



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт физики высоких технологий

Направление 15.03.01 Машиностроение

**Профиль подготовки Машины и технология высокоэффективных процессов
обработки материалов**

Кафедра Физика высоких технологий в машиностроении

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства изготовления детали «Опора» на станках с ЧПУ

УДК 621.002:658.511

Студент

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4A21	Данковцев Григорий Олегович		

Руководитель

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Аспирант	Анисимова М.А.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гаврикова Н.А.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

Институт физики высоких технологий

Направление 15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки Машины и технология высокоэффективных процессов
обработки материалов

Кафедра Физика 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
4A21	Данковцеву Григорию Олеговичу

Тема работы:

Технологическая подготовка производства детали «Опора» на станках с ЧПУ	
Утверждена приказом ректора (дата, номер)	17.03.2016 №2110/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж; тип производства.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ технологичности. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы гибкого производственного модуля.
Перечень графического материала	Чертеж изделия; технологические карты; карты наладки.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант

Технологическая часть	Должиков В.П.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гаврикова Н.А.
Социальная ответственность	Анищенко Ю.В.
Название разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	9 февраля 2016
---	----------------

Задание выдал руководитель:

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Аспирант	Анисимова М.А.	-		09.02.16

Задание принял к исполнению студент:

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4A21	Данковцев Григорий Олегович		09.02.16

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа в размере 78 с., 11 рис., 15 табл., 20 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: технологическая подготовка производства, опора, анализ технологичности, проектирования технологического процесса.

Объектом исследования является: деталь типа «Опора».

Цель работы: проектирование технологической подготовки производства детали «Опора».

В результате исследования был проведен анализ технологичности конструкции детали, спроектирован технологический процесс изготовления детали, подобраны средства технологического оснащения, инструменты, рассчитаны режимы резания, разработаны управляющие программы для станков с ЧПУ, спроектирован гибкий производственный модуль, анализ безубыточности изготовления детали.

Степень внедрения: полученные результаты могут применяться в мелкосерийном производстве.

Область применения: машиностроение.

Содержание

Введение.....	6
1 Технологическая подготовка производства детали.....	8
1.1 Основные положения.....	8
1.2 Этапы технологической подготовки производства детали «Опора».....	8
2 Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	10
2.1 Анализ технологичности конструкции детали.....	12
2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали.....	14
2.3 Способ получения заготовки.....	16
2.4 Проектирование технологического маршрута.....	17
2.5 Расчет припусков на обработку.....	22
2.6 Проектирование технологических операций.....	28
2.6.1 Выбор и расчет режимов резания.....	40
2.7 Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ.....	49
2.8 Размерный анализ технологического процесса.....	49
2.9 Техничко-экономические показатели технологического процесса.....	52
2.10 Проектирование и выбор средств технологического оснащения.....	54
2.10.1 Выбор, обоснование и принцип работы.....	54
2.10.2 Проверка условия лишения возможности перемещения заготовки.....	54
2.10.3 Расчет погрешности базирования и установки заготовки.....	55
2.10.4 Расчет усилий зажима заготовки.....	56
2.11. Проектирование гибкой производственной системы.....	58
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	60
3.1 Расчет затрат на изготовление детали.....	61
3.2 Анализ безубыточности изготовления детали.....	63
4 Социальная ответственность.....	65
4.1 Производственная безопасность.....	66
4.2 Экологическая безопасность.....	71
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	72
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	73
Заключение.....	76
Список используемой литературы.....	77
Приложение А (Альбом технологической документации).....	79

Введение

Машиностроение – одна из крупнейших отраслей промышленности. Она определяет уровень научно-технического прогресса в народном хозяйстве, потому, как обеспечивает все отрасли различным оборудованием, приборами и другими средствами, а население – предметами пользования.

Машиностроение делится на три группы: трудоемкое, металлоёмкое и наукоемкое, которые в свою очередь делятся на следующие отраслевые группы: тяжелое машиностроение, общее машиностроение, среднее машиностроение, точное машиностроение, производство металлических изделий и заготовок, ремонт машин и оборудования [1]. Важнейшая задача в этих отраслях это – реализация достижений научно-технического прогресса, обеспечение комплексной механизации и автоматизации производства, снабжение народнохозяйственных отраслей новой техникой, удовлетворение населения современными товарами общего пользования.

Одной из главных задач машиностроения является развитие и рост таких отраслей, как станкостроение, приборостроение, электротехническая и электронная промышленность, производство вычислительной техники, что позволит стране приблизиться к мировому уровню экономики. Среди основных направлений развития машиностроительного комплекса в условиях перехода к рыночным отношениям можно выделить:

- приоритетное развитие наукоемких отраслей, машиностроительного оборудования, автомобилестроения;
- демонополизация (на сегодняшний день доля монопольного производства в России составляет 80%);
- наращивание на территории России многих машиностроительных производств (точных станков, нефтяного оборудования, микроавтобусов);
- налаживание новых технологических связей со странами ближнего и дальнего зарубежья;

– оживление инвестиционной активности, государственная поддержка предприятий, ориентированная на производство продукции высоких технологий.

Для обеспечения своего лидерства машиностроению необходимы определенные условия. Одно из них — это соотношение: «1:2:4». Оно означает, что если темпы развития хозяйства страны принять за единицу, то машиностроение должно развиваться в два раза быстрее, а важнейшие его отрасли (электроника, приборостроение и другие) — в четыре раза быстрее. Исходя из этого, возрастает потребность в специалистах высокой квалификации, которые смогут поддержать рост отраслей машиностроительных производств, а также реализовать достижение комплексной механизации и автоматизации машиностроения.

Главной целью выпускной квалификационной работы является вопрос о рассмотрении технологической подготовки производства для изготовления детали типа «Опора» со всеми вытекающими обстоятельствами, такими как, анализ конструкции детали, выбор способа получения заготовки, расчет припусков на обработку детали, проектирование технологических операций, выбор и расчет средств технологического оснащения, выбор и расчет режимов резания, разработка управляющих программ для обработки детали на станках с числовым программным управлением, технико – экономические показатели технологического процесса и социальная ответственность на производстве.

1 Технологическая подготовка производства детали

1.1 Основные положения

Технологическая подготовка производства (ТПП) представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих технологическую готовность предприятия к выпуску изделий заданного уровня качества при установленных сроках, объеме выпуска и затратах [2]. Главной задачей ТПП является проектирование рациональных и прогрессивных способов изготовления изделий для их выпуска в кратчайшие сроки и с минимальными затратами.

1.2 Этапы технологической подготовки производства детали

«Опора»

Первый этап подготовки производства данной детали будет являться разработка маршрутной технологии. Эта стадия будет содержать в себе последовательность выполнения основных операций изготовления данной детали: заготовительную операцию, горячештаповочную, токарную, координатно-расточную, слесарную, промывочную, операцию консервации и контрольную. Для каждой операции необходимо специализированное оборудование, например, для горячештаповочной операции подбирается штамп и печь для нагрева заготовки до нужной температуры, с учетом габаритов и массы заготовки, таким же образом подбирается и оборудование для других операций, так же было подобрано оборудование для транспортирования заготовки (детали) по цехам производственного предприятия в силу того, что масса и габариты заготовки достаточно велики. Одновременно с этим этапом осуществляется выбор инструмента и технологической оснастки, расчет норм времени и установление разряда работ, указывается специальность рабочих с соответствующим уровнем квалификации.

В последующем этапе для каждого цеха разрабатывается операционная технология, которая содержит в себе пооперационные карты изготовления детали. Выбранная технология производства должна обеспечивать повышение

производительности труда, требуемое качество изготовления при наиболее низкой себестоимости продукции. Так же на данном этапе были написаны программы для станков с числовым программным управлением. Данный метод обработки позволяет изготовить деталь с более точными размерами, сэкономить время изготовления детали, автоматизировать технологический процесс, а также данное оборудование универсально.

На заключительном этапе технологической подготовки производства детали производится оформление всей технологической документации, то есть, маршрутная карта, операционная карта, карта эскизов, карта наладки инструмента, расчетно-технологическая карта, изготовление необходимых чертежей и эскизов, карта кодирования информации. Все документы оформляются в соответствии с Государственными стандартами.

2 Проектирование технологического процесса изготовления

детали

Задачей проектирования технологического процесса изготовления детали является определение такой последовательности операций, при которой наиболее максимально используются технологические возможности станков, приспособлений и инструментов, а деталь изготавливается с наименьшими материальными затратами. Такие же задачи решаются и при проектировании технологического процесса восстановления изношенных и поврежденных деталей. Существует три основных метода проектирования технологических процессов [3]:

- индивидуальное проектирование;
- проектирование на основе группового технологического процесса;
- проектирование технологического процесса методом синтеза.

Метод индивидуального проектирования заключается в ручной компоновке необходимой последовательности операций и переходов с использованием имеющейся в системе автоматизированного проектирования технологических процессов базы данных (база содержит списки наименования операций, переходов, перечни оборудования и оснастки). Предполагается также разработка технологического процесса на основе процесса-аналога, т.е. разработанных ранее технологических процессов (при этом проектирование сводится к редактированию имеющегося технологического процесса). Для поиска процесса-аналога необходимо решить задачу поиска детали-аналога. При этом могут использоваться специальные классификаторы деталей и алгоритмы поиска.

Проектирование на основе группового технологического процесса базируется на предварительно выполненном группировании деталей и разработке группового технологического процесса (групповой технологический процесс используется в качестве шаблона, который настраивается на параметры конкретной детали).

Метод синтеза технологического процесса состоит в алгоритмическом формировании технологического процесса, на основе имеющегося геометрического и технологического описания детали. Данный метод по настоящее время находит ограниченное применение, поскольку не реализовано строгое математическое описание формирования структуры технологического процесса на основе геометрии детали и технологических атрибутов.

Классификация технологических процессов

Согласно единой системе технологической документации, (ГОСТ 3.1109-82) различают три вида технологических процессов (ТП): единичный, типовой и групповой. Каждый ТП разрабатывают при подготовке производства изделий, конструкции которых отработаны на технологичность. Технологические процессы разрабатывают для изготовления нового изделия или совершенствования выпускаемого [4].

Единичный ТП - это ТП изготовления или ремонта изделия одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства. Единичные ТП разрабатывают для изготовления оригинальных изделий (деталей, сборочных единиц), не имеющих общих конструктивных и технологических признаков с изделиями, ранее изготовленными на предприятии.

Типовой ТП - это ТП изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками, характеризующийся общностью содержания и последовательности выполнения операций и переходов. Типовой ТП используют как информационную основу при создании рабочих ТП и как рабочий ТП при наличии всей необходимой информации для производства изделий.

Групповой ТП - это ТП изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками; это процесс обработки заготовок различной конфигурации, состоящий из комплекса групповых технологических операций, выполняемых на специализированных

рабочих местах в последовательности технологического маршрута изготовления определенной группы изделий. Групповые ТП разрабатывают для всех типов производств только на уровне предприятия.

Разрабатываемый ТП должен обеспечивать повышение производительности труда и качества изделия, снижение трудовых и материальных затрат, сокращение вредных воздействий на окружающую среду. ТП должен соответствовать требованиям техники безопасности и промышленной санитарии, установленным системой стандартов безопасности труда, инструкциями и другими нормативными документами.

Исходя из вышесказанного, при разработке единичного технологического процесса изготовления детали «Опора» применим метод синтеза так как он является универсальным методом, предназначенным для проектирования технологических процессов на детали и сборочные единицы для любых изделий.

2.1 Анализ технологичности конструкции детали

Основной задачей анализа технологичности конструкции детали является уменьшение трудоемкости и металлоемкости, возможность обработки детали высокопроизводительными методами [5]. Рассмотрим анализ технологичности детали типа «Опора».

Опора изготавливается из стали 35 ГОСТ 1050-88. Обозначение 35 свидетельствует о том, что в конструкционной стали содержится 0,35 % углерода, а остальные примеси очень незначительны. Сера до 0,04 % уменьшает пластичность и ударную вязкость, ухудшает свариваемость и коррозионную стойкость, так же сера используется для улучшения обрабатываемости на станках. Марганец не превышает 0,5...0,8 % повышает прочность, не снижая пластичности, и резко снижает красноломкость стали, вызванную влиянием серы. Содержание кремния не превышает 0,35...0,4 %, кремний, дегазируя металл, повышает плотность слитка, растворяется в феррите и повышает прочность стали, особенно повышается предел текучести, но наблюдается некоторое снижение пластичности, что снижает способность

стали к вытяжке. Основным легирующим элементом является хром (0,8...1,2) %. Он повышает прокаливаемость, способствует получению высокой и равномерной твердости стали. Введение в сталь никеля, значительно повышает прочность и прокаливаемость, понижает порог хладноломкости, но при этом повышает склонность к отпускной хрупкости (этот недостаток компенсируется введением в сталь молибдена). Хромоникелевые стали, обладают наилучшим комплексом свойств. Однако никель является дефицитным, и применение таких сталей ограничено. Значительное количество никеля можно заменить медью, это не приводит к снижению вязкости. Содержание фосфора в стали 0,025...0,045 %. Фосфор хорошо влияет на обрабатываемость стали, так как способствует отделению стружки. Сталь 35 относится к среднеуглеродистым сталям. Материал для детали подобран целесообразно, обеспечивает все прочностные характеристики и имеет хорошую обрабатываемость, что технологично.

Внешние контуры детали позволяют получать заготовку с помощью горячей объёмной штамповки из круглого проката, что технологично, хотя диаметр и масса детали достаточно велики 520 мм и 80 кг.

Опора имеет ступенчатое строение по наружному диаметру, также на наружном диаметре и торцевой поверхности имеются канавки со скруглёнными поверхностями и менее шероховатой поверхностью. Присутствует и внутреннее отверстие с перепадом диаметров, канавкой и выступом, на выступе конусная поверхность, что технологично, так как обеспечивается выход инструмента, а также ряд других отверстий с резьбой и без резьбы, под различные крепления болтов, винтов и др. На чертеже присутствуют допуски радиального биения по поверхностям внутреннего диаметра и поверхности канавки наружного диаметра. Самая минимальная шероховатость поверхностей детали Ra 0,8, в одном из отверстий опоры, что также технологично, потому что ее можно получить разворачиванием. Наличие фасок делает опору технологичной, так как облегчает процесс сборки. На торцевых поверхностях присутствуют сквозные и глухие отверстия.

Для обработки детали используется точение, сверление, растачивание и развертывание. Самые точные поверхности седьмого качества достижение которого требует затрат, однако он экономически достижим при тонком растачивании, что так же технологично. Расположение ступеней по возрастанию от одного конца к другому, повышает технологичность, так как обеспечивает свободный доступ инструмента и возможность за два установка обработать все поверхности, кроме получения отверстий. Деталь можно обрабатывать на токарных, фрезерных, координатно-расточных станках с ЧПУ.

При обработке применяются: трехкулачковый патрон, призма и другие приспособления. Технологическими базами являются торцевые поверхности заготовки, ось заготовки, уступы и впадины по наружному и внутреннему диаметрам заготовки. Выполняется принцип совмещения баз. На протяжении всего технологического процесса используются почти одни и те же базы, поэтому выполняется принцип постоянства баз, что увеличивает точность обработки. А именно, обеспечивается точность взаимного положения, погрешность минимальная, так что по данному показателю деталь технологична.

Если взглянуть со стороны габаритов и массы заготовки, то тут возникаю сложности. Во-первых, масса и габариты заготовки велики и поэтому при установке, закреплении на станках, ремонте и сборке детали возникнут сложности при её перемещении, нужны будут дополнительные приспособления типа крана и др. Во-вторых, для обработки данной детали на станках, требуется специальные приспособления больших размеров для установки и крепления детали на станках.

2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Надежность машин, как один из основных показателей качества, определяется, прежде всего, эксплуатационными свойствами их деталей и сборочных единиц включающими: усталостную прочность, коррозионную стойкость, износостойкость, точность посадок и др. Действие на машину

циклических нагрузок может привести к усталостным разрушениям отдельных ее деталей. Ресурс машины, работающей в агрессивных коррозионных средах, в значительной степени определяется коррозионной стойкостью основных ее деталей. В результате действия значительных нагрузок на контактирующие поверхности деталей может произойти потеря их надежности из-за контактных разрушений. Надежность машин, определяемая точностью изготовления ее деталей, в значительной степени зависит от контактной жесткости их соединений. Установлено, что 70 % выхода из строя машин определяется износом их деталей. Поэтому износостойкость играет особую роль в обеспечении надежности сборочных единиц, агрегатов, машин [6].

Эксплуатационные свойства детали, как правило, определяются качеством их рабочих поверхностей, формируемыми при изготовлении или восстановлении. Поэтому задача технологического обеспечения качества поверхностного слоя детали является одной из важнейших при решении проблемы повышения надежности. Повышение надежности машин может быть обеспечено за счет применения эффективных технологических процессов изготовления и восстановления деталей, повышающих их износостойкость, усталостную прочность, коррозионную стойкость. Для этих целей применяются технологические процессы, упрочняющие поверхностный слой, припадающие ему особые свойства. Сюда относятся как процессы химико-термической обработки, так и упрочняющая обработка, основанная на пластическом деформировании поверхностей. При применении методов поверхностной пластической деформации в результате наклепа в поверхностных слоях видоизменяются форма и размеры кристаллических зерен, повышается твердость, и образуются сжимающие напряжения, способствующие повышению износостойкости и сопротивляемости усталостным разрушениям. Надежность и долговечность изделий в значительной мере зависит от эксплуатационных свойств деталей и их

соединений, которые могут быть определены с использованием методов математической статистики и теории вероятностей.

Проверка работоспособности конструкции детали выполняется с помощью системы автоматизации инженерных расчетов. Для данной детали были проведены расчеты на возникновение напряжений при ее эксплуатации. Моделирование и расчеты были выполнены в программе SolidWorks.

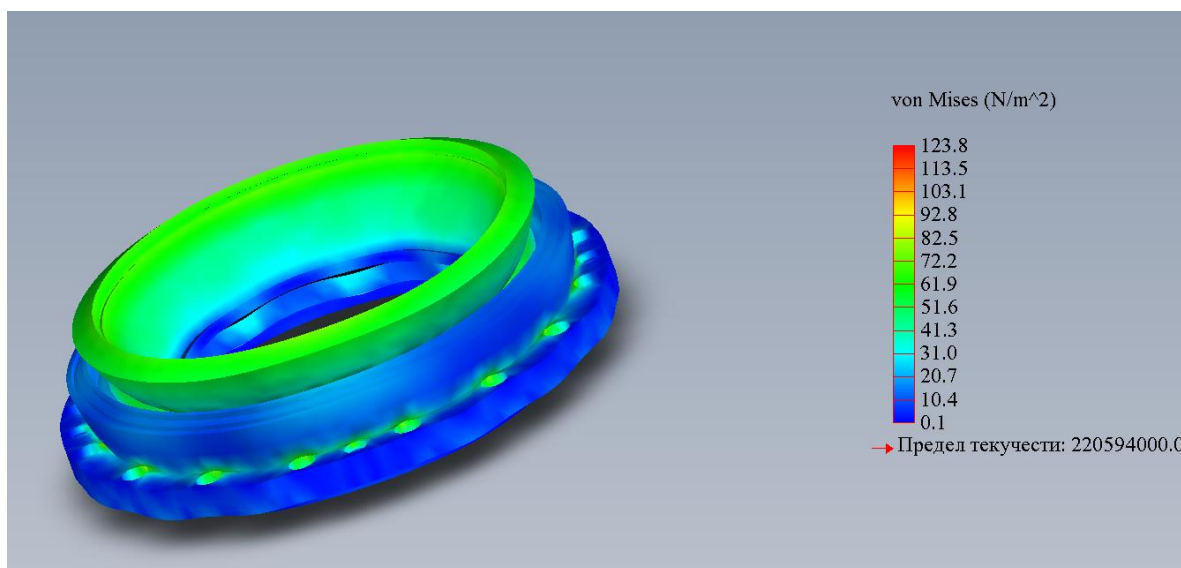


Рисунок 1 - Статически узловое напряжение модели

Согласно данному изображению при нагрузке на деталь в 200 кГс, самое большое напряжение возникает на нижнем торце опоры, равное 80 Н/м². На местах крепления детали напряжение возникает только в отверстиях, оно тоже является средним. Остальные поверхности детали не подвергаются напряжениям, из-за их толщин и меньшей нагрузке.

2.3 Способ получения заготовки

Перед тем как приступить к изготовлению детали, материал, из которого она должна быть сделана, превращают в заготовки. Заготовки стараются получить такими, чтобы их форма и размеры максимально приближались к формам и размерам готовой детали. Это позволяет сократить расход материалов и электроэнергии, увеличить производительность труда. В зависимости от характера материала, назначения детали, требуемой точности ее изготовления и т. д. заготовки получают литьем, ковкой, штамповкой,

высадкой, прокаткой, волочением и другими способами. Рассмотрим несколько способов получения заготовки и выберем наиболее экономически и технически выгодный способ [7].

Первый способ получения заготовки — это ковка. Используется круглая заготовка диаметром 320 мм, высотой 410 мм. Стоимость проката такого сечения составляет 45900 рублей за одну тонну продукции, в нашем случае стоимость такой заготовки равняется около 11900 рублей за одну заготовку. Из нее получим поковку диаметром 550 мм, высотой 150 мм, с помощью горячей объёмной штамповки и дальше производится последующая механическая обработка заготовки.

Второй способ получения заготовки резка из листа размерами: длиной 6 м, шириной 1,5 м и толщиной 150 мм массой 9,5 тонн, с помощью плазменной резки. В таком случае стоимость заготовки будет значительно больше, так как плиты продаются поштучно. Этот способ возможен при больших объёмах производства, так как стоимость плазменной установки достаточно велика, она оправдывает себя только при больших объёмах.

Наиболее экономичным и технологичным является первый способ, потому что, во-первых, круглую заготовку можно приобрести различной длины, то есть на предприятии изготовителе ее сразу подготовят по нужным размерам, а листовой материал можно купить только поштучно, что выйдет гораздо дороже. Во-вторых, масса круга будет в десять раз меньше массы плиты, поэтому будут проблемы с транспортировкой плиты, и установкой его на плазма режущий станок, что будет не экономично и не технологично. В-третьих, процесс получения заготовки, горячей штамповкой дешевле в единичном или мелкосерийном производстве, чем плазменная резка.

2.4 Проектирование технологического маршрута

На основании анализа технологичности, выбора способа получения заготовки и изученной технологии изготовления детали в условиях производства, намечаем допустимую последовательность обработки поверхностей детали [7].

На первом этапе (рисунок 2), нужно получить технологические базы на обычном токарном станке, чтобы на последующих операциях можно было получить более точные поверхности, для этого обрабатываем поверхности: 1, 2 и 3. Поверхности 1 и 2 в дальнейшем будут служить технологическими базами. На данном этапе обработки поверхности не являются точными.

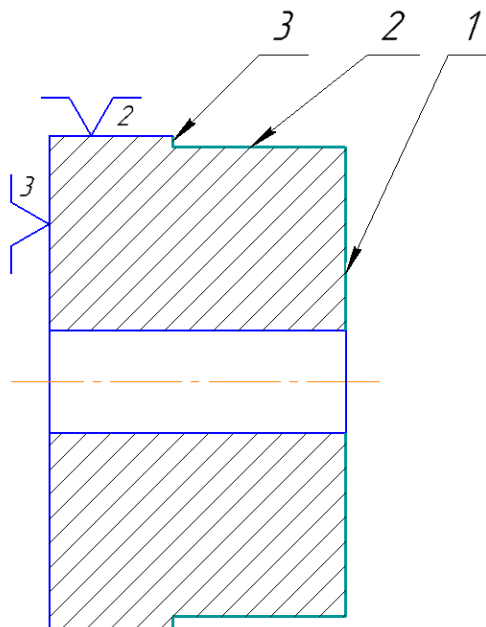


Рисунок 2 - Эскиз токарной операции

На втором этапе (рисунок 3), обработки заготовки будут получены поверхности: 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 и канавки 9 и 17. Поверхности 4 и 15 в дальнейшем будут служить технологическими базами, так как они будут более точные. Поверхности 15 и 16 будут иметь шероховатость Ra 1,6. Поверхность 13 будет иметь шероховатость Ra 3,2. Остальные поверхности шероховатость Ra 6,3. На поверхности 4, с обеих сторон присутствуют фаски 1,5x45°. На поверхности 16 должен быть выдержан допуск на биение относительно конструкторской базы Д.

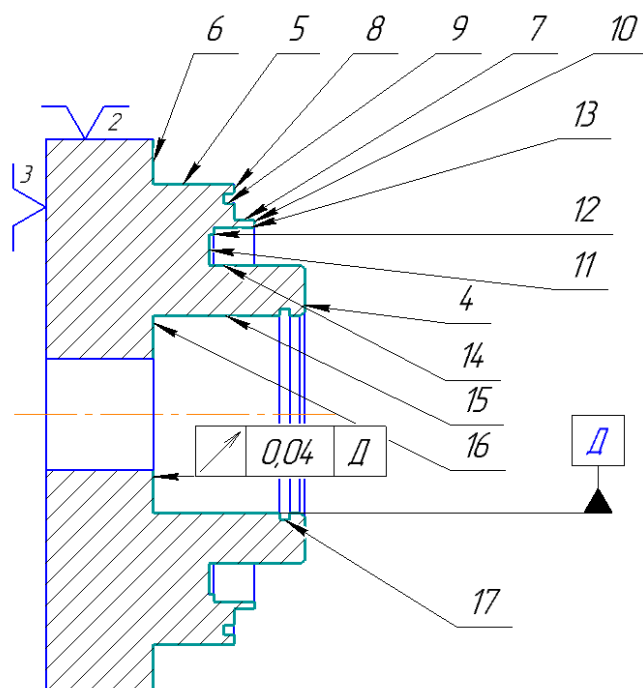


Рисунок 3 - Эскиз токарной операции с ЧПУ, установ А

На третьем этапе (рисунок 4), обработки заготовки будут получены поверхности: 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 и канавка 21. Поверхность 22 в дальнейшем будет служить технологической базой. Поверхности 19, 20, 22, 23, 26 будут иметь шероховатость $Ra\ 1,6$. Поверхности 28 и 29 будут иметь шероховатость $Ra\ 1,6$. Остальные поверхности будут обработаны по шероховатости $Ra\ 6,3$. Так же должны быть выдержаны допуски биения на внутренний диаметр заготовки, на внутреннюю поверхность канавки и на внутреннюю торцевую поверхность детали, относительно конструкторской базы Д. На торцевой поверхности присутствуют фаски с двух сторон $1,5 \times 45^\circ$.

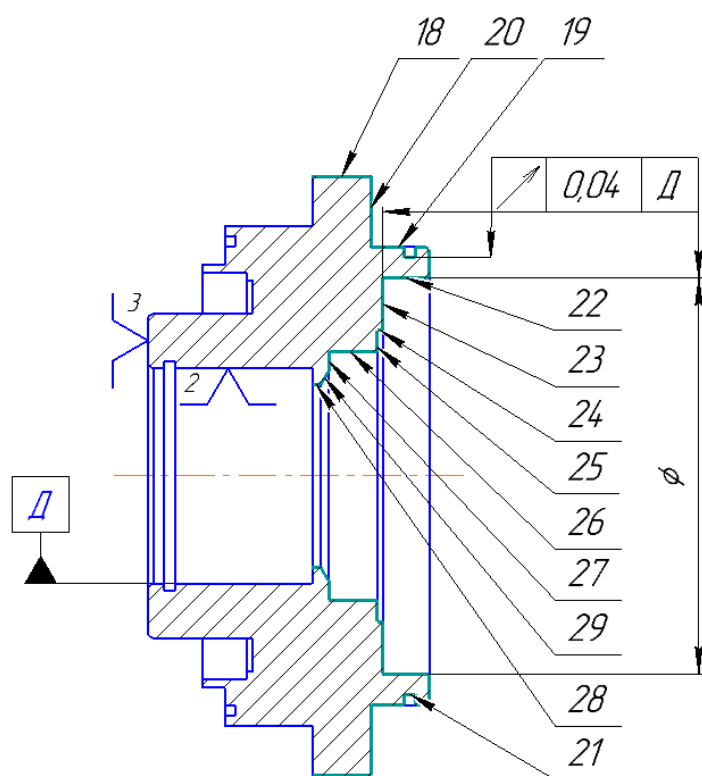


Рисунок 4 – Эскиз токарной операции с ЧПУ, установ Б

На четвертом этапе обработки заготовки, будут получены все отверстия диаметром 13,8 мм, расположенные на одном из торцов заготовки (рисунок 5). Отверстие 1 будет сначала расточено, а потом развёрнуто до диаметра 18F9 мм и шероховатость Ra 0,08. Отверстия по наружному радиусу будут обработаны на следующем этапе.

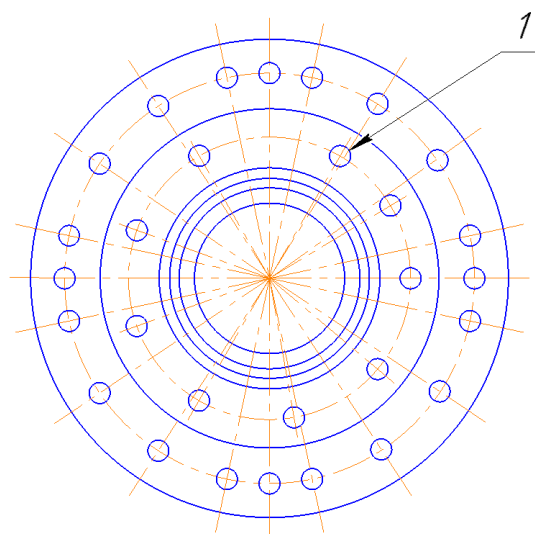


Рисунок 5 – Эскиз координатно-расточной операции с ЧПУ, установ А

На пятом этапе (рисунок 6), обработки заготовки будут получены шестнадцать отверстий, кроме отверстий 1,2,3,4, расположенные на торце заготовки, рисунок 6. Далее будут получены отверстия 1,2,3,4, с нарезание резьбы М16.

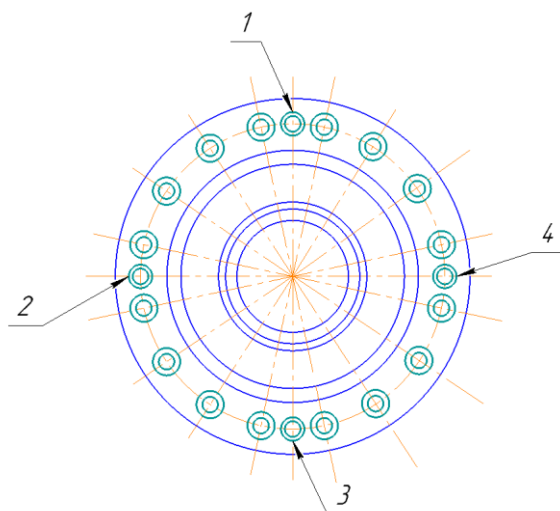


Рисунок 6 – Эскиз координатно-расточной операции с ЧПУ, установ Б

На шестом этапе (рисунок 7), будут получены восемь глухих резьбовых отверстий М16 по внутреннему радиусу, кроме отверстия 1, на слесарной операции ручным метчиком.

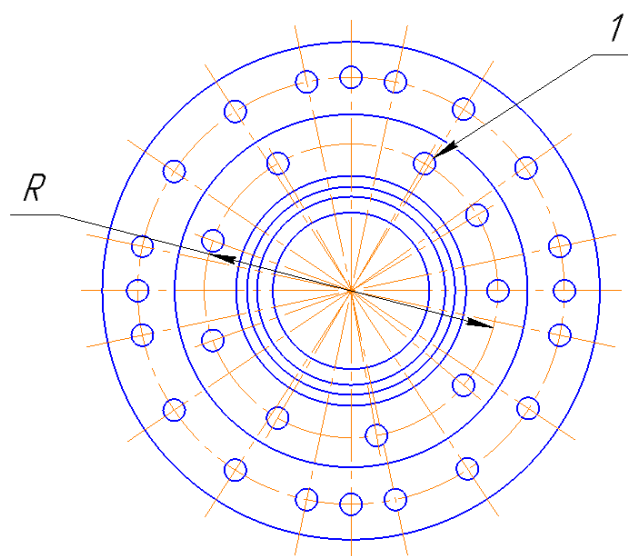


Рисунок 7 – Эскиз слесарной операции

2.5 Расчет припусков на обработку

Одной из важнейших задач, решаемых в рамках технологического проектирования, является обеспечение требуемого качества деталей и машин при минимальных затратах ресурсов. В условиях высокой стоимости материалов проблема снижения материалоемкости производства особенно актуальна. Одним из путей снижения материалоемкости является уменьшение припусков на обработку. Припуск на обработку — слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в процессе ее обработки для обеспечения заданного качества детали. Припуск назначают для компенсации погрешностей, возникающих в процессе предшествующего и выполняемого переходов технологического процесса изготовления детали. Величину припуска для элементарной поверхности детали определяют расчетно-аналитическим методом или ориентировочно назначают по соответствующим справочным таблицам (ГОСТам, РТМ и т. п.). Аналитический расчет производится с целью определения минимально необходимой и достаточной величины припуска на механическую обработку $z_{\min}$. Расчету припуска должен предшествовать план обработки данной поверхности: последовательность технологических переходов, способы установки заготовки при осуществлении каждого перехода и результаты обработки поверхности (прогнозируемые) при каждом технологическом переходе. Для аналитического расчета припуска необходимо установить все элементы припуска по [8]:

R_{zi-1} - величину шероховатости поверхности, полученную в результате предыдущего перехода;

h_{i-1} - толщину дефектного слоя, полученного в результате всей предыдущей обработки;

$\Delta \sum_{i-1}$ - суммарное, отклонение расположения обрабатываемой поверхности относительно установочной базы, используемой на анализируемом переходе, и погрешность формы обрабатываемой поверхности, полученную в результате всей предшествующей обработки;

ε_i - погрешность установки заготовки при реализации перехода, для которого рассчитывается припуск.

При расчете минимального припуска все эти слагаемые ссуммируются:

- при последовательной обработке поверхностей (односторонний припуск):

$$z_{i\min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \Delta \sum_{i-1} + \varepsilon_i$$

- при параллельной обработке противоположных поверхностей (двухсторонний припуск):

$$2z_{i\min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \Delta \sum_{i-1} + \varepsilon_i)$$

Величины R_z и h определяются по таблицам справочника [9], в зависимости от вида обработки поверхности и способа получения исходной заготовки. Суммарная погрешность расположения и формы определяется на основе анализа всех возможных отклонений положения обрабатываемой поверхности относительно установочной базы и всех факторов, вызывающих изменение теоретической формы поверхности. В самом общем случае величина $\Delta \sum$ определяется как сумма погрешности смещения Δ_{cm} и погрешности коробления (кривизны) $\Delta_{кор}$, эти величины так же определяются по таблицам. Произведем расчет припусков на механическую обработку наружного и внутреннего диаметров детали и занесем их в таблицы 1 и 2.

Минимальный припуск для точения:

для токарной операции под черновое точение:

$$2Z_{min1} = 2(1050 + 1150 + 1000) = 2 \cdot 3200 \text{ мкм};$$

для токарной с ЧПУ под черновое точение:

$$2Z_{min2} = 2(250 + 240 + 125 + 900) = 2 \cdot 1515 \text{ мкм};$$

для токарной с ЧПУ под чистовое шлифование:

$$2Z_{min3} = 2(125 + 120 + 50) = 2 \cdot 295 \text{ мкм}.$$

Графу “Расчётный размер” заполняем, начиная с конечного (чертёжного) размера путём последовательного прибавления расчётного минимального припуска каждого технологического перехода:

для чернового точения с ЧПУ:

$$d_{p3} = 448,45 + 0,590 = 449,04 \text{ мм};$$

для чернового точения:

$$d_{p2} = 449,04 + 3,03 = 452,07 \text{ мм};$$

для поковки:

$$d_{p1} = 452,07 + 6,4 = 458,47 \text{ мм}.$$

Значения допусков каждого технологического перехода и заготовки принимаем по таблицам в соответствии с качеством, используемого метода обработки. Наименьший предельный размер определяем округлением расчётных размеров в сторону увеличения их значений. Округление производим до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода. Наибольшие предельные размеры определяем прибавлением допусков к округлённым наименьшим предельным размерам:

$$d_{max4} = 448,45 + 1,550 = 450 \text{ мм};$$

$$d_{max3} = 449,04 + 1,7 = 450,74 \text{ мм};$$

$$d_{max2} = 452,07 + 2 = 454,07 \text{ мм};$$

$$d_{max1} = 458,47 + 6,4 = 464,47 \text{ мм}.$$

Максимальные предельные значения припусков $Z_{max}^{пр}$ равны разности наибольших предельных размеров, а минимальные значения $Z_{min}^{пр}$ – соответственно разности наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов:

$$2Z_{max3}^{пр} = 450,74 - 450 = 0,740 \text{ мм};$$

$$2Z_{max2}^{пр} = 454,07 - 450,74 = 3,33 \text{ мм};$$

$$2Z_{max1}^{пр} = 464,47 - 454,07 = 10,4 \text{ мм};$$

$$2Z_{min3}^{пр} = 449,04 - 448,45 = 0,590 \text{ мм};$$

$$2Z_{min2}^{пр} = 452,07 - 449,04 = 3,03 \text{ мм};$$

$$2Z_{min1}^{пр} = 458,47 - 452,07 = 6,4 \text{ мм}.$$

Общие припуски $Z_{O min}$ и $Z_{O max}$ определяем, суммируя промежуточные припуски и записываем их значения внизу соответствующих граф.

$$2Z_{O min} = 0,590 + 3,03 + 6,4 = 10,02 \text{ мм};$$

$$2Z_{O max} = 0,740 + 3,33 + 10,4 = 14,47 \text{ мм}.$$

Рассчитанные значения для наружной механической обработки поверхности заносим в таблицу 1. Таким же образом рассчитываем припуска на механическую обработку внутренней поверхности заготовки и занесем их в таблицу 2. В итоге получаем суммарные значения припусков на механическую обработку наружной и внутренней поверхностей.

Таблица 1 - Припуски на механическую обработку наружной поверхности

Технологические операции обработки заготовки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$	Расчетный размер d_p , мм	Допуск T_d	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	Δ	ε				$d_{\min}$	$d_{\max}$	2ПР $Z_{\min}$	2ПРZ $_{\max}$
Штамповочная Наруж. Поверх.	10 50	11 50	10 00	-	-	- 458, 47	- 60 00	- 458, 47	- 464, 47	- -	- -
Токарная Черновое	- 25 0	- 24 0	- 12 5	- 90 0	- 2·32 00	- 452, 07	- 20 00	- 452, 07	- 454, 07	- 6,4	- 10,4
Токарная с ЧПУ А Наруж. Поверх. Черновое Чистовое	- - - 12 5 25	- - - 12 0 25	- - - 50 5	- - - - -	- - - 2·15 15 2·29 5	- - - 449, 04 450	- - - 17 00 15 50	- - - 449, 04 448, 45	- - - 450, 74 450	- - - 3,03 0,590	- - - 3,33 0,740
Итого, Σ :										10,02	14,47

Таблица 2 - Припуски на механическую обработку внутренней поверхности заготовки

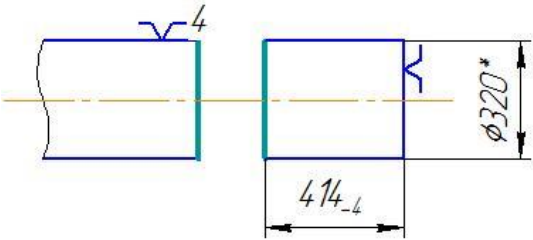
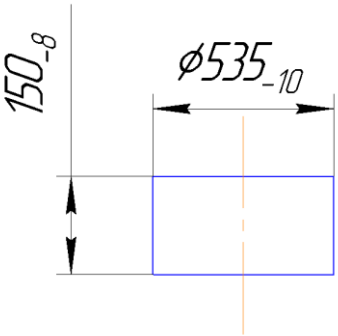
Технологические операции обработки заготовки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$	Расчетный размер d_p , мм	Допуск T_d	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R	h	Δ	E				$d_{\min}$	$d_{\max}$	2ПР $Z_{\min}$	2ПРZ $_{\max}$
	z										
Штамповочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Внутр.	75	75	10	-	-	280,4	40	280,4	284,4	-	-
Поверх.	0	0	00			62	00	62	62		
Токарная с ЧПУ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
А	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Внутр.	12	12	5	-	2·25	289,0	40	289,0	289,4	5	8,6
Поверхн.	5	0	5	-	00	62	0	62	62	0,480	0,730
Черновое	25	25	5	-	2·25	289,8	15	289,7	289,9	0,110	0,208
Чистовое	5	5			0	02	0	92	42		
Тонкое					2·55	290	52	290	290,0		
Итого, Σ :										5,59	9,54

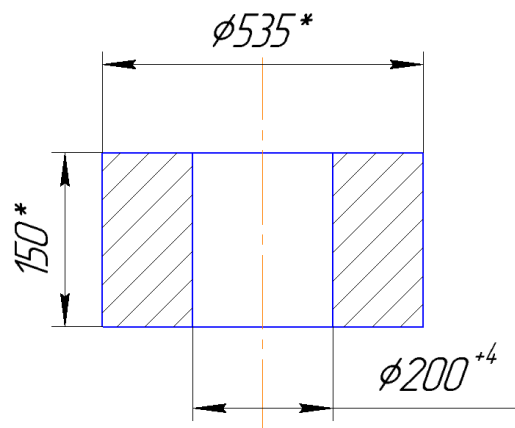
2.6 Проектирование технологических операций

На основании проектирования технологического маршрута, расчета припусков на обработку проектируем технологический процесс изготовления детали [7].

Материал: Круг горячекатаный Сталь 35 ГОСТ 2590-88 диаметром 320^{+4}_{-2} мм.

Таблица 3 - Технологический процесс изготовления детали

	005 Заготовительная: А. Установить заготовку в призму. Базы: наружный диаметр, торец. 1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 410 мм.
	010 Штамповочная: Часть 1. А. Установить заготовку в печь. 1. Греть заготовку в печи до температуры 1250°C в течении 4 ч. Б. Установить заготовку на стол штампа. 1. Ковать заготовку согласно эскизу.

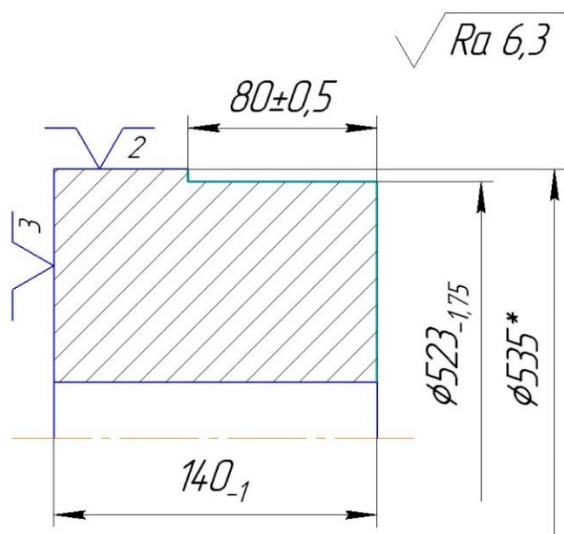


Часть 2.

Б. Установить заготовку на стол штампа.

1. Ковать заготовку прошивнем согласно эскизу.

2. Охладить заготовку на открытом воздухе в течении 8-10ч.



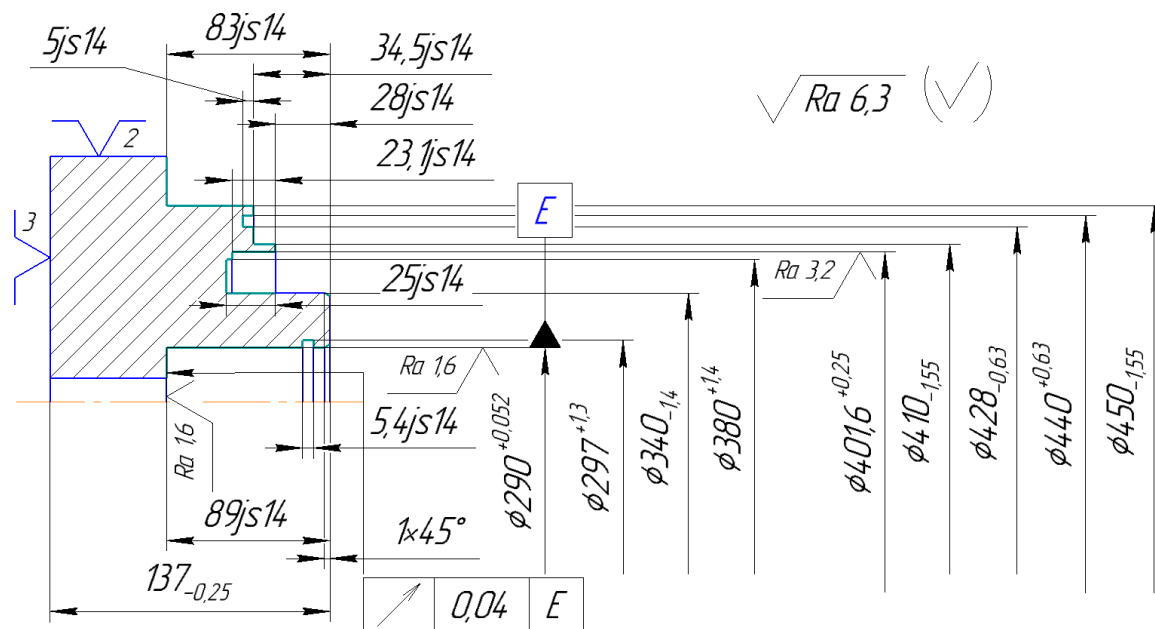
015 Токарная:

А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.

Базы: наружный диаметр, торец.

1. Подрезать торец заготовки, выдерживая размер 140_-1мм.

2. Точить наружную поверхность заготовки, согласно эскизу.



020 Токарная с ЧПУ:

А. Установить заготовку трехкулачковый патрон.

Базы: наружный диаметр, торец.

1. Подрезать торец заготовки выдерживая размер $137_{-0,25}$ мм.

2. Точить наружную поверхность заготовки, согласно эскизу.

3. Точить канавки на наружной торцевой поверхности заготовки, согласно эскизу.

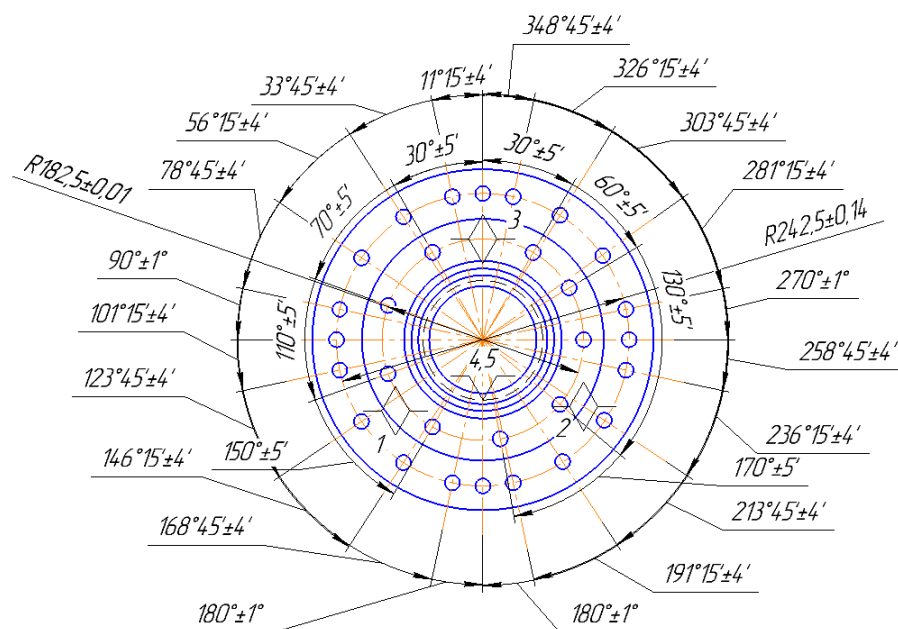
4. Точить внутреннюю поверхность заготовки, согласно эскизу.

5. Точить канавку на внутренней поверхности заготовки, согласно эскизу.

6. Точить две фаски $1 \times 45^\circ$ на торцевой поверхности заготовки, согласно эскизу.

Продолжение таблицы 3

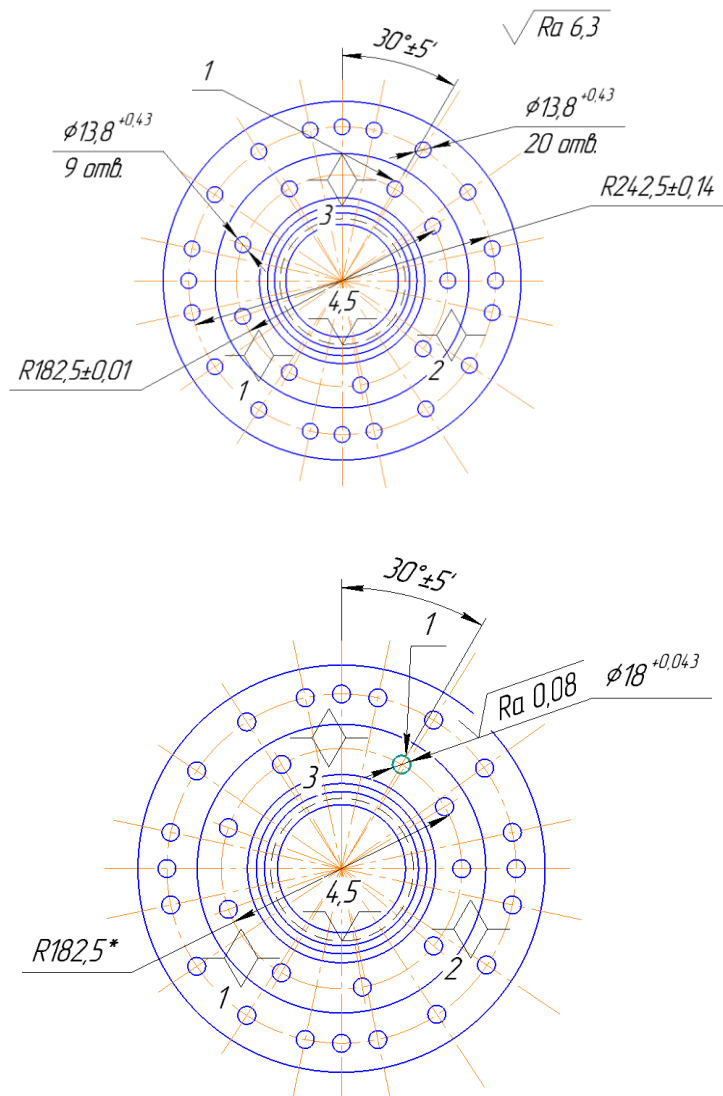
Technical drawing of a mechanical part with the following dimensions and tolerances: 18js14 24js14 7js14 4h14 1x45° 19js14 2js14 12°±1° - Ra 6,3 - Ra 1,6 (✓) 0,04 Ж - φ270⁺¹³ - φ290⁺¹³ - φ312⁺¹³ - φ336⁺¹⁴ - φ400^{+0,089} - φ420,8^{-0,25} - φ430^{-0,068}_{-0,223} - φ520_{-1,75}	Б. Переустановить заготовку в трехкулачковом патроне Базы: внутренний диаметр, торец. 1. Точить наружную поверхность заготовки согласно эскизу. 2. Точить канавку на наружной поверхности заготовки согласно эскизу, внутренние углы канавки скруглить R0,5, наружные углы скруглить R0,1. 3. Точить внутреннюю поверхность заготовки, согласно эскизу. 4. Точить 2 фаски 1x45°, на торцевой поверхности заготовки, согласно эскизу.
025 Контрольная: 1. Контролировать выполнение всех обработанных размеров.	



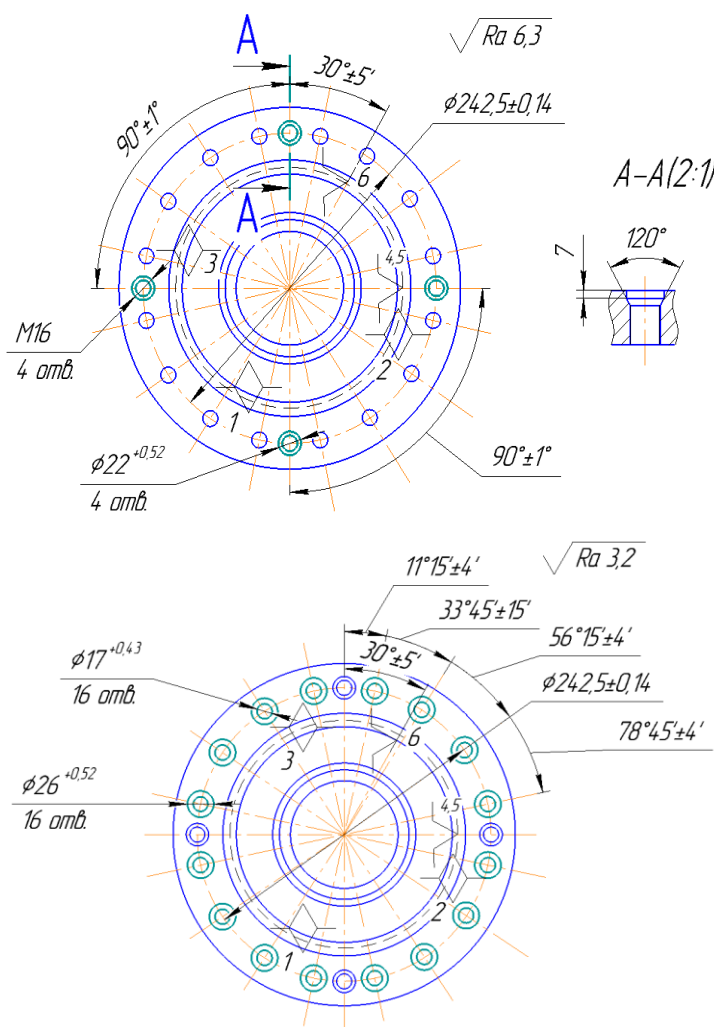
030 Координатно-расточная:

А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон на стол координатно-расточного станка.

1. Центровать 29 отверстий на торцевой поверхности заготовки согласно эскизу.



2. Сверлить 20 сквозных отверстий по радиусу 242,5*мм.
3. Сверлить 8 отверстий по радиусу 182,5*мм на глубину 46JS14мм, отверстие №1 сверлить на глубину 30JS14мм.
4. Сверлить отверстие 1 диаметром 17H14мм, глубина 30JS14.
5. Расточить отверстие 1 диаметром 17,8H10мм, глубина 30JS14мм.
6. Развернуть отверстие 1, диаметр 18F9мм, глубина 20JS14мм.



Б. Переустановить заготовку в трехкулачковом патроне, на координатно-расточном станке. Внутреннюю обработанную поверхность и отверстия закрыть картоном.

Базы: внутренний диаметр, торец и одно из отверстий.

1. Сверлить 4 отверстия в заготовке согласно эскизу, на глубину $7JS14mm$.

2. Нарезать резьбу M16 в 4-х сквозных отверстиях, согласно эскизу.

3. Сверлить 16 сквозных отверстий в заготовке на сквозь диаметром $17H14mm$.

4. Расточить 16 отверстий в заготовке до диаметра $26H14mm$, глубина $17js14mm$.

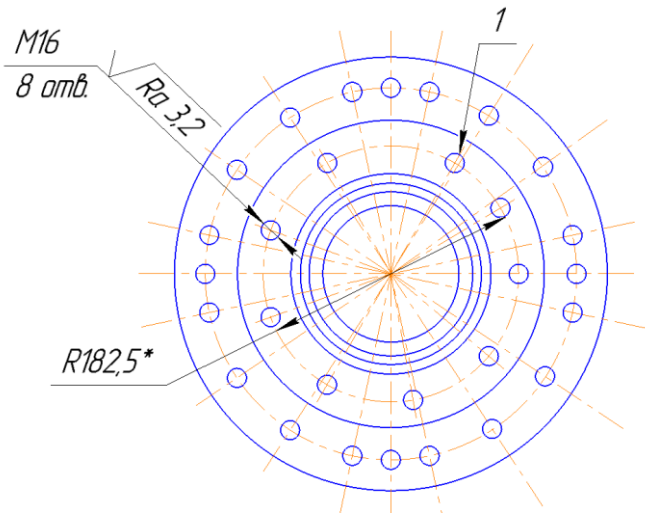
035 Контрольная: 1. Контролировать выполнение всех обработанных отверстий и угловых размеров.	
	040 Слесарная: 1. Нарезать резьбу М16 в 8-ми глухих отверстиях, кроме отверстия 1, по радиусу $182,5 \pm 0,01$ мм на глубину 46JS14 мм. 2. Снять заусенцы, притупить острые кромки детали.
045 Промывочная: 1. Промыть деталь согласно ТТП 01279-00002.	
050 Контрольная: 1. Контролировать выполнение всех размеров и отверстий присутствующих на детали.	
055 Консервация: 1. Консервировать деталь согласно ТТП 60270-00001, вариант 1.	

Таблица 4 - Средства технологического оснащения

Операция:	Оборудование:	Инструмент:	Приспособление:
005 Заготовительная:	Отрезной круглопильный станок 8Г663-400	Дисковая сегментная пила с вставками 2257-0163 Р6М5 Ø800мм ГОСТ 4047-82	Призмы
010 Штамповочная:	ТМП 630 модель КА8538 Печь ПКМ 6.8.4	цилиндрический прошивень Ø200х350мм	
015 Токарная:	Токарный станок 1Н65(ДИП 500)	Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880-73, материал пластины: Т15К6; Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73, материал пластины: Т5К10.	3-х кулачковый патрон 3535-630/15-1 ГОСТ 2675-80.
020 Токарная с ЧПУ:	Токарный станок РС660Т с ЧПУ	Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880-73, материал пластины: Т15К6; Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73, материал пластин: Т5К10, Т30К4; Резец прорезной 2130-0519 ГОСТ 18874- 73, материал пластины: Т15К6; Резец расточной 2141-0010 ГОСТ 18883-73, материал пластины: Т5К10, Т30К4; Резец прорезной 2120-0508 ГОСТ 18874-73, материал пластины: Т15К6; Резец расточной 2141-0003 ГОСТ 18883-73, материал пластины: Т30К4; Резец канавочный 2662-0005 ГОСТ 18885-73, Пластина: Т15К6.	3-х кулачковый патрон 3535-630/15-1 ГОСТ 2675-80.

Продолжение таблицы 4

030 Координатно – расточная:	Координатно-расточной станок 24К40СФ4 с ЧПУ	Центр. св. Ø8мм 2317-0111 ГОСТ 14952-75, материал сверла: Р6М5; Сверло Ø13,8мм 2301-3596 ГОСТ 10903-77, материал сверла: Р6М5; Сверло Ø17мм 2301-3612 ГОСТ 10903-77, материал сверла: Р6М5; Развертка Ø18мм 2363-0199 ГОСТ 1672-80, материал развертки: Р6М5; Сверло Ø22мм 2301-3637 ГОСТ 10903-77, материал сверла: Р6М5; Метчик М16 2621-1589 ГОСТ 3266-81, материал метчика: Р6М5; Резец расточной с цилиндрическим хвостовиком 2145-0646 ГОСТ 25987-83 материал пластины: Т30К4; Резец расточной с цилиндрическим хвостовиком 2145-0648 ГОСТ 25987-83 материал пластины: Т30К4.	3-х кулачковый патрон 3535-630/15-1 ГОСТ 2675-80; Втулка переходная ISO40-MS1 DIN2080; Втулка переходная ISO40-MS2 DIN2080; Втулка переходная ISO40-MS3 DIN2080; Патрон расточной 6300-4018-08 DIN69871-A; Патрон ВТ40-12-24 MAS403.
040 Слесарная:		Метчик М16 2621-1601 ГОСТ 3266-81, материал метчика: Р6М5.	Вороток М16-М20 6910-0164 ГОСТ 22395-77; Напильник 2822-0020 ГОСТ 1465.

Таблица 5 - Средства контроля точности изготовления детали

№ Операции	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Заготовительная	Инструментальный, визуальный.	Штангенциркуль ШЦ-П-250-630-0,1 ГОСТ 166-89.
010 Штамповочная	Инструментальный, визуальный.	Штангенциркуль ШЦ-П-250-630-0,1 ГОСТ 166-89.
015 Токарная	Инструментальный.	Штангенциркуль ШЦ-П-250-630-0,1 ГОСТ 166-89.
020 Токарная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный.	Штангенциркуль ШЦЦ-П-250-630-0,01 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦЦ-І-0-125-0,01 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Индикатор ИЧ02 кл. 0 ГОСТ 577-68; Стойка магнитная гибкая ІNO-301М.
030 Координатно-расточная с ЧПУ	Инструментальный.	Штангенциркуль ШЦЦ-П-250-630-0,01 ГОСТ 166-89; Шаблон резьбовой М60 ГОСТ 519-77; ШГЦ-160-0,01 ГОСТ 162-90; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Штангенглубиномер ШГЦ -200-0,01 ГОСТ 162-90; Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88; Калибры пробки гладкие проходные ГОСТ 14807-69; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75.
040 Слесарная	Инструментальный.	Штангенциркуль ШЦЦ-І-0-125-0,01 ГОСТ 166-89; Калибр резьбовой ГОСТ 2016-86; Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88.

Таблица 6 - Время изготовления детали

№ Операции	Время, затраченное на механическую обработку, мин.	Время, затраченное на установку, наладку оборудования, мин.	Общее время операции, мин.
005 Заготовительная	70	15	85
010 Штамповочная	-	-	-
Время выдержки в печи	228	5	233
Штампование	5	5	10
Охлаждение	-	-	600
015 Токарная	10	20	30
020 Токарная с ЧПУ	-	-	-
Установ А	85	45	130
Установ Б	40	25	65
030 Координатно-расточная	-	-	-
Установ А.	25	35	60
Установ Б.	20	30	50
040 Слесарная	30	10	40
045 Промывочная			10
055 Консервация			15
Итого, Σ :			1328

Полное время изготовления детали без цеховых и вне цеховых перемещений, без контрольных операций составляет 1328 минут.

2.6.1 Выбор и расчет режимов резания

Режимом резания называется совокупность элементов, определяющих условия протекания процесса резания. К элементам режима резания относятся – глубина резания, подача, период стойкости режущего инструмента и скорость резания. Произведем выбор и расчет оптимальных режимов резания, уточнение геометрии и материала режущей части инструмента [10].

015 Токарная операция:

Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880-73;

Материал режущей пластины: Т5К10;

Обрабатываемый материал: Сталь 35 ГОСТ 1050-88;

Размер державки резца: 40х32мм;

Радиус вершины резца, R= 0,8мм.

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

где V – скорость резания, м/мин;

C_v – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента;

T – стойкость инструмента = 30 мин;

t – глубина резания = 2мм;

s – подача = 0,4 мм/об;

m, x, y – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv},$$

где K_{mv}, K_{uv}, K_{pv} – коэффициенты влияющие на обработку.

$$V = \frac{290}{30^{0,20} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,8216 = 149,85 \text{ м/мин.}$$

Скорость резания для черновой обработки составляет 93,2 м/мин. Подача равна 0,4мм/об. Глубина резания 2мм.

020 Токарная операция:

Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73.

Материал режущей пластины: Т30К4.

Обрабатываемый материал: Сталь 35 ГОСТ 1050-88.

Размер державки резца: 40х32мм.

Радиус вершины резца, $R = 0,8\text{мм}$.

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

где V – скорость резания, м/мин;

C_v – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента;

T – стойкость инструмента = 30 мин;

t – глубина резания = 0,5мм;

s – подача = 0,15 мм/об;

m, x, y – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv},$$

где K_{mv}, K_{uv}, K_{pv} – коэффициенты влияющие на обработку.

$$V = \frac{350}{30^{0,20} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,15^{0,20}} \cdot 0,8216 = 236,28 \text{ м/мин.}$$

Таким образом для данной тонко - чистовой операции скорость резания составляет 236,28 м/мин. Подача равна 0,15мм/об. Максимальная глубина резания составляет 0,5мм.

030 Координатно - расточная:

Центровочное сверло диаметром 8мм 2317-0111, ГОСТ 14952-75;

Материал режущей пластины: Р6М5;

Обрабатываемый материал: Сталь 35 ГОСТ 1050-88.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v;$$

где V – скорость резания, м/мин;

C_v – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента;

T – стойкость инструмента = 20 мин;

t – глубина резания = 7мм;

s – подача = 0,15 мм/об;

m, x, y – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент;

D – диаметр отверстия, мм.

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

где K_{mv}, K_{uv}, K_{pv} – коэффициенты влияющие на обработку.

$$V = \frac{16,2 \cdot 8^{0,4}}{20^{0,20} \cdot 7^{0,2} \cdot 0,15^{0,5}} \cdot 0,79 = 27,9 \text{ м/мин.}$$

Для данной центровочной операции скорость резания составляет приблизительно 27,9 м/мин. Подача равна 0,15 мм/об. Аналогичным образом проводим расчеты режимов резания для 2-х последующих операций, режимы резания для остальных операций подберем по справочнику[9], и по справочнику [10]. Заносим расчетные данные в таблицу 7.

Таблица 7 - Режимы резания

Операция	Инструмент	Глубина t , мм.	Подача s , мм/об.	Скорость v , м/мин.	Стойкость T , мин.
015 Токарная: I Торец Черновая Чистовая	<i>Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880-73, Материал пластин: T15K6.</i>	-	-	-	30
		-	-	-	
		2	0,4	149,85	
		1	0,2	200	
II Поверхность Черновая	<i>Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73, материал пластины: T5K10.</i>	- 2	- 0,4	- 150	30
020 Токарная с ЧПУ Установ А. I Торец Черновая Чистовая	<i>Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880-73, материал пластины: T15K6</i>	-	-	-	30
		-	-	-	
		-	-	-	
		-	-	-	
		1,5	0,4	150	
		0,75	0,2	200	

Продолжение таблицы 7

II Наруж. Черновая Чистовая Тонкая	<i>Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73, материал пластин: T5K10, T30K4.</i>	- 5 2 0,5	- 0,7 0,3 0,15	- 107 165 236,28	30
III Канавки Черновая Получистовая Чистовая	<i>Резец прорезной 2130-0401 ГОСТ 18874-73, материал пластины: T15K6. Резец расточной 2141-0003 ГОСТ 18883-73, материал пластины: T30K4.</i>	- 5 1,9 1	- 0,7 0,3 0,2	- 107 165 200	30
IV Внутр. Черновая Чистовая Тонкая	<i>Резец расточной 2141-0010 ГОСТ 18883-73, материал пластины: T5K10, T30K4.</i>	- 5 2,5 0,5	- 0,7 0,4 0,15	- 107 160 235	30
V Канавка Чистовая	<i>Резец канавочный 2662-0005 ГОСТ 18885-73, материал пластины: T15K6.</i>	- 3	- 0,4	- 150	30

Продолжение таблицы 7

VI Фаска Чистовая	<i>Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880-73, материал пластины: T15K6.</i>	- 1,5	- 0,3	- 170	30
Установ Б. I Наруж. Черновая Чистовая Тонкая	<i>Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73, материал пластин: T5K10, T30K4.</i>	- - 5 2 0,5	- - 0,7 0,3 0,15	- - 107 165 236,28	30
II Канавка Черновая Чистовая	<i>Резец прорезной 2130-0403 ГОСТ 18874-73, материал пластины: T15K6.</i>	- 5 2	- 0,4 0,15	- 110 170	30
III Внутр. Черновая Получистовая Чистовая Тонкая	<i>Резец расточной 2141-0010 ГОСТ 18883-73, материал пластины: T5K10, T30K4.</i>	- 5 2,5 2 0,5	- 0,7 0,4 0,3 0,15	- 107 160 165 235	30
IV Фаска Чистовая	<i>Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880-73, материал пластины: T15K6.</i>	- 1,5	- 0,3	- 170	30

Продолжение таблицы 7

030 Координатно – расточная Установ А. I Центр. Черновая	<i>Центр. св. Ø8мм</i> <i>2317-0111, ГОСТ</i> <i>14952-75,</i> <i>материал сверла:</i> <i>P6M5.</i>	-	-	-	20
		-	-	-	
		-	-	-	
		-	-	-	
		7	0,15	27,9	
II Сверление Черновая	<i>Сверло Ø13,8мм 2301-</i> <i>3596 ГОСТ 10903-77,</i> <i>материал сверла:</i> <i>P6M5.</i>	- 30	- 0,27	- 17	30
III Сверление Черновая	<i>Сверло Ø13,8мм 2301-</i> <i>3596 ГОСТ 10903-77,</i> <i>материал сверла:</i> <i>P6M5.</i>	- 46	- 0,27	- 16	30
III Сверление Получистовая	<i>Сверло Ø17мм 2301-</i> <i>3612 ГОСТ 10903-77</i> <i>материал сверла:</i> <i>P6M5.</i>	- 30	- 0,25	- 18	30

Продолжение таблицы 7

IV Растач. Чистовое	<i>Резец расточной с цилиндрическим хвостовиком 2145-0639, ГОСТ 25987-83, материал пластин: T5K10, T30K4.</i>	- 0,4	- 0,15	- 235	30
V Развертка Тонкое	<i>Развертка Ø18мм 2363-0199 ГОСТ 1672-80, материал развертки: P6M5.</i>	- 46	- 0,9	- 4	30
Установ Б. I Сверление Чистовое	<i>Сверло Ø22мм 2301- 3637 ГОСТ 10903-77, материал сверла: P6M5.</i>	- - 7	- - 0,3	- - 17	30
II Резьба Чистовое	<i>Метчик M16x2 2621- 1603 ГОСТ 3266-81, материал метчика: P6M5.</i>	- 20	- Шаг 0,1мм	- 9	40

Продолжение таблицы 7

III Сверление Чистовая	<i>Сверло Ø17мм 2301-3612 ГОСТ 10903-77 материал сверла: P6M5.</i>	- 13	- 0,3	- 16	40
IV Растач. Чистовая	<i>Резец расточной 2145-0647 ГОСТ 25987-83, Материал пластины: T30K4.</i>	- 4,5	- 0,15	- 235	30

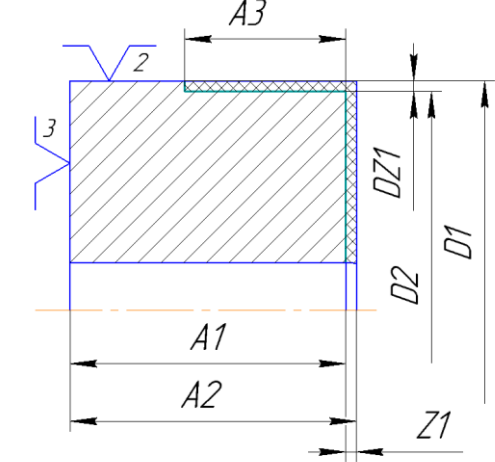
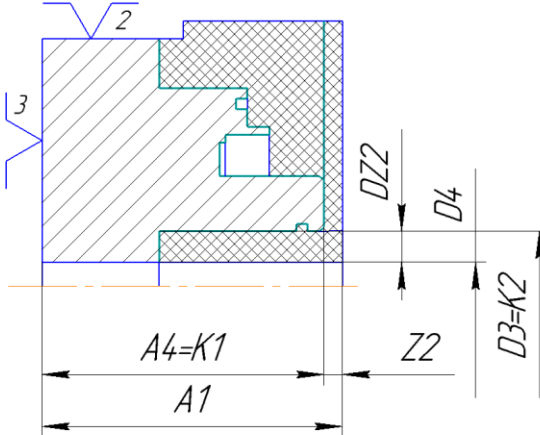
2.7 Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ

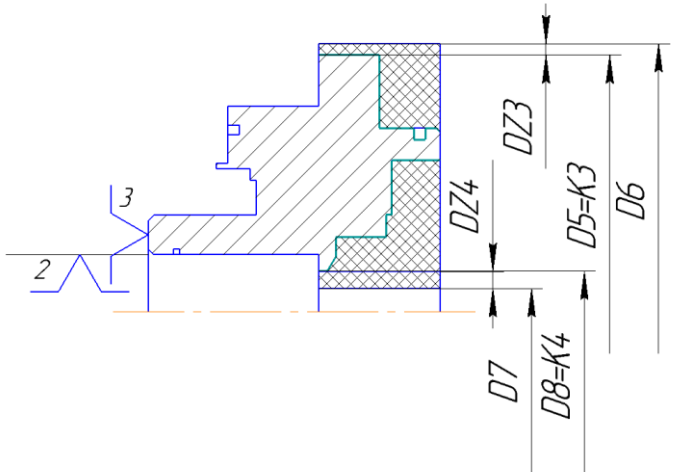
В технологическом процессе применены два станка с числовым программным управлением. Для токарной операции - токарный станок PC660T и для координатно-расточной операции - станок 2554Ф2. Программы обработки для данных станков были разработаны вручную. Станки оснащены системой Siemens, для токарного это Sinumeric 802D и для координатно-расточного это Sinumeric 840D. В приложении А (комплект технологической документации), к данной работе приложены карты наладки для выше изложенных операций, так же карты кодирования информации [11].

2.8 Размерный анализ технологического процесса

В системе технологической подготовки производства разработка технологического процесса изготовления деталей машин является одной из сложных задач. В свою очередь в создаваемом технологическом процессе есть наиболее важный раздел – размерный анализ, с помощью которого предусматривается согласование чертежных размеров детали со всеми операционными размерами, припусками, размерами заготовки и др. Именно на этом этапе проектирования предусматривается обеспечение надежности технологического процесса. Рассмотрим подробно размерный анализ технологического процесса. Выполним размерный анализ для токарных операций технологического процесса [12]. Результаты расчетов внесем в таблицу 8.

Таблица 8 - Размерный анализ технологического процесса для токарных операций

№ Операции:	Эскизы:	Расчет размерных цепей:
015 Токарная		$1=140_{-1} \text{ мм};$ $A2=150_{-8} \text{ мм}$ $A3= 80 \pm 0,5 \text{ мм};$ $D1=535_{-10} \text{ мм};$ $D2=523_{-1,75} \text{ мм};$ $Z1= A2 - A1=150_{-8}-140_{-1}= 10 \frac{+1}{-8} \text{ мм};$ $DZ1=D1-D2=535_{-10}-523_{-1,75}=12 \frac{+1,75}{-10} \text{ мм}.$
020 Токарная с ЧПУ Установ А.		$A1=140_{-1} \text{ мм};$ $A4=K1=137_{-0,06} \text{ мм};$ $D3=K2=290^{+0,052} \text{ мм};$ $D4=200^{+4} \text{ мм};$ $Z2=A1-A4=140_{-1}-137_{-0,06}=3 \frac{+0,06}{-1} \text{ мм};$ $DZ2=D3-D4=290^{+0,052}-$ $200^{+4}=90 \frac{+0,052}{-4} \text{ мм}.$

020 Токарная с ЧПУ Установ Б.		$D5=K3=520_{-1,75} \text{ мм};$ $D6=D2= 523_{-1,75} \text{ мм};$ $D7=200^{+4} \text{ мм};$ $D8=K4=270^{+1,3} \text{ мм};$ $DZ3=D6-D5=523_{-1,75}-520_{-1,75}=3\pm 1,75 \text{ мм};$ $DZ4=D8-D7=270^{+1,3}-200^{+4}=70\frac{+1,3}{-4} \text{ мм}.$ Остальные размеры на данной операции выдерживаются, согласно технологическому процессу.
--	--	--

2.9 Техничко – экономические показатели технологического процесса

Для необходимых расчетов требуемого количества оборудования, коэффициента загрузки рабочих мест, число рабочих мест и других данных, назовим мелкосерийное производство деталей типа «Опора» [13].

Расчет программы запуска:

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{вып}} \cdot 100}{100 - a_{\text{пп}}} = \frac{1000 \cdot 100}{100 - 3} = 1031 \text{ шт.}$$

где $Q_{\text{вып}}$ – программа выпуска 1000 единиц продукции в год;
 $a_{\text{пп}}$ - % технологически неизбежных потерь, примерно 3% брака.

При мелкосерийном производстве в год необходимо произвести 1031 единиц продукции, с учетом получения бракованных деталей.

Расчет планового фонда времени работы оборудования:

$$T_{\text{пл}} = (365 - T) \cdot 1 \cdot 7,5 \cdot 0,97 = 1789,65 \text{ часов.}$$

где T – число нерабочих дней в году, 119 дней;
1 – число смен;
7,5 – число часов работы в смену (перерыв 0,5 часа);
0,97 – учитываемый % брака.

Такт мелкосерийного производства:

$$r = \frac{T_{\text{пл}} \cdot 60}{Q_{\text{зап}}} = \frac{1789,65 \cdot 60}{1031} = 104 \text{ мин/шт.}$$

Рассчитаем необходимое число рабочих мест, коэффициент загрузки рабочих мест и занесем результаты в таблицу 9.

Таблица 9 - расчет числа рабочих мест, коэффициентов загрузки рабочих мест

№ операции:	Оперативное время ($t_{оп}$), мин.	Количество рабочих мест по определению:		Коэффициент загрузки рабочих мест ($K_{зi}$)
		Расчётное C_{pi}	Принятое $C_{при}$	
Заготовительная	85	0,817	1	0,817
Штамповочная	10	0,096	1	0,096
Термическая	233	2,240	3	0,75
Токарная	30	0,288	1	0,288
Токарная с ЧПУ	195	1,875	2	0,9375
Координатно-расточная с ЧПУ	110	1,058	1	0,945
Слесарная	40	0,385	1	0,385
Промывочная	10	0,096	1	0,096
Консервация	15	0,145	1	0,145
Итого:	728		12	4,46

где $t_{оп}$ – время работы оператора;

C_{pi} – расчетное число рабочих мест;

$C_{при}$ принятое число рабочих мест.

$$C_{pi} = t_{оп} / r;$$

$$K_{зi} = C_{pi} / C_{при}.$$

При мелкосерийном производстве, для изготовления детали типа «Опора», нужно минимум двенадцать рабочих мест. Средний коэффициент загрузки рабочих мест равен 0,5.

2.10 Проектирования и выбор средств технологического оснащения

2.10.1 Выбор, обоснования и принцип работы

В качестве проектируемого приспособления в данном курсовом проекте, согласно заданию, выбран трехкулачковый самоцентрирующийся патрон. Данный патрон устанавливается на шпинделе токарного станка 1М63ФЗ с ЧПУ, и действует аналогично большинству патронов для токарных станков. В качестве прототипа патрона выбирается стандартный трехкулачковый патрон по ГОСТ 2675-80. Токарный станок РС660Т с ЧПУ, рассчитан на патрон диаметром до 660мм. Заготовка достаточно большая – диаметром 535мм, масса около 100 кг. Исходя из этого, для проектирования принимается патрон диаметром 630 мм, с комплектом наладок на кулачки, для обработки детали на токарной операции с ЧПУ. Кулачки будут расточены, поэтому точность данного приспособления увеличится.

2.10.2 Проверка условия лишения возможности перемещения заготовки

Для того, чтобы деталь не перемещалась в приспособлении под действием различных сил, в первую очередь, сил резания, необходимо, чтобы она была лишена в пространстве всех возможных степеней свободы. Существуют три основные схемы, по которым устанавливаются заготовки – для призматической заготовки, для заготовки типа «диск» и для заготовки типа «цилиндр». Опора, для обработки которой проектируется приспособление, является заготовкой типа «цилиндр». Примерная схема базирования детали приведена в литературе [7].

В соответствии с этим и выбирается схема установки детали и теоретическая схема базирования заготовки [7]. Схема установки приведена на рисунке 8. Теоретическая схема базирования с характерными опорными точками – на рисунке 9.

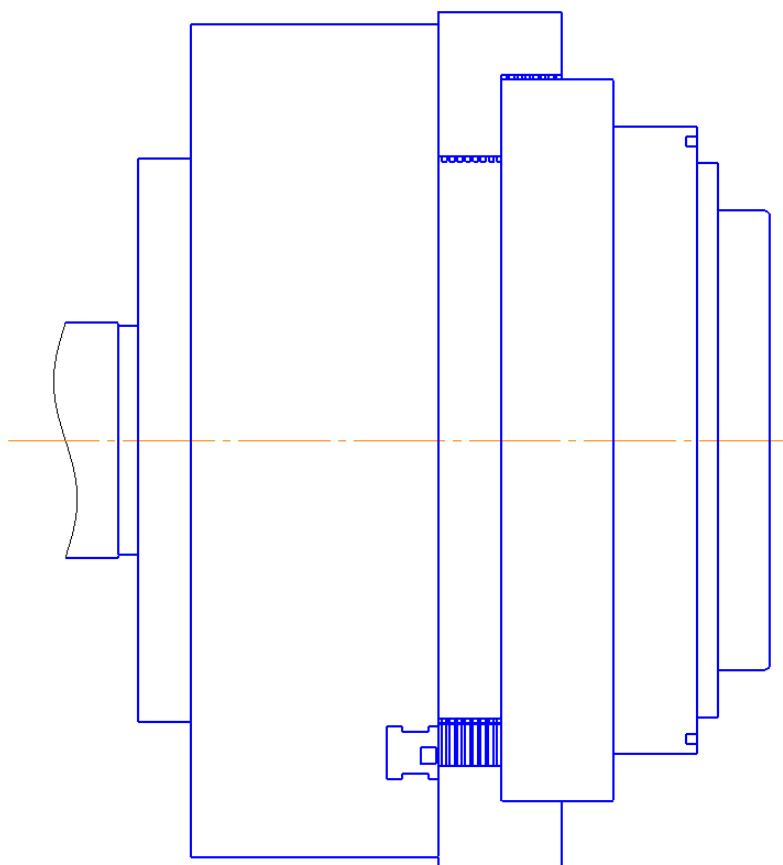


Рисунок 8 - Схема установки детали в приспособлении

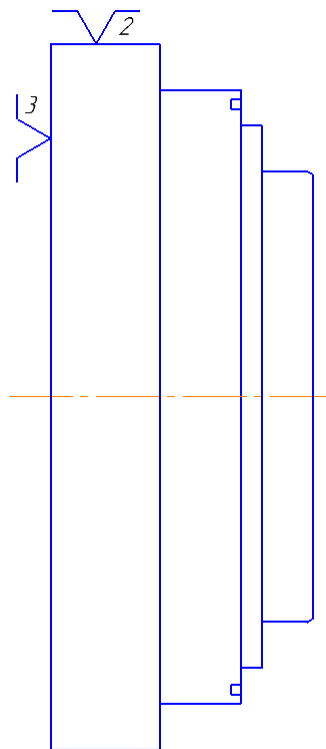


Рисунок 9 - Теоретическая схема базирования

Согласно данной схеме, три точки являются установочной базой. Две точки являются направляющей базой. В данном случае, в наличии шестой точки нет необходимости, так как в ориентации опоры относительно оси Z нет необходимости.

2.10.3 Расчет погрешности базирования и установки заготовки

Суммарная погрешность при выполнении любой операции механической обработки состоит из погрешности установки детали, погрешности настройки станка и погрешности обработки. На стадии проектирования приспособления сложно учитывать погрешность установки и, таким образом, избежать, по возможности, этой погрешности.

Расчетная суммарная погрешность приспособления определяется по формуле из [14]:

$$\Delta_{\text{пр}} \leq \delta - (K_1 \cdot \varepsilon_6 + \Delta_y + K_2 \cdot \omega),$$

где δ – допуск на размер обрабатываемой детали, мм;

ε_6 – погрешность базирования, мм;

K_1 и K_2 – коэффициенты ($K_1 = 0,8 \dots 0,85$; $K_2 = 0,6 \dots 1,0$);

Δ_y – погрешность установки детали при выполнении данной операции;

ω – точность обработки детали при выполнении данной операции.

Допуск на размер заготовки, зажимаемой в кулачках – 523h14 (для заготовки) равен 1,75мм. Погрешность базирования для самоцентрирующегося устройства равна нулю, согласно таблицам справочника. Погрешность установки при установке в трехкулачковом с чисто обработанной базой, при радиальном смещении заготовки, для диаметра 500 до 600 мм равна 100мкм. Точность обработки на размер на данной операции равна 1,55мм (допуск на наибольший обрабатываемый размер заготовки – 450h14 после чистового точения).

Тогда по формуле рассчитываем погрешность приспособления:

$$\Delta_{пр} = \delta - (K_1 \cdot \varepsilon_6 + \Delta_y + K_2 \cdot \omega) = 1,75 - (0,8 \cdot 0 + 0,120 + 0,8 \cdot 1,55) = 0,39\text{мм}.$$

Данный расчет показывает, что для выполнения чистовой операции точения при заданных условиях для токарного патрона достаточна точность 0,39 мм. Точность изготовления токарных патронов, с расточными кулачками обычно позволяет устанавливать заготовку с точностью до 0,1 мм, что значительно меньше полученного значения точности, т.е. приспособление обеспечивает требуемую точность.

2.10.4 Расчет усилий зажима заготовки

Усилия зажима будем определять в зависимости от выбранной схемы закрепления заготовки. При данном расположении сил, наибольшее значение имеет сила P_x , по которой обычно и производится расчет. Сила P_x стремится повернуть заготовку в патроне. Этому препятствует сила зажима в патроне W . В данном патроне суммарное усилие зажима всеми кулачками определяется по формуле [14]:

$$W = \frac{K \cdot P_x \cdot R_0}{f \cdot R};$$

где P_x – сила резания, проворачивающая заготовку в кулачках, Н;

K – коэффициент запаса, принимается равным от 1,3 ... 1,6;
 R_0 – радиус обработанной поверхности, мм;
 R – радиус, на котором осуществляется усилие зажима, мм;
 f – коэффициент трения, для рифленой поверхности кулачков равен 1.

Для данного случая, учитывая конструктивные размеры $R=261,5$ мм и $R_0=215$ мм.

$$P_X = P_{X \text{ табл}} \cdot K_1 \cdot K_2;$$

Табличная величина силы резания P_X для глубины резания 5 мм, подачи 0,7 мм/об, равна 7 кН. Величина коэффициента K_1 , при обработке стали твердостью до 300 НВ, равен 0,9. Коэффициент K_2 для скорости резания до 200 м/мин равен 0,9. Тогда фактическая величина силы резания равна:

$$P_X = P_{X \text{ табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 7 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 5,67 \text{ кН.}$$

Усилие зажима для данной заготовки будет равно:

$$W = \frac{K \cdot P_X \cdot R_0}{f \cdot R} = \frac{1,5 \cdot 5,67 \cdot 215}{1 \cdot 261,5} = 6,99 \text{ кН} = 712,78 \text{ кгс.}$$

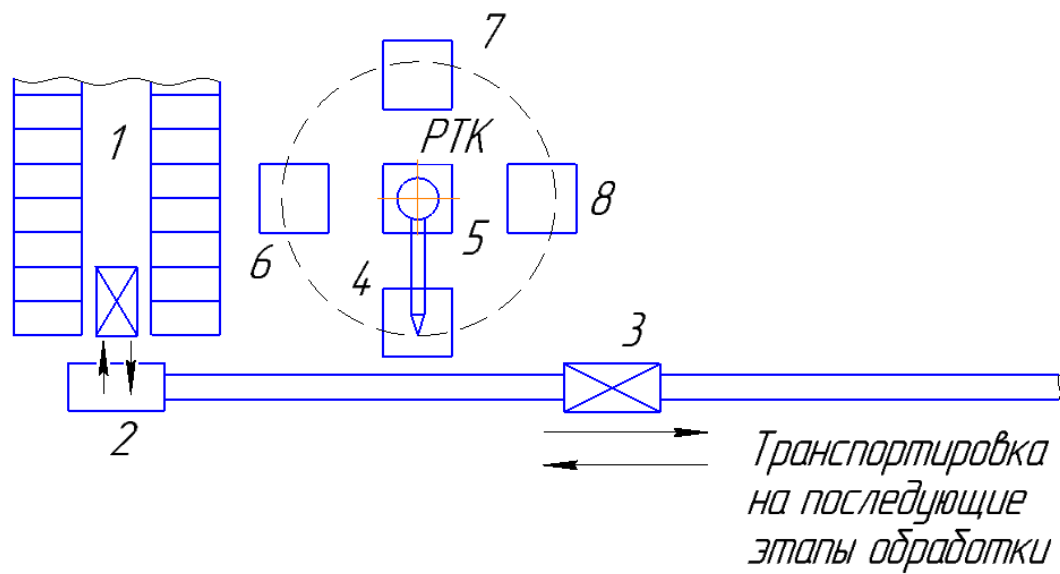
Для того чтобы закрепить заготовку в приспособлении, и обеспечить оптимальные условия обработки потребуется усилие в 712,78 кгс, для зажима заготовки.

2.11 Проектирование гибкой производственной системы

Гибкая производственная система (ГПС) — это совокупность в разных сочетаниях оборудования с программным управлением, роботизированных технологических комплексов (РТК), гибких производственных модулей, отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течение заданного интервала времени, обладающая свойством автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик. Неотъемлемой частью гибких производственных систем являются транспортные средства, в функции которых входят [15]:

- получение заготовок со склада и автоматическая транспортировка их к заданному месту;
- загрузка рабочих мест необходимыми заготовками;
- взятие готовой продукции с рабочего места и транспортировка ее на следующее рабочее место или на склад;
- планирование оптимальных маршрутов обслуживания рабочих мест по заданному критерию качества;
- транспортировка промышленных отходов.

Основным элементом любой ГПС является гибкий производственный модуль (ГПМ) – это единица технологического оборудования (металлорежущий станок), автоматически функционирующая (включая установку и съем заготовок), обладающая свойством автоматизированной переналадки на другую деталь и имеющая возможность встраивания в ГПС. Главная проблема в ГПС – это строгая и точная ориентация деталей, заготовок при всех манипуляциях загрузки-выгрузки. Роботы, к сожалению, до сих пор еще не имеют надежного зрения. Для небольших деталей правильной формы (например, тела вращения) применяют кассеты с ячейками (штыри, решетки с отверстиями). Детали сложной формы устанавливают на специальные приспособления – спутники (палеты). Это металлическая плита, имеющая точные поверхности для установки ее на станке и систему зажимов детали вручную перед загрузкой на склад. Спроектируем гибкую автоматизированную систему для механической обработки детали типа «Опора». Так как одной из разновидностей ГПМ является роботизированный технологический комплекс (РТК), состоящий из нескольких станков, где функцию загрузки- выгрузки выполняет промышленный робот.



1 – Автоматизированный склад, 2 – точка пересечения, 3 – тележка,
4 – позиция для взятия заготовки (инструмента), 5 – робот,
6 – токарный станок, 7 – токарный станок с ЧПУ, 8 – координат. расточ. станок с ЧПУ.

Рисунок 10 - Схема гибкой производственной системы

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A21	Данковцеву Григорию Олеговичу

Институт	ИФВТ	Кафедра	ФВТМ
Уровень образования	Бакалавриат	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	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос
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	-
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Расчет затрат на годовой выпуск продукции: - материальные затраты - электроэнергия на технологические нужды - заработная плата с отчислениями на социальные нужды - общепроизводственные и общехозяйственные расходы
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Анализ безубыточности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Расчет затрат на годовой выпуск продукции
2. График безубыточности

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гаврикова Н.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A21	Данковцев Григорий Олегович		

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Расчет затрат на изготовление детали

В данном разделе выпускной квалификационной работы, произведем расчет затрат на годовой выпуск деталей, проведем анализ безубыточности [12].

Таблица 10 - Спецификация основных материалов и сырья

№№ п/п	Материал	Ед. изм.	Цена за ед., руб.	Норма расхода на изделие	Сумма на изделие, руб.
1	2	3	4	5	6
2	Сталь 35 круг Ø320мм	т	45900	0,26	11934

Суммарные затраты на сырье для производства одной единицы продукции составили 11934 рублей.

Таблица 11 - Затраты электроэнергии на производство опоры

№ п/п	Наименование оборудования	Мощность, кВт	Время эксплуатации, (ч. на ед. прод.)	Расход электроэнергии (кВт на ед. прод.)
1	Отрезной круглопильный станок 8Г663-400	9,12	1,3	11,9
2	Печь ПКМ 6.8.4	27	4	108
3	Пресс ТМП 630 модель КА8538	37	0,5	18,5
4	Токарный станок 1Н65	23,62	0,8	19
5	Токарный станок РС660Т	18,5	3,25	60,2
6	Координатно-расточной станок 24К40СФ4	8,61	1,85	15,95
	ИТОГО			233,55

Затраты на электроэнергию производства одной единицы продукции составили 233,5 кВт. Далее произведем расчет заработной платы рабочих и рассчитаем затраты на годовой выпуск продукции детали «опора».

Таблица 12 - Заработная плата производственных рабочих

Производственные рабочие	Норма времени на выполнение операции, час	Часовая тарифная ставка, руб.	Сдельная расценка, руб.
Станочник заготовительного оборудования	1,3	200	260
Термист	4,2	180	756
Штамповщик	0,5	200	100
Токарь	0,82	220	181
Оператор станка с ЧПУ	5,1	300	1530
Слесарь	0,8	200	160
Мойщик	0,15	150	25
Консервировщик	0,25	150	40
Итого на изделие	3052 рублей на одну единицу продукции		

Таблица 13 - Расчет затрат на годовой выпуск продукции

№ № п/п	Наименование статей расхода	Ед. изм. .	Цена за ед., руб.	Расходы в нат.ед.		Затраты, тыс. руб.		Прим.
				На 1 ед.	На 1000 шт.	На 1 ед.	На 1000 шт.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Сырье и основные материалы	м	1193 4	0,410	410	11,93 4	12304	Табл. 10
2.	Электроэнергия на технологические нужды	кВт	4,63	233,5 5	24079 1	1,085	1114	Табл. 11
3.	Заработная плата основных производственных рабочих	тыс. руб. .	-	-	-	3,052	3146	Табл. 12
4.	Отчисления на социальные нужды	тыс. руб. .	-	-	-	0,916	943,8	30% от ст. 3
5.	Общепроизводственные расходы	тыс. руб. .	-	-	-	8,090	8336, 9	265% от ст. 3*

Продолжение таблицы 13

6.	Общехозяйственные расходы	тыс руб	-	-	-	10,22 4	10540	335% от ст. 3*
Полная себестоимость, в т.ч.		тыс руб	-	-	-	35,30 1	36385	1+2+3+4 + 5+6
Условно-переменные затраты		тыс руб	-	-	-	16,98 7	17508	1+2+3+4
Условно-постоянные затраты		тыс руб	-	-	-	18,31 4	18877	5+6

* Ставки общепроизводственных и общехозяйственных расходов приняты в соответствии со ставками, используемыми на ОАО «Томский электротехнический завод».

3.2 Анализ безубыточности изготовления детали

Точка безубыточности – минимальный объем производства и реализации продукции, при котором расходы будут компенсированы доходами, а при производстве и реализации каждой последующей единицы продукции предприятие начинает получать прибыль. Точку безубыточности можно определить в единицах продукции, в денежном выражении или с учётом ожидаемого размера прибыли.

Цель анализа – определение точки безубыточности, т.е. минимального объема продаж, начиная с которого предприятие не несет убытков. Это означает, что выручка от реализации продукции (В) должна быть равна общим затратам на производство и реализацию продукции:

$$B = Z_{\text{пост}} + Z_{\text{пер}},$$

Выразим эту формулу через объем продаж (Q):

$$Q \cdot C_i = Z_{\text{пост}} + Z_{\text{пер}} \cdot Q,$$

где $З_{\text{пост}}$ – постоянные затраты на весь выпуск продукции, руб.;

$З_{\text{пері}}$ – переменные затраты на единицу продукции, руб./т;

$Ц_i$ – цена единицы продукции, руб./т. (расчет цены произведем исходя из планируемого уровня рентабельности 20%, поэтому цену назначаем 43000 руб.)

Тогда точка безубыточности определится следующим образом:

$$Q_{\text{ТБ}} = \frac{З_{\text{пост}}}{Ц_i - З_{\text{пері}}} = \frac{18887000}{43000 - 16987} = 726 \text{ шт.}$$

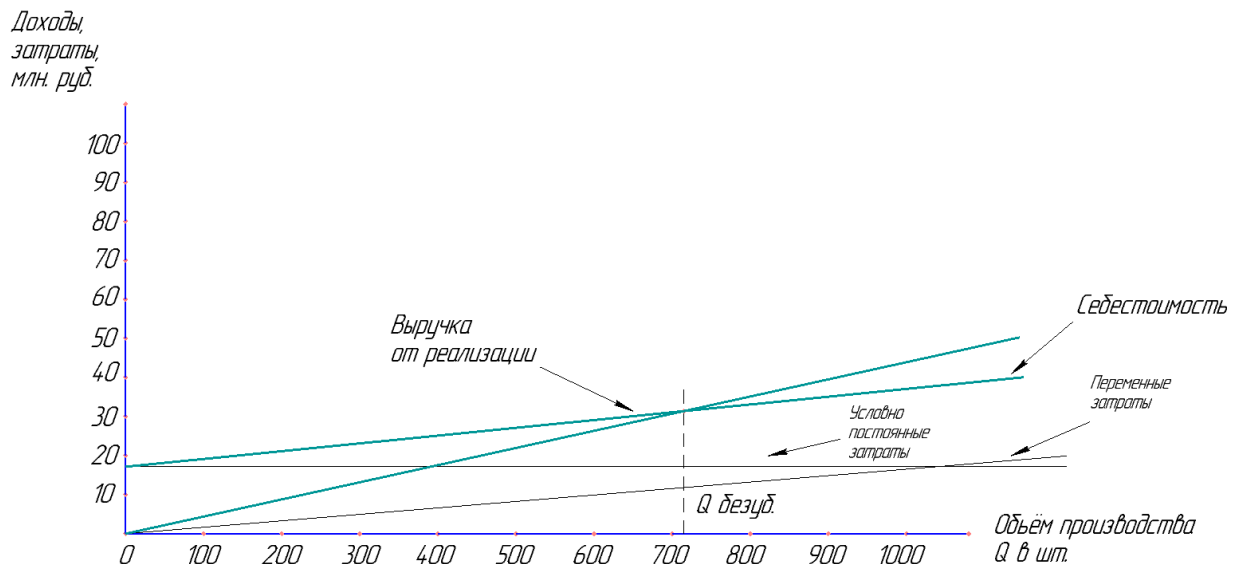


Рисунок 11 – График нахождения точки безубыточности

Исходя из проведенного анализа безубыточности изготовления детали типа «Опора», следует что для мелкосерийного производства детали необходимо как минимум производить 726 деталей в год, чтобы не быть в минусе.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A21	Данковцеву Григорию Олеговичу

Институт	ИФВТ	Кафедра	ФВТМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объектом исследования является производственный технологический процесс детали типа «Опора».
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность: Анализ выявленных вредных и опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	Движущиеся машины и механизмы; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов и заготовок; повышенные уровни шума и вибрации на рабочих местах; недостаточная освещенность рабочей зоны; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования, электрический ток.
2. Экологическая безопасность:	Источники загрязнения гидросферы: использованная смазочно – охлаждающая жидкость для механической обработки деталей.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные чрезвычайные ситуации на производстве: пожар.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Правовые и организационные нормы трудового законодательства.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A21	Данковцев Григорий Олегович		

4 Социальная ответственность

4.1 Производственная безопасность

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность (риск) воздействия на рабочих, опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Для выбора опасных факторов на данном производстве используем ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Проанализировав всевозможные опасные и вредные факторы на данном производстве, занесем их в таблицу 14, приведем нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора.

Таблица – 14 Опасные факторы при проведении технологических операций

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Заготовительная операция, оборудование: отрезной круглопильный станок 8Г663-400. 2. Горячештамповочная объемная механическая операция, оборудование: печь ПКМ 6.8.4; пресс ТМП 630 модель КА8538. 3. Токарная операция, оборудование: токарный станок 1Н65.	1. Превышение уровней шума и вибрации; 2. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны.	1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; 2. Электрический ток; 3. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материала и заготовок. 4. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.	шум: СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96; вибрация: СанПиН 2.2.4/2.1.8.566-96; освещение: СанПиН 52.13330.2011; отопление: СанПиН 60.13330.2012; Электричество: ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ; Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ.

Продолжение таблицы 14

1. Токарная операция с ЧПУ, оборудование: токарный станок РС660Т с ЧПУ. 2. Координатно – расточная операция с ЧПУ, оборудование: координатно – расточной станок 24К40СФ4 с ЧПУ.	1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны. 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.	1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; 2. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.	СанПиН к ЭВМ: 2.2.1/2.1.1.1278-03; СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96; СанПиН отопление: 60.13330.2012; Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ.
1. Слесарная операция. 2. Промывочная операция. 3. Консервация.	1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.	1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; 2. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.	СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96; Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ.

Далее более подробно изучим выявленные вредные и опасные факторы. Рассмотрим каждый фактор на предмет источника возникновения фактора и характера природы фактора. Приведем допустимые нормы с необходимой размерностью, а также средства индивидуальной и коллективной защиты для минимизации воздействия фактора.

Превышение уровней шума и вибрации

Источником возникновения данного фактора является пресс ТМП модель КА 8538, молот большой массой ударяет по детали n_{oc} - количество раз, что приводит к большому шуму и вибрации не только цеха, в котором он находится, но и расположенного вблизи соседнего цеха. Данный фактор относится к природе физического характера. Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96, допустимый уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 80 дБ. Уровень вибрации согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.566-96, не превышает 50 Гц, в производственных помещениях. Вид вибрации – общая, третьей категории. Для того чтобы минимизировать воздействия вибрационного фактора, нужно соорудить отдельный цех по горячеобъемной штамповки, под пресс постелить бетонное покрытие необходимой толщины, чтоб снизить уровень вибрации. Чтобы снизить воздействие фактора шума, необходимо оснастить группу рабочих, которые работают непосредственно с данным оборудованием, берушами или специальными наушниками.

Отклонение параметров микроклимата

Основные виды работ, выполняемые рабочими, по степени физической тяжести, относятся к категории средних работ. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений, в соответствии с периодом года и категорией работ, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 предоставлены в таблице 15.

Таблица 15 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °C	Температура поверхностей, °C	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Категория Пб (233...290)	17-19	16-20	40-60	0,2
Теплый	Категория Пб (233...290)	19-21	18-22	40-60	0,2

В помещении должна быть предусмотрена система отопления, функционирующая в зимнее время, которая обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха.

Недостаточная освещенность

Освещённость – физическая величина, характеризующая освещение поверхности, создаваемое световым потоком, падающим на эту поверхность, измеряется в люксах (СИ) и обозначают её буквой E.

Хорошее освещение действует тонизирующие, создаёт хорошее настроение, улучшает протекание основных процессов нервной высшей деятельности. Улучшение освещённости способствует улучшению работоспособности даже в тех случаях, когда процесс труда практически не зависит от зрительного восприятия. Работая при освещении плохого качества или низких уровней, люди могут ощущать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. В ряде случаев это может привести к головным болям. Причинами во многих случаях являются слишком низкие уровни освещенности, слепящее действие источников света и соотношение яркостей, которое недостаточно хорошо сбалансировано на рабочих местах.

В производственных помещениях, в случаях преимущественной работы с деталями, допускается применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения деталей, инструментов и тд.). Освещенность на рабочих поверхностях столов в зоне размещения детали должна быть 300-500 лк.

Электрический ток

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Цех производственного предприятия относится к категории помещений с повышенной опасностью, т.к. в помещении имеются токопроводящие пола, повышенная влажность и т.д. Оборудование должно подключаться к сети, которая имеет защитное заземление.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает тепловое (ожоги, нагрев сосудов), механическое (разрыв тканей, сосудов при судорожных сокращениях мышц), химическое (электролиз крови), биологическое (раздражение и возбуждение живой ткани) или комбинированное воздействие. Основными средствами и способами защиты от поражения электрическим током являются: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения; защитное заземление, зануление или отключение; вывешивание предупреждающих надписей; контроль за состоянием изоляции электрических установок.

Требования электробезопасности электроустановок производственного и бытового назначения на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации, а также технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность электроустановок различного назначения приведены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

Термическая опасность

Источником данного фактора может возникнуть горячий инструмент, заготовка, поверхности оборудования и др. Характер фактора – физический.

Термические опасности могут приводить к следующим опасностям:

- ожогам и ошпариванию из-за соприкосновения с предметами или материалами, имеющими чрезвычайно высокую или низкую температуру, вызванную, например, пламенем или взрывом, а также излучением источников тепла;

- ущербу здоровью из-за воздействия высокой или низкой температуры окружающей производственной среды.

Работники, связанные с термической обработкой заготовки (детали) должны иметь при себе средства индивидуальной защиты: специальные защитные очки, индивидуальные средства защиты органов дыхания, перчатки, прихваты, прижимы и др. Данные средства защиты подойдут и для защиты от механических повреждений, таких как, острые кромки, шероховатость поверхностей заготовки и др.

4.2 Экологическая безопасность

В результате изготовления детали по технологическому процессу, был выявлен источник загрязнения гидросферы – использованная смазочно – охлаждающая жидкость для обработки детали.

Приготовление жидкости состоит в смешении масла с водой и эмульгатором. Все масляные эмульсии обладают большой устойчивостью. При обычном отстаивании в течение трех месяцев концентрация масла снижается всего на 10—20 %. Обычно срок службы эмульсий не превышает одного месяца.

Сброс отработанных СОЖ в канализацию наносит вред окружающей среде и является расточительным. Утилизация отработанных СОЖ проводится путем разрушения эмульсии, разделения ее на компоненты и очистки последних. Содержание масла в СОЖ достигает 50 г/л, а количество СОЖ, подлежащих замене на предприятии, составляет от 1 до 300 м³/сут. Поэтому регенерация отработанных эмульсий на предприятиях экономически эффективна.

Для разрушения эмульсий применяют следующие методы:

- центрифугирование,
- реагентную коагуляцию,
- термический метод,
- а также их комбинацию.

На данном предприятии предлагается применять метод центрифугирования. В процессе центрифугирования при большой частоте вращения происходит разрушение коллоидной системы, в результате которого

масло, имеющее меньшую плотность, чем вода, отделяется от дисперсионной среды. Для облегчения этого процесса в эмульсию добавляют кислоту, в присутствии которой разрушается гидратная оболочка эмульгатора на поверхности частиц масла. Содержание ее в смеси должно обеспечивать pH среды, равный 1-2, что требует изготовления центрифуги в кислотостойком исполнении. Таким образом, задача с утилизацией использованной смазочно-охлаждающей жидкости решена.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайными ситуациями на производственном предприятии могут быть пожары. Основы пожарной безопасности определены по ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ 12.1.010-76. Все производства по пожарной опасности подразделяются на 5 категорий: А, Б, В, Г, Д. Производственное помещение, в котором выполняется технологический процесс, относится к категории В. Причинами пожара могут быть: токи короткого замыкания, электрические перегрузки, выделение тепла, искрение в местах плохих контактов при соединении проводов, курение в неположенных местах.

4.3.1 Обоснование мероприятий по предотвращению пожара и разработка порядка действия в случае его возникновения

Тушение горящего электрооборудования под напряжением должно осуществляться имеющимися огнетушителями ОУ-5. Чтобы предотвратить пожар в производственном помещении, необходимо:

- содержать помещение в чистоте, убирать своевременно мусор. По окончании работы поводить влажная уборка всех помещений;
- работа должна проводиться только при исправном электрооборудовании;
- на видном месте должен быть вывешен план эвакуации из здания с указанием оборудования, которое нужно эвакуировать в первую очередь;
- уходящий из помещения последним должен проверить выключены ли нагревательные приборы, электроприборы, оборудование и т.д. и отключение силовой и осветительной электрической сети.

Также необходимо соблюдение организационных мероприятий:

- правильная эксплуатация приборов, установок;
- правильное содержание помещения;
- противопожарный инструктаж сотрудников аудитории;
- издание приказов по вопросам усиления ПБ;
- организация добровольных пожарных дружин, пожарно-технических комиссий;
- наличие наглядных пособий и т.п.

В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо вызвать пожарную охрану по номеру 01 и покинуть помещение, руководствуясь планом пожарной эвакуации.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.4.1 Правовые вопросы обеспечения безопасности

Согласно трудовому кодексу РФ, принятому 26 декабря 2001 г., существует перечень регламентов касающихся правовых вопросов обеспечения безопасности, таких как:

- заключение трудового договора допускается с лицами, достигшими возраста шестнадцати лет, за исключением случаев, предусмотренных настоящим Кодексом, другими федеральными законами;
- лица, получившие общее образование или получающие общее образование и достигшие возраста пятнадцати лет, могут заключать трудовой договор для выполнения легкого труда, не причиняющего вреда их здоровью;
- обязательному предварительному медицинскому осмотру при заключении трудового договора подлежат лица, не достигшие возраста восемнадцати лет, а также иные лица в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами;
- нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать сорока часов в неделю;

– во время регламентированных перерывов целесообразно выполнять комплексы упражнений и осуществлять проветривание помещения.

4.4.2 Организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», существует ряд общих положений, которые предъявляются к системе «человек — машина — среда», таких как:

– эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливать его соответствие антропометрическим, физиологическим, психофизиологическим и психологическим свойствам человека и обусловленным этими свойствами гигиеническим требованиям с целью сохранения здоровья человека и достижения высокой эффективности труда;

– эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливаться к тем его элементам, которые сопряжены с человеком при выполнении им трудовых действий в процессе эксплуатации, монтажа, ремонта, транспортирования и хранения производственного оборудования;

– при установлении эргономических требований к производственному оборудованию необходимо рассматривать оборудование в комплексе со средствами технологической и в необходимых случаях организационной оснастки.

Также в данном ГОСТе фиксируются общие требования к рабочему месту, требования к органам управления оборудования, требования к средствам отображения информации и многое другое.

Согласно ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования», определяются общие эргономические положения при работе стоя, такие как:

- рабочее место для выполнения работ стоя организуют при физической работе средней тяжести и тяжелой, а также при технологически обусловленной величине рабочей зоны, превышающей ее параметры при работе сидя. Категория работ - по ГОСТ12.1.005-76;

- конструкция, взаимное расположение элементов рабочего места (органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы;

- рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда.

Также в данном ГОСТе указаны общие характеристики рабочего места, требования к размещению органов управления и средств отображения информации.

Заключение

Цель и задачи, поставленные выпускной квалификационной работе, были выполнены. В ходе написания работы главной целью являлось рассмотрение темы, технологической подготовки производства для изготовления детали типа «Опора». Был проведен анализ технологичности детали, в котором были приняты во внимание конструкторские базы, допуски, базируемые поверхности и другие не маловажные факторы для обработки детали, который показал, что деталь является технологичной по большинству показателей. На основании анализа технологичности, выбора способа получения заготовки и изученной технологии изготовления детали в условиях производства, была намечена допустимая последовательность обработки поверхностей детали. Для проектирования технологического процесса был выполнен расчет припусков на обработку наружных и внутренних поверхностей, а далее и сам технологический процесс с подборкой средств технологического оснащения, средств контроля и точности изготовления детали, а также нормирование технологических переходов, установов и операций, также разработана маршрутная карта и операционная карта. Для более ясной картины обработки детали были рассчитаны режимы резания для всех операций. Деталь почти полностью изготавливается на станках с ЧПУ, поэтому были написаны программы для системы Siemens, также разработаны карты наладки. Так же был выполнен раздел по финансовому менеджменту, где рассчитаны затраты на производство одной единицы продукции и в условиях мелкосерийного производства, проведен анализ безубыточности изготовления детали. В разделе социальной ответственности были проанализированы всевозможные опасные и вредные факторы которые могут возникнуть на производстве, безопасность при чрезвычайных ситуациях, а также экологическая безопасность. Данный раздел показывает, что на производстве необходимо соблюдать инструкции по безопасности, при работе на специализированном оборудовании, а также и при возникновении опасных ситуаций.

Список используемой литературы

1. Митрофанов С.П. Групповая технология машиностроительного производства: Учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» - Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1985г. – 496 с.
2. Основы технологической подготовки производства. – Учебное пособие, под. Ред. С.А. Медведева, Санкт-Петербург, 2010г. – 69с.
3. Анализ современных систем автоматизированного проектирования технологических процессов. – Статья, под. Ред. И.Н. Фролова, О.И. Кутилова, Нижегородск 2010г.
4. Основные методы проектирования технологических процессов, [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://de.ifmo.ru/bk_netra/page.php?dir=3&tutindex=4&index=18&layer=1
5. Анализ технологичности конструкции детали, [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://studopedia.org/6-87072.html>
6. Обеспечение эксплуатационных свойств деталей: Научная статья по специальности «Машиностроение». Автор: Дудников И.А. 2011г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-ekspluatatsionnyh-svoystv-detaley-opredelyayuschih-nadyozhnost-selskohozyaystvennyh-mashin>
7. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003г. – 324с.
8. Технология машиностроения. Расчет припусков и межпереходных размеров: Учебное пособие/ В.Е. Авраменко, Ю.Ю. Терсков. Красноярск: ПИ СФУ, 2007. 88с.
9. Справочник технолога-машиностроителя в 2 т. / под ред. А.М. Дальского; А.Г. Косиловой; Р.К. Мещерякова; А.Г. Сулова. – 5-е изд., испр. – Москва: Машиностроение-1 Машиностроение, 2003.
10. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.

11. Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 144 с.
12. Размерный анализ технологических процессов/ В.В. Матвеев, М.М. Тверской, Ф.И. Бойков и др. // Б-ка технолога. – М.: Машиностроение, 1982. – 264 с.
13. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие/ Криницина З.В., Видяев И.Г.; Томский политехнический университет. – Томск: Издательство ТПУ, 2014. – 73с.
14. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
15. Гибкая производственная система: Библиотека технической литературы, [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://delta-grup.ru/bibliot/6/106.htm>
16. Ковка и штамповка: Справочник/ Под ред. Е.И. Семенова. – М.: Машиностроение, 2010г. – 720с.
17. Обработка металлов резанием: справочник технолога / Под ред. А. А. Панова. -2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.
18. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филипов, Н.А. Шевченко и др.; под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1987. – 846 с.
19. Станочные приспособления: Справочник / В 2-х т. / Ред. совет Б.Н. Вардашкина и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 1248 с.
20. Технологияковки и горячей объёмной штамповки: Учебное пособие/ Под ред. И.Л. Константинова. – Москва ИНФРА-М, 2014г. – 550с.