (дата обращения: 31.05.17).
3. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 324 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя в 2 т./под ред. А.М. Дальского; А.Г. Косиловой; Р.К. Мещерякова; А.Г. Сулова. – 5-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2003.
5. Кован В.М. Расчет припусков на обработку в машиностроении: справочное пособие/ В.М. Кован. – М.: Машгиз, 1953. – 208 с.
6. Резка металла: режимы резки металлов // Точная механическая обработка URL: <http://tochmeh.ru/info/rezka2.php> (дата обращения: 01.06.17).
7. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа конструкторских изделий: учебное пособие / В.Ф Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 80с.
8. Расчёт сил закрепления заготовок // Основы технологии машиностроения URL: http://osntm.ru/zashim_sil.html (дата обращения: 13.06.17).
9. Частные случаи расчёта сил зажима // Основы технологии машиностроения URL: http://osntm.ru/primery_rasch.html (дата обращения: 13.06.17).
10. Гибкие производственные комплексы / Под ред. Беянина и В.А. Лещенко. – М.: Машиностроение, 1984 – 384 с.
11. Горшенин Г.С. Проектирование гибких производственных систем: [Электронный ресурс] : Методическое пособие для выполнения курсового проекта (работы) и выпускной квалификационной работы // КГТУ им.

А.Н.Туполева,2009. Электрон. версия печат. публ. URL: <http://www.rfbr.ru/pics/22394ref/file.pdf> (дата обращения: 13.06.2017).

12. И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. - 36 с.

13. Микроклимат производственных помещений. Нормируемые параметры микроклимата // Охрана труда и БЖД URL: http://ohrana-bgd.narod.ru/proizv_67.html (дата обращения: 16.06.17).

14. Источники шума. Нормирование шума // Science URL: <https://cities-bлаго.ru/shpargalki-po-distipline-gradostroitelstvo/29-arhitektura-promyshlennye-zdaniya-shpargalki/739-istochniki-shuma-normirovanie-shuma.html> (дата обращения: 16.06.17).

15. Обеспечение пожарной безопасности на предприятиях // Библиотека технической литературы URL: <http://delta-grup.ru/bibliot/32/68.htm> (дата обращения: 16.06.17).

16. Инструкция о действиях работников в случае возникновения пожара // Аудит Пожарной Безопасности URL: <http://pozharaudit.ru/useful179.html> (дата обращения: 16.06.17).

17. Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 144 с.

18. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.

19. Государственные стандарты СССР. Единая система технологической документации. – М.: Издательство стандартов,1984. Основные положения. -343 с., Общие правила выполнения чертежей. – 240с.

20. Государственные стандарты СССР. Единая система технологической подготовки производства. М.: Издательство стандартов, 1975. – 256 с.

21. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного при

работе на металлорежущих станках. Мелкосерийное и единичное производство. Дифференцированные/ Центральное бюро промышленных нормативов по труду при научно-исследовательском институте труда Государственного комитета Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы; ред. Р. И. Хисин. — Москва: Машиностроение, 1964. — 396 с.: ил. + табл.. — Приложения: с. 194-393.

22. Лабораторный практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей: учебное пособие/ Ю.А. Амелькович, Ю.В. Анищенко, А.Н. Вторушина, М.В. Гуляев, М.Э. Гусельников, А.Г. Дашковский, Т.А. Задорожная, В.Н. Извеков, А.Г. Кагиров, К.М. Костырев, В.Ф. Панин, А.М. Плахов, С.В. Романенко. — Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010.

Приложение А
Календарный план-график проведения НИОКР

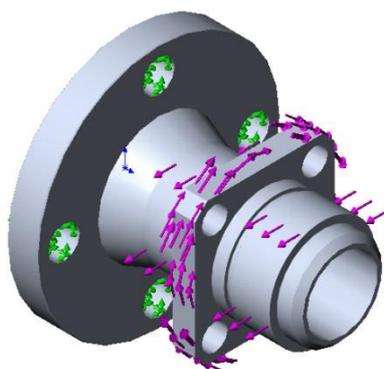
Таблица А1 – Календарный план-график проведения НИОКР

№	Вид работ	Исполнители	тожi	Продолжительность выполнения работ																	
				февр.			март			апрель			май			июнь					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, Студент-дипломник	1	■																	
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	8,2		■																
3	Составление маршрута техпроцесса	Студент-дипломник	16,8			■	■														
4	Расчет припусков	Студент-дипломник	9,8				■	■													
5	Выбор средств технологического оснащения	Студент-дипломник	4					■	■												
6	Расчет режимов резания	Студент-дипломник	8,2					■	■												
7	Нормирование переходов	Студент-дипломник	98,2					■	■												
8	Проектирование технологических операций	Студент-дипломник	8,2						■	■											
9	Размерный анализ	Студент-дипломник	8,2							■	■										
10	Разработка управляющих программ	Студент-дипломник	2,8								■	■									
11	Проектирование приспособления	Руководитель, Студент-дипломник	5,8										■	■							
12	Разработка карт наладок	Руководитель, Студент-дипломник	9,8											■	■						
13	Разработка комплекта технологической документации	Студент-дипломник	9,8														■	■			
14	Составление пояснительной записки и технологической документации	Студент-дипломник	8,2															■			
				<div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 10px;"> студент-дипломник, руководитель студент-дипломник </div>																	

Приложение Б
Чертеж детали «Фланец»

Приложение В
Симуляция «Фланец» «SolidWorks»

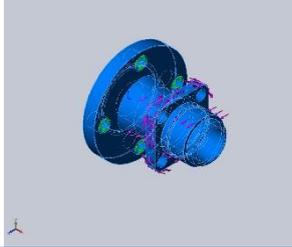
Информация о модели



Имя модели: Фланец НДС

Активная конфигурация: По умолчанию

Твердые тела

Имя и ссылки документа	Рассматривается как	Объемные свойства	Путь документа/Дата изменения
<p>Вырез-Вытянуть3</p> 	Твердое тело	<p>Масса:1.67178 kg Объем:0.000619179 m³ Плотность:2700 kg/m³ Масса:16.3835 N</p>	<p>F:\Фланец НДС.SLDPRT Apr 03 10:26:04 2017</p>

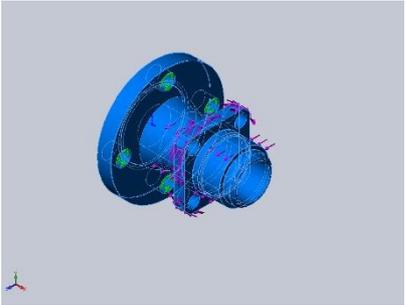
Свойства исследования

Имя исследования	Статический анализ 2
Тип анализа	Статический анализ
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Тепловой эффект:	Вкл
Термический параметр	Включить тепловые нагрузки
Температура при нулевом напряжении	298 Kelvin
Включить эффекты давления жидкости из SOLIDWORKS Flow Simulation	Выкл
Тип решающей программы	FFEPlus
Влияние нагрузок на собственные частоты:	Выкл
Мягкая пружина:	Выкл
Инерционная разгрузка:	Выкл
Несовместимые параметры связи	Авто
Большие перемещения	Выкл
Вычислить силы свободных тел	Вкл
Трение	Выкл
Использовать адаптивный метод:	Выкл
Папка результатов	Документ SOLIDWORKS (F:)

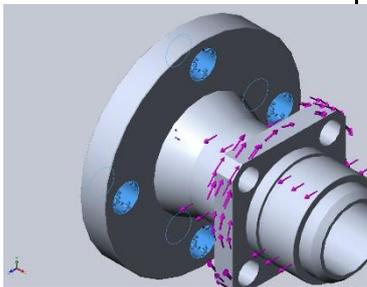
Единицы

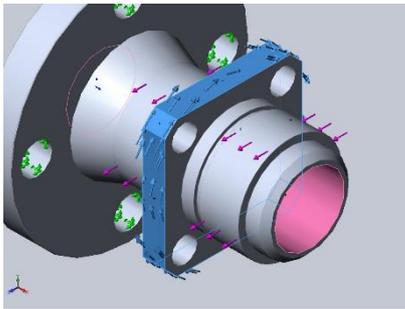
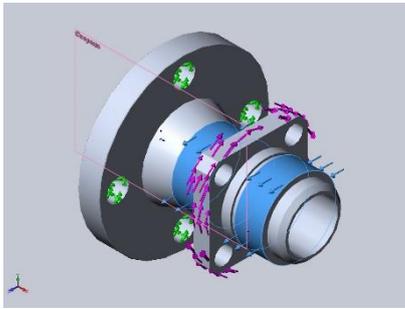
Система единиц измерения:	СИ (MKS)
Длина/Перемещение	mm
Температура	Kelvin
Угловая скорость	Рад/сек
Давление/Напряжение	N/m ²

Свойства материала

Ссылка на модель	Свойства	Компоненты
	<p>Имя: 1060 Сплав</p> <p>Тип модели: Линейный Упругий Изотропный</p> <p>Критерий прочности по умолчанию: Неизвестно</p> <p>Предел текучести: 2.75742e+007 N/m²</p> <p>Предел прочности при растяжении: 6.89356e+007 N/m²</p> <p>Модуль упругости: 6.9e+010 N/m²</p> <p>Коэффициент Пуассона: 0.33</p> <p>Массовая плотность: 2700 kg/m³</p> <p>Модуль сдвига: 2.7e+010 N/m²</p> <p>Коэффициент теплового расширения: 2.4e-005 /Kelvin</p>	<p>Твердое тело 1(Вырез-Вытянуть3)(Фланец НДС)</p>
Данные кривой:N/A		

Нагрузки и крепления

Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления															
Зафиксированный-2		<p>Объекты: 4 грани Тип: Зафиксированная геометрия</p>															
<p>Результирующие силы</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Компоненты</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> <th>Результирующая</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Сила реакции(N)</td> <td>-0.128273</td> <td>-1.13659</td> <td>-200.177</td> <td>200.18</td> </tr> <tr> <td>Реактивный момент(N.m)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>			Компоненты	X	Y	Z	Результирующая	Сила реакции(N)	-0.128273	-1.13659	-200.177	200.18	Реактивный момент(N.m)	0	0	0	0
Компоненты	X	Y	Z	Результирующая													
Сила реакции(N)	-0.128273	-1.13659	-200.177	200.18													
Реактивный момент(N.m)	0	0	0	0													

Имя нагрузки	Загрузить изображение	Загрузить данные
Вращающий момент-1		<p>Объекты: 8 грани Справочный: Грань< 1 > Тип: Приложить вращающий момент Значение: 20 N.m</p>
Сила-2		<p>Объекты: 2 грани, 1 плоскость(и) Справочный: Спереди Тип: Приложить силу Значения: ---, ---, 100 N</p>

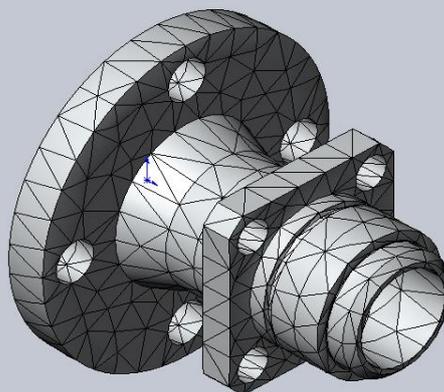
Информация о сетке

Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение:	Сетка на основе кривизны
Точки Якобиана	4 Точки
Максимальный размер элемента	0 mm
Минимальный размер элемента	0 mm
Качество сетки	Высокая

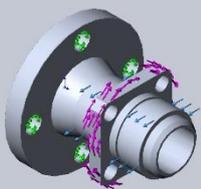
Информация о сетке - Детализация

Всего узлов	5481
Всего элементов	2850
Максимальное соотношение сторон	41.636
% элементов с соотношением сторон < 3	70.6
% элементов с соотношением сторон > 10	1.58
% искаженных элементов (Якобиан)	0
Время для завершения сетки (hh:mm:ss):	00:00:05
Имя компьютера:	R101-08

Имя модели: Фланец НДС
 Название исследования: Статический анализ 2 (По умолчанию)
 Тип сетки: Сетка на твердом теле



Данные датчиков

Имя датчика	Местоположение	Данные датчиков
<p>Датчики1</p>		<p>Значение: 1 Объекты : Результат :Перемещение Компонент :URES: Результирующее перемещение Критерий :Макс модели Критерий шага: Во всех шагах Шаг №:1 Сигнальное значение: больше, чем 250</p>

Результирующие силы

Силы реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N	-0.128273	-1.13659	-200.177	200.18

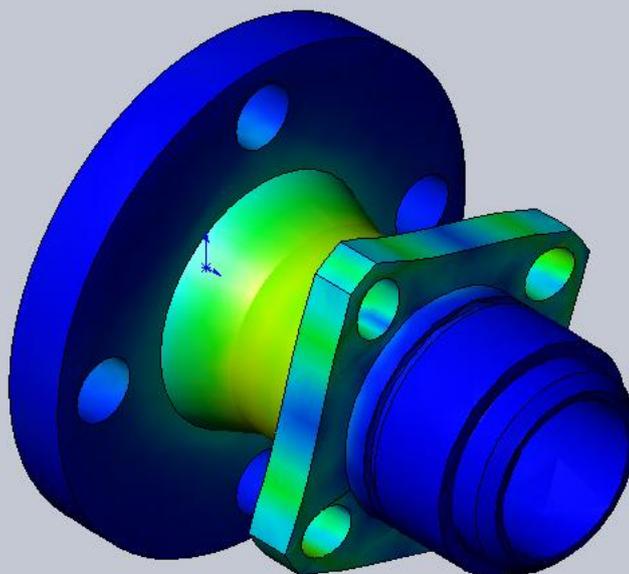
Моменты реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N.m	0	0	0	0

Результаты исследования

Имя	Тип	Мин	Макс
Напряжение1	VON: Напряжение Von Mises	2456.6 N/m ² Узел: 2148	1.06111e+007 N/m ² Узел: 2328

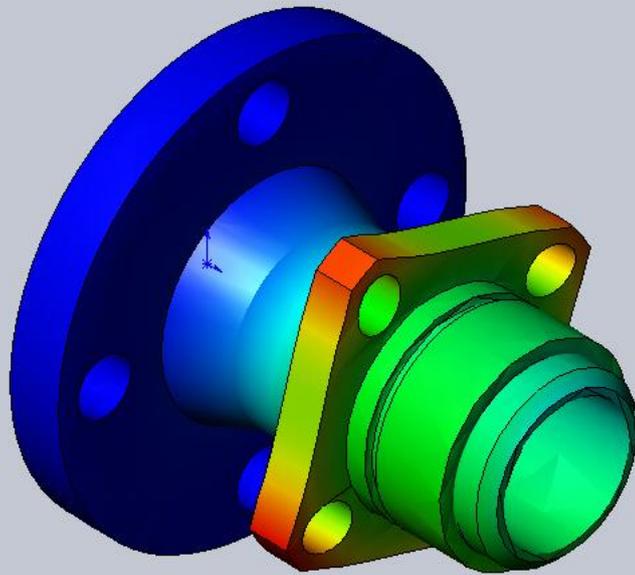
Имя модели: Фланец НДС
 Название исследования: Статический анализ 2 (По умолчанию)
 Тип эпюры: Статический анализ узловое напряжение Напряжение1
 Шкала деформации: 1045.52



Фланец НДС-Статический анализ 2-Напряжение-Напряжение1

Имя	Тип	Мин	Макс
Перемещение1	URES: Результирующее перемещение	0 mm Узел: 57	0.0196714 mm Узел: 1945

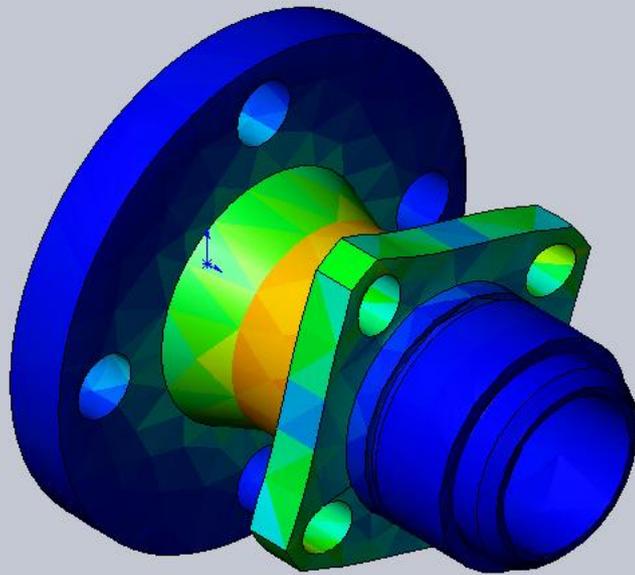
Имя модели: Фланец НДС
 Название исследования: Статический анализ 2-{По умолчанию-}
 Тип эпоры: Статическое перемещение Перемещение1
 Шкала деформации: 1045.52



Фланец НДС-Статический анализ 2-Перемещение-Перемещение1

Имя	Тип	Мин	Макс
Деформация1	ESTRN: Эквивалентная деформация	2.24399e-008 Элемент: 393	0.000102834 Элемент: 1212

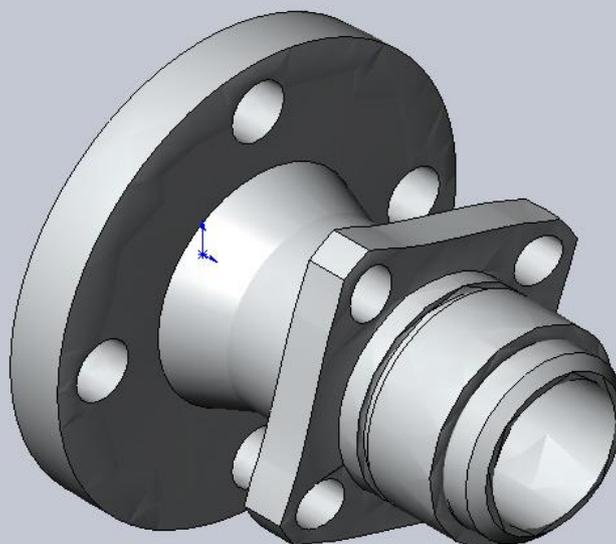
Имя модели: Фланец НДС
Название исследования: Статический анализ 2 (По умолчанию)
Тип эюры: Статическая деформация Деформация1
Шкала деформации: 1045.52



Фланец НДС-Статический анализ 2-Деформация-Деформация1

Имя	Тип
Перемещение1{1}	Деформированная форма

Имя модели: Фланец НДС
Название исследования: Статический анализ 2-(По умолчанию-)
Тип эпюры: Деформированная форма Перемещение1{1}
Шкала деформации: 1045.52



Фланец НДС-Статический анализ 2-Перемещение-Перемещение1{1}

Вывод

При приложении момента величиной $20\text{Н}\cdot\text{м}$ и силы величиной 100Н деталь деформируется не значительно.

Приложение Г
Комплект технологической документации

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--

	НИ ТПУ	ФЮРА.01141.001		ИФВТ 4А31			
		Фланец			1	1	1

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Национальный исследовательский
 Томский политехнический университет»

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ
на технологический процесс механической обработки
детали «Фланец»

Проверил: _____ руководитель _____
 _____ Должиков В.П.

Выполнил: студент группы 4А31 _____
 _____ Иванова Анна

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Разраб.	Иванова А.В.						НИ ТПУ			ФЮРА.01141.001						ИФВТ 4А31			
Консулт.	Должиков В.П.																		
Н. контр.							Фланец									1 2			
М01	Сплав Д16 ГОСТ 4784-74																		
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Вид загот.	Профиль и размеры			КД	МЗ							
	10141	кг	2,03	1	10,68	0,19	Пруток	ø180×152,5			1	10,78							
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа											
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт-к.		
А	005 Заготовительная						Станочник	2	18800	1	1	1	1000	-	4	9			
Б 04	Отрезной круглопильный станок МП8Г663-200.001																		
А05	010 Токарная с ЧПУ						Оператор станка с ЧПУ	4	16045	1	1	1	1000	-	40	107			
Б06	Токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3																		
А07	015 Контрольная							3	12958	1	1	1	1000	-	5	25			
А08	020 Фрезерная с ЧПУ						Оператор станка с ЧПУ	4		1	16045	1	1000	-	20	54,5			
Б09	Фрезерный станок с ЧПУ EMCOMILL E350																		
А10	025 Слесарная						Слесарь	2		1	18466	1	1000	-	2	12			
А11	030 Контрольная							3	12958	1	1	1	1000	-	5	25			
А12	035 Сверлильная						Станочник	3		1	18805	1	1000	-	15,5	46			
Б13	Сверлильный станок 2А125																		
А14	040 Контрольная						Контролер	3		1	12958	1	1000	-	5	25			
МК																			110

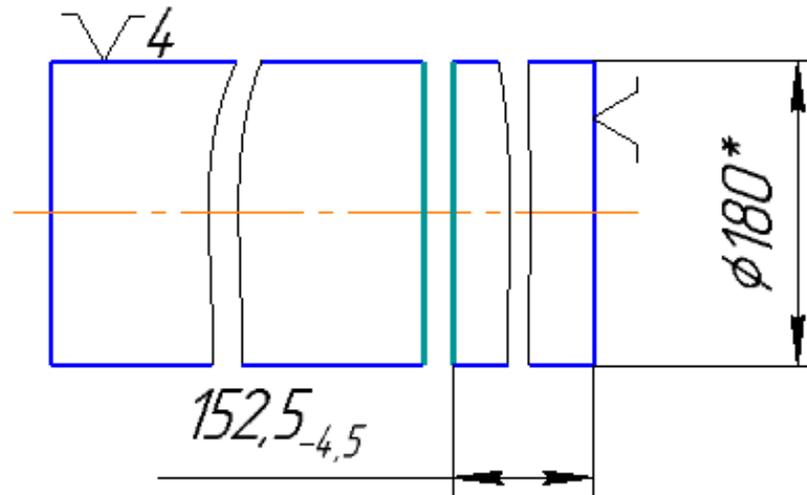
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2

1

Разраб.	Иванова А.В.			НИ ТПУ	ФЮРА.01141.001		ИФВТ 4А31		
Пров.	Должиков В.П.						14 01 08 005		
Н. контр.							Фланец		

 $\sqrt{Ra\ 12,5}$


**Размеры для справок*

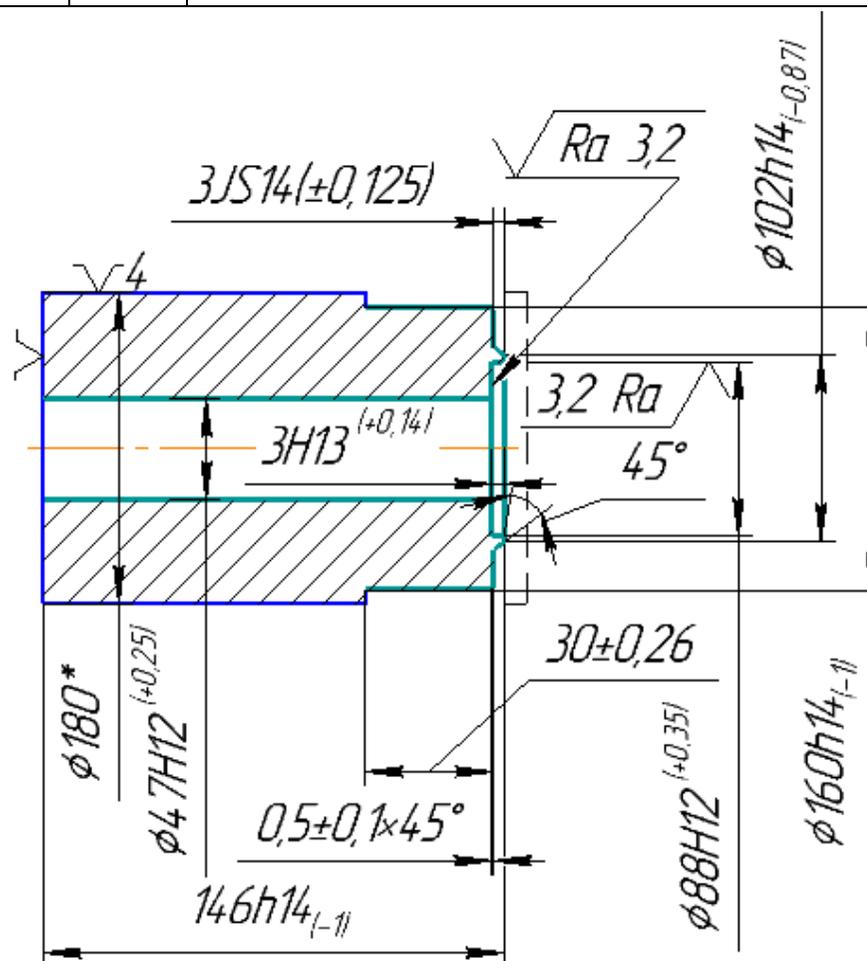
Дубл.													
Взам.													
Подл.													
										1		1	
Разраб.	Иванова А.В.			НИ ТПУ	ФЮРА.01141.001					ИФВТ 4А31			
Пров.	Должиков В.П.									1	1	005	
Н. контр.													
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
Заготовительная		Сплав Д16 ГОСТ 4784-74		42НВ		кг	2,03	∅180×152,5			10,78	1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		To	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ					
Отрезной круглопильный станок МП8Г663 200.001				2	3	4	5,05	-					
Р	Содержание перехода			ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V		
О01	Установить и закрепить заготовку в призмы												
О02	Базы: наружный диаметр и торец.												
Т03	Призмы опорные 7033-0040 ГОСТ 12195-66												
О04	1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 152 _{-4,5} мм												
Т05	Пила круглая 2257-0055 Р6М5 ГОСТ 18210-72												
Т06	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-89												
Р07					180	152 _{-4,5}	-	1	0,4	120	70		
08													
09													
10													
11													
12													
13													
ОК												113	

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

2

2

Разраб.	Иванова А.В.			НИ ТПУ	ФЮРА.01141.001	ИФВТ 4А31		
Пров.	Должиков В.П.							
				Фланец				
Н. контр.				14		02	05	010



*Размеры для справок

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
														2	1			
Разраб.	Иванова А.В.			НИ ТПУ	ФЮРА.01141.001					ИФВТ 4А31								
Пров.	Должиков В.П.																	
Н. контр.											1	1	010					
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ		
Токарная с ЧПУ				Сплав Д16 ГОСТ 4784-74			42НВ		кг	2,03	ø180×152,5			10,78		1		
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ							
Токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3				8700-0001			5	12	32	22	Эмулькат ТУ 0258-088-05744685-96							
P	Содержание перехода				ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V					
O01	А.Установить и закрепить заготовку в патрон																	
O02	Базы: наружный диаметр и торец.																	
T03	Трехкулачковый патрон 7100-0009 ГОСТ 2675-80																	
O04	1. Подрезать торец, выдерживая размер 146. ₁ мм																	
T05	Резец подрезной 2112-0073 ВК6 ГОСТ 18880-73; Резцедержатель 294.341.121;																	
T06	Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;																	
P07					1	180		6,5	6,5	1	0,6	600	330					
O08	2. Центровать торец под сверление																	
T09	Сверло центровочное 2317-0010 ГОСТ 14952-75; Патрон сверлильный 16-В20 ГОСТ 8522-79; Держатель для осевого инструмента 294.342.132																	
P10					2	8		3	4	1	0,1	1800	40					
O11	3. Сверлить сквозное отверстие, выдерживая размер ø46,5 ^{+0,62} мм																	
T12	Сверло 2301-0069 ГОСТ 10903-77; Сверло 2301-0106 ГОСТ 10903-77; Сверло 2301-0137 ГОСТ 10903-77; Сверло 2301-0155 ГОСТ 10903-77;																	
T13	Держатель для осевого инструмента 294.342.132																	
OK																		

НИ ТПУ			ФЮРА.01141.001			8700-0001			ИФВТ 4А31		
			Токарная с ЧПУ						010		
Оборудование, устройство ЧПУ 6А20Ф3С40 станка с УЧПУ Sinumerik 802С						Особые указания					
Кодирование информации, содержание кадра						Кодирование информации, содержание кадра					
N005 G54						N135 G0 X0. Z-33.5					
N10 T1 M6						N140 G1 X0. Z-46.5 F1.					
N15 S1000 M3						N145 G0 X0. Z-3.5					
N20 G0 X186.0 Z-6.5						N150 G0 X0. Z-43.5					
N30 G1 X-2.0 Z-6.5 F1.						N155 G1 X0. Z-56.5 F1.					
N35 G1 X3.657 Z-3.672 F1.						N160 G0 X0. Z-3.5					
N40 G0 X3.657 Z3.0						N165 G0 X0. Z-53.5					
N45 G0 X250.0 Z125.0 T2 M06						N170 G1 X0. Z-66.5 F1.					
N50 S1500 M003						N175 G0 X0. Z-3.5					
N55 G0 X0. Z3.0						N180 G0 X0. Z-63.5					
N60 G0 X0. Z-3.5						N185 G1 X0. Z-76.5 F1.					
N65 G1 X0. Z-21.2 F0						N190 G0 X0. Z-3.5					
N70 G0 X0. Z3.0						N195 G0 X0. Z-73.5					
N75 G0 X250.0 Z125.0 T3 M6						N200 G1 X0. Z-86.5 F1.					
N80 S1500 M3						N205 G0 X0. Z-3.5					
N85 G0 X0. Z3.0						N210 G0 X0. Z-83.5					
N90 G0 X0. Z-3.5						N215 G1 X0. Z-96.5 F1.					
N95 G1 X0. Z-16.5 F1.						N220 G0 X0. Z-3.5					
N100 G0 X0. Z-3.5						N225 G0 X0. Z-93.5					
N105 G0 X0. Z-13.5						N230 G1 X0. Z-106.5 F1.					
N110 G1 X0. Z-26.5 F1.						N235 G0 X0. Z-3.5					
N115 G0 X0. Z-3.5						N240 G0 X0. Z-103.5					
N120 G0 X0. Z-23.5						N245 G1 X0. Z-116.5 F1.					
N125 G1 X0. Z-36.5 F1.						N250 G0 X0. Z-3.5					
N130 G0 X0. Z-3.5						N255 G0 X0. Z-113.5					
								Разраб.		Иванова А.В.	
								Консулт.		Должиков В.П.	
								Н. контр.			
ККИ											

				ФЮРА.01141.001		8700-0001		ИФВТ 4А31	
Кодирование информации, содержание кадра					Кодирование информации, содержание кадра				
		N260 G1 X0. Z-126.5 F1.			N410 G1 X0. Z-81.5 F1.				
		N265 G0 X0. Z-3.5			N415 G0 X0. Z-3.5				
		N270 G0 X0. Z-123.5			N420 G0 X0. Z-78.5				
		N275 G1 X0. Z-136.5 F1.			N425 G1 X0. Z-96.5 F1.				
		N280 G0 X0. Z-3.5			N430 G0 X0. Z-3.5				
		N285 G0 X0. Z-133.5			N435 G0 X0. Z-93.5				
		N290 G1 X0. Z-146.5 F1.			N440 G1 X0. Z-111.5 F1.				
		N300 G0 X0. Z-143.5			N445 G0 X0. Z-3.5				
		N305 G1 X0. Z-156.5 F1.			N450 G0 X0. Z-108.5				
		N310 G0 X0. Z-3.5			N455 G1 X0. Z-126.5 F1.				
		N315 G0 X0. Z-153.5			N460 G0 X0. Z-3.5				
		N320 G1 X0. Z-159.504 F1.			N465 G0 X0. Z-123.5				
		N325 G0 X0. Z3.0			N470 G1 X0. Z-141.5 F1.				
		N330 G0 X250.0 Z125.0 T4 M06			N475 G0 X0. Z-3.5				
		N355 G0 X0. Z-3.5			N480 G0 X0. Z-138.5				
		N340 G0 X0. Z3.0			N485 G1 X0. Z-156.5 F1.				
		N345 G0 X0. Z-3.5			N490 G0 X0. Z-3.5				
		N350 G1 X0. Z-21.5 F1.			N495 G0 X0. Z-153.5				
		N355 G0 X0. Z-3.5			N500 G1 X0. Z-161.006 F1.				
		N360 G0 X0. Z-18.5			N505 G0 X0. Z3.0				
		N365 G1 X0. Z-36.5 F1.			N510 G0 X250.0 Z125.0 T5 M6				
		N370 G0 X0. Z-3.5			N515 S2000 M3				
		N375 G0 X0. Z-33.5			N520 G0 X0. Z3.0				
		N380 G1 X0. Z-51.5 F1.			N525 G0 X0. Z-3.5				
		N385 G0 X0. Z-3.5			N530 G1 X0. Z-24.0 F1.				
		N390 G0 X0. Z-48.5			N535 G0 X0. Z-3.5				
		N395 G1 X0. Z-66.5 F1.			N540 G0 X0. Z-21.0				
		N400 G0 X0. Z-3.5			N545 G1 X0. Z-41.5 F1.				
		N405 G0 X0. Z-63.5			N550 G0 X0. Z-3.5				
ККИ									

			ФЮРА.01141.001				8700-0001				ИФВТ 4А31				
Кодирование информации, содержание кадра								Кодирование информации, содержание кадра							
N1125 G1 X43.343 Z-6.672 F0.								N1270 G1 X131.699 Z-12.86 F1.							
N1130 G0 X41.0 Z-6.672								N1275 G1 X141.199 Z-12.86 F1.							
N1135 G0 X41.0 Z2.0								N1280 G1 X141.906 Z-12.506 F1.							
N1140 G0 X250.0 Z125.0 T8 M6								N1285 G0 X141.906 Z-2.793							
N1145 S1000 M3								N1290 G1 X122.198 Z-2.793 F1.							
N1150 G0 X170.1 Z-2.793								N1295 G1 X122.198 Z-12.86 F1.							
N1155 G1 X170.1 Z-42.86 F1.								N1300 G1 X131.699 Z-12.86 F1.							
N1160 G1 X180.0 Z-42.86 F1.								N1305 G1 X132.406 Z-12.506 F1.							
N1165 G1 X180.707 Z-42.506 F1.								N1310 G0 X132.406 Z-2.793							
N1170 G0 X180.707 Z-2.793								N1315 G1 X112.698 Z-2.793 F1.							
N1175 G1 X160.2 Z-2.793 F1.								N1320 G1 X112.698 Z-12.86 F1.							
N1180 G1 X160.2 Z-42.86 F1.								N1325 G1 X122.198 Z-12.86 F1.							
N1185 G1 X170.1 Z-42.86 F1.								N1330 G1 X122.905 Z-12.506 F1.							
N1190 G1 X170.807 Z-42.506 F1.								N1335 G0 X122.905 Z-2.793							
N1195 G0 X170.807 Z-2.793								N1340 G1 X103.197 Z-2.793 F1.							
N1200 G1 X150.7 Z-2.793 F1.								N1345 G1 X103.197 Z-11.543 F1.							
N1205 G1 X150.7 Z-12.86 F1.								N1350 G1 X105.831 Z-12.86 F1.							
N1210 G1 X157.0 Z-12.86 F1.								N1355 G1 X112.698 Z-12.86 F1.							
N1215 G2 X158.556 Z-13.182 I157.0 K-13.96								N1360 G1 X113.405 Z-12.506 F1.							
N1220 G1 X159.556 Z-13.682 F1.								N1365 G0 X113.405 Z-2.793							
N1225 G2 X160.2 Z-14.46 I158.0 K-14.46								N1370 G1 X93.697 Z-2.793 F1.							
N1230 G1 X160.907 Z-14.106 F1.								N1375 G1 X93.697 Z-6.793 F1.							
N1235 G0 X160.907 Z-2.793								N1380 G1 X103.197 Z-11.543 F1.							
N1240 G1 X141.199 Z-2.793 F1.								N1385 G1 X103.905 Z-11.19 F1.							
N1245 G1 X141.199 Z-12.86 F1.								N1390 G0 X186.0 Z-11.19							
N1250 G1 X150.7 Z-12.86 F1.								N1395 G0 X250.0 Z125.0							
N1255 G1 X151.407 Z-12.506 F1.								N1400 M30							
N1260 G0 X151.407 Z-2.793															
N1265 G1 X131.699 Z-2.793 F1.															

Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
														2	1						
Разраб.	Иванова А.В.			НИ ТПУ	ФЮРА.01141.001				ИФВТ 4А31												
Пров.	Должиков В.П.																				
Н. контр.																					
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры				МЗ		КОИ	
Токарная с ЧПУ				Сплав Д16 ГОСТ 4784-74				42НВ		кг		2,03		ø180×152,5				10,78		1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То		Тв		Тп.з.		Тшт.		СОЖ					
Токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3				8700-0001				5		14		25		26		Эмулькат ТУ 0258-088-05744685-96					
Р	Содержание перехода				ПИ		D или B		L		t		i		S		n		V		
O01	А. Установить и закрепить заготовку на оправку																				
O02	Базы: внутренний диаметр и торец.																				
T03	Оправка разжимная ФЮРА.292122.001																				
O04	1. Подрезать торец, выдерживая размер 143 ₋₁ мм																				
T05	Резец подрезной 2112-0073 ВК6 ГОСТ 18880-73; Резцедержатель 294.341.121																				
T06	Штангенциркуль ШЦ-I-160-0,1 ГОСТ 166-89; Индикатор ИЧ02 кл.0 ГОСТ 577-68; Штатив Ш-ПН-8 ГОСТ 10197-70																				
P07					1		180		3		3		1		0,6		585		330		
O08	7. Точить поверхность, выдерживая размеры ø120 _{-0,87} мм, 120 _{-1,855} ^{+1,375} мм и 0,5±0,1×45° мм																				
T09	Резец проходной упорный 2103-1127 ВК6 ГОСТ 18879-73; Резец проходной упорный 2103-1127 ВК3 ГОСТ 18879-73; Резцедержатель 294.341.121																				
T10	Штангенциркуль ШЦ-I-160-0,1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Угломер типа 1-5 ГОСТ 5378-88; Индикатор ИЧ02 кл.0; Штатив Ш-ПН-8																				
P11					2		120		120		5		6		0,6		740		280		
O12	8. Точить поверхность, выдерживая размеры ø80 _{-0,74} мм, ø65 _{-0,74} мм, 54 _{-1,425} ^{+1,075} мм и R3±0,2 мм																				
T13	Резец проходной упорный 2103-1128 ВК6 ГОСТ 18879-73; Резцедержатель 294.341.121;																				
OK																				124	

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
																		2		
																		ФЮРА.01141.001	ИФВТ 4А31	
Р	Содержание перехода								ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V				
T14	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Набор радиусных шаблонов №1 ГОСТ 4126-66																			
P15									3	65	54	3,5	10	0,5	1950	420				
O16	9. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 70_{-0,104}^{-0,03}$ мм и $51^{+0,3}$ мм																			
T17	Резец проходной упорный 2103-1127 ВК6 ГОСТ 18870-73; Резец проходной упорный 2103-1127 ВК3 ГОСТ 18879-73; Резцедержатель 294.341.121																			
T18	Микрометр МК75-1 ГОСТ 6507-90; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75																			
P19	ВК6								2	71	51	5	5	0,2	1800	440				
P20	ВК3								4	70	51	0,5	2	0,15	1600	350				
O21	10. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 60_{-0,046}$ мм, $13^{+0,18}$ мм и $4 \pm 0,3 \times 45^\circ$																			
T22	Резец проходной упорный 2103-1127 ВК6 ГОСТ 18870-73; Резец проходной упорный 2103-1127 ВК3 ГОСТ 18879-73; Резцедержатель 294.341.121																			
T23	Микрометр МК75-1 ГОСТ 6507-90; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Угломер типа 1-5 ГОСТ 5378-88;																			
P24	ВК6								2	61	13	5	2	0,2	1800	380				
P25	ВК3								4	60	113	0,5	2	0,1	1800	400				
O26	11. Точить канавку согласно эскизу																			
T27	Резец канавочный 2120-0511 ГОСТ 18874-73; Резцедержатель 294.341.121;																			
T28	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Штангенциркуль для наружных канавок МИК 42143																			
T29	Набор радиусных шаблонов №1 ГОСТ 4126-66; ; Индикатор ИЧ02 кл.0 ГОСТ 577-68; Штатив Ш-ПН-8 ГОСТ 10197-70																			
P30									5	65,3	4	2,3	1	0,05	1300	270				
ОК																				125

				ФЮРА.01141.001		ИФВТ 4А31		8700-0002	
Кодирование информации, содержание кадра				Кодирование информации, содержание кадра					
		N265 G1 X120.2 Z-122.9 F0.			N410 G1 X52.2 Z3.0 F0.				
		N270 G1 X120.907 Z-122.546 F0.			N415 G1 X52.2 Z-3.424 F0.				
		N275 G0 X120.907 Z3.0			N420 G1 X59.676 Z-7.162 F0.				
		N280 G1 X100.2 Z3.0 F0.			N425 G2 X60.2 Z-7.794 I58.413 K-7.794				
		N285 G1 X100.2 Z-53.9 F0.			N430 G1 X60.907 Z-7.44 F0.				
		N290 G1 X110.2 Z-53.9 F0.			N435 G0 X186.0 Z-7.44				
		N295 G1 X110.907 Z-53.546 F0.			N440 G0 X186.0 Z3.0 T3 M6				
		N300 G0 X110.907 Z3.0			N445 S1000 M3				
		N305 G1 X90.2 Z3.0 F0.			N450 G0 X52.0 Z3.0				
		N310 G1 X90.2 Z-53.9 F0.			N455 G1 X52.0 Z-3.465 F0.				
		N315 G1 X100.2 Z-53.9 F0.			N460 G1 X59.535 Z-7.232 F0.				
		N320 G1 X100.907 Z-53.546 F0.			N465 G2 X60.0 Z-7.794 I58.413 K-7.794				
		N325 G0 X100.907 Z3.0			N470 G1 X60.0 Z-16.0 F0.				
		N330 G1 X80.2 Z3.0 F0.			N475 G1 X68.412 Z-16.0 F0.				
		N335 G1 X80.2 Z-53.9 F0.			N480 G2 X70.0 Z-16.794 I68.412 K-16.794				
		N340 G1 X90.2 Z-53.9 F0.			N485 G1 X70.0 Z-54.0 F0.				
		N345 G1 X90.907 Z-53.546 F0.			N490 G1 X118.412 Z-54.0 F0.				
		N350 G0 X90.907 Z3.0			N495 G2 X120.0 Z-54.794 I118.412 K-54.794				
		N355 G1 X70.2 Z3.0 F0.			N500 G1 X120.0 Z-69.794 F0.				
		N360 G1 X70.2 Z-53.9 F0.			N505 G2 X119.994 Z-69.863 I118.412 K-69.794				
		N365 G1 X80.2 Z-53.9 F0.			N510 G1 X110.696 Z-123.0 F0.				
		N370 G1 X80.907 Z-53.546 F0.			N515 G1 X157.412 Z-123.0 F0.				
		N375 G0 X80.907 Z3.0			N520 G2 X158.535 Z-123.232 I157.412 K-123.794				
		N380 G1 X60.2 Z3.0 F0.			N525 G1 X159.535 Z-123.732 F0.				
		N385 G1 X60.2 Z-15.9 F0.			N530 G1 X164.9 Z-121.05 F0.				
		N390 G1 X68.412 Z-15.9 F0.			N535 G0 X186.0 Z-121.05				
		N395 G2 X70.2 Z-16.794 I68.412 K-16.794			N540 G0 X250.0 Z125.0 T4 M6				
		N400 G1 X70.907 Z-16.44 F0.			N545 S1000 M3				
		N405 G0 X70.907 Z3.0			N550 G0 X76.0 Z-45.275				
ККИ									

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

														ФЮРА.01141.001				ИФВТ 4А31	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------------	--	--	--	-----------	--

Р	Контролируемые параметры	Код средств ТО	Наименование средств ТО	Объем и ПК	То/Тв
12	12. $\varnothing 65,3_{-0,074}$;	МИК 42143	Штангенциркуль для наружных канавок	1	0,5
13	13. $4^{+0,18}$;	ШЦЦ-I-125-0,01	Штангенциркуль ГОСТ 166-89	1	0,5
14	14. Позиционное отклонение обраб.	ШЦЦ-I-125-0,01	Штангенциркуль ГОСТ 166-89	1	4
15	поверх. $\varnothing 60$ мм не $>0,02$				
16	15. Торцевое биение не $>0,05$	ИЧ02 кл.0	Индикатор ГОСТ 577-68	2	6
		Ш-ПН-8	Штатив ГОСТ 10197-70		

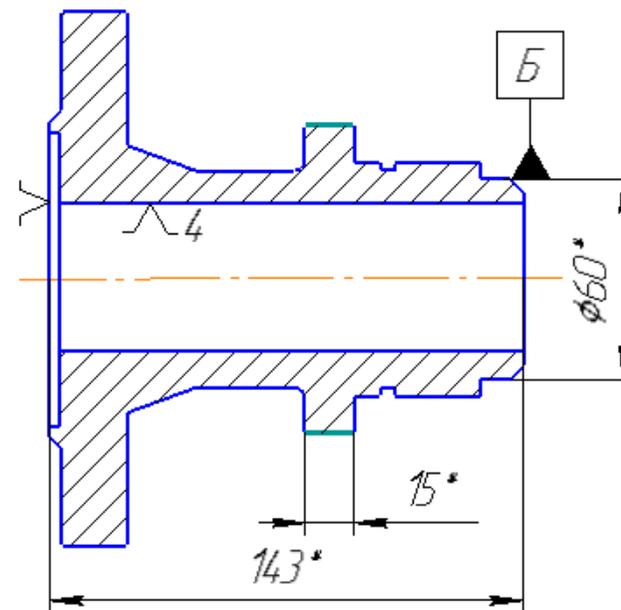
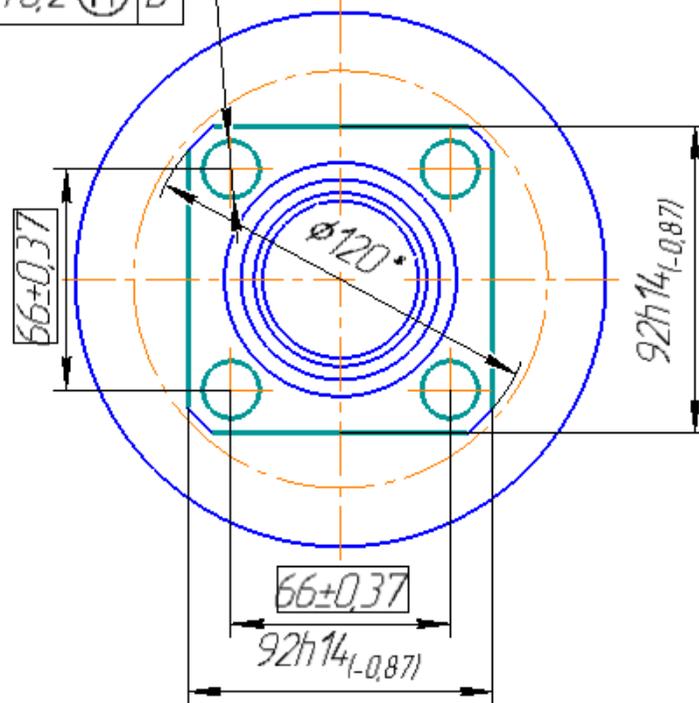
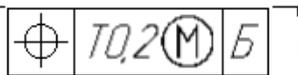
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

								2	1	
Разраб.	Иванова А.В.			НИ ТПУ	ФЮРА.01141.001			ИФВТ 4А31		
Пров.	Должиков В.П.									
Н. контр.					Фланец		14	03	12	025

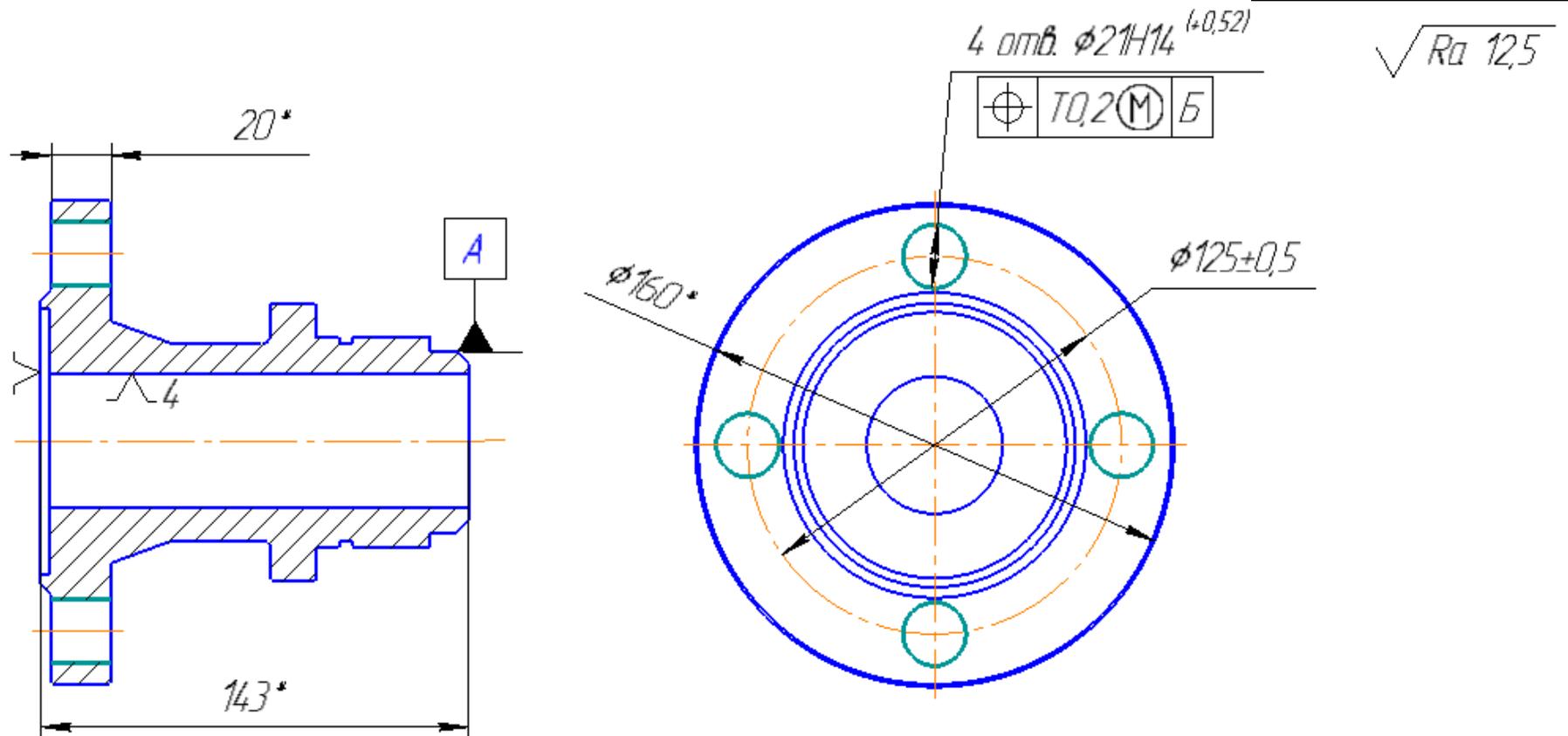
4 отв. $\phi 17H14^{(+0,43)}$

$\sqrt{Ra 125}$



*Размеры для справок

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
														2	1				
Разраб.	Иванова А.В.			НИ ТПУ				ФЮРА.01141.001				ИФВТ 4А31							
Пров.	Должиков В.П.																		
Н. контр.								Фланец				14	05	02	040				



*Размеры для справок

Приложение Д
Оправка разжимная