

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 621.81-2:62-214

Студент

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4A21	Кандерский Виталий Александрович		14.06.2016

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гавриков Н.А.	-		06.06.2016

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		23.05.2016

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт физики высоких технологий

Направление 15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов

Кафедра Физика высоких технологий в машиностроении

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой, д.ф.-м.н., профессор

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4A21	Кандерскому Виталию Александровичу

Тема работы:

Технологическая подготовка производства изготовления детали «Крышка» на станках с ЧПУ	
Утверждена приказом ректора (дата, номер)	<u>17.03.2016 2110/С</u>

Срок сдачи студентом выполненной работы:	<u>10.06.2016</u>
--	-------------------

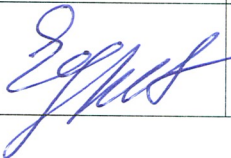
ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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

ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	Анищенко Ю.В.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	09 февраля 2016
---	-----------------

Задание выдал руководитель:

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	К.Т.Н.		09.02.16.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4A21	Кандерский Виталий Александрович		09.02.2016

Реферат

Выпускная квалификационная работа 72 страницы, 13 рисунков, 23 таблицы, 15 источников, страниц альбомной документации.

Ключевые слова: крышка, крышка для выходного вала, машиностроение, технологический процесс.

Объектом исследования является деталь типа «Крышка».

Цель работы – разработка технологии производства детали «Крышка».

В процессе работы проведены теоретические исследования существующих технологических процессов, используемых в машиностроительном производстве, сделан сравнительный анализ их достоинств и недостатков. Также были проведены исследования и определено необходимое оборудование для производства данной детали. Рассчитаны и назначены припуски на механическую обработку, режимы обработки, было произведено техническое нормирование, а также рассчитано точность параметров средств технологического оснащения.

Результатом данной работы является технологический процесс изготовления детали «Крышка», применимого для реального производства, где есть необходимые оборудование.

Эффективность спроектированного технологического процесса определяется экономическими расчетами.

Содержание

Введение

1. Технологическая подготовка производства.....	7
1.1. Этапы ТПП.....	7
1.2. Анализ эксплуатационных свойств детали.....	8
2. Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	9
2.1. Анализ технологичности конструкции детали.....	11
2.2. Способ получения заготовки.....	13
2.3. Проектирование технологического маршрута.....	14
2.4. Проектирование технологических операций.....	18
2.4.1. Расчет припусков на обработку.....	25
2.4.2. Выбор средств технологического оснащения.....	27
2.4.3. Выбор и расчет режимов резания.....	31
2.4.4. Нормирование технологических переходов и расчет основного времени.....	37
2.5. Разработка управляющих программ.....	41
2.6. Размерный анализ технологического процесса.....	47
2.7. Техничко-экономические показатели технологического процесса.....	48
2.8. Проектирование и выбор средств технологического оснащения.....	51
2.8.1. Выбор, обоснование и принцип работы.....	51
2.8.2. Расчет погрешности базирования и установки заготовки.....	51
2.8.3. Расчет усилий зажима заготовки.....	52
3. Гибкие производственные модули.....	54
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	57
4.1. Расчет затрат на изготовление детали.....	57
4.2. Анализ безубыточности изготовления детали.....	59
5. Социальная ответственность.....	62
5.1. Производственная безопасность.....	62
5.1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе производства детали.....	62
5.1.2. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действий опасных и вредных факторов.....	65
5.2. Экологическая безопасность.....	66
5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	67
5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	68
Заключение.....	70
Список литературы.....	71
Приложение А.....	73

Введение

Разработку технологического процесса изготовления любой машины начинают с глубокого изучения служебного назначения машины и критического анализа норм точности и технологических требований. Технология изготовления всех деталей машин так же ведется в строго определенной последовательности и выполняется с применением общих положений и правил.

Технология машиностроения имеет связь с такими дисциплинами как теория резания, металлорежущие станки и инструменты, допуски, технические измерения, материаловедение и термическая обработка. Рассмотрение технологических вопросов без использования этих наук вообще не возможно.

Важнейшие современные направления развития технологии машиностроения по оптимизации режимов и процессов обработки, автоматизации серийного производства и управления технологическими процессами, применение технологических методов повышения эксплуатационных качеств изготавливаемых изделий в значительной мере основывается на достижениях математических наук, электронной, вычислительной и управляющей технике, кибернетике, робототехнике, металлофизике и других современных теоретических и технических наук.

Темой ВКР является разработка технологического процесса детали с применением станков ЧПУ. Необходимо составить технологический маршрут изготовления детали “Крышка”, составить карты наладки и расчетно-технологические карты на операции с применением станков с ЧПУ. Использование в механообработке деталей станков с ЧПУ позволяет модернизировать технологическую подготовку производства, перейти от практики разработки и применения индивидуальных технологических процессов к созданию унифицированных технологий. При этом технологическая унификация имеет две стороны, непрерывно связанные между собой: унификацию объектов производства и унификацию технологических процессов.

Технологический процесс должен обеспечивать изготовление детали заданного качества и объема выпуска, удовлетворять требованиям высокой производительности обработки, наименьшей себестоимости, безопасности и облегчения условий труда.

1 Технологическая подготовка производства (ТПП)

Технологическая подготовка производства (ТПП) - вид производственной деятельности предприятия (группы предприятий), обеспечивающей технологическую готовность производства к изготовлению изделий, отвечающих требованиям заказчика или рынка данного класса изделий. Задачей ТПП является обеспечение полной технологической готовности фирмы к производству новых изделий с заданными технико-экономическими показателями (высоким техническим уровнем, качеством изготовления, а также с минимальными трудовыми и материальными издержками при конкретном техническом уровне предприятия и планируемых объемах производства).

В процессе ТПП решаются следующие основные задачи:

- 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.

1.1 Этапы ТПП

1) Планирование ТПП.

-Прогнозирование, планирование и моделирование ТПП.

2) Оработка конструкции на технологичность.

-Оработка конструкции изделия, сборочных единиц на технологичность.

3) Технологическое проектирование.

-Распределение номенклатуры деталей и сборок между цехами и подразделениями предприятия.

-Разработка технологических маршрутов движения объектов производства.

-Разработка техпроцессов изготовления и контроля деталей, сборки и испытаний и прочей технологической документации.

4) Выбор оборудования.

-Выбор и обоснование универсального, специального, агрегатного и нестандартного оборудования.

5) Выбор и технологическое конструирование оснастки.

-Выбор необходимого специального, универсального и унифицированного оснащения.

- Проектирование (технологическое конструирование) оснастки.

6) Нормирование.

-Установление пооперационных технических норм времени всех технологических процессов.

1.2 Анализ эксплуатационных свойств детали

Надежность машин, как один из основных показателей качества, определяется, прежде всего, эксплуатационными свойствами их деталей и сборочных единиц включающими: усталостную прочность, коррозионную стойкость, износостойкость, точность посадок и др. Действие на машину циклических нагрузок может привести к усталостным разрушениям отдельных ее деталей. Ресурс машины, работающей в агрессивных коррозионных средах, в значительной степени определяется коррозионной стойкостью основных ее деталей. В результате действия значительных нагрузок на контактирующие поверхности деталей может произойти потеря их надежности из-за контактных разрушений. Надежность машин, определяемая точностью изготовления ее деталей, в значительной степени зависит от контактной жесткости их соединений. Установлено, что 70% выхода из строя машин определяется износом их деталей. Поэтому износостойкость играет особую роль в обеспечении надежности сборочных единиц, агрегатов, машин.

Эксплуатационные свойства детали, как правило, определяются качеством их рабочих поверхностей, формируемых при изготовлении или восстановлении. Поэтому задача технологического обеспечения качества поверхностного слоя детали является одной из важнейших при решении проблемы повышения надежности. Повышение надежности машин может быть обеспечено за счет применения эффективных технологических процессов изготовления и восстановления деталей, повышающих их износостойкость, усталостную прочность, коррозионную стойкость. Для этих целей применяются технологические процессы, упрочняющие поверхностный слой, придающие ему особые свойства. Сюда относятся как процессы химико-термической обработки, так и упрочняющая обработка, основанная на пластическом деформировании поверхностей. При применении методов поверхностной пластической

деформации в результате наклепа в поверхностных слоях видоизменяются форма и размеры кристаллических зерен, повышается твердость, и образуются сжимающие напряжения, способствующие повышению износостойкости и сопротивляемости усталостным разрушениям. При чистовой обработке резцом предел выносливости составляет 800 МПа. Надежность и долговечность изделий в значительной мере зависит от эксплуатационных свойств деталей и их соединений, которые могут быть определены с использованием методов математической статистики и теории вероятностей.

Проверка работоспособности конструкции детали выполняется с помощью CAE-системы (например, Delcam или CAD/CAE/PDM-системы WinMachine). Для данной детали были проведены расчеты на возникновение напряжений при ее эксплуатации. Моделирование и расчеты были выполнены в программе SolidWorks.

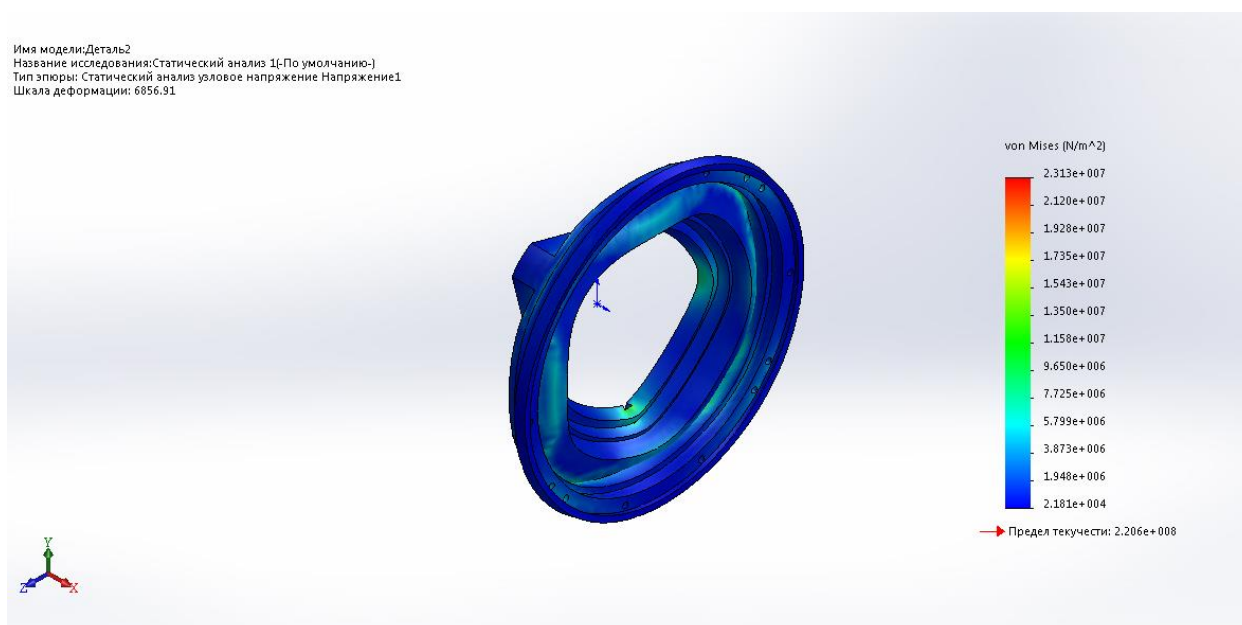


Рисунок 1 – Статически узловое напряжение модели

Из рисунка 1, видно, что максимальное напряжение намного меньше предела текучести. Из этого можно сделать вывод, что деталь работает в зоне упругой деформации.

2 Проектирование технологического процесса изготовления детали

Разработка технологических процессов (ТП) входит основным разделом в технологическую подготовку производства и выполняется на основе принципов «Единой системы технологической подготовки производства». Разрабатываемый технологический процесс должен быть прогрессивным, обеспечивать повышение

производительности труда и качества деталей, сокращение трудовых и материальных затрат на его реализацию, уменьшение вредных воздействий на окружающую среду.

Важным этапом разработок является нормирование технологического процесса. Нормирование включает: расчет и нормирование труда на выполнение процесса; определение разряда работ и обоснование профессий исполнителей для выполнения операций в зависимости от сложности этих работ; расчет норм расхода материалов, необходимых для реализации процесса. В ходе разработок определяются требования охраны труда. Целесообразность использования средств вычислительной техники при проектировании технологического процесса определяется в соответствии с требованиями стандартов ЕСТПП. На завершающем этапе разработок выбирают оптимальный вариант технологического процесса и рассчитывают его экономическую эффективность на основе существующих методик [1].

В соответствии с инструкцией технолог должен учесть, что отдел технического контроля (ОТК) ведет приемку законченной продукции цеха или участка и только на сложных ответственных деталях проводится контроль промежуточных операций.

Контроль промежуточных операций назначается, как правило, после выполнения ряда однотипных операций.

Например таких, как фрезерные, шлифовальные, штамповочные и т.п. производится после снятия заусенцев в соответствующих слесарных операциях.

При выборе оборудования надо руководствоваться следующим:

- оборудование должно быть наиболее простым для данной операции и обеспечивать оптимальные режимы обработки;
- оно должно обеспечивать заданную точность операции;
- мощность оборудования должна, по возможности, соответствовать наибольшей потребляемой при запроектированном режиме.

Технолог должен ясно представлять, каким оборудованием располагает участок, на котором предполагается вести обработку деталей, знать паспортные данные станков и их технологическую возможность.

Рекомендуется разделять черновые и чистовые операции, выполнять их на разных станках, желательного одного вида.

Все прецизионные оборудование должно использоваться только для окончательной обработки высокоточных деталей.

При назначении оснастки для каждой операции сначала рассматривается возможность применения универсальных приспособлений. В случае, когда невозможно применение или нерационально применение вышеуказанной оснастки, назначается специальная оснастка.

2.1 Анализ технологичности конструкции детали

Технологичность конструкции изделия определяется совокупностью свойств изделия позволяющих достигать оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Деталь «Крышка» изготавливается из стали 40Х ($C \approx 0,4\%$; $Cr \approx 1\%$; $Si < 0,27\%$; $Mn < 0,6\%$; $Ni < 0,3$; $P < 0,035\%$). Область применения этой стали довольно разнообразна хоть и сводится в большинстве своем к созданию из неё деталей вращения таких как: валы, оси, плунжеры, вал–шестерни, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, рейки, шпиндели, зубчатые венцы, оправки, полуоси, втулки и многих других деталей повышенной прочности, подвергающихся улучшению термообрабатываемым методом. В частности данная марка стали часто применяется для изготовления нерабочих элементов составного режущего инструмента (элементы, не подвергающиеся непосредственному контакту с обрабатываемой поверхностью детали): резцов с пластинами из быстрорежущей стали и с пластинами из твердого сплава (из этой стали изготавливается державка), зенкеров с пластинами из твердого сплава (корпус), разверток насадных (корпус), метчиков сварных (хвостовик). В основном сталь 40Х используется при производстве деталей машиностроения, и в некоторых случаях при производстве крепежа применяемого на открытом воздухе в случаях строительства автомобильных и железнодорожных мостов в местностях с северным климатом. Полезные свойства материала:

- высокая механическая прочность;
- устойчивость к резким перепадам температур;
- пониженная чувствительность к коррозии; что позволяет использовать изделия из этой стали на открытом воздухе и в некоторых агрессивных средах.

Внешние контуры детали позволяют получать заготовку с помощью горячеобъемной штамповки из круглого проката, что технологично.

Анализируя данную деталь с точки зрения технологичности ее изготовления можно отметить ряд положительных факторов:

- 1) при отсутствии норм на конструктивные элементы, их размеры назначены в соответствии со стандартизированным инструментом;
- 2) габаритные размеры детали и точности обработки его поверхностей обеспечиваются возможностями токарных станков.
- 3) конструкция детали позволяет обеспечивать свободный подвод и отвод режущего инструмента;
- 4) материал хорошо поддается механической обработке;
- 5) конструкция детали позволяет выполнять частичную обработку на станках с ЧПУ.

Для обработки детали используется точение, сверление, растачивание и развертывание. Самые точные поверхности 7 качества достижение которого требует затрат, однако он экономически достижим при тонком растачивании, что технологично. Расположение ступеней по возрастанию от одного конца к другому, повышает технологичность, так как обеспечивает свободный доступ инструмента и возможность за 2 установка обработать все поверхности. Деталь можно обрабатывать на токарных, фрезерных, координатно –расточных станках с ЧПУ.

При обработке применяются: 3х кулачковый патрон, призма и другие приспособления. Технологическими базами являются торцевые поверхности заготовки, ось заготовки, уступы и впадины по наружному и внутреннему диаметрам заготовки. Выполняется принцип совмещения баз. На протяжении всего технологического процесса используются почти одни и те же базы, поэтому выполняется принцип постоянства баз, что увеличивает точность обработки. Поэтому обеспечивается точность взаимного положения, погрешность минимальная, поэтому показателю деталь технологична. Деталь имеет форму диска, поэтому для обработки одной или другой поверхности, базами будут являться торцы заготовки, уступы и впадины по наружному и внутреннему диаметрам заготовки.

Также необходимо отметить основные требования, предъявляемые к детали: отклонения для неуказанных размеров: для отверстий по H12, для валов по h12, для остальных размеров по $\pm IT12/2$; нанесение покрытия –гальваническое покрытие хромом.

2.2 Способ получения заготовки

Способ получения заготовки определяется на основании чертежа детали, результатов анализа ее служебного назначения, технических требований, программы выпуска и величины серии, типа производства, экономичности изготовления [2, с. 96].

Исходя из необходимости максимального приближения формы и размеров заготовки к параметрам готовой детали, следует применять прогрессивные методы и способы получения заготовок, такие как литье по выплавляемым моделям, литье под давлением, штамповка в закрытых штампах и др. Прогрессивные способы получения заготовок обеспечивают снижение затрат на механическую обработку и повышение качества продукции.

Заготовку детали типа «Крышка» можно получить из проката, а также из литья. Следует провести сравнение заготовок по критериям экономичности и технологичности.

Рассчитаем коэффициент использования материала для заготовки, полученной способом штамповки и способом литья, по формуле [3]:

$$K_{\text{исп}} = \frac{Q}{q};$$

где $K_{\text{исп}}$ – коэффициент использования материала;

Q – масса заготовки, кг;

q – масса готовой детали, кг.

По данным САПР Компас-3DV16 для штамповки имеем: $Q=77,87\text{кг}$, $q=19,175\text{ кг}$, тогда

$$K_{\text{исп}} = \frac{19,175}{77,87} = 0,246;$$

для литья: $Q=74,32\text{ кг}$, $q=19,175\text{ кг}$

$$K_{\text{исп}} = \frac{19,175}{77,87} = 0,258;$$

Сравнив значения коэффициентов видно, что в первом случае он меньше. Из этого следует, что использование в качестве заготовки литье более целесообразно и позволяет снизить показатели, такие как: металлоемкость, трудоемкость процесса изготовления, машинное время, связанное с удалением необходимого напуска, время изготовления детали, себестоимость единицы продукции. Наряду с вышеперечисленными достоинствами заготовки из литья,

существует еще один немаловажный фактор: при использовании в качестве заготовки литье возникает необходимость в обдирке заготовки.

Целесообразнее изготовить заготовку с помощью штампа. Поэтому для разрабатываемого ТП в качестве заготовки принимаем штамповку. Еще одним из факторов говорящих в пользу штамповки, является то, что изготовление форм для литья предусматривает наличие в производстве закупку специального оборудования.

2.3 Проектирование технологического маршрута

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

Анализируя чертеж детали можно увидеть, что все допуски и биения стоят относительно конструкторской базы Е (смотреть чертеж в приложении А). Мы можем воспользоваться условием, что если обрабатывать наружные и внутренние поверхности за 1 установ, то все допуски и биения выдержаться [4].

Этапы обработки будут выглядеть следующим образом:

На первом этапе нужно получить технологические базы на обычном токарном станке, чтобы на последующих операциях можно было получить более точные поверхности, для этого обрабатываем поверхности: 1, 2, 3 и 4 (рис. 2). Поверхности 1, 2 и 4 в дальнейшем будут служить технологическими базами. На данном этапе обработки поверхности не являются точными.

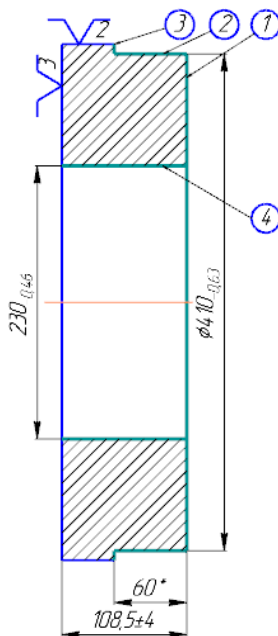


Рисунок 2 – Получение технологических баз

На втором этапе обработки заготовки будут получены поверхности: 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15 (рис. 3). Поверхности 1 и 11 в дальнейшем будут служить технологическими базами. Поверхности 5, 11, 13 и 15 будут иметь шероховатость Ra 1,25. На поверхностях 4, 12 и 14 должна быть выдержана шероховатость Ra 2,5 и допуск на биение относительно конструкторской базы E. Остальные поверхности шероховатость Ra 6,3. На поверхностях 4, 6, 8, 10, 12, 14 с внутренней стороны фаска 1x30°. В месте пересечения 7 и 8, 9 и 10 поверхностей, выдерживается R2,5. На поверхностях 5, 13 и 15 должен быть выдержан допуск соосности относительно конструкторской базы E.

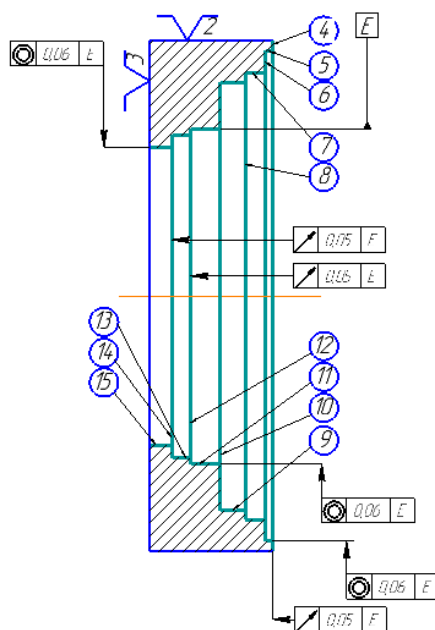


Рисунок 3 – Получение точных поверхностей

На третьем этапе обработки заготовки будут получены поверхности: 16, 17, 18 (рис. 4). Поверхность 16 будет иметь шероховатость Ra 2,5. Остальные поверхности будут обработаны по шероховатости Ra 6,3. На поверхности 16 должен быть выдержан допуск на биение относительно конструкторской базы E. На торцевой поверхности присутствует фаска с внешней стороны 1x45°.

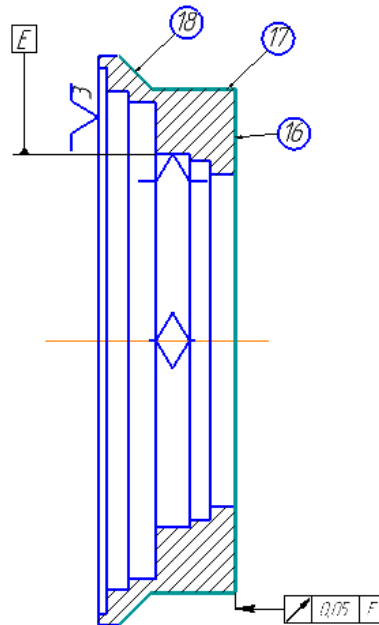


Рисунок 4 – Завершение токарной обработки

На четвертом этапе обработки заготовки будут получены поверхности: 19, 20, 21 (рис. 5). Поверхность 21 будет иметь шероховатость Ra 2,5. Остальные поверхности будут иметь шероховатость Ra 6,3. На этом же этапе будут получены глухие отверстия 22 и 23.

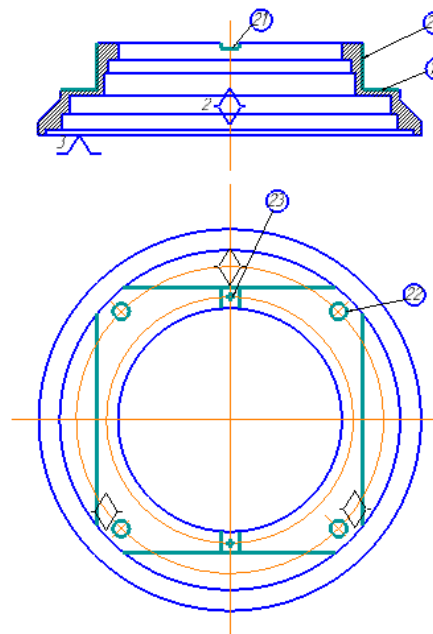


Рисунок 5 – Фрезерная обработка

На пятом этапе обработки заготовки будут получены 10 глухих отверстий под резьбу M8 и 4 глухих отверстия $\varnothing 8$ мм. Отверстия 26, 29, 32, 35 (рис. 6) будут

расточены до диаметра $\varnothing 8^{+0,015}$, и иметь шероховатость Ra 1,25. Остальные отверстия будут обработаны на следующем этапе.

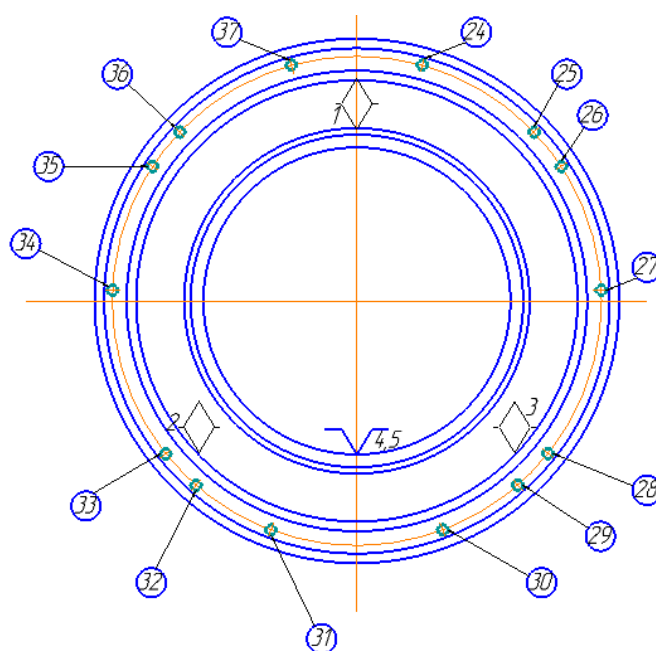


Рисунок 6 – Получение отверстий

На шестом этапе будут получена резьба в отверстиях, полученных на предыдущих операциях, на слесарной операции ручным метчиком. В отверстиях 22 будет М20, в отверстиях 23 (рис. 7) будет М6. С другой стороны заготовки в отверстиях 24, 25, 27, 28, 30, 31, 33, 34, 36, 37 будет резьба М8.

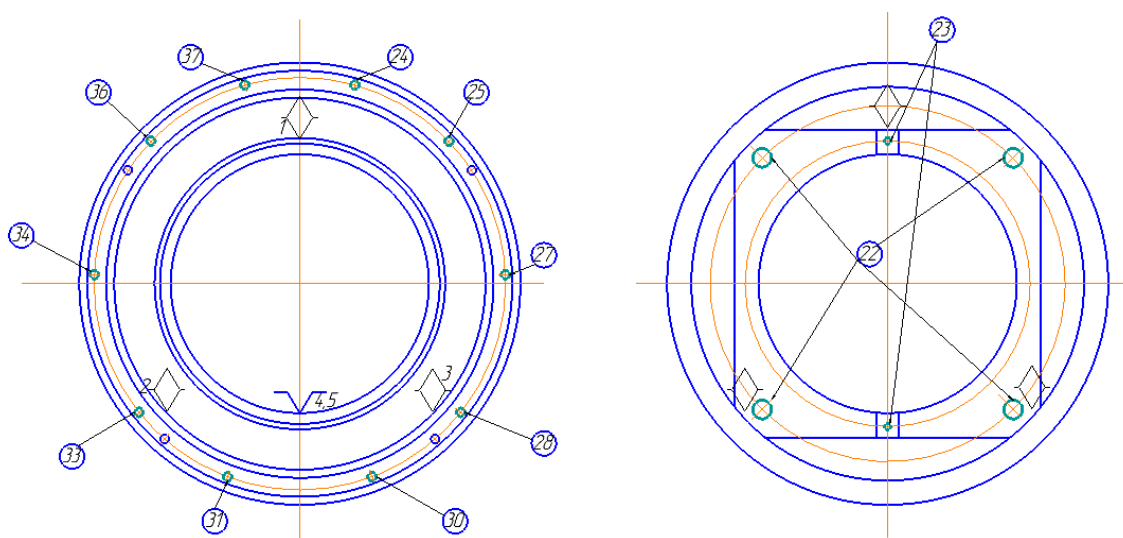


Рисунок 7 – Нарезание резьбы

Технологический маршрут включает следующие операции:

1. Заготовительная;
2. Штамповочная;
3. Токарная;
4. Токарная с ЧПУ;

5. Контрольная
6. Термическая;
7. Токарная с ЧПУ;
8. Контрольная;
9. Фрезерная с ЧПУ;
10. Контрольная;
11. Координатно-расточная с ЧПУ;
12. Слесарная;
13. Контрольная;
14. Промывочная;
15. Консервация.

2.4 Проектирование технологических операций

Проектирование технологических процессов (ТП) механической обработки начинается с изучения служебного назначения детали, технических требований к ней, норм точности и программы выпуска, анализа возможности предприятия по обработке данной детали.

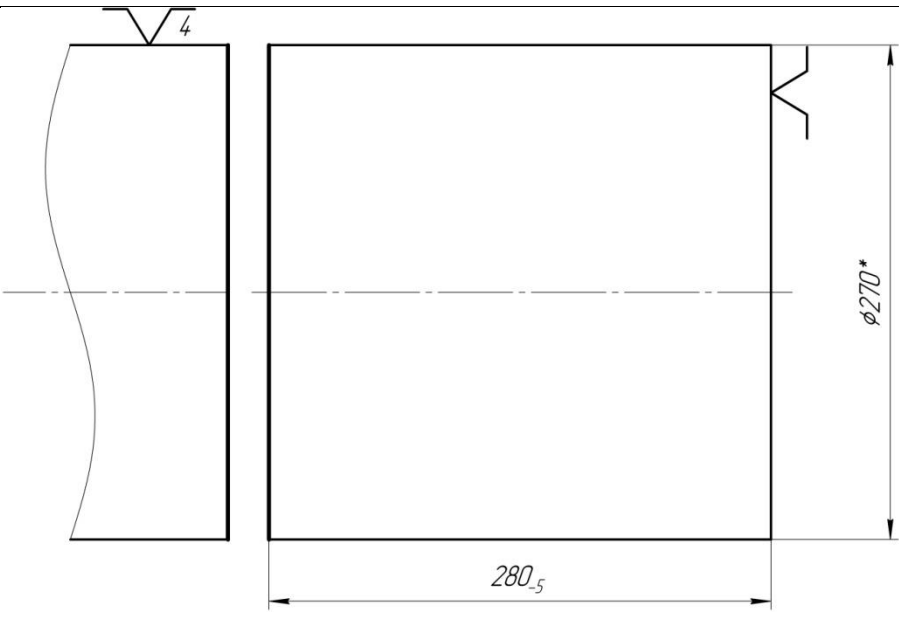
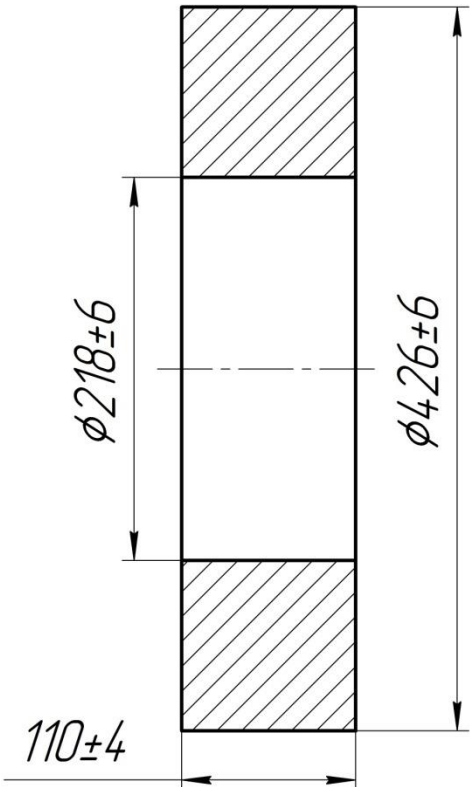
Проектирование ТП представляет собой многовариантную задачу, правильное решение которой требует проведения ряда расчетов. В начале проектирования предварительно устанавливаются виды обработки отдельных поверхностей заготовки и методы достижения их точности, соответствующие требованиям чертежа, серийности производства и существующего на предприятии оборудования.

При низкой точности исходных заготовок ТП начинается с черновой обработки поверхности, имеющей наибольшие припуски. При этом в самую первую очередь снимается припуск с тех поверхностей, на которых возможны дефекты с целью скорейшего отсеивания брака.

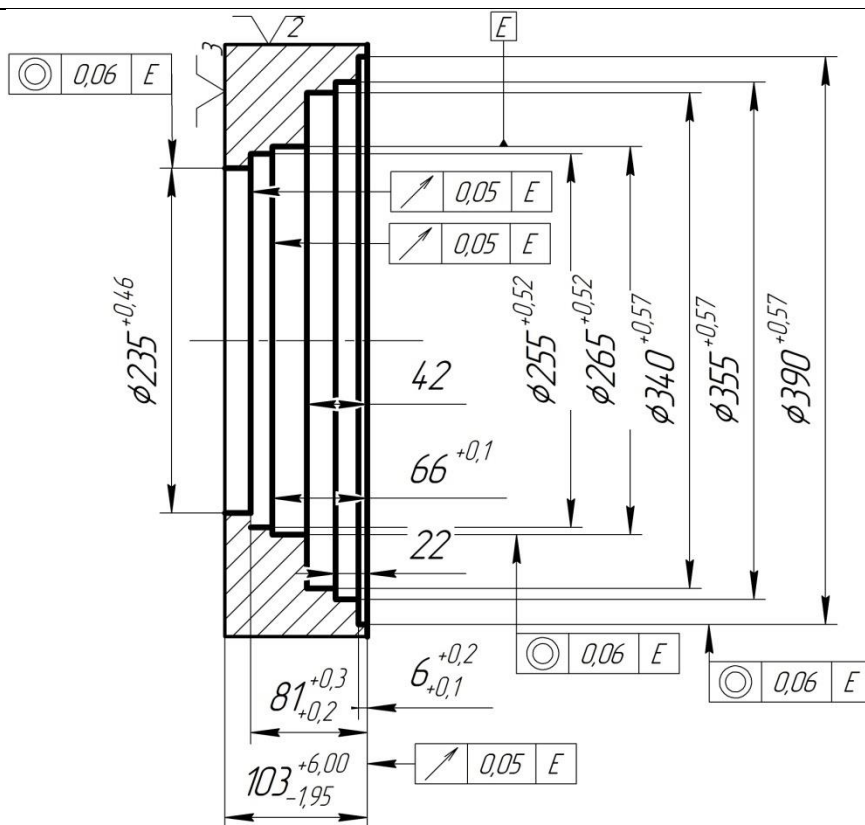
Дальнейший маршрут строится по принципу обработки сначала грубых, а затем более точных поверхностей. Наиболее точные поверхности обрабатываются в последнюю очередь.

Наиболее легко повреждаемые поверхности обрабатываются на заключительной стадии ТП.

Таблица 1 – Технологический процесс изготовления детали

	005 Заготовительная Прокат по ГОСТ 2590-88 Установить заготовку в призмы. База: наружный диаметр и торец. 1. Отрезать заготовку $\phi 270^*$ выдерживая размер 280_{-5} мм.
	010 Штамповочная А. Установить заготовку в печь. 1. Греть заготовку в печи от 750°C до 1000°C продолжительностью 1,8ч. Б. Установить заготовку на стол штампа. 1. Штамповать заготовку согласно эскизу.

	015 Токарная А. Закрепить заготовку в трехкулачковый патрон. База: наружный диаметр и торец. 1. Подрезать торец 1, сняв припуск 1,5 мм. 2. Точить поверхности 2, 3, 4 согласно эскизу.
	Б. Переустановить заготовку в трехкулачковом патроне. База: внутренний диаметр и торец. 1. Подрезать торец. 2. Точить согласно эскизу.
020 Термическая	



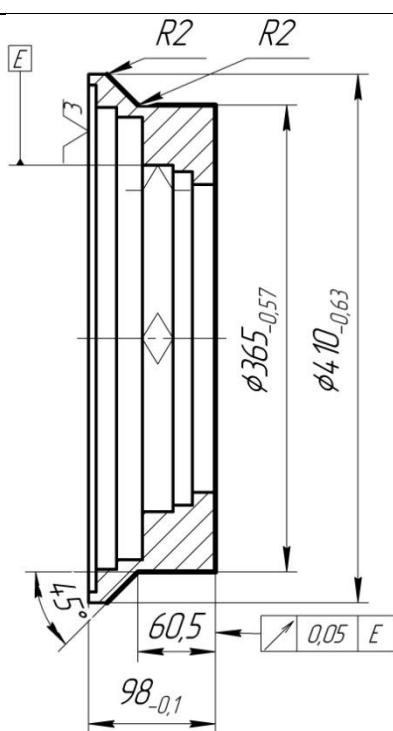
025 Токарная с ЧПУ

А. Закрепить заготовку в трехкулачковом патроне.

База: наружный диаметр и торец.

1. Подрезать торец,
сняв припуск.

2. Расточить
предварительно
 $\varnothing 340^{+0,57}$, $\varnothing 355^{+0,57}$,
 $\varnothing 390^{+0,57}$, $\varnothing 265^{+0,52}$,
 $\varnothing 255^{+0,52}$ и $\varnothing 235^{+0,46}$.



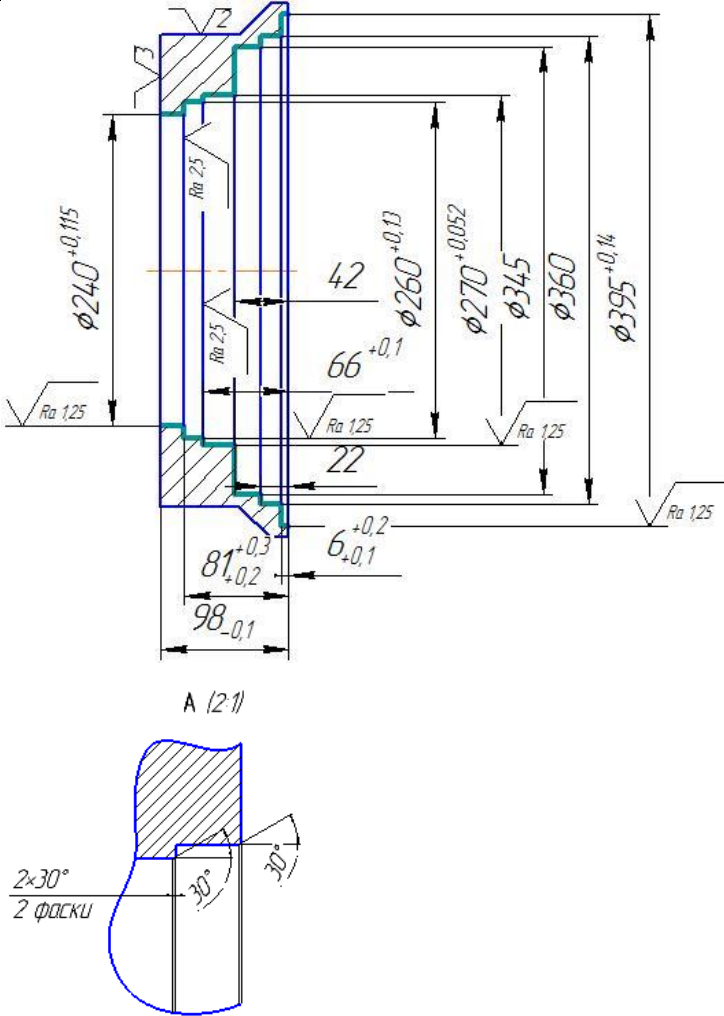
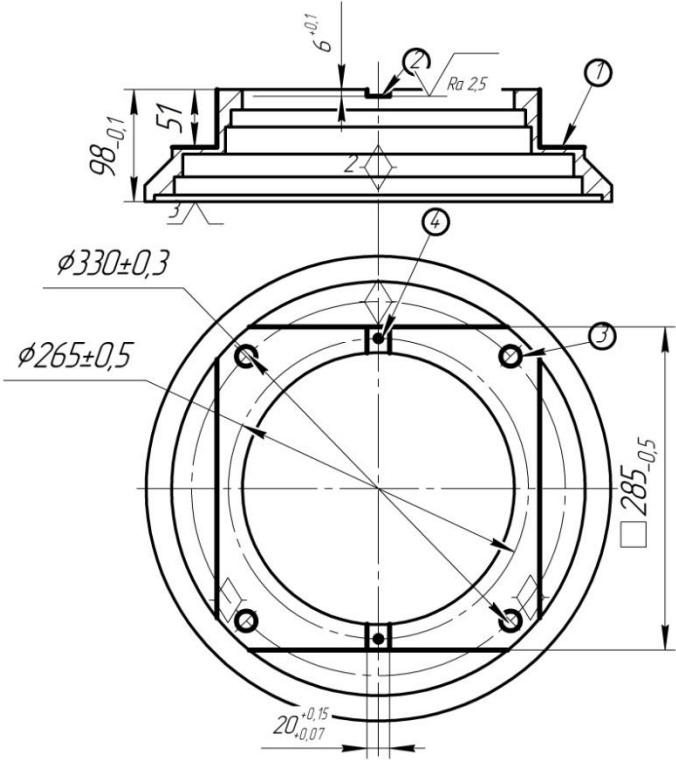
Б. Переустановить
заготовку в
трехулачковом
патроне.

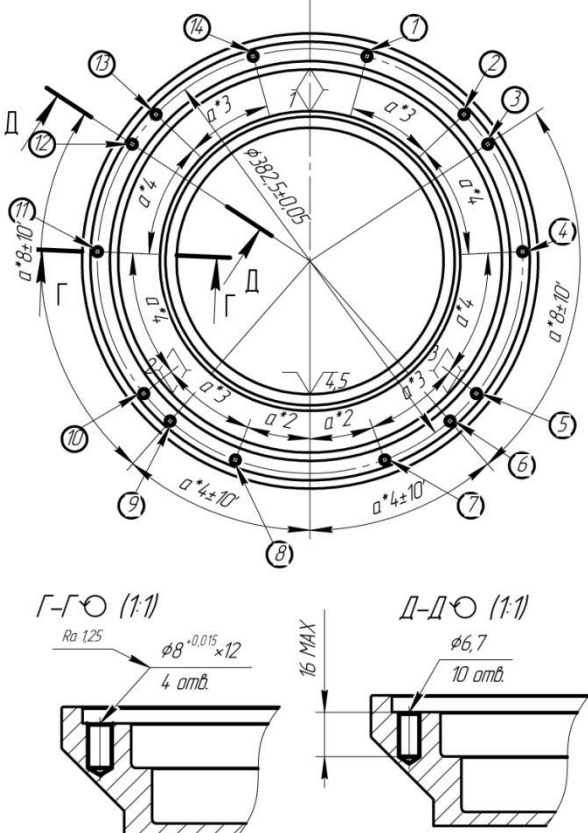
База: внутренний диаметр и торец.

1. Точить поверхности
1,2,3 согласно эскизу.

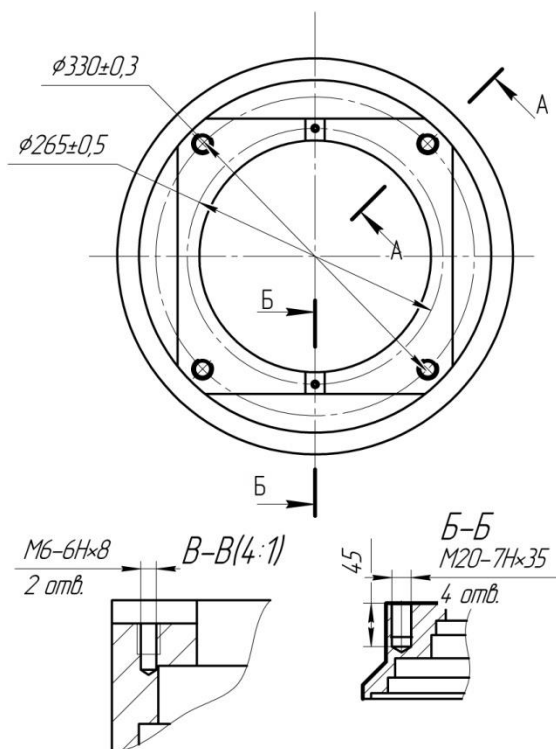
030 Контрольная

035 Термическая

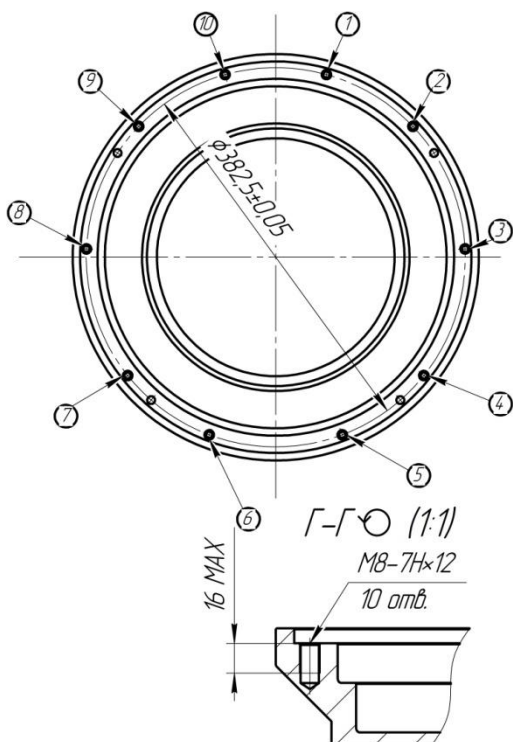
	040 Токарная с ЧПУ Закрепить заготовку в трехкулачковом патроне. База: наружный диаметр и торец. 1. Расточить тонко $\phi 395^{+0,14}$, $\phi 270^{+0,052}$, $\phi 260^{+0,13}$ и $\phi 240^{+0,115}$.
	045 Фрезерная с ЧПУ Закрепить заготовку в трехкулачковый патрон. База: внутренний диаметр и торец 1. Фрезеровать поверхность 1. 2. Фрезеровать паз 2. 3. Центровать отверстия 3 согласно эскизу. 4. Сверлить отверстия 3. 5. Центровать отверстия 4 согласно эскизу.

	6. Сверлить отверстие 4.
050 Контрольная	
	055 Координатно-расточная. Закрепить заготовку в шпиндель поворотного приспособления. База: верхний торец и внутренний диаметр. 1. Центровать 14 отверстий согласно эскизу. 2. Сверлить 10 отверстий $\phi 6,7$ мм согласно эскизу $a=360^\circ/35=10^\circ 17'08''$. 3. Расточить отверстия 3,6,9,12 выдерживая размер $\phi 8^{+0.015}_{-0} \times 12$. 4. Развернуть отверстия 3,6,9,12.
	060 Слесарная Установ А: 1. Нарезать резьбу М20-7Н×35 в 4-ех глухих отверстиях по $\phi 330 \pm 0,3$. 2. Нарезать резьбу М6-6Н×8 в 2-ух глухих отверстиях по $\phi 265 \pm 0,5$. 3. Снять заусенцы, притупить острые кромки.

Установ А



Установ Б



Установ Б:

1. Нарезать резьбу $M8-7H \times 12$ в отверстиях 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 по $\phi 382,5 \pm 0,05$.
2. Снять заусенцы, притупить острые кромки.

065 Контрольная

070 Промывочная

1. Промыть по ТТП 01279-00002

075 Гальваническая

Покрyтие: Цинковое покрытие толщиной 6мкм с хроматной пассивацией.

080 Консервация

1. Консервировать по ТТП 60270-00001 вариант 1.

2.4.1 Расчет припусков на обработку

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

Припуском называется слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности [5, с 197].

Припуск на данном переходе определяется по формуле:

$$Z_{imin} = Ra_{i-1} + h_{i-1} + \Delta_{i-1} + E_{yi}$$

Z_{imin} – минимальный припуск на данный, i , переход, мкм.

Ra_{i-1} – шероховатость, полученная на предыдущем, $i-1$, переходе, мкм.

h_{i-1} –дефектный слой, полученный на предыдущем, $i-1$, переходе, мкм.

Δ_{i-1} – пространственная погрешность, полученная на предыдущем, $i-1$, переходе, мкм.

E_{yi} – погрешность установки на данном, i , переходе.

Таблица 2 – Припуска 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}	2ПР Z_{min}	2ПР Z_{max}
Штамповочная Наруж. Поверх.	320	350	250 0			412, 928	600 0	413	419		
Токарная Черновое Чистовое	100 50	100 50	150 6	814 244	2*116 4 2*350	410, 7 410	155 0 630	411 410	412,5 5 410,6 3	2 1	6,45 1,92
Итого, Σ :										3	8,37

Минимальный припуск:

Для токарной операции под черновое точение $2Z_{min1} = 2(100 + 100 + 814) = 2 * 1114$ мкм;

Для токарной под получистовое точение $2Z_{min2} = 2(50 + 50 + 6 + 244) = 2 * 350$ мкм.

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

для чернового точения $d_{p2} = 410 + 0,7 = 410,7 \text{ мм}$;

для поковки $d_{p1} = 410,7 + 2,228 = 412,928 \text{ мм}$.

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

Наименьший предельный размер определяем округлением расчётных размеров в сторону увеличения их значений. Округление производим до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода.

Наибольшие предельные размеры определяем прибавлением допусков к округлённым наименьшим предельным размерам:

$$d_{\max 4} d_{\max 3} = 410 + 0,63 = 410,63 \text{ мм};$$

$$d_{\max 2} = 410,7 + 1,55 = 412,55 \text{ мм};$$

$$d_{\max 1} = 413 + 6 = 419 \text{ мм}.$$

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

$$2Z_{\max 2}^{\text{пр}} = 412,55 - 410,63 = 1,92 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max 1}^{\text{пр}} = 419 - 412,55 = 6,45 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 2}^{\text{пр}} = 411 - 410 = 1 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 1}^{\text{пр}} = 413 - 411 = 2 \text{ мм}.$$

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

$$2Z_{O \min} = 6,45 + 1,92 = 8,37 \text{ мм};$$

$$2Z_{O \max} = 2 + 1 = 3 \text{ мм}.$$

Аналогичным образом определяем припуска для внутренней стороны заготовки (см. таб.3).

Таблица 3 – Припуска на механическую обработку внутренней поверхности заготовки

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				$d_{\min}$	$d_{\max}$	2ПР $Z_{\min}$	2ПР $Z_{\max}$
Штамповочная Внутр. Поверх.	320	350	2500			382,07	6000	382	388		
Токарная с ЧПУ Черновое Чистовое Тонкое	100 50 5	10 0 50 5	15 0 6 -	814 244 -	2*116 4 2*350 10	384,3 385 395	1550 630 140	385 385 395	386,5 5 385,6 3 395,1 4	3 10	1,45 0,92 9,51
Итого, Σ :										13	11,88

2.4.2 Выбор средств технологического оснащения

Для того чтобы правильно построить технологический процесс, необходимо правильно подобрать оборудование и технологическую оснастку. В таб.4 представлено необходимое оборудование для каждой операции.

Таблица 4 – Средства технологического оснащения

Операция	Инструмент	Приспособление	Станок
005 Заготовительная	Дисковая сегментная пила с вставками 2257-0163 P6M5 $\varnothing 800$ мм ГОСТ 4047-82.	Призмы ГОСТ 12195-66.	Отрезной круглопильный станок 8Г663-400.
010 Штамповочная	Цилиндрический прошивень $\varnothing 200 \times 350$ мм.		ТМП 630 модель КА8538 Печь ПКМ 6.8.4

015 Токарная	Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880-73, материал пластины: T15K6 ГОСТ 3882-74; Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73, материал пластины: T5K10 ГОСТ 3882-74.	3-х кулачковый самоцентрирующийся патрон 7100-0018 ГОСТ 2675-80.	Токарный станок 1Н65.
025 Токарная с ЧПУ	Инструмент: державка T-Max [®] для точения DSSNR 2020K 12. Пластина SNMG 120416-PM 4325. Инструмент: Расточная оправка CoroTurn [®] 107 для точения A25T-SCLCR 12HP-R. Пластина CCMT 120412-PR 4325. Инструмент: Призматическая державка T-Max [®] Р для точения DDNNN 2525M 15. Пластина DNMG 150608-PR 4325.	Трех-кулачковый патрон (пневмо) PneumaticChu сRotatp	Токарный обрабатывающий центр Goodway серии GLS – 1500LY.
040 Токарная с ЧПУ	Инструмент: Расточная оправка CoroTurn [®] 107 для точения A25T-SCLCR 12HP-R. Пластина CCMT 120412-PR 4325.	Трех-кулачковый патрон (пневмо) PneumaticChu сRotatp	Токарный обрабатывающий центр Goodway серии GLS – 1500LY.
045 Фрезерная с ЧПУ	Инструмент: фреза для обработки прямоугольных уступов CoroMill [®] RA390-025025L-17L. Пластина R390-170408M-PH 4240. Инструмент: Сверло со сменными	3-х кулачковый самоцентрирующийся патрон 7100-0018 ГОСТ 2675-80. Патрон 2-50-20-90 ГОСТ 26539-85; Патрон 2-50-25-90 ГОСТ	ГФ2171 - Вертикально фрезерный станок (ЧПУ Siemens 802D SL, NC 210, Fanuc).

	пластинами CoroDrill® 880- D1750L25-03. Пластины: периферийная 880- 03 03 W06H-P-GR 4334 центральная 880-03 3 05H-C-GR 1044. Центровочное сверло 2317-0008 P6M5 ГОСТ 14952-75. Инструмент: Твердосплавное сверло CoroDrill® 860.1-0510-019A1- PM 4234. Инструмент: Фреза RA390- 019M19-11M, Пластина R390- 11T3 10M-PH 4230.	26539-85; Патрон 2-50-5- 90 ГОСТ 26539-85;	
055 Координатно-расточная	Центровочное сверло 2317-0104 P6M5 ГОСТ 14952- 75. Инструмент: Твердосплавное сверло CoroDrill® 860,1-0710-028A1- PM 4234. Мелкогабаритный токарный резец MTR 7 R0.2 L22. Развертка 2363-0072 H7 ГОСТ 1672-80.	3-х кулачковый самоцентриру ющийся патрон 7100- 0018 ГОСТ 2675-80. Втулка переходная ISO40, DIN 2080; Патрон BT40- 12-24 MAS403. Патрон сверлильный ISO DIN 2080, ГОСТ 25827; Патрон расточной 6300-4018-08 DIN69871-A;	Координатно-расточной станок 24К40СФ4 с ЧПУ.
060 Слесарная	Метчик М8 2621- 2531 ГОСТ 3266-81, материал метчика: P6M5. Метчик М6 2621- 2483 ГОСТ 3266-81,	Вороток 6910- 0067 ГОСТ 22401-83. Вороток 6910- 0069 ГОСТ 22401-83.	

	материал метчика: P6M5. Метчик М20 2621-1731 ГОСТ 3266-81, материал метчика: P6M5.	Напильник 2822-0020 ГОСТ 1465.	
--	--	--------------------------------------	--

Так же для проверки полученных размеров применяются измерительные инструменты, которые указаны в таблице 5.

Таблица 5 – Средства контроля точности изготовления детали

№ Операции	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Заготовительная	Инструментальный, визуальный.	Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89.
010 Штамповочная	Инструментальный, визуальный.	Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89.
015 Токарная	Инструментальный.	Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89.
025 Токарная с ЧПУ	Инструментальный.	Глубиномер Г М100 - 2 ГОСТ 7470-92; Нутромер 160-260 ГОСТ 9244-75; Нутромер 250-450 ГОСТ 9244-75; Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-89; Универсальный угломер ГОСТ 5378-88; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75.
045 Фрезерная	Инструментальный.	Глубиномер Г М100 - 2 ГОСТ 7470-92; Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-89;
055 Координатно-расточная с ЧПУ	Инструментальный.	Глубиномер Г М100 - 2 ГОСТ 7470-92; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88.

060 Слесарная	Инструментальный.	Калибр резьбовой ГОСТ 2016-86; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88.
---------------	-------------------	--

2.4.3 Выбор и расчет режимов резания

Для двух разнохарактерных операций производится аналитический расчёт режимов резания. Во-первых, выбирается режущий инструмент и указывается материал его режущей части, а затем рассчитываются режимы обработки в такой последовательности: назначается глубина резания; выбирается подача; рассчитывается скорость резания, частота вращения шпинделя, которая уточняется по паспорту станка; определяется фактическая скорость резания; рассчитывается сила резания и мощность резания [6].

015 Токарная. Черновое точение.

Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880-73.

Материал режущей пластины: Т15К6.

Обрабатываемый материал: Сталь 40Х.

Размер державки резца: 40х32мм.

Радиус вершины резца, R= 0,8мм.

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v; [7].$$

где V– скорость резания;

C_v – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента;

T– стойкость инструмента;

t– глубина резания, 2мм;

s– подача, 0,5 мм/об;

m, x, y– показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv}; [14].$$

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,8 = 134,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \approx 135 \text{ м/мин.}$$

Получив скорость, мы можем определить количество оборотов для станка:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D},$$

где: π – постоянная, D – диаметр заготовки ($D=426$ мм.).

Получаем:

$$n' = \frac{1000 \cdot 135}{3,14 \cdot 426} \approx 101 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем стандартное для станка число оборотов $n=120$, тогда скорость резания будет равно 160 м/мин.

Полученные режимы резания запишем в таблицу.

Таблица 6 – Режимы резания при черновом точении

S, мм/об	v, м/мин.	n, об/мин.
0,5	160	120

020 Токарная с ЧПУ. Скорость резания при чистовом точении.

Инструмент A25T-SCLCR 12HP-R.

Материал режущей пластины: T30K4.

Обрабатываемый материал: Сталь 40Х.

Размер державки резца: $\varnothing 20$ мм.

Радиус вершины резца, $R=1,19$ мм.

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} \cdot K_v; [7].$$

где V – скорость резания;

C_v – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента;

T – стойкость инструмента;

t – глубина резания, 2мм;

s – подача, 0,5 мм/об;

m, x, y – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент.

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

При растачивании принимать скорость резания, равную скорости резания для наружного точения с введением поправочного коэффициента 0,9.

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 161,15 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \approx 161 \text{ м/мин.}$$

Получив скорость, мы можем определить количество оборотов для станка:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D},$$

где: π – постоянная, D – диаметр заготовки ($D=410$ мм.).

Получаем:

$$n' = \frac{1000 \cdot 161}{3,14 \cdot 410} \approx 125 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Полученные режимы резания запишем в таблицу.

Таблица 7 – Режимы резания при чистовом точении

S, мм/об	v, м/мин.	n, об/мин.
0,3	160	120

035 Фрезерная с ЧПУ. Скорость резания при фрезеровании.

Инструмент A25T-SCLCR 12HP-R.

Материал режущей пластины: T15K6.

Обрабатываемый материал: Сталь 40Х.

Размер державки фрезы: $\varnothing 25,4$ мм.

Радиус вершины пластины, $R=0,8$ мм.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v; [7].$$

где V – скорость резания;

C_v – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента;

T – стойкость инструмента;

t – глубина резания, 5 мм;

s – подача, 0,18 мм/об;

D – диаметр фрезы;

z – число зубьев;

B – ширина фрезерования;

m, x, y, q, u – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент.

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

$$V = \frac{332 \cdot 25,4^{0,2}}{60^{0,2} \cdot 5^{0,1} \cdot 0,18^{0,4} \cdot 15,7^{0,2} \cdot 3^0} \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1 = 136,43 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \approx 136 \text{ м/мин.}$$

Получив скорость, мы можем определить количество оборотов:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D},$$

где: π – постоянная, D – диаметр фрезы ($D=25,4$ мм.).

Получаем:

$$n' = \frac{1000 \cdot 136}{3,14 \cdot 25,4} \approx 1705,2 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Полученные режимы резания запишем в таблицу.

Таблица 8 – Режимы резания при чистовом фрезеровании

S, мм/об	v, м/мин.	n, об/мин.
0,18	136	1705

040 Координатно-расточная с ЧПУ. Скорость резания при сверлении.

Центровочное сверло $\varnothing 2$ мм 2317-0008 ГОСТ 14952-75.

Материал сверла: Р6М5.

Обрабатываемый материал: Сталь 40Х.

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

где V – скорость резания;

C_v – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента;

T – стойкость инструмента;

t – глубина резания, 4мм;

s – подача, 0,15 мм/об;

m, x, y, q, u – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент.

D – диаметр сверла;

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

$$V = \frac{9,8 \cdot 8^{0,4}}{20^{0,2} \cdot 4^{0,2} \cdot 0,15^{0,5}} \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1 = 27,15 \text{ м/мин.}$$

Теперь можем рассчитать число оборотов, используя формулу:

$$n' = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d},$$

где: π – постоянная, d – диаметр обработки ($d=8$ мм.).

Получаем:

$$n = \frac{1000 \cdot 27}{3,14 \cdot 8} \approx 1075 \text{ об/мин}$$

Полученные режимы резания сведем в таблицу.

Таблица 9 – Режимы резания при сверлении

S, мм/об	v, м/мин.	n, об/мин.
0,05	27	1075

Аналогичным образом проводим расчеты режимов резания для последующих операций. Заносим расчетные данные в таблицу.

Таблица 10 – Режимы резания

Операция	Инструмент	Глубина t, мм.	Подача s, мм/об.	Скорость v, м/мин.	Стойкость Т, мин.
015 Токарная: I Торец Черновая Чистовая	Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880-73, Материал пластин: T15K6.	2 1	0,5 0,2	135 206	60
II Поверхность Черновая	Резец проходной упорный 2103- 0011 ГОСТ 18879-73, материал пластины: T15K6.	2	0,5	135	60
020 Токарная с ЧПУ: Установ А. I Торец Черновая	Инструмент DSSNR 2020K12, материал пластины: T15K6.	2	0,4	182	60
II Внутр. Черновая Чистовая	Инструмент CCMT 120412- PR 4325, материал пластины: T30K4.	5 1	0,7 0,3	93 161	60
Установ Б. I Наруж. Черновая Чистовая	Инструменты: DSSNR 2020K12,DCLNR 2525M 16,DDNNN 2525M 15; материал пластин: T15K6.	5 1	0,7 0,2	104 178	60
030 Токарная с ЧПУ: I Внутр. Тонкая	Инструмент CCMT 120412- PR 4325, материал пластины: T30K4.	0,5	0,165	252	60

035 Фрезерная с ЧПУ: I Уступ Черновая	Фреза для обработки прямоугольных уступов RA390-025025L-17L, Материал пластин: T15K6.	5	0,18	136	60
II Паз Черновая	Фреза для обработки прямоугольных уступов RA390-025025L-17L, Материал пластин: T15K6.	6	0,18	295	60
III Центр. Черновая	Центр. св, Ø2мм. 2317-0008 ГОСТ 14952-75, материал сверла: P6M5.	4	- 0,15	17	20
IV Сверление Черновая	Сверло со сменными пластинами 880-D1750L25-03, материал пластин: P6M5.	45	0,15	17	20
V Сверление Черновая	Инструмент 860.1-0510-019A1-PM 4234, материал сверла: P6M5.	12	0,05	22	20
040 Координатно – расточная: I Центр. Черновая	Центр. св. Ø2мм 2317-0104, ГОСТ 14952-75, материал сверла: P6M5.	4	0,05	27	20
II Сверление Черновая	Инструмент 860.1-0710-028A1-PM 4234, материал сверла: P6M5.	- 16	- 0,3	- 10	30
III Сверление Черновая	Инструмент 860.1-0800-028A1-PM 4234, материал сверла: P6M5.	12	0,3	11	30
IV Растачивание	Резец MTR 6 R0.2 L15,				

Тонкое	Материал Т30К4.	0,5	0,15	267	60
V Развертка Тонкое	Развертка Ø8мм 2363-0072 Н7 ГОСТ 1672-80, материал развертки: Р6М5.	12	0,7	4	30

2.4.4 Нормирование технологических переходов и расчет основного времени

Для токарных работ при точении наружной поверхности до упора расчёт производится по формуле:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i,$$

где T_o – основное время на операцию (переход), мин;

L – расчётная длина рабочего хода инструмента, мм;

n – частота вращения шпинделя, мин⁻¹;

S – подача на оборот шпинделя, мм/об;

i – число проходов инструмента.

Причём

$$L = l + l_1 + l_2,$$

здесь l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм;

l_2 – величина пробега инструмента, мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_1 = \frac{t}{\operatorname{tg}(\varphi)},$$

где t – глубина резания, мм; φ – угол в плане;

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = (l + t/\operatorname{tg} \varphi + l_1 + l_2) \cdot i / (n \cdot S),$$

1. Основное время для операции 015, переход 1:

Установ А.

$$T_o = (l + l_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (164 + 1) \cdot 2 / (101 \cdot 0,5) = 6,53 \text{ мин.}$$

Установ Б.

$$T_o = (l + l_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (152 + 1) \cdot 2 / (101 \cdot 0,5) = 6,06 \text{ мин.}$$

Время на операцию:

$$T_o = 6,53 + 6,06 = 12,59 \text{ мин.}$$

2. Основное время для операции 020:

Установ А. 2 перехода.

Переход 1.

$$T_o = (I + I_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (104+1) \cdot 1 / (182 \cdot 0,4) = 1,44 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Разделим 2-ой переход на 6 диаметров. Первый диаметр делится на 18 ходов. Рассчитаем основное время на один ход.

$$T_o = (I + I_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (11+1) \cdot 1 / (125 \cdot 0,3) = 0,32 \text{ мин.}$$

Второй диаметр включает в себя 14 ходов. Рассчитаем основное время на один ход.

$$T_o = (I + I_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (21+1) \cdot 1 / (125 \cdot 0,3) = 0,59 \text{ мин.}$$

Диаметр три включает в себя 12 ходов. Рассчитаем основное время на один ход.

$$T_o = (I + I_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (25+1) \cdot 1 / (125 \cdot 0,3) = 0,69 \text{ мин.}$$

На четвертом диаметре 5 ходов. Рассчитаем основное время на один ход.

$$T_o = (I + I_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (29+1) \cdot 1 / (125 \cdot 0,3) = 0,8 \text{ мин.}$$

Пятый диаметр включает в себя 4 хода. Рассчитаем основное время на один ход.

$$T_o = (I + I_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (20+1) \cdot 1 / (125 \cdot 0,3) = 0,56 \text{ мин.}$$

Последний диаметр включает 2 хода. Рассчитаем основное время на один ход.

$$T_o = (I + I_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (22+1) \cdot 1 / (125 \cdot 0,3) = 0,61 \text{ мин.}$$

Установ Б. 2 перехода.

Переход 1. Ход 1.

$$T_o = (I + I_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (67,2+1) \cdot 1 / (104 \cdot 0,7) = 0,94 \text{ мин.}$$

Ход 2.

$$T_o = (I + I_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (64,63+1) \cdot 1 / (168 \cdot 0,5) = 0,78 \text{ мин.}$$

Переход 2. Ход 1.

$$T_o = (I + I_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (96,98+1) \cdot 1 / (104 \cdot 0,7) = 1,35 \text{ мин.}$$

Ход 2.

$$T_o = (I + I_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (94,33+1) \cdot 1 / (168 \cdot 0,5) = 1,13 \text{ мин.}$$

Время на операцию:

$$T_o = 1,44 + 5,76 + 8,26 + 8,28 + 4 + 2,24 + 1,22 + 0,94 + 0,78 + 1,35 + 1,13 = 35,4 \text{ мин.}$$

3. Основное время для операции 030, 1 переход:

Для удобства расчета разделим переход на 6 позиций. В переходе один ход.

Расчет основного времени на первой позиции:

$$T_o = (l + l_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (6,5+1) \cdot 1 / (125 \cdot 0,3) = 0,2 \text{ мин.}$$

На второй позиции:

$$T_o = (l + l_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (16,5+1) \cdot 1 / (125 \cdot 0,3) = 0,47 \text{ мин.}$$

На третьей позиции:

$$T_o = (l + l_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (20,5+1) \cdot 1 / (125 \cdot 0,3) = 0,57 \text{ мин.}$$

На четвертой позиции:

$$T_o = (l + l_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (24,5+1) \cdot 1 / (125 \cdot 0,3) = 0,65 \text{ мин.}$$

На пятой позиции:

$$T_o = (l + l_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (15,5+1) \cdot 1 / (125 \cdot 0,3) = 0,44 \text{ мин.}$$

На шестой позиции:

$$T_o = (l + l_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (17,5+1) \cdot 1 / (125 \cdot 0,3) = 0,47 \text{ мин.}$$

Время на операцию:

$$T_o = 0,2+0,47+0,57+0,65+0,44+0,47=2,8 \text{ мин.}$$

Для фрезерных работ расчёт производится по формуле:

$$T_o = \frac{L}{S_m}$$

где T_o – основное время на операцию (переход), мин;

L – расчётная длина рабочего хода инструмента, мм;

S_m – подача в минуту, мм/мин.

Причём

$$L = l + l_1 + l_2,$$

здесь l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм;

l_2 – величина пробега инструмента, мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_1 = \sqrt{t \cdot (D - t)},$$

где t – глубина резания, мм; D – диаметр фрезы, мм.

Подача в минуту:

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n$$

4. Основное время для операции 035, 5 переходов:

Переход 1. В этом переходе 6 ходов. Обрабатывается четыре поверхности.

Рассчитаем время одного хода, обработки одной поверхности.

$$T_o = (228+10+1)/(0,18 \cdot 2 \cdot 1705) = 0,39 \text{ мин.}$$

Переход 2. Обработка происходит за один ход. Обрабатываются два паза.

Рассчитаем основное время для обработки одного паза.

$$T_o = (22,5+9,16+1)/(0,18 \cdot 2 \cdot 1705) = 0,05 \text{ мин.}$$

Для сверления расчёт производится по формуле:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o}$$

где T_o – основное время на операцию (переход), мин;

L – расчётная длина рабочего хода инструмента, мм;

S_o – подача на оборот шпинделя, мм/об.

Причём

$$L = l + l_1 + l_2,$$

здесь l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм;

l_2 – величина пробега инструмента, мм.

Переход 3. 6 ходов.

$$T_o = (4+7)/(0,15 \cdot 1075) = 0,07 \text{ мин.}$$

Переход 4. 4 хода.

$$T_o = (45+7)/(0,15 \cdot 1075) = 0,32 \text{ мин.}$$

Переход 5. 2 хода.

$$T_o = (12+7)/(0,05 \cdot 1075) = 0,35 \text{ мин.}$$

Время на операцию:

$$T_o = 9,36 + 0,1 + 0,42 + 1,28 + 0,7 = 11,86 \text{ мин.}$$

5. Основное время для операции 040, 5 переходов:

Переход 1. 14 ходов. Рассчитаем основное время на один ход.

$$T_o = (4+7)/(0,05 \cdot 1075) = 0,07 \text{ мин.}$$

Переход 2. 10 ходов. Рассчитаем основное время на один ход.

$$T_o = (16+7)/(0,05 \cdot 1075) = 0,43 \text{ мин.}$$

Переход 3. 4 хода. Рассчитаем основное время на один ход.

$$T_o = (12+7)/(0,05 \cdot 1075) = 0,35 \text{ мин.}$$

Переход 4. 4 хода. Рассчитаем основное время на один ход.

$$T_o = (l + l_{cx}) \cdot i / (n \cdot S) = (12+1) \cdot 1 / (1075 \cdot 0,15) = 0,08 \text{ мин.}$$

Переход 5. 4 хода. Рассчитаем основное время на один ход.

$$T_o = (12+7)/(0,05 \cdot 1075) = 0,35 \text{ мин.}$$

Время на операцию:

$$T_o = 0,98 + 4,3 + 1,4 + 0,32 + 1,4 = 8,4 \text{ мин.}$$

Основное время на каждую операцию представлено в таблице 11.

Таблица 11 – Основное время на механическую обработку

№ Операции	T ₀ , мин.
015 Токарная	12,59
020 Токарная с ЧПУ	35,4
030 Токарная с ЧПУ	2,8
035 Фрезерная с ЧПУ	11,86
040 Координатно-расточная с ЧПУ	8,4
Итого, Σ:	71,05

2.5 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Для создания конкурентоспособной продукции необходимо располагать современной технологией ее получения с применением высокопроизводительного быстроперенастраиваемого оборудования.

В механообрабатывающем производстве данным требованиям отвечает технология, ориентированная на использование металлорежущих станков с ЧПУ.

Станки с ЧПУ позволяют не только обрабатывать самые сложные детали, но и автоматизировать машиностроительное производство.

Применение станков с ЧПУ позволяет гарантировать качество изготовленной продукции и повторяемость элементов качества, так как операционная технология перенесена из сферы производства в технологическую подготовку производства [6].

В данном случае, для написания УП использовалась САМ-система FeatureCAM. Это удобная и простая в использовании САМсистема, предназначенная для фрезерных, токарных, токарно – фрезерных и электроэрозионных станков с ЧПУ.

Технические характеристики станков:

На рисунке 8 представлен токарный обрабатывающий центр Goodway серии GLS – 1500LY. В таблице 12 приведены его технические характеристики [11]:



Рисунок 8 – Токарный обрабатывающий центр Goodway серии GLS – 1500LY

Таблица 12 – Технические характеристики станка

Максимальный диаметр точения, мм	430
Максимальная длина точения, мм	330/630
Скорость вращения шпинделя, об/мин	60-6000
Скорость быстрого перемещения по оси X, м/мин	30
Скорость быстрого перемещения по оси Z, м/мин	30
Количество позиций в револьверной головке, шт	12
Позиционирование, мм	0,003
Система ЧПУ,	Fanuk, Siemens
Тип направляющих,	качения
Мощность двигателя шпинделя, кВт	11
Габаритные размеры, мм	2090 – 1640 - 1720
Вес, кг	3000

На рисунке 9 представлен вертикально фрезерный станок с ЧПУ ГФ2171 (ЧПУ Siemens 802D SL, NC 210, Fanuc). В таблице 13 приведены его технические характеристики [12]:



Рисунок 9 – Вертикально фрезерный станок ГФ2171

Таблица 13 – Технические характеристики станка

Наименование параметра, размерность	Величина параметра
Размеры рабочей поверхности стола, мм	400x1600
Наибольшая масса детали, устанавливаемой на столе станка (вместе с приспособлением), кг	400
Наибольшее перемещение стола, мм:	
продольное (координата X)	1010
поперечное (координата Y)	400
вертикальное (установочное)	430
Перемещение ползуна (координата Z), мм	260
Скорость быстрого перемещения узлов по координатам:	
X, Y, Z, мм/мин	7000
A, мин-1	-
Пределы подач по координатам:	
X, Y, Z, мм/мин	3-7000
A, мин-1	-

Частота вращения шпинделя, мин -1	50-2500
Мощность двигателя главного движения, кВт	11
Количество инструментов в магазине, шт	-
Наибольший диаметр инструмента, мм	250
Время смены инструмента, сек	-
Расстояние от оси координаты А до поверхности стола, мм	-
Конус шпинделя	50
Отклонение от круглости при контурном фрезеровании цилиндрической поверхности, мм	0,05
Максимальная масса инструмента, кг	15
Количество одновременно управляемых координат:	
при линейной интерполяции	3
при круговой интерполяции	2
при линейно-круговой интерполяции	3
Габаритные размеры станка с электро- и гидрооборудованием, мм	
длина	3100
ширина	3135
высота	2850
Масса станка с электро- и гидрооборудованием, кг	5700
Класс точности	Н
Установленная мощность ГФ2171, кВт	18

На рисунке 10 представлен координатно-расточной станок 24K40СФ4. В таблице 14 приведены его технические характеристики [13]:



Рисунок 10 – Координатно-расточной станок 24K40СФ4

Таблица 14 – Технические характеристики станка

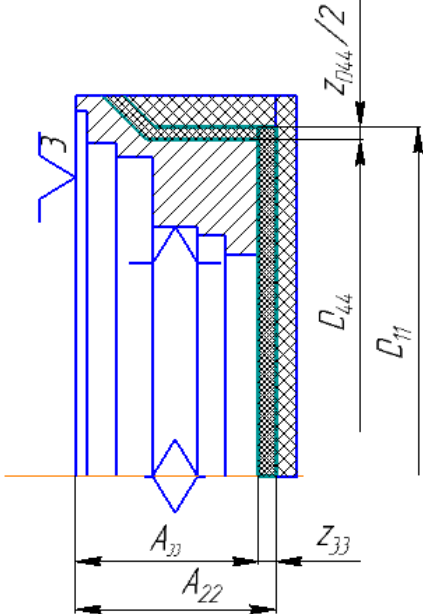
Рабочая поверхность стола, мм	1000 x 1000
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм	130..630
Дискретность задания координат, мм	0,001
Точность установки стола, мм	$\pm 0,003$
Точность установки шпиндельной бабки, мм	$\pm 0,005$
Точность установки межосевых расстояний, мм	$\pm 0,0025$
Цена деления устройств для отсчета перемещений стола, салазок, шпиндельной бабки, мм	0,001
Рабочий стол и салазки	
Наибольшая масса обрабатываемого изделия с учетом сил резания, кг	800
Наибольшее перемещение стола	640 x 400 x 500

(поперечное X), салазок (продольное Y) и шпиндельной бабки (вертикальное Z), мм	
Шпиндель. Шпиндельная бабка	
Частота вращения шпинделя (б/с регулирование), об/мин	6,3..3150
Количество ступеней (частот) вращения шпинделя	55
Наибольший конус закрепляемого инструмента	Морзе 4
Наибольший крутящий момент на шпинделе, Нм	210
Устройство смены инструмента	
Количество гнезд в инструментальном магазине	30
Время смены инструмента "от реза до реза", с	10..12
Привод	
Количество электродвигателей на станке	8
Суммарная мощность всех электродвигателей, кВт	8,61
Габарит станка	
Габариты станка, включая ход стола и салазок (длина x ширина x высота), мм	2515 x 2466 x 3060
Масса станка, кг	6885

2.6 Размерный анализ технологического процесса

Таблица 15 – Размерный анализ технологического процесса

Операция	Эскиз, размерная цепь	Расчет размерной цепи
015 Токарная		$A_{01}=110\pm4\text{мм}$ $A_{11}=108,5\pm4\text{мм}$ $D_{01}=426\pm6\text{мм}$ $D_{11}=410_{-0,63}^{+0}\text{мм}$ $Z_{11}=A_{01}-A_{11}=110\pm4-108\pm4=1,5\text{мм}$ $Z_{D11}=D_{01}-D_{11}=426\pm6-410_{-0,63}^{+0}=16_{-6}^{+6,63}\text{мм}$ $Z_{D11}/2=8_{-3}^{+3,31}\text{мм}$ $Z_{D11}/2(\text{max})=11,31\text{мм}$ $Z_{D11}/2(\text{min})=5\text{мм}$
025 Токарная с ЧПУ (Установ А)		$A_{11}=108,5\pm4\text{мм}$ $A_{22}=103_{-1,95}^{+6}\text{мм}$ $D_{33}=395_{-0,14}^{+0}\text{мм}$ $D_{22}=218\pm6\text{мм}$ $Z_{22}=A_{11}-A_{22}=108,5\pm4-103_{-1,95}^{+6}=5,5_{-2}^{+2,05}\text{мм}$ $Z_{22}(\text{max})=7,55\text{мм}$ $Z_{22}(\text{min})=3,5\text{мм}$ $Z_{D22}=D_{33}-D_{22}=395_{-0,14}^{+0}-218\pm6=177_{-6}^{+6,14}\text{мм}$ $Z_{D22}/2=88,5_{-3}^{+3,7}\text{мм}$ $Z_{D22}/2(\text{max})=92,2\text{мм}$ $Z_{D22}(\text{min})=85,5\text{мм}$

025 Токарная с ЧПУ (Установ Б)		$A_{22}=103^{+6}_{-1,95}\text{мм}$ $A_{33}=98_{-0,1}\text{мм}$ $D_{11}=410_{-0,63}\text{мм}$ $D_{44}=365_{-0,57}\text{мм}$ $Z_{33} = A_{22} - A_{33} =$ $103^{+6}_{-1,95} - 98_{-0,1} =$ $5^{+6,1}_{-1,95}\text{мм}$ $Z_{33}(\text{max})=11,1\text{ мм}$ $Z_{33}(\text{min})= 3,05\text{ мм}$ $Z_{D44} = D_{11} - D_{44} = 370_{-0,63} - 365_{-0,57} = 5^{+0,57}_{-0,63}\text{мм}$ $Z_{D44}/2=2,5^{+0,285}_{-0,315}$ $Z_{D44}/2(\text{max})= 2,785\text{ мм}$ $Z_{D44}/2(\text{min})= 2,185\text{ мм}$
---	---	--

2.7 Техничко - экономические показатели технологического процесса

Цена за тонну заготовки круг горячекатаный $\varnothing 270$ ГОСТ 2590-88 из материала сталь 40Х по ГОСТ 4543-71 составляет 35500 рублей. Для изготовления одной детали нам потребуется 280 мм данного проката, что составляет 77,87 кг. Расчетная стоимость одной заготовки:

$$P_{\text{заг}} = \frac{77,87}{1000} \cdot 35500 = 2764,4 \text{ руб./шт.}$$

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

Таблица 16 – Данные о заработной плате рабочих

Профессия	Стоимость работы, руб./час	Время занятости рабочего на операции, час.	Заработная плата по факту работы, руб.
1. Станочник заготовительного оборудования.	170	0,76	129,2
2. Штамповщик	180	1,20	216
3.Токарь	190	0,20	38
4.Оператор токарного станка с ЧПУ	250	4,76	1190
5.Оператор фрезерного станка с ЧПУ	250	1,15	287,50
6.Оператор координатно	270	3,75	1012,5

– расточного станка с ЧПУ			
7.Термист	180	0,33	59,4
8.Гальваник	210	0,50	105,0
9.Мойщик	170	0,16	27,2
10.Консервировщик	170	0,25	42,5
11.Контролер	200	0,33	66,0
12. Слесарь	175	1,2	210
Итого, Σ :			3383,3

Заработная плата рабочих по данным тарифам составляет 3383 рубля 30 копеек. Если сложить заработную плату рабочих и стоимость заготовки, получаем себестоимость детали «Крышка» без учета амортизационных отчислений на оборудование, оплаты электроэнергии и отчислений на капитальный ремонт помещений: 6147 руб. 70 копеек.

Поскольку изготовление детали «Крышка» подразумевается в режиме мелкосерийного производства, назначим программу выпуска $Q_{\text{вып}} = 750$ шт/год.

Рассчитаем программу запуска:

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{вып}} * 100}{100 - a_{\text{нп}}} = \frac{750 * 100}{100 - 2} = 766 \text{ шт},$$

где $Q_{\text{вып}}$ – программа выпуска 750 единиц продукции в год;

$a_{\text{нп}}$ – % технологически неизбежных потерь, примерно 2% брака.

Поскольку нам требуется выпустить 750 штук деталей типа «Крышка» в год, программа запуска предполагает выпуск 766 шт/год, т.к. возможен процент появления брака в 2%.

Расчёт планового фонда времени работы оборудования:

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

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

n – число смен;

t – число часов работы в смену;

a – учитывая % брака.

$$T_{пл} = (365 - 119) \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,98 = 4016,33 \text{ час}$$

Такт выхода готовой детали:

$$r = \frac{T_{пл} \cdot 60}{Q_{зап}} = \frac{4016,33 \cdot 60}{766} = 314 \text{ мин/шт.}$$

Таблица 17 – Количество рабочих мест и их загрузка

Операция:	Оперативное время ($t_{оп}$), мин.	Количество рабочих мест по определению:		Коэффициент загрузки рабочих мест ($K_{зи}$)
		Расчётное, C_{pi}	Принятое, $C_{пр}$	
Заготовительная	45	0,14	1	0,14
Штамповочная	60	0,577	1	0,577
Токарная	12	0,04	1	0,04
Токарная с ЧПУ	285	0,91	1	0,91
Термическая	10	0,096	1	0,096
Фрезерная с ЧПУ	70	0,22	1	0,22
Координатно-расточная с ЧПУ	67	0,21	1	0,21
Слесарная	72	0,23	1	0,23
Гальваническая	30	0,22	1	0,22
Контрольная	20	0,15	1	0,15
Промывочная	10	0,08	1	0,08
Консервация	15	0,12	1	0,12
Итого, Σ :	-	2,993	12	0,249

$t_{оп}$ – время работы оператора;

C_{pi} – расчетное число рабочих мест;

$C_{при}$ принятое число рабочих мест;

$$C_{pi} = t_{оп}/r;$$

$$K_{зи} = C_{pi}/C_{при}.$$

Таким образом, при мелкосерийном производстве детали типа «Крышка» понадобится 12 рабочих мест. Средний коэффициент занятости рабочих на операции равен 0,249. Самыми нагруженными являются операция токарной обработки с ЧПУ и штамповочная.

2.8 Проектирование и выбор средств технологического оснащения

2.8.1 Выбор, обоснование и принцип работы

В данном курсовом проекте в качестве приспособления был выбран трехкулачковый самоцентрирующийся патрон 7100-0018. Такие патроны применяются для обработки крупногабаритных заготовок. Такие патроны способны закреплять заготовки диаметром до 500 мм. Суммарная сила зажима в кулачках при максимальном крутящем моменте на ведущей шестерне составляет 16000 Н.



Рисунок 11 – Патрон 7100-0018

Данное приспособление было выбрано исходя из формы детали. Деталь является телом вращения и имеет форму диска. Для таких форм лучше всего подходит данное приспособление.

Заготовка в патроне зажимается кулачками, которые приводятся в движение с помощью ключа.

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

2.8.2 Расчет погрешности базирования и установки заготовки

Погрешность базирования и установки является одной из составляющих суммарной погрешности. В процессе проектирования приспособления сложно учесть ее.

Расчетная суммарная погрешность приспособления определяется по формуле:

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

где δ – допуск на размер обрабатываемой детали, мм;

ε_6 – погрешность базирования, мм;

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

Δ_y – погрешность установки детали при выполнении данной операции;

ω – точность обработки детали при выполнении данной операции.

Допуск на размер заготовки, зажимаемой в кулачках – 410h14 (для заготовки) равен 1,55мм.

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

Погрешность установки при установке в трехкулачковом с чисто обработанной базой, при радиальном смещении заготовки, для диаметра 410 мм равна 100мкм.

Точность обработки на размер на данной операции равна 1,55мм (допуск на наибольший обрабатываемый размер заготовки – 410h14 после чистового точения).

Тогда по формуле рассчитываем погрешность приспособления:

$$\Delta_{\text{пр}} = \delta - (K_1 \cdot \varepsilon_6 + \Delta_y + K_2 \cdot \omega) = 1,55 - (0,8 \cdot 0 + 0,1 + 0,8 \cdot 1,55) = 0,21 \text{ мм.}$$

Данный расчет показывает, что для выполнения чистовой операции точения при заданных условиях для токарного патрона достаточна точность 0,21 мм. Точность изготовления токарных патронов, с расточными кулачками обычно позволяет устанавливать заготовку с точностью до 0,1 мм, что удовлетворяет значению точности, т.е. приспособление обеспечивает требуемую точность.

2.8.3 Расчет усилий зажима заготовки

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

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

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

K – коэффициент запаса;

R_0 – радиус обработанной поверхности, мм;

R – радиус, на котором осуществляется усилие зажима, мм;

f – коэффициент трения, для рифленной поверхности кулачков равен 1.

Для данного случая, учитывая конструктивные размеры $R=205\text{мм}$ и $R_0=109\text{мм}$.

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

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

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

Таким образом, усилие зажима для данной заготовки будет равно:

$$W = \frac{K \cdot P_X \cdot R_0}{f \cdot R} = \frac{2,5 \cdot 5,67 \cdot 109}{0,8 \cdot 205} = 9,42 \text{ кН}$$

Для того чтобы закрепить заготовку в приспособлении, и обеспечить оптимальные условия обработки потребуется усилие в 9,42 кН, для зажима заготовки.

3 Гибкие производственные модули (ГПМ)

ГПМ состоит из единицы технологического оборудования, оснащенного устройством с числовым программным управлением (УЧПУ) и средствами автоматизации технологического процесса. ГПМ функционирует автономно, осуществляя многократные циклы, и может встраиваться в ГПС более высокого уровня.

В состав ГПМ входят: металлорежущий станок с ЧПУ; транспортно-накопительная система; магазин инструментов и устройств их автоматической смены; устройства автоматического контроля размеров режущего инструмента; система контроля за состоянием процесса резания; механизм автоматической смены элементов зажимных приспособлений [15].

В нашем случае для автоматизации токарно-фрезерного участка, где происходит обработка детали типа «Крышка» предполагается использование гибкого производственного модуля.

Данный ГПМ оснащен токарным обрабатывающим центром Goodway серии GLS – 1500LY (1); модулем загрузки/разгрузки станков (2); вращающимся столом с заготовками (3).

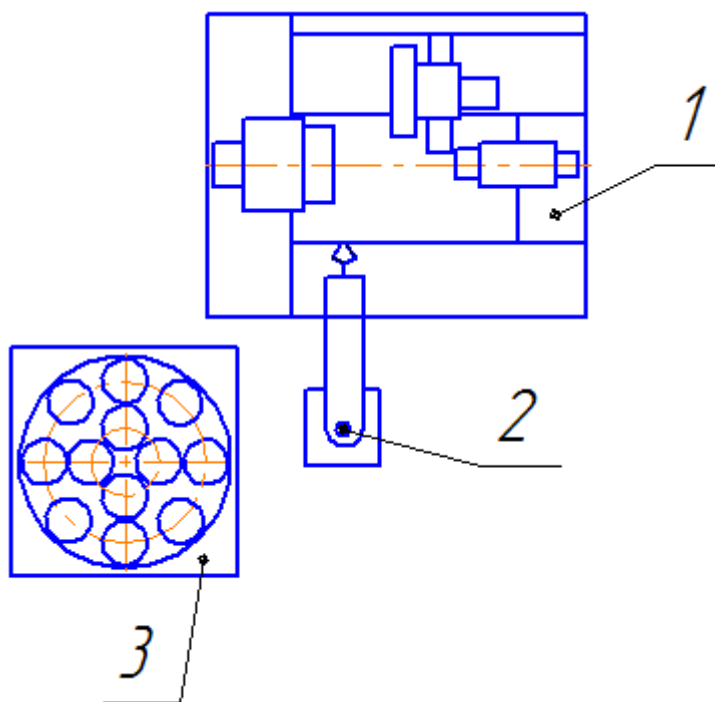


Рисунок 12 – Схема ГПМ для токарного участка

Управление ГПМ осуществляется УЧПУ (автоматический поиск ячейки с заготовками, загрузку/выгрузку станков).

Если будет необходимо запустить массовое производство, данный ГПМ будет включен в состав ГПС в котором необходимо будет обеспечить непрерывную подачу заготовок от начальной операции (заготовительной) к финальной (токарно-фрезерная). Будет необходима замена ручного труда: транспортировка заготовок от заготовительной операции на токарный участок; токарная обработка для получения первой технологической базы; транспортировка заготовок к разработанному ГПМ; загрузка/разгрузка вращающихся столов. Это приведет к дополнительным затратам, но будет иметь место сокращение времени на производство данной детали, а также будет сокращено количество рабочих мест.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A21	Кандерскому Виталию Александровичу

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. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Расчет затрат на изготовление детали

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

Таблица18 – Спецификация основных материалов и сырья

№№ п/п	Материал	Ед. изм.	Цена за ед., руб.	Норма расхода на изделие	Сумма на изделие, руб.
1	2	3	4	5	6
2	сталь 40Х круг Ø270	т	35500	0,07	2485

Таблица 19 – Затраты электроэнергии на технологические нужды

№ п/п	Наименование оборудования	Мощность кВт	Время эксплуатации, (ч. на ед. прод.)	Расход электроэнергии (кВт на ед. прод)
1.	Отрезной круглопильный станок 8Г663-400	9,12	1,3	11,86
2.	Печь ПКМ 6.8.4	27	3,5	94,50
3.	Пресс ТМП 630 модель КА8538	37	0,5	18,50
4.	Токарный станок 1Н65	23,62	0,6	14,17
5.	Токарный обрабатывающий центр Goodway серии GLS – 1500LY.	11	3,62	39,82
6.	Вертикально фрезерный станок ГФ2171	18	1,15	20,70
7.	Координатно-расточной станок 24К40СФ4	8,61	1,56	13,43
8.	ИТОГО			212,98

Затраты на электроэнергию производства одной единицы продукции составили 212,98 кВт. Далее произведем расчет заработной платы рабочих и рассчитаем затраты на годовой выпуск продукции детали «Крышка».

Таблица 20 – Заработная плата производственных рабочих

Профессия	Стоимость работы, руб./час	Время занятости рабочего на операции, час.	Заработная плата по факту работы, руб.
1. Станочник заготовительного оборудования.	170	1,3	221
2. Штамповщик	180	1,20	216
3.Токарь	190	0,60	38
4.Оператор токарного станка с ЧПУ	250	4,76	1190
5.Оператор фрезерного станка с ЧПУ	250	1,15	287,50
6.Оператор координатно – расточного станка с ЧПУ	270	3,75	1012,5
7.Термист	180	0,33	59,4
8.Гальваник	210	0,50	105,0
9.Мойщик	170	0,16	27,2
10.Консервировщик	170	0,25	42,5
11.Контролер	200	0,33	66,0
12. Слесарь	175	1,2	210
Итого, Σ :			3475,1

Таблица 21 – Расчет затрат на годовой выпуск продукции

№ № п/п	Наименование статей расхода	Ед. из м.	Цен а за ед., руб.	Расходы в нат.ед.		Затраты, тыс.руб.		Прим.
				На 1 ед.	На 750 шт.	На 1 ед.	На 750 шт.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Сырье и основные материалы и комплектующие	м	3017 5	0,170	130,22	2,485	1903,5 1	Табл. 18
2.	Электроэнергия на технологические нужды	кВт	4,63	212,9 8	163142 ,7	0,986	755,35 1	Табл. 19
3.	Заработная плата основных производственных рабочих	тыс. руб.	*	*	*	3,475	2661,9 3	Табл. 20

4.	Отчисления на социальные нужды	тыс. руб.	*	*	*	1,043	798,57 9	30% от ст. 3
5.	Общепроизводственные расходы	тыс. руб.	*	*	*	9,21	7054,1 2	265% от ст. 3
6.	Общехозяйственные расходы	тыс. руб.	*	*	*	11,64	8917,4 7	335% от ст. 3
Полная себестоимость, в т.ч.		тыс. руб.	*	*	*	28,83 9	22090, 96	1+2+3+ 4+ 5+6
Условно-переменные затраты		тыс. руб.	*	*	*	7,989	6119,3 7	1+2+3+ 4
Условно-постоянные затраты		тыс. руб.	*	*	*	20,85	15971, 59	5+6

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

4.2 Анализ безубыточности изготовления детали

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

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

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

Выразим эту формулу через объем продаж (Q):

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

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

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

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

Тогда точка безубыточности определится следующим образом:

$$Q_{\text{ТБ}} = \frac{Z_{\text{пост}}}{C_i - Z_{\text{пер}}} = \frac{15971590}{34607 - 7989} = 600 \text{ шт.}$$

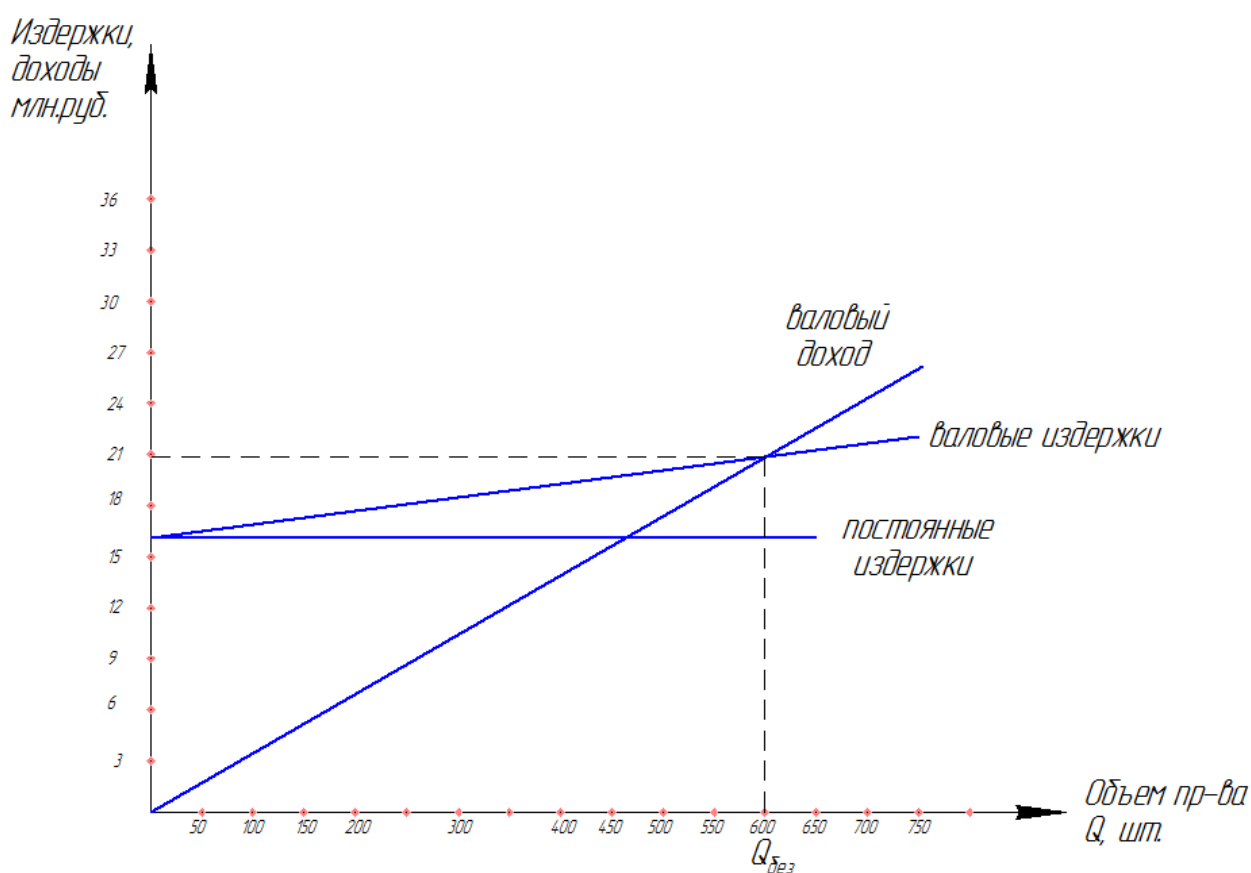


Рисунок 13 – Точка безубыточности

Таким образом, исходя из проведенного анализа безубыточности изготовления детали типа «Крышка», следует, что для мелкосерийного производства детали необходимо производить 600 деталей в год, чтобы доходы компенсировали расходы.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A21	Кандерскому Виталию Александровичу

Институт	ИФВТ	Кафедра	ФВТМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения

Объектом исследования является производственный технологический процесс детали типа «Крышка».

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.
1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.

– Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
– Повышенный уровень шума на рабочем месте;
– Недостаточная освещенность рабочей зоны,
– Повышенный уровень вибрации;
– Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;

– Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования;
– Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкании которой может произойти через тело человека;

– Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования;
– Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;

2. Экологическая безопасность

В данном разделе производится анализ влияния на окружающую среду.

5 Социальна ответственность

Объектом выпускной квалификационной работы является проектирование процесса изготовления «Крышки», в работе будет рассмотрено воздействие вредных факторов на человека и окружающую среду в процессе производства детали.

В процессе обработки детали возможны действия следующих вредных и опасных факторов, если станок не оснащён необходимыми средствами безопасности. Станочник подвергается опасности травмирования сливной стружкой, обрабатываемым изделием, режущим инструментом, поражение электрическим током. В течении вспомогательного времени происходит основное физическое напряжение рабочего, вызываемое многочисленными повторяющимися ручными операциями, особенно при работе на универсальном оборудовании. К вредным факторам возникающих в цеху можно отнести: превышенный уровень шума, недостаточную освещённость рабочей зоны, загрязнённый воздух, негативное воздействие СОЖ, отклонение показателей микроклимата.

Воздействие опасных производственных факторов может привести к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья.

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе производства детали

При производстве детали «Крышка» на участке цеха используется следующее оборудование: токарный станок с ЧПУ, фрезерный станок с ЧПУ, Координатно-расточной станок. Перечень всех опасных и вредных факторов при изготовлении детали «Крышка» приведены в таблице 1, на примере токарного центра с ЧПУ GOODWEYGLS-150Y(по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ).

Таблица 22 – Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «Крышка»

Оборуд.	Вредные и опасные факторы	Меры защиты
Механическая обработка	1. Незащищённые подвижные элементы производственного оборудования	1. Ограждение зоны обработки

2. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека	2. $U=380\text{В}$, $J=10\text{А}$, $f=50\text{Гц}$ Применение контурного заземления $R_3 \leq 4\text{Ом}$
3. Повышенный уровень шума на рабочем месте $УЗД=97\text{дБА}$ $ПДУ=80\text{дБА}$	3. Использование звукопоглощающих покрытий $\alpha \geq 0,5$, защитных кожухов, перфорированных экранов
4. Повышенный уровень вибрации $f=18\text{Гц}$ $ПДУ=92\text{дБ}$	4. Упругая подвеска, амортизация, индивидуальные средства защиты (антивибрационные пояса, спец. одежда, поглощающая обувь, коврик)
5. Стружкообразование материала стали 40Х	5. Индивидуальные средства защиты: очки, использование стружколомов, использование автоматической уборки стружки
6. Недостаточная освещенность рабочей зоны	6. Применение комбинированной системы освещения с использованием люминесцентных ламп типа ЛБ и ЛД
7. Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны	7. Использование принудительной вытяжной вентиляции, СИЗ
8. Недопустимые метеорологические условия для помещения рабочей зоны	8. Использование приточно-вытяжной вентиляции, системы воздушного отопления

С точки зрения санитарно-гигиенических норм можно выделить следующие вредные факторы, связанные с работой на станках данного технологического процесса:

1. Загрязненность рабочей зоны мелкой стружкой и пылью обрабатываемого материала. Следствием этого может быть травма глаз и

легочные заболевания, вызванные длительным воздействием пыли на органы дыхания.

2. Монотонный шум, вызванный работой станков. При обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы, а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника. Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам. Предельно допустимый уровень шума в цехе должен быть не более 80дБА, что соответствует ГОСТ 12.1.003-83. Допустимые уровни шума на рабочих местах относятся к широкополосному шуму. Источником вибраций в основном является сборочное оборудование, а причиной возникновения вибрации при работе станков являются неуравновешенные силовые воздействия.

3. Плохая освещенность. Недостаточная освещенность рабочей зоны приводит к перенапряжению органов зрения, в результате чего снижается острота зрения, и человек быстро устает. Работает менее продуктивно, возникает потенциальная опасность несчастных случаев и, кроме того, длительное, плохое освещение может привести к профессиональным заболеваниям (близорукость и др.). Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков.

4. Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей.

5. Активную роль на безопасность работы оказывает вентиляция и отопление. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 устанавливается комплекс оптимальных и допустимых метеорологических условий для помещения рабочей зоны, включающий значение температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха приведены в таблице 2.

Таблица 23

Категория работы	Период года	Температура, °C		Относительная влажность, %		Скорость воздуха, м/с	
		оптим.	допуст.	оптим.	допуст.	оптим.	допуст.
Средне й тяжести, IIa	Холод- ный	18-20	17-23	40-60	не более 75	не более 0,2	не более 0,3
	Тёплый	21-23	18-27	40-60	не более 55 при 28°C 60 при 27°C 65 при 26°C 70 при 25°C 75 при 24°C	не более 0,3	0,2-0,4

5.1.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

В качестве мероприятий по снижению опасных и вредных факторов при производстве детали «Крышка» предлагается использовать:

1) Ограждение опасных зон: движущихся частей станков и механизмов, режущих инструментов, обрабатываемого материала, токоведущих частей электрооборудования, зоны выделения стружки.

2) Применение предохранительных устройств: от перегрузки станка, от перехода движущихся узлов за установленные пределы, от внезапного падения или повышения напряжения электрического тока.

3) Использование системы дистанционного управления: управление станком осуществляется с помощью стойки ЧПУ, которая включает в себя клавиатуру для ввода команд и дисплей. Стойка ЧПУ расположена вне опасной зоны станка.

4) Использование сигнализации безопасности: цветовой и знаковой. Отключающие устройства станка, в том числе аварийные, окрашены в красный сигнальный цвет согласно. При нарушении технологического процесса на станке

предусмотрены сигнальные лампы, окрашенные в красный цвет. Открытые и не полностью закрытые движущиеся части оборудования окрашены в желтый цвет. На шкафах с электрооборудованием станка нанесен знак «Осторожно! Электрическое напряжение».

5) Применение расстояния и габаритных размеров безопасности: габаритные размеры рабочих мест, безопасные расстояния между станками и элементами производственного помещения, габаритные размеры, габаритные размеры подвеса электрических проводов.

6) Использование средств индивидуальной защиты: очки, спец.одежда, головные уборы, специальная обувь.)

7) Применение профилактических испытаний станка и его узлов: на механическую прочность, на электрическую проводимость, на надёжность срабатывания предохранительных устройств-блокировок.

8) Использование и применение специальных средств обеспечения безопасности: защитное контурное заземление $R_3 \leq 4$ Ом, средства дробления сливной стружки в процессе резания, искусственное освещение станков, ограничители шума УЗД=97дБА, ПДУ=80дБА и вибрации $f=18$ Гц, ПДУ=92дБ, манипуляторы с программным управлением.

9) Необходимой мерой безопасности является освещение в соответствии с требованиями норм и правил СНиП 23-05-95 для общего освещения производственных помещений механических цехов рекомендуется применять общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 400 лк согласно СНиП II – 4 – 95. В нашем случае освещенность цеха комбинированная – сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение.

5.2 Экологическая безопасность

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений.

При обработке деталей на металлорежущих станках от 15 до 20% массы заготовки превращается в металлическую стружку, поэтому возникает важная

проблема уборки стружки от станков и последующей ее утилизации и переработки. Обрабатываемая деталь «Крышка» изготовлена из стали, стружка после обработки идет на переработку.

Также огромное значение имеет очистка вентиляционных выбросов от механических примесей. Это происходит аппаратами мокрого и сухого пылеулавливания, волокнистыми фильтрами и электрофильтрами.

Очистку и обезвреживание газовых составляющих выбросов производства осуществляют конденсационным методом, заключающимся в охлаждении паровоздушной смеси ниже точки росы в специальных теплообменниках – конденсаторах.

Защита от тончайшей пыли и металлообразивной стружки, а также от выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами, воздухоотборниками, отсосами. Воздух, проходя через многочисленные фильтры, очищается, а пыль и грязь поступает в отходы.

Загрязнение водных ресурсов металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. Такая чистка производится на специальном месте оборудованном стоком с фильтрами, задерживающими грязь, масла, кислоты.

На предприятиях машиностроительной промышленности очистка сточных вод осуществляется, как правило, в отстойниках, шлако-накопителях, нефте- и маслотовушках. Очищенные воды в большинстве случаев используются в системах оборотного водоснабжения. При этом вода основного источника или из других циклов водопользования идёт на компенсацию потерь оборотной воды.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным ситуациям техногенного характера может быть выделено возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием. Поэтому следует:

В качестве профилактических мероприятий на участке используются:

- правильная эксплуатация машин, правильное содержание территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
- соблюдение противопожарных правил, норм при устройстве оборудования, отопления, освещения, правильное размещение оборудования;
- запрещение курения в неустановленных местах, проведения сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях;

-своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования.

- применение автоматических средств обнаружения пожаров;
- повышение огнестойкости зданий и сооружений путём облицовки или оштукатуривания металлических конструкций.

- в доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации.

- обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации.

- система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

Для обеспечения тушения пожара в начальной стадии его возникновения используется система пожарных водопроводов и аппараты пожаротушения (смонтированные в зданиях стационарные установки, предназначенные для тушения пожара без участия людей, и огнетушители - пенные ОХВП-10 и углекислотные ОУ-2 по одному на каждые 700 м² площади, ящики с песком 1-ин на 500м² площади). Для обеспечения безопасности людей при пожарах в производственных помещениях предусматриваются пути эвакуации и устройства для удаления из помещений дыма (дымовые люки и т. п.)

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Так как данный вид работ подразумевает возможное наличие угроз жизни (таких как работа в запылённом помещении, работа с горячим металлом, работа с подвижными частями механизмов), следует обеспечить работника всеми необходимыми мерами защиты – рабочими перчатками, для уменьшения травм от острых краёв металла; очками, для исключения попадания инородных тел в глаза и область глаз; спец.одеждой, как мерой индивидуальной защиты работника, а также другими средствами защиты в зависимости от выполняемой сотрудником работы. Каждому работнику должно быть предоставлено рабочее место с учётом специфики работы – если это сборочное место, то оно должно быть оснащено всем необходимым для сборки инструментом, должно быть удобным, а также освещённым в зависимости от размера собираемой детали; если это место работника-токаря, то рядом должны находиться инструментальные шкафы со всем необходимым инструментом, перед станком должна быть ровная и удобная

поверхность, уровень света также должен быть достаточен для работы, чтобы сотруднику не приходилось подключать другие источники света.

Заключение

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс детали типа «Крышка». Подобраны средства технологического оснащения: металлообрабатывающее оборудование, металлорежущий инструмент и мерительный инструмент. Произведены расчет на минимальный припуск, на силу резания и на силу зажима. Выполнен размерный анализ технологического процесса. Для операций с ЧПУ построены расчетно-технологические карты, карты наладки и написан код программы.

Разработанный технологический процесс механической обработки детали «Центр» отвечает требованиям современного производства. Для обработки детали используется прогрессивное станочное оборудование с ЧПУ и режущий инструмент. Благодаря этому уменьшается время на обработку, увеличивается экономия материала и инструмента. Но предполагает большие материальные затраты на покупку оборудования, что целесообразно т.к. данное оборудование обладает большой гибкостью, легко переналаживаемо и может использоваться для изготовления различных деталей.

Список литературы

1. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя.-М.: Машиностроение, 1985. 656 с.
2. Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». – Л.: Машиностроение, Ленинград. отделение, 1985. –496 с.,ил.
3. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983г. – М.: Альянс, 2015. – 256 с.
4. Станочные приспособления: Справочник /В 2-х т./ Ред. Совет Вардашкина и др. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.
5. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. –324 с.
6. Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 144 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. с 74 т. 2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 496 с., ил.
8. Обработка металлов резанием: справочник технолога / А. А. Панов – М.: Машиностроение. 1998. – 736 с.
9. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник/В. И. Баранчиков, А. В. Жаринов, Н. Д. Юдина и др.: Под общ. ред. В. И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.: ил.
10. SandvikCoromant: режущие инструменты, [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/pages/tools.aspx>
11. WEBER COMECHANICS: поставка металлообрабатывающего оборудования, [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://weber.ru/index.php/device/gorizontalnie-tokarnie-stanki-chpu/50>
12. НЕБАСТАНКОМАШ: представительство станкостроительного торгово-промышленного объединения, [Электронный ресурс]. Режим доступа http://dvt-spb.ru/catalog/mokpo/frezer/frezer_rus/gf2171/
13. Рубикон ООО: иллюстрированные каталоги, справочники, базы данных по металлорежущим станкам и кузнечно–прессовому оборудованию, [Электронный ресурс]. Режим доступа http://stanki-katalog.ru/sprav_24k40sf4.htm

14. Основы технологии машиностроения, [Электронный ресурс]. Режим доступа http://osntm.ru/tab_kv.html
15. Metallорежущие станки: учебное пособие / А.М. Гуртяков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск, 2009. – 350 с.

Дубл.										
Взам.										
Подп.										

	НИИ ТПУ		ФВТМ.0954А21.КП.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 ДОКУМЕНТОВ
На технологический процесс механической обработки
детали «Крышка»

Проверил: КТН, руководитель
Должиков В.П.

Выполнил: студент группы 4А21
Кандерский В.А.

										Приложение А							
Дубл.																	
Взам.																	
Подп.																	
												2		1			
Разраб.	Кандерский В.А.					ФВТМ 0954А21 ВКР						СЭВ 004015					
Провер.	Должиков В.П.																
Н.контр.	Должиков В.П.			Крышка										КДИ			
M01	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71																
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Вид загот.		Профиль и размеры					КД	МЗ	
	095100		98	19,175	1	58,695	0,246	Штамповка		ø270х1580					5	77,87	
А	цех	Уч.	Рм	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования						см	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К шт.	Тп.з	Т шт.
A01	005 Заготовительная																
B02	Отрезной круглопильный станок 8Г663-400							Слесарь	2	18466	1	1	1				
A03	010 Штамповочная																
B04	ТМП 630 модель КА8538							Штамповщик	2	19700	1	1	1				
A05	015 Токарная																
B06	Токарный станок 1Н65							Токарь	2	19149	1	1	1				
A07	020 Токарная с ЧПУ																
B08	Токарный обрабатывающий центр GLS – 1500LY						Оператор станков с ЧПУ	4	16045	1	1	1					
A09	025 Термическая																
B10	Печь ПКМ 6.8.4							Термист	2	19100	1	1	1				
A11	030 Токарная с ЧПУ																
B12	Токарный обрабатывающий центр GLS – 1500LY						Оператор станков с ЧПУ	4	16045	1	1	1					
A13	035 Фрезерная																
МК																2	

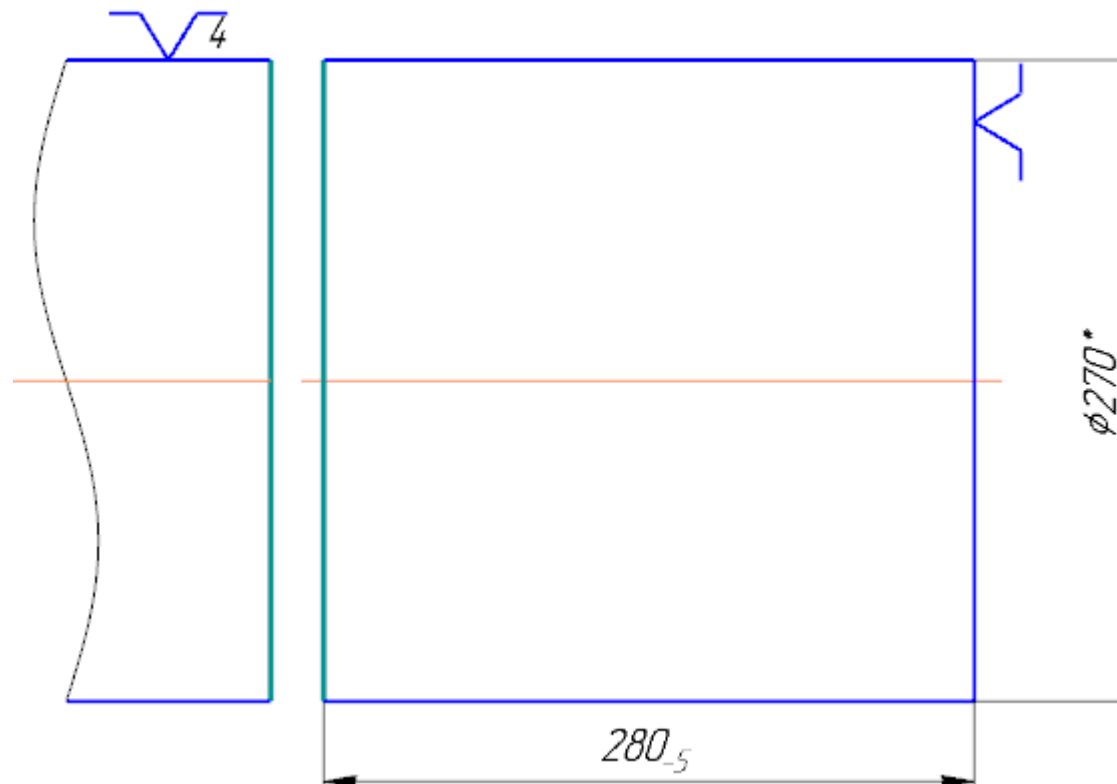
										Приложение А								
Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
											2			2				
Разраб.	Кандерский В.А.					ФВТМ 0954А21 ВКР						СЭВ 004015						
Провер.	Должиков В.П.																	
						Крышка								КДИ				
Н.контр.	Должиков В.П.																	
M01	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71																	
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Вид загот.		Профиль и размеры						КД	МЗ	
	095100		98	19,175	1	58,695	0,246	Штамповка		ø270х1580			5	77,87				
А	цех	Уч.	Рм	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования						см	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К шт.	Тп.з	Т шт.	
B14	Вертикально фрезерный станок ГФ2171						Оператор станков с ЧПУ		4	16045	1	1	1					
A15	040 Координатно расточная с ЧПУ																	
B16	Координатно-расточной станок 24К40СФ4 с ЧПУ						Оператор станков с ЧПУ		4	16045	1	1	1					
A17	045 Слесарная						Слесарь		2	18446	1	1	1					
A18	050 Контрольная						Контролер ОТК		3	12968	1	1	1					
A19	055 Промывочная						Мойщик		1	14509	1	1	1					
A20	060 Гальваническая						Гальванист		2	35727	1	1	1					
A21	065 Консервация						Упаковщик		1	19293	1	1	1					
22																		
23																		
24																		
25																		
26																		
МК																3		

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

[illegible][illegible]

Разраб.	Кандерский В.А.			НИИ ТПУ	ФВТМ0954А21 ВКР		ИФВТ 4А21
Провер.	Должиков В.П.						

					Крышка	005
Н.контр.	Должиков В.П.					



КЭ	Карта эскизов	4
----	---------------	---

										ГОСТ 3.1404 – 86		Форма 3							
										1		1							
Разраб.		Кандерский В.А.		НИИ ТПУ		ФВТМ 0954А21 ВКР				ИФВТ 4А21									
Провер.		Должиков В.П.																	
Н.контр.		Должиков В.П.								1		1		1		005			
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка			МЗ		КОИ		
Заготовительная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71				200 НВ		98	19,175	ø270х1580			77,87		1		
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв		Тпз		Тшт		Сож				
Отрезной круглопильный станок 8Г663-400								0,3		0,15		20		0,45		3% Эмулькат ТУ 0258-088-05744685-96			
Р	Содержание перехода					То	D или B		L		t		i	S		n		V	
O01	А. Установить заготовку в призмы;																		
O02	Базы: Наружный диаметр, торец.																		
T03	Призмы опорные ГОСТ 12195-66																		
T04	Дисковая сегментная пила с вставками 2257-0163 Р6М5 Ø800мм ГОСТ 4047-82																		
P05	0,15 мм/зуб 10мин ⁻¹ 30м/мин																		
O06	Отрезать заготовку выдерживая размер 280 ₋₄ мм																		
T07	Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89																		
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
ОК		Операционная карта															5		

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

		1	1
--	--	---	---

Разраб.	Кандерский В.А.			НИИ ТПУ	ФВТМ 0954А21 ВКР		ИФВТ 4А21
Провер.	Должиков В.П.						

[illegible]

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка	МЗ	КОИ
-----------------------	----------	-----------	----	----	---------------------------	----	-----

Штамповочная	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	200 НВ	98	19,175	ø270x1580	77,87	1
--------------	------------------------	--------	----	--------	-----------	-------	---

Оборудование; устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз	Тшт	Сож
------------------------------	-----------------------	----	----	-----	-----	-----

ТМП 630 модель КА8538		0,3	0,15	20	0,45	
-----------------------	--	-----	------	----	------	--

P	Содержание перехода	To	D или B	L	t	i	S	n	V
---	---------------------	----	---------	---	-----	-----	---	---	---

001	А. Установить заготовку в печь
-----	--------------------------------

О02	1 Греть заготовку в печи при температуре при 1000°C 1,8ч
-----	--

062	Полнота заготовки в нем при температуре при 1000 °С, 1,3 г
068	В-Н

003	Б. Установить заготовку на стол штампа
-----	--

О04	1.Ковать заготовку согласно эскизу.
-----	-------------------------------------

T05	Штангенциркуль ШШ-Ш-500-0.1 ГОСТ 166-89.
-----	--

[illegible]

006	II А. Установить заготовку в печь
-----	-----------------------------------

О07	1. Греть заготовку в печи при температуре при 1200°C, 1,8ч.
-----	---

008	Б. Установить заготовку на стол штампа
-----	--

089	БЭГД ОРГОНОДЫН САЛГАРЫН ХАТГАЛ АЖАЙЛАХ
090	О-И

009	2. Ковать заготовку согласно эскизу.
-----	--------------------------------------

T10	Прошивень цилиндрический Ø200 материал: Сталь 40X
-----	---

Т11	Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89.
-----	--

13

OK	Операционная карта	7
----	--------------------	---

										ГОСТ 3.1404 – 86			Форма 3					
										2			1					
Разраб.		Кандерский В.А.		НИИ ТПУ		ФВТМ 0954А21 ВКР						ИФВТ 4А21						
Провер.		Должиков В.П.																
Н.контр.		Должиков В.П.										1	1	1	015			
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД		Профиль, разм., заготовка			МЗ		КОИ	
Токарная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			200 НВ		98	19,175		ø270х1580			77,87		1	
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы			То		Тв		Тпз		Тшт		Сож			
Токарный станок 1Н65							6,53		0,17		2,4		45					
Р	Содержание перехода					То	D или В		L		t		i		S		n	V
O01	А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковый патрон																	
O02	Базы: Наружный диаметр, торец.																	
T03	Трехкулачковый патрон 7100-0018 ГОСТ 2675-80																	
O04	1. Подрезать торец выдерживая размер 108,5±4 мм.																	
T05	Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880-73																	
P06	426 1,5 1,5 1 0,15мм/об 120мин ⁻¹ 135м/мин																	
O07	2.Точить наружный диаметр выдерживая размеры: Ø410 ^{-0,63} ; 60±1 мм.																	
T08	Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73																	
P09	410 60 2 4 0,2 мм/об 120мин ⁻¹ 160м/мин																	
O10	3. Точить внутренний диаметр выдерживая размер Ø230 ^{+0,46}																	
T11	Резец расточной 2141-0205 Т15К6 ГОСТ 18883-73																	
P12	230 ^{+0,46} 108,5±4 2 3 0,3 мм/об 120мин ⁻¹ 153м/мин																	
T13	Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости 6,3 Т, Р, ТТ ГОСТ 9378-93																	
ОК		Операционная карта															9	

[illegible]

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
																		1	1
Разраб.	Кандерский В.А.			НИИ ТПУ		ФВТМ 0954А21 ВКР								ИФВТ 4А21					
Провер.	Должиков В.П.																		
															1	1	1	020	
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД		Профиль, разм., заготовка				МЗ		КОИ
Термическая				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71				28 НRC		98	19,175		ø270х1580				77,87		1
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы				То		Тв		Тпз		Тшт		Сож			
								65		4,3		3,7		69,3					
Р	Содержание перехода						То	D или B		L		t		i		S		n	V
O01	Произвести стабилизацию материала.																		
02																			
03																			
04																			
05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
OK	Операционная карта																		11

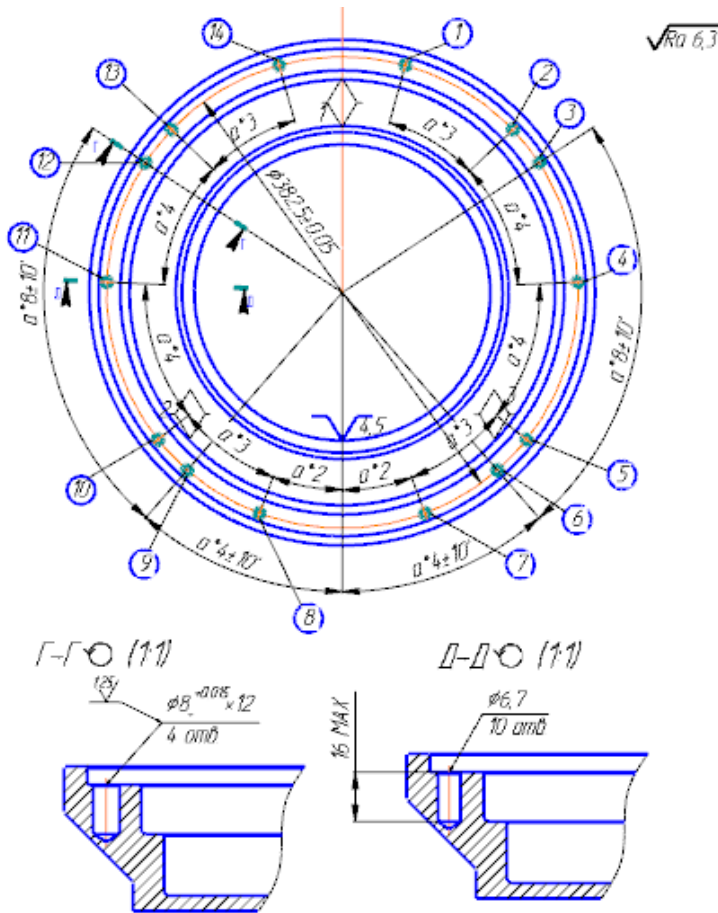
[illegible]

										ГОСТ 3.1404 – 86		Форма 3					
										1		1					
Разраб.		Кандерский В.А.		НИИ ТПУ		ФВТМ 0954А21 ВКР				ИФВТ 4А21							
Провер.		Должиков В.П.															
Н.контр.		Должиков В.П.								1		1		1		040	
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка			МЗ		КОИ	
Токарная с ЧПУ				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			28 HRC		98	19,175	ø270х1580			77,87		1	
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв		Тпз		Тшт		Сож			
Токарный обрабатывающий центр GLS – 1500LY				030 Токарная с ЧПУ			2,8	2		5		4,8		3% Эмулькат ТУ 0258-088-05744685-96			
Р	Содержание перехода					То	D или B	L		t	i	S	n	V			
O01	Установить и закрепить заготовку в трехкулачковый патрон																
O02	Базы: Наружный диаметр, торец.																
T03	Трехкулачковый патрон (пневмо) PneumaticChucRotatp																
O04	Точить деталь согласно эскизу.																
T05	Расточная оправка для точения A25T-SCLCR 12HP-R.Пластина CCMT 120412-PR 4325																
P06	98 _{0,1} 2,5 1 0,165мм/об 136мин ⁻¹ 252м/мин																
T07	Глубиномер Г М100 -2 ГОСТ 7470-92; Нутромер 160-260 ГОСТ 9244-75; Нутромер 250-450 ГОСТ 9244-75;																
T08	Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-89; Универсальный угломер ГОСТ 5378-88; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75.																
09																	
10																	
11																	
12																	
13																	
ОК		Операционная карта												18			

Technical drawing of a stepped shaft. The top view is a circular cross-section showing concentric circles for diameters $\phi 330 \pm 0.3$ and $\phi 265 \pm 0.5$. A square feature is centered on the outer diameter. Four holes are located on the outer diameter, with a distance of $20_{-0.01}^{+0.8}$ from the center to the hole center. The side view shows a stepped shaft with a total height of $98_{-0.1}^{+0.1}$ and a step height of 51 . The surface finish is $\sqrt{Ra} 6.3$. The drawing includes dimension lines, center lines, and section lines.

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

													1	1
Разраб.	Кандерский В.А.			НИИ ТПУ		ФВТМ 0954А21 ВКР						ИФВТ 4А21		
Провер.	Должиков В.П.													
					Крышка								055	
Н.контр.	Должиков В.П.													



[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

			2
--	--	--	---

[illegible]

Р	Содержание перехода	To	D или B	L	t	i	S	n	V
O14	Б. Переустановить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне.								
O15	Базы: внутренний диаметр и торец								
T16	1. Нарезать резьбу М8 в 10ти отверстиях на глубину 12 мм.								
T17	Метчик М8 2621-253 1Р6М5 ГОСТ 3266-81; Вороток 6910-0067 ГОСТ 22401-83; Калибры резьбовые ГОСТ 2016-86;								
T18	Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,01 ГОСТ 166-89								
T19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
OK	Операционная карта								26

[illegible]

										ГОСТ 3.1404 – 86			Форма 3					
										1			1					
Разраб.		Кандерский В.А.		НИИ ТПУ		ФВТМ 0954А21 ВКР				ИФВТ 4А21								
Провер.		Должиков В.П.																
Н.контр.		Должиков В.П.								1		1		1		080		
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка			МЗ		КОИ	
Консервация				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71				28 НRC		98	19,175	ø270х1580			77,87		1	
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв		Тпз		Тшт		Сож			
								0,25	0,25		-		0,5					
Р	Содержание перехода					То	D или B		L		t	i	S		n	V		
001	1. Консервировать по ТТП 60270-00001 вариант 1.																	
002	Завернуть в нитритно-уротропиновую бумагу																	
003	2. Деталь сдать на склад готовых деталей.																	
04																		
05																		
06																		
07																		
08																		
09																		
10																		
11																		
12																		
13																		
ОК		Операционная карта													30			