

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 «Крышка» на станках с ЧПУ УДК 621.002:658.511

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A21	Стрыгин Константин Валерьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Аспирант	Анисимова М. А.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

Институт физики высоких технологий

Направление 15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки Машины и технология высокоэффективных процессов
обработки материалов

Кафедра Физика высоких технологий в машиностроении

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой, д.ф-м.н., профессор

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О) С.Г. Псахье

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4A21	Стрыгину Константину Валерьевичу

Тема работы:

Технологическая подготовка производства детали «Крышка» 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 детали «Крышка», Тип производства: мелкосерийное.
--------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Технологическая подготовка производства. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного оборудования.
Перечень графического материала	Чертеж изделия. Технологические карты. Карты наладки.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологическая часть	Должиков В.П.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гаврикова Н.А.
Социальная ответственность	Анищенко Ю. В.
Название разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4A21	Стрыгин Константин Валерьевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 77 с., 12 рис., 17 табл., 13 использованных источников, 2 прил.

Ключевые слова: КРЫШКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА, ИНСТРУМЕНТ, СТАНОК, ЧПУ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ.

Объектом исследования является деталь типа «Крышка»

Цель работы – технологическая подготовка производства детали «Крышка».

В результате исследования был проведен конструкторский анализ детали, разработан технологический процесс, выбрано оборудование для производства детали, составлены управляющие программы для станков с ЧПУ и разработаны карты наладки к ним. Проведен размерный анализ точных поверхностей детали. Также разработан гибкий производственный модуль на базе токарного станка с ЧПУ. Предложены пути решения вопроса об экологической безопасности. Также, решен вопрос о безопасности сотрудников на рабочих местах.

Рассчитаны экономическая эффективность производства данной детали и режимы резания, назначены нормы времени, минимальные припуски.

Оглавление

Введение	6
1 Технологическая подготовка производства.	
Основные положения	7
2 Проектирование технологического процесса	
изготовления детали	9
2.1 Анализ технологичности конструкции детали	9
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	24
2.6 Проектирование технологических операций	30
2.6.1 Средства технологического оснащения	35
2.6.2 Выбор и расчет режимов резания	39
2.6.3 Нормирование технологических переходов	47
2.7 Разработка управляющих программ для	
станков с ЧПУ	48
2.8 Размерный анализ	49
2.9 Технико-экономические показатели технологического	
процесса	50
2.10 Выбор средств технологического оснащения	53
2.11 Проектирование гибкого производственного модуля	57
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность	
и ресурсосбережение	60
3.1 Анализ безубыточности изготовления детали	63
4 Социальная ответственность	65
Заключение	76
Список использованной литературы	77
Приложение А Симуляция «Крышка» «SolidWorks»	78
Приложение Б Альбом технологической документации	84

Введение

С каждым годом во всем мире растет выпуск сложных изделий, применяемых как в быту, так и в производственных условиях. Усложняется как конструкции машин, так и системы управления ими. Одновременно с усложнением машин возрастают требования к их качеству и дизайну. Для изготовления машин с лучшими характеристиками необходимы новые технологии. Каждая новая технология – это концентрация достижений современной науки и производства. Создание новой технологии чрезвычайно сложный процесс требующий суммы накопленных знаний техники, технологий, производства и экономики.

В настоящее время изготовление деталей машин в значительной мере связано с механообработкой. В зависимости от типа производства удельный вес механообработки составляет 30-70%. Проектирование технологических процессов механообработки связано с определенными трудностями: в каждом случае необходимо решать многокритериальные задачи со многими параметрами.

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы технологической подготовки производства детали типа «Крышка», которое включает в себя: проектирование технологического процесса, маршрута, операций, а также средств технологического оснащения на примере детали типа «Крышка».

Одной из важных частей выпускной квалификационной работы является разработка управляющей программы для станков с ЧПУ. Так же требуется произвести необходимые расчет для снижения брака, которые включают в себя размерный и прочностной анализ, для производства детали «Крышка».

1 Техническая подготовка производства. Основные положения

Технологическая подготовка производства является неотъемлемой частью подготовки производства к выпуску продукции, которая будет соответствовать технико-экономическим показателям (высоким техническим уровнем, качеством, а так же с минимальными издержками при планируемых объемах производства).

В процессе ТПП решаются следующие основные задачи [1]:

- отработка изделия на технологичность;
- разработка технологических маршрутов и процессов;
- разработка специальной технологической оснастки;
- технологическое оснащение производства;
- техническое сопровождение изготовления опытной партии, установочной серии и установившегося серийного производства.

Исходными данными для проведения ТПП являются [1]:

- полный комплект конструкторской документации на новое изделие;
- максимальный годовой объем выпуска продукции при полном освоении производства с учетом изготовления запасных частей и поставок по кооперации;
- предполагаемый срок выпуска изделий и объем выпуска по годам с учетом сезонности;
- планируемый режим работы предприятия (количество смен, продолжительность рабочей недели);
- планируемый коэффициент загрузки оборудования основного производства и ремонтная стратегия предприятия;
- планируемые кооперированные поставки предприятию деталей, узлов полуфабрикатов и предприятия-поставщики;
- планируемые поставки предприятию стандартных изделий и предприятия-поставщики;

- предполагаемые рыночные цены новых товаров исходя из ценовой стратегии предприятия и его целей;

- принятая стратегия по отношению к риску (с точки зрения наличия дублирующего оборудования);

- политика социологии труда предприятия.

Этапы технологической подготовки производства можно свести к 6 основным этапам:

- планирование ТПП;

- анализ конструкции на технологичность;

- технологическое проектирование;

- выбор оборудования;

- выбор и технологическое конструирование оснастки;

- нормирование.

Анализ конструкции на технологичность сводится к изготовлению опытного образца.

Технологическое проектирование, представляет собой организацию производства изделия (разработка технологических маршрутов движения объектов производства, разработка техпроцессов изготовления и контроля деталей, типизация технологических процессов и т.д.).

2 Проектирование технологического процесса изготовления детали

2.1 Анализ технологичности конструкции детали

Целью анализа технологичности конструкции детали является выявление оптимальных трудовых, материальных и энергетических затрат на проектирование, подготовку производства.

Деталь – «Крышка», изготавливается из материала «Сталь 20 ГОСТ 1050-88». Деталь имеет среднюю сложность конструкции. Масса детали рассчитана с помощью САПР АСКОН «КОМПАС 3D» исходя из материала и твердотельной модели.

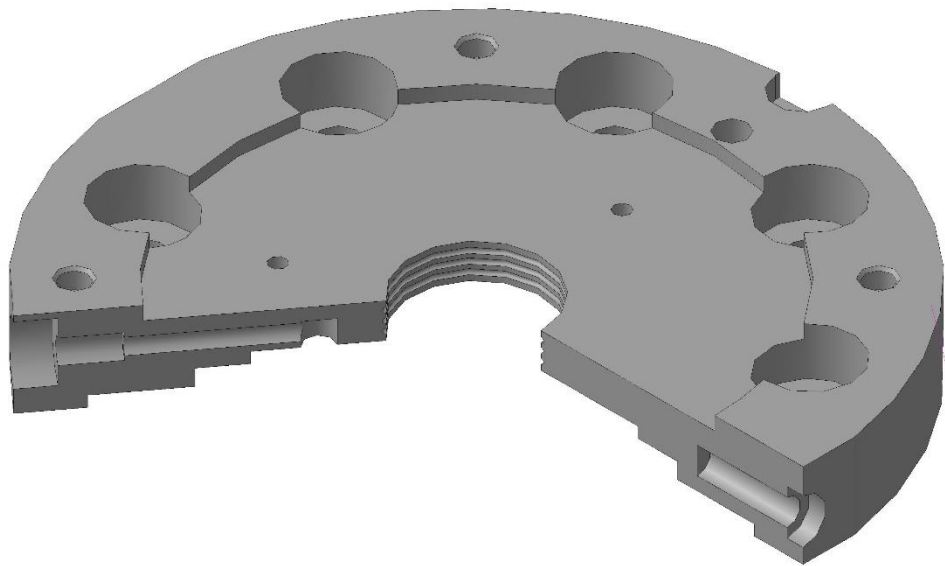


Рисунок 1- Твердотельная модель детали «Крышка», $m = 7,580$ кг

На технологичность конструкции детали влияют как технические факторы (точность, форма и размеры, шероховатость, базы и т.п.), так и организация производства (серийность производства).

Соответствие машин требованиям минимальной трудоемкости определяет технологичность конструкции.

Согласно ГОСТ 14.201-91 устанавливается ряд показателей технологичности конструкции изделия. Такие как:

- деталь должна быть правильной геометрической формы, обеспечивающей возможность обработки от одной базы.
- избежание разнообразия размеров отверстий и резьбы.
- конструкция детали должна предусматривать небольшое количество обрабатываемых поверхностей, сопрягаемых с другими деталями.
- допуски на размеры точных деталей не должны усложнять технологию производства.

Технологичность конструкции – это одна из комплексных характеристик технического устройства (изделие, устройство, прибор, аппарат), которая выражает удобство его производства, ремонтпригодность и эксплуатационные качества.

Вопросы технологичности решаются со стадии анализа чертежа детали, проектирования заготовки, выбора метода изготовления заготовки и процессом ее изготовления.

Деталь изготовлена из сплава «Сталь 20 ГОСТ 1050-88» - это сплав, в основном, из железа и углерода. Это конструкционная углеродистая качественная сталь. В целом «Сталь 20» находит широкое применение в котлостроении, для труб и нагревательных трубопроводов различного назначения, кроме того промышленность выпускает прутки, лист. Состав материала приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав материала «Сталь 20 ГОСТ 1050-88»

Химический элемент	%
Углерод, С	0,17 - 0,24
Кремний, Si	0,17 - 0,37
Марганец, Mn	0,35 - 0,65
Никель, Ni	до 0,25
Сера, S	до 0,04
Фосфор, P	до 0,04
Хром, Cr	до 0,25
Медь, Cu	до 0,25
Мышьяк, As	до 0,08
Железо, Fe	~98

Углерод находится в стали обычно в виде химического соединения Fe_3C , называемого цементитом. С увеличением содержания углерода до 1,2% твердость, прочность и упругость стали увеличиваются, но пластичность и сопротивление удару понижаются, а обрабатываемость ухудшается, ухудшается и свариваемость [3].

Кремний, если он содержится в стали в небольшом количестве, особого влияния на ее свойства не оказывает. При повышении содержания кремния значительно улучшаются упругие свойства, магнитопроницаемость, сопротивление коррозии и стойкость против окисления при высоких температурах.

Марганец, как и кремний, содержится в обыкновенной углеродистой стали в небольшом количестве и особого влияния на ее свойства также не оказывает. Однако марганец образует с железом твердый раствор и несколько повышает твердость и прочность стали, незначительно уменьшая ее пластичность. Марганец связывает серу в соединение MnS , препятствуя образованию вредного соединения FeS . Кроме того, марганец раскисляет сталь. При высоком содержании марганца сталь приобретает исключительно большую твердость и сопротивление износу.

Сера является вредной примесью. Она находится в стали главным образом в виде FeS . Это соединение сообщает стали хрупкость при высоких температурах, например, при ковке, – свойство, которое называется красноломкостью. Сера увеличивает истираемость стали, понижает сопротивление усталости и уменьшает коррозионную стойкость.

В углеродистой стали допускается содержание серы не более 0,06-0,07%. Увеличение хрупкости стали при повышенном содержании серы используется иногда для улучшения обрабатываемости на станках, благодаря чему повышается производительность при обработке [3].

Фосфор также является вредной примесью. Он образует с железом соединение Fe_3P , которое растворяется в железе. Кристаллы этого химического соединения очень хрупки. Обычно они располагаются по границам зерен стали, резко ослабляя связь между ними, вследствие чего сталь приобретает очень высокую хрупкость в холодном состоянии (хладноломкость). Особенно сказывается отрицательное влияние фосфора при высоком содержании углерода. Обрабатываемость стали фосфор несколько улучшает, так как способствует отделению стружки.

Хром - наиболее дешевый и распространенный элемент. Он повышает твердость и прочность, незначительно уменьшая пластичность, увеличивает коррозионную стойкость; содержание больших количеств хрома делает сталь нержавеющей и обеспечивает устойчивость магнитных сил.

Никель сообщает стали коррозионную стойкость, высокую прочность и пластичность, увеличивает прокаливаемость, оказывает влияние на изменение коэффициента теплового расширения.

Медь увеличивает антикоррозионные свойства, она вводится главным образом в строительную сталь.

Мышьяк в стали не является вредной примесью, и его действие похоже на действие меди. При содержании до 0,1% мышьяк повышает предел прочности и предел упругости стали (на каждую 0,01 % увеличения содержания мышьяка 0,4 кг/мм²). При этом пластичность и ударная вязкость

снижаются незначительно. До 0,25% мышьяк не изменяет свариваемость стали. Мышьяк при затвердевании ликвидирует подобно сере и фосфору. Присадка мышьяка несколько повышает сопротивляемость стали атмосферной коррозии [3].

Крышка имеет отверстие ступенчатой формы, также на нем имеются канавки со скругленными поверхностями. На детали имеется ряд других отверстий под крепление, резьбовых и не резьбовых. Кроме крепежных отверстий присутствуют отверстия, являющиеся соединительными каналами между отверстиями.

На чертеже указаны допуски на радиальное биение на внутреннем диаметре, и торцевые биения на поверхностях полученных при растачивании отверстия и торце крышки. Минимальная шероховатость Ra 0,8 в одном из отверстий крышки, такую шероховатость можно получить при развертывании.

Анализируя деталь с точки зрения технологичности можно выделить положительные моменты:

- все размеры и точности обработки поверхностей обеспечиваются возможностями станков;
- обработка детали выполнена, в основном, по 14 качеству;
- материал хорошо поддается механической обработке;
- малое количество отклонений формы.

Отрицательными моментами являются такие факторы как:

- большое количество установов;
- большое количество отверстий с разными размерами;
- поверхности, выполненные по 7 – 8 качеству.

При обработке детали используется точение, фрезерование, сверление, развертывание и цековка. Форма заготовки обеспечивается свободный доступ инструмента, что повышает технологичность.

При обработке применяются: трехкулачковый патрон, призмы, приспособления для глубокого сверления и другие.

Габариты и масса заготовки не требуют дополнительных подъемных приспособлений.

На чертеже имеются допуски на угловые размеры ± 1 минута такой точности можно достичь используя координатно-расточной станок с ЧПУ.

Чертеж имеет ряд ошибок и недочетов:

- ступенчатые отверстия выполнены по 14 квалитету с точным межцентровым расстоянием. Это ошибка конструктора, т.к. при 14 квалитете такую точность на межцентровое расстояние невозможно обеспечить. Требуется либо выполнить отверстия по меньшему квалитету, либо увеличить допуск на межцентровые размеры, что является более логичным если отверстия будут являться крепежными;

- точенные отверстия, выполненные по 7 квалитету имеют шероховатость Ra 1,6. Для 7 квалитета характерна шероховатость Ra 1,25. Это является недочетом, т.к. шероховатость может быть обеспечена.

2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Эксплуатационные свойства характеризуют способность материала работать в конкретных условиях. В каждом конкретном случае будет свой набор эксплуатационных характеристик [4].

Эксплуатационные характеристики изделий машиностроения:

- износостойкость – способность материала сопротивляться поверхностному разрушению под действием внешнего трения;

- коррозионная стойкость – способность материала сопротивляться действию агрессивных сред;

- жаростойкость – способность материала сопротивляться окислению в газовой среде при высоких температурах;

- жаропрочность – способность материала сохранять свои свойства при высоких температурах;

– хладостойкость – способность материала сохранять пластичность при отрицательных температурах;

– антифрикционность – способность материала прирабатываться к другому материалу.

Надежность и долговечность машин зависит от эксплуатационных свойств их деталей и соединений – статической, усталостной и контактной прочности, коррозионной стойкости, герметичности, износостойкости, прочности посадок и др. Указанные свойства зависят от механических свойств материалов, точности размеров, параметров качества их поверхностного слоя и условий эксплуатации [4].

Для детали «Крышка» характерны следующие свойства: коррозионная стойкость, жаростойкость, жаропрочность и хладостойкость. Так как деталь не будет иметь статическое положение относительно сопряженных с ней других деталей.

Задача обеспечения качества машин решается расчетно-аналитическим, экспериментальным и опытно-статистическим методом.

Расчетно- аналитический метод заключается в расчете свойств детали исходя из заданных эксплуатационных свойств.

Экспериментальный способ включает в себя выбор материала, допусков, качество поверхностного слоя исходя из опытной серии машин.

Опытно-аналитический метод основан на опыте конструктора и справочной информации.

На этапе производства формируется поверхностный слой детали, имеющий заданные параметры качества [4].

Кроме обеспечения эксплуатационных свойств деталей машин часто возникает необходимость повышения их уровня. Можно выделить пять основных направления решения данной задачи:

- совершенствование существующих методов обработки;
- управление качеством криволинейных поверхностей трения;
- модификация поверхностных слоев деталей;

- разработка новых методов обработки;
- создание инструментов и оснастки на основе объединения проектирования, изготовления, эксплуатации, ремонта и восстановления деталей в единый технологический процесс [4].

Проверка работоспособности конструкции детали выполняется с помощью CAE-системы.

Поверхности воспринимающие рабочие нагрузки выполнены тонким точением, тогда эксплуатационные свойства детали будут зависеть именно от этих поверхностей. Для тонкого точения характерны: Степень наклепа до 220%, глубина упрочнения до 60 мкм, предел выносливости до 800 МПа.

Расчет детали «Крышка» выполнен в САПР «SolidWorks» и представлен в приложении А.

2.3 Способ получения заготовки

В зависимости от характера материала, назначения детали, требуемой точности ее изготовления и т. д. заготовки получают литьем, ковкой, штамповкой, высадкой, прокаткой, волочением и другими способами.

Выбор заготовки влияет на рациональное построение технологического процесса. Выбор заготовки на производстве ограничивается технологическим обеспечением, материальным обеспечением, экономическими возможностями и наличием квалифицированных рабочих [2].

Правильный выбор заготовки влияет как на трудоемкость, так и на себестоимость продукции. Рациональный выбор заготовок способствует росту производства, на той же площади, без существенного увеличения оборудования.

Обеспечение заданного качества продукции при ее минимальной себестоимости, это главный критерий при выборе заготовки. В качестве

показателя технологичности применяют коэффициент использованного материала.

Целесообразно рассмотреть два способа получения заготовки:

- получение заготовки из прутка;
- получение заготовки из поковки.

Коэффициент использования материала (КИМ) определяется отношением массы детали (m_d) к массе израсходованного материала (m_p).

При расчете КИМ находится коэффициент выхода годного материала ($K_{вг}$) в процессе изготовления:

КИМ определим по формуле:

$$K = \frac{q}{Q},$$

где Q - масса заготовки, кг;

q - масса готовой детали, кг.

По данным САПР Компас-3D V15

для прутка имеем: $Q = 14,777$ кг, $q = 7,580$ кг,

тогда

$$K = \frac{7,580}{14,777} = 0,48.$$

для поковки: $Q = 13,037$ кг, $q = 7,580$ кг,

тогда

$$K = \frac{7,580}{13,037} = 0,596.$$

Сравнив коэффициенты видно, что заготовка, полученная из поковки больше подходит для производства нежели прутки. При использовании такой заготовки уменьшается время на механическую обработку, припуски. Но при получении заготовки из поковки, существует необходимость в обдирке заготовки. Также требуется изготовление форм и присутствие необходимого оборудования либо его закупка. Исходя из вышеперечисленного, целесообразно выбрать для заготовки прутки. При использовании этого проката не требуется закупать дополнительное оборудование.

В качестве заготовки для данной детали выбираем прокат сортовой, круглый, горячекатаный. Условное обозначение: Пруток-260-В1 ГОСТ 2590-2006.

Такой прокат поставляется длиной от 2 до 12 м, согласно ГОСТ 2590-2006. В нашем случае прокат будет поставляться длиной по 6 метров.

2.4 Проектирование технологического маршрута

Проектирование технологического процесса механической обработки начинается с изучения служебного назначения детали, технических требований к ней, норм точности и программы выпуска, анализа возможностей предприятия по выпуску данной детали.

Задачей проектирования технологического процесса механической обработки является определение такой ее последовательности, при которой наиболее полно используются технологические возможности станков, приспособлений и инструментов, а деталь изготавливается с наименьшими материальными затратами.

Технологический процесс должен обеспечивать заданные требования качества и объема выпуска. Соответствовать требуемой производительности, наименьшей себестоимости, безопасности и облегчении труда [2].

В начале проектирования технологического процесса предварительно устанавливаются виды обработки поверхностей и требования точности, заданные в требованиях к детали.

В первую очередь обрабатываются поверхности, которые в дальнейшем будут служить технологическими базами при обработке.

Для отсеивания брака обработку начинают с тех поверхностей, на которых возможны дефекты. Дальнейший маршрут строится на обработке сначала грубых поверхностей, после чего проводят обработку более точных

поверхностей. Наиболее легко повреждаемые поверхности обрабатываются в последнюю очередь [2].

Задачей проектирования технологического маршрута является составление общего плана обработки детали.

В первую очередь требуется получить технологические базы, обработав поверхности 1 и 2 (рисунок 2). Данные поверхности будут служить в дальнейшем базами. Поверхности не точные.

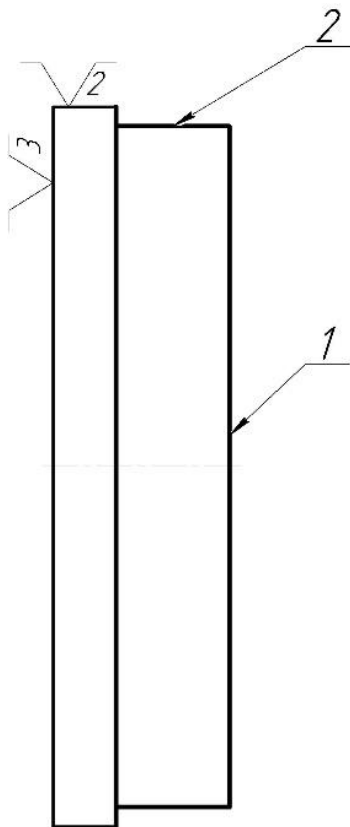


Рисунок 2 – Эскиз для токарной операции

На втором этапе будут получены поверхности 3-10 и канавки 11 (рисунок 3). Поверхности 4 и 5 точные и будут служить в дальнейшем базами для обеспечения допуска радиального и торцевого биения, также отверстие 10 будет служить базой на дальнейших операциях. Поверхности 4, 5 и 9 будут иметь шероховатость $Ra\ 1,6$. Остальные $Ra\ 6,3$.

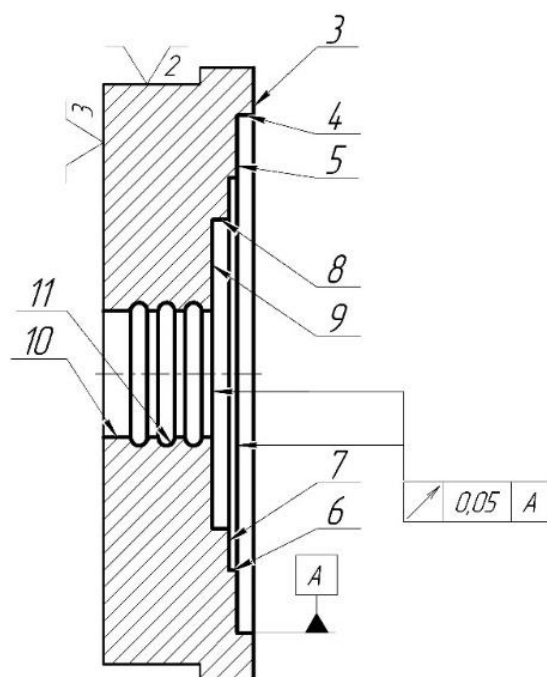


Рисунок 3 – Эскиз для токарной операции с ЧПУ (Установ А)

На следующем этапе обрабатываются поверхности 12-19, 22-25 и отверстия 20, 21, 26 и 27 (рисунок 4). Поверхности 18,19; 16,17 и 15 будут служить в дальнейшем базами. Будет выдержан допуск на радиальное (поверхность 13) и торцевое (поверхность 15) биение за счет базирования детали по точным поверхностям.

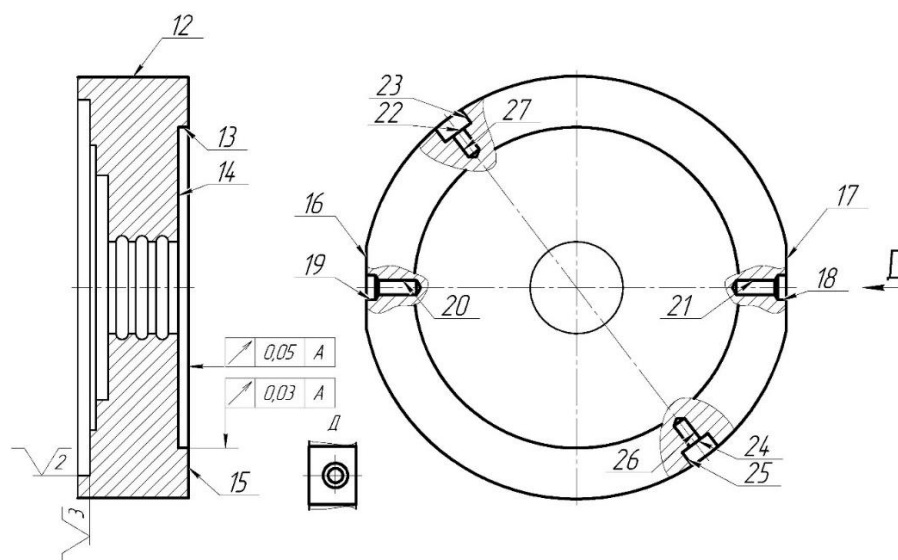


Рисунок 4 – Эскиз для получения ступенчатых отверстий

На четвертом этапе необходимо получить отверстия 30, 31, 38-42 (рисунок 5). Все отверстия сквозные, кроме отверстий 41,42. Также, требуется развернуть отверстие 30 и получить не сквозное отверстие 31. В дальнейшем отверстие 31 будет служить базой. Развернутое отверстие будет иметь требуемую шероховатость и точность.

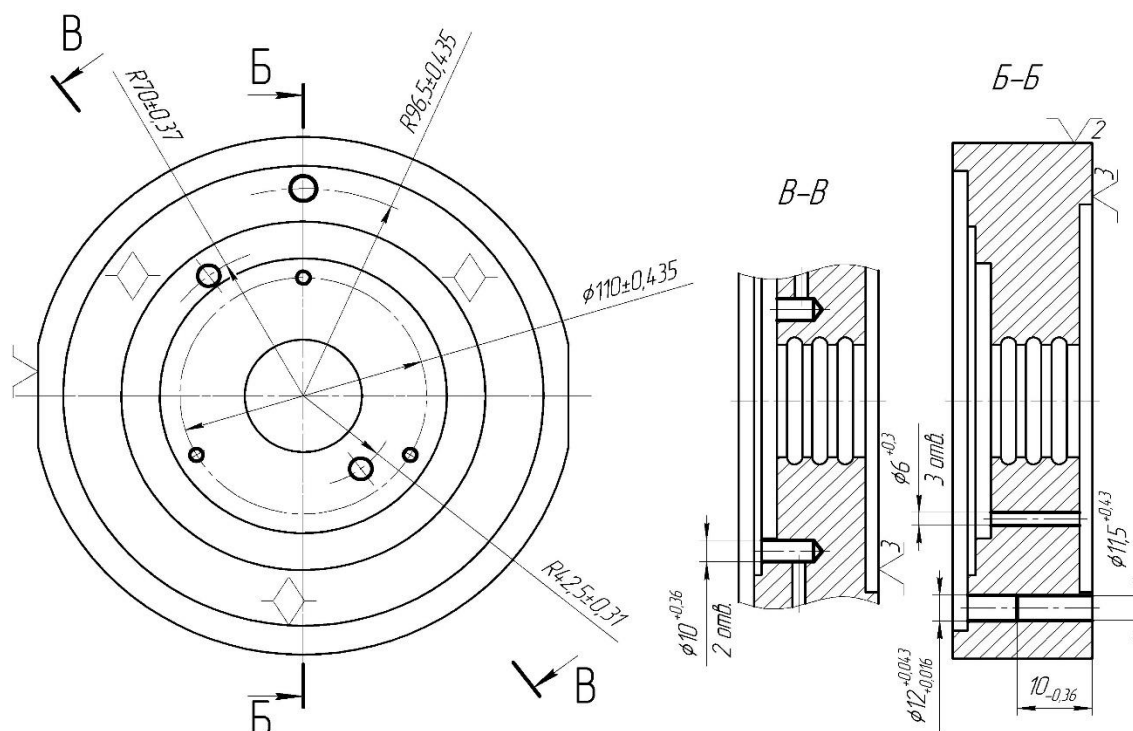


Рисунок 5 – Эскиз для координатно- расточной операции

На пятом этапе получают отверстия 28,29,32-37, после цековки отверстий 28,29, 32-37, получают отверстия 43-50, после фрезерования получают канавки 51, 52 (рисунок 6).

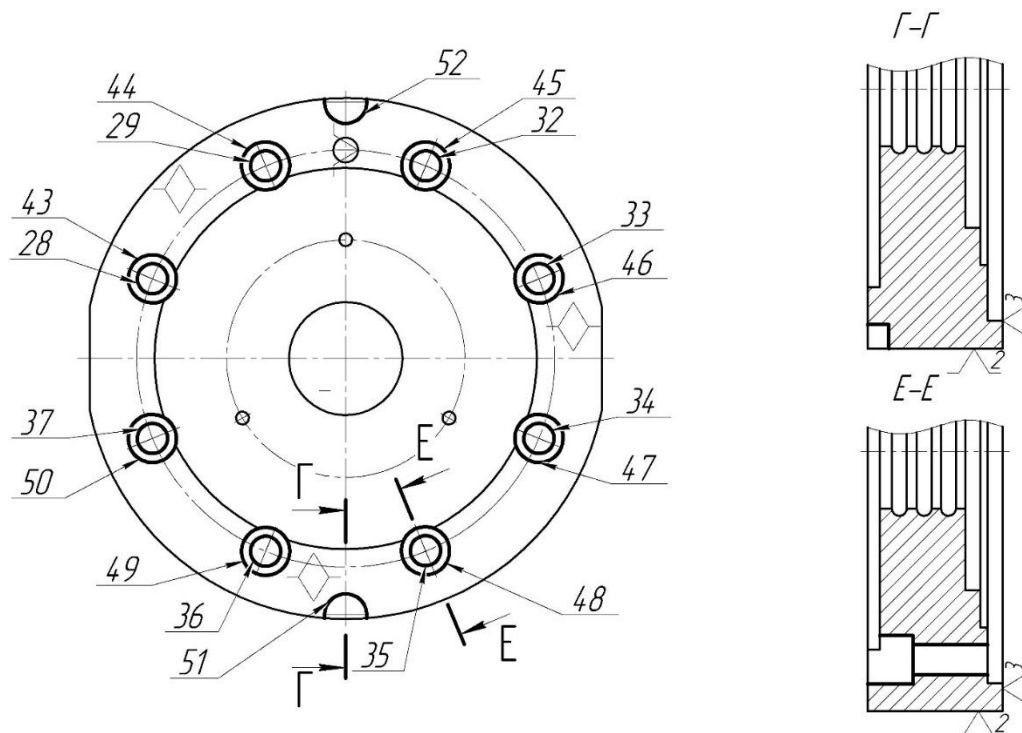


Рисунок 6 – Эскиз для координатно- расточной операции с ЧПУ

На последнем этапе механической обработки получают глубокие отверстия за два установа, которые соединяют отверстия 41, 42 с отверстиями 26,27 (рисунки 7 а и 7 б). Сверление производится ружейным сверлом, которые позволяет получать глубокие отверстия.

Далее требуется выполнить слесарную операцию: притупить острые кромки, снять заусенцы и нарезать резьбу в отверстиях 20, 21 и 26, 27.

После следует процесс промывки, согласно типовому технологическому процессу.

После промывки производится химическое оксидирование по ГОСТ 9.306-85.

Последним шагом будет являться консервирование детали, согласно типовому технологическому процессу.

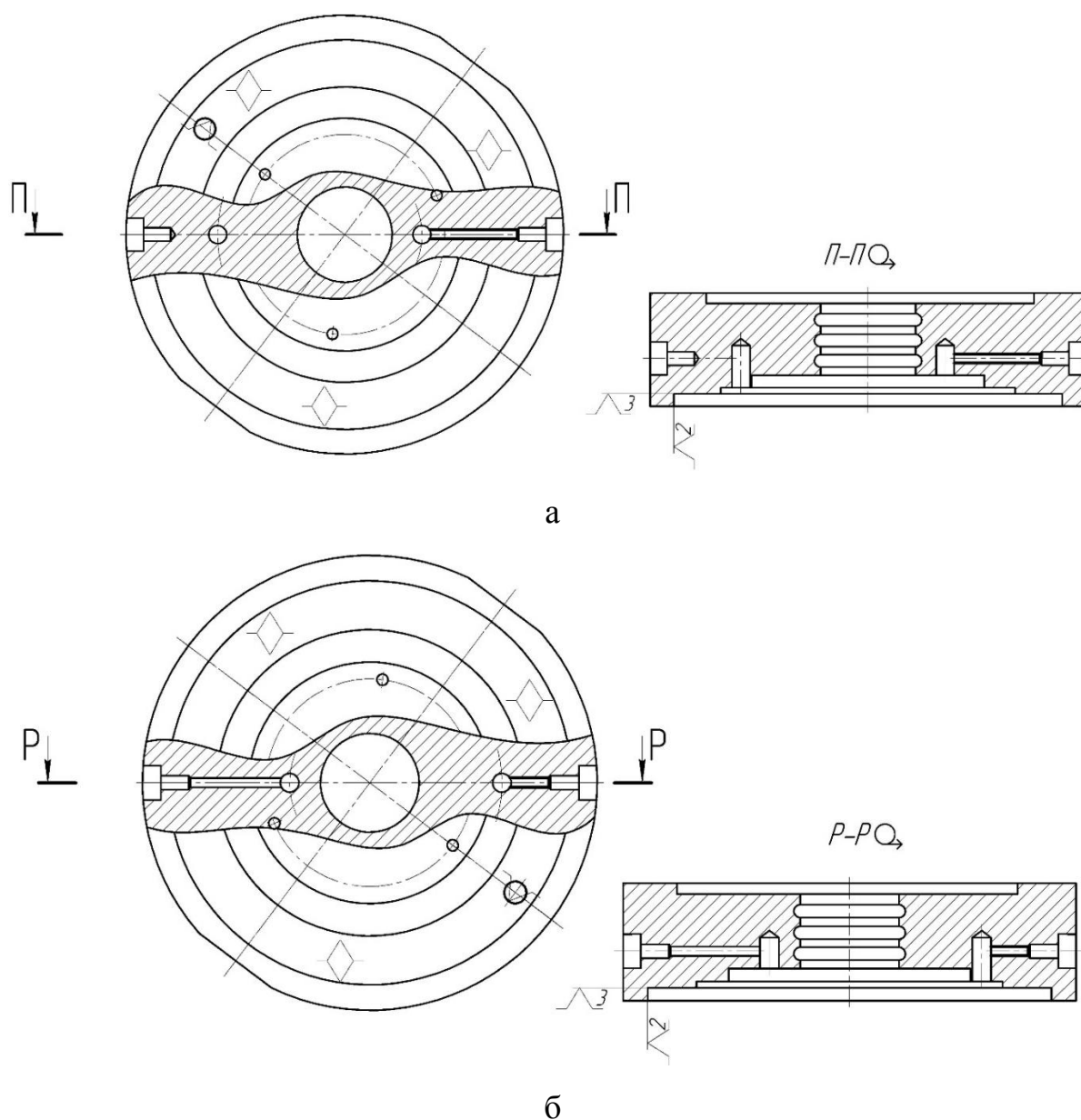


Рисунок 7 – эскиз для операции глубокого сверления (а) – для первого установа, (б) – для второго установа

Так же существует второй вариант технологического маршрута производства детали. В котором присутствуют небольшие изменения.

Разделение 3 этапа:

- токарные операции перейдут на 2 этап;
- сверлильные и фрезерная объединятся с последним этапом.

Такой вариант позволяет уйти от использования токарно-фрезерного станка с ЧПУ и станка для глубокого сверления с ЧПУ к токарному станку с ЧПУ и горизонтально-расточному станку с ЧПУ.

2.5 Расчет припусков на обработку

В условиях высокой стоимости материалов проблема снижения материалоемкости производства особенно актуальна. Одним из способов снижения материалоемкости является уменьшение припусков на обработку. Припуск – слой материала, который удаляется с поверхности обрабатываемой заготовки для обеспечения заданного качества детали. Припуск назначают для ликвидации погрешностей, которые возникли на предыдущей операции обработки. Припуск элементарных поверхностей назначают по соответствующим справочным таблицам (ГОСТ, РТМ и т.п.). Также проводится аналитический расчет для определения минимальной необходимой величины припуска на механическую обработку $z_{\min}$. Для аналитического расчета требуется установить все составляющие элементы припуска [5].

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

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

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

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

При расчете минимального припуска все слагаемые суммируются.

При последовательной обработки поверхностей (односторонний припуск):

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

При параллельной обработке величина припуска удваивается.

Величины R_i и h определяются из справочных таблиц [4], в зависимости от вида обработки поверхности и способа получения заготовки. Суммарная погрешность расположения и формы определяется на основе анализа всех возможных отклонений положения обрабатываемой поверхности относительно установочной базы и всех факторов, вызывающих изменение теоретической формы поверхности. В самом общем случае величина $\Delta \Sigma$ определяется как сумма погрешности смещения и погрешности коробления (кривизны), эти величины так же определяются по таблицам. Произведем расчет припусков на механическую обработку наружного и внутреннего диаметров детали и занесем их в таблицы 2 и 3.

Пространственные погрешности Δ определяются согласно рекомендациям [5].

$$\Delta' = D * \Delta K,$$

$$\Delta'' = l * \Delta K,$$

где $D = 260$ - диаметр поверхности, мм;

$\Delta K = 0,5$ – удельная погрешность заготовки длиной до 120 мм обычной точности без правки, мкм/мм (таблица 5.9 [5]);

$L = 45$ – длина заготовки, мм.

Общая пространственная погрешность, рассчитывается как:

$$\Delta = \sqrt{(\Delta')^2 + (\Delta'')^2}$$

Подставив величины имеем:

$$\Delta' = 260 * 0,5 = 130 \text{ мкм},$$

$$\Delta'' = 45 * 0,5 = 22,5 \text{ мкм}.$$

Тогда общая погрешность для заготовки будет равна:

$$\Delta_1 = \sqrt{(130)^2 + (22,5)^2} = 131,9 \text{ мкм}.$$

Для переходов, следующих за первым, пространственная погрешность определяется по формуле:

$$\Delta_2 = \Delta_1 * K_y,$$

где, $K_y = 0,06$ – коэффициент уточнения для черновой обработки, дан в таблице [5].

Тогда общая погрешность для черновой обработки будет равна:

$$\Delta_2 = 131,9 * 0,06 = 7,9 \text{ мкм.}$$

Для последующих операций Общая пространственная погрешность рассчитывается по подобию.

Определение погрешности установки заготовки ε можно определить расчетным путем или из таблиц. В работе будет использован расчетный метод.

Погрешности установки ε , мкм, определяем как:

$$\varepsilon_2 = \sqrt{\varepsilon_3^2 + \varepsilon_p^2},$$

где, $\varepsilon_3^2 = 260^2$ – погрешность, зависящая от диаметра поверхности, мкм;

$$\varepsilon_p^2 = 0,25\sqrt{T_D^2 + 1},$$

где, $T_D^2 = 4,2^2$ – погрешность, зависящая от допуска на диаметр проката, мкм.

Тогда погрешность установки, будет равна:

$$\varepsilon_2 = \sqrt{260^2 + 1,08^2} = 260 \text{ мкм.}$$

Погрешность заготовки для последующих операций определяем по подобию.

Далее рассчитывается минимальный расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм, согласно формуле 3.1 [5]:

$$2Z_{\min} = 2 * (R_{Zi-1} + h_{i-1} + \Delta_{i-1} + \varepsilon_i)$$

Подставив все, уже полученные, данные получим:

$$2Z_{2\min} = 2 * (320 + 400 + 131,9) = 2 * 851,9 \text{ мкм.}$$

Погрешность заготовки для последующих операций определяем по подобию.

Далее рассчитывается минимальный расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм, согласно формуле 3.1 [5]:

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

Подставив все, уже полученные, данные получим:

$$2Z_{2min} = 2 * (320 + 400 + 131,9) = 2 * 851,9 \text{ мкм.}$$

Для по последующих операций припуск $2Z_{min}$ рассчитывается аналогично.

Расчётный диаметр d_p , рассчитывается с конца, от диаметра который требуется получить.

$$d_4 = 250 \text{ мм;}$$

$$d_3 = 250 + 2 * 0,5 = 251 \text{ мм;}$$

$$d_2 = 251 + 2 * 0,513 = 252,026 \text{ мм;}$$

$$d_1 = 252,026 + 2 * 0,513 = 252,026 \text{ мм.}$$

Таблица 3 заполняется аналогичным методом. Все требуемые коэффициенты задаются в соответствии со справочными таблицами [5].

Т.к. обработка внутренней поверхности будет производиться при постоянстве баз, то пространственные погрешности Δ и погрешности установки ε будут равны соответственно таблице 2.

Предельные значения припусков на одной операции равны, потому что допуск размеров равен 620 мкм. Допуск постоянный, следовательно, и предельные значения припусков равны.

Если в таблице 2 расчетный диаметр рассчитывался путем сложения диаметра и припуска, то в таблице 3 он рассчитывается путем вычитания припуска от диаметра.

Таблица 2 – Припуски на механическую обработку наружной поверхности

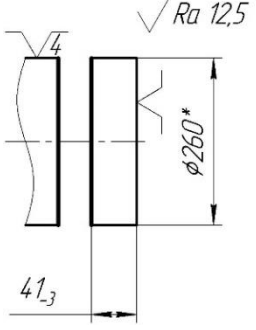
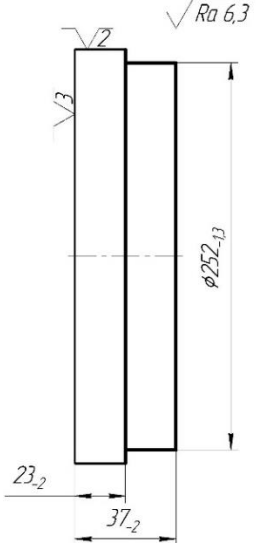
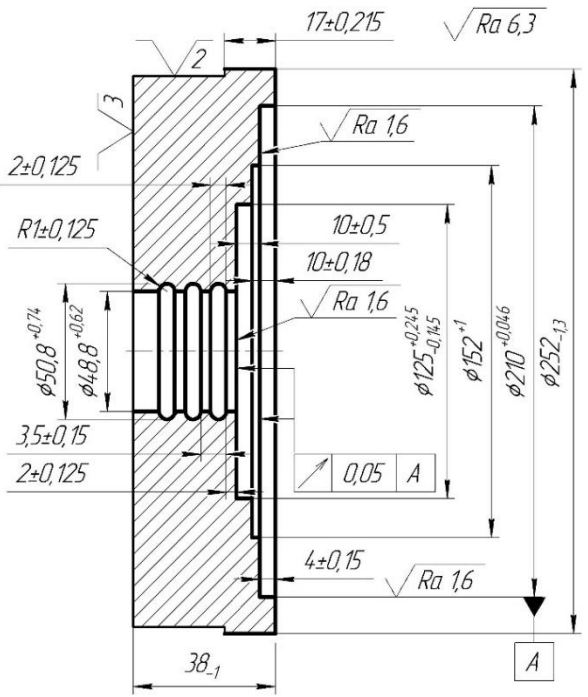
Технологические операции обработки заготовки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск T_d , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	Δ	ε				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2^{\text{ПП}}_{Z\min}$	$2^{\text{ПП}}_{Z\max}$
Прокат Наруж. Поверх.	320	400	131,90	-	-	253,730	4800	253,730	258,530	-	-
Токарная Черновое	- 125	- 120	- 7,90	- 260	- 2·851,9	- 252,026	- 1600	- 252,026	- 253,626	- 1,704	- 5,430
Токарная с ЧПУ Установ Б. Наруж. Поверхность Черновое Чистовое	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	125	120	0,50	255	2·512,9	251,000	1300	251,000	252,300	1,026	1,326
	32	30	0,03	-	2·500,5	250,000	1150	250,000	251,150	1,000	1,150
Итого, Σ :										3,730	7,906

Таблица 3 – Припуски на механическую обработку внутренней поверхности

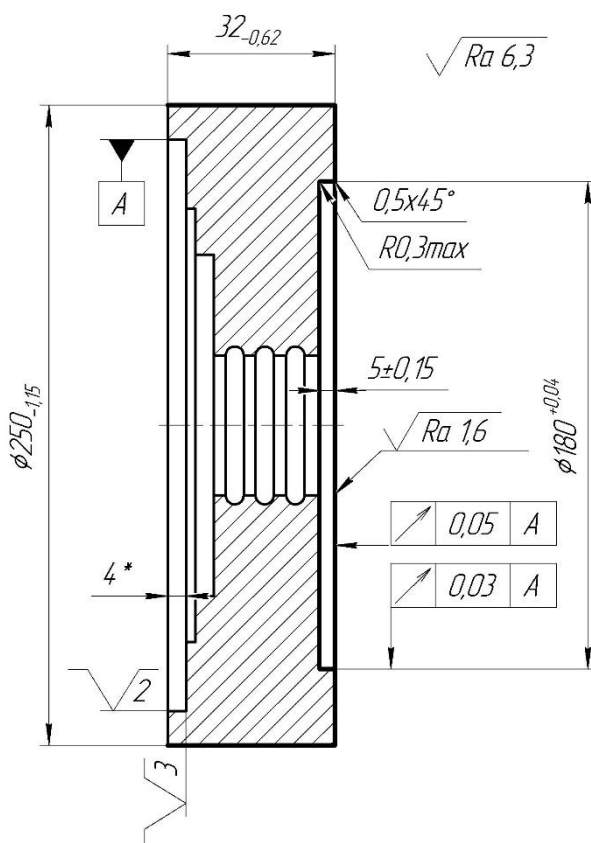
Технологические операции обработки заготовки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск T_d , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	Δ	ϵ				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2^{\text{ПП}}_{Z\min}$	$2^{\text{ПП}}_{Z\max}$
Рассверливание.	50	70	7,9	260	-	47,333	700	- 47,333	- 48,033	- -	- -
Токарная с ЧПУ внутренняя поверхность	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	50	0,50	255	2·387,9	48,109	680	48,109	48,789	0,756	0,776
	20	30	0,03	-	2·345,5	48,800	620	48,800	49,420	0,631	0,691
Итого, Σ :										1,387	1,467

2.6 Проектирование технологических операций

Таблица 4 – Технологический процесс изготовления детали

Эскиз	Операция
	005 Заготовительная А. Установить заготовку в призмы. Базы: Наружный диаметр и торец. 1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 41.₃ мм.
	010 Токарная А. Установить заготовку в трехкулачковый самоцентрирующий патрон. Базы: Наружный диаметр и торец. 1. Подрезать торец, выдерживая размер 37.₂ мм; 2. Точить заготовку выдерживая размеры: $\varnothing 252_{-1,3}$ мм; 23.₂ мм..
А) 	015 Токарная с ЧПУ А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон с расточенными кулачками. Базы: Обработанный наружный диаметр и торец. 1. Подрезать торец, выдерживая размер 33.₁ мм; 2. Точить, выдерживая размеры: $\varnothing 252_{-1,3}$ мм и 23±0,215 мм; 3. Центровать торец под сверление; 4. Сверлить сквозное отверстие, выдерживая размер $\varnothing 30^{+0,52}$ мм.

Б)



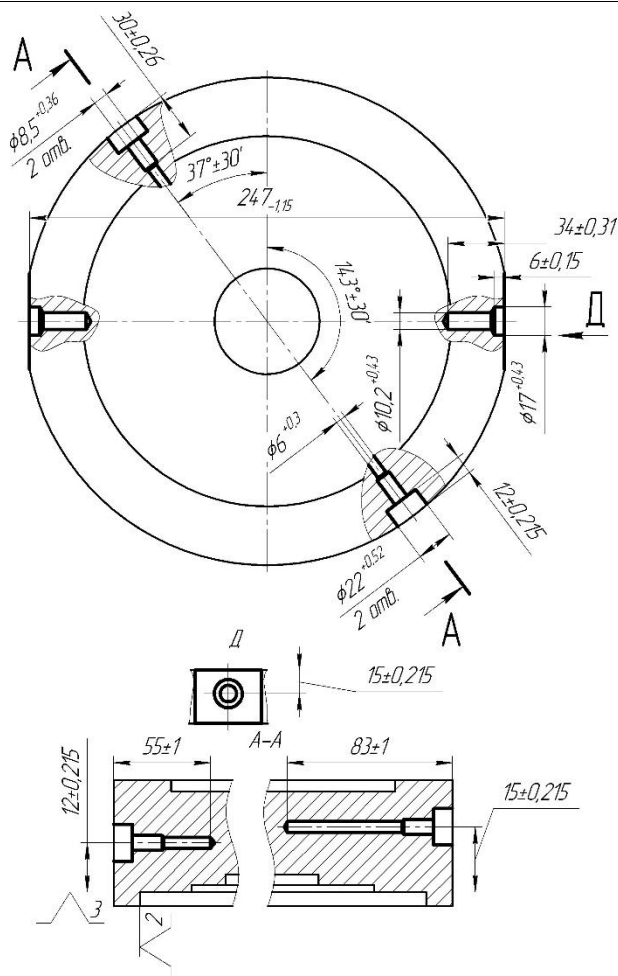
5. Расточить отверстие выдерживая размер $\varnothing 48,8^{+0,62}$ мм;
6. Расточить отверстие выдерживая размеры: $\varnothing 152^{+1}$ мм и $10 \pm 0,18$ мм;
7. Расточить отверстие, выдерживая размеры: $\varnothing 210^{+0,046}$ мм и $4 \pm 0,15$ мм;
8. Расточить отверстие, выдерживая размеры: $\varnothing 125^{+0,245}_{-0,145}$ мм и $10 \pm 0,5$ мм;
9. Расточить канавки, выдерживая размеры: $R1 \pm 0,125$ мм, $2 \pm 0,125$ мм, $3,5 \pm 0,15$ мм, $2 \pm 0,125$ мм.

Б. Переустановить заготовку в трехкулачковый патрон с расточенными кулачками. Базы: Внутренняя цилиндрическая поверхность и обработанная поверхность.

1. Подрезать торец выдерживая размер $32_{-0,62}$ мм;
2. Растачивать отверстие, выдерживая размеры: $\varnothing 180^{+0,04}$ мм, $5 \pm 0,15$ мм, $R0,3_{\max}$ мм;
3. Точить фаску выдерживая размер $0,5 \times 45^\circ$;
4. Точить заготовку, выдерживая размер $\varnothing 250_{-0,15}$ мм.

017 Контрольная

1. Контролировать размеры полученных поверхностей;
2. Контролировать биения полученных поверхностей;
3. Контролировать шероховатость полученных поверхностей.

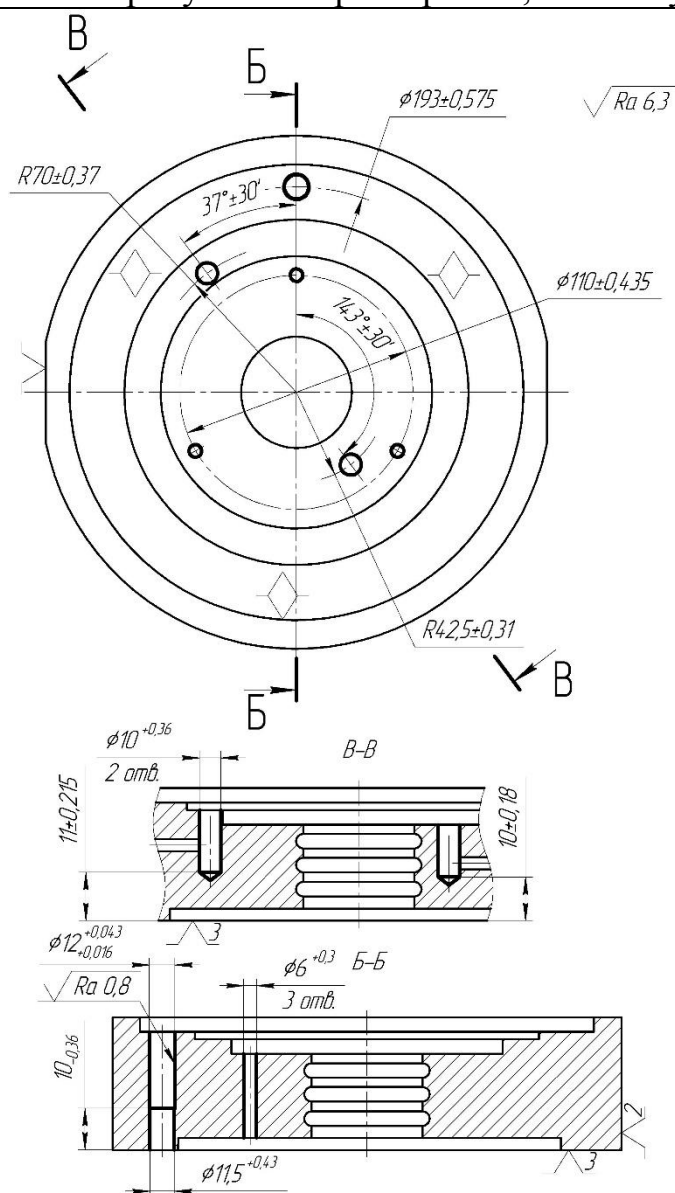


020 Горизонтально-расточная
А. Установить заготовку на поворотный стол.

Базы: Внутренняя цилиндрическая поверхность и обработанная поверхность.

1. Фрезеровать лыски, выдерживая размер $247_{-1.15}$ мм;
2. Фрезеровать цилиндрическую поверхность для центровки отверстий, выдерживая размеры: $37^{\circ} \pm 30'$ и $143^{\circ} \pm 30'$, $16 \pm 0,215$ мм, $13 \pm 0,215$ мм;
3. Центровать заготовку под сверление, выдерживая размеры: $37^{\circ} \pm 30'$ и $143^{\circ} \pm 30'$, $16 \pm 0,215$ мм, $15 \pm 0,215$ мм, $13 \pm 0,215$ мм;
4. Сверлить отверстия, выдерживая размеры: $\phi 10,2^{+0,43}$ мм, $34 \pm 0,31$ мм, $\phi 17^{+0,43}$ мм, $6 \pm 0,15$ мм, $\phi 8,5^{+0,36}$ мм, $30 \pm 0,26$ мм;
5. Цековать отверстия $\phi 8,5$ мм, выдерживая размеры $\phi 22^{+0,52}$ мм, $12 \pm 0,215$ мм.
6. Сверлить пилотное отверстие под глубокое сверление, выдерживая размеры: $\phi 6^{+0,3}$ мм, 20 ± 1 мм;
7. Сверлить глубокие отверстия, выдерживая размеры: $\phi 6^{+0,3}$ мм, 55 ± 1 мм, 83 ± 1 мм.

1. Притупить острые кромки, снять заусенцы.



030 Координатно-расточная
А. Установить заготовку на поворотный стол.

Базы: Внешняя цилиндрическая поверхность, лыска и торец.

1. Центровать заготовку под сверление, выдерживая размеры: $37^\circ \pm 30'$, $143^\circ \pm 30'$, $120^\circ \pm 30'$, $R70 \pm 0,37$ мм, $R42,5 \pm 0,31$ мм, $R96,5 \pm 0,435$ мм, $\phi 110 \pm 0,435$ мм;
2. Сверлить отверстия, выдерживая размеры: $\phi 10^{+0,36}$ мм, $11 \pm 0,215$ мм, $10 \pm 0,18$ мм, $\phi 6^{+0,3}$ мм;
3. Сверлить сквозное отверстие, выдерживая размер $\phi 5^{+0,3}$ мм;
4. Рассверлить отверстие, выдерживая размер $\phi 10,2^{+0,43}$ мм;
5. Зенкеровать отверстие, выдерживая размеры: $\phi 11,75^{+0,11}$ мм, $10_{-0,36}$ мм;
6. Развернуть отверстие, выдерживая размеры: $\phi 12^{+0,043}_{+0,016}$ мм, $10_{-0,36}$ мм.

Продолжение таблицы 4

	035 Координатно-расточная с ЧПУ А. Установить заготовку на поворотный стол. Базы: Внешняя цилиндрическая поверхность, торец и лыска. 1. Фрезеровать пазы, выдерживая размеры: $R10 \pm 0,18$ мм, $12 \pm 0,215$ мм, $20^{+0,52}$ мм. 2. Центровать заготовку под сверление, выдерживая размеры: $22^{\circ}30' \pm 5'$ и $45^{\circ} \pm 1'$, $193 \pm 0,575$ мм; 3. Сверлить сквозные отверстия, выдерживая размеры: $\phi 13^{+0,43}$ мм, $22^{\circ}30' \pm 5'$ и $45^{\circ} \pm 1'$; 4. Расточить отверстия, выдерживая размеры: $\phi 14^{+0,43}$ мм, $22^{\circ}30' \pm 5'$ и $45^{\circ} \pm 1'$ 5. Цековать отверстия, выдерживая размеры: $\phi 32^{+0,62}$ мм, $18 \pm 0,215$ мм, $22^{\circ}30' \pm 5'$ и $45^{\circ} \pm 1'$;
040 Слесарная 1. Притупить острые кромки, снять заусенцы. 2. Нарезать резьбу М10х1-6Н на длину 12 мм, М12-7Н на длину 26 min мм.	
045 Промывочная 1. Продуть деталь; 2. Промыть деталь, согласно ТТП 01279-0002.	
050 Гальваническая 1. Нанести покрытие Хим. Окс., согласно ГОСТ 9.306-85	
052 Контрольная 1. Контролировать размеры детали в соответствии с чертежом.	
055 Консервация 1. Консервировать деталь, согласно ТТП 01279-00001 вар.1.	

2.6.1 Средства технологического оснащения

Выбор средств технологического оснащения зависит в большей степени от габаритов заготовки и точности обработки. Также следует выбирать оборудование с наименьшей стоимостью и наиболее универсальное. Выбор следует начинать со стандартного оснащения. В том случае, когда стандартного оснащения не достаточно, производится выбор и проектирование специального оснащения.

Таблица 5 – Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
005 Заготовительная	Ленточная пила по металлу TRIOD BSM-300/400, Рольганг не приводной КРН-1,0-0,2x1,0-850. Рс.89.200	Ленточное полотно 4020x34x1,1 мм	Призмы
010 Токарная	Токарно-винторезный станок C-turn 270/1000 V	Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880-73, материал пластины: T15K6; Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73, материал пластины: T5K10.	3-х кулачковый патрон Ø 300 мм с отверстием Ø105 мм C-turn 270/1000 V
015 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ ТС-35	Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880-73, материал пластины: T15K6; Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73, материал пластины: T15K6; Центр. св. Ø8мм 2317-0111 ГОСТ 14952-75, материал сверла: P6M5; Сверло Ø30мм 2300-2611 ГОСТ 4010-77 материал сверла: P6M5; Резец расточной 2141-0059 ГОСТ 18883-73, материал пластины: T15K6; Резец расточной 2141-0059 ГОСТ 18883-73, материал пластины: T30K4; Резец канавочный 2662-0005 ГОСТ 18885-73, материал пластины: T15K6.	3-х кулачковый патрон ТС-35; Резцовый блок; Резцедержатель СУ-3748 с дополнительным зажимом СУ-3015А; Оправка СУ-3747 со втулкой Ø8 мм; Оправка СУ-3747 со втулкой Ø30 мм; Оправка СУ-3747 со втулкой Ø20 мм.

Продолжение таблицы 5

020 Горизонтально-расточная	Горизонтально-расточной станок 2А622	Фреза торцевая Ø40,0 мм 2210-051 ГОСТ 9304-69 Материал пластин: Т15К6; Фреза концевая Ø8 мм 2220-0009 ГОСТ 17025-71, материал: Р6М5; Центр. св. Ø2мм 2317-0111 ГОСТ 14952-75, материал сверла: Р6М5; Сверло Ø17мм 2301-3612 ГОСТ 10903-77, материал сверла: Р6М5; Сверло Ø8,5мм 2301-3572 ГОСТ 10903-77, материал сверла: Р6М5; Сверло Ø10,2мм 2301-3579 ГОСТ 10903-77, материал сверла: Р6М5; Цековка Ø22мм 2350-0805 ГОСТ 26258-87, материал цековки: Р6М5. Сверло Ø6мм 2301-3555 ГОСТ 10903-77, материал сверла: Р6М5; Ружейное сверло CoroDrill 428.9 Ø6мм (Sandvik)	Патрон цанговый MS5-ER32; Оправка для насадных торцовых фрез КМ2/16мм Тип 7430.
025 Слесарная			
030 Координатно-расточная	Станок координатно-расточной 2431СФ10	Центр. св. Ø2мм 2317-0111 ГОСТ 14952-75, материал сверла: Р6М5; Сверло Ø10мм 2301-3578 ГОСТ 10903-77, материал сверла: Р6М5; Сверло Ø6мм 2301-3555 ГОСТ 10903-77, материал сверла: Р6М5; Сверло Ø5мм 2301-3551 ГОСТ 10903-77, материал сверла: Р6М5; Сверло Ø10,2мм 2301-3583 ГОСТ 10903-77, материал сверла: Р6М5; Зенкер Ø11,75мм 2323-2559 ГОСТ 12489-71, материал зенковки: Р6М5; Развертка Ø12мм 2363-3394 ГОСТ 1672-80, материал: Р6М5.	Патрон цанговый SK50 (NT50) ER32; Картон ГОСТ 9347-94.

Продолжение таблицы 5

035 Координатно-расточная с ЧПУ	24К40СФ4 станок координатно-расточный с ЧПУ	Фреза концевая Ø8 мм 2220-0009 ГОСТ 17025-71, материал: Р6М5; Центр. св. Ø4мм 2317-0111 ГОСТ 14952-75, материал сверла: Р6М5; Сверло Ø13мм 2301-3597 ГОСТ 10903-77, материал сверла: Р6М5; Расточная головка 391.90-14-040-09-АС Метериал пластины: Т15К6; Цековка Ø32мм 2350-0815 ГОСТ 26258-87, материал цековки: Р6М5.	Патрон цанговый 1-30-30-110 ГОСТ 26539-85; Патрон цанговый 1-30-25-100 ГОСТ 26539-85; Картон ГОСТ 9347-94;
040 Слесарная		Комплект метчиков М10 в глухих отверстиях 3266-1601 ГОСТ 3266-81, материал метчика: Р6М5. Комплект метчиков под резьбу М12 в глухих отверстиях 2621-1601 ГОСТ 3266-81, материал метчика: Р6М5.	Вороток М10-М11 6910-0162 ГОСТ 22395-77; Вороток М12-М15 6910-0163 ГОСТ 22395-77.
045 Промывочная	Промывочная ванна БП-6.8.10/0,7	Раствор по ТТП 01279-0002	
050 Гальваническая	Гальваническая ванна	Реагенты по ГОСТ 9.306-85	
055 Консервация		Материалы по ТТП 01279-00001 вар.1.	

Таблица 6 – Средства контроля точности изготовления детали

№ Операции	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Заготовительная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.
010 Токарная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.
015 Токарная с ЧПУ	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦЦ-I-250-630- 0,01-1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93
020 Горизонтально- расточная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; Измерительная головка Renishaw PH10
025 Слесарная		
030 Координатно- расточная	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦЦ-I-250-0,01-1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; Измерительная головка Renishaw PH10
035 Координатно-расточная с ЧПУ	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-I I -250-0,05-1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; Датчик OMP40 для станков с ЧПУ.
040 Слесарная	Инструментальный	Резьбовая калибр- пробка М10 ГОСТ 519-77; Резьбовая калибр- пробка М12 ГОСТ 519-77; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.
045 Промывочная		
050 Гальваническая		
055 Консервация		

2.6.2 Выбор и расчет режимов резания

010 Токарная операция

Получение цилиндрической поверхности $\varnothing 252_{-1,3}$ мм длиной 17 ± 1 мм, припуск на обработку 8 мм.

Инструмент: Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73;

Материал режущей пластины: Т5К10;

Обрабатываемый материал: Сталь 20 ГОСТ 1050-88;

Скорость резания определяется по формуле [6]:

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

где $C_v = 350$ – коэффициент, учитывающий материал заготовки и резца, принятый в соответствии с таблицей [6];

$T = 50$ мин – период стойкости резца;

$t = 4$ мм – глубина резания за один проход;

$S = 0,4$ мм/об – подача, принятая в соответствии с таблицей [6];

x, m, y – показатели степени, принятые по таблицей [6]: $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,20$;

K_v – общий поправочный коэффициент, определяемый по формуле [6]:

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

где $K_{uv} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки, принят в соответствии с таблицей [6];

$K_{pv} = 1$ – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала, принят в соответствии с таблицей [6];

K_{mv} – коэффициент, учитывающий влияние физико- механических свойств заготовки, определяется по формуле [6]:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_v} \right)^{n_v},$$

где $K_r = 1$ – коэффициент, учитывающий обработку твердосплавным инструментом, принят в соответствии с таблицей [6];

$\sigma_v = 450$ МПа – предел прочности обрабатываемого материала;

$n_v = 1$ – коэффициент, учитывающий обработку твердосплавным инструментом, принят в соответствии с таблицей [6];

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{450}\right)^1 = 1,6.$$

Тогда, общий поправочный коэффициент будет равен:

$$K_v = 1 \cdot 1,6 \cdot 0,9 = 1,44.$$

Следовательно, скорость резания равна:

$$V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,44 = 179 \text{ м/мин.}$$

010 Токарная операция

Получение сквозного отверстия $\varnothing 30^{+0,52}$ мм.

Инструмент: Сверло $\varnothing 30$ мм 2301-3673 ГОСТ 10902-77;

Материал сверла: Р6М5;

Обрабатываемый материал: Сталь 20 ГОСТ 1050-88;

Скорость резания определяется по формуле [6]:

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

где $C_v = 16,2$ – коэффициент, учитывающий материал заготовки и сверла, принятый в соответствии с таблицей [6];

$T = 50$ мин – период стойкости резца;

$t = 38$ мм – глубина сверления за один проход;

$S = 0,5$ мм/об – подача, принятая в соответствии с таблицей [6];

x, m, y, q – показатели степени, принятые по таблицей [6]: $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,20$; $q = 0,4$;

K_v – общий поправочный коэффициент, определяемый по принципу, описанному ранее.

Следовательно, скорость резания равна:

$$V = \frac{16,2 \cdot 30^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 38^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,79 = 21 \text{ м/мин.}$$

020 Горизонтально- расточная операция

Получение плоскости на цилиндрической части заготовки.

Инструмент: Фреза торцевая Ø40,0 мм RA365-038C4-S15M;

Материал сверла: T15K6;

Обрабатываемый материал: Сталь 20 ГОСТ 1050-88;

Скорость резания определяется по формуле:

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

где $C_v = 332$ – коэффициент, учитывающий материал заготовки и режущей пластины;

$T = 80$ мин – период стойкости резца;

$t = 1,5$ мм – глубина фрезерования за один проход;

$S_z = 0,2$ мм/зуб – подача на зуб, принятая в соответствии с рекомендациями Sandvik koromant;

x, m, y, q, u, p – показатели степени;

$B = 32$ мм – ширина фрезерования;

$Z = 4$ – количество зубьев фрезы;

K_v – общий поправочный коэффициент, определяемый по принципу, описанному ранее.

Следовательно, скорость резания равна:

$$V = \frac{332 * 40^{0,2}}{80^{0,2} * 1,5^{0,1} * 0,2^{0,4} * 32^{0,2} * 4^{0,1}} * 1,0625 = 229,9 \text{ м/мин.}$$

Аналогичным методом проводим расчет режимов резания для остальных операций. Результаты представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Режимы резания

Операция	Инструмент	Глубина t, мм.	Подача s, мм/об.	Скорость v, м/мин.	Стойко сть Т, мин.
010 Токарная: I Торец Черновая Чистовая	<i>Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880- 73, Материал пластин: T5K10.</i>	- - 2 1	- - 0,4 0,2	- - 179 200	50
II Наруж. поверхность Черновая	<i>Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879- 73, материал пластины: T15K6.</i>	- - 4	- - 0,4	- - 150	50
015 Токарная с ЧПУ Установ А. I Торец Черновая Чистовая	<i>Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880- 73, материал пластины: T15K6</i>	- - - 1,5 0,5	- - - 0,4 0,15	- - - 150 200	50
II Сверление	<i>Центровоч. св. Ø8мм 2317-0111 ГОСТ 14952- 75, материал сверла: P6M5</i>	5	0,15	27,9	50
	<i>Сверло Ø30мм 2300- 2611 ГОСТ 4010-77 материал сверла: P6M5</i>	38	0,5	21	50
III Внутр. Поверхности Черновая Чистовая	<i>Резец расточной 2141-0059 ГОСТ 18883- 73, материал пластины: T15K6</i>	- - 4 1	- - 0,7 0,4	- - 107 160	50

Продолжение таблицы 7

Тонкая	<i>Резец расточной 2141-0059 ГОСТ 18883-73, материал пластины: Т30К4</i>	0,5	0,15	235	30
IV Канавки Черновая Чистовая	<i>Резец канавочный 2662-0005 ГОСТ 18885-73, материал пластины: Т15К6</i>	- 0,75 0,25	- 0,3 0,2	- 165 200	50
V Внеш. Поверхность Черновая	<i>Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73, материал пластины: Т15К6</i>	- - 4	- - 0,4	- - 150	50
Установ Б. I Торец Черновая Чистовая	<i>Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880-73, материал пластины: Т15К6.</i>	- - 5 1	- - 0,7 0,3	- - 107 165	50
II Внутренняя поверхность Черновая Чистовая	<i>Резец расточной 2141-0059 ГОСТ 18883-73, материал пластины: Т15К6</i>	- - 5 1	- - 0,7 0,3	- - 107 165	50
Тонкая	<i>Резец расточной 2141-0059 ГОСТ 18883-73, материал пластины: Т30К4</i>	0,5	0,15	235	50

Продолжение таблицы 7

III Внешн. Поверхность Черновая Чистовая	<i>Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879- 73, материал пластины: T15K6</i>	- - 1,5 0,5	- - 0,3 0,15	- - 165 236,28	50
020 Горизонтально- расточная I Лыски Предварительная	<i>Фреза торцовая Ø40,0 мм 2210-051 ГОСТ 9304-69 Материал пластин: T15K6</i>	- - - - 1,5	- - - - 0,8	- - - - 229,9	80
II Плоскость Черновая	<i>Фреза концевая Ø8 мм 2220-0009 ГОСТ 17025- 71, материал: P6M5</i>	- 1	- 0,04	- 23,5	50
III Сверление	<i>Центр. св. Ø2мм 2317- 0111 ГОСТ 14952-75, материал сверла: P6M5</i>	1	0,04	22	50
	<i>Сверло Ø17мм 2301- 3612 ГОСТ 10903-77, материал сверла: P6M5</i>	6	0,25	26	50
	<i>Сверло Ø8,5мм 2301- 3572 ГОСТ 10903-77, материал сверла: P6M5</i>	18	0,27	18	50
	<i>Сверло Ø10,2мм 2301-3579 ГОСТ 10903-77, материал сверла: P6M5</i>	28	0,34	22	50

Продолжение таблицы 7

IV Зенкование	<i>Зенковка Ø22мм 2323- 0542 ГОСТ 12489-71, материал зенковки: P6M5</i>	12	0,7	24	50
V Глубокое сверление	<i>Сверло Ø6мм 2301-3555 ГОСТ 10903-77, материал сверла: P6M5</i>	20	0,26	15	50
	<i>Ружейное сверло CoroDrill 428.9 Ø6мм (Sandvik)</i>	83	0,26	15	60
030 Координатно-расточная I Сверление	<i>Центр. св. Ø2мм 2317- 0111 ГОСТ 14952-75, материал сверла: P6M5</i>	1	0,15	27,9	50
	<i>Сверло Ø10мм 2301- 3578 ГОСТ 10903-77, материал сверла: P6M5</i>	11	0,32	19	50
	<i>Сверло Ø6мм 2301-3555 ГОСТ 10903-77, материал сверла: P6M5</i>	14	0,26	15	50
II Точное отверстие	<i>Сверло Ø5мм 2301-3551 ГОСТ 10903-77, материал сверла: P6M5</i>	28	0,24	15	50
	<i>Сверло Ø10,2мм 2301-3583 ГОСТ 10903-77, материал сверла: P6M5</i>	28	0,34	19	50

Продолжение таблицы 7

	<i>Зенкер Ø11,75мм 2323-2559 ГОСТ 12489-71, материал зенкера: Р6М5</i>	18	0,7	9	50
	<i>Развертка Ø12мм 2363-3394 ГОСТ 1672-80, материал: Р6М5</i>	18	0,8	5	50
035 Координатно-расточная с ЧПУ I Фрезерование Предварительная	<i>Фреза концевая Ø8 мм 2220-0009 ГОСТ 17025-71, материал: Р6М5</i>	1	0,04	23,5	50
II Сверление	<i>Центр. св. Ø4мм 2317-0111 ГОСТ 14952-75, материал сверла: Р6М5</i>	2	0,23	19	50
	<i>Сверло Ø13мм 2301-3597 ГОСТ 10903-77, материал сверла: Р6М5</i>	26	0,27	22	50
	<i>Расточная головка 391.37А/В Материал пластины: Т15К6</i>	1	0,4	160	50
III Зенковка	<i>Цековка Ø32мм 2350-0815 ГОСТ 26258-87, материал цековки: Р6М5</i>	18	0,7	24	50

2.6.3 Нормирование технологических переходов

Уточним содержание переходов для получения точных поверхностей.
Токарная операция с ЧПУ.

Для получения расточенного ступенчатого отверстия содержание переходов, ходов и установов будет следующим:

Установ А.

- 1) Для центровки заготовки под сверление будет использоваться 1 переход и 1 ход.
- 2) Для сверления отверстия будет использоваться 1 переход и 1 ход.
- 3) Для получения конечного сквозного отверстия будет использоваться 2 перехода и 5 ходов.
- 4) Для получения первой ступени будет использоваться 3 перехода и 20 ходов.
- 5) Для получения следующей ступени будет использоваться 2 перехода и 26 ходов.
- 6) Для получения последней ступени будет использоваться 3 перехода и 42 хода.

Установ Б.

- 1) Для получения ступени будет использоваться 3 перехода и 28 ходов.

Далее зададим нормы времени с учетом рекомендаций [8] и сведем нормы времени в таблицу 8.

Таблица 8 – Нормы времени

№ Операции	Время, затраченное на механическую обработку, мин.	Время, затраченное на установку, наладку оборудования, мин.	Общее время операции, мин.
005 Заготовительная	6	2	8
010 Токарная	8	5	13
015 Токарная с ЧПУ	-	-	-
Установ А	67	38	105
Установ Б	34	20	54
020 Горизонтально- расточная	42	26	68
025 Слесарная	10	5	15
030 Координатно- расточная	36	32	68
035 Координатно- расточная с ЧПУ	48	48	96
040 Слесарная	30	10	40
045 Промывочная	10	15	25
050 Нанесение покрытия	30	25	55
055 Консервация	3	4	7
Итого, Σ :	324	230	554

Таким образом полное время изготовления детали равняется 554 мин.

2.7 Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ

Разработанные программы для операций: токарной с ЧПУ (015) и координатно- расточной с ЧПУ (035) представлены в приложении Б. Программы разработаны в программных средах SINUMERIC 840D и FANUC.

2.8 Размерный анализ

Размерный анализ позволяет провести согласование между конструкторскими размерами и технологическими. Именно, размерный анализ, как этап технологической подготовки предусматривает обеспечение надежности технологического процесса.

Произведем размерный анализ точных поверхностей. Точные отверстия получены путем растачивания отверстия на токарных операциях с ЧПУ в два установа. Поверхности имеют 7 квалитет.

Таблица 9 – Размерный анализ токарных операций с ЧПУ

№ Операции:	Эскизы:	Расчет размерных цепей:
015 Токарная с ЧПУ Установ А		$A1 = 24_{-0,52}^{+0,52} \text{ мм};$ $A2 = 28_{-0,52}^{+0,52} \text{ мм};$ $A3 = 34_{-0,62}^{+0,62} \text{ мм};$ $A4 = 38_{-1}^{+1} \text{ мм};$ $D1 = 48,8_{-0,145}^{+0,62} \text{ мм};$ $D2 = 125_{-0,145}^{+0,245} \text{ мм};$ $D3 = 210_{-0,145}^{+0,046} \text{ мм};$ $Z1 = A2 - A1 =$ $28_{-0,52}^{+0,52} - 24_{-0,52}^{+0,52} = 4_{-0,52}^{+0,52} \text{ мм};$ $Z1 = A4 - A3 =$ $38_{-1}^{+1} - 34_{-0,62}^{+0,62} = 4_{-1}^{+0,62} \text{ мм};$ $DZ1 = D2 - D1 =$ $125_{-0,145}^{+0,245} - 48,8_{-0,145}^{+0,62} =$ $76,2_{-0,765}^{+0,245} \text{ мм};$ $DZ2 = D3 - D2 =$ $210_{-0,145}^{+0,046} - 125_{-0,145}^{+0,245} =$ $85_{-0,245}^{+0,191} \text{ мм}.$
015 Токарная с ЧПУ Установ Б		$A5 = 27_{-0,52}^{+0,52} \text{ мм};$ $A6 = 32_{-0,62}^{+0,62} \text{ мм};$ $D1 = 48,8_{-0,145}^{+0,62} \text{ мм};$ $D4 = 180_{-0,62}^{+0,04} \text{ мм};$ $Z3 = A6 - A5 =$ $32_{-0,62}^{+0,62} - 27_{-0,52}^{+0,52} =$ $5_{-0,62}^{+0,52} \text{ мм};$ $DZ3 = D4 - D1 =$ $180_{-0,62}^{+0,04} - 48,8_{-0,145}^{+0,62} =$ $131,2_{-0,62}^{+0,4} \text{ мм}.$

2.9 Техничко- экономические показатели технологического процесса

К общим показателям относятся коэффициенты энерговооружённости труда и электровооружённости труда, уровень механизации и специализации производства и другие. Для анализа уровня механизации производства используются показатели: удельный вес рабочих, занятых механизированным трудом; доля механизированного труда в общих затратах труда; уровень механизации и автоматизации производственных процессов. Уровень специализации промышленного производства характеризуется: удельным весом специализированного производства или отрасли в общем выпуске данного вида продукции; степенью загрузки отрасли или предприятия изготовлением основной (профильной) продукции; количеством групп, видов и типов изделий (конструктивно и технологически однородных), выпускаемых предприятиями отрасли; долей продукции предприятий и цехов централизованного производства, специализированных на выпуске отдельных деталей, узлов и заготовок в общем объёме производства. Для более полной характеристики развития специализации производства дополнительно используются показатели организационного и технического уровня производства: серийность изготавливаемой продукции, наличие автоматического, специального и специализированного оборудования в общем парке, доля стандартных и унифицированных деталей, узлов и др. [8]

Для данной работы присутствует возможность рассчитать только уровень механизации и автоматизации производства. Остальные показатели возможно рассчитать только для полного производства, т.к. требуются данные по производственным затратам механической и электрической энергии по предприятию в целом.

Также, произведем расчет себестоимости производства детали без учета общезаводских затрат, взяв цены 2016 года, и сведем все в таблицы 10 и 11. В расчете используются следующие показатели:

- стоимость оборудования.
- затраты, связанные с оплатой труда рабочих, участвующих в производстве детали.
- стоимость материала для получения заготовок.

Степень автоматизации оборудования составит 2 к 8, т.е. 25% от всего станочного парка. Такой коэффициент удовлетворяет требованиям мелкосерийного производства.

Таблица 10 – Стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб.
005 Заготовительная	Ленточная пила по металлу TRIOD BSM-300/400, Рольганг неприводной КРН-1,0-0,2х1,0-850. Рс.89.200 – 6 шт.	932834 5900*6
010 Токарная	Токарно-винторезный станок C-turn 270/1000 V	1753654
015 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ ТС-35	4428600
020 Горизонтально-расточная	Горизонтально-расточной станок 2A622	6 350 000
030 Координатно-расточная	Станок координатно-расточной 2431СФ10	2961000
035 Координатно-расточная с ЧПУ	24К40СФ4 станок координатно-расточный с ЧПУ	4560000
045 Промывочная	Промывочная ванна БП-6.8.10/0,7	21000
050 Гальваническая	Гальваническая ванна	30000
	Итого, Σ	21072488

Таким образом для технологического оснащения производства детали «Крышка» потребуется порядка 24302488 руб. Без учета затрат на инструмент.

Таблица 11 – Оплата труда рабочих

Операция	Профессия	Оплата, руб./час	Оплата шт. руб./шт.
005 Заготовительная	Станочник заготовительного оборудования	86	11,18
010 Токарная	Токарь	100	21
015 Токарная с ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	210	556,5
020 Горизонтально- расточная	Станочник широкого профиля	160	180,8
025 Слесарная	Слесарь	130	32,5
030 Координатно- расточная	Станочник широкого профиля	160	180,8
035 Координатно- расточная с ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	210	336
040 Слесарная	Слесарь	130	85,8
045 Промывочная	Промывщик	120	49,2
050 Нанесение покрытия	Гальваник	100	91
055 Консервация	Упаковщик	135	14,85
	Итого, Σ		1559,63

Далее рассчитаем стоимость заготовки на одну деталь.

Длина заготовки 43 мм; диаметром 260 мм; материал: сталь 20 ГОСТ 1055-88; цена за 1 тонну проката из данного материала 37600 руб.; масса заготовки 14,777 кг (по данным САПР Компас-3D V15).

Цена заготовки:

$$14,777 * 37,6 = 555,61 \text{ руб./шт.}$$

Таким образом себестоимость детали, без учета затрат на обслуживание технологического оснащения, будет равна:

$$555,61 + 1559,63 = 2115,24 \text{ руб.}$$

Если включать в себестоимость детали амортизационные отчисления, при условном периоде пять лет, то себестоимость детали увеличится на:

$$\frac{21072488}{5 \cdot 1000} = 4241,4 \text{ руб.}$$

Себестоимость детали «Крышка» с учетом амортизационных отчислений составит:

$$2115,24 + 4241,4 = 6356,64 \text{ руб.}$$

Делая вывод из вышесказанного, можно сказать что за пять лет, при работе в две смены по восемь часов, производства детали «Крышка» наблюдается возможность полной окупаемости станочного парка (для производства данной детали) и оплаты заработной платы рабочим (участвующих в производстве данной детали).

2.10 Выбор средств технологического оснащения

Станочное приспособление – устройство для установки и закрепления заготовки при обработке на металлорежущем станке.

При изготовлении деталей в машиностроении большое значение имеет подготовка технологического процесса для их обработки. Основную долю затрат в такую подготовку вносят затраты на изготовление технологической оснастки, кроме того, такие работы являются очень трудоемкими. Одной из возможностей решения этой сложной задачи является применение стандартизированных элементов такого оборудования, позволяющие использовать его многократно. Одним из вариантов такого оборудования являются станочные приспособления [9].

По степени специализации станочные приспособления подразделяются на шесть групп [9]:

- универсально-сборные приспособления (УСП);
- сборно-разборные приспособления (СРП);
- универсально-наладочные приспособления (УНП);

- универсальные безналадочные приспособления (УБП);
- специализированные наладочные приспособления (СНП);
- неразборные специальные приспособления (НСП).

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 [10].

В качестве приспособления для расчета выберем трехкулачковый патрон для токарного станка с ЧПУ, т.к. на этой операции получают точные поверхности. Патрон изготовлен по ГОСТ 2675-80 диаметром 315 мм, т.к. заготовка устанавливается по диаметру 252 мм. В комплекте идут кулачки, которые будут расточены для фиксированного значения нуля заготовки на станке с ЧПУ, это позволит снизить объем труда при установке детали.

Базирование заготовки будет производиться по типу базирования детали диск, согласно ГОСТ 21495-76. Три базы на торце заготовки будут являться установочными базами и лишать ее трех степеней свободы, две базы на цилиндрической поверхности лишат заготовку еще двух степеней свободы и будут являться направляющими базами. Лишение шестой степени свободы для токарной операции точения не производится.

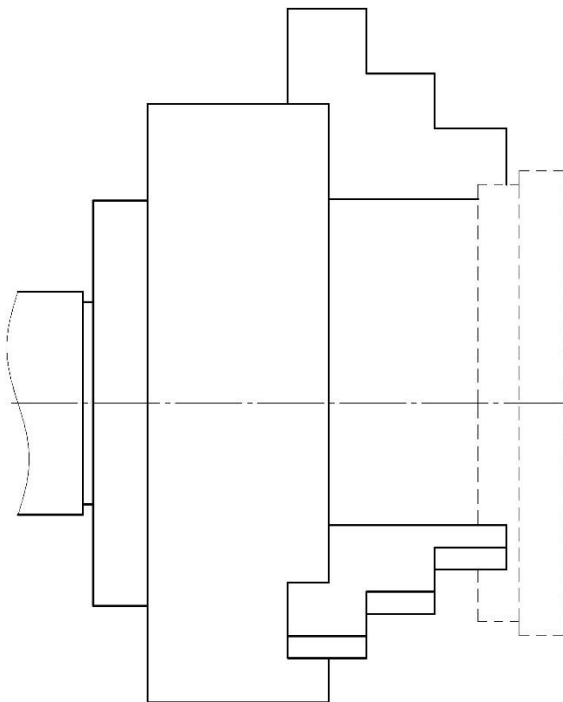


Рисунок 8 – Схема установки заготовки в приспособление

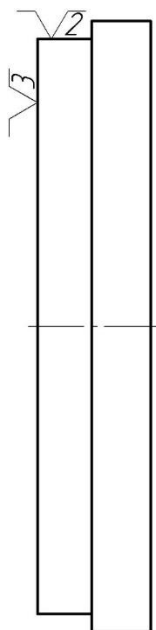


Рисунок 9 – Схема базирования заготовки типа диск в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне

Далее произведем расчет погрешности базирования и установки детали. Суммарная погрешность при выполнении операции механической обработки складывается из погрешностей установки заготовки, настройки

станка и обработки. На стадии проектирования сложно учесть погрешность установки, тем самым избежав ее.

Расчетная суммарная погрешность приспособления определяется по формуле из [9]:

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

где $\delta = 1,3$ мм – допуск на размер обрабатываемой детали;

$\varepsilon_6 = 0$ мм – погрешность базирования;

$K_1 = 0,83$ и $K_2 = 0,8$ – коэффициенты;

$\Delta_y = 0,8$ мм – погрешность установки заготовки на данной операции;

$\omega = 0,39$ мм – точность обработки заготовки на данной операции.

Тогда суммарная погрешность приспособления будет равна:

$$\delta - (K_1 \cdot \varepsilon_6 + \Delta_y + K_2 \cdot \omega) = 1,3 - (0,83 \cdot 0 + 0,8 + 0,8 \cdot 0,39) = 0,188 \text{ мм.}$$

Точность изготовления токарных патронов с расточенными кулачками позволяет установить заготовки без выверки с точностью до 0,1 мм. Суммарная погрешность установки больше этого значения, следовательно, приспособление обеспечивает требуемую точность.

Далее рассчитаем усилие зажима заготовки для данной схемы базирования. В данном случае наиболее важной силой является P_x , поскольку именно она стремится провернуть установленную заготовку. Сила W препятствует повороту заготовки в патроне и компенсирует силу P_x [11].

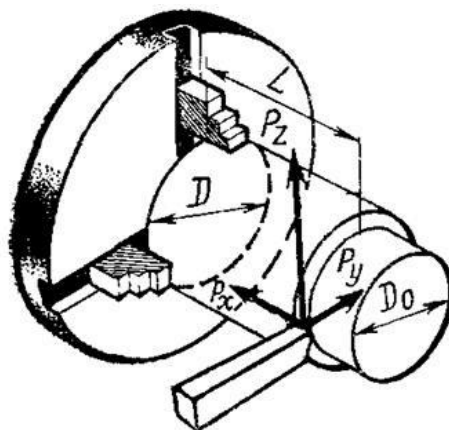


Рисунок 10 – Силы резания

Усилие W рассчитывается по формуле:

$$W = \frac{K \cdot P_z \cdot R_0}{f \cdot R},$$

где $K = 1,5$ – коэффициент запаса;

$R_0 = 126$ мм – радиус обрабатываемой поверхности;

$R = 126$ мм – радиус на котором осуществляется зажим;

$f = 1$ – коэффициент трения для рифлёной поверхности кулачков;

P_z – сила резанья, проворачивающая заготовку, определяемая по формуле:

$$P_z = P_{z \text{ табл}} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где $P_{z \text{ табл}} = 7$ кН – табличное значение силы резанья для глубины 5 мм и подаче 0,7 мм/об;

$K_1 = 0,9$ – коэффициент при обработке стали твердостью до 300 НВ;

$K_2 = 0,9$ – коэффициент для скорости резания до 200 м/мин.

Тогда фактическая величина силы резанья равна:

$$P_z = 7000 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 5670 \text{ Н}.$$

Имея все значения вычислим усилие зажима W :

$$W = \frac{1,5 \cdot 5670 \cdot 126}{1 \cdot 126} = 8505 \text{ Н}.$$

Для обеспечения требуемых условий обработки требуется зажать заготовку в трехкулачковом патроне, при данной схеме базирования и типе обработки, с усилием в 8505 Н.

2.11 Проектирование гибкого производственного модуля

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 (ГПС), управляемые от ЭВМ, является одной из стратегий ускорения научно-технического прогресса в машиностроении.

Анализ действующих ГПС показывает, что на них обрабатываются детали партиями от 3 до 500 шт. Однако на отдельных ГПС выпускаются детали партиями в несколько тысяч штук.

Применение ГПС целесообразно, когда объемы производства изделий недостаточны для принятия решений о жесткой автоматизации с использованием автоматических линий и когда за ожидаемый срок жизни изделия расходы на создание автоматических линий не могут быть оправданы [13].

Основной, нижним уровнем в иерархии гибкой производственной системы, ее технологическим ячейками являются гибкие производственные модули(ГПМ). Под ГПМ понимают, комплекс технологических, технических, программных и организационных средств, предназначенных для обработки деталей в автоматизированном режиме с минимальным участием человека. Кроме функции обработки деталей ГПМ выполняет в автоматическом режиме загрузку заготовок в зону резаний из какого-либо накопителя, выгрузку обработанных деталей из зоны резания в накопитель, частичный ил полный контроль точности обработки и другие функции. Применительно к механообработке основой ГПМ является станок с ЧПУ, оснащенный дополнительными технологическими и техническими средствами.

Для производства детали «Крышка» целесообразно провести автоматизацию токарной операции с использованием станка с ЧПУ ТС- 35. Поскольку именно на ней затрачивается наибольшее количество времени на обработку.

Для автоматизации операции используем промышленного робота KUKA Roboter GmbH. Грузоподъемность манипулятора до 20 кг.

Особенности:

- быстрая интеграция автоматизации роботов в процесс производства;
- простое управление и программирование с SINUMERIK;
- выделенный канал для обработки;

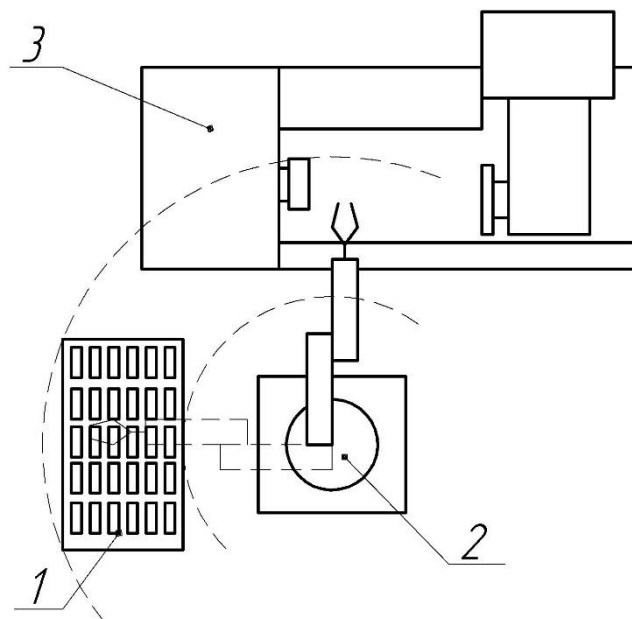
– программирование в системе ЧПУ или обучение робота с SINUMERIK;

– SINUMERIK 840D sl в качестве центральной рабочей станции:

Единая точка операции;

– легкое переоборудование;

– интеграция системы сигнализации и диагностики.



1 – Накопитель- приемник; 2 – промышленный робот KUKA Roboter GmbH;
3 – станок с ЧПУ TC – 35. Штриховыми линиями обозначена зона работы
робота.

Рисунок 11 – Схема автоматизированного модуля токарного станка с ЧПУ.

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

Студенту:

Группа	ФИО
4A21	Стрыгину Константину Валерьевичу

Институт	ИФВТ	Кафедра	ФВТМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Расчет затрат на годовой выпуск продукции: - материальные затраты - электроэнергия на технологические нужды - заработная плата с отчислениями на социальные нужды - общепроизводственные и общехозяйственные расходы
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Анализ безубыточности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A21	Стрыгин Константин Валерьевич		

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе ВКР, произведем расчет затрат на годовой выпуск деталей, проведем анализ безубыточности.

Таблица 12 – 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
1	Сталь 20 ГОСТ 1050-88	т	37600	0,01477 т	555,61

Таблица 13 – Затраты электроэнергии на технологические нужды

№ п/п	Наименование оборудования	Мощность кВт	Время эксплуатации, (ч. на ед. прод.)	Расход электроэнергии (кВт на ед. прод)
1.	Ленточная пила по металлу TRIOD BSM-300/400	3	0,13	0,39
2.	Рольганг неприводной КРН-1,0-0,2х1,0-850. Рс.89.200 – 6 шт.	0	0,13	0
3.	Токарно-винторезный станок C-turn 270/1000 V	7,5	0,21	1,575
4.	Токарный станок с ЧПУ ТС-35	18,3	2,65	48,495
5.	Горизонтально-расточной станок 2А622	8,5	1,13	9,605
6.	Станок координатно-расточной 2431СФ10	1,9	1,13	2,147
7.	24К40СФ4 станок координатно-расточный с ЧПУ	8,61	1,6	13,776
8.	Промывочная ванна БП-6.8.10/0,7	40	0,41	16,4
9.	Гальваническая ванна	0	0,91	0
	Итого, Σ	87,81	8,3	92,388

Таблица 14 – Заработная плана производственных рабочих

Производственные рабочие	Норма времени на выполнение операции	Часовая тарифная ставка	Сдельная расценка
Станочник заготовительного оборудования	0,13	86	11,18
Токарь	0,21	100	21
Оператор станка с ЧПУ	2,65	210	556,5
Станочник широкого профиля	1,13	160	180,8
Слесарь	0,25	130	32,5
Станочник широкого профиля	1,13	160	180,8
Оператор станка с ЧПУ	1,6	210	336
Слесарь	0,66	130	85,8
Промывщик	0,41	120	49,2
Гальваник	0,91	100	91
Консервировщик	0,11	135	14,85
Итого, Σ		1541	1559,63

Таблица 15 – Расчет затрат на годовой выпуск продукции

№	Наименование статей расхода	Ед. изм.	Цена за ед., руб.	Расходы в нат. ед.		Затраты, тыс. руб.		Прим.
				На 1 ед.	На 1000 ед.	На 1 ед.	На 1000 ед.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Сырье и основные материалы и комплектующие	кг	37,6	14,77	15508,5	0,555	582,8	
2.	Электроэнергия на технологические нужды	кВт	4,65	92,388	97007,4	0,429	450,45	Табл. 13*
3.	Заработная плата основных производственных рабочих	тыс. руб.	-	-	-	1,56	1638	Табл. 14*
4.	Отчисления на социальные нужды	тыс. руб.	-	-	-	0,47	491,4	30% от ст. 3
5.	Общепроизводственные расходы	тыс. руб.	-	-	-	4,13	4336,5	265% от ст. 3*
6.	Общехозяйственные расходы	тыс. руб.	-	-	-	5,23	5481	335% от ст. 3*
Полная себестоимость		тыс. руб.	-	-	-	12,374	12992,7	1+2+3+4 +5+6
Условно-переменные затраты		тыс. руб.	-	-	-	3,014	3164,7	1+2+3 +4
Условно-постоянные затраты		тыс. руб.	-	-	-	9,36	9828	5+6

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

3.1 Анализ безубыточности изготовления детали

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

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

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

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./шт.;

C_i – цена единицы продукции, руб./шт. (расчет цены произведем исходя из планируемого уровня рентабельности 20%).

Тогда точка безубыточности определится следующим образом:

$$Q_{\text{ТБ}} = \frac{Z_{\text{пост}}}{C_i - Z_{\text{пер}}} = \frac{9828}{14,848 - 3,014} = 831 \text{ шт.}$$

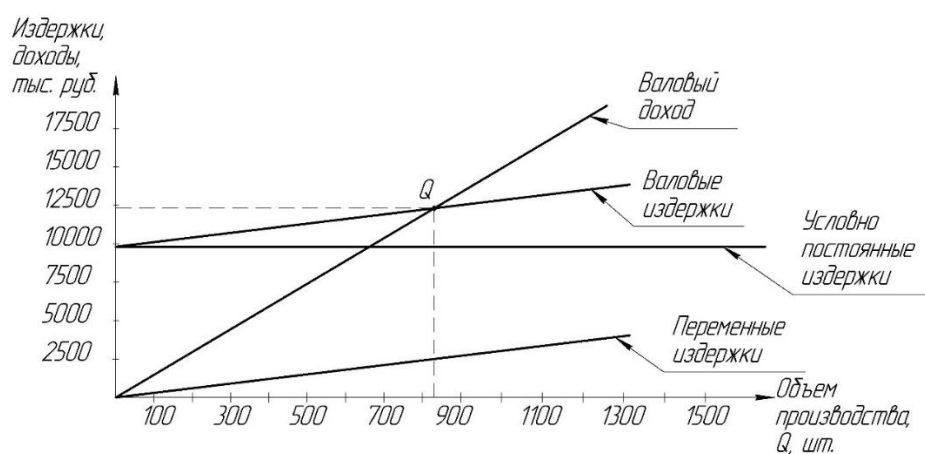


Рисунок 12 – График зависимости издержек от объема производства

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A21	Стрыгину Константину Валерьевичу

Институт		Кафедра	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является производственный технологический процесс детали типа «Крышка».
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность Анализ выявленных вредных и опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	Движущиеся машины и механизмы; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов и заготовок; повышенный уровень шума на рабочих местах; недостаточная освещенность рабочей зоны; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; электрический ток, химические смеси.
2. Экологическая безопасность:	Источники загрязнения гидросферы: использованная смазочно – охлаждающая жидкость для механической обработки деталей, химические смеси для получения покрытий
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные чрезвычайные ситуации на производстве: пожар
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Правовые и организационные нормы трудового законодательства.

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A21	Стрыгин Константин Валерьевич		

4 Социальная ответственность

Цель раздела: произвести анализ производственной и экологической безопасности, безопасности в чрезвычайных случаях, затронув правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Производственная безопасность

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность (риск) воздействия на рабочих, опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Для выбора опасных факторов на данном производстве используем ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Проанализировав всевозможные опасные и вредные факторы на данном производстве, занесем их в таблицу 16.

Таблица 16 – Опасные факторы при проведении технологических операций

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Заготовительная операция, оборудование: ленточная пила по металлу TRIOD BSM-300/400, Рольганг не приводной КРН-1,0-0,2х1,0-850. Рс.89.200 – 6 шт.; 2. Токарная операция, оборудование: Токарно-винторезный станок C-turn 270/1000 V; 3. Горизонтально-расточная операция, оборудование: Горизонтально-расточной станок 2А622.	1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.	1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; 2. Электрический ток; 3. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материала и заготовок; 4. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.	СанПиН освещение: 52.13330.2011; СанПиН отопление: 60.13330.2012; Электричество: ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ; Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ.

Продолжение таблицы 16

1. Токарная с ЧПУ операция, оборудование: Токарный станок с ЧПУ ТС-35; 2. Координатно-расточная с ЧПУ операция, оборудование: 24К40СФ4 станок координатно- расточный с ЧПУ.	1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.	1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; 2. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.	СанПиН к ЭВМ: 2.2.1/2.1.1.1278-03; СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96; СанПиН отопление: 60.13330.2012; Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ.
1. Гальваническая операция, оборудование: Гальваническая ванна.	1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.	1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; 2. Химические смеси.	СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96; Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ.
1. Слесарные операции; 2. Промывочная операция; 3. Консервация.	1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.	1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; 2. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.	СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96; Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ.

Далее более подробно изучим выявленные вредные и опасные факторы.

Рассмотрим каждый фактор на предмет источника возникновения фактора и характера природы фактора. Приведем допустимые нормы с необходимой размерностью, а также средства индивидуальной и коллективной защиты для минимизации воздействия фактора.

Превышение уровней шума

Источником возникновения данного фактора является все станочное оборудование. Фактор будет возникать при обработке детали. Данный фактор относится к природе физического характера. Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96, допустимый уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 80 дБ.

В качестве мер ликвидации данного фактора будут использованы беруши. Т.к. на производстве не предполагается использование подъемных механизмов и механизмов, которые используют предупреждающие звуки.

Отклонение параметров микроклимата

Основные виды работ, выполняемые рабочими, по степени физической тяжести, относятся к категории средних работ. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений, в соответствии с периодом года и категорией работ, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 предоставлены в таблице 17.

Таблица 17 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах

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

В помещении должны быть предусмотрены система отопления, функционирующая в зимнее время, которая обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха и система вентилирования и кондиционирования в летнее время.

Недостаточная освещенность

Хорошее освещение действует тонизирующее, создаёт хорошее настроение, улучшает протекание основных процессов нервной высшей деятельности. Улучшение освещённости способствует улучшению работоспособности даже в тех случаях, когда процесс труда практически не зависит от зрительного восприятия.

Работая при освещении плохого качества или низких уровней, люди могут ощущать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. В ряде случаев это может привести к головным болям. Причинами во многих случаях являются слишком низкие уровни освещенности, слепящее действие источников света и соотношение яркостей, которое недостаточно хорошо сбалансировано на рабочих местах.

В производственных помещениях, в случаях преимущественной работы с деталями, допускается применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения деталей, инструментов и т.д.).

Освещенность на рабочих поверхностях столов в зоне размещения детали должна быть 300лк.

Электрический ток

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

Цех производственного предприятия относится к категории помещений с повышенной опасностью, т.к. в помещении имеются

токопроводящие пола, повышенная влажность и т.д. Оборудование должно подключаться к сети, которая имеет защитное заземление.

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

Основными средствами и способами защиты от поражения электрическим током являются: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения; защитное заземление, зануление или отключение; вывешивание предупреждающих надписей; контроль за состоянием изоляции электрических установок.

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.

Экологическая безопасность

В результате изготовления детали по технологическому процессу, были выявлены источники загрязнения гидросферы – использованная смазочно-охлаждающая жидкость для обработки детали и химический раствор для получения покрытия.

Приготовление жидкости состоит в смешении масла с водой и эмульгатором. Все масляные эмульсии обладают большой устойчивостью. При обычном отстаивании в течение 3 месяцев концентрация масла снижается всего на 10—20 %. Обычно срок службы эмульсий не превышает 1 мес.

Предприятия производят сброс отработанных СОЖ в канализацию и наносит вред окружающей среде. Для утилизации, отработанной СОЖ применяют следующие методы: центрифугирование, реагентную коагуляцию, термический метод, а также их комбинацию.

На предприятии предлагается использовать метод центрифугирования с добавлением кислоты, содержанием которой можно обеспечивать рН среды, равный 1-2. Для этого требуется покупка или изготовление центрифуги с кислотостойким покрытием.

В гальваническом производстве неизбежно образуются токсичные сточные воды, которые необходимо обезвреживать.

Значительная часть предприятий, имеющих гальваническое производство, не имеет очистных сооружений и сбрасывает промышленные стоки в городскую канализацию.

Учитывая вышеизложенное, а также в целях экономии материальных ресурсов (поскольку содержание цветных металлов в осадках очистных сооружений соизмеримо с их содержанием в природном сырье), утилизация отходов гальванических производств имеет важное экологическое и экономическое значение.

Методы очистки сточных вод гальванических производств подразделяются на химические, электрохимические и физические. Система очистки сточных вод может быть проточной и замкнутой. При проточной

системе очистки сточные воды после нейтрализации сбрасываются в канализацию. Замкнутые системы очистки используют в технологическом цикле очищенные сточные воды. Конечно, замкнутая система требует от предприятия более глубокой очистки сточных вод, но ее использование исключает сброс токсичных веществ в городскую канализацию, поэтому оно более прогрессивно и предпочтительно.

Таким образом, проблема с экологической безопасностью является решенной.

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 Г.

К причинам пожара относятся: токи короткого замыкания, выделение тепла в процессе обработки, искрение в местах плохих контактов, Курение в неположенных местах.

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

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

- содержать помещение в чистоте, убирать своевременно мусор. По окончании работы поводить влажная уборка всех помещений;
- работа должна проводиться только при исправном электрооборудовании;
- на видном месте должен быть вывешен план эвакуации из здания с указанием оборудования, которое нужно эвакуировать в первую очередь;

– уходящий из помещения последним должен проверить выключены ли нагревательные приборы, электроприборы, оборудование и т.д. и отключение силовой и осветительной электрической сети.

Также необходимо соблюдение организационных мероприятий:

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

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

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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 Трудовым Кодексом, другими федеральными законами;
- лица, получившие общее образование или получающие общее образование и достигшие возраста пятнадцати лет, могут заключать трудовой договор для выполнения легкого труда, не причиняющего вреда их здоровью;
- обязательному предварительному медицинскому осмотру при заключении трудового договора подлежат лица, не достигшие возраста восемнадцати лет, а также иные лица в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами;

- нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать сорока часов в неделю;

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

Организационные вопросы обеспечения безопасности

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 ГОСТ 12.1.005-76;

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

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

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

Согласно ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное.

Общие эргономические требования», существует ряд общих положений, которые предъявляются к системе «человек — машина — среда», таких как:

- эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливать его соответствие антропометрическим, физиологическим, психофизиологическим и психологическим свойствам

человека и обусловленным этими свойствами гигиеническим требованиям с целью сохранения здоровья человека и достижения высокой эффективности труда;

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

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

Заключение

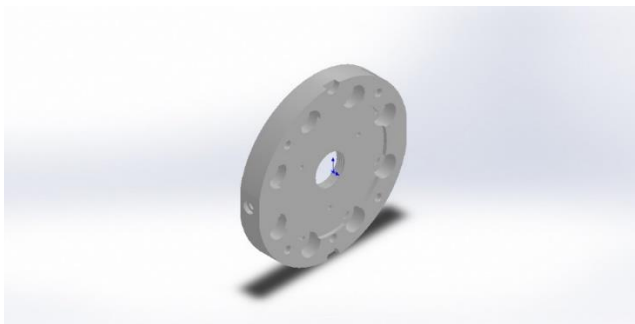
В процессе выполнения выпускной квалификационной работы были проведены анализ технологичности конструкции детали, который выявил ошибки и недочеты чертежа детали и поверхности, получение которых требует дополнительных операций. Разработан технологический процесс изготовления детали, требующий минимального количества оборудования и инструмента. Было подобрано оборудование, которое включает в себя станки с ЧПУ, и инструмент для изготовления детали. Проведен расчет и выбор стандартного приспособления. Рассчитаны режимы резания для всех технологических операций. Были рассчитаны нормы времени и себестоимость детали. Разработан гибкий производственный модуль.

Цели выпускной квалификационной работы выполнены в полном объеме. Обработаны данные по производству детали «Крышка». Даны конечные результаты расчетов и проведена технологическая подготовка производства, предусматривающая эффективное использование технологического обеспечения условного предприятия.

Список использованной литературы

1. Гольдштейн Г.Я. Стратегический инновационный менеджмент: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, – 2004. – 294 с.
2. ГОСТ Р 50995.3.1-96 Технологическое обеспечение создания продукции. Технологическая подготовка производства.
3. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: изд. ТПУ, 2003 – 324 с.
4. Третьякова Н.В. Материаловедение: лекции – Иваново: изд. ИГЭУ. – 148с.
5. Должиков В.П. Технология наукоемких производств: учебное пособие – Томск: изд. ТПУ, 2013. – 301 с.
6. Самылов В.А. Определение припусков расчетно-аналитическим методом: Методические указания – Тюмень: изд. ТГНУ, 2004. – 15 с.
7. Байкалова В.Н. Расчет режимов резания: Методические рекомендации. – Москва: изд. МГАУ, 2000. – 19 с.
8. Гришин Р.Г. Нормирование станочных работ: Учебное пособие. – Самара: изд. Самара, 2008. – 143 с.
9. Синягов А.А. Экономические показатели промышленности. – Москва: изд. Москва, 1974. – 286 с.
10. Пашкевич М.Ф. Технологическая оснастка: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2002. – 320 с.
11. Коротков В.С. Технологическая оснастка: курс лекций. – Томск.: изд. ТПУ, 2010. – 152 с.
12. Андреева Е.Г. Технологическая оснастка: методические указания. – Санкт-Петербург: изд. СПТК, 2014. – 51 с.
13. Проектирование гибких производственных систем. – Екатеринбург: изд. УрФУ, 2008. – 27 с.

Приложение А
(Обязательное)
Симуляция «Крышка»
«SolidWorks»



Симуляция Крышка

Дата: 11 апреля 2016 г.

Создатель:: Solidworks

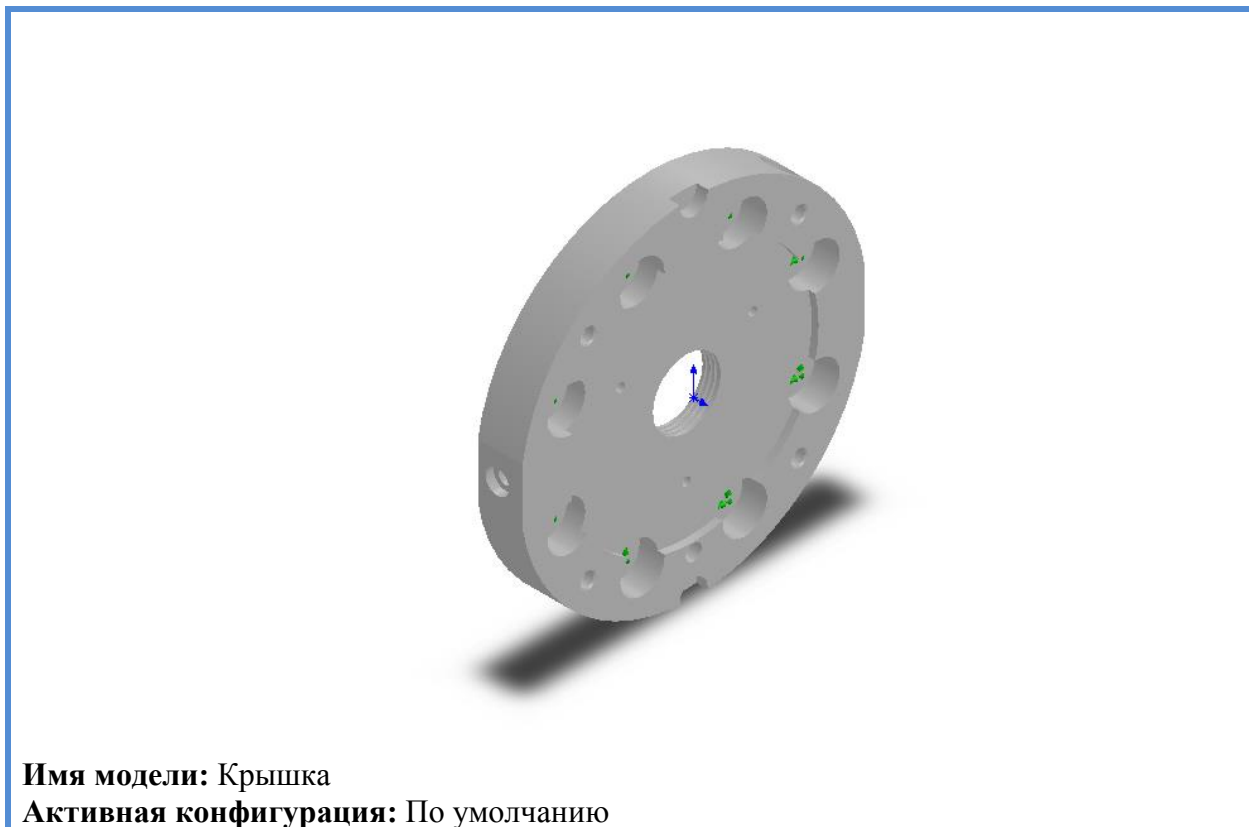
Имя исследования: SimulationXpress Study

Тип анализа: Статическое

Допущения

Нагрузка может быть изменена. В зависимости от эксплуатационных требований.

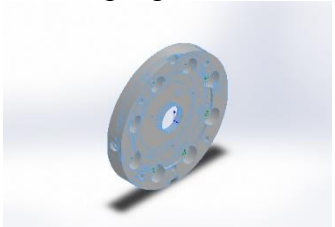
Информация о модели



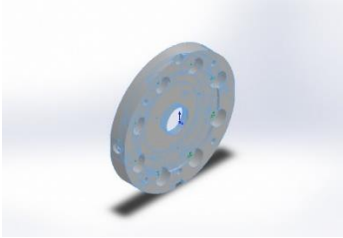
Имя модели: Крышка

Активная конфигурация: По умолчанию

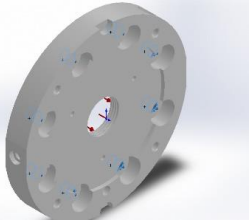
Твердые тела

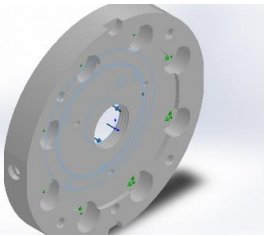
Имя и ссылки документа	Рассматривается как	Объемные свойства	Путь документа/Дата изменения
Импортированный1 	Твердое тело	Масса: 7.55488 kg Объем: 0.000968574 m ³ Плотность: 7800 kg/m ³ Масса: 74.0378 N	

Свойства материала

Ссылка на модель	Свойства	Компоненты
	Имя: Сталь 20 ГОСТ 1050-88 Тип модели: Линейный Упругий Изотропный Критерий прочности по умолчанию: Максимальное напряжение von Mises Предел текучести: 2.20594e+008 N/m² Предел прочности при растяжении: 3.99826e+008 N/m²	Твердое тело

Нагрузки и крепления

Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления
Зафиксированный-1		Объекты: 8 граней Тип: Зафиксированная геометрия

Имя нагрузки	Загрузить изображение	Загрузить данные
Давление-2		Объекты: 2 грани Тип: Перпендикулярно выбранной грани Значение: 1.81952e+006 Единицы измерения: N/m²

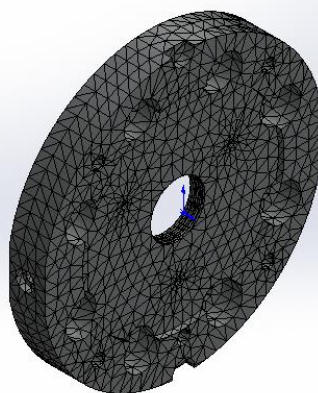
Информация о сетке

Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение:	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки:	Выкл
Включить автоциклы сетки:	Выкл
Точки Якобиана	4 Точки
Размер элемента	9.89642 mm
Допуск	0.494821 mm
Качество сетки	Высокая

Информация о сетке - Подробности

Всего узлов	25586
Всего элементов	15291
Максимальное соотношение сторон	17.38
% элементов с соотношением сторон < 3	88.9
% элементов с соотношением сторон > 10	0.347
% искаженных элементов (Якобиан)	0
Время для завершения сетки (hh:mm:ss):	00:00:09
Имя компьютера:	ALKAHIR

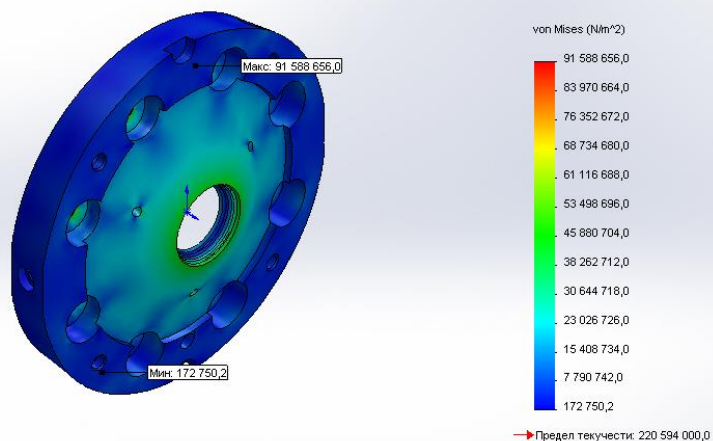
Имя модели: Крышка
Имя исследования: SimulationXpress Study
Тип сетки: Сетка на твердом теле



Результаты исследования

Имя	Тип	Мин	Макс
Stress	VON: Напряжение Von Mises	172750 N/m ² Узел: 14262	9.15887e+007 N/m ² Узел: 19788

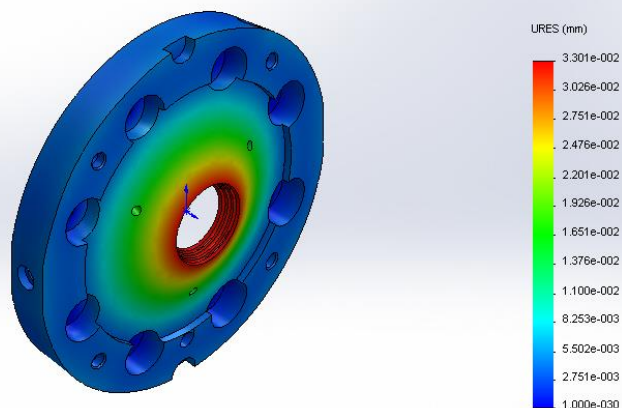
Имя модели: Крышка
Имя исследования: SimulationXpress Study
Тип эпоры: Статический узловое напряжение Stress
Шкала деформации: 757.365



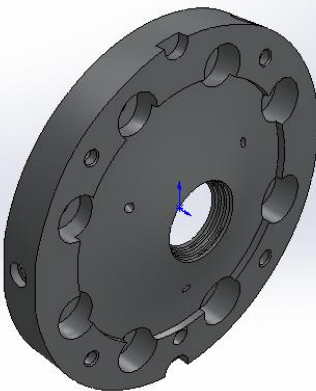
Крышка-SimulationXpress Study-Напряжение-Stress

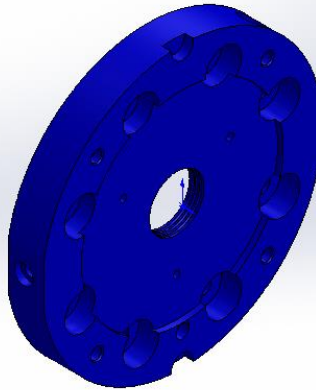
Имя	Тип	Мин	Макс
Displacement	URES: Результирующее перемещение	0 mm Узел: 772	0.0330129 mm Узел: 128

Имя модели: Крышка
Имя исследования: SimulationXpress Study
Тип эпоры: Статическое перемещение Displacement
Шкала деформации: 757.365



Крышка-SimulationXpress Study-Перемещение-Displacement

Имя	Тип
Deformation	Деформированная форма
Имя модели: Крышка Имя исследования: SimulationXpress Study Тип эскиза: Деформированная форма Deformation Шкала деформации: 757.365  Крышка-SimulationXpress Study-Перемещение-Deformation	

Имя	Тип	Мин	Макс
Factor of Safety	Максимальное напряжение von Mises	2.40853 Узел: 19788	1276.95 Узел: 14262
Имя модели: Крышка Имя исследования: SimulationXpress Study Тип эскиза: Запас прочности Factor of Safety Критерий: Максимальное напряжение von Mises Красный < Коэффициент запаса прочности = 1 < Синий 			

Приложение Б
(Обязательное)
Комплект технологической документации

Дубл.													
Взам.													
Подп.													

	НИИ ТПУ		ФЮРА.301258.001					ИФВТ 4А21						
	Крышка								1	1	1			

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

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

На технологический процесс механической обработки
детали «Крышка»

Проверил: КТН, руководитель
Должиков В.П.

Выполнил: студент группы 4а21
Стрыгин К.В.

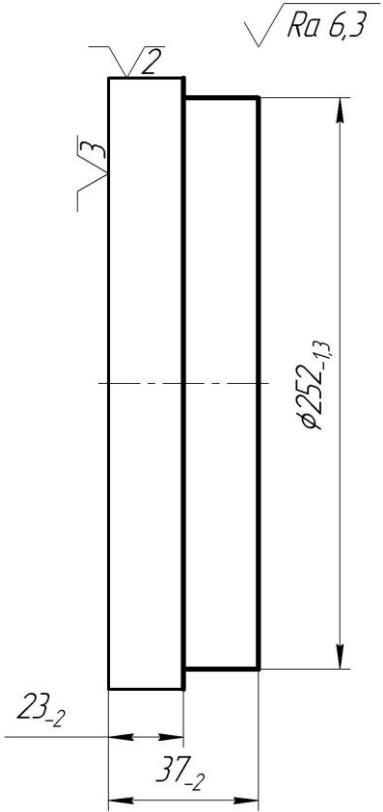
[illegible]

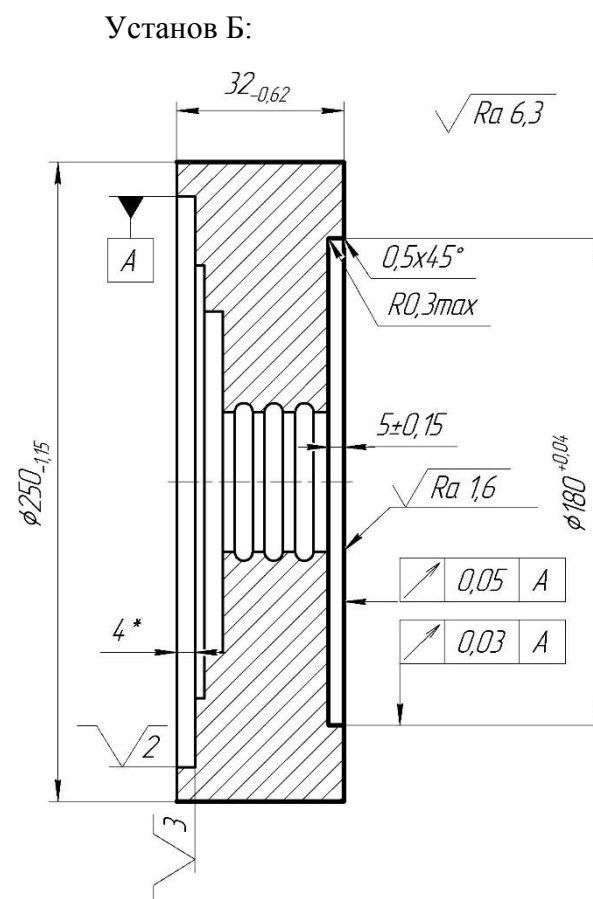
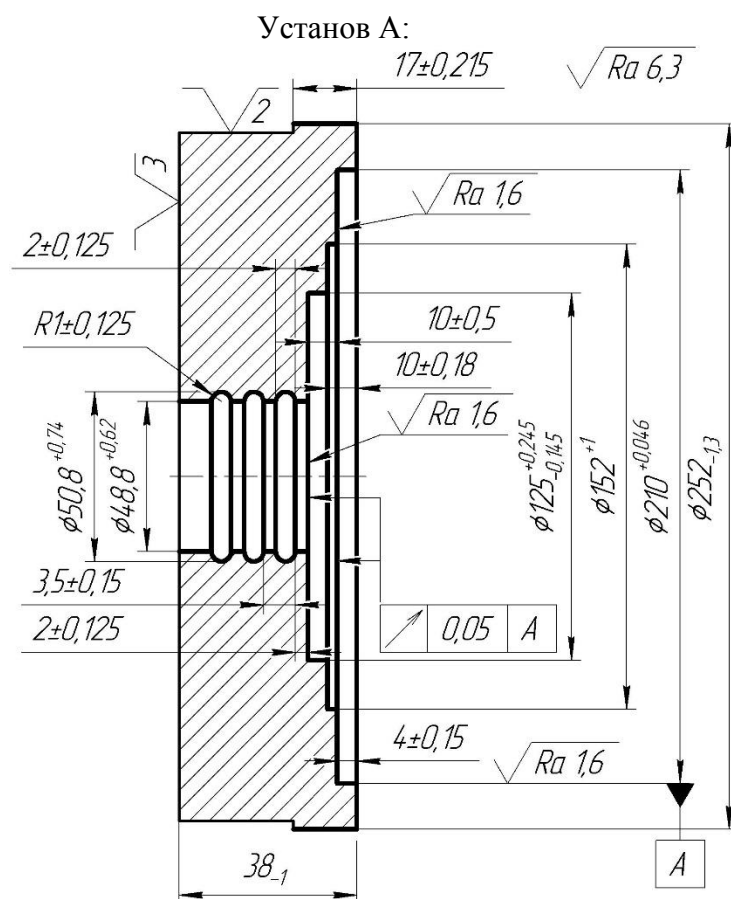
[illegible]

										ГОСТ 3.1404 – 86				Форма 3							
Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
														2		2					
Разраб.		Стрыгин К.В.						НИИ ТПУ		ФЮРА.301258.001								ИФВТ 4А21			
Провер.		Должиков В.П.																			
Н.контр.														1		1		1		005	
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ		МД		Профиль, разм., заготовка				МЗ		КОИ	
Заготовительная				Сталь 20 ГОСТ 1050-88				НВ 10 ⁻¹		кг		7,58		ø260х43				14,77		1	
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы				То		Тв		Тпз		Тшт		Сож					
Ленточная пила по металлу TRIOD BSM-300/400								6		1		1		8		RATAK					
Р	Содержание перехода						То	D или B		L		t		i		S		n		V	
O01	А. Установить и закрепить заготовку в призмы																				
O02	Базы: Торец и наружный диаметр.																				
T03	Призмы опорные ГОСТ 12195-66.																				
O04	1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 41 ₋₃ мм																				
T05	Ленточное полотно 4020х34х1,1 мм																				
T06	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89																				
P07	260 41 ₋₃ - 1 45 15 50																				
08																					
09																					
10																					
11																					
12																					
13																					
OK		Операционная карта																		88	

Дубл.													
Взам.													
Подп.													

												2	1
Разраб.	Стрыгин К.В.			НИИ ТПУ		ФЮРА.301258.001				ИФВТ 4А21			
Провер.	Должиков В.П.												
					Крышка							010	
Н.контр.													



[illegible]

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
																	4	1	
Разраб.	Стрыгин К.В.				НИИ ТПУ		ФЮРА.301258.001							ИФВТ 4А21					
Провер.	Должиков В.П.																		
														1	1	3	015		
Н.контр.																			
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД		Профиль, разм., заготовка				МЗ		КОИ
Токарная с ЧПУ				Сталь 20 ГОСТ 1050-88				HB 10 ⁻¹		кг	7,58						14,77		1
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы				То		ТВ		ТПЗ		Тшт		Сож			
Токарно-винторезный станок С-turn 270/1000 V; GE Fanuc Oi TD								8		3		2		13		RATAK			
Р	Содержание перехода						То	D или B		L		t		i		S		n	V
O01	А. Установить и закрепить заготовку в патрон																		
O02	Базы: Торец и наружный диаметр.																		
T03	Патрон трехкулачковый 7100-0011 ГОСТ 2675-80																		
O04	1. Подрезать торец, выдерживая размер 38.1 мм																		
T05	Резец подрезной 2112-0019 T15K6 ГОСТ 18880-73; Резцовый блок;																		
T06	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93																		
P07	260 2 2 1 0,4 300 150																		
O08	2. Точить, выдерживая размеры: ø252 -1,3 мм и 23±1 мм																		
T09	Резец проходной упорный 2103-0011 T15K6 ГОСТ 18879-73; РезцедержательСУ-3748 с дополнительным зажимом СУ-3015А;																		
T10	Штангенциркуль ШЦ-I I -250-630-0,05-1 ГОСТ 166-89;																		
P11	252-1,3 23±1 4 2 0,4 300 150																		
O12	3. Центровать торец под сверление																		
T13	Центровоч. св. Ø8мм 2317-0111 P6M5 ГОСТ 14952-75; Резцовый блок;																		
ОК		Операционная карта																92	

										ГОСТ 3.1404 – 86		форма 2а	
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
													4
										ФЮРА.301258.001		ИФВТ 4А21	
Р	Содержание перехода					To	D или B	L	t	i	S	n	V
P50						252	6	3	2	0,4	300	150	
O51	2. Расточить отверстие, выдерживая размеры: $\varnothing 179,2^{+0,4}$ мм, $4,2 \pm 0,15$ мм, R0,3max мм												
T52	Резец расточной 2141-0059 Т15К6 ГОСТ 18883-73; Резцовый блок;												
T53	Штангенциркуль ШЦ- II-250-0,05-1 ГОСТ 166-89; Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126-66												
P54						$\varnothing 179,2^{+0,4}$	$4,2 \pm 0,15$	5	30	0,7	300	107	
O55	3. Расточить отверстие, выдерживая размеры: $\varnothing 180^{+0,04}$ мм, $5 \pm 0,15$ мм, R0,3max мм												
T56	Резец расточной 2141-0059 Т30К4 ГОСТ 18883-73; Резцовый блок;												
T57	Штангенциркуль ШЦЦ-I-0-250-0,01-1 ГОСТ 166-89; Индикатор ИЧ02 кл.0 ГОСТ 577-68; Штатив ШМ-III-8 ГОСТ 10197-70;												
T58	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; Штангенциркуль ШЦ- II-250-0,05-1 ГОСТ 166-89; Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126-66												
P59						$\varnothing 180^{+0,04}$	5	0,8	1	0,4	400	160	
O60	4. Точить, выдерживая размеры: $\varnothing 250_{-1,15}$ мм												
T61	Резец проходной упорный 2103-0011 Т15К6 ГОСТ 18879-73; РезцедержательСУ-3748 с дополнительным зажимом СУ-3015А;												
T62	Штангенциркуль ШЦ-II -0-250-0,05-1 ГОСТ 166-89												
T63	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93												
P64						$\varnothing 250_{-1,15}$	32	2	1	0,3	300	165	
ОК	Операционная карта												95

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 4		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
													1	1	
Разраб.	Стрыгин К.В.					НИИ ТПУ	ФЮРА.301258.001			ФВТМ 4А21					
Пров.	Должиков В.П.														
Н.контр.						Токарная с ЧПУ Установ А «Крышка»							1	1	3
У	Опер.	Обозначение детали, программы, оборудования, устройства ЧПУ													
Т	Пер.	ПИ	Вспомогательный и режущий инструмент (код, наименование)					Наладочные размеры			Коррект. разм.		НК		
У01		Станок токарный с ЧПУ ТС- 35; Устройство ЧПУ GE Fanuc 0i TD;													
T02	1	1	Резцовый блок; Резец подрезной 2112-0019 T15K6 ГОСТ 18880-73					Wz=86±0,02;Wx=56±0,5			38 ₋₁ мм				
T03	2	2	РезцедержательСУ-3748 с дополнительным зажимом СУ-3015А;												
04			Резец проходной упорный 2103-0011 T15K6 ГОСТ 18879-73					Wz=55±0,5;Wx=152±0,15			Ø252 _{-1,3} мм				
T05	3	3	Оправка СУ-3747 со втулкой Ø20;												
06			Центровоч. св. Ø8мм 2317-0111 P6M5 ГОСТ 14952-75					Wz=86±0,05;Wx =65±0,3			5 мм				
T07	4	4	Оправка СУ-3747 со втулкой Ø30; Сверло Ø30мм 2300-2611 P6M5 ГОСТ					Wz=120±0,5;Wx=650,03			Ø30 ^{+0,52} мм				
T08	5	5	Резцовый блок; Резец расточной 2141-0059 T15K6 ГОСТ 18883-73					Wz=130±0,02;Wx=56±0,08			Ø48 ^{+0,62} мм				
T09	6	6	Резцовый блок; Резец расточной 2141-0059 T15K6 ГОСТ 18883-73					Wz=130±0,02;Wx=56±0,08			ø124,2 ^{+0,245} _{-0,145} мм				
T10	7	7	Резцовый блок; Резец расточной 2141-0059 T15K6 ГОСТ 18883-73					Wz=130±0,02;Wx=56±0,08			Ø151,2 ⁺¹ мм				
T11	8	8	Резцовый блок; Резец расточной 2141-0059 T15K6 ГОСТ 18883-73					Wz=130±0,02;Wx=56±0,08			Ø209,2 ^{+0,046} мм				
T12	9	9	Резцовый блок; Резец расточной 2141-0059 T30K4 ГОСТ 18883-73					Wz=130±0,015;Wx=56±0,004			-				
T13	10	10	Резцовый блок; Резец канавочный 2662-0005 T15K6 ГОСТ 18885-73					Wz=120±0,015;Wx=60±0,075			Ø50,8 ^{+0,74} мм				
14															
КНИ														96	

					ГОСТ 3.1404-86			Форма 4			
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
								1	1		
Разраб.	Стрыгин К.В.				НИИ ТПУ	ФЮРА.301258.001	ФВТМ 4А21				
Пров.	Должиков В.П.										
				Токарная с ЧПУ Установ Б «Крышка»					1	1	3
Н.контр.											
У	Опер.	Обозначение детали, программы, оборудования, устройства ЧПУ									
Т	Пер.	ПИ	Вспомогательный и режущий инструмент (код, наименование)				Наладочные размеры		Коррект. разм.	НК	
У01		Станок токарный с ЧПУ ТС- 35; Устройство ЧПУ GE Fanuc 0i TD;									
T02	1	1	Резцовый блок; Резец подрезной 2112-0019 T15K6 ГОСТ 18880-73				Wz=86±0,02;Wx=56±0,5		32-0,62 мм		
T03	2	2	Резцовый блок; Резец расточной 2141-0059 T15K6 ГОСТ 18883-73				Wz=130±0,02;Wx=56±0,08		ø179,2 ^{+0,4} мм		
T04	3	3	Резцовый блок; Резец расточной 2141-0059 T30K4 ГОСТ 18883-73				Wz=130±0,02;Wx=56±0,08		ø180 ^{+0,04} мм		
T05	4	4	РезцедержательСУ-3748 с дополнительным зажимом СУ-3015А;								
06			Резец проходной упорный 2103-0011 T15K6 ГОСТ 18879-73				Wz=55±0,5;Wx=152±0,15		ø250-1,15 мм		
КНИ										97	

							1	3
			ТПУ ИФВТ Группа 4A21	ФЮРА.301258.001				
							У	
			Оборудование, устройства ЧПУ	Особые указания				
			Станок токарный ТС-35 с ЧПУ FANUC 21i-T					
			Кодирование информации, содержание кадра					
			%	N215 X0. Z3.0 M3				
			OFM2(FILENAME = FM2)	N220 G1 Z-10.262 F0.				
			N20 G21 G40 G90 G80	N225 G0 Z3.0				
			N25 G28 U0	N230 G28 U0				
			N30 G28 W125.0	N235 G28 W125.0				
			(OPERATION: ROUGH FACE торец1)	(OPERATION: DRILL отверстие1)				
			N40 T101	N245 T303				
			N45 M8	N250 G97 S0				
			N50 G92 S4500	N255 Z3.0 M3				
			N55 G96 S0	N260 G83 X0 Z-52.013 Q3000 F0.				
			N60 G0 X266.0 Z3.0 M3	N265 G80				
			N65 X264.413 Z-3.9	N270 G28 U0				
			N70 G1 X-1587 F0.	N275 G28 W125.0				
			N75 Z0.	(OPERATION: ROUGH BORE расточка1)				
			N80 X-0.88 Z0.354	N285 T404				
			N85 G0 Z3.0	N290 G92 S4500				
			(OPERATION: FINISH FACE торец1)	N295 G96 S0				
			N95 X266.0 T101	N300 X37.9 Z3.0 M3				
			N100 Z-4.0	N305 Z-10				
			N105 G1 X-1587 F0.	N310 G1 Z-41.794 F1.				
			N110 X3.778 Z-1.317	N315 X30.0				
			N115 G0 Z3.0	N320 X29.293 Z-41.44				
			(OPERATION: ROUGH TURN точение1)	N325 G0 Z-10				
			N125 X264.413 T101	N330 G1 X45.8				
			N130 X266.0 Z-1.794	N335 Z-41.794				
			N135 X252.1	N340 X37.9				
			N140 G1 Z-21.794 F0.	N345 X37.193 Z-41.44				
			N145 X260.0	N350 G0 Z-10				
			N150 X260.707 Z-21.44	N355 G1 X53.7				
			N155 G0 Z-1.794	N360 Z-41.794				
			N160 G1 X244.2	N365 X45.8				
			N165 Z-21.794	N370 X45.093 Z-41.44				
			N170 X252.1	N375 G0 Z-10				
			N175 X252.807 Z-21.44	N380 G1 X61.6				
			N180 G0 X266.0	N385 Z-41.794				
			N185 Z3.0	N390 X53.7				
			N190 G28 U0	N395 X52.993 Z-41.44				
			N195 G28 W125.0	N400 G0 Z-10				
			(OPERATION: SPOTDRILL отверстие1)	N405 G1 X69.5				
			N205 T202	N410 Z-41.794				
			N210 G97 S0	N415 X61.6				
				Разраб.	Стрыгин К.В.			
				Н контр.	Полжиков В.П.			

Дирл.
Взам.
Подл.

								3	3
				ТПУ ИФВТ Группа 4A21	ФЮРА.301258.001				
								У	
				Оборудование, устройство ЧПУ	Особые указания				
				Станок токарный ТС-35 с ЧПУ FANUC 21i-T					
				Кодирование информации, содержание кадра					
				N830 X180.093 Z-7.546	N1035 Z3.0				
				N835 G0 Z-1.0	N1040 G28 U0				
				N840 G1 X195.3	N1045 G28 W0				
				N845 Z-7.9	N1050 M30				
				N850 X188.05					
				N855 X187.343 Z-7.546					
				N860 G0 Z-1.0					
				N865 G1 X202.55					
				N870 Z-7.9					
				N875 X195.3					
				N880 X194.593 Z-7.546					
				N885 G0 Z-1.0					
				N890 G1 X209.8					
				N895 Z-7.9					
				N900 X202.55					
				N905 X201.843 Z-7.546					
				N910 G0 Z-1.0					
				(OPERATION: SEMI-FINISH BORE расточка1)					
				N920 T404					
				N925 X209.9					
				N930 G1 Z-7.95 F0.					
				N935 X153.587					
				N940 G2 X151.9 Z-8.794 R0.844					
				N945 G1 Z-13.95					
				N950 X126.588					
				N955 G2 X124.9 Z-14.794 R0.844					
				N960 G1 Z-40.794					
				N965 X119.535 Z-38.111					
				N970 G0 X119.0					
				(OPERATION: FINISH BORE расточка1)					
				N980 Z-1.0 T404					
				N985 X210.0					
				N990 G1 Z-8.0 F0.					
				N995 X153.587					
				N1000 G2 X152.0 Z-8.794 R0.794					
				N1005 G1 Z-14.0					
				N1010 X126.588					
				N1015 G2 X125.0 Z-14.794 R0.794					
				N1020 G1 Z-40.794					
				N1025 X119.635 Z-38.111					
				N1030 G0 X119.0					
					Разраб.	Стрыгин К.В.			
					Н. контр.	Полжиков В.П.			

Дирл.
Взам.
Подл.

							2	3
				ТПУ ИФВТ Группа 4A21	ФЮРА.301258.001			
							У	
				Оборудование, устройство ЧПУ	Особые указания			
				Станок токарный ТС-35 с ЧПУ FANUC 21i-T				
				Кодирование информации, содержание кадра				
				N420 X60.893 Z-4.144	N625 G1 X124.093 Z-14.44			
				N425 G0 Z-1.0	N630 G0 Z-1.0			
				N430 G1 X77.4	N635 G1 X138.3			
				N435 Z-4.1794	N640 Z-13.9			
				N440 X69.5	N645 X131.55			
				N445 X68.793 Z-4.144	N650 X130.843 Z-13.546			
				N450 G0 Z-1.0	N655 G0 Z-1.0			
				N455 G1 X85.3	N660 G1 X145.05			
				N460 Z-4.1794	N665 Z-13.9			
				N465 X77.4	N670 X138.3			
				N470 X76.693 Z-4.144	N675 X137.593 Z-13.546			
				N475 G0 Z-1.0	N680 G0 Z-1.0			
				N480 G1 X93.2	N685 G1 X151.8			
				N485 Z-4.1794	N690 Z-13.9			
				N490 X85.3	N695 X145.05			
				N495 X84.593 Z-4.144	N700 X144.343 Z-13.546			
				N500 G0 Z-1.0	N705 G0 Z-1.0			
				N505 G1 X101.1	N710 G1 X159.05			
				N510 Z-4.1794	N715 Z-7.9			
				N515 X93.2	N720 X153.587			
				N520 X92.493 Z-4.144	N725 G2 X151.8 Z-8.794 R0.894			
				N525 G0 Z-1.0	N730 G1 X151.093 Z-8.44			
				N530 G1 X109.0	N735 G0 Z-1.0			
				N535 Z-4.1794	N740 G1 X166.3			
				N540 X101.1	N745 Z-7.9			
				N545 X100.393 Z-4.144	N750 X159.05			
				N550 G0 Z-1.0	N755 X158.343 Z-7.546			
				N555 G1 X116.9	N760 G0 Z-1.0			
				N560 Z-4.1794	N765 G1 X173.55			
				N565 X109.0	N770 Z-7.9			
				N570 X108.293 Z-4.144	N775 X166.3			
				N575 G0 Z-1.0	N780 X165.593 Z-7.546			
				N580 G1 X124.8	N785 G0 Z-1.0			
				N585 Z-4.1794	N790 G1 X180.8			
				N590 X116.9	N795 Z-7.9			
				N595 X116.193 Z-4.144	N800 X173.55			
				N600 G0 Z-1.0	N805 X172.843 Z-7.546			
				N605 G1 X131.55	N810 G0 Z-1.0			
				N610 Z-13.9	N815 G1 X188.05			
				N615 X126.588	N820 Z-7.9			
				N620 G2 X124.8 Z-14.794 R0.894	N825 X180.8			
					Разраб.	Стрыгин К.В.		
					Н. контр.	Полжиков В.П.		

Дир.
 Взам.
 Подп.

							1	3
				ТПУ ИФВТ Группа 4A21	ФЮРА.301258.001			
							У	
				Оборудование, устройства ЧПУ	Особые указания			
				Станок токарный ТС-35 с ЧПУ FANUC 21i-T				
				Кодирование информации, содержание кадра				
				N425 Z-0.1929	(OPERATION: FINISH BORE расточка1)			
				N430 X4.5	N635 Z0.1181 T202			
				N435 X4.4722 Z-0.179	N640 X7.0866			
				N440 G0 Z0.1181	N645 G1 Z-0.1969 F0.0059			
				N445 G1 X5.2368	N650 X16373			
				N450 Z-0.1929	N655 X14261 Z-0.0912			
				N455 X4.8684	N660 G0 X1.3386			
				N460 X4.8406 Z-0.179	N665 Z0.1181			
				N465 G0 Z0.1181	N670 G28 U0			
				N470 G1 X5.6052	N675 G28 W0			
				N475 Z-0.1929	N680 M30			
				N480 X5.2368				
				N485 X5.2089 Z-0.179				
				N490 G0 Z0.1181				
				N495 G1 X5.9736				
				N500 Z-0.1929				
				N505 X5.6052				
				N510 X5.5773 Z-0.179				
				N515 G0 Z0.1181				
				N520 G1 X6.342				
				N525 Z-0.1929				
				N530 X5.9736				
				N535 X5.9457 Z-0.179				
				N540 G0 Z0.1181				
				N545 G1 X6.7103				
				N550 Z-0.1929				
				N555 X6.342				
				N560 X6.3141 Z-0.179				
				N565 G0 Z0.1181				
				N570 G1 X7.0787				
				N575 Z-0.1929				
				N580 X6.7103				
				N585 X6.6825 Z-0.179				
				N590 G0 Z0.1181				
				(OPERATION: SEMI-FINISH BORE расточка1)				
				N600 T202				
				N605 X7.0827				
				N610 G1 Z-0.1949 F0.0118				
				N615 X16373				
				N620 X14261 Z-0.0893				
				N625 G0 X1.3386				
					Разраб.	Стрыгин К.В.		
					Н. контр.	Полжиков В.П.		

Дир.

Взам.

Подл.

							1	3
				ТПУ ИФВТ Группа 4A21	ФЮРА.301258.001			
							У	
				Оборудование, устройства ЧПУ	Особые указания			
				Станок токарный ТС-35 с ЧПУ FANUC 21i-T				
				Кодирование информации, содержание кадра				
				QFM3(FILENAME = FM3)	N220 G28 W4.9213			
				N20 G20 G40 G90 G80	(OPERATION: ROUGH BORE расточка1)			
				N25 G28 U0	N230 T202			
				N30 G28 W4.9213	N235 G92 S4500			
				(OPERATION: ROUGH FACE торец1)	N240 G96 S0			
				N40 T101	N245 X2.2897 Z0.1181 M3			
				N45 M8	N250 G1 Z-0.1929 F0.0276			
				N50 G92 S4500	N255 X1.9213			
				N55 G96 S0	N260 X1.8934 Z-0.179			
				N60 G0 X10.1575 Z0.1181 M3	N265 G0 Z0.1181			
				N65 X10.095 Z-0.1555	N270 G1 X2.658			
				N70 G1 X1.8588 F0.0276	N275 Z-0.1929			
				N75 Z0.	N280 X2.2897			
				N80 X1.8866 Z0.0139	N285 X2.2618 Z-0.179			
				N85 G0 X10.095	N290 G0 Z0.1181			
				N90 G1 Z-0.311	N295 G1 X3.0264			
				N95 X1.8588	N300 Z-0.1929			
				N100 Z-0.1555	N305 X2.658			
				N105 X1.8866 Z-0.1416	N310 X2.6302 Z-0.179			
				N110 G0 Z0.1181	N315 G0 Z0.1181			
				(OPERATION: FINISH FACE торец1)	N320 G1 X3.3948			
				N120 X10.1575 T101	N325 Z-0.1929			
				N125 Z-0.315	N330 X3.0264			
				N130 G1 X1.8588 F0.0118	N335 X2.9986 Z-0.179			
				N135 X2.07 Z-0.2093	N340 G0 Z0.1181			
				N140 G0 Z0.1181	N345 G1 X3.7632			
				(OPERATION: ROUGH TURN точение1_1)	N350 Z-0.1929			
				N150 X10.095 T101	N355 X3.3948			
				N155 X10.1575 Z0.0869	N360 X3.367 Z-0.179			
				N160 X9.8504	N365 G0 Z0.1181			
				N165 G1 Z-1.6061 F0.0118	N370 G1 X4.1316			
				N170 X9.9213	N375 Z-0.1929			
				N175 X9.9491 Z-1.5921	N380 X3.7632			
				N180 G0 Z0.1181	N385 X3.7354 Z-0.179			
				(OPERATION: FINISH TURN точение1_1)	N390 G0 Z0.1181			
				N190 X9.8425 T101	N395 G1 X4.5			
				N195 G1 Z-1.6061 F0.0059	N400 Z-0.1929			
				N200 X10.0537 Z-1.5004	N405 X4.1316			
				N205 G0 X10.1575	N410 X4.1038 Z-0.179			
				N210 Z0.1181	N415 G0 Z0.1181			
				N215 G28 U0	N420 G1 X4.8684			
					Разраб.	Стрыгин К.В.		
					Н. контр.	Полжиков В.П.		

Дирл.
Взам.
Подл.

										ГОСТ 3.1404 – 86				Форма 3				
														4	1			
Разраб.		Стрыгин К.В.						НИИ ТПУ		ФЮРА.301258.001						ИФВТ 4А21		
Провер.		Должиков В.П.																
Н.контр.													1	1	3	017		
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД		Профиль, разм., заготовка			МЗ		КО
Контрольная				Сталь 20 ГОСТ 1050-88				НВ 10 ⁻¹		кг	7,58					14,77		1
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы				То		Тв		Тпз		Тшт		Сож		
										3				13				
Р	Содержание перехода						То	D или B		L		t		i		S	n	V
O1	1. Контролировать размеры канавок: R1±0,125 мм; 2±0,125 мм; 3,5±0,15 мм; 2±0,125 мм; ϕ50,8 ^{+0,74} мм.																	
T2	Штангенциркуль ШЦ- I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89; Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126-66; Штангенциркуль ШЦЦ- I-125-0,01-1 ГОСТ 166-89.																	
O3	2. Контролировать размеры ступенчатого отверстия: ϕ210 ^{+0,046} мм; 4±0,15 мм; ϕ152 ⁺¹ мм; 10±0,18 мм; ϕ125 ^{+0,245} _{-0,145} мм; ; 10±0,5 мм; ϕ48,8 ^{+0,62} мм																	
O4	ϕ180 ^{+0,04} мм; 5±0,15 мм; R0,3max																	
T5	Штангенциркуль ШЦЦ- I -250-0,01-1 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ- II-250-0,05-1 ГОСТ 166-89; Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126-66.																	
O6	3. Контролировать габаритные размеры: ϕ252 _{-1,3} мм; 32 _{-0,62} .																	
T7	Штангенциркуль ШЦ- II-250-0,05-1 ГОСТ 166-89.																	
O8	4. Контролировать шероховатость: Ra 6,3 и Ra 1,6.																	
T9	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.																	
ОК		Операционная карта															105	

										ГОСТ 3.1404 – 86				Форма 3		
Дубл.																
Взам.																
Подп.																
														4	1	
Разраб.	Стрыгин К.В.			НИИ ТПУ		ФЮРА.301258.001						ИФВТ 4А21				
Провер.	Должиков В.П.															
Н.контр.													1	1	4	020
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка			МЗ	КО	
Горизонтально-расточная				Сталь 20 ГОСТ 1050-88			НВ 10 ⁻¹		кг	7,58				14,77	1	
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тпз	Тшт	Сож					
Горизонтально-расточной станок 2А622							42	6	2	68	RATAK					
Р	Содержание перехода			То	Д или В	L	t	i	S	n	V					
O01	А. Установить и закрепить заготовку на приспособление на поворотном столе															
O02	Базы: Внутренняя цилиндрическая поверхность и обработанная поверхность															
T03	Прихваты ГОСТ 4735-69															
O04	1. Фрезеровать лыски, выдерживая размер 247 _{-1,15} мм															
T05	Фреза торцевая Ø40,0 мм Т15К6 RA365-038С4-S15М; Оправка для насадных торцовых фрез КМ2/16мм Тип 7430; Патрон цанговый MS5-ER32;															
T06	Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1-1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93															
P07	247 _{-1,15} 32 1,5 1 0,8 2500 229,9															
O08	2. Фрезеровать цилиндрическую поверхность для центровки отверстий, выдерживая размеры: 37°±30' и 143°±30', 16±0,215 мм, 13±0,215 мм															
T09	Фреза концевая Ø8 мм 2220-0009 Р6М5 ГОСТ 17025-71; Патрон цанговый MS5-ER32; Измерительная головка Renishaw PH10;															
T10	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89															
P11	1 3 1 1 0,04 1500 23,5															
O12	3. Центровать заготовку под сверление, выдерживая размеры: 37°±30' и 143°±30', 16±0,215 мм, 15±0,215 мм, 13±0,215 мм															
T13	Центр. св. Ø2мм 2317-0111 Р6М5 ГОСТ 14952-75; Патрон цанговый MS5-ER32;															
OK	Операционная карта													107		

										ГОСТ 3.1404 – 86					форма 2а	
Дубл.																
Взам.																
Подп.																
															3	
										ФЮРА.301258.001					ИФВТ 4А21	
Р	Содержание перехода						То	Д или В	L	t	i	S	n	V		
Р32								ø17 ^{+0,43}	6±0,15	6	1	0,25	300	26		
О33	8. Сверлить отверстие, выдерживая размеры: ø8,5 ^{+0,36} мм, 30±0,26 мм															
Т34	Сверло ø8,5мм 2301-3572 Р6М5 ГОСТ 10903-77; Патрон цанговый 1-30-25-100 ГОСТ 25539-85;															
Т35	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93															
Р36								ø8,5 ^{+0,36}	30±0,26	30	1	0,27	300	18		
О37	9. Цековать отверстие, выдерживая размеры ø22 ^{+0,52} мм, 12±0,215 мм															
Т38	Цековка ø22мм 2350-0805 Р6М5 ГОСТ 26258-87; Патрон цанговый MS5-ER32; Цапфа 6020-0543 ГОСТ 26259-87;															
Т39	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93															
Р40								ø22 ^{+0,52}	12±0,215	12	1	0,7	300	24		
О41	10. Сверлить пилотное отверстие под глубокое сверление, выдерживая размеры: ø6 ^{+0,3} мм, 20±1мм															
Т42	Сверло ø6мм 2301-3555 Р6М5 ГОСТ 10903-77; Патрон цанговый MS5-ER32;															
Т43	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93															
Р44								ø6 ^{+0,3}	20±1	20	1	0,26	300	15		
О45	11. Сверлить глубокое отверстие, выдерживая размеры: ø6 ^{+0,3} мм, 55±1 мм															
Т46	Ружейное сверло CoroDrill 428.9 ø6мм (Sandvik); Патрон цанговый MS5-ER32; Измерительная головка Renishaw;															
Т47	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93															
Р48								ø6 ^{+0,3}	55±1	5	11	0,26	300	21		
О49	12. Сверлить отверстие, выдерживая размеры: ø8,5 ^{+0,36} мм, 30±0,26 мм															
ОК		Операционная карта													109	

[illegible]

[illegible]

Technical drawing of a circular mechanical part, showing a top view and two cross-sections (E-E and Γ-Γ).

Top View:

- Outer diameter: $\phi 193 \pm 0,575$
- Inner diameter: $\phi 140 \pm 0,18$
- Radius of the inner hole: $R10 \pm 0,18$
- Surface texture: $\sqrt{Ra} 6,3$
- Angular dimensions: $22^\circ 30' \pm 5'$ and $45^\circ \pm 1'$
- Section lines: E-E and Γ-Γ
- Dimension $20^{+0,52}$ with note "2 паза" (2 grooves)
- Dimension $12 \pm 0,215$

Cross-section E-E:

- Outer diameter: $\phi 32^{+0,62}$
- Inner diameter: $\phi 14^{+0,43}$
- Wall thickness: 8 мм
- Bottom thickness: $14^{+0,18}_{-0,80}$
- Bottom radius: $R2$

Cross-section Γ-Γ:

- Outer diameter: $\phi 32^{+0,62}$
- Inner diameter: $\phi 14^{+0,43}$
- Wall thickness: 8 мм
- Bottom thickness: $24^{+0,18}_{-0,80}$
- Bottom radius: $R2$

OK

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 4		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
													1	1	
Разраб.	Стрыгин К.В.						НИИ ТПУ		ФЮРА.301258.001			ФВТМ 4А21			
Пров.	Должиков В.П.														
												1	1	6	
Н. контр.							Координатно- расточная с ЧПУ деталь «Крышка»								
У	Опер.	Обозначение детали, программы, оборудования, устройства ЧПУ													
Т	Пер.	ПИ	Вспомогательный и режущий инструмент (код, наименование)						Наладочные размеры			Коррект. разм.		НК	
У01		24К40СФ4 станок координатно-расточный с ЧПУ													
Т02	1	1	Фреза концевая Ø8 мм 2220-0009 Р6М5 ГОСТ 17025-71;												
03			Патрон цанговый 1-30-12-100 ГОСТ 26539-85						Wz = 92 ± 0,015			8±0,18 мм			
Т04	2	2	Центр. св. Ø4мм 2317-0111 Р6М5 ГОСТ 14952-75;												
05			Патрон цанговый 1-30-25-100 ГОСТ 26539-85						Wz = 70 ± 0,05			2 мм			
Т06	3	3	Сверло Ø13мм 2301-3597 Р6М5 ГОСТ 10903-77;												
07			Патрон цанговый 1-30-25-100 ГОСТ 26539-85						Wz = 115 ± 0,05			Ø13 ^{+0,43} мм			
Т08	4	4	Расточная головка 391.90-14-040-09-АС Т15К6;												
09			Патрон цанговый 1-30-25-100 ГОСТ 26539-85						Wz = 100 ± 0,04			Ø14 ^{+0,43} мм			
Т10	5	5	Цековка Ø32мм 2350-0815 Р6М5 ГОСТ 26258-87;												
11			Цапфа 6020-0563 ГОСТ 26259-87;												
12			Патрон цанговый 1-30-30-110 ГОСТ 26539-85						Wz = 120 ± 0,04			Ø32 ^{+0,62} мм			
КНИ														119	

								1	3
				ТПУ ИФВТ Группа 4A21	ФЮРА.301258.001				
								У	
				Оборудование, устройство ЧПУ	Особые указания				
				Станок координатно-расточной 24K40СФ10 SINUMERIC 840D					
				Кодирование информации, содержание кадра					
				N5 G54 SUPA D0	N210 G0 G1 X96.5 Y0.				
				N10 G17 G21 G94 G90 G64 SOFT	N215 Z25.0 M8				
				N15 G17 G68 X0. Y0. R22.5	N220 Z3.0				
				N20 T1	N225 MCALL Cycle81(10,0,3.0,13.142)				
				N25 M6	N230 X96.5 Y0.				
				N30 D1	N235 MCALL				
				N35 M01	N240 Z25.0				
				N40 S1269 M3	N245 G17 G68 X0. Y0. R45				
				N45 G0 G1 X96.5 Y0.	N250 G0 G1 X96.5 Y0.				
				N50 Z25.0 M8	N255 Z25.0 M8				
				N55 Z3.0	N260 Z3.0				
				N60 F0.	N265 MCALL Cycle81(10,0,3.0,13.142)				
				N65 MCALL Cycle81(10,0,3.0,13.142)	N270 X96.5 Y0.				
				N70 X96.5 Y0.	N275 MCALL				
				N75 MCALL	N280 Z25.0				
				N80 Z25.0	N285 G17 G68 X0. Y0. R45				
				N85 G17 G68 X0. Y0. R45	N290 G0 G1 X96.5 Y0.				
				N90 G0 G1 X96.5 Y0.	N295 Z25.0 M8				
				N95 Z25.0 M8	N300 Z3.0				
				N100 Z3.0	N305 MCALL Cycle81(10,0,3.0,13.142)				
				N105 MCALL Cycle81(10,0,3.0,13.142)	N310 X96.5 Y0.				
				N110 X96.5 Y0.	N315 MCALL				
				N115 MCALL	N320 Z25.0				
				N120 Z25.0	N325 G17 G68 X0. Y0. R45				
				N125 G17 G68 X0. Y0. R45	N330 G0 G1 X96.5 Y0.				
				N130 G0 G1 X96.5 Y0.	N335 Z25.0 M8				
				N135 Z25.0 M8	N340 Z3.0				
				N140 Z3.0	N345 MCALL Cycle81(10,0,3.0,13.142)				
				N145 MCALL Cycle81(10,0,3.0,13.142)	N350 X96.5 Y0.				
				N150 X96.5 Y0.	N355 MCALL				
				N155 MCALL	N360 Z25.0				
				N160 Z25.0	N365 G17 G68 X0. Y0. R45				
				N165 G17 G68 X0. Y0. R45	N370 T2				
				N170 G0 G1 X96.5 Y0.	N375 M6				
				N175 Z25.0 M8	N380 D2				
				N180 Z3.0	N385 M01				
				N185 MCALL Cycle81(10,0,3.0,13.142)	N390 G94				
				N190 X96.5 Y0.	N395 S509 M3				
				N195 MCALL	N400 G4F4				
				N200 Z25.0	N405 G0 X96.5 Y0.				
				N205 G17 G68 X0. Y0. R45	N410 Z25.0 M8				
					Разраб.	Стрыгин К.В.			
					Н. контр.	Полжиков В.П.			

Дир.
 Взам.
 Подп.

							2	3
				ТПУ ИФВТ Группа 4A21	ФЮРА.301258.001			
							У	
				Оборудование устройства ЧПУ	Особые указания			
				Станок координатно-расточной 24К40СФ10 SINUMERIC 840D				
				Кодирование информации, содержание кадра				
				N415 Z3.0	N620 MCALL Cycle83(10,0,3.0,38.606,14.0,0.8,11,2)			
				N420 MCALL Cycle83(10,0,3.0,38.606,14.0,0.8,11,2)	N625 X96.5 Y0.			
				N425 X96.5 Y0.	N630 MCALL			
				N430 MCALL	N635 Z25.0			
				N435 Z25.0	N640 G17 G68 X0. Y0. R45			
				N440 G17 G68 X0. Y0. R45	N645 G0 X96.5 Y0.			
				N445 G0 X96.5 Y0.	N650 Z25.0 M8			
				N450 Z25.0 M8	N655 Z3.0			
				N455 Z3.0	N660 MCALL Cycle83(10,0,3.0,38.606,14.0,0.8,11,2)			
				N460 MCALL Cycle83(10,0,3.0,38.606,14.0,0.8,11,2)	N665 X96.5 Y0.			
				N465 X96.5 Y0.	N670 MCALL			
				N470 MCALL	N675 Z25.0			
				N475 Z25.0	N680 G17 G68 X0. Y0. R45			
				N480 G17 G68 X0. Y0. R45	N685 G0 X96.5 Y0.			
				N485 G0 X96.5 Y0.	N690 Z25.0 M8			
				N490 Z25.0 M8	N695 Z3.0			
				N495 Z3.0	N700 MCALL Cycle83(10,0,3.0,38.606,14.0,0.8,11,2)			
				N500 MCALL Cycle83(10,0,3.0,38.606,14.0,0.8,11,2)	N705 X96.5 Y0.			
				N505 X96.5 Y0.	N710 MCALL			
				N510 MCALL	N715 Z25.0			
				N515 Z25.0	N720 G17 G68 X0. Y0. R45			
				N520 G17 G68 X0. Y0. R45	N725 T3			
				N525 G0 X96.5 Y0.	N730 M6			
				N530 Z25.0 M8	N735 D3			
				N535 Z3.0	N740 M01			
				N540 MCALL Cycle83(10,0,3.0,38.606,14.0,0.8,11,2)	N745 G94			
				N545 X96.5 Y0.	N750 S238 M3			
				N550 MCALL	N755 G4 F4			
				N555 Z25.0	N760 G0 X96.5 Y0.			
				N560 G17 G68 X0. Y0. R45	N765 Z25.0 M8			
				N565 G0 X96.5 Y0.	N770 Z3.0			
				N570 Z25.0 M8	N775 F1			
				N575 Z3.0	N780 MCALL Cycle81(10,0,3.0,18.0)			
				N580 MCALL Cycle83(10,0,3.0,38.606,14.0,0.8,11,2)	N785 X96.5 Y0.			
				N585 X96.5 Y0.	N790 MCALL			
				N590 MCALL	N795 Z25.0			
				N595 Z25.0	N800 G17 G68 X0. Y0. R45			
				N600 G17 G68 X0. Y0. R45	N805 G4 F4			
				N605 G0 X96.5 Y0.	N810 G0 X96.5 Y0.			
				N610 Z25.0 M8	N815 Z25.0 M8			
				N615 Z3.0	N820 Z3.0			
					Разраб.	Стрыгин К.В.		
					Н. контр.	Полжиков В.П.		

Дирл.
Взам.
Подл.

								3	3
				ТПУ ИФВТ Группа 4A21	ФЮРА.301258.001				
								У	
				Оборудование, устройство ЧПУ	Особые указания				
				Станок координатно-расточной 2К40СФ10 SINUMERIC 840D					
				Кодирование информации, содержание кадра					
				N825 F1	N1030 MCALL Cycle81(10,0,3,0,18,0)				
				N830 MCALL Cycle81(10,0,3,0,18,0)	N1035 X96.5 Y0.				
				N835 X96.5 Y0.	N1040 MCALL				
				N840 MCALL	N1045 Z25.0				
				N845 Z25.0	N1050 G17 G68 X0. Y0. R45				
				N850 G17 G68 X0. Y0. R45	N1055 G4 F4				
				N855 G4 F4	N1060 G0 X96.5 Y0.				
				N860 G0 X96.5 Y0.	N1065 Z25.0 M8				
				N865 Z25.0 M8	N1070 Z3.0				
				N870 Z3.0	N1075 F1				
				N875 F1	N1080 MCALL Cycle81(10,0,3,0,18,0)				
				N880 MCALL Cycle81(10,0,3,0,18,0)	N1085 X96.5 Y0.				
				N885 X96.5 Y0.	N1090 MCALL				
				N890 MCALL	N1095 Z25.0				
				N895 Z25.0	N1100 G17 G68 X0. Y0. R45				
				N900 G17 G68 X0. Y0. R45	N1105 G4 F4				
				N905 G4 F4	N1110 G0 X96.5 Y0.				
				N910 G0 X96.5 Y0.	N1115 Z25.0 M8				
				N915 Z25.0 M8	N1120 Z3.0				
				N920 Z3.0	N1125 F1				
				N925 F1	N1130 MCALL Cycle81(10,0,3,0,18,0)				
				N930 MCALL Cycle81(10,0,3,0,18,0)	N1135 X96.5 Y0.				
				N935 X96.5 Y0.	N1140 MCALL				
				N940 MCALL	N1145 Z25.0				
				N945 Z25.0	N1150 Z150M9				
				N950 G17 G68 X0. Y0. R45	N1155 X0Y0M5				
				N955 G4 F4	N1160 G54 SUPA D0				
				N960 G0 X96.5 Y0.	N1165 G75 FP=1 Y1=0 Z1=0				
				N965 Z25.0 M8	N1170 M30				
				N970 Z3.0					
				N975 F1					
				N980 MCALL Cycle81(10,0,3,0,18,0)					
				N985 X96.5 Y0.					
				N990 MCALL					
				N995 Z25.0					
				N1000 G17 G68 X0. Y0. R45					
				N1005 G4 F4					
				N1010 G0 X96.5 Y0.					
				N1015 Z25.0 M8					
				N1020 Z3.0					
				N1025 F1					
					Разраб.	Стрыгин К.В.			
					Н. контр.	Полжиков В.П.			

Дирл.
Взам.
Подл.

[illegible]

[illegible]

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
										1		1		
Разраб.	Стрыгин К.В.			НИИ ТПУ	ФЮРА.301258.001				ИФВТ 4А21					
Провер.	Должиков В.П.													
Н.контр.											1	1	9	052
Наименование операции				Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка			МЗ		КОИ
Контрольная				Сталь 20 ГОСТ 1050-88		НВ 10 ⁻¹	кг	7,58				14,77		1
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт		Сож			
							12		55					
Р	Содержание перехода				То	Д или В	L	t	i	S	n	V		
O1	1. Контролировать размеры боковых ступенчатых отверстий: $\varnothing 17^{+0,43}$ мм; $6\pm 0,15$ мм; : $\varnothing 10,2^{+0,43}$ мм; $34\pm 0,31$ мм; $15\pm 0,215$ мм.													
T2	Штангенциркуль ШЦ-I -150-0,05-1 ГОСТ 166-89.													
O3	2. Контролировать размеры глубоких ступенчатых отверстий: $\varnothing 22^{+0,52}$ мм; $12\pm 0,215$ мм; $\varnothing 8,5^{+0,36}$ мм; $30\pm 0,26$ мм; $\varnothing 6^{+0,3}$ мм;													
O4	55 ± 1 мм; 83 ± 1 мм; $13\pm 0,215$ мм; $16\pm 0,215$ мм.													
T5	Штангенциркуль ШЦ-I -150-0,05-1 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ-I -125-0,1-1 ГОСТ 166-89.													
O6	3. Контролировать размеры трех сквозных отверстий: $\varnothing 6^{+0,3}$ мм; $\varnothing 110\pm 0,435$ мм; 120°													
T7	Штангенциркуль ШЦ-I -150-0,05-1 ГОСТ 166-89; Измерительная головка Renishaw PH10; Штангенциркуль ШЦ-I -125-0,1-1 ГОСТ 166-89.													
O8	4. Контролировать размеры точного ступенчатого отверстия: $\varnothing 11,5^{+0,43}$ мм; $\varnothing 12^{+0,043}_{+0,016}$ мм, $18_{-0,36}$ мм.													
T9	Штангенциркуль ШЦ-I -150-0,01-1 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ-I -125-0,1-1 ГОСТ 166-89.													
O9	5. Контролировать размеры восьми ступенчатых отверстий: $\varnothing 14^{+0,43}$ мм; $10\pm 0,5$ мм; $\varnothing 32^{+0,62}$ мм; $18\pm 0,215$ мм; $\varnothing 193\pm 0,57$ мм; $22^\circ 30'$; $45^\circ \pm 1'$													
T10	Измерительная головка Renishaw PH10; Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05-1 ГОСТ 166-89.													
O11	6. Контролировать размеры глухих отверстий: $\varnothing 10^{+0,36}$ мм; $9\pm 0,18$ мм; $11\pm 0,215$ мм; 37° ; $R70\pm 0,5$ мм; $R42,5\pm 0,5$ мм.													
T12	Измерительная головка Renishaw PH10; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01-1 ГОСТ 166-89.													
OK	Операционная карта													127

