

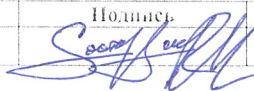
Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства изготовления детали «Корпус» на станках с ЧПУ УДК 621.81-2:62-83-214.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A21	Соатов Далер Махмадуллоевич		1.06.2016

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Должиков В. П.	К.Т.Н.		14.06.16

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гаврикова Н.А.			6.06.2016

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	К.Т.Н.		04.06.2016

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФВТМ	Псахье С. Г.	д.ф-м., профессор		19.06.16

Томск – 2016 г.

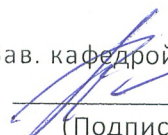
Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт физики высоких технологий

Направление 15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов

Кафедра Физика высоких технологий в машиностроении

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4A21	Соатову Далеру Махмадуллоевичу

Тема работы:

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

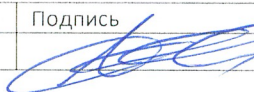
Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж; Тип производств а а
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 детали; 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	9 февраля 2016
--	----------------

Задание выдал руководитель:

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Должиков В.П.	к.т.н., доцент		9.06.16

Задание принял к исполнению студент:

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4A21	Соатов Далер Махмадуллоевич		9.02.16

Реферат

Выпускная квалификационная работа 76 с., 13 рис., 18 табл., 16 источников., 2 прил.

Объектом исследования является чертеж деталь типа «Корпус».

Цель работы – приобретение навыков и умений в применении знаний по дисциплине «Технология автоматизированного производства» и других дисциплин путем самостоятельного решения задач по разработке технологического процесса для условий автоматизированного производства.

В процессе исследования проводилось анализ технологичности конструкции детали, проектирования технологического маршрута, технологический процесс изготовления детали, выбор инструментов и оснастки и средства контроля точности, кодирования управляющей программы и т.п.

Задачами ВКР служат:

- Приобретение навыков в технологической подготовке производства деталей машин на станках с ЧПУ, в том числе и ГПС.
- Овладение навыками модернизации технологического оборудования.
- Закрепление навыков по расчету и назначению припусков на механообработку, расчету режимов обработки, технического нормирования, а также по расчету точности параметров средств технологического оснащения.
- Овладение навыками управления качеством изготовления деталей в автоматизированном производстве.
- Усвоение методики анализа технологичности детали, выбора последовательности обработки поверхностей детали, выбора технологических баз, формирования маршрута обработки детали, а также рациональной последовательности выполнения технологических переходов в конкретной операции.
- Закрепление навыков по подготовке геометрической и технологической информации, составлению расчетно-технологических карт, карт наладок и разработке управляющих программ для технологического оборудования.
- Закрепление навыков в оформлении технологической документации согласно ГОСТ, использовании банков данных и знаний САПР, подборе научной и справочной литературы.

Содержание

Введение	7
1. Технологическое задание. Этапы подготовки производства детали	8
2. Проектирование технологического процесса изготовления детали	10
2.1 Анализ технологичности конструкции детали	13
2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали	14
2.3 Способ получения заготовки	16
2.4 Проектирование технологического маршрута	18
2.5 Расчет припусков на обработку	21
2.6 Проектирование технологических операций	28
2.6.1 Уточнение технологических баз и схемы закрепления заготовки	31
2.6.2 Выбор средств технологического оснащения	34
2.6.3 Выбор и расчет режимов резания	37
2.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	42
2.8 Размерный анализ технологического процесса	45
2.9 Техничко-экономические показатели технологического процесса	48
2.10 Проектирование и выбор средств технологического оснащения	50
2.10.1 Общие положения	50
2.10.2 Проверка условия лишения возможности перемещения заготовки	51
2.10.3 Расчет погрешности базирования и установки заготовки	52
2.10.4 Расчет усилий зажима заготовки	53
2.11 Проектирование гибкой производственной системы	55
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	57
3.1 Расчет затрат на изготовление детали	57
3.2 Анализ безубыточности изготовления детали	59
4. Социальная ответственность	61
4.1 Производственная безопасность	61
4.2 Экологическая безопасность	68
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	69
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	70
Заключение	73
Список литературы	74
Приложение А	75
Альбом технологической документации	76

Список используемых сокращений

ГАП – гибкое автоматизированное производство

ССБТ – система стандартов безопасности труда

СТП – стандарты предприятий

ТП – технологический процесс

УТП – унифицированный технологический процесс

УП – управляющая программа

ЧПУ – числовое программное управление

Введение

Машиностроение это важнейшая отрасль хозяйственной деятельности страны. Она является характеристикой степени и прогресса развития различных отраслей промышленности таких как: металлургия, энергетика, сельского хозяйство, оборонная промышленность и т.д.

Технология машиностроения это наука отражающая все многообразие взаимосвязанных явлений, возникающих как на этапе изготовления детали, или сборки узла, так и в процессе выполнения всего технологического процесса[1]. Поэтому базой технологии машиностроения как науки являются многие теоретические и технические науки, такие: теоретическая механика, сопротивление материалов, некоторые разделы математики, детали машин, теория резания, металлорежущие станки и инструменты, основы стандартизации и технические измерения и другие. Она позволяет изучить все этапы изготовления деталей любой сложности для традиционных и вспомогательных производств.

Но в процессе производства изделия необходимо соблюдать заданные качественные характеристики, в первую очередь, точность размеров[1]. Обеспечение заданной точности - ответственная задача конструкторов, а ее технологическое обеспечение при наименьших затратах – основная задача технолога.

На сегодняшний день все большее распространение получает автоматизированное оборудование, например применение роботов, программные управления и т.д. Комплексная автоматизация технологических процессов позволяет освободить рабочего от прямого воздействия на продукт труда и за ним остается лишь функция управления сложными автоматическими машинами, осуществляющими сложные технологические процессы[2].

Применение в современном машиностроении компьютерной техники и разработка управляющих программ (УП), позволяет повышать качество выпускаемой продукции и ускорять процесс изготовления про. В результате этого современные предприятия машиностроения осваивают новые виды изготовления сложных высокотехнологичных изделий, что ведет к новым заказам и развитию предприятия.

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».

1 Техническое задание. Этапы подготовки производства детали

В качестве технического задания для выпускной квалификационной работы был выдан чертеж детали (смотри альбом технологической документации). Далее подробно рассмотрим этапы подготовки производства детали типа «Корпус», 3д изображения которой представлено на рис.1.

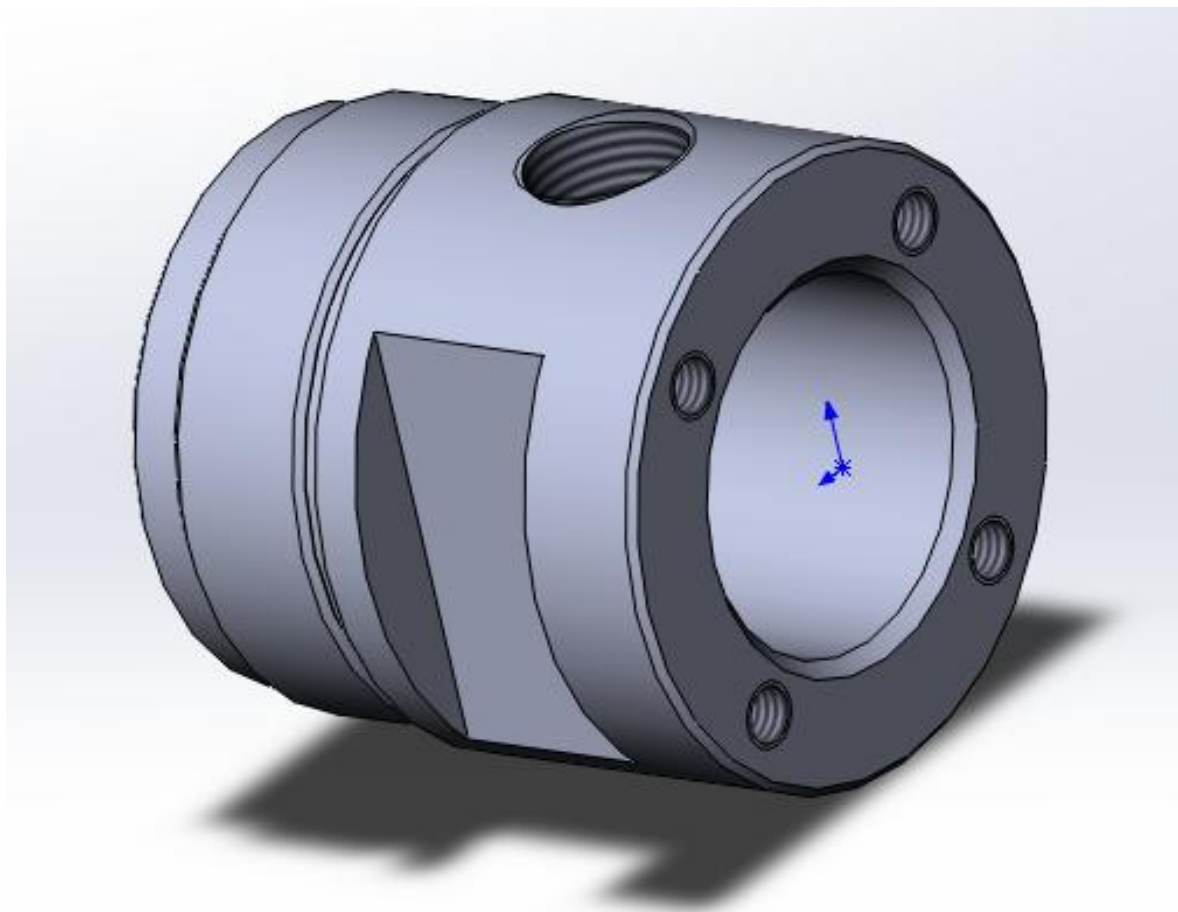


Рисунок-1 Изображение 3D модели детали типа «Корпус»

Можно выделить следующие этапы подготовки производства детали: Первый этап. Подготовка производства данной детали будет заключаться в разработке маршрутной технологии. Что предлагает описание последовательности выполнения основных операций изготовления данной детали: заготовительную операцию, токарную, фрезерную, сверлильную координатно-сверлильную, слесарную, промывочную, гальваническую контрольную и консервацию. Также на этом этапе осуществляется выбор инструмента и технологическое оснащение. Проводится расчет норм времени и установление разряда работ. Указывается специальность рабочих с соответствующим уровнем квалификации. Маршрутно-технологическая

карта для производства детали типа «Корпус» представлена в альбоме технологической документации.

В последующем этапе для каждого цеха разработаны несколько вариантов операционной технологии, которые содержат пооперационные технологические карты. Операционные карты содержат указания и параметры выполнения каждой производственной операции[3]. Несколько вариантов необходимо для того, чтобы выбрать из них один целесообразно-выгодный вариант операционной 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, вот, например, на координатно-сверлильном станке с ЧПУ можно получить отверстия выдерживая их радиальное расстояние друг от друга .

На заключительном этапе технологической подготовки производства детали типа «Корпус» выполняется оформление всей технологической документации, то есть, маршрутная карта, операционная карта, карта эскизов, карта наладки инструмента, изготовление необходимых чертежей и эскизов, карта кодирования информации. Все документы оформлены в соответствии с ГОСТами [4,5,6].

2 Проектирование технологического процесса изготовления детали

Технологический процесс (ТП) должен обеспечивать изготовление машины заданного качества и объема выпуска, удовлетворять требованиям высокой производительности обработки детали, наименьшей себестоимости, безопасности и облегчения условия труда[7].

Указанные требования отражают современную направленность машиностроительного производства – создания высокопроизводительных машин, снижение их материалоемкости и энергоемкости, введение малоотходных и безотходных технологий, уменьшение трудоемкости изготовления продукции за счет широкого внедрения различных средств автоматизации и механизации, в том числе робототехники и ГАП.

Различают два основных метода проектирования технологических процессов:[7]

- 1) метод адресации к унифицированным (типовым или групповым) технологическим процессам.
- 2) метод синтеза технологических процессов.

Метод адресации - это метод основанный на использовании метода групповой обработки деталей и организации группового производства[7]. Для этого метода характерна высокая типизация решений, которая достигается при использовании типовых ТП. Разновидностью метода адресации является метод, основанный на заимствовании существующих ТП на основе поиска деталей - аналогов[7].

Общая схема проектирования методом адресации схема Куликова Д.Д. на рис.2. Где исполнена следующим образом:

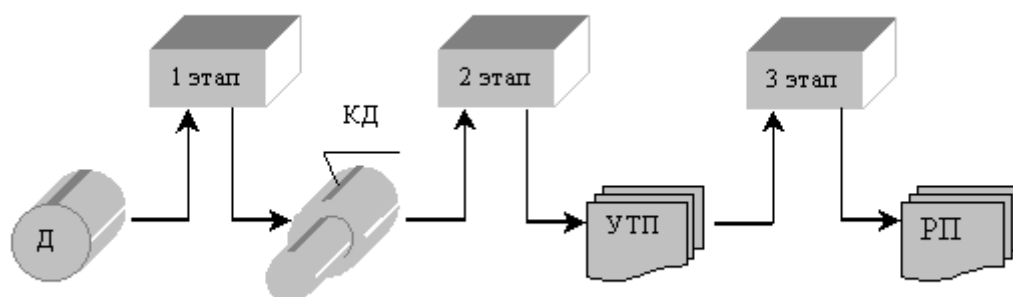


Рисунок-2 Схема проектирования метода адресации

Д - модель детали;

КД - модель комплексной детали;

УТП - унифицированный технологический процесс;

РП - рабочий ТП.

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

Метод адресации содержит следующие этапы проектирования[7]:

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

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

3 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.

Можно выделить несколько основных достоинств метода адресации:

1) Работает быстро, так как метод основан на типизации решений.
2) 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.

Но метод адресации имеет ограничение [7]:

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[7]. В основе метода лежит положение о том, что процесс проектирования технологических процессов является много уровневый и итерационным. Наиболее общие решения принимаются на первом уровне. 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, предложенным В. Д. Цветковым и ориентирована на следующие уровни проектирования[7]:

- уровень маршрута;
- уровень операции;
- уровень перехода.

Последовательность проектирования маршрута показана на рис.3. Где используется следующие обозначения:

- 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.

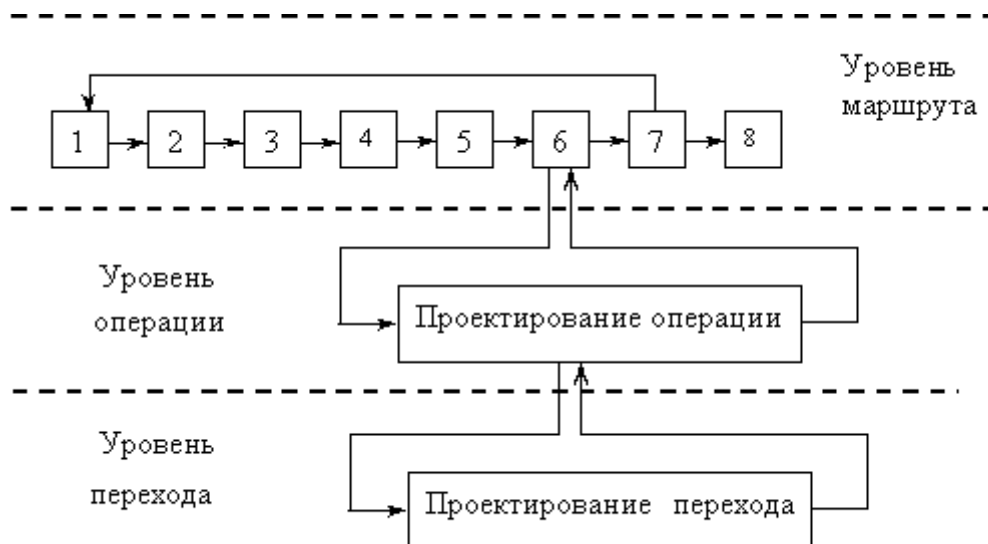


Рисунок-3 Схема проектирования метода синтеза

Достоинства синтеза является, то что метод:

- метод является универсальным и теоретически позволяет проектировать технологические процессы для любых деталей;
- метод ориентирован на использование стратегии "сначала вширь, а затем вглубь", т. е. позволяет выполнять направленный поиск и достаточно быстро проектировать оптимальные технологические процессы.

Недостаткам метода синтеза можно отнести:

- Метод является сложным и поэтому процесс проектирования ТП идет достаточно долго;
- Чем выше уровень автоматизации, тем сложнее настраивать систему проектирования на условия предприятия и сложнее ее сопровождать[7].

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[7]. 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[7]. 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[7]. Групповые ТП разрабатывают для всех типов производств только на уровне предприятия.

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[7].

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

Технологичность - это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте при заданных показателях качества, объеме выпуска и условиях выполнения работ[8]. Рассмотрим анализ технологичности корпуса, выданной в качестве задания по выпускной квалификационной работе.

Корпус изготавливается из стали 45 ГОСТ 1050-88. Марка 45 означает, что в стали содержится 0,45% углерода, 0,5-0,8% марганца, 0,04% серы, 0,035% фосфора. Марганец повышает прочность, не снижает пластичность, марганец влияет на износостойкость инструмента при обработке, чем меньше

марганца тем меньше износ инструмента. Сера является вредной примесью, снижающей механическую прочность и свариваемость стали, а также ухудшающей ее электротехнические, антикоррозионные и другие свойства, но содержание серы в сталях повышает обрабатываемость резания, поэтому например, в автоматную сталь серу вводят специально (0,1-0,2%). Фосфор искажает кристаллическую решетку, при этом повышает предел текучести, увеличение фосфора улучшает обрабатываемость резанием.

Корпус имеет цилиндрический вид, максимальный наружный диаметр 76мм (см. чертеж детали альбом технологической документации). Длина корпуса составляет 78мм. Так же, корпус имеет сквозное отверстие шероховатостью Ra 1,6 еще четыре крепежных отверстия на торце размерами М8. На поверхности корпуса имеется: наружная резьба М72х1,5-6g для соединения с другой деталью; коническое внутреннее резьбовое отверстие Rc ½ ГОСТ 6211-81; два паза шириной 25 мм и глубиной 10,5 мм для установки корпуса в узел и канавка для уплотнителя внутренним диаметром Ø50мм и наружным Ø60мм. Так же есть наличие фасок, что облегчает процесс сборки. На чертеже присутствуют допуски торцевого биения. В целом деталь технологична.

Для обработки детали используется: точение, фрезерование, сверление, растачивание, нарезание резьбы, отрезка. Самая точная поверхность 9 качества, достижение которого будет не трудоемким. Форма детали позволяет инструментам обеспечить свободный доступ к обработке. Деталь типа «Корпус» можно обработать на токарных, фрезерных, сверлильных, координатно-сверлильных станках с ЧПУ. При обработке применяют: 3-х кулачковый патрон, тиски, призму и другие приспособления. Технологическими базами являются: наружный диаметр, торцевые поверхности заготовки, ось заготовки, внутренний диаметр заготовки пазы заготовки.

2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Надежность и долговечность машин зависит от эксплуатационных свойств их деталей и соединения – статической, усталостной и контактной прочности, коррозионной стойкости, герметичности, износостойкости, прочности посадок и др. указанные свойства зависят от механических свойств материалов, точности размеров деталей параметров качества их поверхностного слоя и условий эксплуатации [8].

Многие эксплуатационные свойства деталей зависят от состояния их поверхностного слоя: наличие или отсутствие наклепа, микротрещин, твердость и др.[8]. В настоящее время, широкое применение в области повышения эксплуатационных свойств деталей получили методы поверхностного пластического деформирования (ППД), которые позволяют при сравнительно низких производственных затратах в несколько раз повысить сопротивление усталости, контактной жёсткости, износостойкости и увеличить тем самым ресурс работы машин.

В процессе механической обработки заготовка подвергается упрочнению. Управлять поверхностным упрочнением можно применением соответствующего способа пластического деформирования или метода механической обработки таблица 3.24[8, стр. 232].

Для формирования поверхностного слоя заготовок применяют следующие виды обработки:

- химико-термическая (цементация, азотирование, нитроцементация);
- упрочнение поверхностным пластическим деформированием;
- лазерное поверхностное упрочнение;
- ионная имплантация;
- осаждение покрытий из паровой фазы в вакууме;
- детонационно-газовое нанесение покрытий.

Величина измененного поверхностного слоя при применении перечисленных методов различна – от нескольких микрон до 2-3 миллиметров. В нашем случае, обойдемся механической обработкой заготовки резанием.

На основе анализа определяются параметры качества поверхностного слоя и оптимизируются эксплуатационные свойства детали. Решение этих задач возможно расчетно-аналитическим, экспериментальным или опытно-статическим способом. Для анализа нашей заготовки воспользуемся программой Solid Works, которая включает сразу три способа это: расчетно-аналитическое, экспериментальное и опытно-статическое[8].

Произведем необходимые инженерные расчеты: определение напряженно-деформированного состояния детали, распределение напряженно-деформированного состояния конструкции в любом текущем

сечении, рассчитывается температурное поле, устойчивость детали. Необходимый рассчитываемый параметр определяется из условия работы детали в машине. Результат анализа напряжения деформирования детали типа «Корпус», показана на рис.4.

Имя модели: 3d корпус
Имя исследования: Исследование 9
Тип эл. Статический узловое напряжение Напряжение1
Шкала деформации: 49126,4

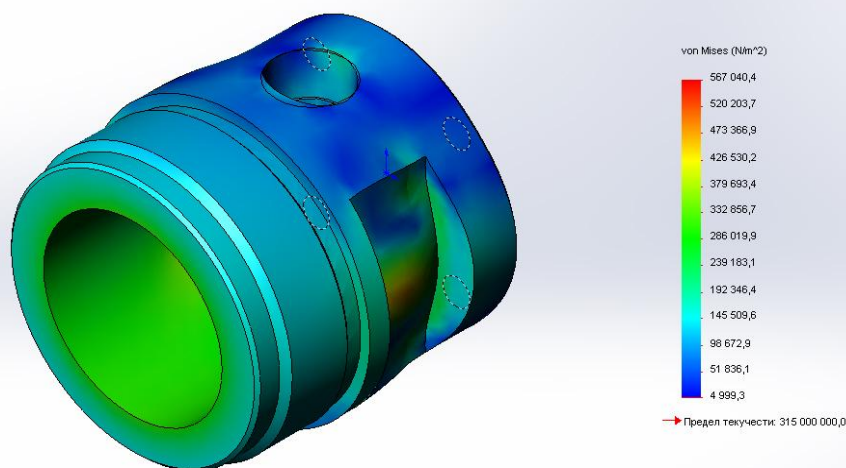


Рисунок-4 Результат анализа напряжение деформирования детали

Из анализа получаем, что наибольшее напряжение возникают на отверстие и на крепежных отверстиях. На отверстие возникает напряжение равной $3,6 \text{ Н/м}^2$, а на крепежных отверстиях $4,7 \text{ Н/м}^2$. И в результате чего торец со стороны крепежных отверстий деформировался, остальные поверхности не пострадали.

2.3 Способ получения заготовки

Выбор заготовки означает определение рационального метода ее получении, назначение требуемых припусков на обработку резанием и выявление комплекса технических требований, характеризующих геометрическую точность заготовки и физико-механические свойства ее материала[8].

Первый способ получения заготовки - это литье в песчаную форму. Этот способ позволяет, получить заготовки сложных форм. Для начало, готовят формовочную и стержневую смесь, затем разрабатывают чертеж отливки с учетом припусков, далее изготавливают модель согласно чертежу и готовят литейную форму. Для того чтобы литейная форма не развалилась в процессе отливки, формовочную смесь добавляют следующие компоненты:

это глина 8-10% служит для связки, каменноугольный пыль до 1% для противопригара.

Этим способом можно получить отливки со следующими характеристиками :

- Классом размерной точности по ГОСТ Р 53464-2009 : 9-14
- Шероховатостью поверхности по ГОСТ 2789-73: Ra = 80-100 мкм
- Минимально допустимая толщина стенок – 3 мм
- Массой от 0,5 кг до 40 т.

Второй способ, это сварка. Сваренные заготовки из стали применяют для корпусов относительно простой геометрической формы и для корпусов, подверженных ударным нагрузкам[7]. По сравнению с заготовками получаемыми литьем в формовочную смесь, они имеют меньшую массу в 1,5...2 раза, меньшие припуски, а следовательно , и меньшую трудоемкость обработки резанием. Получение сварных заготовок не требует первоначальных затрат, связанных с изготовлением модельного комплекта или кокиля. Однако подготовка для сварки различных деталей включает раскрой и резку листовой стали, обработку их на станках, что связано с немалыми денежными затратами. Необходимо учитывать также стоимость сварочных приспособлений и расходы на сварку.

Третий способ - это прокат. По способу получения и степени точности сортовой прокат делится на горячекатаный, калиброванный и со специальной отделкой[8]. Самый дешевый прокат – горячекатаный. Горячекатаный прут (круг) выпускается с меньшими допусками по диаметру от 5 до 270 мм и длиной от 2 до 6 м. Холоднокатаный (калиброванный) прокат выпускается с меньшими допусками по диаметру и данный прокат дороже горячекатаного. Минусом этого способа для нас является длина прутка, которая не позволяет установить их на станки, для этого нужно отрезать от прутка нужную нам длину. Но этот нюанс экономически исправим.

Наиболее экономичным и технологичным для изготовления необходимой нам заготовки является третий способ. Во-первых, деталь «Корпус» имеет простую конфигурацию в виде цилиндра и габариты заготовки позволяют получить данным способом. Во-вторых данный способ экономичен и не требует дополнительных больших затрат на приготовления заготовки, в отличии от других методов. В-третьих, этот способ позволяет сэкономить время, так как способ получения заготовки очень быстр по сравнению с другими.

2.4 Проектирование технологического маршрута

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

На первом этапе нужно получить технологические базы (рис.5) на обычном токарном станке и на токарном с ЧПУ. Для этого обработаем поверхности: 1,2,3,4 и 5. Поверхности 1;2;3 и 4 будут являться технологическими базами. 3 и 4 поверхности имеют низкую шероховатость $Ra\ 1,6$ и поверхность 4 будет иметь размер по 9-ому качеству, что приведет к более точным размерам других последующих обрабатываемых поверхностей при базировании данной поверхность. На этом же этапе обработаем внутреннюю фаску диаметром $\varnothing 51\text{мм}$ и фаску $1\times 45^\circ$.

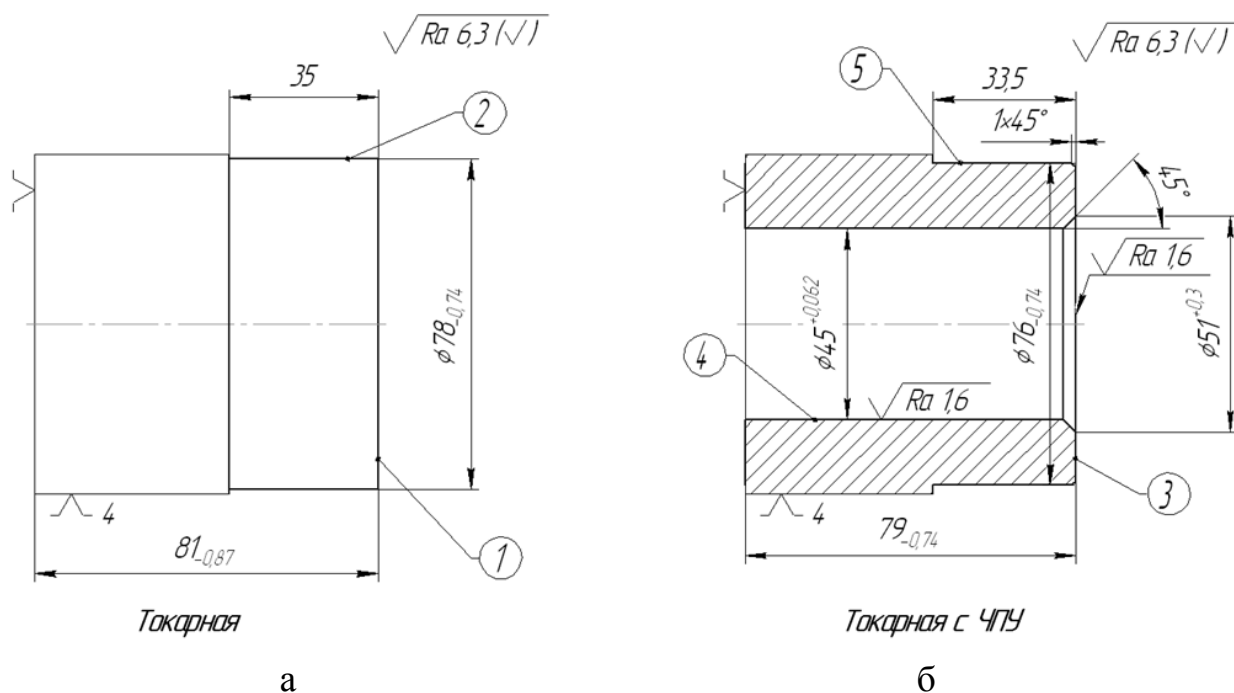


Рисунок-5 Получение технологических баз

На следующем этапе обработки заготовки получим следующие поверхности: 6, 7, 8, 9, 10 и канавку 11 (рис.6). Поверхность 9 будет иметь шероховатость $Ra\ 1,6$ и будет являться так же технологической базой. Остальные поверхности шероховатость $Ra\ 6,3$. На поверхности 9 должен быть выдержан допуск на биение, относительно конструкторской базы А. На поверхности 8 получим наружную резьбу $M72\times 1,5-6g$.

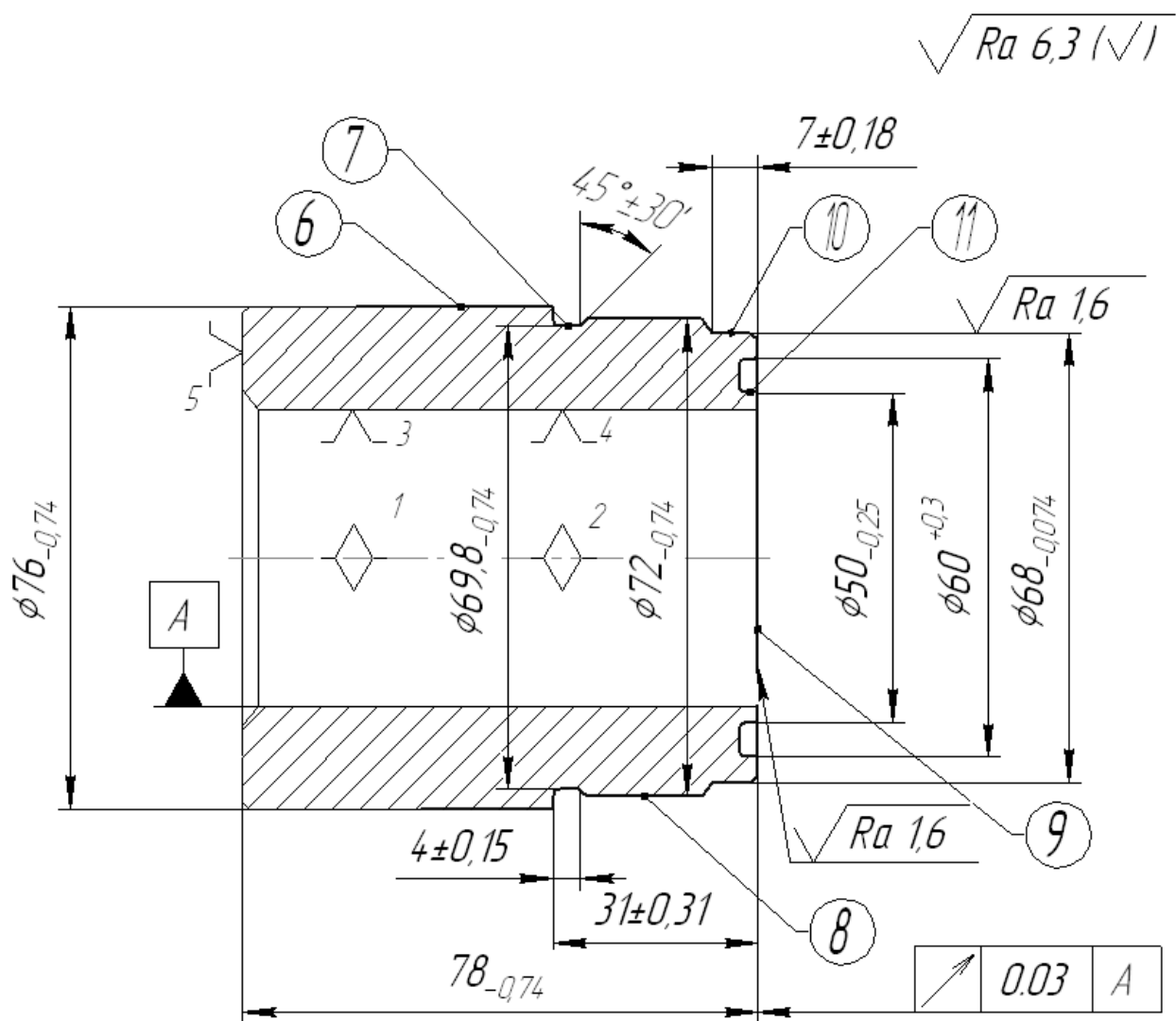


Рисунок-6 Обработка на токарном станке

На третьем этапе обработка ведется на фрезерном станке, и в итоге процесса получим поверхности: 12 и 13(рис.7). Эти поверхности будут служить в дальнейшем технологическими базами.

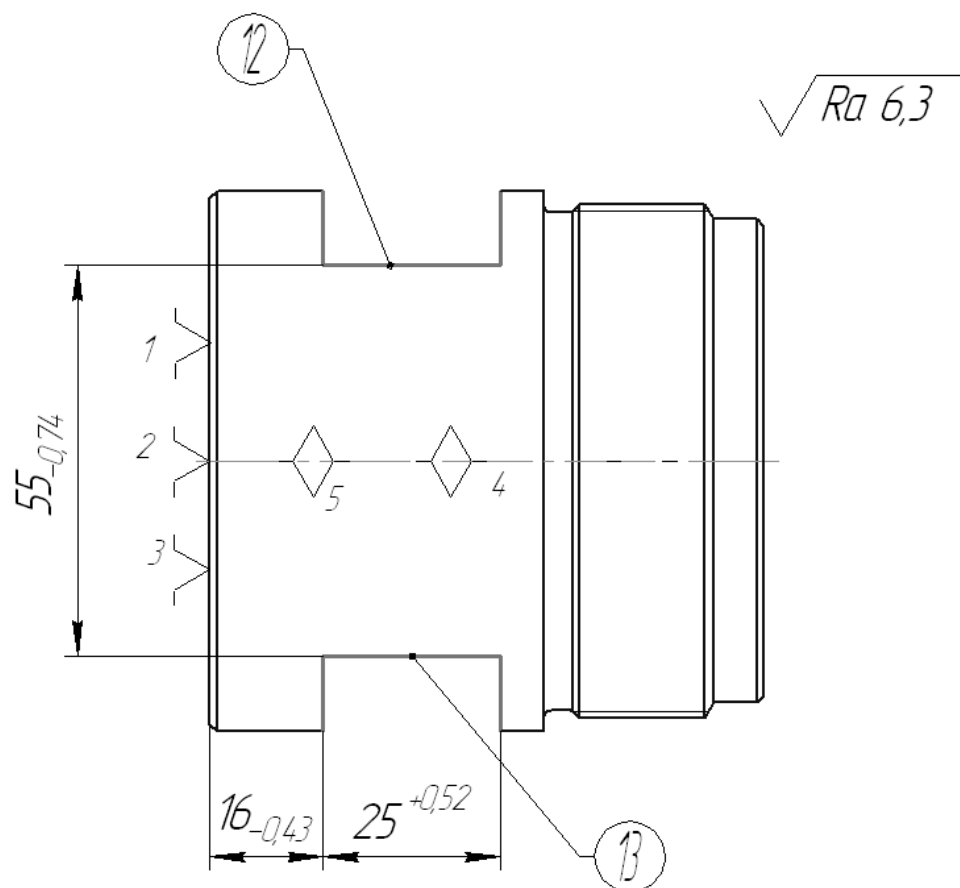


Рисунок-7 Обработка на фрезерном станке

На четвертом этапе обработка будет вестись на координатно-сверлильном и сверлильном станке, и в итоге получим следующие поверхности: конусное отв. 14 и 4 отв. 15(рис.8). Поверхности 15 это 4 глухих отверстия с резьбой М8-6Нх12-17 и поверхность 13 это внутренняя коническая резьба —————.

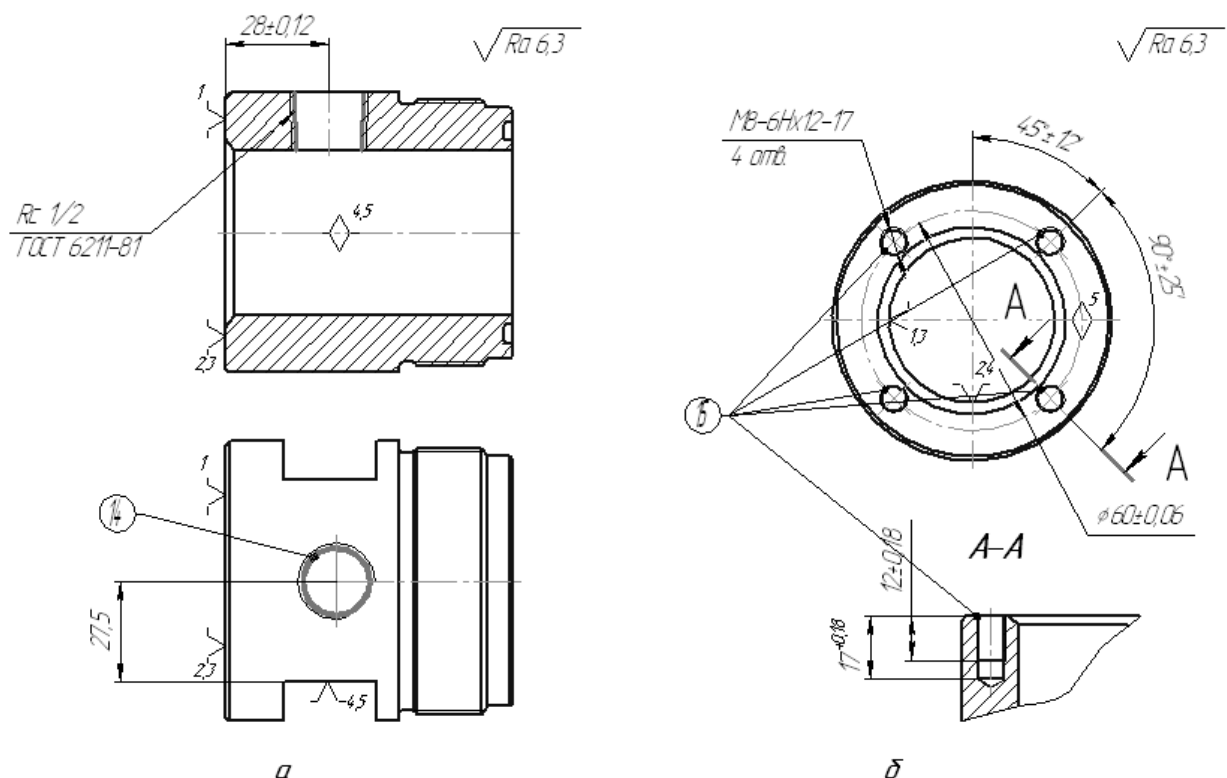


Рисунок-8 Обработка на (а)- Сверлильном станке,
(б)-Координатно-сверлильном станке

2.5 Расчет припусков на обработку

При проектировании технологических процессов механической обработки заготовок необходимо установить оптимальные припуски, которые обеспечили бы заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей.

Для расчета припусков используются формулы[9]:

- для асимметричных припусков, при последовательной обработке плоских поверхностей,

$$; \quad (1)$$

- для симметричных припусков, при обработке наружных и внутренних поверхностей вращения,

$$. \quad (2)$$

В дальнейших размерных, силовых расчетах используются понятия номинального, среднего, максимального припуска и допуска на пропуск:

;

$$; \quad (3)$$

$$; \quad (4)$$

$$. \quad (5)$$

Здесь R_{zi-1} - высота неровностей на предшествующем переходе; h_{i-1} - глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе (обезуглероженный или отбеленный слой);

Δ_{i-1} - суммарные отклонения расположения поверхности (отклонения от параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, пересечения осей, позиционное) и в некоторых случаях отклонения формы поверхности (отклонения от плоскостности, прямолинейности на предшествующем переходе);

ε_i - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе;

T_{i-1} или T_i - допуски на предшествующем и выполняемом переходах.

Нормативные материалы для значений R_{zi-1} , $i-1 h$, Δ_{i-1} , $i \varepsilon$, T_{i-1} и T_i даны в литературе [9].

Рассчитаем припуск на обработку поверхности диаметром .

Заготовка - горячекатаный прокат обычной точности.

Материал- Сталь 45.

Неуказанная шероховатость $Ra = 12,5$ мкм.

В результате механической обработки требуется получить точность диаметрального размера отверстия $D=45H9$, предельные отклонения:

$$Es=0,062; Ei=0;$$

Допуск $IT=Es-Ei=0,062$ мм.

Прокат имеет предельные отклонения:

$$Es=0,5; Ei=-1,3.$$

Допуск $IT=Es-Ei=1,8$.

Таким образом в результате механической обработки следует получить требуемое уточнение

— —

Необходимую конечную точность размера детали $D=45H9$ и шероховатостью $Ra=1,6$ мкм достигают чистовым растачиванием [8. табл. 2.8], которому должно предшествовать получистовое растачивание.

На получистовом растачивании достигают точность размера по $IT10$ и шероховатость $Ra=3,2$ мкм [9, Табл. 2.3].

Для диапазона размеров $D=30-50$ мм по таблице 2.3[9] находим допуск на операцию чистового растачивания $IT=0,1$ мм и устанавливаем предельные отклонения $Es=0,1$; $Ei=0$ мм.

Таким образом уточнение, получаемое в результате чистового растачивания, составляет

— —

Получистовому растачиванию предшествует черновое растачивание, в результате которого достигают точность диаметрального размера IT_{12} и шероховатостью $Ra=12,5$ мкм. Допуск на операционный размер чернового растачивания $T_2=0,16$ мм и пределы $Es=0,25$; $Ei=0$ мм.

Таким образом получистовое растачивание обеспечивает уточнение

— —

Черновому растачиванию предшествует сверление, в результате которого достигают точность диаметрального размера IT_{12} и шероховатостью $Ra=20$ мкм. Допуск на операционный размер сверления $T_3=0,33$ мм и пределы $Es=0,33$; $Ei=0$ мм.

Таким образом черновое растачивание обеспечивает уточнение

— —

Сверление выполняют непосредственно по заготовке, т.е. по горячекатаному прутку, а получаемое при этом уточнение составляют

— —

Тогда общее уточнение, получаемое в результате выполнения выбранных переходов , равно требуемому уточнению , что гарантирует достижение требуемой точности детали.

Пространственные отклонения

При выполнении первой операции, т.е. чернового точения, пространственные отклонения будут равны пространственным отклонениям заготовки[9]:

Согласно таблице 2.14[9] _____, _____, (L- длина по чертежу L=78 мм), _____^{0,5}, (ITD-допуск на размер поверхности, по которой осуществляется базирование при зацентровке).

Тогда ITD=Es-Ei=0,5-(-1,3)=1,8 мм.

Следовательно

Для определения величины коробления воспользуемся данными таблицы 2.15[9], кривизна профиля сортового проката обычной точности без правки для диаметра до 120 мм равна 0,5 мкм/мм.

Тогда

При черновом точении пространственные отклонения будут равны отклонениям, оставшимся после сверления. Величину этих отклонений можно определить по формуле:

$$\Delta_{\text{откл}} = \frac{\Delta_{\text{сверл}}}{K_u} \quad (6)$$

Где K_u - коэффициент уточнения, определяется в таблице 2.27[9].

Для чернового точения $K_u=0,06$

Получистового $K_u=0,05$

Чистового $K_u=0,04$

Тогда согласно формуле (2) мы получим:

мм,

мм.

Погрешность установки

Погрешность установки определяется по формуле :

$$\delta_{\text{баз}} = \delta_{\text{закр}} \cdot 0,5 \quad (7)$$

Где $\delta_{\text{баз}}$ – погрешность базирования, так как мы устанавливаем в трехкулачковый, самоцентрирующий патрон погрешность равна 0.

$\delta_{\text{закр}}$ – погрешность закрепления.

Погрешность закрепления складывается из двух составляющих: радиальной ($\delta_{\text{рад}}$) и осевой ($\delta_{\text{ос}}$).

$$\delta_{\text{закр}} = \sqrt{\delta_{\text{рад}}^2 + \delta_{\text{ос}}^2} \quad (8)$$

По таблице 2.29 находим, что $\delta_{\text{рад}} = 400$ мкм, а $\delta_{\text{ос}} = 250$ мкм. С учетом этого найдем

При черновой, получистовой и чистовой токарной обработки заготовка базируется в центрах. Погрешность установки при этом может составить $\frac{1}{4}$, т.е. $\frac{1}{4}$ часть от допуска на диаметр отверстия корпуса. В результате имеем:

Для чернового точения $\Delta_2 = 0,25 \cdot 0,33 = 0,0825$;

Для получистового точения $\Delta_2 = 0,25 \cdot 0,25 = 0,0625$;

Для чистового точения $\Delta_2 = 0,25 \cdot 0,1 = 0,025$;

Минимальные промежуточные припуски

Минимальные припуски определяем по формуле (2). Высоту микронеровностей и толщину неровностей определим из таблицы 2.8[9].

И получим:

при сверлении

мм;

при черновом растачивании

мм;

при получистовом растачивании

мм;

при чистовом растачивании

мм;

Максимальные промежуточные припуски

Максимальные припуски определяем по формуле (4).

И получим:

при сверлении

мм;

при черновом растачивании

мм;

при получистовом растачивании

мм;

при чистовом растачивании

мм.

Номинальные межпереходные припуски

Номинальный межпереходный припуски определяем по формуле:

(4)

И получим:

при сверлении

мм;

при черновом растачивании

мм;

при получистовом растачивании

мм;

при чистовом растачивании

мм;

Операционные размеры.

Операционные размеры определяют согласно формуле:

(5)

На последней операции чистового точения:

На операции получистового точения;

округлим $D = 44,86^{+0,1}$

На операции чернового точения;

мм

округлим $D = 44,5^{+0,25}$

На операции сверление ;

мм

округлим $D = 43,98^{+0,39}$

в результате

мм

округлим $D = 41^{+1}$

Таблица 1- Припуска на механическую обработку внутренней поверхности

Технологический маршрут	Элементы припуска мкм				Расчетный припуск мм			Операционные размеры. мм
	Rz	h			Zmin	Zmax	Zi	
Заготовка – горячекатаный прокат	200	300	515	471				

Продолжение таблицы 1

Токарная с ЧПУ								
внутренняя	125	120	515	471	2,462	4,782	2,982	41, ^{+0,1}
поверхность								
сверление								
точение:	63	60	30	82	0,471	1,301	0,501	44,5 ^{+0,25}
черновая	32	30	2	62	0,253	0,673	0,373	44,86 ^{+0,1}
получистовая	6	-	1	25	0,063	0,257	0,137	45 ^{+0,062}
чистовая								
Итог					3,249	7,013		

Аналогичным образом определим припуска для наружной стороны заготовки. Результаты расчетов внесены в таблицу 2.

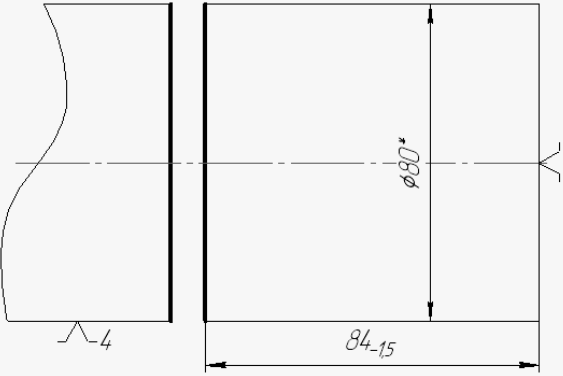
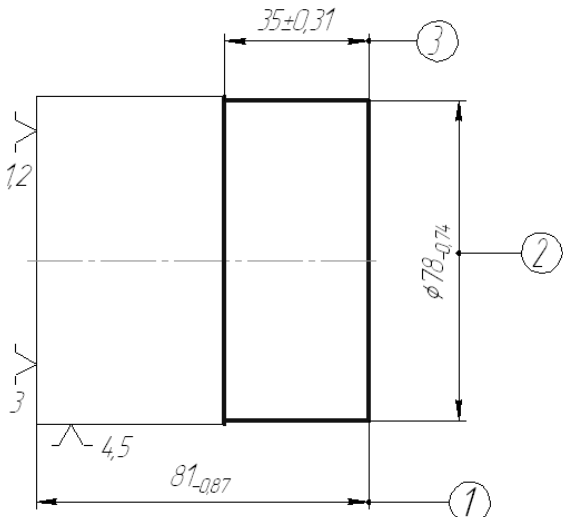
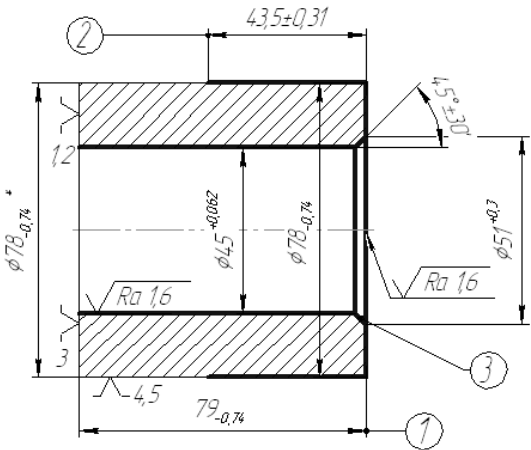
Таблица 2- Припуска на механическую обработку наружной поверхности.

Технологический маршрут	Элементы припуска мкм				Расчетный припуск мм			Операционные размеры. мм
	Rz	h			Zmin	Zmax	Zi	
Заготовка – горячекатаный прокат	200	300	515	471				80 _{-1,8}
Токарная с ЧПУ								
Наружная								
поверхность								
точение:								
черновая	125	120	515	471	2,462	4,722	2,922	68,8 _{-0,72}
однократное	63	60	30	82	0,471	1,231	0,771	68 _{-0,3}
Итог					2,933	5,953		

2.6 Проектирования технологических операций

Для удобства приставления процесса проектирования технологических операций сведем в таблицу 3.

Таблица 3- Технологические операции

 * Размеры для справок	005 Заготовительная Прокат горячекатаный круг Б-80 ГОСТ 2590-88 А. Установить заготовку в призмы. Базы: наружный диаметр и торец. 1. Отрезать заготовку выдерживая размер 84_{-1,5}мм.
 * Размеры для справок	010 Токарная А. Установить заготовку в трех-кулачковый патрон. Базы: наружный диаметр и торец. 1. Подрезать торец, выдерживая размер 1. 2. Точить поверхность $\phi 78_{-0,74}$мм, выдерживая размеры 2 и 3.
 * Размеры для справок	015 Токарная с ЧПУ А. Установить заготовку в трех-кулачковый патрон. Базы: наружный диаметр и торец. 1. Подрезать торец выдерживая размер 1. 2. Центровать отверстие. 3. Сверлить сквозное отверстие диаметром $\phi 20^{+0,21}$мм. 4. Рассверлить сквозное отверстие диаметром $\phi 40^{+0,25}$мм. 5. Расточить сквозное отверстие $\phi 45^{+0,062}$мм. 6. Точить фаску 3 выдерживая угол 45°. 7. Точить поверхность диаметром $\phi 78_{-0,74}$мм, выдерживая размер 2.

Technical drawing of a turned part (020). The main view shows a cylindrical part with various diameters and lengths. Key dimensions include: total length 78.074, outer diameters 76.074, 69.8-0.74, 72-0.74, 50-0.25, 60-0.3, 68-0.08, and 55-0.74. Internal features include a 45° chamfer, a 7±0.18 hole, and a 31±0.31 hole. Surface roughness is specified as Ra 6.3 and Ra 1.6. A detail view A(2:1) shows a cross-section with a 1/45° chamfer, a 26±0.1 hole, and a 1/25 hole. The detail view also shows a 1/25 hole and a 1/25 hole. The detail view is labeled with Ra 2.5 and Ra 1.6. A note indicates that dimensions are ensured by the instrument.	020 Токарная с ЧПУ А. Установить заготовку в трех- кулачковый патрон. Базы: внутренний диаметр и торец. 1. Подрезать торец выдерживая размер 1 и торцевое биение 0,03 согласно эскизу. 2. Точить поверхность диаметром $\phi 76_{-0,74}^{0,00}$мм, выдерживая размеры 1 и 2. 3. Точить поверхность $\phi 72_{-0,74}^{0,00}$мм под резьбу, выдерживая размеры 3 и 4. 4. Точить поверхность $\phi 69,8_{-0,74}^{0,00}$мм, выдерживая размер 6. 5. Точить поверхность $\phi 68_{-0,074}^{0,00}$мм, выдерживая размеры 5 и 7. 6. Точить фаску выдерживая размер 11. 7. Точить канавку, выдерживая размеры 8,9 и 10. 8. Нарезать наружную резьбу M72x1,5-6g, выдерживая размеры 6 и 4.
Technical drawing of a milled part (025). The main view shows a rectangular part with a total length of 55.074. Key dimensions include: 16.043, 25.052, and 1. The part has a 1/25 hole and a 1/25 hole. Surface roughness is specified as Ra 6.3.	025 Фрезерная А. Установить заготовку в тиски. Базы: наружный диаметр и торцы. 1. Фрезеровать пазы размером $25_{+0,52}^{0,00}$мм, выдерживая размеры 1 и 2.

	030 Сверлильная А. Установить заготовку в тиски. Базы: торец и паз. 1. Центровать отверстие выдерживая размеры 1 и 2. 2. Сверлить отв. Ø16мм, выдерживая размеры 1 и 2. 3. Развернуть коническое отв. Rc1/2 под резьбу выдерживая размеры 1 и 2. 4. Нарезать внутреннюю резьбу Rc 1/2 ГОСТ 6211-81, выдерживая размеры 1 и 2.
	035 Координатно-сверлильная с ЧПУ А. Установить заготовку в трех-кулачковый патрон. Базы: внутренний диаметр и торцы. 1. Центровать 4 отверстия согласно эскизу. 2. Сверлить 4 отв. под резьбу Ø8мм, согласно эскизу. 3. Нарезать внутреннюю резьбу M8-6Hx12-17.
040 Слесарная 1. Снять заусенцы, притупить острые кромки.	
045 Промывочная 1. Промыть деталь по ТТП 01279-00002.	
050 Гальваническая 1. Нанести покрытие Хим.Фос. 2. Сушить деталь 2 часа при комнатной температуре.	
055 Контрольная 1. Контролировать все полученные размеры и отверстия согласно чертежу	
060 Консервация 1. Консервировать деталь по ТТП 60270-00001. Вариант 1.	

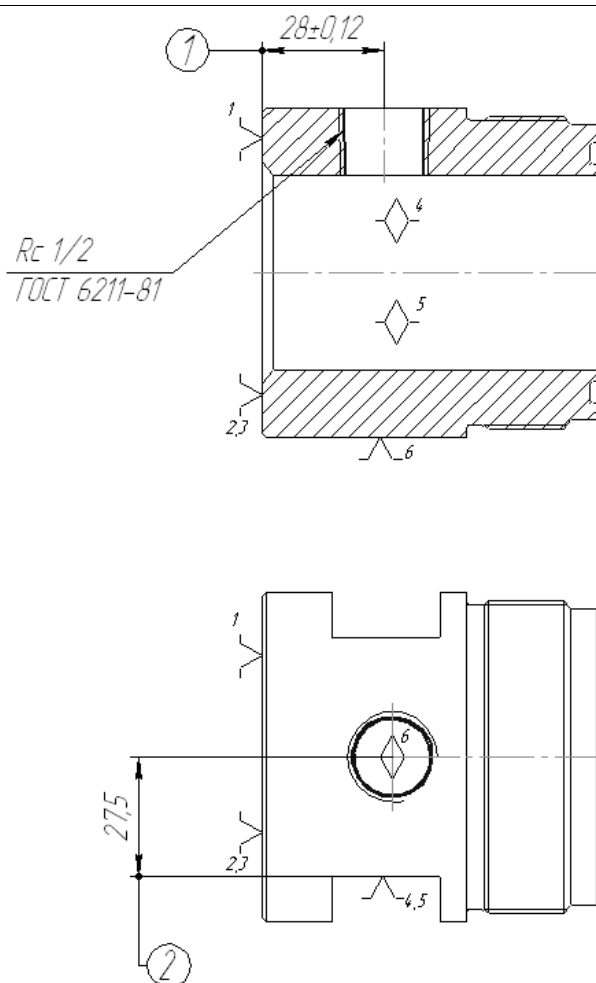
2.6.1 Уточнение технологических баз и схемы закрепления заготовки

Важным этапом для получения нужного размера и отклонения заготовки является правильный выбор баз[8]. Лучше всего использовать в качестве баз обработанные поверхности, так как это обеспечивает высокую точность получения размеров. В технологическом процессе изготовления детали были использованы следующие схемы закрепления заготовки; по торцевой поверхности и наружному диаметру заготовки; по торцевой поверхности и внутреннему диаметру заготовки; по торцевой поверхности и пазов заготовки (таблица 3). Закрепление заготовки производилось в трех - кулачковом патроне и в тисках, на станках и станках с ЧПУ.

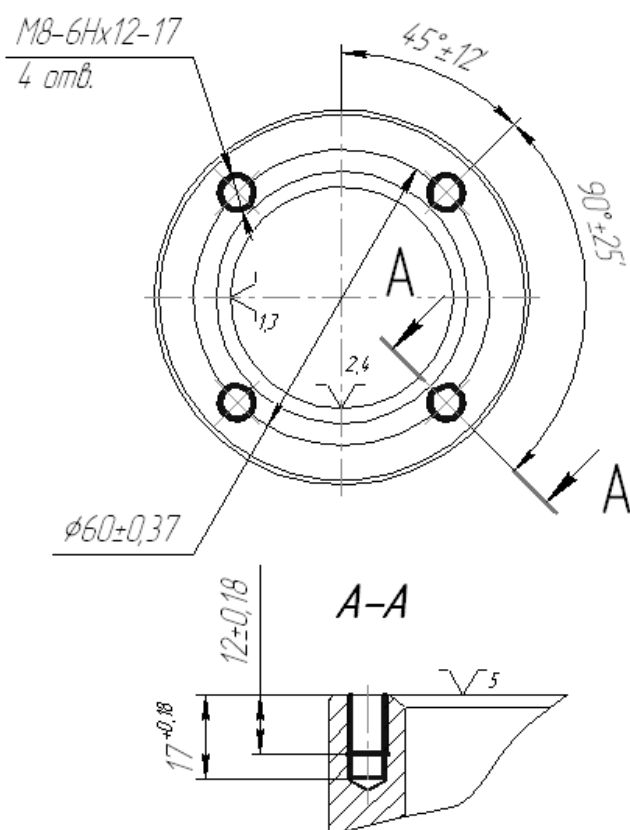
Таблица 4- Схемы закрепления заготовок

операция	схема
010 Токарная	
015 Токарная с ЧПУ	

030 Сверлильная



035 Координатно-сверлильная с ЧПУ



2.6.2 Выбор средств технологического оснащения

Для осуществления операций выберем средства технологического оснащения и представим в таблицу 5.

Таблица 5- Средства технологического оснащения.

Операции:	Оборудования:	Инструмент:	Приспособле ния:
005 Заготовител ьная:	Полуавтоматически й дисковый отрезной станок TS-CSA	Пильный диск HSS 110x4,0x22/20 Z=80 45° Dress Wemaro	Призма 7033- 0039 ГОСТ 12195-66
010 Токарная	Токарный станок ИЖ 250 ИТПМ	Резец подрезной 2112-0019 материал пластины T15K10 ГОСТ 18880-73; Резец проходной 2100-0006 ГОСТ 18878-73, материал пластины T5K10	3-х кулачковой патрон 7100- 0027, ГОСТ 2675-80;
015 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ 16A20Ф3	Сверло центр. Ø6,30мм 2317-0109 ГОСТ 14952-75, марка P6M5; Сверло Ø20 мм 2300-6467 ГОСТ 10902-77, марка P6M5; Сверло Ø40 мм 2300-9851 ГОСТ 4010-77, материал сверла P6M5; Резец подрезной Sandvik Coromant. RF151.23-3225-30M1 пластина CCMT 06 02 08-KR 3210; Резец проходной Sandvik Coromant. SL-ScuCR-16-09-16x, пластина CCMT 06 02 08-KR 3210 ; Резец расточной Sandvik Coromant A16R-PCLNL09P пластины: черновая CCMT 06 02 08-KR 3210 чистовая CCMT 06 02 08-WF 3210	3-х кулачковой патрон 7100- 0027, ГОСТ 2675-80; Резцедержател ь 1114-20L B2- 20x16x30 DIN9880; Резцедержател ь 1220-20-ER32 E4-20x32 DIN69880; Резцедержател ь 1258-40-40 E240x40 DIN 69880; Резцедержател ь 1144-25 P2- 25x16 DIN69880
020 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ 16A20Ф3	Резец подрезной Sandvik Coromant. RF151.23-3225-30M1 пластина CCMT 06 02 08-KR 3210; Резец проходной Sandvik Coromant. SL-ScuCR-16-09-16x, пластина CCMT 06 02 08-KR 3210 ; Резец резьбовой Sandvik Coromant 266LFA-103 пластина 266Rl- 22AC01;	3-х кулачковой патрон 7100- 0027, ГОСТ 2675-80; Резцедержател ь 1114-20L B2- 20x16x30 DIN9880

		Резец прорезной Sandvik Coromant QS-SMALR083X HP-M пластина MACL 3 200-T 1105 ;	
--	--	---	--

Продолжение таблицы 5

025 Фрезерная	Вертикально-фрезерные 6P10	Фреза концевая Ø25 2220-0217 ГОСТ 17025-71, материал P6M5.	Тиски 7200-0212 ГОСТ 16518; Патрон 7:34-30BT DIN 2080 Цанги SC32.
030 Сверлильный	Сверлильный станок Proma BV-25FB/400.	Сверло центр. Ø4мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75, марка P6M5; Сверло Ø16мм 2300- 5713 ГОСТ 4010-77, материал P6M5; Развертка коническая с конусностью 1:16 2373-0054 ГОСТ 6226-71, материал P6M5; Метчик Rc ½ 2680- 0019 ГОСТ 6227-80, материал P6M5	Тиски 7200-0212 ГОСТ 16518 Патрон 7655-40-16- 106 DIN 69871-A ГОСТ 25827 исп.2; Переходная втулка 1752-2-1 код 800000310 DIN 228 ГОСТ 25557-82; Патрон 6162-4002-01 ГОСТ 25827-93
035 Координатно-сверлильная с ЧПУ	Координатно-сверлильный станок MAXVOMAT 3 AVG	Сверло центр. Ø2,5мм 2317-0105 ГОСТ 14952-75, марка P6M5; Сверло Ø6,80мм 2301-3561 ГОСТ 10903-77, материал P6M5; Метчик M8 2621- 2551 ГОСТ 3266-81, материал P6M5	3-х кулачковой патрон 7100-0027, ГОСТ 2675-80. Патрон 7656-4016- 100 BT40 MAS403; Патрон 6162-4002-01 ГОСТ 25827-93

Для контроля изготовления детали типа «Корпус» выберем средства контроля и представим в таблицу 6.

Таблица 6- Средства контроля точности изготовления детали

Операции	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Заготовительная	Инструментальный, визуальный.	Линейка 150x18 мм ГОСТ 427-75
010 Токарная	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89. Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;
015 Токарная с ЧПУ	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦЦ-II-125-0,01 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Калибр пробка 8133-0958 Н9 ГОСТ 14810-69

		Индикатор ИЧ10Б кл.1 ГОСТ 577-68; Стойка магнитная гибкая INO-301М. Призма магнитная KVS26N 125x60x80.
--	--	--

Продолжение таблицы 6

020 Токарная с ЧПУ	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Калибр-скоба 8113-0281 h9 ГОСТ 16775-93; Калибр для резьбы М72х1,5 ГОСТ 18466-73; Шаблон резьбовой М60 ГОСТ 519-77; Индикатор ИЧ10Б кл.1 ГОСТ 577-68; Стойка магнитная гибкая INO-301М. Призма магнитная KVS26N 125x60x80.
025 Фрезерная	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75
030 Сверлильная	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Калибры для трубной конической резьбы ГОСТ 7157-79.
035 Координатно-сверлильная с ЧПУ	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Калибр-пробка ПР и НЕ для резьбы М8 ГОСТ 18465-73
050 Гальваническая	Визуальный	
055 Консервация	Визуальный	

Таблица 7. Количество переходов, ходов, установов для поверхностей на токарной обработке.

Поверхность:	Количество переходов :	Количество ходов:	Количество установов:
1	1	2	1
2	1	2	1
3	1	2	1
4	5	10	1
5	1	2	1
6	1	2	1
7	2	6	2
8	2	5	2
9	2	4	2
10	2	8	2
11	3	5	2

Рассмотрим уточнение содержания переходов, ходов и установов на других операциях.

Фрезерная

Для получения пазов: 1 переход 6 ходов за 2 установа.

Сверлильный

Для получение внутренней резьбы Rc 1/2:4 перехода 8 ходов и 1 установ.

Координатно-сверлильный с ЧПУ

Для получения отверстия с резьбой: 3 перехода 20 ходов и 1 установ.

2.6.3 Выбор и расчет режимов резания

Чтобы рассчитать режимы резания, необходимо указать следующие элементы режима резания: глубину резания, подачу, стойкость, силу и скорость.

Глубина резания t : *при черновой* (предварительной) обработке назначают по возможности максимальную t , равную всему припуску на обработку или большей части его; *при чистовой* (окончательно) обработке – в зависимости от требований точности размеров и шероховатости обработанной поверхности[10].

Подача S : *при черновой* обработке выбирают максимально возможную подачу, исходя из жесткости и прочности системы СПИЗ, мощности привода станка, прочности твердосплавной пластины и других ограничивающих факторов; *при чистовой* обработке – в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности[10].

Скорость резания v рассчитывают по эмпирическим формулам, установленным для каждого вида обработки, которые имеют общий вид

$$\text{—————} \quad (6)$$

$$(7)$$

$$K_v = \quad (8)$$

коэффициенты влияющие на обработку, вычислим из таблицы 1 [10, Стр 358].

T - стойкость инструмента; t - глубина резания; S - подача;

Значения коэффициента C_v и показателей степени, содержащихся в этих формулах, так же как и периода стойкости T инструмента, применяемого для данного вида обработки, приведены в таблицах для каждого вида обработки [10, стр 367].

Произведем выбор и расчет оптимальных режимах обработки для изготовления детали типа «Корпус».

010 Токарная с ЧПУ операция:

Резец расточной Sandvik Coromant A16R-PCLNL09P ;

пластина: CCMT 06 02 08-KR 3210;

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88;

Сечение резца: $h \ b = 12 \ 12$;

Длина резца: $L = 200$ мм;

Длина режущей части: 80 мм;

Рассчитаем скорость резания по формулам 6,7 и 8.

— — ;

;

;

$K_v =$;

$C_v = 290$; из таблицы 17 [11, стр 367].

$x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,2$.

$T = 30$ мин;

$t = 1$ мм;

$S = 0,1$ мм/об;

В результате получили, что для чернового точения скорость резания составляет 183,5 м/мин. При подаче 0,1 мм/об и глубине резания 1 мм.

015 Токарная операция с ЧПУ:

Резец проходной Sandvik Coromant. SL-ScuCR-16-09-16x;

Материал пластины: CCMT 06 02 08-KR 3210;

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88;

Сечение резца: $h \ b = 12 \ 12$;

Длина резца: $L = 70$ мм;

Рассчитаем скорость резания по формулам 6,7 и 8.

$$\frac{K_v}{K_v} = \frac{K_v}{K_v} ;$$

$$;$$

$$;$$

$$K_v = ;$$

C_v - 280; из таблицы 17 [11, стр 367].

x -0,15; y -0,45; m -0,2.

$T = 30$ мин;

$t = 0,5$ мм;

$S = 0,1$ мм/об;

В результате получили, что для однократного точения скорость резания составляет 192,5 м/мин. При подаче 0,1 мм/об и глубине резания 0,5 мм.

020 Фрезерная:

Фреза концевая 2220-0217 ГОСТ 17025-71;

Материал пластины: P6M5;

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88;

Диаметр фрезы: $d = 25$;

Длина резца: $L = 63$ мм;

Длина режущей части: $l = 19$ мм;

Рассчитаем скорость резания по формулам

$$\frac{K_v}{K_v} = \frac{K_v}{K_v} \quad (9)$$

Где $K_v =$

коэффициенты влияющие на обработку, вычислим из таблицы 1 [7. Стр 358].

$$\frac{K_v}{K_v} = \frac{K_v}{K_v} ;$$

;

;

$$K_v = \quad ;$$

C_v - 46,7; из таблицы 81 [11, стр. 407].

x -0,5; y -0,5; m -0,33; q -0.45; u -0,1; p -0,1.

$T = 90$ мин;

$t = 25$ мм;

$B=2$ мм;

$S= 0,06$ мм/об;

В результате получили, что для фрезерования скорость резания составляет 35,8 м/мин. При подаче 0,06 мм/об, ширины фрезерования 2мм и глубине фрезерования 25 мм.

Режимы резания для остальных операций подберем по справочнику [10] и занесем данные в таблицу 8.

Таблица 8- Режимы резания

Операция	Инструмент	Глубина t , мм.	Подача S , мм/об.	Скорость v , м/мин.	Стойкость T , мин.
010 Токарная с ЧПУ: Торец Черновая Чистовая	Резец подрезной Sandvik Coromant. RF151.23-3225-30M1 пластина CCMT 06 02 08-KR 3210	2 0,5	0,6 0,3	120 150	30
Наружный диаметр: Черновая Однократное	Резец проходной Sandvik Coromant. SL-ScuCR-16-09-16x, пластина CCMT 06 02 08-KR 3210	1,5 0,5	0,6 0,1	120 170	30
Внутренний диаметр: Центр Черновая	Сверло центр. Ø6,30мм 2317-0109 ГОСТ 14952-75, марка P6M5;	7	0,15	30	20
Внутренний диаметр: Сверление	Сверло Ø20 мм 2300-6467 ГОСТ 10902-77,				

Продолжение таблицы 8

Черновая	марка Р6М5; Сверло Ø40 мм 2300-9851 ГОСТ 4010-77, материал сверла Р6М5;	78	0,3	25	35
Внутренний диаметр: Черновая Получистовая Чистовая	Резец расточной Sandvik Coromant A16R- PCLNL09P пластины: черновая CCMT 06 02 08-KR 3210 чистовая CCMT 06 02 08-WF 3210.	1 1 0,5	0,3 0,1 0,05	150 160 190	30
015 Токарная с ЧПУ Торец: Черновая Чистовая	Резец подрезной Sandvik Coromant. RF151.23-3225- 30M1 пластина CCMT 06 02 08- KR 3210	2 0,5	0,6 0,3	120 150	30
Наружный диаметр: Черновая Однократная	Резец проходной Sandvik Coromant. SL- ScuCR-16-09- 16х, пластина CCMT 06 02 08- KR 3210	1,5 0,5	0,6 0,1	120 170	30
Наружная резьба	Резец резьбовой Sandvik Coromant 266LFA-103 пластина 266RI- 22AC01;	24,4	1,5	12,6	50
Канавка Черновая Чистовая	Резец прорезной Sandvik Coromant QS- SMALR083X HP-M пластина MACL 3 200-T 1105 ;	2 0,5	0,6 0,3	120 150	30
020 Фрезерная Пазы Черновая	Фреза концевая 2220-0217 ГОСТ 17025-71, материал Р6М5.	25	0,06	40,8	90

2.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Для изготовления детали используются два станка с числовым программным обеспечением. Для токарной операции - токарный станок с ЧПУ 16A20ФЗ (рис.9) и для координатно-сверлильной операции – координатно-сверлильный станок с ЧПУ МАХВОМАТ 3 AVG(рис.10). Программы обработки для данных станков были разработаны в программе FeatureCAM . Технические характеристики станков представлены в таблицах 9 и 10:

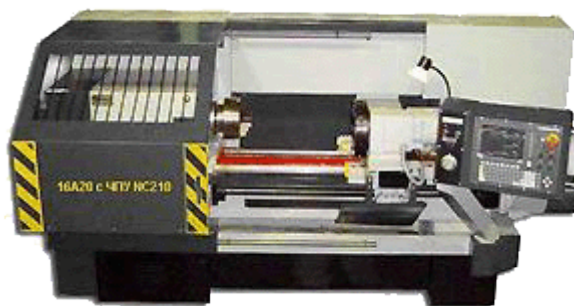


Рисунок 9 - Токарный станок с ЧПУ 16A20ФЗ

Таблица 9- Технические характеристики станка

Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм	500
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над станиной, мм	320
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом, мм	200
Наибольшая длина устанавливаемого изделия в центрах, мм	1000
Диаметр цилиндрического отверстия в шпинделе, мм	55
Наибольший ход суппорта поперечный, мм	210
Наибольший ход суппорта продольный, мм	905
Максимальная рекомендуемая скорость рабочей подачи	
- продольной, мм/мин	2000
- поперечной, мм/мин	1000
Количество управляемых координат	2
Количество одновременно управляемых координат	2
Точность позиционирования, мм	0,01
Повторяемость, мм	0,003
Диапазон частот вращения шпинделя, мин-1	20 — 2500
Максимальная скорость быстрых перемещений	
- продольных, м/мин	15
- поперечных, м/мин	7,5
Количество позиций инструментальной головки	6
Мощность привода главного движения, кВт	11
Суммарная потребляемая мощность, кВт	21,4
Габаритные размеры станка, мм	3700x2260x1650
Система ЧПУ	Sinumeric 802D
Масса станка (без транспортера стружкоудаления), кг	4000

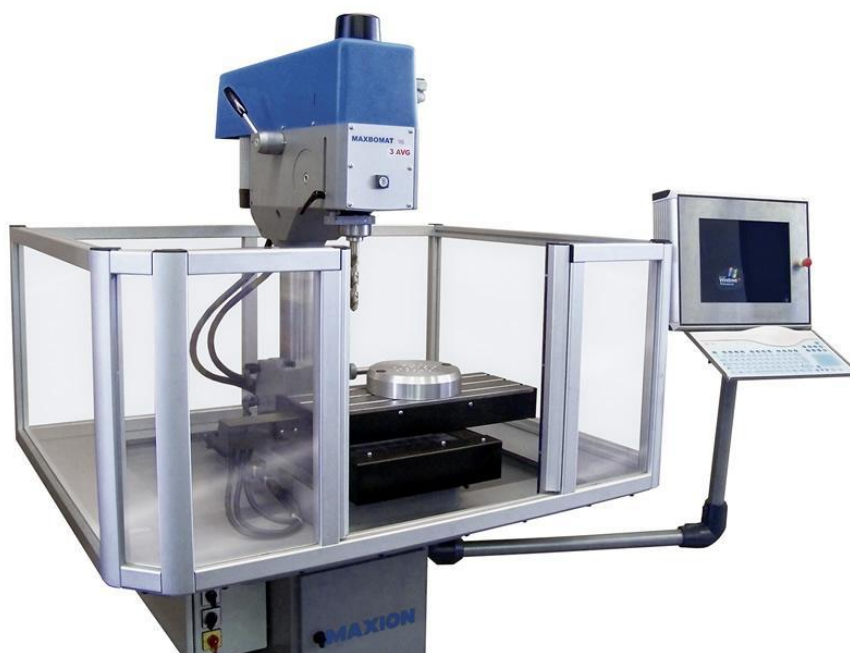


Рисунок 10- Координатно-сверлильный станок MAXBOMAT 3 AVG

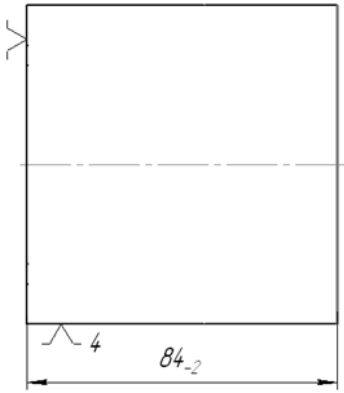
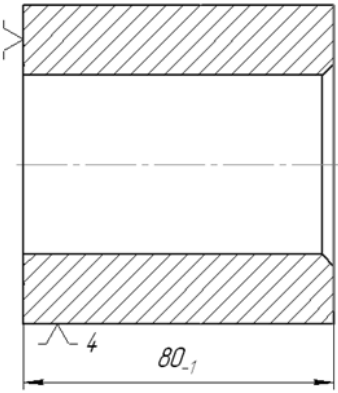
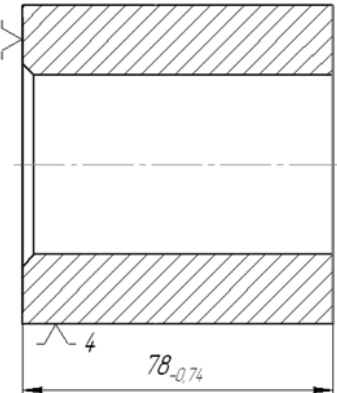
Таблица 10- Технические характеристики станка

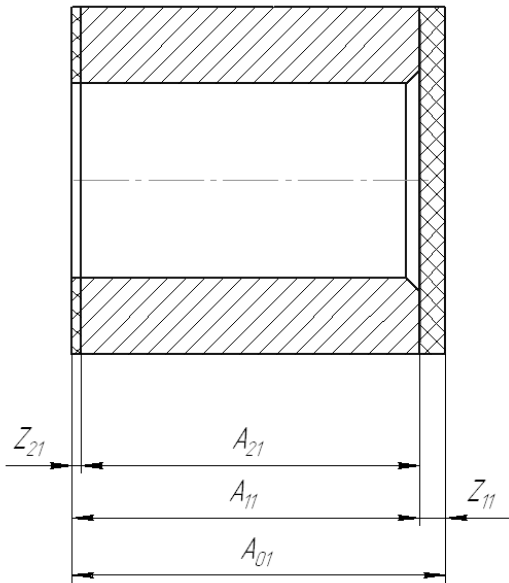
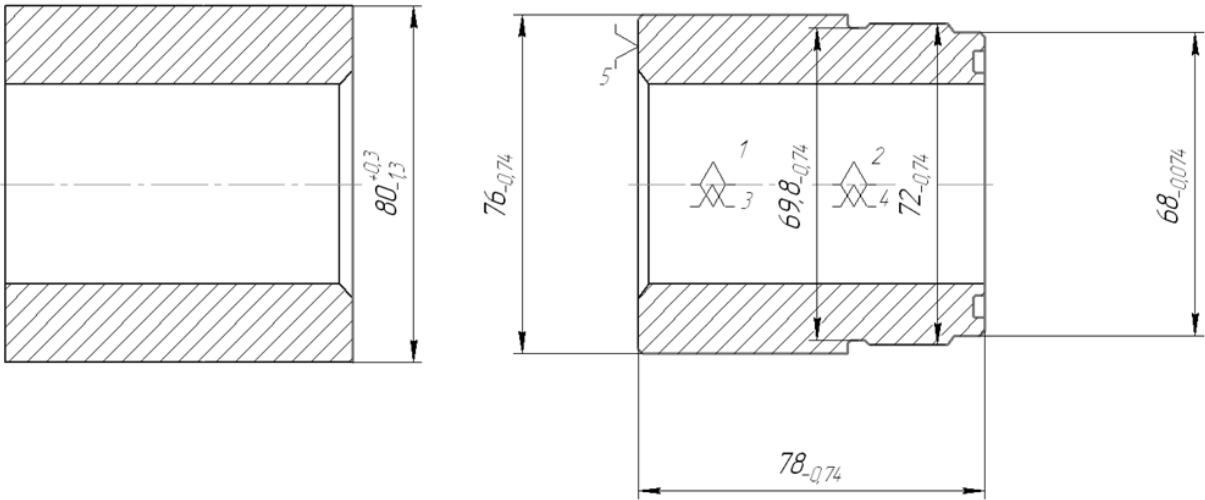
Наибольший диаметр сверления по стали, мм	20
Наибольший диаметр нарезаемой резьбы, мм	M16
Конус шпинделя	МК 3
Глубина сверления, мм	125
Расстояние от оси шпинделя до стойки, мм	260
Расстояние между шпинделем и столом, мм	60-320
Размеры рабочей поверхности стола, мм	600x240
Наибольшая нагрузка на стол, кг	75
Перемещения, мм:	
по оси X	340
по оси Y	160
Т-образные пазы:	
количество, шт.	3
ширина	12
Скорость быстрых перемещений, м/мин.:	
по осям X и Y	6
по оси Z	1,5
Точность, мм:	
позиционирования стола	$\pm 0,02$
повторного позиционирования стола	$\pm 0,01$
Диапазон автоматических подач при сверлении (регулирование бесступенчатое), мм/мин.	80-400
Мощность двигателя, кВт	0,8 / 1,5
Диапазон частот вращения шпинделя (регулирование бесступенчатое), мин. ⁻¹ :	
диапазон А	80-1440
диапазон В	180-3200

2.8 Размерный анализ технологического процесса

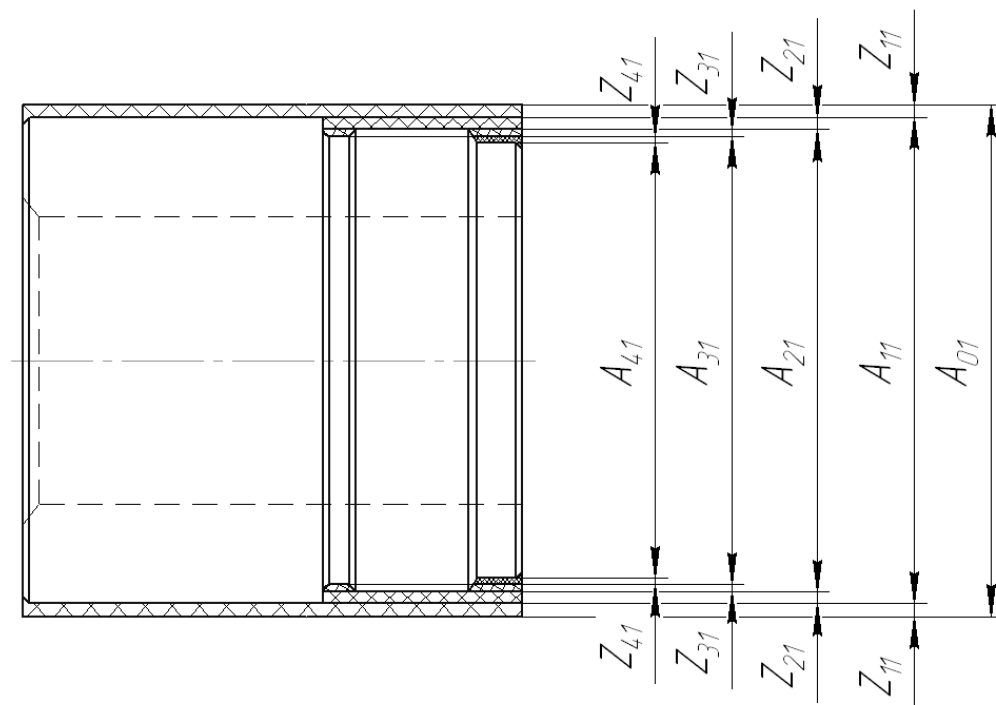
При проектировании технологического процесса изготовления деталей особое место занимает расчет и обоснование геометрических параметров исходной заготовки. Геометрические параметры заготовки изменяются в процессе обработки от операции к операции. Исходными данными для расчета этих параметров является чертеж готовой детали (смотри альбом технологической документации), план технологического процесса и рекомендации по выбору точности выполнения операций и операционных припусков. Рассмотрим подробнее размерный анализ в технологическом процессе детали типа «Корпус». В качестве примера в таблице 11 представлен размерный анализ технологического процесса для токарной операции.

Таблица 11-Размерный анализ технологического процесса для токарной операции

Эскизы:			Расчет размерных цепей:
 1. Заготовительная	 2. Токарная	 3. Токарная	$A_{01}=84_{-2} \text{ мм}; A_{11}=80_{-1} \text{ мм};$ $A_{21}=78_{-0,74} \text{ мм}.$ $Z_{11}=A_{01} - A_{11}=84_{-2} - 80_{-1}=$ $Z_{\max}= 5$ $Z_{\min}= 2$ $Z_{21}=A_{11} - A_{21}=80_{-1} - 78_{-0,74}=$

	$Z_{\max} = 2.74$ $Z_{\min} = 1$
	$A_{01} = \quad \text{mm}; A_{11} = 76_{-0.74} \text{mm};$ $A_{21} = 72_{-0.74} \text{mm}; A_{31} = 69.8_{-0.74} \text{mm};$ $A_{41} = 68_{-0.074} \text{mm}$ $Z_{11} = A_{01} - A_{11} = \quad - 76_{-0.74} =$ $Z_{\max} = 5.04$ $Z_{\min} = 2.7$ $Z_{21} = A_{11} - A_{21} = 76_{-0.74} - 72_{-0.74} =$

Продолжение таблицы 11



$$Z_{\max} = 4,74$$

$$Z_{\min} = 3,26$$

$$Z_{31} = A_{21} - A_{31} = 72_{-0,74} - 69,8_{-0,74} =$$

$$Z_{\max} = 2,94$$

$$Z_{\min} = 1,46$$

$$Z_{41} = A_{31} - A_{41} = 69,8_{-0,74} - 68_{-0,074} =$$

$$Z_{\max} = 1,874$$

$$Z_{\min} = 1,14$$

2.9 Техничко - экономические показатели технологического процесса

Проведем расчеты требуемого количества оборудования, коэффициента загрузки рабочих мест, числа рабочих мест и других данных, в мелкосерийном производстве деталей типа «Корпус».

Расчёт программы запуска:

где $Q_{\text{вып}}$ – программа выпуска 1000 единиц продукции в год;

$a_{\text{пп}}$ - % технологически неизбежных потерь, примерно 3% брака.

Таким образом в год нам необходимо произвести 1031 единиц продукции, с учетом получения бракованных деталей.

Расчёт планового фонда времени работы оборудования:

где T – число нерабочих дней в году, 119 дней;

1 – число смен;

$7,5$ – число часов работы в смену (перерыв 0,5 часа);

$0,97$ – учитывая % брака.

Такт поточной линии:

Все данные оценки времени количества представлено в таблице 12.

Таблица 12 – Техничко-экономические показатели технологического процесса

№ операции:	Оперативное время ($t_{оп}$), мин.	Количество рабочих мест по определению:		Коэффициент загрузки рабочих мест (K_{zi})	Время загрузки
		Расчётное C_{pi}	Принятое $C_{при}$		
Заготовительная	25	0,2	1	0,2	1,6
Токарная	45	0,43	1	0,43	3,44
Токарная с ЧПУ	40	0,38	1	0,38	3,04
Фрезерная	40	0,38	1	0,38	3,04
Сверлильная	30	0,28	1	0,28	2,24
Координатно-сверлильная с ЧПУ	60	0,57	1	0,57	4,56
Промывочная	10	0,096	1	0,096	0,76
Гальваническая	20	0,19	1	0,19	1,52
Консервация	15	0,145	1	0,145	1,16
Итого:	225	4,45	9		

где используются следующие обозначения:

$t_{оп}$ - время работы оператора;

C_{pi} - расчетное число рабочих мест;

$C_{при}$ - принятое число рабочих мест;

$$C_{pi} = t_{оп} / \dots ;$$

$$K_{zi} = C_{pi} / C_{при}.$$

При мелкосерийном производстве, для изготовления детали типа «Корпус», нужно минимум 9 рабочих мест. Средний коэффициент занятости рабочих мест равен 0,49. Чтобы оптимизировать данное производство, нужно поручить работу слесаря – оператору координатно-сверлильного станка с ЧПУ, таким образом мы сократим одно рабочее место. Так же можно поручить работу консерванта, мойщика – моляру что сократиться еще два рабочих мест.

2.10 Проектирования и выбор средств технологического оснащения

2.10.1 Общие положения

Основную группу технологической оснастки составляют приспособления механического производства. Приспособлениями в машиностроении называют вспомогательные устройства к технологическому оборудованию, используемые при выполнении операций обработки, сборки и контроля [11].

Применение приспособлений позволяет: устранить разметку заготовок перед обработкой, повысить ее точность, увеличить производительность труда на операции, снизить себестоимость продукции, облегчить условия работы и обеспечить ее безопасность, расширить технологические возможности оборудования, организовать многостаночное обслуживание, применить технически обоснованные нормы времени, сократить число рабочих, необходимых для выпуска продукции.

Частая смена объектов производства, связанная с нарастанием темпов технологического прогресса в эпоху научно-технической революции, требует от технологической науки и практики создания конструкций и систем приспособлений, методов их расчета, проектирования и изготовления, обеспечивающих неуклонное сокращение сроков подготовки производства. В серийном производстве необходимо использовать специализированные быстропереналаживаемые и обратимые системы приспособлений. В мелкосерийном и единичном производствах все более широко применяют систему универсально-сборных (УСП) приспособлений.

Ряд принципиально новых требований, предъявляемых к приспособлениям, определены расширением парка станков с ЧПУ, переналадка которых на обработку новой заготовки сводится к замене программы, (что занимает очень мало времени) и к замене или переналадке приспособления для базирования и закрепления заготовки (что также должно занимать мало времени).

Изучение закономерностей влияния приспособления на точность производительность выполняемых операций позволит проектировать приспособления, интенсифицирующие производство и повышающие его точность. Проводимая работа по унификации и стандартизации элементов приспособлений с использованием электронно-вычислительной техники и автоматов для графического изображения. Это приводит к ускорению технологической подготовки производства.

В качестве проектируемого приспособления в данном курсовом проекте, согласно заданию, выбран трех-кулачковый самоцентрирующийся патрон. Данный патрон устанавливается на шпинделе токарного станка 16А20ФЗ с ЧПУ, и действует аналогично большинству патронов для токарных станков. В качестве прототипа патрона выбирается стандартный трех-кулачковый 7100-0003 патрон по ГОСТу 2675-80. Данный патрон имеет наружный диаметр 125 мм, что позволяет установить его на данном станке, так как токарный станок ограничивается патроном имеющий диаметр 320 мм. Также максимальный диаметр заготовки закрепленный в данном патроне составляет 95 мм, а заготовка имеет максимальный диаметр 80. Исходя из всего этого мы выбрали оптимальный патрон.

2.10.2 Проверка условия лишения возможности перемещения заготовки

Для того, чтобы деталь не перемещалась в приспособлении под действием различных сил, в первую очередь, сил резания, необходимо, чтобы она была лишена в пространстве всех возможных степеней свободы. Существуют три основные схемы, по которым устанавливаются заготовки – для призматической заготовки, для заготовки типа «диск» и для заготовки типа «цилиндр». Корпус, для обработки которой проектируется приспособление, является заготовкой типа «цилиндр». Примерная схема базирования детали приведена в литературе [12].

В соответствии с этим и выбирается схема установки детали и теоретическая схема базирования заготовки [12]. Схема установки приведена на рисунке 10. Теоретическая схема базирования с характерными опорными точками – на рисунке 11.

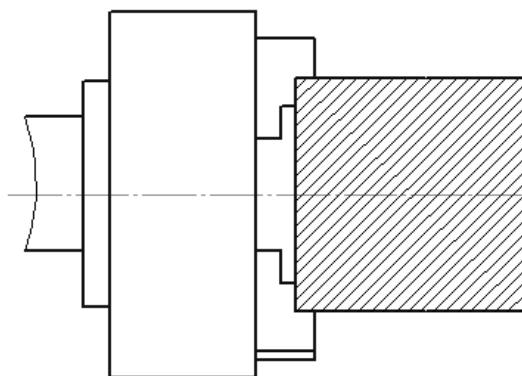


Рисунок 11- Схема установки детали в приспособлении

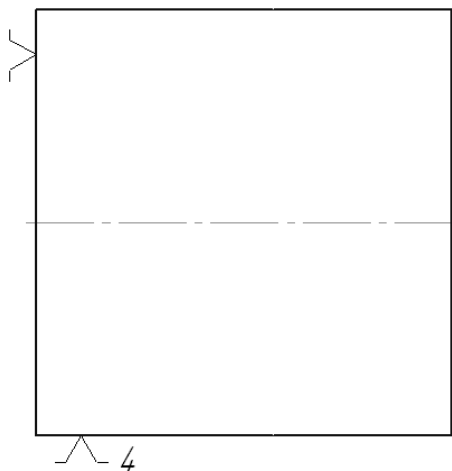


Рисунок 12- Теоретическая схема базирования

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

2.10.3 Расчет погрешности базирования и установки заготовки

Суммарная погрешность при выполнении любой операции механической обработки состоит из погрешности установки детали, погрешности настройки станка и погрешности обработки[12]. На стадии проектирования приспособления сложно учитывать погрешность установки и, таким образом, избежать, этой погрешности.

Расчетная суммарная погрешность приспособления определяется по формуле[12]:

(10)

;

Допуск на размер заготовки, зажимаемой в кулачках – (для заготовки) равен 1,6мм.

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

Погрешность установки при установке в трех-кулачковом патроне, была вычислена в пункте 2.5 расчет припусков, она равна 0,515 мм .

Точность обработки на размер на данной операции равна 0,74 мм.

Тогда по формуле рассчитываем погрешность приспособления[12]:

Данный расчет показывает, что для выполнения чистовой операции точения при заданных условиях для токарного патрона достаточна точность 0,493мм. Точность изготовления токарных патронов, с расточными кулачками обычно позволяет устанавливать заготовку с точностью до 0,1 мм, что значительно меньше полученного значения точности, т.е. приспособление обеспечивает требуемую точность.

2.10.5 Расчет усилий зажима заготовки

Усилия зажима будем определять в зависимости от выбранной схемы закрепления заготовки. При данном расположении сил, наибольшее значение имеет сила P_x , по которой обычно и производится расчет. Сила P_x стремится повернуть заготовку в патроне. Этому препятствует сила зажима в патроне W . В данном патроне суммарное усилие зажима всеми кулачками определяется по формуле 8:

$$\text{—————} \quad (8)$$

Для данного случая, учитывая конструктивные размеры $R=40\text{мм}$ и $R_0=24\text{мм}$.

Табличная величина силы резания P_x для глубины резания 5 мм, подачи 0,4 мм/об, равна 7 кН. Величина коэффициента K_1 , при обработке стали твердостью до 300 НВ, равен 0,9. Коэффициент K_2 для скорости резания до 200 м/мин равен 0,9. Тогда фактическая величина силы резания равна:

Таким образом усилие зажима для данной заготовки будет равно:

Для того чтобы закрепить заготовку в приспособлении, и обеспечить оптимальные условия обработки потребуется усилие в 8,505 кН, для зажима заготовки.

2.11 Проектирование гибкой производственной системы

Автоматизация производственных процессов на основе внедрения роботизированных технологических комплексов и гибких производственных модулей, вспомогательного оборудования, транспортно-накопительных и контрольно-измерительных устройств, объединенных в гибкие производственные системы, управляемые от ЭВМ, является одной из стратегий ускорения научно-технического прогресса в машиностроении[2].

Гибкие производственные системы (ГПС) - это совокупность в разных сочетаниях оборудования с ЧПУ, роботизированных комплексов, гибких производственных модулей, отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течении заданного времени, обладающая свойствами автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатурой[2]. Составными частями ГПС являются[2]:

1) гибкий производственный модуль (ГПМ) - единица технологического оборудования для производства изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик с программным управлением, автономно функционирующая, автоматически осуществляющая все функции, связанные с их изготовлением, имеющая возможность встраивания в гибкую производственную систему;

2) роботизированный технологический комплекс (РТК)-совокупность единицы технологического оборудования, промышленного робота и средств оснащения, автономно функционирующая и осуществляющая многократные циклы.

Неотъемлемой частью гибких производственных систем являются транспортные средства, в функции которых входят[2]:

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

На рисунке 13 изображена схема гибкой производственного модуля.

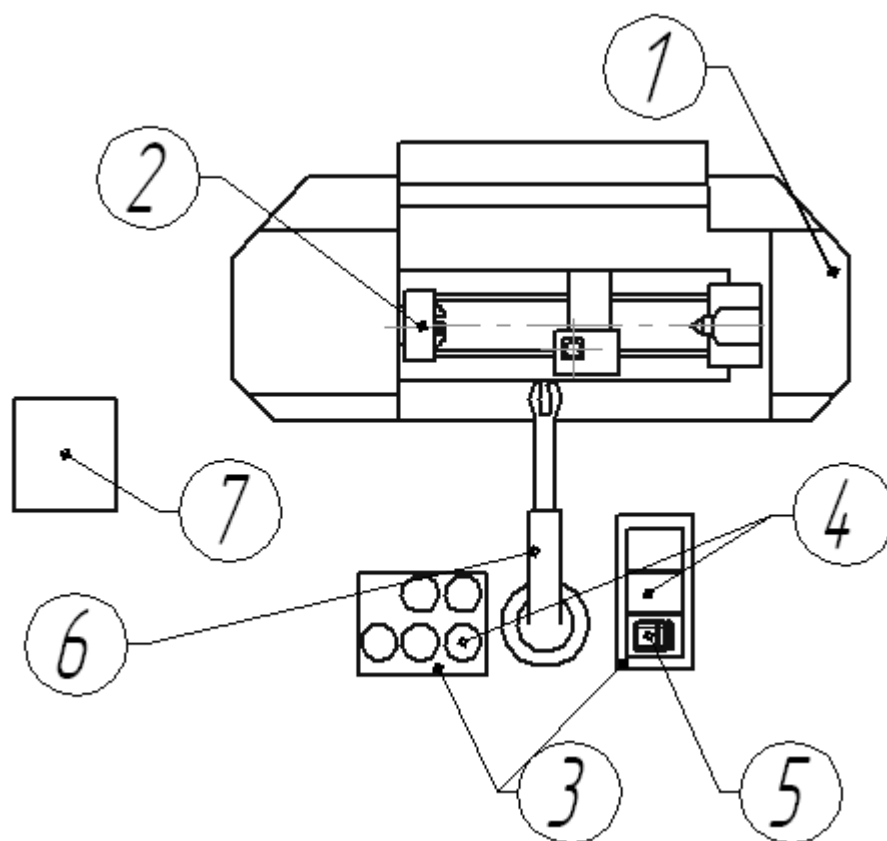


Рисунок 12- Схема гибкой производственного модуля

С помощью тележки работник приносит заготовки и укладывает на стол 3 в ячейки 4. Затем модуль 6 (ГПМ1-НТС1-OMEGA1-3 рис.12.) забирает с ячеек заготовки и подает на приемнозажимное устройства станка 2, так же производит смену инструмента и выгрузку готовой детали 5 на стол 3. 7- устройство связи системы ЧПУ станка с устройством управления модуля. 1- станок. Таким образом спроектирована гибкая производственная система для изготовления детали типа «Корпус».



Рисунок13- Модуль ГПМ1-НТС1-OMEGA1-3

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Расчет затрат на изготовление детали

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

Таблица 13 - 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 45 круг	т	28850	0,013	605,85

Таким образом затраты на сырье для производства одной единицы продукции составили шестьсот пять рублей и восемьдесят пять копеек.

Таблица 14 - Затраты электроэнергии на производство корпуса

№ п/п	Наименование оборудования	Мощность, кВт	Время эксплуатации, (ч. на ед. прод.)	Расход электроэнергии (кВт на ед. прод.)
1	Полуавтоматический дисковый отрезной станок TS-CSA	2,25	0,41	0,9225
2	Токарный станок ИЖ 250 ИТПМ	3	0,4	1,2
3	Токарный станок с ЧПУ 16A20Ф3	11	1,5	16,5
4	Токарный станок с ЧПУ 16A20Ф3	11	1	11
5	Вертикально-фрезерный 6P10	3	0,8	2,4
6	Сверлильный станок Prom BV-25FB/400	1,5	0,6	0,9
7	Координатно-сверлильный станок MAXBOMAT 3AVG	1,5	1	1,5
	ИТОГО			34,42

Затраты на электроэнергию производства одной единицы продукции составили 34,42 кВт. Далее произведем расчет заработной платы рабочих и рассчитаем затраты на годовой выпуск продукции детали «Корпус».

Таблица 15 - Заработная плата производственных рабочих

Профессия	Стоимость работы, руб./час	Время занятости рабочего на операции, час.	Заработная плата по факту работы, руб.
1. Станочник заготовительного оборудования.	170	0,41	69,7
2. Токарь	190	0,5	95
3. Оператор токарного станка с ЧПУ	250	1,8	450
4. Оператор токарного станка с ЧПУ	250	1,8	450
5. Фрезеровщик	190	1	190
6. Сверловщик	190	0,9	171
7. Оператор координатно – сыерлильного станка с ЧПУ	260	1,4	364
8. Мойщик	170	0,16	27,2
9. Гальваник	210	0,50	105,0
10. Консервировщик	170	0,25	42,5
11. Контролер	200	0,33	66,0
12. Слесарь	175	0,09	15,75
Итого,			2046,15

Таблица 16 - 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	605,85	0,104	104	0,605	605,58	Табл. 12
2.	Электроэнергия на технологические нужды	кВт	4,63	34,42	34420	0,159	159	Табл. 13

3.	Заработная плата основных производственных рабочих	тыс. руб.	-	-	-	2,046	2046,150	Табл. 14
----	--	-----------	---	---	---	-------	----------	----------

Продолжение таблицы 16

4.	Отчисления на социальные нужды	тыс. руб.	-	-	-	0,613	613	30% от ст. 3
5.	Общепроизводственные расходы	тыс. руб.	-	-	-	5,4219	5421,9	265% от ст. 3*
6.	Общехозяйственные расходы	тыс. руб.	-	-	-	6,8541	6854,1	335% от ст. 3*
Полная себестоимость, в т.ч.		тыс. руб.	-	-	-	15,094	15094	1+2+3+4 + 5+6
Условно-переменные затраты		тыс. руб.	-	-	-	2,818	2818	1+2+3+4
Условно-постоянные затраты		тыс. руб.	-	-	-	12,276	12276	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 учетом 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.;

$Z_{\text{пер}}$ – 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 18 112 руб.)

Тогда точка безубыточности определится следующим образом:

$$Q_{\text{ТБ}} = \frac{Z_{\text{пост}}}{C_i - Z_{\text{пер}}} = \text{_____}$$

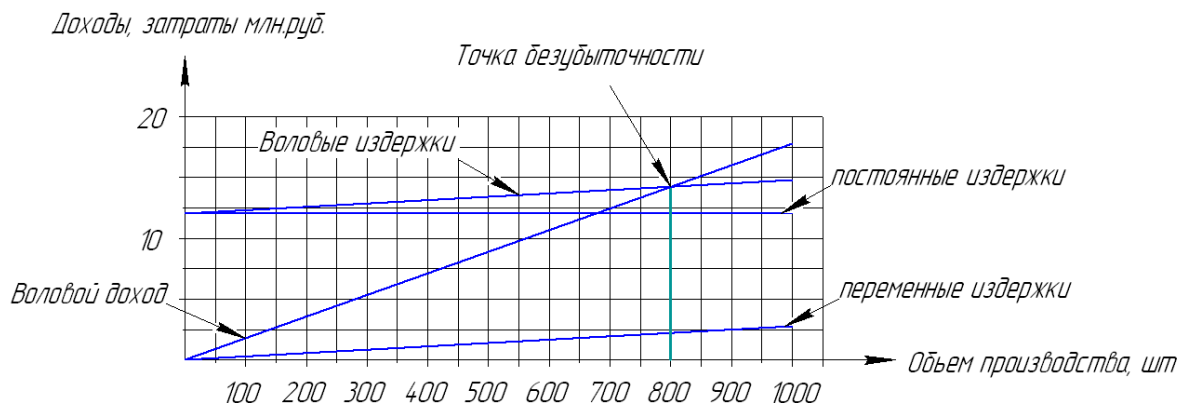


Рисунок 13 – Диаграмма точки безубыточности

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

4 Социальная ответственность

Объектом исследования в данной выпускной квалификационной работы является проектирования технологического процесса 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 17, приведем нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора.

Таблица 17- Опасные факторы при проведении технологических операций

Источник фактора, наименование видов работ	Опасные и вредные производственные факторы	Нормативные документы
1. Заготовительная операция, оборудование: полуавтоматический дисковый отрезной станок TS-CSA.	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования. Повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенный уровень шума на рабочем месте; Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.	Шум: СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96; 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;

2. Токарная операция, ИЖ 250 ИТПМ 3. Токарная операция с ЧПУ, станок 16А20Ф3 с ЧПУ	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. Недостаточная освещенность рабочей зоны	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; Освещение: СанПиН 52.13330.2011; Типовая инструкция по охране труда: РД 153-34.0-03.289-00
4. Фрезерная операция, станок: Вертикально-фрезерный 6Р10	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.	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 153-34.0-03.294-00
5. Сверлильная и Координатно-сверлильная операция: станки: Сверлильный станок Proma BV-25FB/400 и Координатно-сверлильный станок МАХВОМАТ 3 AVG	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования. Повышенный уровень статического электричества.	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
6. Слесарная	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.	Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;

Продолжение таблицы 17

7. Промывочная	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования. Отклонение параметров микроклимата	Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96;
8. Гальваническая	Химически опасные и вредные токсичные вещества.	Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; ТОИ Р-31-205-97
9. Консервация	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования. Отклонение параметров микроклимата	Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96;

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

Превышение уровней шума

Источником шума будут являться металлообрабатывающие станки, используемые при данном производственном технологическом процессе. Данный фактор относится к природе физического характера. 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 в виде беспокойства, а также перерасти к изменению показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шуму. Если уровень шума будет превышать допустимый уровень, то 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. Наиболее эффективное СИЗ, как правило, в области высоких частот является противошумные вкладыши (беруши), наушники.

- 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 [18].

Таблица 18 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °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 уровней, люди могут ощущать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. В ряде случаев это может привести к ухудшению физического состояния. Причинами во многих случаях являются слишком низкие уровни освещенности, слепящее действие источников света и

соотношение яркостей, которое недостаточно хорошо сбалансировано на рабочих местах.

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.

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

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает тепловое (ожоги, нагрев сосудов), механическое (разрыв тканей, сосудов при судорожных сокращениях мышц), химическое (электролиз крови), биологическое (раздражение и возбуждение живой ткани) или комбинированное воздействие.

Основными средствами и способами защиты от поражения электрическим током являются: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения; защитное заземление, зануление или

отключение; вывешивание предупреждающих надписей; контроль за состоянием изоляции электрических установок.

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.

Основные правила использования режущих инструментов.

- при работе с режущими и колющими инструментами их режущие кромки должны быть направлены в сторону, противоположную телу работающего, чтобы избежать травмы при срыве инструмента с обрабатываемой поверхности;

- пальцы рук, удерживающие обрабатываемый предмет, должны находиться на безопасном удалении от режущих кромок, а сам предмет должен быть надежно закреплен в тисках или каком-либо другом зажимном приспособлении;

- на рабочем месте режущие и колющие предметы должны располагаться на видном месте, а само рабочее место должно быть освобождено от посторонних и ненужных предметов и инструментов, о которые можно зацепиться и споткнуться;

- положение тела работающего должно быть устойчивым, нельзя находиться на неустойчивом и колеблющемся основании;

- при работе с инструментом, имеющим электрический или какой-либо другой механический привод (электродрели, электропилы, электрорубанки), нужно быть особенно осторожным и строго соблюдать требования техники безопасности, т.к. механизированный инструмент является источником тяжелейших травм из-за его высокой скорости, для которой быстрота реакции человека недостаточна, чтобы в момент аварии вовремя отключить привод;

- рабочий должен быть одет так, чтобы исключить попадание частей одежды по режущую кромку или на движущие части инструмента (особенно важно, чтобы рукава одежды были застегнутыми), т.к. в противном случае рука может быть затянута под режущий инструмент;

- механизированный инструмент включают только после того, как подготовлено рабочее место, обрабатываемая поверхность, а человек занял устойчивое положение, после завершения операции обработки инструмент должен быть отключен.

Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

Одним из факторов, которые могут неблагоприятно воздействовать на человека, является повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны. Воздушная среда в механическом цехе, в которой содержатся вредные вещества в виде пыли и газов оказывает непосредственное

влияние на безопасность труда. Пыль, представляет собой мельчайшие частицы твердого вещества. Пыль, способная некоторое время находиться в воздухе во взвешенном состоянии, называется аэрозолью.

Производственная пыль в рабочей зоне образуется в результате снятия мелкой стружки с деталей, при применении смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). В результате механического разбрызгивания и испарения СОЖ может достигать нескольких сот градусов, ее компоненты поступают в воздух в виде масляных и иных аэрозолей, а также сложных парогазовых смесей. Вдыхание их может быть причиной раздражающего влияния на органы дыхания, легочную ткань, а также неблагоприятного воздействия на другие системы организма. Применение СОЖ сопровождается образованием тонкодисперсного масляного аэрозоля и продуктов его термического разложения.

Защита от производственной пыли производится техническими средствами – коллективными и индивидуальными. К коллективным относятся пылеулавливание и пылеудаления. Наиболее часто в качестве пылеулавливания используют сухой инерционный пылеуловитель – циклон. Работа циклона основана на использовании сил инерции при изменении направления движения воздушного потока. Запыленный воздух заходит в циклон через входной патрубок по касательной к горизонтальному сечению циклона и раскручивается. Частицы пыли, раскручиваясь с воздухом под действием сил инерции, отбрасываются к стенкам сосуда, теряют скорость и под действием сил тяжести оседают в пылесборнике. Чистый воздух выходит через выходную трубу. К способу пылеудаления относится естественная или искусственная вентиляция, причем искусственная может быть как общая - на все помещение, так и местная - непосредственно в месте образования пыли. Наиболее распространенное средство защиты от пыли и загазованности, применяют вентиляционная система (аспирация). Целью которого является обеспечение вытяжек от пылящего оборудования запыленного воздуха. Местные вентиляционные системы как средство защиты от пыли и загазованности реализуются в виде вытяжных шкафов, вытяжных зонтов, отсосов у станков, укрытий и т.п.

Средствами индивидуальной защиты от производственной пыли могут служить респираторы, маски, противогазы, спецодежда, спецобувь и средства защиты рук.

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. Высококонцентрированные 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 вентиляции загазованного воздуха с зоны металлообрабатывающего оборудования. Для избежание проблем, связанных с загрязнением атмосферы можно прибегнуть к методам очистки воздуха:

- поглощение газов при их промывке жидкостями – абсорбция;
- поглощение газов твёрдыми телами – адсорбция;
- окислительно-восстановительные процессы, в результате которых образуются новые экологически менее опасные продукты.

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.

Таким образом решена проблема экологической опасности.

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;
- обязательному предварительному медицинскому осмотру при заключении трудового договора подлежат лица, не достигшие возраста восемнадцати лет, а также иные лица в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами;
- нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать сорока часов в неделю;
- во время регламентированных перерывов целесообразно выполнять комплексы упражнений и осуществлять проветривание помещения.

4.4.2 Организационные вопросы обеспечения безопасности

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

- эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливать его соответствие антропометрическим, физиологическим, психофизиологическим и психологическим свойствам человека и обусловленным этими свойствами гигиеническим требованиям с целью сохранения здоровья человека и достижения высокой эффективности труда;
- эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливаться к тем его элементам, которые сопряжены с человеком при выполнении им трудовых действий в процессе эксплуатации, монтажа, ремонта, транспортирования и хранения производственного оборудования;

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

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

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

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

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

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была рассмотрена технологическая подготовка производства 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 необходимые технологические оснащения, режущие и контрольно-измерительные инструменты, а также металлообрабатывающие оборудования. Проведен анализ технологичности изделия - целью которого являлось 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 деформирование, 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 детали типа «Корпус».

Список используемой литературы

1. Михаевич Е.П. Технология машиностроения: учебно-методическое пособие / Е.П. Михаевич; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 99 с
2. Наукоемкие технологии в машиностроении / А.Г. Суслов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный и др.; под ред. А.Г. Суслова. М.:Машиностроение, 2012. 528с.
3. Основные методы проектирования технологических процессов, [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://de.ifmo.ru/bk_netra/page.php?dir=3&tutindex=4&index=18&layer=1
4. ГОСТ 3.1404-86 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.
5. ГОСТ 3.1407-56 Единая система технологической документации. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированы по методам сборки.
6. ГОСТ 3.1105-2011 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения.
7. САПР технологических процессов (1 часть): [Электронный ресурс]/ Куликов Д.Д. Режим доступа: http://de.ifmo.ru/bk_netra/page.php?dir=2&tutindex=4&ind
8. Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 144 с.
9. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; под ред. В.А. Тимирязева. – М.: Высш. школа, 2004. – 282 с.
10. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.
11. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
12. Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 144 с.

13. Обработка металлов резанием: справочник технолога / Под ред. А. А. Панова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.
14. Размерный анализ технологических процессов/ В.В. Матвеев, М.М. Тверской, Ф.И. Бойков и др. // Б-ка технолога. – М.: Машиностроение, 1982. – 264 с
15. 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.
16. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2/Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Сулова, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл.-М.: Машиностроение-1, 2003 г. 944 с., ил.