

Институт физики высоких технологий

Направление 15.03.01 МашиностроениеПрофиль подготовки Машины и технология высокоэффективных процессов
обработки материаловКафедра Физика высоких технологий в машиностроении

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

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

УДК 62-214:658.512

Студент

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4А21	Мартынов Роман Сергеевич		14.06.2016

Руководитель

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н.		14.06.2016

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гаврикова Н.А.			02.06.2016

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		21.05.2016

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФВТМ	Псахье С.Г.	д.ф-м.н., профессор		14.06.2016

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

09.02.2016 С.Г. Псахье
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4A21	Мартынову Роману Сергеевичу

Тема работы:

Технологическая подготовка производства детали «Корпус» на станках с ЧПУ

Утверждена приказом ректора (дата, номер)

17.03.2016 №2110/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

14.06.2016

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж; Тип производства.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ технологичности детали. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного станочного приспособления.
Перечень графического материала	Чертеж изделия; Технологические карты; Карты наладки.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологическая часть	В.П. Должиков
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Н.А. Гаврикова

Социальная ответственность	Ю.В. Анищенко
Название разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	09.02.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н.		09.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4А21	Мартынов Роман Сергеевич		09.02.2016

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку в размере 80 с., 17 рис., 29 табл., 9 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: технологическая подготовка производства, анализ технологичности, технологический процесс, корпус.

Объектом исследования является: деталь типа «Корпус»

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

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

Расчёты: припуски, режимы, усилия, погрешности, размерный анализ, технико-экономические показатели.

Степень внедрения: мелкосерийное производство детали типа «Корпус».

Область применения: машиностроение.

Оглавление

Введение	6
1 Технологическая подготовка производств	7
1.1 Основные положения	7
1.2 Этапы технологической подготовки изготовления детали «Корпус»	9
1.3 Обеспечение эксплуатационных свойств детали	11
2 Проектирование технологического процесса изготовления детали	13
2.1 Анализ технологичности конструкции детали	17
2.2 Способ получения заготовки	19
2.3 Проектирование технологического маршрута	21
2.4 Проектирование технологических операций	27
2.5 Расчет припусков на обработку	36
2.6 Выбор средств технологического оснащения	39
2.7 Выбор и расчет режимов резания	43
2.8 Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ	52
2.9 Размерный анализ технологического процесса	53
2.10 Технично– экономические показатели технологического процесса	54
2.11 Проектирования и выбор средств технологического оснащения	57
2.11.1 Выбор приспособления, обоснования и принцип работы	58
2.11.2 Проверка закрепления заготовки	59
2.11.3 Расчет погрешности базирования и установки заготовки	60
2.11.4 Расчет усилий зажима заготовки	61
2.12 Проектирование гибкой производственной системы	62
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	67
3.1 Расчет затрат на изготовление детали	67
3.2 Анализ безубыточности изготовления детали	69
4 Социальная ответственность	72
4.1 Производственная безопасность	72
4.2 Экологическая безопасность	75
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	76
4.3.1 Обоснование мероприятий по предотвращению пожара и разработка порядка действия в случае его возникновения	76
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	77
4.4.1 Правовые вопросы обеспечения безопасности	77
4.4.2 Организационные вопросы обеспечения безопасности	78
Заключение	79
Список используемой литературы	80
Приложение А (Таблица 21 – Размерный анализ технологического процесса)	81
Приложение Б (Таблица 28 – Опасные факторы при проведении технологических операций)	85
Приложение В (Альбом технологической документации)	89

Введение

Машиностроение – наиболее крупная комплексная отрасль, определяющая уровень научно-технического прогресса во всем народном хозяйстве, поскольку обеспечивает все отрасли машинами, оборудованием, приборами, а население – предметами потребления. Машиностроение включает в себя металлообработку, сборку и ремонт машин и оборудования. Для нее особенно характерно углубление специализации производства и расширение ее масштабов.

Одной из главных задач машиностроения является коренная реконструкция и опережающий рост таких отраслей, как станкостроение, приборостроение, электротехническая и электронная промышленность, производство вычислительной техники, что позволит России набрать темпы для приближения 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.

В данной выпускной квалификационной работе будут рассматриваться вопросы проектирования технологического процесса, маршрута, операций, а также средств технологического оснащения и гибкой производственной системы на примере детали типа «Корпус».

Немаловажной частью ВКР будет являться разработка управляющих программ (УП) для обработки детали на станках с числовым программным управлением (ЧПУ), технической документации и расчет припусков на механическую обработку. Поскольку целями реального производства является извлечение максимальной прибыли и достижение требуемых эксплуатационных свойств изделий, нужно свести такие производственные факторы как брак к минимуму. В связи с этим необходимо произвести размерный и прочностной анализ детали, для возможности реального производства детали «Корпус».

1 Технологическая подготовка производства

1.1 Основные положения

Технологическая подготовка производства (ТПП) представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих технологическую готовность предприятия к выпуску продукции необходимого качества при установленных сроках, объеме производства и затратах. Содержание и объем ТПП зависят от типа производства, конструкции и назначения изделия. Под технологической готовностью понимается наличие полного комплекта технологической документации и средств технологического оснащения, необходимых для производства новых изделий [1].

ТПП должна производиться в соответствии со стандартами Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП).

ЕСТПП - это установленная государственными стандартами система организации и управления процессом технологической подготовки производства, предусматривающая широкое применение прогрессивных технологических процессов, стандартной технологической оснастки и оборудования, средств механизации и автоматизации производственных процессов, инженерно-технических и управленческих работ.

ЕСТПП обеспечивает единый системный подход всех предприятий и организаций к выбору и применению методов и средств технологической подготовки производства; освоение производства изделий высшей категории качества в минимальные сроки при минимальных трудовых и материальных затратах на технологическую подготовку производства на всех стадиях создания изделия, включая опытные образцы (партии) изделий; организацию производства высокой степени гибкости, допускающую возможность его непрерывного совершенствования и быструю переналадку на выпуск новых изделий; рациональную организацию механизированного выполнения комплекса инженерно-технических и управленческих работ; взаимосвязь технологической подготовки производства и управления ею с другими системами и подсистемами управления.

Комплекс стандартов делится на 5 групп:

- группа 0 включает стандарты, касающиеся общих положений системы, основных требований к ТПП; здесь даны термины и определения основных понятий, порядок оценки технико-экономического уровня ТПП;

- в группе 1 представлены стандарты, определяющие правила организации и управления ТПП, выбора стадий разработок документации, формирования организационных структур, правила моделирования систем и автоматизированного решения задач, организации инструментального хозяйства;
- в группе 2 объединены стандарты, регламентирующие правила обеспечения технологичности конструкций изделий в целом. А также по их видам и стадиям разработки, состав показателей технологичности и правила их выбора, порядок ведения технологического контроля конструкторской документации;
- группа 3 представляет стандарты, излагающие порядок разработки и применения технологических процессов, средств технологического оснащения, правила выбора и применения оборудования, оснастки, средств контроля, механизации и автоматизации производственных процессов, правила организации автоматизированного проектирования процессов и средств оснащения;
- группа 4 включает стандарты, определяющие правила применения технических средств механизации и автоматизации инженерно-технических работ, программирования и алгоритмизации решения задач, организации информационного, математического и технического оснащения, правила формирования комплексно-автоматизированных систем, выбора объектов и очередности автоматизации решения задач ТПП.

Разработка документации по организации управления ТПП выполняется в три стадии: разработка технического задания, технического и рабочего проектов.

При разработке технического задания проводится организационно-технический анализ существующих методов и средств ТПП, разрабатываются предложения по организации, планированию и управлению.

В техническом проекте приводятся общая структурная схема подготовки производства и организационная структура служб, основные положения по организации работ; выполняются унификация и стандартизация форм документов; разрабатываются технические задания на автоматизацию решения задач по ТПП.

В рабочем проекте излагаются информационная модель ТПП, положения и должностные инструкции, даются решения по типизации и стандартизации технологических процессов, унификации технологической оснастки; выдается рабочая документация для решения задач на ЭВМ.

Технологическая подготовка производства ведется по двум направлениям: для освоения производства нового изделия и для совершенствования технологического процесса, не связанного с изменением конструкции изделия.

Каждое направление имеет свои задачи, содержание и перечень работ, которые зависят прежде всего от вида продукции и назначения технологического процесса.

В соответствии с требованиями ЕСТПП технологические процессы разрабатывает специальная инженерная служба машиностроительного предприятия - отдел главного технолога.

Технологические процессы в виде заполненных технологических документов (маршрутных, операционных карт и др.), в соответствии со стандартами Единой системы технологической документации (ЕСТД), передаются рабочим-исполнителям и службам организации производства. Цеховые технологи контролируют соблюдение технологической дисциплины, т.е. правильность выполнения технологического процесса.

Разработка технологических процессов производится для изготовления или ремонта изделий, конструкция которых отработана на технологичность.

Технологичность - это совокупность свойств конструкции изделия, проявляемых в возможности оптимизации затрат труда, средств, материалов и времени при технологической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте по сравнению с соответствующими показателями однотипных конструкций изделий того же наименования при обеспечении установленных значений показателей качества в принятых условиях изготовления, эксплуатации и ремонта.

1.2 Этапы технологической подготовки производства детали «Корпус»

В качестве технического задания для ВКР был выдан чертеж детали, производство которой предполагается на конкретном предприятии. Чертеж детали смотреть в приложении В. Далее подробно рассмотрим этапы подготовки производства детали типа «Корпус».

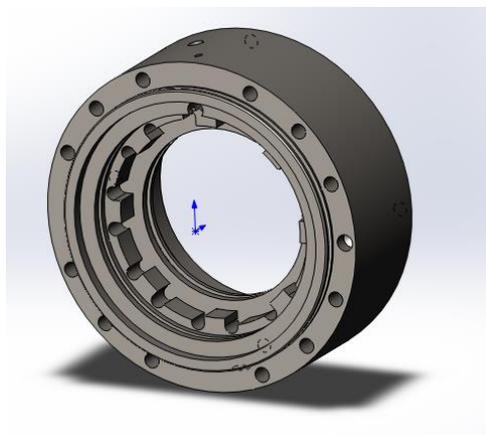


Рисунок 1- Изображение модели детали «Корпус»

Первый этап подготовки производства данной детали будет являться разработкой маршрутной технологии. Эта стадия будет содержать в себе последовательность выполнения основных операций изготовления данной детали. Заготовительную операцию, токарную, токарную с ЧПУ, фрезерную, координатно – расточную с ЧПУ, термическую, слесарную, промывочную и операцию консервации. Для каждой операции необходимо специализированное оборудование, например, для термической операции была подобрана печь муфельная для нагрева заготовки до нужной температуры, с учетом габаритов и массы заготовки, таким же образом подбирается и оборудование для других операций. Одновременно с этим этапом был осуществлен 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 были разработаны несколько вариантов операционной технологии, содержание которых составляют пооперационные технологические карты. Они содержат указания и параметры выполнения каждой производственной операции. Несколько вариантов нужны для того, чтобы выбрать из них один целесообразно-выгодный вариант технологии. Выбранная технология производства должна обеспечивать повышение производительности труда, требуемое качество изготовления при наиболее низкой себестоимости продукции по сравнению с другими вариантами. Так же на данном этапе были написаны программы для станков с ЧПУ. Данный метод обработки позволяет изготовить деталь с более точными размерами, сэкономить время изготовления детали, автоматизировать технологический процесс, а также данное оборудование универсально, вот, например, на координатно-расточном станке с ЧПУ можно выполнять и сверлильные и фрезерные операции.

На заключительном этапе технологической подготовки производства детали было произведено 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 оформлены в соответствии с ГОСТами.

1.3 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

При воздействии внешних нагрузок на детали, они должны эксплуатироваться не изменяя своих свойств, поэтому требуется производить анализ, с целью повышения качества конструкции. Помимо этого, прочностной анализ также необходим из экономических соображений, для того, чтоб избежать затрат на опытное производство и проверку прочности деталей в реальных условиях, либо уменьшить их. Такой анализ в значительной мере определяется методом математического моделирования, статистики и теории вероятности.

В нашем случае моделирование и расчеты были выполнены при помощи программного пакета SolidWorks Simulation Xpress Study.

Предположим, что наша деталь базируется по торцу (установочная база), наружной цилиндрической поверхности (направляющая база), отверстиям на торце (опорная база). Приложим распределенную нагрузку $50\,000\text{ Н/м}^2$ по внутренней поверхности таким образом, чтобы она давила на стенки корпуса в радиальном направлении, рисунок 2.

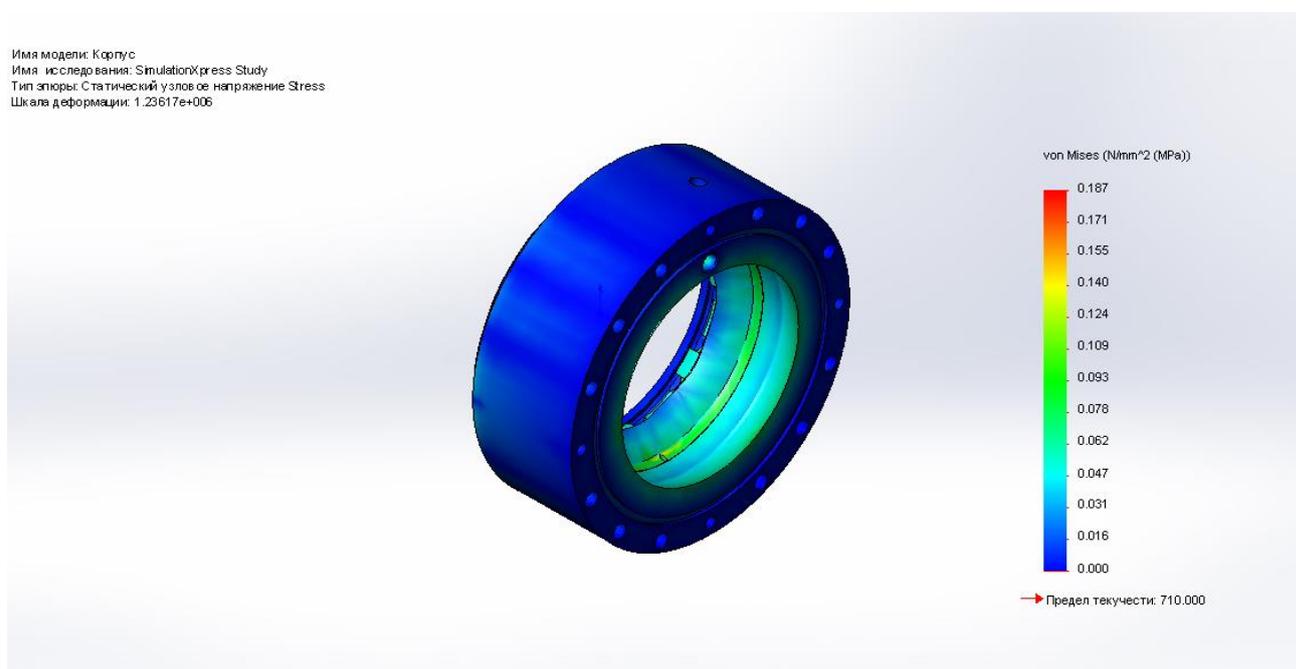


Рисунок 2 – Напряженное состояние детали

Из рисунка 2 видно, что максимальное напряжение доходит до отметки 0,187 МПа, что намного меньше предела текучести, который равен 710МПа. На остальных

конструктивных элементах, в среднем действует напряжение в 0,047 МПа. Из этого можно сделать вывод, что деталь работает в зоне упругой деформации.

Из рисунка 3 видно, что при данной распределенной нагрузке достигается перемещение внутренней стенки корпуса на $2,046 \cdot 10^{-5}$ мм, что эквивалентно 0,0246 мкм и является далеко от критического перемещения.

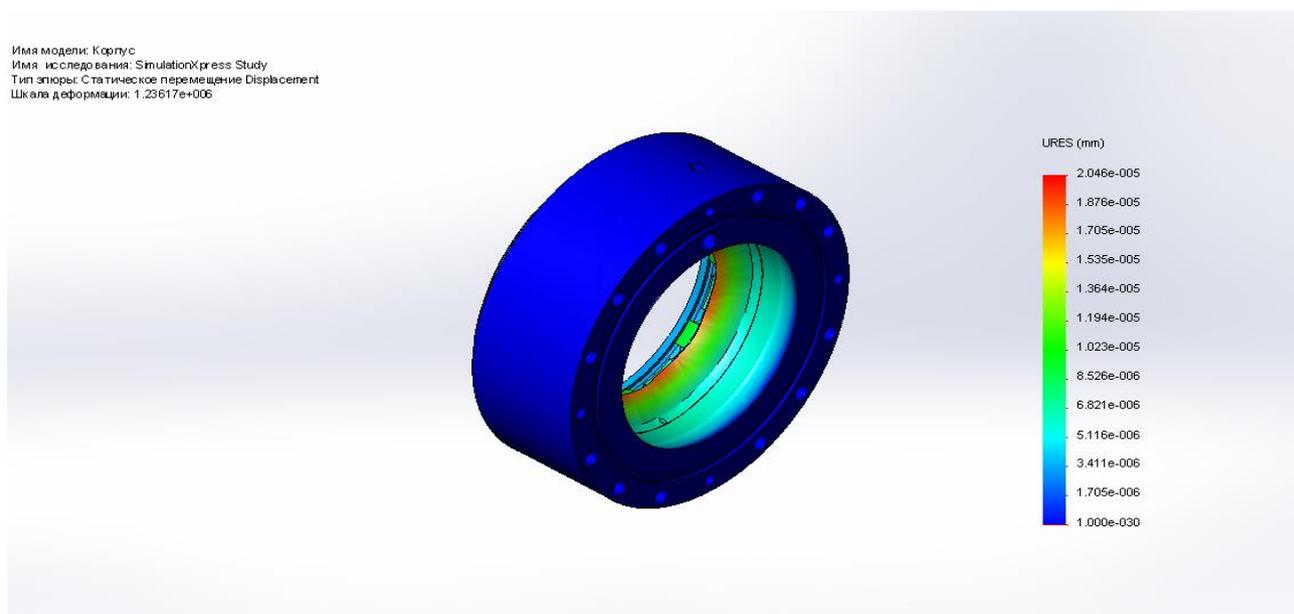


Рисунок 3 – Статическое перемещение изделия

Выполнив прочностной анализ при помощи программного пакета SolidWorks Simulation Xpress Study, можно прийти к выводу о том, что данная конструкция детали вполне удовлетворяет условиям прочности. Предел текучести при данных нагрузках не достигается.

2 Проектирование технологического процесса изготовления детали

Существует два основных метода проектирования технологических процессов, рассмотрим их подробнее.

Метод адресации - это метод основанный на использовании метода групповой обработки деталей и организации группового производства. Для этого метода характерна высокая типизация решений. Предельная типизация решений достигается при использовании типовых ТП. Разновидностью метода адресации является метод, основанный на заимствовании существующих ТП на основе поиска деталей - аналогов. Общая схема проектирования методом адресации показана на рисунке 4.

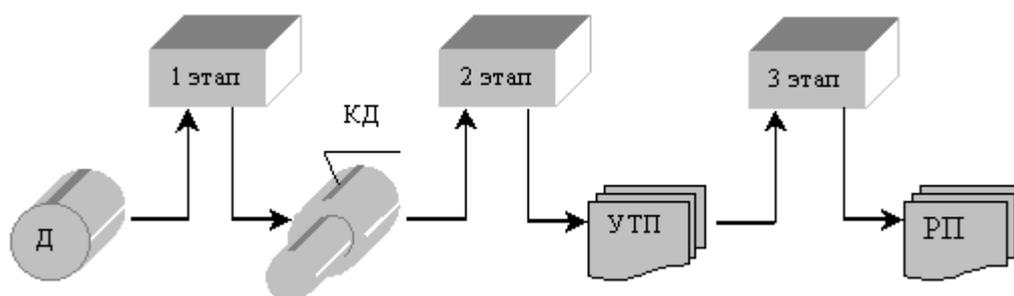


Рисунок 4 – Проектирование методом адресации: Д - модель детали; КД - модель комплексной детали; УТП - унифицированный технологический процесс; РП - рабочий ТП.

Модель к - ой комплексной детали - это описание множества деталей, которые можно обработать на к-м УТП.

Первый этап проектирования - предназначен для поиска (адресации) комплексной детали. Результатом выполнения этого этапа является номер выбранной комплексной детали.

Второй этап проектирования - предназначен выборки из базы данных модели унифицированного технологического процесса для найденной комплексной детали.

Третий этап проектирования - предназначен для настройки унифицированного технологического процесса на обработку заданной детали. На этом этапе модель УТП преобразуется в модель рабочего технологического процесса, по которому будет обработана заданная деталь.

Достоинства метода адресации:

- Работает быстро, так как метод основан на типизации решений.

- Используются все достоинства метода групповой обработки деталей и организации группового производства такие как:

- Использование высокопроизводительного оборудования при малых партиях деталей.

- Специализация рабочих мест.

- Эффективная организация и планирование производства.

Ограничение метода адресации:

- Использование этого метода возможно лишь в условиях, когда на предприятии имеется развитая групповая технология.

Метод синтеза является универсальным методом, предназначенным для проектирования технологических процессов на детали и сборочные единицы для любых изделий.

В основе метода лежит положение о том, что процесс проектирования технологических процессов является многоуровневым и итерационным. Наиболее общие решения принимаются на первом уровне (рис.2). Далее происходит оценка и отбор полученных вариантов, по какому либо критерию. Полученные варианты участвуют в принятии решения на втором уровне и так далее. При уточнении ранее принятых решений может оказаться, что эти не могут быть использованы, поэтому необходим возврат к предшествующим уровням, т. е. возникает обратная связь, необходимая для осуществления итерационных процессов. Данная методика проектирования технологических процессов основана на методе проектирования, предложенном В. Д. Цветковым и ориентирована на следующие уровни проектирования:

- уровень маршрута;

- уровень операции;

- уровень перехода.

Маршрут проектируется в следующей последовательности:

- 1) определение вида заготовки.

- 2) составление рабочего плана обработки поверхностей.

- 3) построение принципиальной схемы.

- 4) определение укрупненных операций.

- 5) упорядочение укрупненных операций.

- 6) анализ маршрута.

- 7) определение стоимости операций и выбор оптимального варианта.

- 8) формирование документов.
- 9) вывод документов на печать.

Схема проектирования маршрута представлена на рисунке 5.

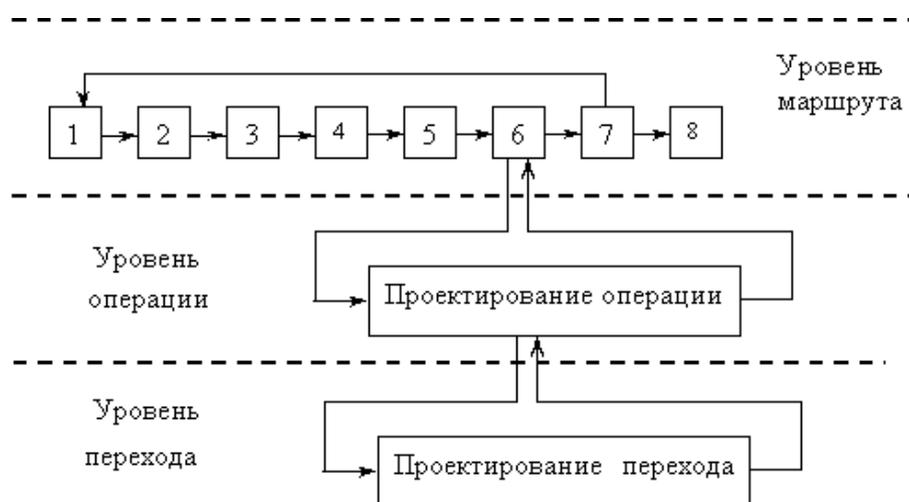


Рисунок 5 – Проектирование маршрута обработки

Классификация ТП

Согласно ЕСТД (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.

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. На базе этих ТП разрабатывают стандарты предприятий (СТП) для типовых технологических процессов.

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.

Типовые и групповые ТП являются унифицированными ТП, относящимися к группе изделий с общими конструктивными и (или) технологическими признаками. Эти ТП широко применяют в мелкосерийном, серийном и реже в крупносерийном производствах.

По классификации ЕСТД каждый из рассмотренных ТП может быть перспективным или рабочим.

Перспективным называют технологический процесс, соответствующий современным достижениям науки и техники, методы и средства которого полностью или частично предстоит освоить на предприятии.

Рабочий ТП - это ТП, выполняемый по рабочей технологической и (или) конструкторской документации. Их разрабатывают на предприятиях для изготовления различных изделий. Рабочие ТП могут быть проектными, стандартными и временными.

Проектный ТП - это ТП, выполняемый по предварительному проекту технологической документации.

Стандартный ТП - это установленный стандартом ТП, который выполняют по рабочей технологической и (или) конструкторской документации, оформленной стандартом (ОСТ, СТП) и относящейся к конкретному оборудованию, режимам обработки и технологической оснастке.

Временный ТП - это ТП, применяемый на предприятии в течение ограниченного периода времени из-за отсутствия необходимого оборудования или в связи с аварией до замены на более современный и экономичный.

При создании автоматических линий, гибких автоматизированных производств и в других случаях разрабатывают **комплексные ТП**, в состав которых кроме основных механических операций включают операции перемещения, термической обработки, контроля и очистки обрабатываемых заготовок и пр.

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 (ССБТ), инструкциями и другими нормативными документами. Основой для разработки ТП обычно служат имеющиеся типовой или групповой технологический процесс, а при их отсутствии - действующие единичные ТП изготовления аналогичных изделий.

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

2.1 Анализ технологичности конструкции детали

Каждая деталь должна изготавливаться с минимальными трудовыми и материальными затратами. Эти затраты зависят в значительной степени от правильного выбора варианта технологического процесса, его оснащения, механизации и автоматизации, применения оптимальных режимов обработки и правильной подготовки производства. На трудоемкость изготовления детали оказывают особое влияние ее конструкция и технические требования на изготовление. При отработке на технологичность конструкции детали необходимо производить оценку в процессе ее конструирования.

Произведем анализ технологичности конструкции нашей корпусной детали. Предложенная деталь изготавливается из стали **40Х ГОСТ 4543-71**, рассмотрим химический состав и свойства данного материала, и сведем его в таблицу 1.

Таблица 1 – химический состав стали 40Х ГОСТ 4543 – 71

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr
0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	До 0,3	До 0,035	До 0,035	0,8-1,1

Рассмотрим некоторые технологические свойства стали 40Х. Температураковки стали начинается 800-1250 градусов, сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе. Сталь относится к разряду трудносвариваемых сталей, но при этом не исключается возможность сварки такими способами как ручная дуговая (РДС), контактно-точечная (КТС) и электрошлаковая сварка (ЭШС). При электрошлаковой сварке необходим предварительный подогрев материала и его последующая термообработка. Контактно-точечная сварка требует только финишной термической обработки. Сплав 40Х не имеет склонности к отпускной хрупкости, однако при этом он является флокеночувствительным материалом. Флокены - это дефект структуры стали (чаще ковальной) в виде хлопьев и волосовин. Флокены ухудшают прочностные

характеристики стали и являются браковочным признаком. Провоцирует появление флокенов повышенное содержание в структуре стали водорода.

Обрабатываемость резанием доступна только в горячекатаном состоянии, при твердости по Бринеллю 163-168 единиц и временным сопротивлением разрыву 610 МПа.

В первом приближении конструктивно деталь представляет тело вращения со сложным профилем. В конструкции присутствуют канавки, проточки, отверстия, шлицы. Сама деталь представляет собой диск, поскольку отношение габаритов длины к диаметру меньше единицы. Анализ технологичности конструкции дает понятие о возможности реального изготовления данного изделия. Конструктивные **элементы доступны для обработки** в требуемом направлении за несколько установок, это, безусловно, технологично, потому что:

- недоступные элементы/выточки требуют наличие специального режущего инструмента или другого метода обработки;
- если сборка держателя инструмента не может приблизиться к элементу, то потребуются использовать длинный резец/фрезу, что нежелательно.

Поскольку **в текущей конструкции элементы являются доступными для обработки**, можно пользоваться стандартными режущими инструментами и методами обработки.

В изделии, входные и выходные поверхности высверленного отверстия должны быть перпендикулярны оси отверстия по следующим причинам:

- при применении сверла оно будет отклоняться, если поверхность, с которой соприкасается головка сверла, не будет перпендикулярна оси сверла.
- заусенцы на выходе будут не ровными по окружности выходного отверстия, это может усложнить процесс удаления заусенцев

Поскольку все отверстия удовлетворяют данному условию, можно сказать, что **отверстия выполнены технологично** в плане расположения в диаметральном и осевом направлении изделия.

Отверстия не проходят через полости, ось сверла в каждом случае проходит через сплошной материал. На всех глухих отверстиях присутствует конусообразное дно. Стандартное спиральное сверло создает конусообразное дно отверстий, следовательно, можно применять стандартные сверла. Кроме того, отверстия с плоским дном создают проблемы при последующих операциях, особенно при зенкеровании, которое будет необходимо выполнить для получения

отверстий по 8 и 6 квалитетам. Такая **конструктивная особенность глухих отверстий технологична.**

Отсутствие острых углов является еще одним условием технологичности конструкции. Поскольку острые внутренние углы сложно получить при процессе фрезеровки, которая необходима для механической обработки шлицов нашего изделия, размер притупления острых кромок в 0,3 мм обеспечит обработку таким методом, без применения дорогостоящих нетрадиционных процессов, таких как EDM (электроэрозионная обработка).

Отсутствие в конструкции узких и глубоких пазов и канавок позволяет обрабатывать поверхности стандартными фрезами и резцами. Для фрезеровки глубоких пазов требуется удлиненная и тонкая фреза. Такие фрезы подвержены вибрации и прецессии, что осложняет достижение точных допусков форм и расположения. Такая особенность **расположения и конструкции канавок/пазов технологична.**

Большой радиус округления, позволяет использовать фрезу с большим радиусом скругления режущей части инструмента, которая используется для фрезерования шлицев на торце корпуса. Такие инструменты реже ломаются.

Единственным **недостатком конструкции** изделия является использование в ней отверстий, соотношение длины к диаметру которых больше 2,75. При получении таких отверстий будет происходить увод оси сверла от предполагаемой оси отверстия, что приведет к неточности расположения выходного отверстия. Также недостатком будет являться **использование отверстий диаметром 3мм,** поскольку тонкие сверла склонны ломаться, а извлечение обломков сверла является достаточно сложным процессом. Это особенность необходимо учесть, если появится необходимость запуска данного изделия в массовое производство. Поскольку перед нами стоит задача разработки единичного технологического процесса, то в данном случае это не принципиально.

2.2 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.

Выбирать заготовку для изделия, будем исходя из условий, что обработка резанием доступна только в горячекатаном состоянии при твердости по шкале Бринелля 163-168 единиц, при этом стоит учесть размеры заготовки с целью обеспечения.

Наиболее целесообразным вариантом будет выбрать заготовку **круг горячекатаный** диаметром 250мм в соответствии с ГОСТ 2590-88 и ГОСТ 4543-71, поскольку форма и размеры максимально приближены к форме нашего изделия. Сфера использования кругов 40Х по праву считается неограниченной, так как они могут быть применены в строительстве (это основная сфера, где они находят свое применение), также в машиностроении и сооружении станков. Кроме того, этот вид металлопроката включен в цепочку производства запчастей, инструментов, труб, мелющих шаров, крепежных приспособлений и др. В связи с этим, данный вид заготовки является очень распространённым, что делает процесс получения заготовки доступным и недорогим. Цена заготовки за тонну материала 28850 рублей.

Альтернативным вариантом получения заготовки можно использовать горячую объемную штамповку. **Горячая объёмная штамповка** — это вид обработки металлов давлением, при которой формообразование поковки из нагретой до ковочной температуры заготовки осуществляют с помощью специального инструмента — штампа. Течение металла ограничивается поверхностями полостей (а также выступов), изготовленных в отдельных частях штампа, так что в конечный момент штамповки они образуют единую замкнутую полость (ручей) по конфигурации поковки. В качестве заготовок для горячей штамповки применяют прокат круглого, квадратного, прямоугольного профилей, а также периодический. При этом прутки разрезают на отдельные (мерные) заготовки, хотя иногда штампуют из прутка с последующим отделением поковки непосредственно на штамповочной машине. Применение объёмной штамповки оправдано при серийном и массовом производстве. При использовании этого способа значительно повышается производительность труда, снижаются отходы металла, обеспечиваются высокие точность формы изделия и качество поверхности. Штамповкой можно получать очень сложные по форме изделия. Стоимость заготовки под горячую объёмную штамповку будет меньше, но стоит учесть стоимость печи и штампа под штамповку, а также учитывая, что подразумевается подготовка мелкосерийного производства,

оборудование не успеет окупиться. Этот вариант стоит рассматривать при крупносерийном производстве.

2.3 Проектирование технологического маршрута

На основании анализа технологичности и изученной технологии изготовления аналогичной детали в условиях производства наметим допустимую последовательность обработки поверхностей детали. Выявим те поверхности детали и заготовки, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

На первом этапе нужно получить технологические базы на обычном токарном станке, чтобы на последующих операциях можно было получить более точные поверхности, для этого обрабатываем поверхности: 1,2,3, рисунок 6. Поверхности 2 и 3 в дальнейшем будут служить технологическими базами. На данном этапе обработки поверхности не являются точными.

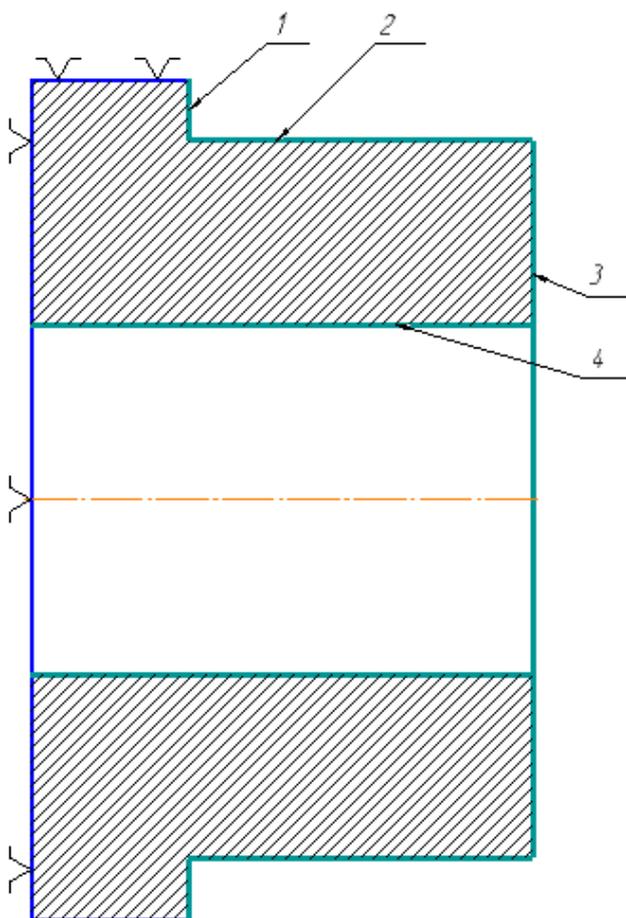


Рисунок 6 - Получение технологических баз, первый этап обработки

На втором этапе обработки заготовки получим технологическую базу 4, рисунок 7, а так-же будут получены поверхности: 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, канавки 15, 16, 17, а так же на полученных поверхностях 7 и 9 будут получены фаски 18 и 19 соответственно. Поверхности 7 и 8 в дальнейшем будут служить технологическими базами, так как они будут более точные. Поверхности 6 и 14 будут иметь шероховатость Ra 0,8. Поверхность 5 будет иметь шероховатость Ra 1,6. Остальные поверхности будут иметь шероховатость Ra 6,3. На поверхности 7 будет получена фаска 18. На поверхности 9 будет получена фаска 19. На поверхности 5 и 14 должен быть выдержан допуск радиального биения относительно конструкторской базы E.

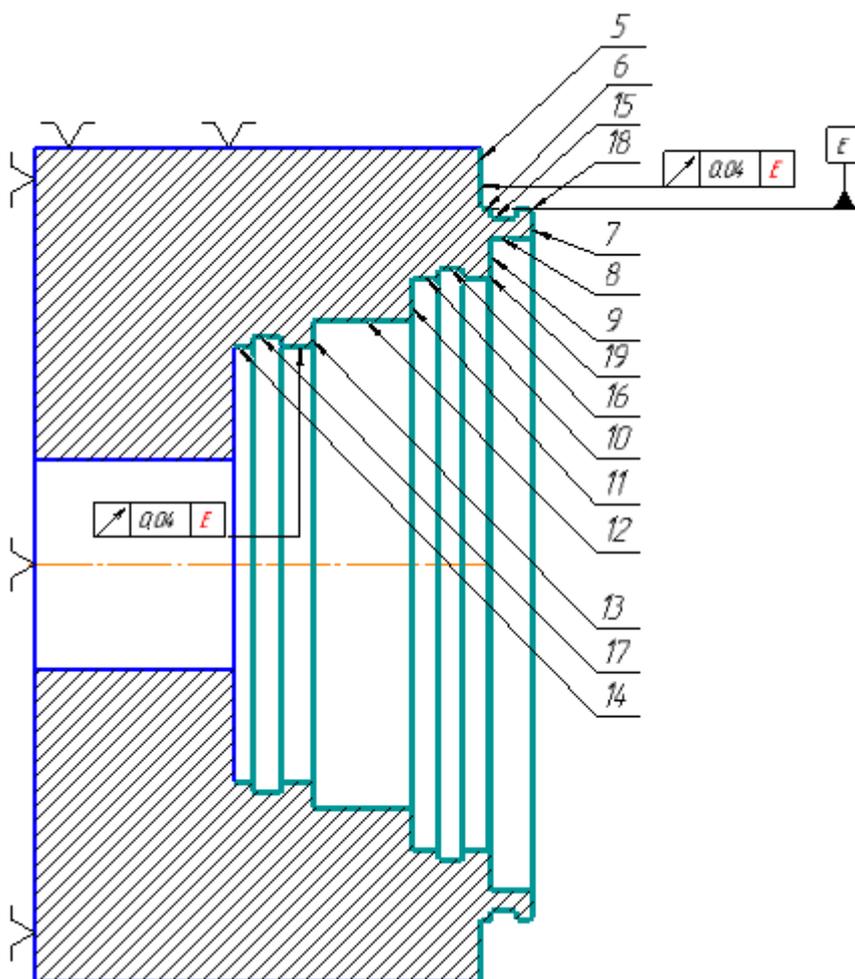


Рисунок 7 - Получение точных поверхностей

На третьем этапе обработки заготовки будут получены поверхности: 20,21,23,24,25,26,27 канавки 28,29,30, рисунок 8. На поверхности 21 будет получена фаска 31. Поверхности 19, 20, 22, 23, 26 будут иметь шероховатость Ra 1,6. Поверхности 22 и 26 будут иметь шероховатость Ra 0,8. Поверхность 24 будет иметь шероховатость Ra 0,4 после полировки. Поверхность 21 будет иметь шероховатость Ra 1,6. Остальные поверхности будут иметь шероховатость Ra 6,3. Так же должен быть выдержан допуск радиального биения поверхности 24 относительно конструкторской базы E.

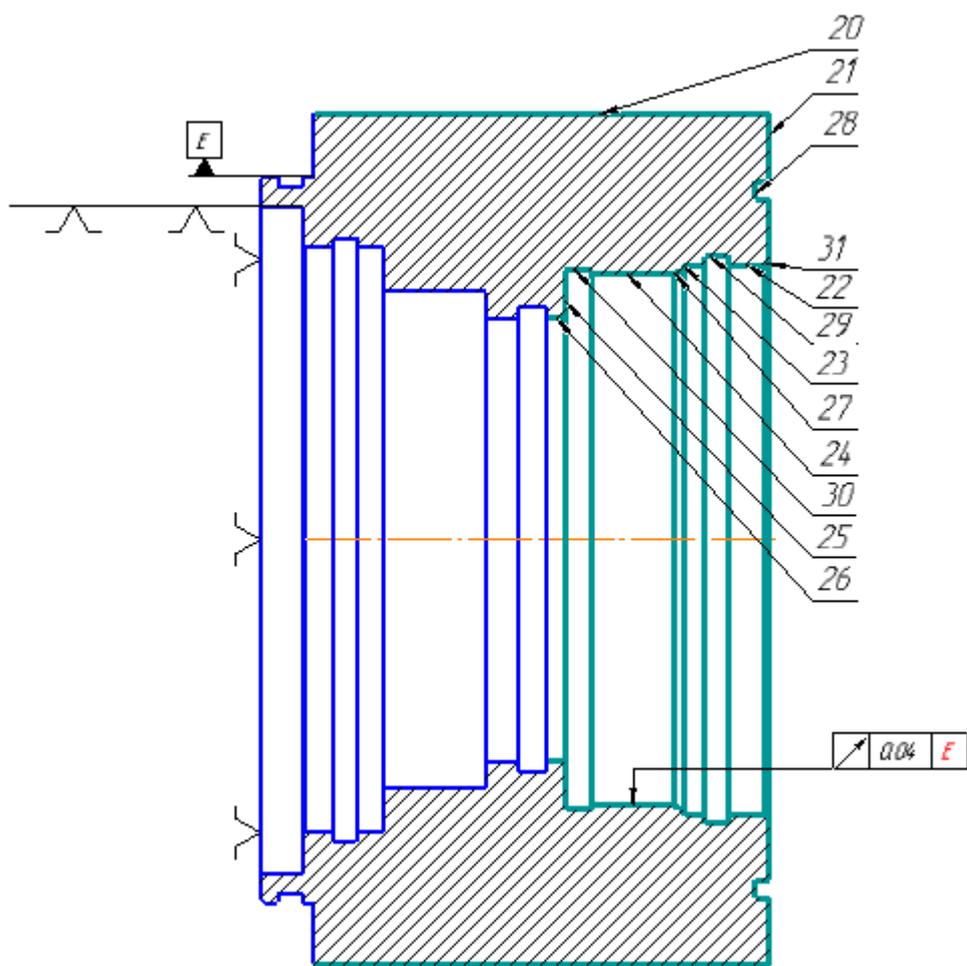


Рисунок 8 - Получение точных поверхностей

На четвертом этапе обработки заготовки будут получены отверстия 32,33,34, затем нарезана резьба 35 в отверстии 33. Затем получим отверстия 36,37,38 и нарежем резьбу 39 в отверстии 37, рисунок 9.

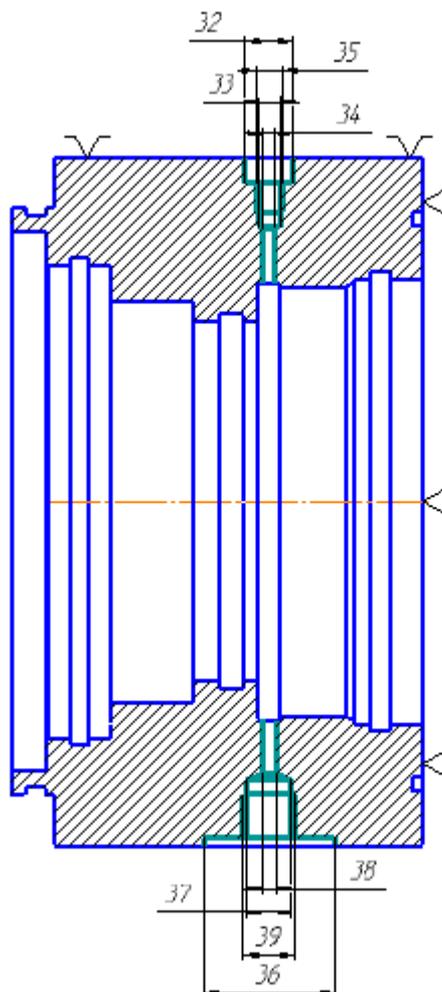


Рисунок 9 - Получение отверстий на цилиндрической поверхности

На пятом этапе обработки заготовки будут получены шлицы 40 (8шт) и отверстие 41. Также будет снята фаска 42. Шероховатость боковых поверхностей прямоугольных шлицев Ra 1,6. Также будет необходимо выдержать допуск симметричности шлицев относительно вышеупомянутой конструкторской базы E, рисунок 10.

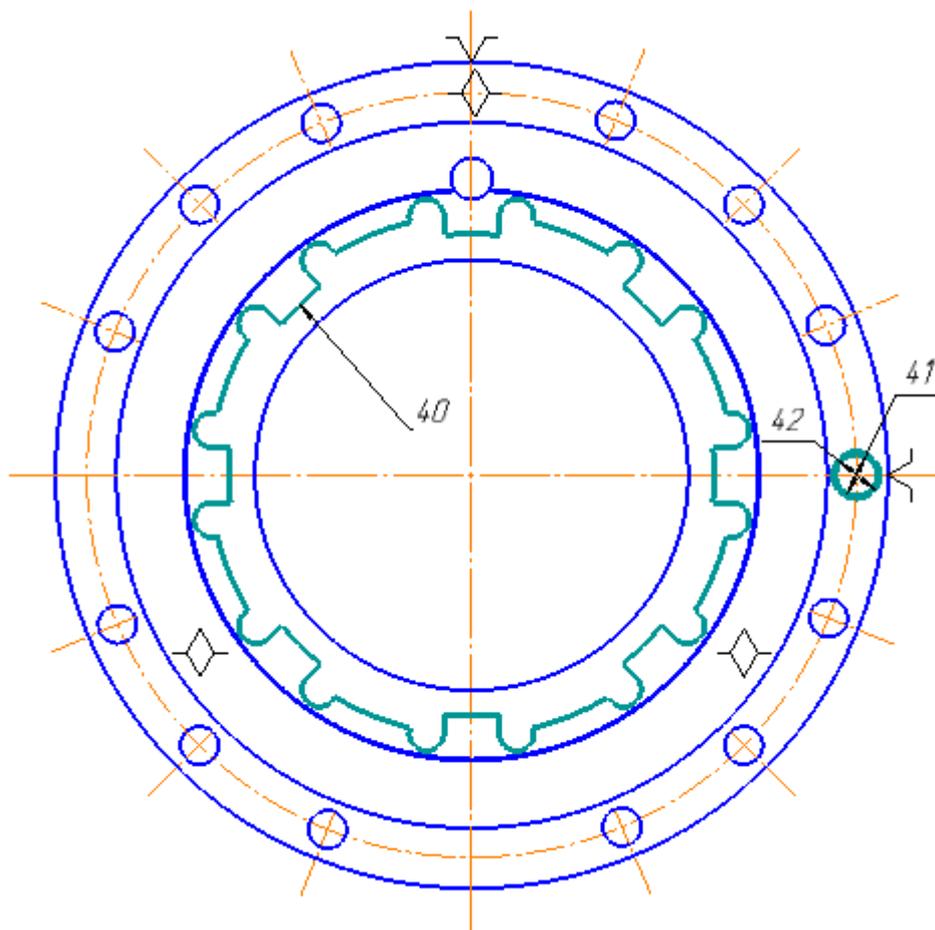


Рисунок 10 – Получение шлицев и глухого отверстия

На шестом этапе будут получены 12 сквозных отверстий 43, сквозное отверстие 44 с фаской 45. Затем получим 4 глухих отверстия 46 с резьбой 47, рисунок 11.

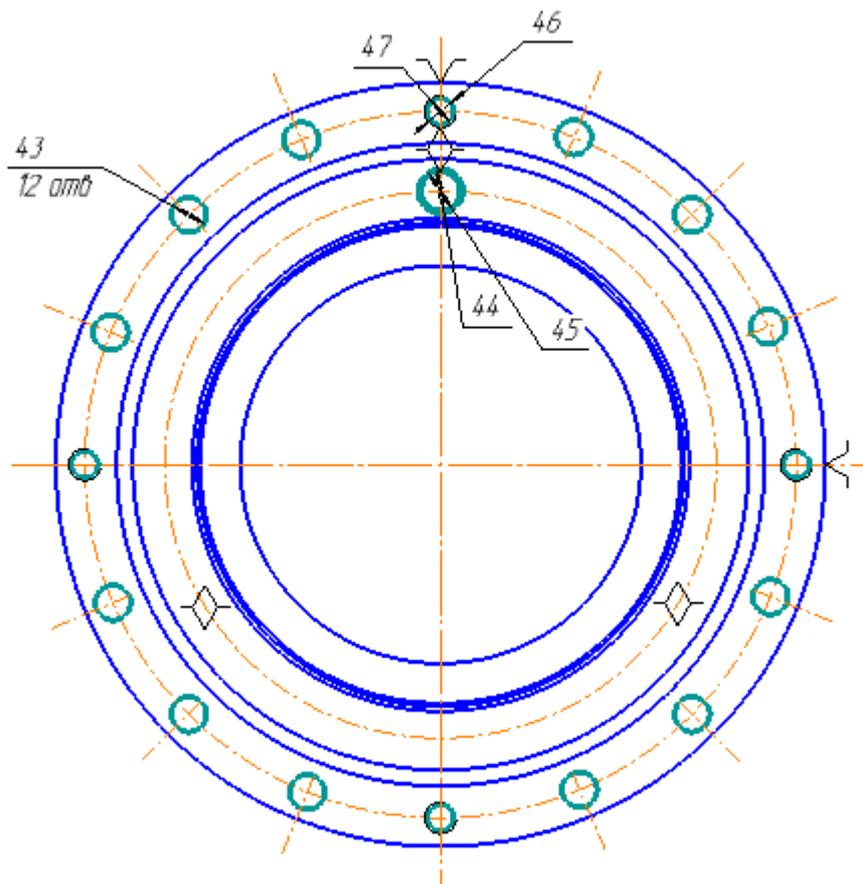


Рисунок 11 – Получение отверстий

На основе вышеперечисленного составим предварительно маршрут обработки детали, данные сведем в таблицу 2.

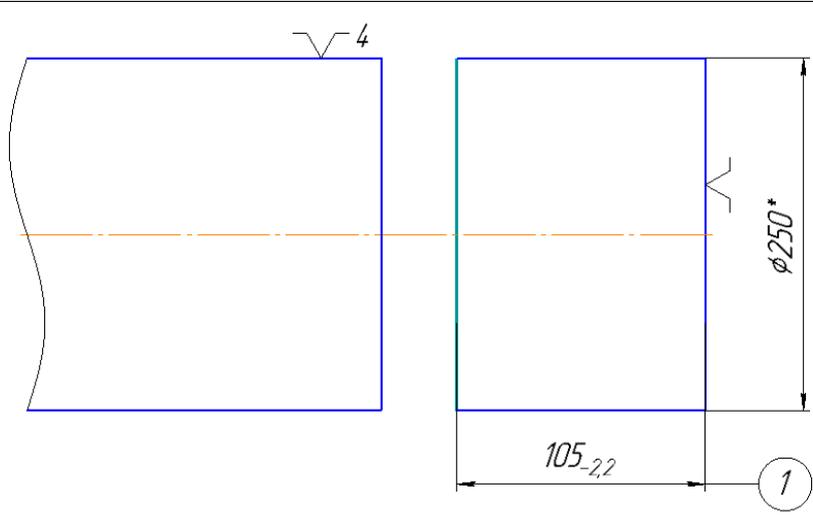
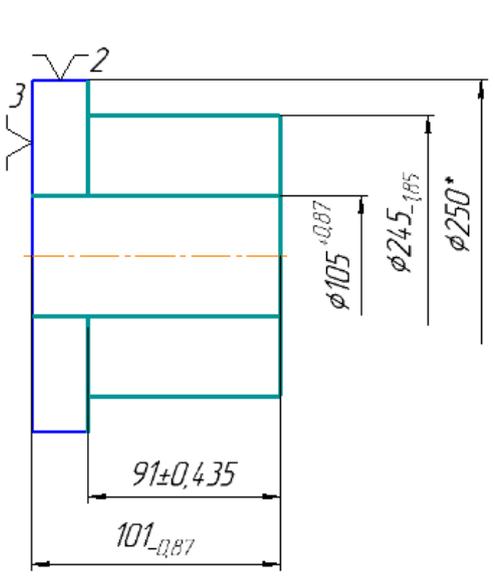
Таблица 2 – предварительный маршрут обработки

005 Заготовительная операция
010 Токарная операция
015 Термическая операция
020 Токарная операция с ЧПУ
025 Сверлильная операция
030 Фрезерная операция
035 Слесарная операция
040 Координатно-расточная с ЧПУ

2.4 Проектирование технологических операций

Проведем уточнение технологического маршрута обработки детали, спроектируем технологический процесс изготовления детали «Корпус». Данные сведем в таблицу 3.

Таблица 3 – технологический процесс изготовления детали «Корпус»


<p>005 Заготовительная: А. Установить заготовку в призму. Базы: наружный диаметр, торец. 1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 1.</p>
 <p>* – размеры для справок</p> <p>010 Токарная: А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.</p>

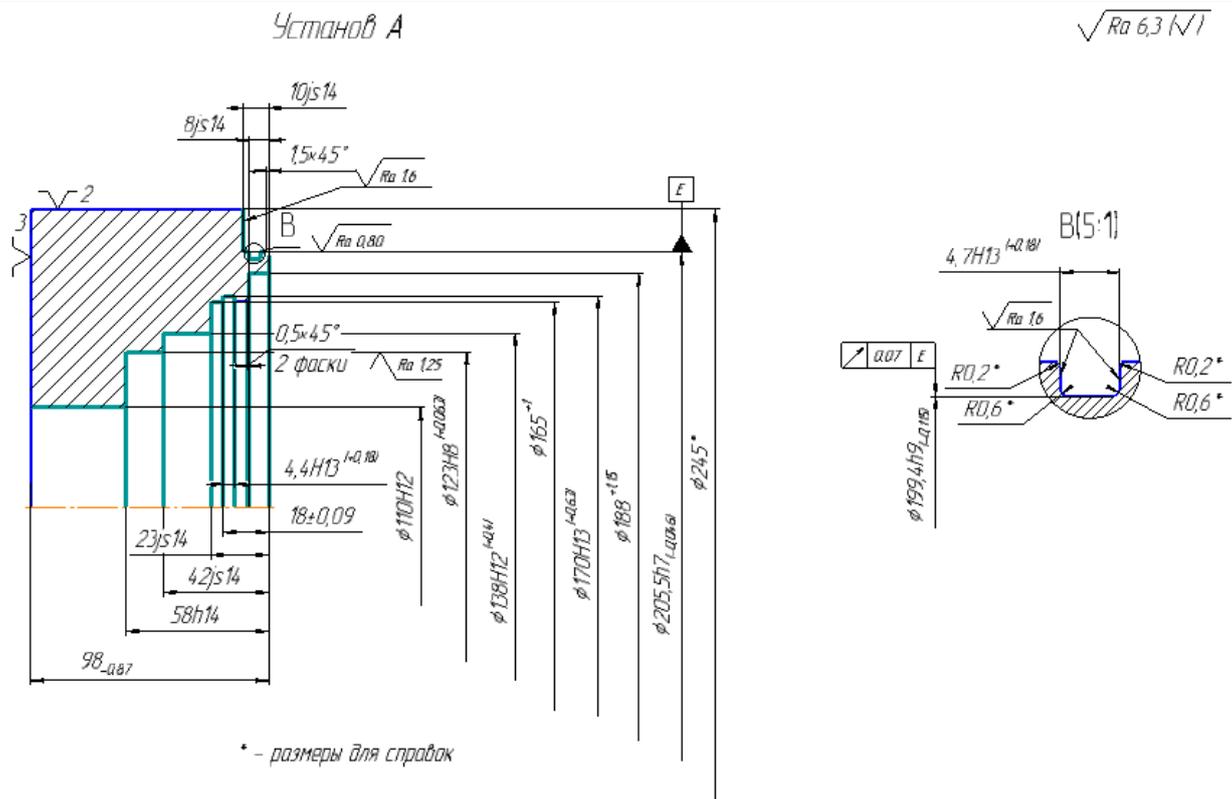
Продолжение таблицы 3

Базы: наружный диаметр, торец.

1. Подрезать торец заготовки выдерживая размер 2.
2. Точить наружную поверхность заготовки, согласно эскизу.
3. Точить внутреннюю поверхность заготовки, согласно эскизу.

015 Термическая.

Улучшение заготовку согласно типовому техпроцессу.



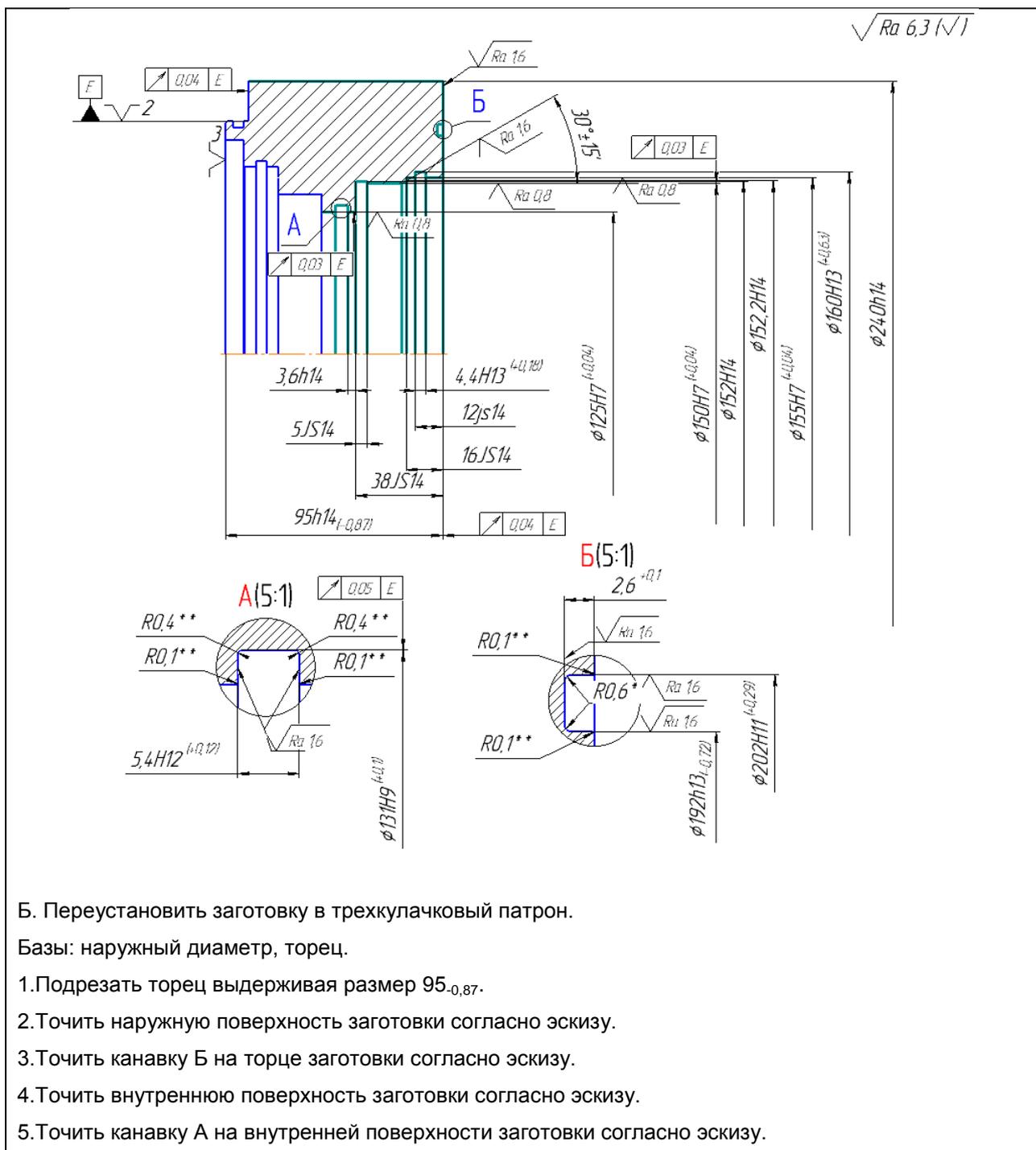
020 Токарная с ЧПУ:

А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.

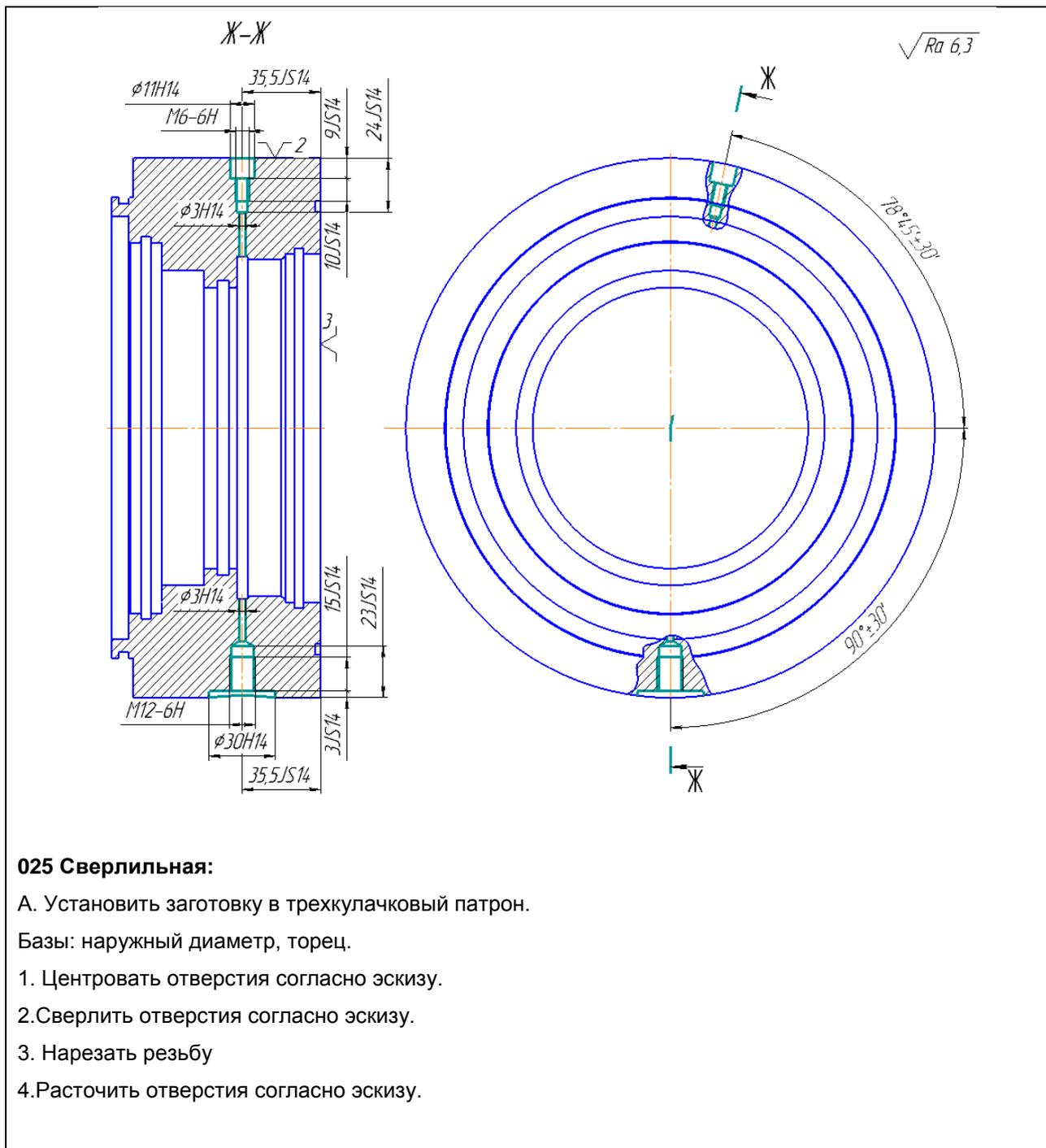
Базы: наружный диаметр, торец.

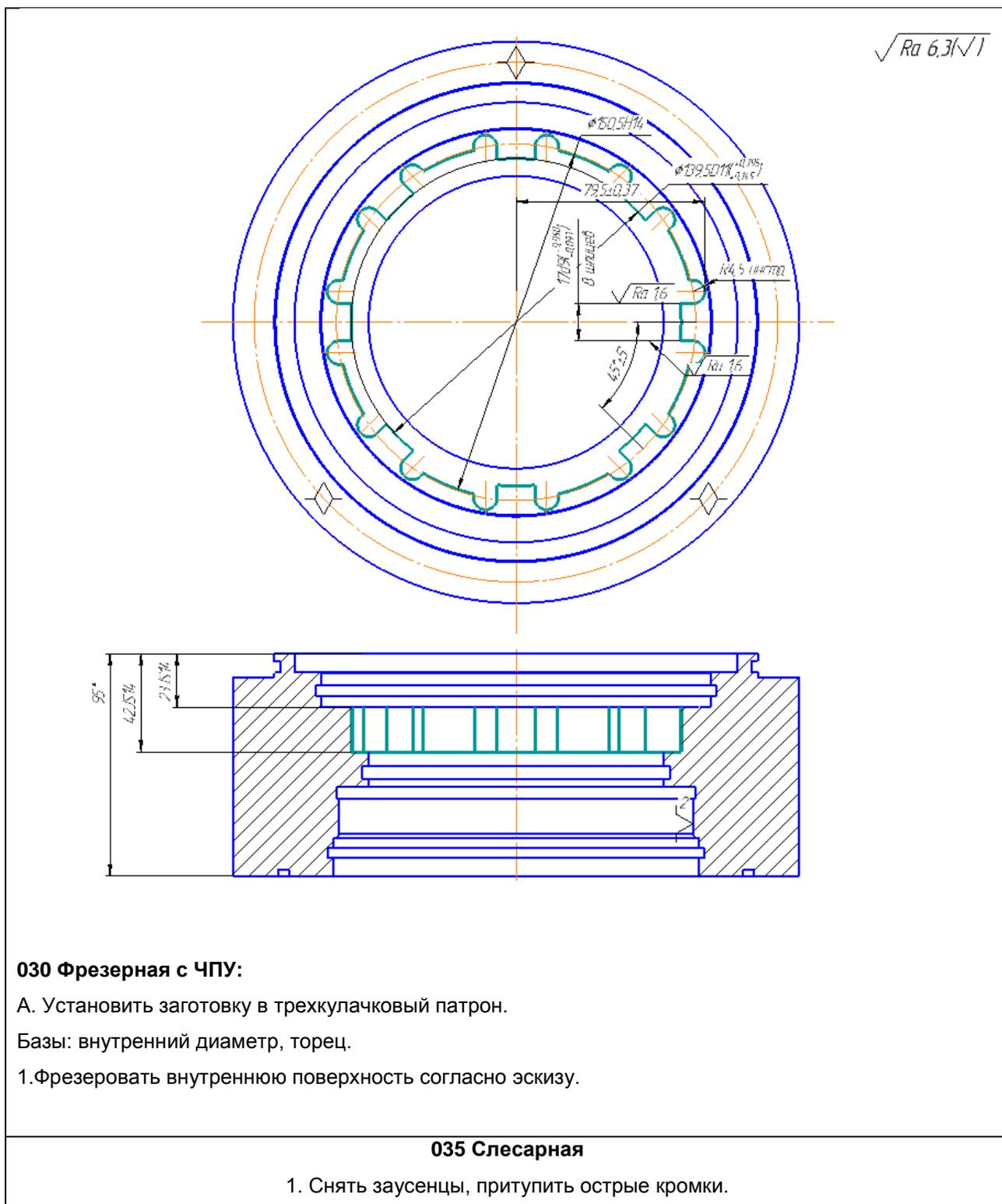
1. Подрезать торец выдерживая размер 98_{-0,87}.
2. Точить наружную поверхность заготовки согласно эскизу.
3. Точить канавку В на наружной поверхности заготовки согласно эскизу.
4. Точить фаску 1x45° согласно эскизу.
5. Сверлить сквозное отверстие выдерживая размер $\varnothing 80H12$.
6. Точить внутреннюю поверхность согласно эскизу.
7. Точить 2 фаски 0,5x45° согласно эскизу.

Продолжение таблицы 3

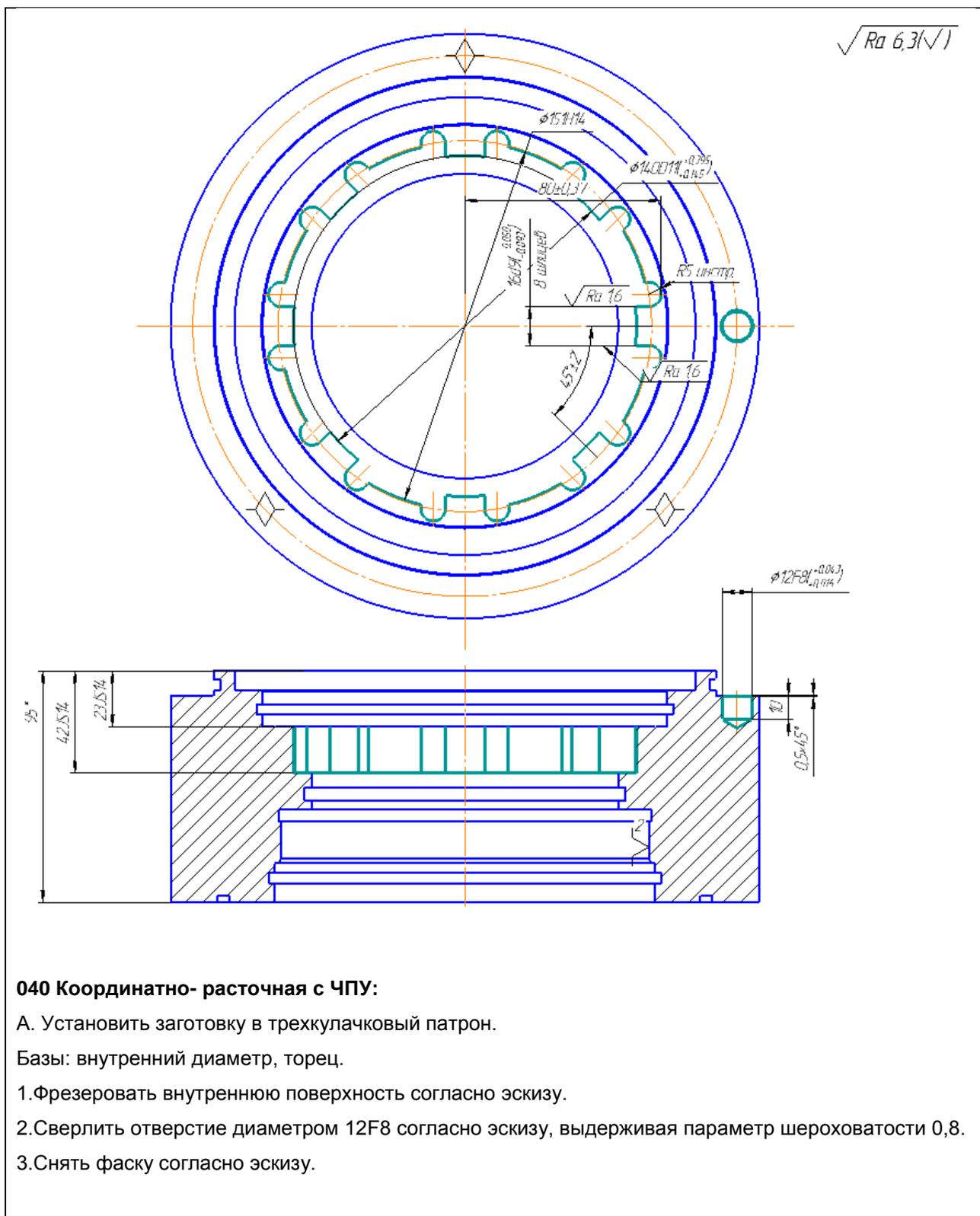


Продолжение таблицы 3





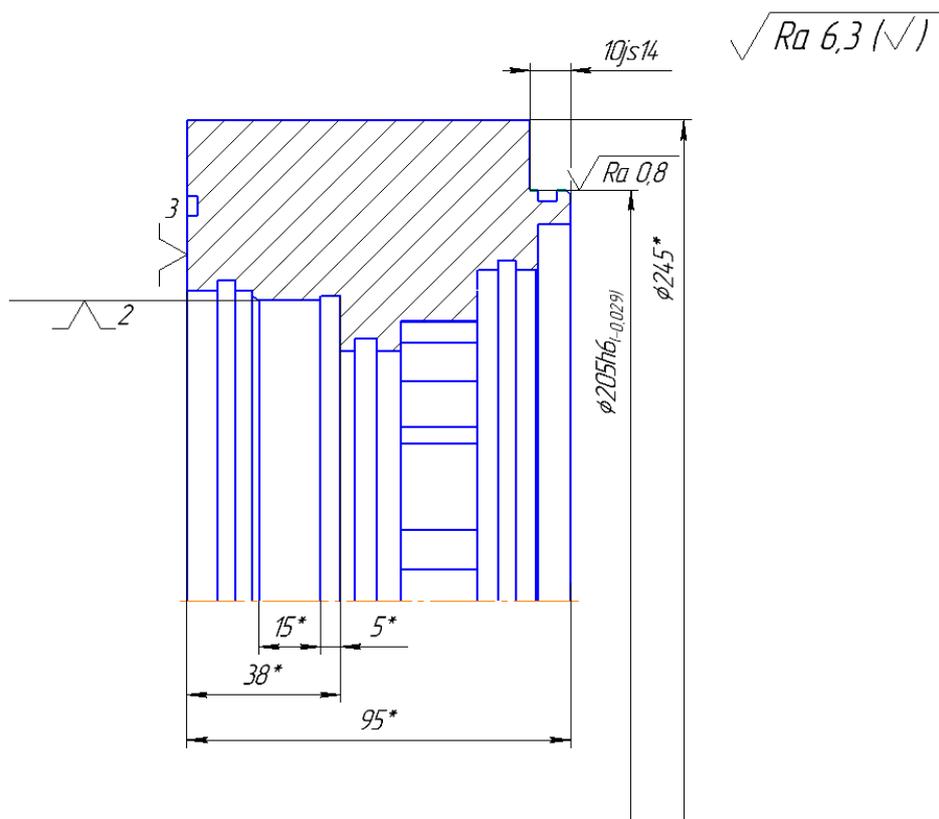
Продолжение таблицы 3



Продолжение таблицы 3



Продолжение таблицы 3

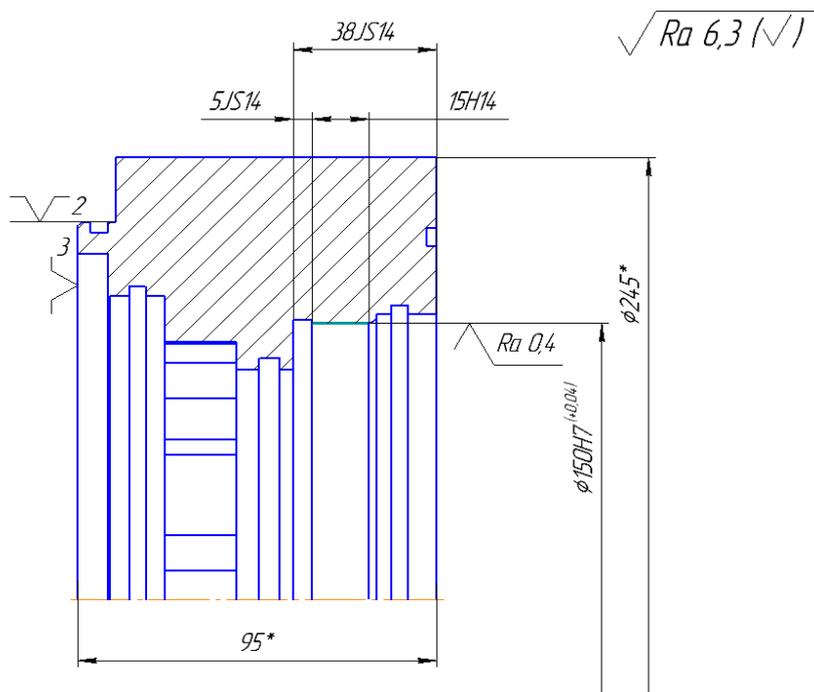


045 Круглошлифовальная.

А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.

Базы: внутренний диаметр, торец.

1. Шлифовать поверхность в размеры по чертежу, выдерживая параметры шероховатости $Ra 0.8$.



050 Полировальная.

А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.

Продолжение таблицы 3

Базы: внутренний диаметр, торец. 1. Полировать поверхности заготовки в размеры по эскизу, выдерживая параметры шероховатости Ra 0,4.
055 Промывочная 1. Промыть по ТТП 01279-00001
060 Гальваническая 1. Покрытие: Хим. Фос.
065 Контрольная
070 Промывочная 1. Промыть по ТТП 01279-00001
075 Консервация 1. Консервировать деталь согласно ТТП 60270-00001, вариант 1.

Расчетное время выполнения каждой операции технологического процесса сведем в таблице 4:

Таблица 4 – время выполнения технологического процесса

№ Операции	Время, затраченное на механическую обработку, мин.	Время, затраченное на установку, наладку оборудования, мин.	Общее время операции, мин.
005 Заготовительная	52	10	62
010 Токарная	5	10	15
015 Термическая	17	3	60
020 Токарная с ЧПУ			-
Установ А	75	45	120
Установ Б	90	50	140
025 Сверлильная	20	35	55
030 Фрезерная с ЧПУ	20	40	60
035 Слесарная	5	-	5
040 Координатно – расточная с ЧПУ			
Установ А	85	50	135
Установ Б	60	30	90
045 Круглошлифовальная	7	10	17
050 Полировальная	10	15	25
055 Промывочная	-	-	10
060 Гальваническая	15	15	30
065 Контрольная	-	-	20
070 Промывочная	-	-	10

Продолжение таблицы 4

075 Консервация	-	-	15
Итого, Σ :			869

2.5 Расчет 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 воспользуемся формулами [3]:

При расчете минимального припуска все эти слагаемые суммируются:

- при последовательной обработке поверхностей (односторонний припуск):

$$Z_{imin} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \sum \Delta_{i-1} + \varepsilon_i$$

- при параллельной обработке противоположных поверхностей

$$2Z_{imin} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sum \Delta_{i-1} + \varepsilon_i)$$

где: R_{zi-1} - величина шероховатости поверхности, полученную в результате предыдущего перехода;

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

$\sum \Delta_{i-1}$ - 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.

Величины R_z и h определяются по таблицам справочника [5], 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 $\Delta\Sigma$ определяется как сумма погрешности смещения $\Delta_{см}$ 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 5 и 6.

Таблица 5 – Припуски на механическую обработку наружной поверхности

Технологические операции обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск T_d , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	Δ	ε				d_{min}	d_{max}	2ПР Z_{min}	2ПР Z_{max}
Прокат	320	400	500	-	-	241,660	7200	241,660	248,860	-	-
Токарная	63	60	0	-	2440	239,220	2900	239,220	242,120	2,440	6,740
Токарная с ЧПУ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Токарная черновая	32	30	-	-	246	238,974	1850	238,974	240,824	0,246	1,296
Токарная чистовая	20	30	-	-	124	238,850	1150	238,850	240,000	0,124	0,824
Итого, Σ :										2,810	8,860

Минимальный припуск:

для токарной операции под черновое точение $2Z_{min1} = 2(320 + 400 + 500) = 2 * 1220 = 2440$ мкм;

для токарной с ЧПУ под черновое точение $2Z_{min2} = 2(63 + 60) = 2 * 123 = 246$ мкм;

для токарной с ЧПУ под чистовое точение $2Z_{min3} = 2(20 + 30) = 2 * 62 = 124$ мкм;

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

для чернового точения с ЧПУ $d_{p3} = 238,850 + 0,124 = 238,974$ мм;

для чернового точения $d_{p2} = 238,974 + 0,246 = 239,220$ мм;

для проката $d_{p1} = 239,220 + 2,440 = 241,660$ мм.

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

$$d_{max4} = 238,850 + 1,150 = 240,000 \text{ мм};$$

$$d_{max3} = 238,974 + 1,850 = 240,824 \text{ мм};$$

$$d_{max2} = 239,220 + 2,900 = 242,120 \text{ мм};$$

$$d_{max1} = 241,660 + 6,400 = 248,860 \text{ мм}.$$

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

$$2Z_{max3}^{pp} = 240,824 - 240,000 = 0,824 \text{ мм};$$

$$2Z_{max2}^{pp} = 242,120 - 240,824 = 1,296 \text{ мм};$$

$$2Z_{max1}^{pp} = 248,860 - 242,120 = 6,740 \text{ мм};$$

$$2Z_{min3}^{pp} = 238,974 - 238,850 = 0,124 \text{ мм};$$

$$2Z_{min2}^{pp} = 239,220 - 238,974 = 0,246 \text{ мм};$$

$$2Z_{min1}^{pp} = 241,660 - 239,220 = 2,440 \text{ мм}.$$

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

$$2Z_{O min} = 0,124 + 0,246 + 2,440 = 2,810 \text{ мм};$$

$$2Z_{O max} = 0,824 + 1,296 + 6,740 = 8,860 \text{ мм}.$$

Аналогичным образом определяем припуски для внутренней стороны заготовки, данные внесем в таблицу 6.

Таблица 6 – Припуски на механическую обработку внутренней поверхности

Технологические операции обработки заготовки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $Z_{\text{р. мин}}$, мкм	Расчетный размер $d_{\text{р.}}$, мм	Допуск T_d , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	Δ	ϵ				d_{min}	d_{max}	2ПР Z_{min}	2ПР Z_{max}
Сверление	63	80	70		-	124,354	1000	123,354	124,354	-	-
Токарная с ЧПУ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Растачивание черновое	40	50	-	-	426	124,780	400	124,380	124,780	0,426	1,026
Растачивание чистовое	20	20	-	-	180	124,960	160	124,800	124,960	0,180	0,420
Растачивание тонкое	3,2		-	-	80	125,040	40	125,000	125,040	0,080	0,200
Итого, Σ :										0,686	1,646

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения - это совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса. Технологический процесс оснащается с целью обеспечения требуемой точности обрабатываемых деталей и повышения производительности труда. Под оптимальной оснащенностью понимается такая оснащенность, при которой достигается максимальная эффективность производства изделия при обязательном получении требуемого количества продукции и заданного качества за установленный промежуток времени с учетом комплекса условий, связанных с технологическими и организационными возможностями производственных фондов и рабочей силы.

Средства технологического оснащения подразделяются на:

- технологическое оборудование;
- средства механизации и автоматизации технологических процессов (вспомогательных операций и переходов);
- технологическую оснастку.

Технологическое оборудование - это средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка. Технологическое оборудование выбирается в зависимости от конструкции детали и требованиями по обеспечению качества поверхности. В отдельных случаях технологи разрабатывают техническое задание на проектирование специальных станков [4,5].

Подберем необходимые для механической обработки средства технологического оснащения, а также необходимые средства контрольно-измерительного оснащения. Данные занесем в таблицу 7 и 8 соответственно.

Таблица 7 – Средства технологического оснащения

Операция:	Оборудование:	Инструмент:	Приспособление:
005 Заготовительная	Отрезной круглопильный станок 8Г663	Пила 2257-0209 ГОСТ 4047-82 (Ø610)	Призмы 7033 – 0031 ГОСТ 12195 - 66
010 Токарная	Токарный станок 1Н65	Резец 2112-0019 Т5К10 ГОСТ 18880-73 (подрезной); Резец 2103-0009 Т10К6 ГОСТ 18879-73 (проходной); Резец 2103-0009 Т5К10 ГОСТ 18879-73 (проходной); Сверло 2300 – 7092 ГОСТ 866 – 77 (спиральное Ø20); Сверло 2301 – 0166 ГОСТ 10903-77 (спиральное Ø50);	Патрон 7100 – 0011 ГОСТ 2675-80 Втулка переходная 6100-0146 ГОСТ 13598-85
015 Термическая	Печь муфельная СНОЛ 30/1100	-	-
020 Токарная с ЧПУ	Токарный станок РС580Т с ЧПУ	Резец 2112-0005 Т15К6 ГОСТ 18880-73 (подрезной); Резец 2103-0009 Т15К6 ГОСТ 18879-73 (проходной); Резец 2140-0059 Т15К6 ГОСТ 18882-73 (расточной скв.отв); Резец 2141-0059 Т15К6 ГОСТ 18883-73 (расточной); Резец 2141-0059 Т30К4 ГОСТ 18883-73 (расточной тонк.); Резец 2662-0009 Т15К6 ГОСТ	Патрон 7100 – 0011 ГОСТ 2675-80; Радиальный держатель 47 – С1 – 50 – 25; DIN 69880. Резцедержатель радиальный В5 – 509 35 – 32; DIN 69880. Резцедержатель осевой С1 – 509 – 41 – 32;

Продолжение таблицы 7

		18885-73 (канавочный); Резец 2130 – 0519 Т15К6 ГОСТ 18874 – 73; Пластина 13532 Т15К6 ГОСТ 17163-90 (канавочная);	DIN 69880.
025 Сверлильная	2P135 станок вертикально- сверлильный.	Сверло 2300 – 5145 – А1 ГОСТ 12122-77 (спиральное $\varnothing 3$); Сверло 2301 – 3001 ГОСТ 10903- 77 (спиральное $\varnothing 5$); Сверло 2301 – 0030 ГОСТ 10903- 77 (спиральное $\varnothing 10,2$); Цековка 2350 – 0724 ГОСТ 26258 – 87; ($\varnothing 30$) Цековка 2350 – 0665 ГОСТ 26258 – 87; ($\varnothing 11$) Метчик Р9М4К8 2621 – 1155 ГОСТ 3266-81 (М6); Метчик Р9М4К8 2621 – 1513 ГОСТ 3266-81 (М12)	Патрон 7100 – 0011 ГОСТ 2675-80 Универсальная делительная головка УДГ-Д-250 Патрон сверлильный самозажимной 6150 – 4029 – 03 (КМЗ); Исполнение хвостовика по ГОСТ 25557-2006 тип ВЕ; Втулка переходная 6100 – 0253 ГОСТ 13598 – 85 (КМЗ/КМ1);
030 Фрезерная с ЧПУ	Вертикально- фрезерный станок ГФ2171.С5 с ЧПУ Siemens 802D SL	Фреза R216.34-09030-AC19N 1630 ($\varnothing 9$);	Патрон 7100 – 0011 ГОСТ 2675-80 Патрон 2 – 50 – 10 – 90 ГОСТ 26539 – 85 Кулачки обратные С7100-0035.015
035 Слесарная		Надфиль 2828-0030 ГОСТ 23461-84	Тиски 7200-0221 ГОСТ 14904-80.
040 Координатно – расточная с ЧПУ Установ А	Координатно- расточной станок 24К40СФ4 с ЧПУ Siemens 840D SL	Фреза R216.34-05045-AC13N 1620 ($\varnothing 5$); Сверло 2117 – 0104 ГОСТ 14952- 75 (центровочное); Сверло 2301 – 3583– А1 ГОСТ 10903-77 ($\varnothing 11$) Резец расточной 2142-4022 ГОСТ 25987-83; Материал пластины: Т30К4. Зенковка 2353-0113 ГОСТ 14953-	Патрон 7100 – 0011 ГОСТ 2675-80; Кулачки обратные С7100-0035.015 Патрон расточной 6300- 4018-08 DIN69871-А; Втулка переходная ISO40 – MS1; DIN 2080. Патрон ВТ40-12-24

Продолжение таблицы 7

		80;	MAS403.
040 Координатно – расточная с ЧПУ Установ Б	Координатно-расточной станок 24K40СФ4 с ЧПУ Siemens 840D SL	Сверло 2117 – 0107 ГОСТ 14952-75 (центровочное) Сверло 2300 – 6988 ГОСТ 866 – 77 (Ø7,5); Сверло 2300 – 0074 ГОСТ 866 – 77 (Ø11); Резец расточной Т30К4 2145-0631 ГОСТ 25987-83 (Ø11) Резец расточной Т30К4 2145-0637 ГОСТ 25987-83 (Ø12); Метчик 2621 – 1433 ГОСТ 3266-81 (М10); Зенковка 2353 – 0106 ГОСТ 14953 – 80;	Патрон 7100 – 0011 ГОСТ 2675-80; Патрон ВТ40-12-24 MAS403. Патрон универсальный сверлильный 82 – 341650;
045 Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3м151	Круг шлифовальный 1-600x16x32-КНБ-F120-S-6-V-A-1 ГОСТ 2424-83	Патрон 7100 – 0011 ГОСТ 2675-80.
050 Полировальная	Токарный станок 1Н65	Круг полировальный 115×20,0×32 14А 25-Н М R 25 м/с 2 кл. ГОСТ Р 51967-2002	Патрон 7100 – 0011 ГОСТ 2675-80. Оправка для полировального круга.

Таблица 8 – Средства контрольно-измерительного оснащения

№ Операции	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Заготовительная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-II-0-300-0,1 ГОСТ 166-89.
010 Токарная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-II-0-300-0,1 ГОСТ 166-89.
015 Термическая		ТКМ-359М
020 Токарная с ЧПУ	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦЦ-II-0-300-0,01 ГОСТ 166-89. Штангенциркуль ШЦЦ-II-0-125-0,1 ГОСТ 166-89. Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Индикатор ИЧ02 кл. 0 ГОСТ 577-68; Стойка магнитная гибкая INO-301М.
025 Сверлильная	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦЦ-II-0-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Продолжение таблицы 8

		Калибр резьбовой М6 ГОСТ 2016-86; Калибр резьбовой М12 ГОСТ 2016-86;
030 Фрезерная с ЧПУ	Инструментальный	Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88. Калибр – пробка ГОСТ 14810-69 Штангенциркуль ШЦЦ-II-0-300-0,01 ГОСТ 166-89. Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;
035 Слесарная	Визуальный	-
040 Координатно – расточная с ЧПУ Установ А	Инструментальный	Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88. Калибр – пробка ГОСТ 14810-69
040 Координатно – расточная с ЧПУ Установ Б	Инструментальный	Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88. Калибр – пробка ГОСТ 14810-69
045 Круглошлифовальная	Инструментальный	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Штангенциркуль ШЦЦ-II-0-300-0,01 ГОСТ 166-89.
050 Полировальная	Визуальный, инструментальный	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;

2.7 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 обработки, уточнение геометрии и материала режущей части инструмента [6].

010 Токарная операция:

Обработка цилиндрической поверхности

- Резец проходной 2103-0009 ГОСТ 18879-73 (проходной упорный);
- Материал режущей пластины: Т5К10.
- Обрабатываемый материал: Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
- 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: C_v – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента; $C_v = 280$;

T – стойкость инструмента; $T = 30$ мин;

t – глубина резания; $t = 2$ мм;

s – подача; $s = 1$ 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.

Подставив все значения, получим расчетное значение скорости резания:

$$V = \frac{280}{30^{0,20} \cdot 2^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,855 = 110 \text{ м/мин}$$

Для данной черновой операции на токарном станке скорость резания составляет 110 м/мин. Подача равна 1 мм/об. Максимальная глубина резания составляет 2 мм.

015 Токарная с ЧПУ:

Обработка канавки канавочным резцом

- Резец резьбовой 2662-0005 ГОСТ 18885-73;
- Материал режущей пластины: Т15К6.
- Обрабатываемый материал: Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
- Размер державки резца: 16x16мм.

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

где: C_v – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента;

T – стойкость инструмента; $T = 30$ мин;

s – подача; $s = 0,13$ мм/об;

m, x, y – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент, формула 4.

$$V = \frac{47}{30^{0,20} \cdot 0,13^{0,8}} \cdot 0,855 = 104,6 \text{ м/мин.}$$

Как показал расчет скорость резания при обработке канавки составляет 104,6 м/мин при подаче 0,13 мм/об.

Режимы резания для остальных операций подберем по справочнику [5].
Данные занесем в таблицы 9-19.

Таблица 9 – режимы резания на заготовительной операции

Операция	Инструмент	Подача на зуб s_z , мм/зуб.	Минутная подача s_m , мм/мин.	Скорость v , м/мин.	Стойкость T , мин.
005 Заготовительная					
Черновая	Пила 2257-0209 ГОСТ 4047-82; Материал сегмента Р6М5.	0,1	4,8	16	30

Таблица 10 – режимы резания на токарных операции

Операция	Инструмент	Глубина не более t , мм.	Подача s , мм/об.	Скорость v , м/мин.	Стойкость T , мин.
010 Токарная					
Черновая	Резец проходной 2103-0003 ГОСТ 18879-73; Материал пластины Т5К10.	2	1	110	30
Чистовая	Резец проходной 2103-0003 ГОСТ 18879-73; Материал пластины Т15К6.	0,5	0,2	172,8	30
Черновая	Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880-73; Материал пластины Т5К10.	2	0,8	124,8	30
Черновая	Сверло 2300 – 7092 ГОСТ 866 – 77 (спиральное $\varnothing 20$);	-	0,26	18	50
Черновая	Сверло 2301 – 0166 ГОСТ 10903-77 (спиральное $\varnothing 50$);	-	0,45	22	50
020 Токарная с ЧПУ (Установ А)					
Получистовая	Резец 2112-0005	2	0,6	134,4	30
Чистовая	подрезной ГОСТ 18880-73; Материал Т15К6.	1	0,4	182,4	30

Продолжение таблицы 10

Черновая	Резец проходной	4	0,8	124,8	30
Получистовая	2103-0003 ГОСТ	2	0,6	134,4	30
Чистовая	18879-73; Материал пластины Т15К6.	1	0,4	182,4	30
Тонкое точение	Резец проходной 2103-0003 Т30К4 ГОСТ 18879-73; Материал пластины Т30К4.	0,3	0,15	240,1	20
Чистовая	Резец канавочный 2662-0009 ГОСТ 18885-73; Материал пластины Т15К6.	1	0,13	104,6	30
Черновая	Резец расточной для глухих отверстий 2141-0059 ГОСТ 18883-73; Материал пластины Т15К6.	4	0,6	134,4	30
Получистовая		2	0,4	153,6	30
Чистовая		1	0,2	211,2	30
020 Токарная с ЧПУ (Установ Б)					
Получистовая	Резец подрезной	2	0,6	134,4	30
Чистовая	2112-0057 ГОСТ 18880-73; Материал пластины Т15К6.	1	0,4	182,4	30
Черновая	Резец проходной	2	0,8	124,8	30
Чистовая	2103-0003 ГОСТ 18879-73; Материал пластины Т15К6.	1	0,4	182,4	30
Чистовая	Резец канавочный 2662-0057 ГОСТ 18885-73; Материал пластины Т15К6.	1	0,13	104,6	30
Черновая	Резец расточной для глухих отверстий 2141-0059 ГОСТ	4	0,6	134,4	30
Получистовая		2	0,4	153,6	30
Чистовая		1	0,2	211,2	30

Продолжение таблицы 10

	18883-73; Материал пластины Т15К6.				
Тонкое точение	Резец расточной для глухих отверстий 2141-0059 ГОСТ 18883-73; Материал пластины Т30К4.	0,3	0,15	240,1	20

Таблица 11 – режимы резания на сверлильной операции

Операция	Инструмент	Глубина не более t, мм.	Подача s, мм/об.	Скорость v, м/мин.	Стойкость T, мин.
025 Сверлильная					
Чистовая	Сверло 2300 – 5145 – А1 ГОСТ 12122-77 (спиральное $\varnothing 3$);	-	0,05	17	30
Чистовая	Сверло 2301 – 3001 ГОСТ 10903-77 (спиральное $\varnothing 5$);	24	0,09	17	30
Чистовая	Сверло 2301 – 0030 ГОСТ 10903-77 (спиральное $\varnothing 10,2$);	-	0,2	16	30
Чистовая	Метчик 2621 – 1155 ГОСТ 3266-81 (М6) Материал Р9М4К8.	-	5,6 Н*м	15	30
Чистовая	Метчик 2621 – 1513 ГОСТ 3266-81 (М12); Материал Р9М4К8.	-	34 Н*м	18	30
Чистовая	Цековка 2350 – 0665 ГОСТ 26258 – 87; ($\varnothing 11$)	9	0,06	30	30
Чистовая	Цековка 2350 – 0724 ГОСТ 26258 – 87.	3	0,09	30	30

Таблица 12– режимы резания на фрезерной операции с ЧПУ

Операция	Инструмент	Глубина не более t, мм.	Подача на зуб s, мм/зуб.	Скорость v, м/мин.	Стойкость T, мин.
----------	------------	----------------------------	--------------------------------	-----------------------	----------------------

Продолжение таблицы 12

030 Фрезерная с ЧПУ					
Получистовая	Фреза R216.34-09030-AC19N 1630 (Ø9);	-	0,06	180	40

Таблица 13 – режимы резания на координатно-расточной операции с ЧПУ

Операция	Инструмент	Глубина не более t, мм.	Подача на зуб s, мм/зуб.	Скорость v, м/мин.	Стойкость T, мин.
040 Координатно – расточная с ЧПУ (Установ А)					
Чистовая	Фреза R216.34-05045-AC13N 1620 (Ø5);	-	0,04	200	40

Таблица 14 – режимы резания на координатно-расточной операции с ЧПУ

Операция	Инструмент	Глубина не более t, мм.	Подача s, мм/об.	Скорость v, м/мин.	Стойкость T, мин.
040 Координатно – расточная с ЧПУ (Установ Б)					
Черновая	Сверло 2301 – 3583–А1 ГОСТ 10903-77 (Ø11)	-	0,25	21	50
Чистовая	Резец расточной Т15К6 2145-0637 ГОСТ 25987-83; Материал резца Т30К4. (Ø12)	0,5	0,2	172,8	30
Зенковка	Зенковка 2353-0113 ГОСТ 14953-80	0,5	0,2	20	30

Таблица 15 – режимы резания на координатно-расточной операции с ЧПУ

Операция	Инструмент	Глубина не более t, мм.	Подача s, мм/об.	Скорость v, м/мин.	Стойкость T, мин.
040 Координатно – расточная с ЧПУ (Установ Б)					
Черновая	Сверло 2301 – 3583–А1 ГОСТ 10903-77 (Ø11)	-	0,25	21	50

Продолжение таблицы 15

Черновая	Сверло 2301 – 4044 ГОСТ 2092-77 – А1 (\varnothing 10);	-	0,20	15	50
Черновая	Сверло 2301 – 4022 ГОСТ 2092-77(\varnothing 8);	-	0,15	17	50

Таблица 16 – режимы резания на координатно-расточной операции с ЧПУ

Операция	Инструмент	Шаг резьбы р, мм	Момент кручения М, Н*м	Скорость v, м/мин.	Стойкость Т, мин.
040 Координатно – расточная с ЧПУ (Установ Б)					
Чистовая	Метчик 2621 – 1433 ГОСТ 3266-81 (М10); Материал Р9М4К8.	1,5	21	16	30

Таблица 17 – режимы резания на координатно-расточной операции с ЧПУ

Операция	Инструмент	Глубина не более t, мм.	Подача s, мм/об.	Скорость v, м/мин.	Стойкость Т, мин.
040 Координатно – расточная с ЧПУ (Установ Б)					
Чистовая	Резец расточной Т30К4 2145-0637 ГОСТ 25987-83 (\varnothing 12);	0,5	0,2	172,8	30
Чистовая	Резец расточной Т30К4 2145-0631 ГОСТ 25987-83 (\varnothing 11)	0,5	0,2	172,8	30

Таблица 18 – режимы резания на круглошлифовальной операции

Операция	Инструмент	Число оборотов n, об/мин	Скорость v, м/мин.	Стойкость Т, мин.
045 Круглошлифовальная				
Отделочная	Круг шлифовальный 1- 600x16x32-КНБ-F120-S-6-V- А-1 ГОСТ 2424-83	1100	35	60

Таблица 19 – режимы обработки на полировальной операции

Операция	Инструмент	Число оборотов	Скорость v, м/мин.	Стойкость Т, мин.
----------	------------	-------------------	--------------------	----------------------

Продолжение таблицы 19

050 Полировальная				
Отделочная	Круг полировальный 115×20,0×32 14A 25-H M R 25 м/с 2 кл. ГОСТ Р 51967- 2002	500	10,5	-

В связи с жесткими допусками на некоторые точные поверхности детали, возникает необходимость точной наладки инструмента. Средствами станка возможна наладка с допуском 0,02мм, этого недостаточно, поэтому стоит рассмотреть оборудование для более точной наладки инструмента вне станка, рисунок 12. В качестве такого устройства предлагается использовать устройство предварительной наладки инструмента UNO, фирмы DMG MORI, Россия.

Посредством такой наладки можно обеспечить допуск на вылет инструмента в 2мкм.



Рисунок 12 – Устройство для наладки инструмента вне станка

В зависимости от размеров заготовки, конечной детали, технологического процесса, обрабатывающего инструмента и глубины съема металла, назначается количество установов, технологических переходов и рабочих ходов.

Установом называют часть технологической операции, выполняемую при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы.

Технологическим переходом называют законченную часть технологической операции, характеризующую постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой и соединяемых при сборке.

Когда изменится режим резания или режущий инструмент, начинается следующий переход.

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

Внесем данные о технологических переходах, ходах и установов в таблицу 20.

Таблица 20 – технологические переходы

Поверхность	Количество технологических переходов	Количество рабочих ходов	Количество установов
1	1	2	1
2	1	2	1
3	1	2	1
4	4	4	1
5	1	5	1
6	3	11	2
7	1	2	1
8	1	35	1
9	1	4	1
10	1	29	1
11	1	8	1
12	1	24	1
13	1	10	1
14	2	19	2
15	1	2	1

Продолжение таблицы 20

16	1	2	1
17	1	2	1
18	1	1	1
19	1	1	1
20	1	2	1
21	1	2	1
22	1	14	1
23	1	1	1
24	3	25	1
25	1	4	1
26	2	19	2
27	1	1	1
28	1	2	1
29	1	2	1
30	1	2	1
31	1	1	1
32	1	1	1
33	1	1	1
34	1	1	1
35	1	1	1
36	1	1	1
37	1	1	1
38	1	1	1
39	1	1	1
40	2	3	1
41	3	3	1
42	1	1	1
43	3	3	1
44	3	3	1
45	1	1	1
46	4	4	1
47	1	1	1

2.8 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Для размерной обработки детали на станках с ЧПУ необходимо разработать управляющую программу, данные которой считывает устройство числового программного управления – УЧПУ. В общем случае управляющая программа (УП)

представляет собой последовательность команд, язык программирования которой определяется моделью постпроцессора установленного на станке. Особенностью числового программного управления является то, что траектория движения задается строго определенной последовательностью чисел, в которых закодирована информация не только о перемещении инструмента по декартовой системе координат (или других), но и данные о подачи и интерполяции инструмента.

Сама по себе управляющая программа – это написанная на носитель (цифровой, перфокарту, перфоленту и др.) в закодированном виде маршрутная технология на обрабатываемую деталь.

В нашем случае, при изготовлении детали типа «Корпус», предполагается использовать управляющую программу в цифровом виде. Предполагается использовать систему ЧПУ Sinumerik, фирмы Siemens. Основным преимуществом данной системы является простота использования и гибкость. Для токарных операций будем использовать систему - Siemens 802D SL, для фрезерной и координатно – расточной операции - Siemens 840D SL.

Создание УП является весьма долгим процессом. Существует множество программных продуктов, автоматизирующих процесс написания управляющих программ для станков с ЧПУ. Одним из таких программных продуктов является FeatureCAM фирмы Delcam. FeatureCAM – это удобная и простая в использовании САМ система, предназначенная для фрезерных, токарных, токарно – фрезерных и электроэрозионных станков с ЧПУ.

Кроме того, данный программный продукт позволяет не только составлять УП для станков с ЧПУ, но и содержит в себе большую базу знаний об обрабатываемых и обрабатывающих материалах, режимах резания и др. [7]

2.9 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 [8], данные внесем в таблицу 21. Таблицу 21 смотреть в приложении А.

2.10 Техничо – экономические показатели технологического процесса

Техничо-экономические показатели – система измерителей, характеризующая материально-производственную базу предприятий (производственных объединений) и комплексное использование ресурсов. Они применяются для планирования и анализа организации производства и труда, уровня техники, качества продукции, использования основных и оборотных фондов, трудовых ресурсов.

Исходными данными для расчета технико-экономических показателей будет являться заработная плата рабочих, стоимость оборудования и заготовки, и расчет себестоимости изготовления детали типа «Корпус».

Цена за тонну заготовки круг горячекатаный $\varnothing 250$ ГОСТ 2590-88 из материала сталь 40Х по ГОСТ 4543-71 составляет 28850 рублей. Для изготовления одной детали нам потребуется 105 мм данного проката, что составляет 40,31 кг. Расчетная стоимость одной заготовки:

$$P_{\text{заг}} = \frac{40,31}{1000} \cdot 28850 = 1162 \text{ руб./шт.}$$

Занесем данные о заработной плате рабочих в таблицу 22, с целью расчета технико – экономических показателей технологического процесса.

Таблица 22 – данные о заработной плате рабочих

Профессия	Стоимость работы, руб./час	Время занятости рабочего на операции, час.	Зарплата по факту работы, руб.
1. Станочник заготовительного оборудования.	170	0,87	147,9
2.Токарь	190	0,25	47,5
3.Термист	180	1	180
4.Оператор токарного станка с ЧПУ	250	4,30	1075,0
5.Сверловщик	190	0,91	172,9
6.Оператор фрезерного станка с ЧПУ	250	1,00	250,0
7.Оператор координатно –	270	3,75	1012,5

расточного станка с ЧПУ			
8.Шлифовщик	200	0,28	56,0
9.Полировщик	200	0,41	82,0
10.Гальваник	210	0,50	105,0
11.Мойщик	170	0,16	27,2
12.Консервировщик	170	0,25	42,5
13.Контролер	200	0,33	66,0
14.Слесарь	175	0,09	15,75
Итого, Σ :			3270,65

Заработная плата рабочих по данным тарифам составляет 3159 рублей 65 копеек. Если сложить заработную плату рабочих и стоимость заготовки, получаем себестоимость детали «Корпус» без учета амортизационных отчислений на оборудование, оплаты электроэнергии и отчислений на капитальный ремонт помещений: 4321 руб. 65 копеек.

Поскольку изготовление детали «Корпус» подразумевается в режиме мелкосерийного производства, назначим программу выпуска $Q_{\text{вып}} = 1000$ шт/год. Рассчитаем программу запуска:

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{вып}} * 100}{100 - a_{\text{пн}}}$$

где: $Q_{\text{вып}}$ – программа выпуска, $Q_{\text{вып}}=1000$ единиц;

$a_{\text{пн}}$ - процент технологически неизбежных потерь, $a_{\text{пн}} = 3\%$.

Тогда, получим значение программы запуска:

$$Q_{\text{зап}} = \frac{1000 * 100}{100 - 3} = 1030 \text{ шт}$$

Поскольку нам требуется выпустить 1000 штук деталей типа «Корпус» в год, программа запуска предполагает выпуск 1030 шт/год, т.к. возможен процент появления брака в 3%.

Расчёт планового фонда времени работы оборудования:

$$T_{\text{пл}} = (365 - T) * n * t * a,$$

где: T – число нерабочих дней в году, $T=119$ дней;

n – число смен, $n= 1$ смена;

t – число часов работы в смену, $t=8$ часов;

a – учитываемая % брака.

Тогда плановый фонд времени составит:

$$T_{пл} = (365 - 119) \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,97 = 1909 \text{ час}$$

Такт выхода готовой детали:

$$r = \frac{T_{пл} \cdot 60}{Q_{зап}},$$

где: $T_{пл}$ – значение планового фонда времени работы оборудования

$Q_{зап}$ - значение программы запуска

$$r = \frac{1909 \cdot 60}{1030} = 112 \text{ мин/шт}$$

Расчитаем оперативное время, количество рабочих мест и коэффициенты загрузки рабочих мест, и сведем их в таблицу 23.

Таблица 23– количество рабочих мест и их загрузка

Операция:	Оперативное время ($t_{оп}$), мин.	Количество рабочих мест:		Коэффициент загрузки рабочих мест ($K_{зи}$)
		Расчётное, C_{pi}	Принятое, $C_{пр}$	
Заготовительная	62	0,46	1	0,46
Токарная	15	0,12	1	0,12
Токарная с ЧПУ	260	1,95	2	0,975
Фрезерная	55	0,41	1	0,41
Фрезерная с ЧПУ	60	0,45	1	0,45
Слесарная	5	0,04	1	0,04
Координатно расточная с ЧПУ	225	1,69	2	0,845
Термическая	60	0,15	1	0,15
Круглошлифовальная	17	0,13	1	0,13
Полировальная	25	0,19	1	0,19
Промывочная	10	0,08	1	0,08
Гальваническая	30	0,22	1	0,22
Контрольная	20	0,15	1	0,15
Промывочная	10	0,08	1	0,08
Консервация	15	0,12	1	0,12
Итого, Σ :	-	-	17	0,29

$$C_{pi} = t_{оп} / r;$$

$$K_{зи} = C_{pi} / C_{пр}.$$

Таким образом, при мелкосерийном производстве детали типа «Корпус» понадобится 17 рабочих мест. Средний коэффициент занятости рабочих на операции равен 0,29. Самыми нагруженными являются операция токарной обработки с ЧПУ и координатно расточная с ЧПУ. Данное производство можно легко оптимизировать, если вместо найма рабочего на заготовительную операцию и слесарную операцию, нанять одного рабочего. Также можно объединить и другие операции, например если нанять станочника широкого профиля и поручить ему фрезерную и токарную операции, поскольку коэффициент загрузки позволяет работать одному рабочему. Далее можно заменить шлифовальщика и полировщика одним оператором. В данном мелкосерийном производстве возможны и другие варианты замены рабочих.

2.11 Выбор и расчет средств технологического оснащения

Общие положения

Средства технологического оснащения - это совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса. Технологический процесс оснащается с целью обеспечения требуемой точности обрабатываемых деталей и повышения производительности труда. Под оптимальной оснащенностью понимается такая оснащенность, при которой достигается максимальная эффективность производства изделия при обязательном получении требуемого количества продукции и заданного качества за установленный промежуток времени с учетом комплекса условий, связанных с технологическими и организационными возможностями производственных фондов и рабочей силы.

Средства технологического оснащения подразделяются на:

- технологическое оборудование;
- средства механизации и автоматизации технологических процессов (вспомогательных операций и переходов);
- технологическую оснастку.

Технологическое оборудование - это средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка. Технологическое оборудование выбирается в зависимости от конструкции детали и требованиями по обеспечению качества

поверхности. В отдельных случаях технологи разрабатывают техническое задание на проектирование специальных станков.

Технологическая оснастка - это средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса и устанавливаемые на технологическом оборудовании (или применяемые рабочим) для выполнения данной конкретной операции или группы операций. К оснастке при получении заготовок относятся: штампы, литейные формы, модели, прессформы и др. К оснастке при механической обработке относятся: приспособления, режущий, вспомогательный и мерительный инструмент.

Приспособление - это технологическая оснастка, предназначенная для установки или направления предмета труда или инструмента при выполнении технологической операции. Станочное приспособление - это не имеющее формообразующих средств вспомогательное орудие производства, предназначенное для установки в нем заготовок с целью изготовления изделий на механообрабатывающем оборудовании.

2.11.1 Выбор приспособления, обоснование и принцип работы

В качестве рассматриваемого приспособления в данной ВКР, выбран Патрон 7100 – 0011 ГОСТ 2675-80 самоцентрирующийся трехкулачковый, рисунок 13. Поскольку данный патрон используется в большинстве операций нашего техпроцесса изготовления детали. Данный патрон подразумевает закрепление заготовки диаметром до 250 мм включительно.

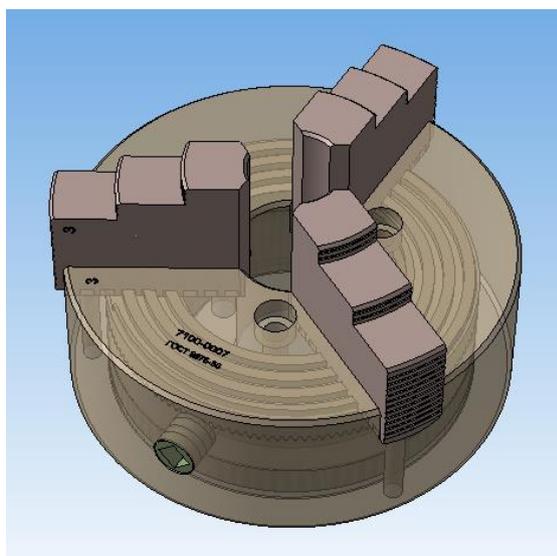


Рисунок 13 – Трехкулачковый патрон

2.11.2 Проверка закрепления заготовки.

Для придания неподвижного положения заготовки в пространстве необходимо лишить ее шести степеней свободы. Три степени свободы лишают перемещение в декартовой системе координат, еще три степени предотвращают вращения вокруг осей декартовой системы координат. В процессе механической обработки детали «Корпус» на токарных операциях, необходимо, чтобы заготовка была лишена пяти степеней свободы, при этом не лишать возможности вращения вокруг оси z , поскольку вращением вокруг этой оси будет являться главным движением резания. Поскольку деталь «Корпус» изготавливается из заготовки типа «Диск», предполагается что ее базирование и закрепление будет производиться в самоцентрирующимся патроне.

Перед установкой заготовки следует в патроне развести (вращая против часовой стрелки) кулачки ключом, правой рукой вставить заготовку в патрон, рисунок 14. Придерживая заготовку правой рукой, левой (вращая ключ по часовой стрелке) зажать заготовку кулачками патрона. Вынуть ключ из патрона и включить шпиндель. Проверить правильность зажима заготовки (при прикосновении мела к детали на ней должна образовываться сплошная линия). После этого окончательно закрепить заготовку и вынуть ключ из патрона.

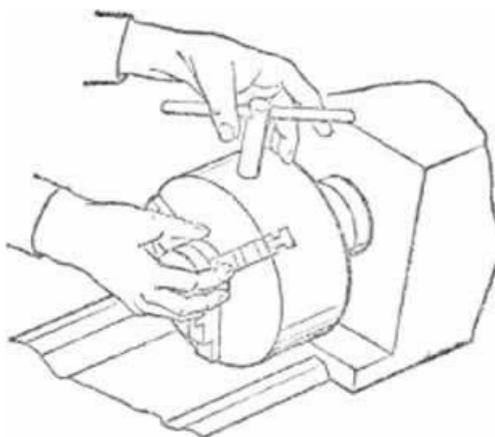


Рисунок 14 – Трехкулачковый патрон

Согласно данной схеме базирования заготовки на токарной операции, три опорные точки на торце цилиндрической заготовки будут являться установочной базой, две опорные точки на цилиндрической поверхности будут являться направляющей базой, рисунок 15. Как сказано выше, лишение шестой степени свободы не нужно, потому что главное движение резания будет происходить за счет вращения заготовки вокруг своей оси.

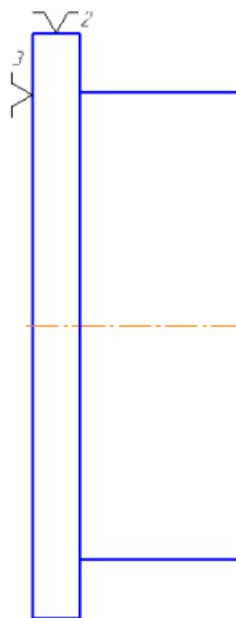


Рисунок 15 – Схема установки

2.11.3 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:

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

где: δ – допуск на размер обрабатываемой детали, $\delta = 1,15$ мм;

ε_6 – погрешность базирования, $\varepsilon_6 = 0$ 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, $\Delta_y = 0,050$;

ω – точность обработки детали при выполнении данной операции, $\omega = 1,15$.

Допуск на размер заготовки, зажимаемой в кулачках – $250h14$ (для заготовки) равен 1,15мм.

Погрешность базирования для самоцентрирующегося устройства равна нулю, согласно таблицам справочника [3].

Погрешность установки при установке в трехкулачковом с чисто обработанной базой, при радиальном смещении заготовки, для диаметра 250 мм равна 50мкм.

Точность обработки на размер на данной операции равна 1,15мм (допуск на наибольший обрабатываемый размер заготовки –245h14 после чистового точения).

Тогда по формуле (11) рассчитываем погрешность приспособления:

$$\Delta_{\text{пр}} = \delta - (K_1 \cdot \varepsilon_6 + \Delta_y + K_2 \cdot \omega) = 1,15 - (0,8 * 0 + 0,050 + 0,8 * 1,15) = 0,18\text{мм.}$$

Данный расчет показывает, что для выполнения чистовой операции точения при заданных условиях для токарного патрона достаточна точность 0,18 мм. Точность изготовления токарных патронов, с расточными кулачками обычно позволяет устанавливать заготовку с точностью до 0,1 мм, что удовлетворяет значению точности, т.е. приспособление обеспечивает требуемую точность.

2.11.4 Расчет усилий зажима заготовки

Назначение зажимных механизмов станочных приспособлений состоит в надежном закреплении, предупреждающем вибрации и смещения заготовки относительно опор приспособления при обработке. Повышение точности обработки достигается при стабильных силах закрепления, что уменьшает погрешность закрепления. При изготовлении точных деталей необходимо избегать чрезмерных сил закрепления, вызывающих большие деформации заготовок или повреждения их поверхностей. При закреплении заготовки в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне опасен сдвиг заготовки под действием составляющей силы резания R_z . Формула для определения усилий зажима [4]:

$$P = \frac{K P_z L}{0,75 D f},$$

где: P_z – составляющая силы резания;

L – расстояние от места заготовки до силы P_z , $L = 95\text{мм}$;

f – коэффициент трения в месте соприкосновения кулачков и поверхности заготовки, $f = 0,8$;

D – диаметр закрепляемой заготовки, $D = 250\text{мм}$;

K – коэффициент запаса, определяется по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

где: K_0 – гарантированный коэффициент запаса, $K_0 = 1,5$;

K_1 – коэффициент, учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовок, при черновой обработке $K_1 = 1,2$;

K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента, $K_2 = 1,0$;

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом точении, $K_3 = 1,0$;

K_4 – коэффициент, характеризующий постоянство силы развиваемой зажимным механизмом (для трехкулачкового патрона, $K_4 = 1,2$;

K_5 – коэффициент, характеризующий эргономику немеханизированного зажимного механизма, $K_5 = 1$;

K_6 – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку, $K_6 = 1$.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16$$

При условии, если, $K \leq 2,5$, принимаем $K=2,5$ [3].

Формула для определения силы резания P_Z :

$$P_Z = P_{Z.Табл} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (14)$$

где: $P_{Z.табл}$ – табличная величина силы резания, $P_{Z.табл} = 6$ кН;

K_1 – коэффициент в зависимости от твердости заготовки, $K_1 = 0,9$;

K_2 – коэффициент зависящий от скорости резания, $K_2 = 0,9$.

Табличная величина силы резания P_Z для глубины резания 2 мм и подачи 1 мм/об - 6 кН. Величина коэффициента K_1 , при обработке стали твердостью до 289 НВ, равен 0,9. Коэффициент K_2 для скорости резания до 200 м/мин равен 0,9. Тогда фактическая величина силы резания, равна:

$$P_Z = P_{Z.Табл} \cdot K_1 \cdot K_2 = 6 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 4,86 \text{ кН}$$

Определим значение усилий зажима:

$$P = \frac{K P_Z L}{0,75 D f} = \frac{2,5 \cdot 4,86 \cdot 95}{0,75 \cdot 250 \cdot 0,8} = 7,695 \text{ кН}$$

Чтобы обеспечить надежное закрепление заготовки в приспособлении, необходимо усилие в 7,695 кН.

2.12 Проектирование гибкой производственной системы (ГПС)

Гибкие производственные системы (ГПС) — наиболее эффективное средство автоматизации серийного производства, позволяющее переходить с одного вида продукции на другой с минимальными затратами времени и труда. ГПС позволяет снизить потребность в квалифицированных станочниках и станках, повысить качество продукции. Производительность станков с ЧПУ, входящих в ГПС, в 1,5—2 раза выше суммарной производительности такого же количества индивидуально работающих станков с ЧПУ.

Гибкая производственная система — это комплекс технологических средств, состоящих из одного-двух (не более) многоцелевых станков с ЧПУ или других металлорежущих станков с ЧПУ, оснащенных механизмами автоматической смены инструмента, автоматической смены заготовок и транспортирования их со склада до зоны обработки с помощью различных транспортных средств, например самоходных роботизированных тележек. Этот комплекс связан с единым математическим обеспечением, способствующим работе оборудования в автоматическом режиме с минимальным участием человека.

Повышение уровня автоматизации машиностроительного производства приводит к созданию ГПМ, включающих в себя автоматизированную единицу технологического оборудования для изготовления изделий определенного вида с возможностью изменения в заданном диапазоне их типоразмерных характеристик. ГПМ функционирует автономно, осуществляя многократные циклы, и может встраиваться в ГПС. В ГПМ дополнительно обеспечивается автоматическое измерение и контроль качества изготавливаемых изделий, диагностика состояния инструментов, механизмов и устройств самого оборудования, а также автоматическая подналадка технологического процесса и автоматическая переналадка оборудования на изготовление другого типоразмера изделия. ГПМ можно рассматривать как разновидность РТК с более высоким уровнем автоматизации всех вспомогательных, контрольно-измерительных и диагностических операций, с элементами адаптивного управления.

Гибкий производственный модуль (ГПМ) состоит из единицы технологического оборудования, оснащенного УЧПУ и средствами автоматизации технологического процесса.

Для производства детали «Корпус» предполагается использование гибкой производственной системы, рисунок 16.

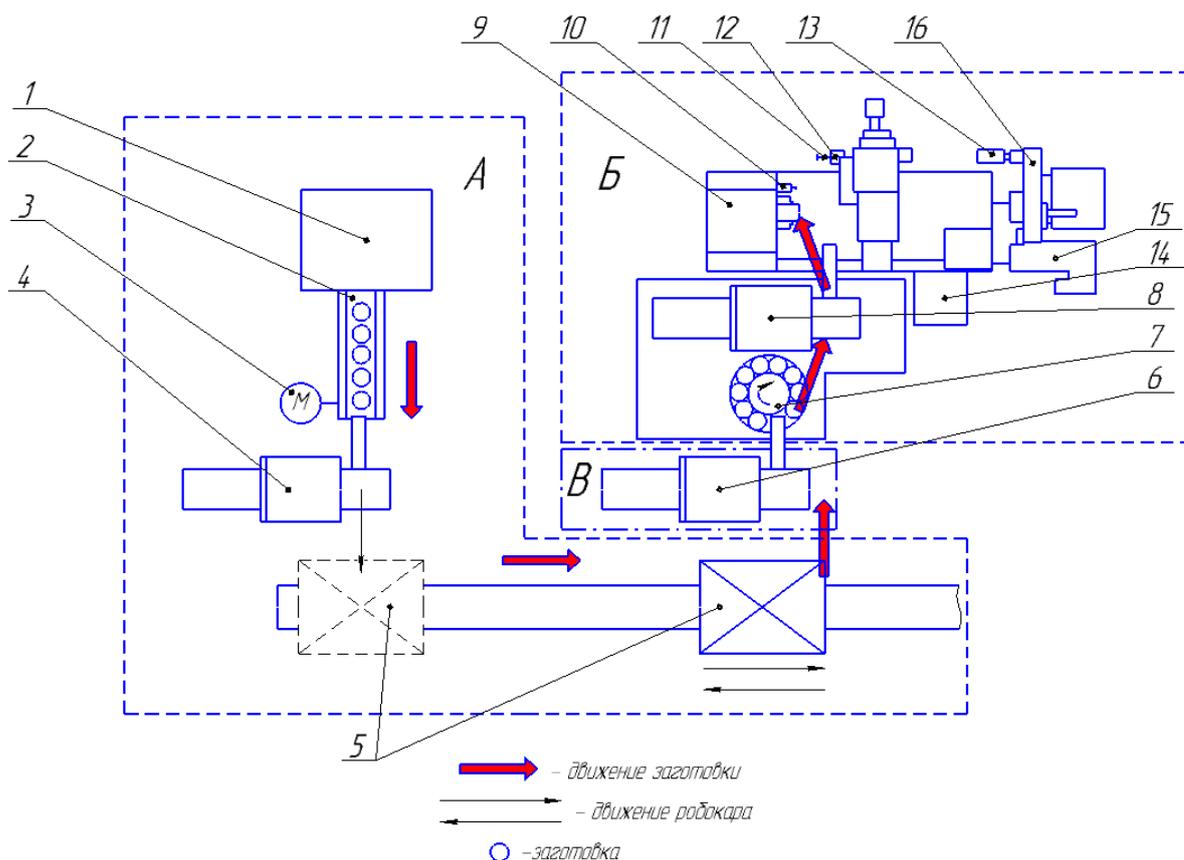


Рисунок 16 – Гибкая производственная система: А – гибкий модуль транспортировки заготовок; Б – автоматически перенастраиваемый токарный модуль; В – модуль загрузки заготовок на позицию Б; 1 – автоматизированный склад; 2 – конвейер; 3 – электродвигатель; 4, 6, 8 – промышленный робот; 5 – робот; 7 – накопительное устройство роторного типа; 9 – патрон токарного станка; 10 – индикаторное устройство для контроля точности инструмента; 11 – станок устанавливается индикаторное устройство для контроля точности заготовки; 12, 13, 16 – устройство автоматической смены инструмента; 14 – устройство ЧПУ; 15 – устройство для автоматического удаления стружки.

Рассмотрим данную ГПС подробно.

Гибкий модуль транспортировки заготовок состоит из автоматизированного склада (поз.1), он имеет набор стандартных ячеек для хранения заготовок. Управление от устройства с ЧПУ обеспечивает автоматический поиск ячейки с требуемыми заготовками. Загрузку – выгрузку ячеек выполняет кран – штабелер, который перемещается по горизонтали и вертикали. Заготовки погруженные на конвейер (поз.2) перемещаются из за вращения электродвигателя (поз.3). Число оборотов вала электродвигателя определяется ЭВМ, для перемещения линии конвейера на

определенное расстояние. Если будет необходимо запустить массовое производство, возможна замена конвейера на двух и более рядный, при этом увеличить количество промышленных роботов, а также модифицировать привод (вместо электромотора установить редуктор для увеличения крутящего момента). Промышленный робот (поз.4) загружает заготовку в специальную автоматическую тележку – робокар (поз.5) для транспортировки заготовки. Робокар транспортирует заготовку до позиции обработки заготовки, на этом работа ГПМ – А подходит к концу. После того как робокар пребывает на позицию обработки, вступает в работу ГПМ – В, состоящего из одного промышленного робота (поз.6) основной задачей которого является отгрузка заготовки из тележки в транспортно – накопительное устройство роторного типа (поз.7). На этом действие ГПМ – В кончается.

Работа ГПМ – Б начинается с того, что транспортно – накопительное устройство роторного типа (поз.7) поворачивается на определенный угол, угол поворота которого определяет ЭВМ, после чего, промышленный робот производит захват заготовки и устанавливает его в патрон токарного станка (поз.9) с ЧПУ (поз.14). При этом следует учесть, что зажимное устройство, а именно трехкулачковый патрон, должен автоматически зажиматься до начала обработки детали и автоматически разжиматься по окончании. Этим процессом также будет управлять ЭВМ, расчетное усилие зажима задается оператором при наладке ГПС. Сам токарный станок оснащен рядом устройств, для контроля состояния обработки. Поскольку необходимо учитывать состояние режущего инструмента, предлагается установить индикаторное устройство для контроля точности инструмента (поз.10). Также необходимо производить контроль точности обработки, для этих целей на станок устанавливается индикаторное устройство для контроля точности заготовки (поз.11). Смену режущего инструмента будет производить устройство автоматической смены инструмента (поз.12,13,16). В дополнение к этому, на токарный станок предполагается добавить устройства для сбора и удаления стружки (поз.15).

Таким образом, гибкая производственная система для обеспечения процесса изготовления детали типа «Корпус» состоит из трех модулей. При желании можно автоматизировать весь процесс изготовления детали, но это приведет к дополнительным затратам.

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

Студенту:

Группа	ФИО
4A21	Мартынову Роману Сергеевичу

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.			20.05.16

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A21	Мартынов Роман Сергеевич		

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

1.1 Расчет затрат на изготовление детали

В данном разделе выпускной квалификационной работы, произведем расчет затрат на годовой выпуск деталей, проведем анализ безубыточности [9]. Данные о затрате на сырье, представлены в таблице 24.

Таблица 24 - 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 40Х круг Ø250мм	т	28850	0,04031	1169

Данные о затратах электроэнергии представлены в таблице 25.

Таблица 25 - Затраты электроэнергии на производство

№ п/п	Наименование оборудования	Мощность, кВт	Время эксплуатации, (ч. на ед. прод.)	Расход электроэнергии (кВт на ед. прод.)
1	Отрезной круглопильный станок 8Г663	10	0,87	8,7
2	Токарный станок 1Н65	24	0,08	1,92
3	Токарный станок РС580Т	28	2,75	77
4	Сверлильный станок 2Р135	9	0,33	2,97
5	Фрезерный станок с ЧПУ ГФ2171.С5	12	0,33	3,96
6	Координатно-расточной станок с ЧПУ 24К40СФ4	15	1,41	21,15
7	Координатно-расточной станок с ЧПУ 24К40СФ4	15	1	15
8	Печь муфельная СНОЛ 30/1100	30	0,28	8,4
9	Круглошлифовальный станок 3м151	11,5	0,11	1,26
10	Токарный станок 1Н65	24	0,16	3,84
	ИТОГО			144,2

Затраты на электроэнергию производства одной единицы продукции составили 144,2 кВт. Далее произведем расчет заработной платы рабочих и рассчитаем затраты на годовой выпуск продукции детали «Корпус», данные сведем в таблицу 26.

Таблица 26 - Заработная плана производственных рабочих

Профессия	Стоимость работы, руб./час	Время занятости рабочего на операции, час.	Заработная плата по факту работы, руб.
1. Станочник заготовительного оборудования.	170	0,87	147,9
2.Токарь	190	0,25	47,5
3.Термист	180	1	180
4.Оператор токарного станка с ЧПУ	250	4,30	1075,0
5.Фрезер	190	0,91	172,9
6.Оператор фрезерного станка с ЧПУ	250	1,00	250,0
7.Оператор координатно – расточного станка с ЧПУ	270	3,75	1012,5
8.Шлифовщик	200	0,28	56,0
9.Полировщик	200	0,41	82,0
10.Гальваник	210	0,50	105,0
11.Мойщик	170	0,16	27,2
12.Консервировщик	170	0,25	42,5
13.Контролер	200	0,33	66,0
14. Слесарь	175	0,09	15,75
Итого, Σ :			3270,65

Все виды затрат сведем в таблицу 27.

Таблица 27 - 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	11138	0,105	108,15	1,169	1204	Табл. 13
2.	Электроэнергия на технологические нужды	кВт	4,63	144,2	144,200	0,667	687	Табл. 14

Продолжение таблицы 27

3.	Заработная плата основных производственных рабочих	тыс. руб.	*	*	*	3,270	3368	Табл. 15
4.	Отчисления на социальные нужды	тыс. руб.	*	*	*	0,981	1010	30% от ст. 3
5.	Общепроизводственные расходы	тыс. руб.	*	*	*	8,665	8924	265% от ст. 3*
6.	Общехозяйственные расходы	тыс. руб.	*	*	*	10,954	11282	335% от ст. 3*
Полная себестоимость, в т.ч.		тыс. руб.	*	*	*	25,706	26477	1+2+3+4+5+6
Условно-переменные затраты		тыс. руб.	*	*	*	6,08	6269	1+2+3+4
Условно-постоянные затраты		тыс. руб.	*	*	*	19,619	20207	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: $Z_{\text{пост}}$ – постоянные затраты на весь выпуск продукции, руб.;

$Z_{\text{пер}} \cdot Q$ – переменные затраты на единицу продукции, руб./т;

C_i – цена единицы продукции, руб./т. (расчет цены произведем исходя из планируемого уровня рентабельности 20%, поэтому цену назначаем 30772 руб.)

Тогда точка безубыточности определится следующим образом:

$$Q_{ТБ} = \frac{Z_{пост}}{C_i - Z_{пер}} = \frac{20207000}{31772 - 6269} = 792 \text{ шт.}$$

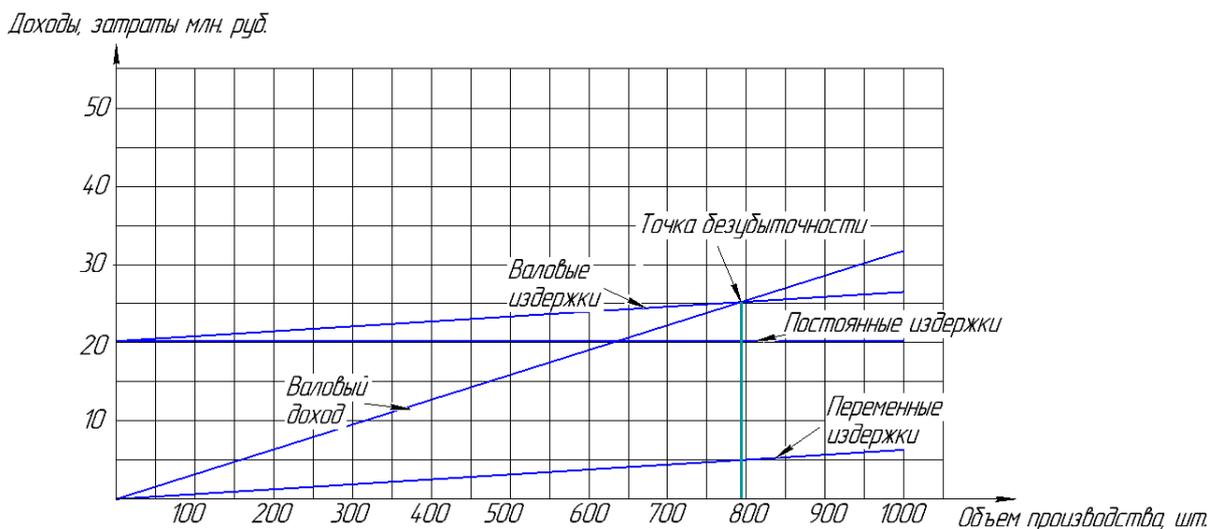


Рисунок 17 - График издержек и доходов

Таким образом исходя из проведенного анализа безубыточности изготовления детали типа «Корпус», следует что для мелкосерийного производства детали необходимо как минимум производить семьсот девяносто две детали в год, чтобы не быть в минусе.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A21	Мартынову Роману Сергеевичу

Институт	ИФВТ	Кафедра	ФВТМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования	Объектом исследования является производственный технологический процесс детали типа «Корпус».
-------------------------------------	---

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, твердые отходы, загрязнение воздуха.
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.	<i>Анищенко</i>	

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A21	Мартынов Роман Сергеевич		

4 Социальная ответственность

Объект исследования в данной ВКР, производственный технологический процесс детали типа «Корпус».

4.1 Производственная безопасность

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на рабочих, опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Для определения опасных факторов на данном производстве воспользуемся классификацией опасных и вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003-74. Проанализировав всевозможные опасные и вредные факторы на данном производстве, занесем их в таблицу 28. Таблицу 28 смотреть в приложении Б. Приведем нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора.

Приведем допустимые нормы с необходимой размерностью, а также средства индивидуальной и коллективной защиты для минимизации воздействия фактора.

Превышение уровней шума

Согласно п.4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96, допустимый уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 80 дБ. Если уровень шума будет выше допустимого, то это скажется на физическом состоянии рабочего. При превышении уровня шума можно воспользоваться следующими методами снижения шума:

- Снижение шума в источнике осуществляется за счет улучшения конструкции машины или изменения технологического процесса.
- Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются в том случае, если другими способами обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте не удастся. Принцип действия СИЗ – защитить наиболее чувствительный канал воздействия шума на организм человека – ухо. Применение СИЗ позволяет предупредить расстройство не только органов слуха, но и нервной системы от действия чрезмерного раздражителя.
- Методы и средства коллективной защиты, которые включают в себя применение звукоизоляции, акустическую обработку помещений, рациональную планировку предприятий и производственных помещений, а также изменение направленности излучения шума.

Отклонение параметров микроклимата

Поскольку виды работ, выполняемые рабочими классифицируются как категория работ №3 – относятся к работам, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных тяжестей (свыше 10кг) и требующих больших физических усилий. 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 29.

Таблица 29 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	III (более 290)	С 13,0-15,9 до 18,1 – 21,0	12-22	15-75	0,2-0,4
Теплый	III (более 290)	С 15,0-17,9 до 20,1-26,0	14,0-27,0	15-75	0,2-0,5

Если отклонение параметров микроклимата выходит за пределы установленные в СанПиН 2.2.4.548-96 необходимо воспользоваться методами регулирования параметров, такими как установка отопительных систем и систем кондиционирования помещений.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Работая при освещении плохого качества или низких уровнях, люди могут ощущать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. В ряде случаев это может привести к ухудшению физического состояния.

Нормирование естественного и искусственного освещения производится по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 в зависимости от разряда зрительной работы (наименьший размер объекта различения), от контраста объекта различия с фоном и от характеристики фона. Также существует нормирование коэффициента пульсации освещенности для каждого типа ламп.

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.).

В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 определяем что вид работ относится к работам средней точности, следовательно, освещенность на рабочих поверхностях столов в зоне размещения детали должна быть 400-500 лк.

В случаях если освещенность не достигает 400-500 лк следует пересмотреть проектировку размещения устройств освещения, либо заменить устройства освещения.

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.

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:

- 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;

- ущерб 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.

Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.

Оградительные устройства применяются для изоляции систем привода машин и агрегатов, зоны обработки заготовок станков, прессов, штампов, ограждения токоведущих частей, зон интенсивных излучений, зон выделения вредностей, загрязняющих воздушную среду, и т. д. Ограждаются также рабочие зоны, расположенные на высоте (леса и т. п.).

- Стационарные ограждения (любое стационарное ограждение является постоянной частью данной машины и не зависит от движущихся частей, выполняя свою функцию);
- Совмещенные защитные устройства;
- Регулируемые защитные устройства (регулируемые защитные устройства позволяют достичь гибкости в выборе различных размеров материалов);
- Саморегулирующиеся защитные устройства (открытие саморегулирующихся устройств зависит от движения материала).

Применение этих методов отдельно или комплексно помогут избежать несчастных случаев, связанных с подвижными частями производственного оборудования.

4.2 Экологическая безопасность

В результате изготовления детали типа «Корпус», выявлены следующие источники загрязнения окружающей среды:

- Загрязнение гидросферы
- Загрязнение атмосферы
- Твердые отходы

Рассмотрим источники загрязнений, и найдем пути решения в отдельности для каждого.

Загрязнение гидросферы может произойти в результате выброса сож в сточные воды. Во избежание проблемы возможны несколько путей решения:

- Механические методы очистки сточных вод. Традиционно в группу методов механической очистки включают процеживание, отстаивание, осветление во взвешенном слое осадка, фильтрование, центробежные методы.

– Захоронение сточных вод. Высококонтрированные и токсичные сточные воды многих отраслей промышленности, например: концентрированные рассолы установок опреснения; сточные воды, содержащие металлоорганические, в частности, ртутьорганические соединения, для которых ещё не разработаны достаточно эффективные и экономичные методы, – могут быть захоронены в глубоких подземных горизонтах.

В данном производстве предполагается использовать метод фильтрации жидких отходов.

Загрязнение атмосферы может произойти в результате попадания сож на нагретые поверхности заготовок, а также металлообрабатывающего оборудования. Для избежание проблем, связанных с загрязнением атмосферы можно прибегнуть к методам очистки воздуха:

В данном производстве предполагается использовать метод окислительно – восстановительных процессов, в результате которых образуются новые экологически менее опасные продукты.

Твердые отходы в виде стружки, снятой с материала заготовки предполагается использовать повторно.

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 поводится 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

восемнадцать 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.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была рассмотрена технологическая подготовка производства для изготовления деталей типа «Корпус». В ходе выполнения работы, было решено множество задач, таких как: проектирование технологического процесса изготовления данной детали от выбора заготовки для изделия до выпуска конечного продукта. Было подобрано все необходимое технологическое оснащение, режущий и контрольно-измерительный инструмент, а также металлообрабатывающее оборудование. Был проведен анализ технологичности изделия – целью которого было определение целесообразности конструктивных элементов уже готового изделия, а также произведен анализ химического состава материала изделия. В ходе выполнения работы была проведена проверка обеспечения эксплуатационных свойств деталей с помощью программного продукта SolidWorks, был выполнен анализ прочности изделия на растяжение – сжатие, а также расчет статического перемещения изделия под действием нагрузок. Был проведен расчет минимальных значений припусков на обработку изделия, целью которого является гарантированное обеспечение съема слоя материала. Немаловажное значение на качество обработки резанием влияют так называемые режимы резания, параметры которых определяют качество обработанной поверхности, а также не позволяют инструменту выйти из строя раньше времени. Основную часть технологического процесса занимает обработка детали на станках с ЧПУ, для которых были составлены управляющие программы (УП). Также были проведены некоторые расчеты связанные с технико-экономическими показателями технологического процесса изготовления.

Список используемой литературы

1. Технологическая подготовка производства детали. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://hi-edu.ru/e-books/xbook846/01/part-005.htm>
2. Типовые решения САПР технологических процессов, [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://studepedia.org/index.php?post=63485&vol=1>
3. 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.
4. Станочные приспособления: Справочник / В 2-х т. / Ред. совет Б.Н. Вардашкина и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 1248 с.
5. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, Н.А. Шевченко и др.; под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1987. – 846 с.; ил.
6. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.
7. Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 144 с.
8. Размерный анализ технологических процессов/ В.В. Матвеев, М.М. Тверской, Ф.И. Бойков и др. // Б-ка технолога. – М.: Машиностроение, 1982. – 264 с.; ил.
9. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие/ Криницина З.В., Видяев И.Г.; Томский политехнический университет. – Томск: Издательство ТПУ, 2014. – 73с.

Приложение А

Таблица 21 – Размерный анализ технологического процесса

Таблица 21– Размерный анализ технологического процесса

Операция	Эскиз, размерная цепь	Расчет размерной цепи
010 Токарная	<p>The drawing shows a shaft with a diameter of 250 mm and a length of 105 mm. A hole is drilled through the shaft with a diameter of 101 mm and a depth of 4 mm. The drawing includes dimension lines for A01 (total length), A11 (length of the hole), Z11 (depth of the hole), D01 (total diameter), and D11 (diameter of the hole). The drawing also shows the manufacturing tolerances for each dimension.</p>	$A_{01} = 105_{-2,2} \text{ мм}$ $A_{11} = 101_{-0,87} \text{ мм}$ $D_{01} = 250_{-3}^{+1,2} \text{ мм}$ $D_{11} = 245_{-1,85} \text{ мм}$ $Z_{11} = A_{01} - A_{11} = 105_{-2,2} - 101_{-0,87} = 4_{-2,2}^{+0,87} \text{ мм}$ $Z_{11}(\text{max}) = 4,87 \text{ мм}$ $Z_{11}(\text{min}) = 1,8 \text{ мм}$ $Z_{D11} = D_{01} - D_{11} = 250_{-3}^{+1,2} - 245_{-1,85} = 5_{-3}^{+3,05} \text{ мм}$ $Z_{D11}(\text{max}) = 8,05 \text{ мм}$ $Z_{D11}(\text{min}) = 2 \text{ мм}$

Продолжение таблицы 21

<p>020 Токарная с ЧПУ (Установ А)</p>		<p> $A_{11}=101_{-0,87}$ мм $A_{22}=98_{-0,87}$ мм $D_{11}=245_{-1,85}$ мм $D_{22}=205,5_{-0,046}$ мм </p> <p> $Z_{22} = A_{11} - A_{22} = 101_{-0,87} - 98_{-0,87} =$ $3 \pm 0,87$ мм $Z_{22}(\max) = 3,87$ мм $Z_{22}(\min) = 2,13$ мм </p> <p> $Z_{D22} = D_{11} - D_{22} = 245_{-1,85} - 205,5_{-0,046} =$ $39,5 \frac{+1,85}{-0,046}$ мм $Z_{D22}(\max) = 41,35$ мм $Z_{D22}(\min) = 39,454$ мм </p>
---	--	--

Продолжение таблицы 21

<p>020 Токарная с ЧПУ (Установ Б)</p>		$A_{22} = 98_{-0,87} \text{ мм}$ $A_{33} = 95_{-0,87} \text{ мм}$ $D_{11} = 245_{-1,85} \text{ мм}$ $D_{33} = 240_{-1,15} \text{ мм}$ $Z_{33} = A_{22} - A_{33} = 98_{-0,87} - 95_{-0,87} =$ $3 \pm 0,87 \text{ мм}$ $Z_{33}(\text{max}) = 3,87 \text{ мм}$ $Z_{33}(\text{min}) = 2,13 \text{ мм}$ $Z_{D33} = D_{11} - D_{33} = 245_{-1,85} - 240_{-1,15} =$ $5 \frac{+1,15}{-1,85} \text{ мм}$ $Z_{D33}(\text{max}) = 6,15 \text{ мм}$ $Z_{D33}(\text{min}) = 3,15 \text{ мм}$
---	--	---

Приложение Б

Таблица 28 – Опасные факторы при проведении технологических операций

Таблица 28 - Опасные факторы при проведении технологических операций

Источник фактора, наименование видов работ	Опасные и вредные производственные факторы	Нормативные документы
1. Заготовительная операция, оборудование: отрезной круглопильный станок 8Г663.	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.</p> <p>Повышенный уровень шума на рабочем месте;</p> <p>Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</p> <p>Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p>	<p>Шум: СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96;</p> <p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ;</p> <p>Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p>
2. Токарная операция, станок 1Н65 3. Токарная операция с ЧПУ, станок РС660Т с ЧПУ	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.</p> <p>Повышенный уровень шума на рабочем месте;</p> <p>Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</p> <p>Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p> <p>Недостаточная освещенность рабочей зоны</p>	<p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ;</p> <p>Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>Освещение: СанПиН 52.13330.2011;</p> <p>Типовая инструкция по охране труда: РД 153-34.0-03.289-00</p>
4. Сверлильная операция, станок 2Р135Ф2-1	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.</p> <p>Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p>	<p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ;</p> <p>Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>Типовая инструкция по охране труда: РД 153-34.0-03.294-00</p>

Продолжение таблицы 28

<p>5. Фрезерная операция с ЧПУ, вертикально-фрезерный станок ГФ2171.С5</p>	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования. Повышенный уровень статического электричества.</p>	<p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ; Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Типовая инструкция по охране труда: РД 153-34.0-03.290-00</p>
<p>6. Слесарная</p>	<p>Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p>	<p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p>
<p>7. Координатно – расточная с ЧПУ</p>	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования. Повышенный уровень шума на рабочем месте; Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p>	<p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ; Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p>
<p>8. Термическая</p>	<p>Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны. Повышенная температура воздуха рабочей зоны.</p>	<p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ; Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Типовая инструкция по охране труда: ТОИ Р-31-214-97</p>

Продолжение таблицы 28

9. Круглошлифовальная	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.</p> <p>Повышенный уровень шума на рабочем месте;</p> <p>Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</p> <p>Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p>	<p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ;</p> <p>Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>Типовая инструкция по охране труда: РД 153-34.0-03.295-00</p>
10. Полировальная	Недостаточная освещенность рабочей зоны	<p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>Типовая инструкция по охране труда: РД 153-34.0-03.289-00</p>
11. Гальваническая	Химически опасные и вредные токсичные вещества.	<p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>ТОИ Р-31-205-97</p>
12. Промывочная	<p>Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p> <p>Отклонение параметров микроклимата</p>	<p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96;</p>
13. Консервация	<p>Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p> <p>Отклонение параметров микроклимата</p>	<p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96;</p>