

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 «Вал» на станках с ЧПУ УДК 621.824:621.9.06-529

Студент

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4А21	Асеев Александр Львович		14.06.2016.

Руководитель

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н.		14.06.16.

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФВТМ	Псахье С.Г.	д.ф-м.н., профессор		14.06.16

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**

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой, д.ф.-м.н., профессор

*С.Г. Псахье* / С.Г. Псахье  
(Подпись) / (Дата) (Ф.И.О)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме

Бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
4А21	Асеев Александр Львович

Тема работы:

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:

	<i>14.06.2016г.</i>
--	---------------------

**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;
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
Раздел	Консультант
Технологическая часть	Должиков В.П.

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гаврикова Н.А.
Социальная ответственность	Анищенко Ю.В.
<b>Название разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

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

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4A21	Асеев Александр Львович		09.02.2016г.

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 76 страниц, 12 рисунков, 18 таблиц, 14 источников, 26 страниц альбомной документации.

Ключевые слова: вал входной, вал шестерня, редуктор, технологический процесс.

Объектом исследования является деталь вал входной.

Цель работы – разработка технологии производства детали “вал входной”.

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 “вал входной”, применимого для реального производства, где есть необходимые станки.

Эффективность спроектированного технологического процесса определена экономическими расчетами.

## Оглавление

Введение	6
1. Проектирование технологического процесса изготовления детали	8
1.1 Обеспечение эксплуатационных свойств детали	14
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	16
1.3 Способ получения заготовки	17
1.4 Проектирование технологического маршрута	18
1.5 Расчет припусков на обработку	20
1.6 Проектирование технологических операций	25
1.6.1 Уточнение содержания переходов	31
1.6.2 Выбор средств технологического оснащения	32
1.6.3 Выбор и расчет режимов резания	36
1.6.4 Нормирование технологических переходов	39
1.7 Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ	41
1.8 Размерный анализ технологического процесса	44
1.9 Техничко-экономические показатели технологического процесса	46
1.10 Выбор средств технологического оснащения	49
1.11 Проектирование гибкого производственного модуля	55
2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	59
2.1 Расчет затрат на изготовление детали	59
2.2 Анализ безубыточности изготовления детали	61
3 Социальная ответственность	65
4 Производственная безопасность	66
4.3 Экологическая безопасность	71
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	72
4.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	73
Заключение	74
Список используемой литературы	75
Приложение А	77
Альбом технологической документации	85

## **Введение**

Целью данной работы является технологическая подготовка производства детали вал, по требованиям, предъявленным конструктором в виде чертежа детали. Вся работа представлена в пояснительной записке и разделена на части. В первой части производится анализ технологичности изделия, что затем определяет маршрут обработки. В расчётной части проверяется соблюдение всех конструкторских размеров, качества поверхности, по предложенной последовательности изготовления. После чего следует подбор металлорежущего оборудования и расчёт режимов резания. В заключительной части рассчитывается основное время, затрачиваемое на обработку изделия.

Машиностроение – одна из наиболее крупных комплексных отраслей промышленности, определяющая уровень научно-технического прогресса в народном хозяйстве, поскольку обеспечивает все отрасли различным оборудованием, приборами и другими средствами, а население – предметами потребления.

Машиностроение делится на три группы: трудоемкое, металлоёмкое и наукоемкое, которые в свою очередь делятся на следующие отраслевые группы: тяжелое машиностроение, общее машиностроение, среднее машиностроение, точное машиностроение, производство металлических изделий и заготовок, ремонт машин и оборудования. Важнейшая задача в этих отраслях это – путь к реализации достижений научно-технического прогресса, а также обеспечение комплексной автоматизации производства.

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

Частью ВКР будет являться разработка управляющих программ (УП) для обработки детали на станках с числовым программным управлением

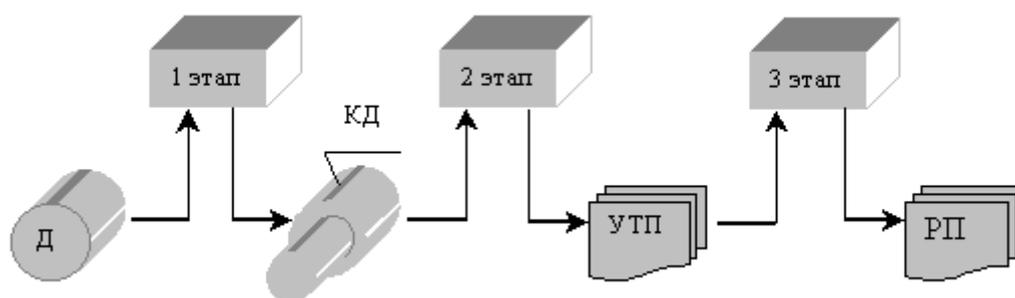
(ЧПУ), технической документации и расчет припусков на механическую обработку. Поскольку целями реального производства является извлечение максимальной прибыли и достижение требуемых эксплуатационных свойств изделий, нужно свести такие производственные факторы как брак к минимуму, для возможности реального производства детали «Вал входной».

# 1 Проектирование технологического процесса изготовления детали

Основной задачей проектирования технологического процесса механической обработки детали является определенная последовательность этой обработки, при которой наиболее полно используются технологические возможности станков, приспособлений и инструментов, а деталь изготавливается с наименьшими материальными затратами. Аналогично решение проблем происходит и при технологическом процессе восстановления изношенных деталей. Годовая программа выпуска изделия - 500 шт. Существует три основных метода при проектировании технологического процесса:

**Метод адресации** – этот метод подразумевает использование групповой обработки деталей. Для этого метода характерна высокая типизация решений. Одной из разновидностей такого метода является метод, на основе заимствования уже существующих ТП и поиске деталей аналогов, для наглядного примера в обработке.

Схема проектирования данным методом:



где Д - модель детали;

КД - модель комплексной детали;

УТП - унифицированный технологический процесс;

РП - рабочий технологический процесс.

Рисунок 2- Схема проектирования методом адресации

- первый этап проектирования - предназначен для поиска (адресации) комплексной детали. Результатом выполнения этого этапа является номер выбранной комплексной детали.
- второй этап проектирования - предназначен выборки из базы данных модели унифицированного технологического процесса для найденной комплексной детали.
- третий этап проектирования - предназначен для настройки унифицированного технологического процесса на обработку заданной детали. На этом этапе модель УТП преобразуется в модель рабочего технологического процесса, по которому будет обработана заданная деталь.

Достоинства метода адресации:

- быстрая работа метода.
- используется метод групповой обработки деталей такой как: эксплуатация высокопроизводительного оборудования при малых партиях деталей.

Ограничение метода адресации:

- Этот метод возможно использовать только когда на данном предприятии где существует довольно развитая групповая технология.

**Метод синтеза** это метод который является универсальным, предназначен для проектирования технологического процесса для любых изделий.

Основой метода является то, что технологический процесс это многоуровневая структура. Общие положения определяются на первом уровне. В дальнейшем происходит оценка, по какому-либо критерию и уже полученные таким образом варианты участвуют в принятии решений на втором этапе. Данная методика проектирования технологических процессов основана на методе проектирования, предложенным В. Д. Цветковым и ориентирована на следующие уровни проектирования:

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

Маршрут проектируется в следующей последовательности:

- 1) определение вида заготовки.
- 2) составление рабочего плана обработки поверхностей.
- 3) построение принципиальной схемы.
- 4) определение укрупненных операций.
- 5) упорядочение укрупненных операций.
- 6) анализ маршрута.
- 7) определение стоимости операций и выбор оптимального варианта.
- 8) формирование документов.
- 9) вывод документов на печать.

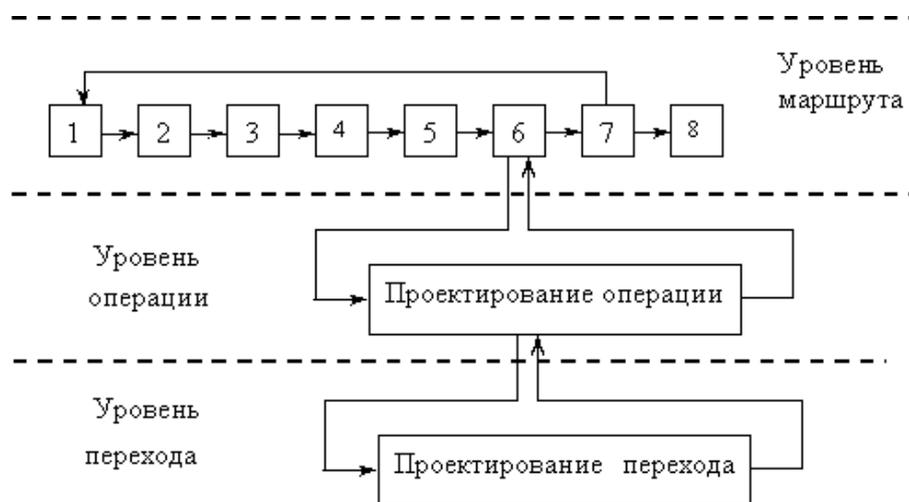


Рисунок 3-Схема проектирования метода синтеза

Достоинства метода синтеза:

- является универсальным и в теории возможно проектирование технологических процессов для любых деталей;

- позволяет использовать достоверный способ поиска чтобы быстро проектировать технологические процессы.

Недостатки метода синтеза:

- долгое проектирование из-за сложности метода;
- уровень автоматизации зависит от сложности изготовления детали, по этому настраивать систему достаточно сложно.

Существует и третий метод проектирования технологических процессов – это метод который включает в себя поиск детали аналога, его осуществляют двумя способами:

- 1) вручную (по номеру в архиве);
- 2) с помощью информационно-поисковой системы (ИПС).

Для поиска на ЭВМ нужны лишь, габариты (длина, диаметр, ширина) детали, форма по коду ЕСКД. Естественно то, что все эти детали должны быть в базе данных. Но на большинстве предприятий нет баз данных с характеристиками деталей. Таким образом, база данных имеет накопительных характер существования. Чем полнее будет база данных, тем выше вероятность нахождения поиска детали- аналога. Трудоемкость создания такой базы данных зависит от того, насколько полно в ней будет описана та или иная характеристика детали. По результатам поиска определяется конечная деталь, пусть она и не будет совпадать полностью с той, которую мы ищем но уже в тот момент мы сузим круг поиска. Можно более кодировано заполнить базу данных, но трудоемкость заполнения окажется более сложной

Если найдены детали-аналоги, то технология их изготовления не всегда может подойти для заданной детали, но если все-таки процесс найден и может быть использован, то целесообразно вернуться к САПР ТП, в которой используется метод адресации и отредактировать найденный ТП применительно к заданной детали.

**Совместное использование методов** – это отличный способ комбинирования, т.к. используя разные методы, мы снимаем определенные ограничения с одного метода, посредством другого, последовательность такова:

- метод адресации;
- метод синтеза;
- поиск детали аналога и заимствование процесса на деталь-аналог.

При такой последовательности если при проектировании методом адресации не удалось создать ТП, то необходимо переходить к методу синтеза. Если технолог не справился при использовании метода синтеза ТП, то целесообразно произвести поиск детали-аналога и постараться заимствовать технологический процесс на деталь-аналог.

### **Классификация ТП:**

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

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

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

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

**Групповой ТП** - это ТП изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками; это процесс обработки заготовок различной конфигурации, состоящий из комплекса групповых технологических операций, выполняемых на специализированных рабочих местах в последовательности технологического маршрута изготовления определенной группы изделий. Групповые ТП разрабатывают для всех типов производств только на уровне предприятия.

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

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

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

Разрабатываемый ТП должен обеспечивать повышение производительности труда и качества изделия, снижение трудовых и материальных затрат, сокращение вредных воздействий на окружающую среду. ТП должен соответствовать требованиям техники безопасности и промышленной санитарии, установленным системой стандартов безопасности труда (ССБТ), инструкциями и другими нормативными документами. Основой для разработки ТП обычно служат имеющиеся типовой или групповой технологический процесс, а при их отсутствии - действующие единичные ТП изготовления аналогичных изделий.

Исходя из вышесказанного, при разработке единичного технологического процесса изготовления детали «Вал входной» применим метод синтеза т.к. он является универсальным методом, предназначенным для проектирования технологических процессов на детали и сборочные единицы для любых изделий. [13]

## **1.1 Обеспечение эксплуатационных свойств детали**

Надежность машин 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 определен коррозионной стойкостью основных 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. [14]

Эксплуатационные свойства детали, определяются качеством их поверхностей, которые формируются при изготовлении или восстановлении. Поэтому задача технологического обеспечения качества поверхностного слоя детали является одной из важнейших при решении проблемы повышения надежности. Примером, предела выносливости образцов при тонком точении  $\delta_{-1}$ , 930 МПа. Надежность машин обеспечивается с применением эффективных технологических процессов изготовления деталей, которые повышают их износостойкость, усталостную прочность, коррозионную

стойкость. Для этих целей применимы технологические процессы, которые упрочняют поверхностный слой и припадают ему особые свойства. Сюда можно отнести как процессы химико-термической обработки, так и упрочняющую обработку, основанную на пластическом деформировании поверхностей. В случае применения методов поверхностной пластической деформации начинают видоизменяться форма и размеры кристаллических зерен, будет повышаться твердость, и будут образовываться сжимающие напряжения, способствующие повышению износостойкости и сопротивляемости усталостным разрушениям. Надежность и долговечность изделий зависит от эксплуатационных свойств деталей и их соединений.

Проверка работоспособности конструкции детали выполняется с помощью CAE-системы (например, Delcam или CAD/CAE/PDM-системы). Для данной детали были проведены расчеты на возникновение напряжений при ее эксплуатации. Моделирование и расчеты были выполнены в программе SolidWorks. [5]

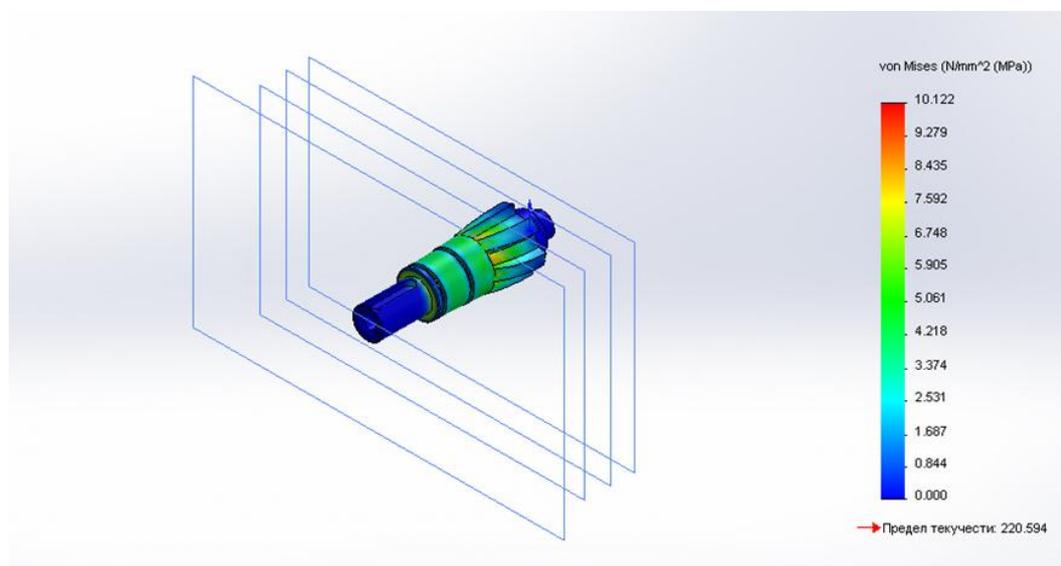


Рисунок 4-Статическое напряжение детали «Вал входной»

Согласно данному рисунку самое большое напряжение возникает в шлицах ближе к середине детали и составляет 7,592 МПа. В месте крепления детали напряжение возникает только в отверстиях крепления, оно тоже

является средним. Остальные поверхности детали не подвергаются деформациям, из-за воздействия на них меньшей нагрузки.

## 1.2 Анализ технологичности изготовления изделия

Вал входной имеет пять ступеней, которые предстоит обработать с необходимой точностью. Изделие-вал входной довольно легко закрепить и тем самым обеспечить совмещение конструкторских и технологических баз в процессе обработки. По отношению длины вала к его наименьшему диаметру устанавливаем, что деталь относительно жесткая. Свободный доступ режущего инструмента к обрабатываемым поверхностям возможен из-за простоты геометрической формы данного изделия.

На заданном чертеже были отмечены недостатки при проектировании, взято во внимание то что шпоночный паз выполнен не технологично, можно было его расположить для удобства обработки на один проход, так же недостаток размеров.

Принимая во внимание экономическую сторону вопроса о технологичности вала, стоит отметить, что материал Сталь 45, из которого изготавливается вал, относится к группе дешёвых металлов, а так же легко поддаётся обработке.

Таблица 1- Процентный состав стали 45 в %

Химический элемент	%
C	0,42-0,5
Ni	0,25
Cr	0,25
Fe	97
Si	0,17-0,37
S	0,04
Cu	0,25

Mn	0,5-0,8
P	0,035
As	0,08

На основании всего вышеизложенного можно сделать вывод, что деталь «вал входной» технологична.

Для обработки детали используется точение, сверление, фрезерование. Самые точные поверхности 7 квалитета достижение которого требует затрат, однако он экономически достижим при тонком точении, что технологично. Расположение ступеней по возрастанию от одного конца к другому, повышает технологичность, так как обеспечивает свободный доступ инструмента и возможность за два установка обработать все поверхности. Деталь можно обрабатывать на токарных, фрезерных, станках с числовым программным управлением.

### **1.3 Способ получения заготовки**

Заготовка представляет собой горячекатаный прокат в виде прутка диаметром 25 мм. Прокат горячекатаный круглый, который специалисты для краткости ещё называют просто круг стальной, представляет собой вид металлопроката, внешне имеющий форму обычного цилиндра. Круг стальной (прокат круглый) изготавливают в заводских условиях способом горячего металлопроката. Большое количество достоинств, стальному кругу придают: в первую очередь высокие антикоррозийные свойства, незаменимые в агрессивной внешней среде. Кроме того, круг - прокат стальной горячекатаный круглый ГОСТ 2590-2006 имеет очень высокие показатели механической прочности и впечатляющую длительность срока службы. Такой вид проката был выбран, потому что его стоимость была наименее дорогой, относительно своих аналогов в виде прямоугольного и холодноотянутого проката.

## 1.4 Проектирование технологического маршрута.

На основании анализа технологичности, выбора способа получения заготовки и изученной технологии изготовления детали в условиях производства, намечаем допустимую последовательность обработки поверхностей детали [6,12].

На первом этапе нужно получить торцевые поверхности, чтобы в дальнейшем центровать заготовку. Для этого обрабатываем поверхности 28, 29, которые представлены на рисунке 5. Далее на этом этапе получаем технологические базы, для этого обрабатываем поверхности: 1,2,3,4. Поверхности 1,2,3,4 в дальнейшем будут служить технологическими базами.

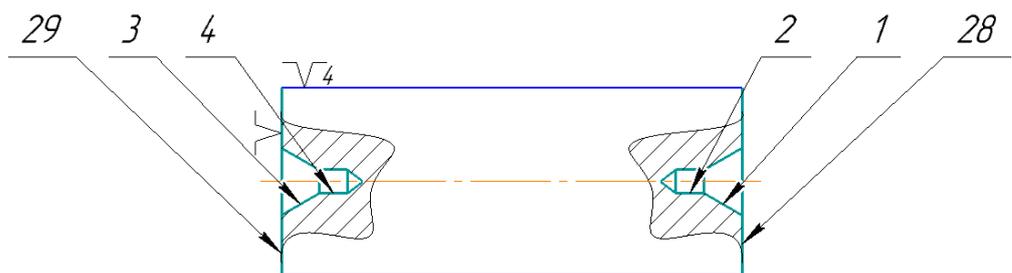


Рисунок 5-Токарная обработка торцов и получение центровочных отверстий.

На следующем этапе обработки заготовки будут получены поверхности: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, рисунок 6. Поверхности 1, 2, 3, 4 и 11, 17 в дальнейшем будут служить технологическими базами, так как они будут более точные. Поверхность 11, 17, 19 будет иметь шероховатость Ra 1,25. Остальные поверхности шероховатость Ra 3,2. На поверхности 24 и 25 присутствуют фаски 1x45°.

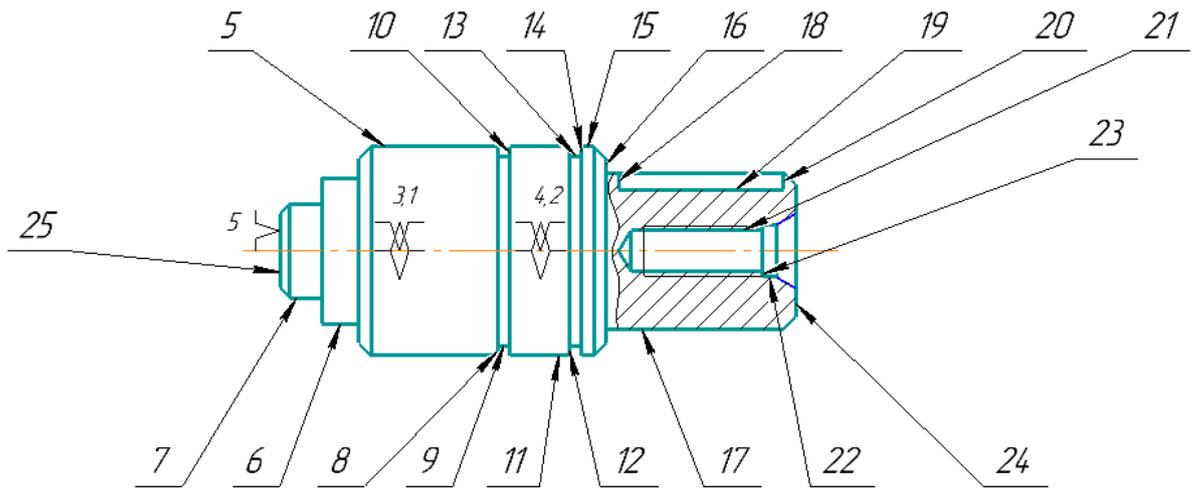


Рисунок 6-Токарная обработка с ЧПУ, получение точных поверхностей.

На четвертом этапе (рисунок 7) обработки заготовки будут получены зубья шестерни, расположенные на наружной поверхности заготовки. Зубья 26 будут профрезерованы до диаметра  $20h9\text{мм}$  и шероховатость  $Ra\ 1,25$ .

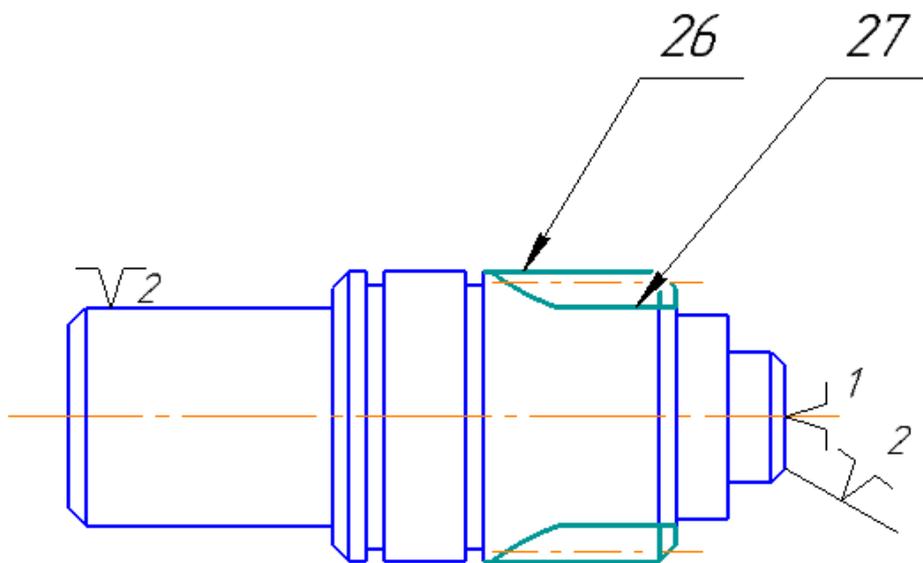


Рисунок 7-Зубофрезерная обработка.

## 1.5 Расчет припусков на обработку

Одной из важнейших задач, решаемых в рамках технологического проектирования, является обеспечение требуемого качества деталей и машин при минимальных затратах ресурсов. В условиях высокой стоимости материалов проблема снижения материалоемкости производства особенно актуальна. Одним из путей снижения материалоемкости является уменьшение припусков на обработку.

Припуск на обработку — слой материала, удаляемый с поверхности детали (заготовки) в процессе ее механической обработки с целью обеспечения заданного качества детали. Припуск предназначен для компенсации погрешностей, которые возникают в процессе предшествующего и выполняемого переходов технологического процесса. Величину припуска для поверхности детали определяют расчетно-аналитическим методом или ориентировочно назначают по соответствующим справочным таблицам (ГОСТам, РТМ и т. п.).

Аналитический расчет производится для того чтобы определить минимально необходимый и достаточный припуск на механическую обработку  $z_{\min}$ . Перед расчетом припуска должен находиться план обработки данной поверхности: последовательность технологических переходов, способы установки заготовки, а также результаты обработки поверхности (прогнозируемые) при каждом технологическом переходе.

Для аналитического расчета припуска производится установка всех элементов припуска:

- $R_{z_{i-1}}$  - величина шероховатости поверхности, полученная в результате предыдущего перехода;
- $h_{i-1}$  - толщина дефектного слоя, полученная в результате всей предыдущей обработки;

- $\Delta \Sigma_{i-1}$  - суммарное, отклонение расположения обрабатываемой поверхности относительно установочной базы, используемой на анализируемом переходе, и погрешность формы обрабатываемой поверхности, полученную в результате всей предшествующей обработки;
- $\varepsilon_i$  - погрешность установки заготовки при реализации перехода, для которого рассчитывается припуск.

Расчет минимального припуска:

- при последовательной обработке поверхностей (односторонний припуск):

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

- при параллельной обработке противоположных поверхностей (двухсторонний припуск):

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

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

Произведем расчет припусков на механическую обработку наружного и внутреннего диаметров детали и занесем их в таблицы 2 и 3.

Таблица 2- Припуски на механическую обработку наружной поверхности

Технологические операции обработки заготовки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\text{расч}}$ , мкм	Расчетный размер $d_p$ , мм	Допуск $T_d$ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	$\Delta$	$\varepsilon$				$d_{\min}$	$d_{\max}$	2ПРZ	2ПРZ
										min	max
Токарная с ЧПУ Черновое	12 5	12 0	3	-	2*24 8	25,9 1	200 0	22,91 1	25,9	- -	- -
Токарная с ЧПУ Получистовое	30	30	2	-	2*62	22,9 1	155 0	20,91 1	22,9	2	3
Токарная с ЧПУ Наруж. Поверх. Чистовое	6, 3	12	1	-	2*19, 3	20,9 1 20	135 0	19,97 9	20	0,931	2,91
Итого, $\Sigma$ :										2,931	5,91

Минимальный припуск:

для токарной с ЧПУ операции под черновое точение

$$2Z_{\text{min1}} = 2(125 + 120 + 3) = 2 * 248 \text{ мкм};$$

для токарной с ЧПУ под получистовое точение

$$2Z_{\text{min2}} = 2(30 + 30 + 2) = 2 * 62 \text{ мкм};$$

для токарной с ЧПУ под чистовое точение

$$2Z_{\text{min3}} = 2(6,3 + 12 + 1) = 2 * 19,3 \text{ мкм};$$

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

для чистового точения с ЧПУ

$$d_{p3} = 19,979 + 0,931 = 20,91 \text{ мм};$$

для получистового точения с ЧПУ

$$d_{p2} = 20,91 + 2 = 22,91 \text{ мм};$$

для чернового точения с ЧПУ

$$d_{p1} = 22,91 + 3 = 25,91 \text{ мм}.$$

Значения допусков для каждого технологического перехода, принимается по таблицам.

Наименьший предельный размер определяем с помощью округления расчётных размеров в сторону увеличения значений. Округление производится до аналогичного знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер каждого перехода.

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

$$d_{max3} = 19,979 + 0,021 = 20 \text{ мм};$$

$$d_{max2} = 20,91 + 2 = 22,91 \text{ мм};$$

$$d_{max1} = 22,91 + 3 = 25,91 \text{ мм};$$

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

$$2Z_{max2}^{pp} = 22,91 - 20 = 2,91 \text{ мм};$$

$$2Z_{max1}^{pp} = 25,91 - 22,91 = 3 \text{ мм};$$

$$2Z_{min2}^{pp} = 20,91 - 19,979 = 0,931 \text{ мм};$$

$$2Z_{min1}^{pp} = 22,91 - 20,91 = 2 \text{ мм.}$$

Общие припуски  $Z_{Omin}$  и  $Z_{Omax}$  определяем, суммируя промежуточные припуски и записываем их значения внизу соответствующих граф.

$$2Z_{Omin} = 0,931 + 2 = 2,931 \text{ мм};$$

$$2Z_{Omax} = 2,91 + 3 = 5,91 \text{ мм.}$$

Аналогичным образом определяем припуска для ещё одной внешней стороны заготовки, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3- Припуски на механическую обработку наружной поверхности

Технологические операции обработки заготовки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $Z$ , мкм	Расчетный размер $d_p$ , мм	Допуск $T_d$ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	$\Delta$	$\varepsilon$				$d_{min}$	$d_{max}$	2ПРZ min	2ПРZ max
Токарная с ЧПУ Черновое	12 5	12 0	3	-	2*24 8	21,4 8	200 0	19,4 8	19,7 2	- -	- -
Токарная с ЧПУ Получистовое	30	30	2	-	2*62	19,4 8	155 0	15,3 74	15,4 74	0,402	4,246
Токарная с ЧПУ Наруж. Поверх.	6, 3	12	1	-	2*19 ,3	14,9 72	135 0	14,9 72	15	4,106	0,474

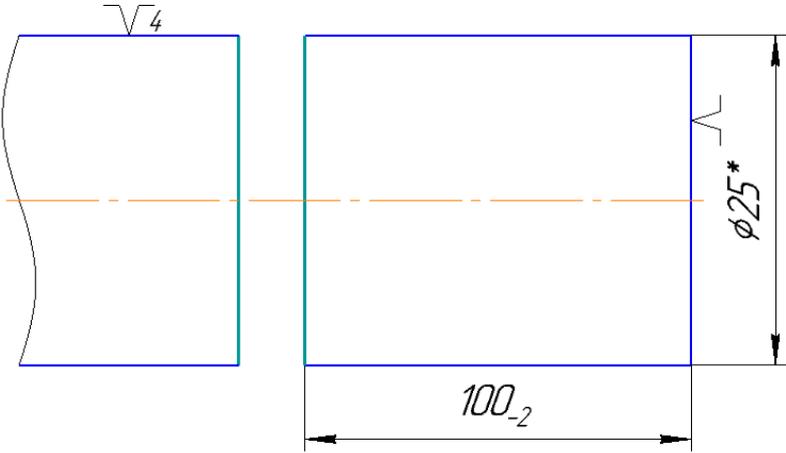
Чистовое						15					
Итого: $\Sigma$ :										4,508	4,72

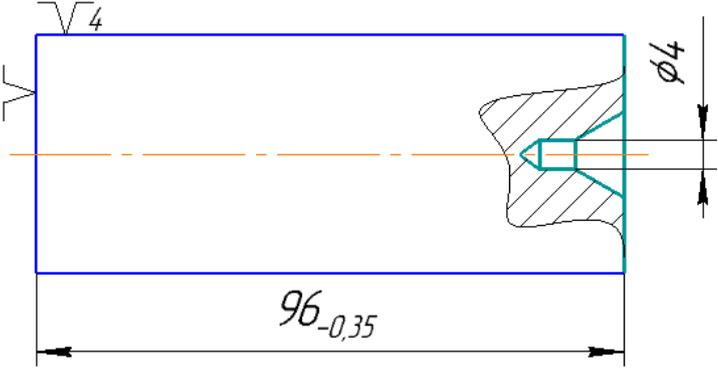
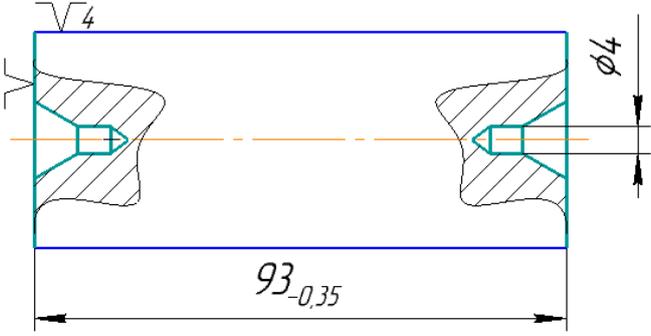
## 1.6 Проектирование технологических операций

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

Материал: Прокат горячекатаный круглый Сталь 45 ГОСТ 1050-88  
диаметром  $25 \frac{+0,2}{-0,5}$  мм.

Таблица 4-Технологический процесс изготовления детали «Вал»

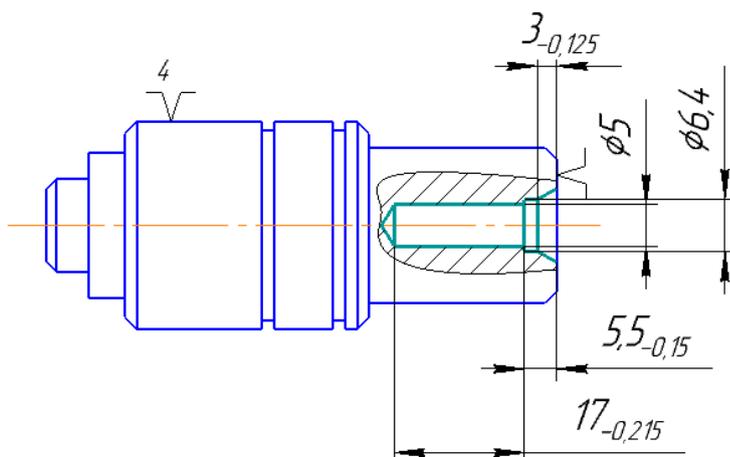
	<p>005 Заготовительная</p> <p>А. Установить заготовку в призмы.</p> <p>База: Наружный диаметр и торец.</p> <p>1. Отрезать заготовку выдерживая размер 100<sub>.2</sub></p>
--	--

	<p>2. 25* - размер для справок</p>
<p>A) <math>\sqrt{Ra\ 3,2}</math></p>  <p>Б) <math>\sqrt{Ra\ 3,2}</math></p> 	<p>010 Токарная</p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон База: Наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подрезать торец заготовки выдерживая размер <math>96_{-0,35}</math> мм.</li> <li>2. Центровать отв. согласно эскизу</li> </ol> <p>Б.</p> <p>Переустановить заготовку в трехкулачковый патрон База: Наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Подрезать торец заготовки, выдерживая размер <math>93_{-0,35}</math> мм.</li> </ol>

	<p>4.Центровать отв. согласно эскизу</p>
<p>Technical drawing of a shaft with various diameters and features. The main drawing shows a shaft with diameters of <math>\phi 20h9</math>, <math>\phi 9f9</math>, <math>\phi 15h7</math>, and <math>\phi 20h7</math>. It has a total length of <math>93_{-0,435}</math> mm and various axial dimensions: <math>14_{-0,215}</math> mm, <math>6_{-0,18}</math> mm, <math>17_{\pm 0,1}</math> mm, <math>14,6^{+0,1}</math> mm, <math>7_{-0,18}</math> mm, <math>25_{-0,26}</math> mm, and <math>31</math> mm. There are chamfers of <math>1 \times 45^\circ</math> and a groove with a width of <math>5</math> mm. Below the main drawing is a detail view of a chamfered end, labeled <math>\Gamma (5:1)</math>, with dimensions <math>18,6_{-0,21}</math> mm and <math>1,4^{+0,14}</math> mm.</p>	<p>015 Токарная с ЧПУ</p> <p>А. Установить заготовку в рифленный центр и центр пиноли задней бабки.</p> <p>База: Центры и торец.</p> <p>1.Точить поверхность <math>6_{-0,18}</math> выдерживая <math>\phi 14_{-0,215}</math> мм</p> <p>2. Точить поверхность <math>7_{-0,18}</math> выдерживая <math>\phi 9f9_{-0,049}^{-0,013}</math> мм.</p> <p>3.Точить поверхность <math>18_{-0,26}</math> выдерживая <math>20h9_{-0,52}</math> мм.</p> <p>4.Точить поверхность <math>38 \pm 0,31</math></p>

Б)

$\sqrt{Ra\ 3,2}$



выдерживая  
20h7<sub>-0,021</sub> мм.

5.Точить  
поверхность 6<sub>-0,18</sub>

выдерживая  
 $\phi 14_{-0,215}$  мм.

6.Точить  
поверхность 25<sub>-</sub>

0,26

выдерживая  
15h7<sub>-0,018</sub> мм.

7.Точить канавки  
выдерживая

размер

$1,4^{+0,14}$  ,  $\phi 18,6_{-0,21}$   
мм.

8. Точить фаски  
1x45°.

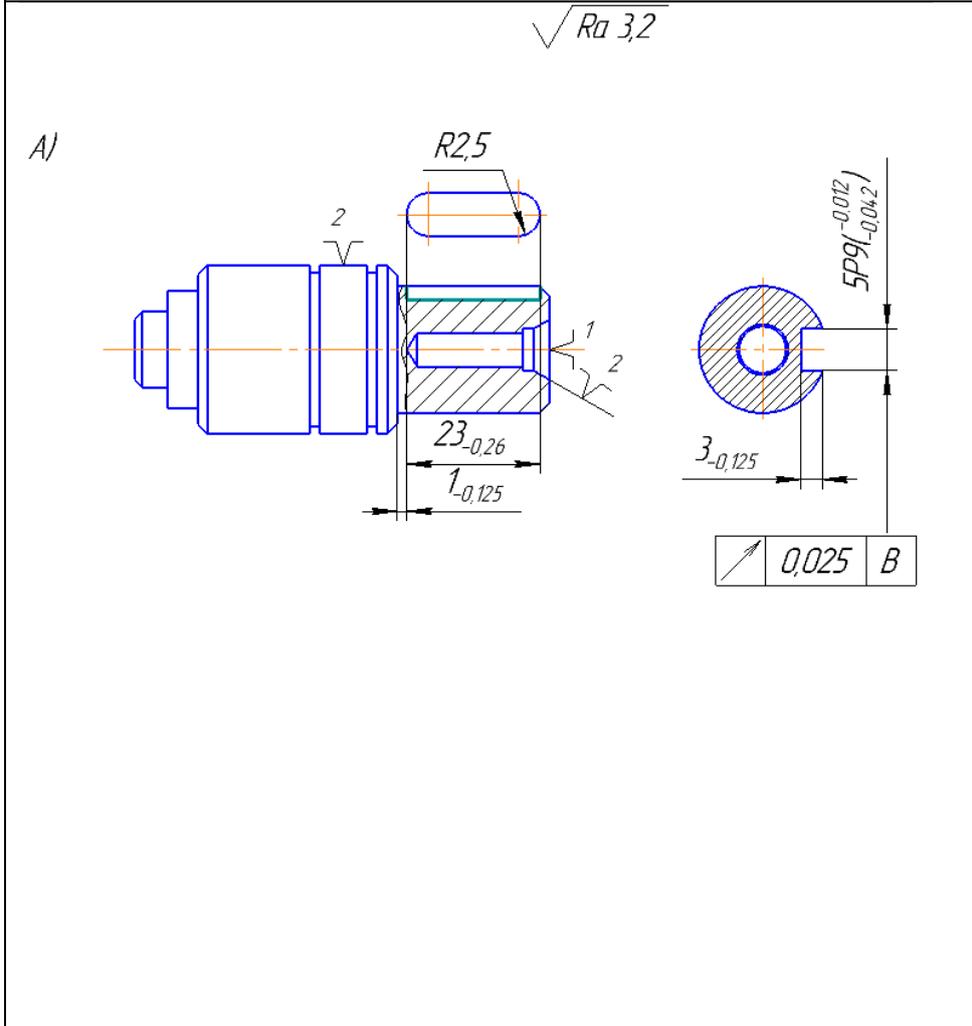
Б. Установить  
заготовку в  
трехлапчатый  
патрон.

База: Наружный  
диаметр и торец.

9.Сверлить отв.  
 $\phi 5$  согласно

	эскизу. 10.Цековать отв. Ø6,4 согласно эскизу ГОСТ 26258-87.
--	--

**020 Контрольная**  
**Проверить чистоту обработки, наличие и размеры фасок и радиусов**

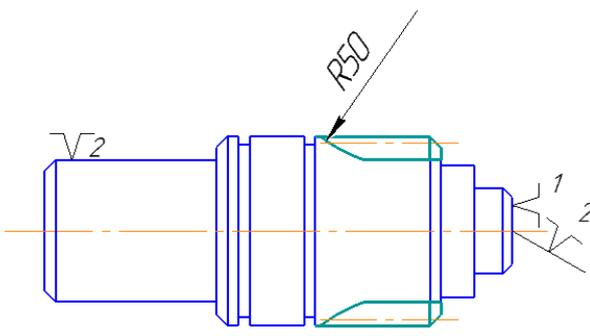


025 Фрезерная с ЧПУ

А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон

База: Центр, торец и наружный диаметр.

1. Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры на чертеже.

<p>A/</p> 	<p>030 Зубофрезерная А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон и центр База: Центр, торец и наружный диаметр. 2. Нарезать зубья шестерни, число зубьев <math>z=18</math>, модуль <math>m=1</math>.</p>
---	--

035 Контрольная  
Проверить чистоту обработки, зубьев шестерни, шпоночного паза и радиусов обработки.

040 Слесарная

1. Снять заусенцы, притупить острые кромки. Размер притупления острых кромок 0,3 мм.
2. Нарезать резьбу М6-Н6 ГОСТ 19267-73 на глубину 15JS14мм согласно эскизу.

<p>045 Промывочная</p> <p>1. Промыть согласно типовому техпроцессу ТТП 01279-00001 вар.001.</p>
<p>050 Гальваническая</p> <p>1. Произвести химическое оксидирование по ГОСТ 9.306-85.</p>
<p>055 Консервация</p> <p>1. Консервировать согласно типовому техпроцессу ТТП 6020-00001 вар.001.</p>

### 1.6.1 Уточнение содержания переходов

Выбор метода обработки поверхности заготовки происходит исходя из использования более рационального и менее затратного процесса обработки с учетом выбора короткого маршрута.

Рекомендуется следующий порядок разработки последовательности обработки элементарной поверхности.

По точности заготовки и заданному по чертежу окончательному размеру поверхности определяют коэффициент уточнения

$$\varepsilon_{\phi} = T_{\text{заг}}/T_{\text{д}},$$

где

$T_{\text{заг}}$  - допуск на рассматриваемую поверхность заготовки;

$T_{\text{д}}$  - допуск на рассматриваемую поверхность детали.

По найденному коэффициенту уточнения рассчитывают количество необходимых переходов и выбирают ближайшее целое число:

$$m = \frac{lq\varepsilon_{\phi}}{0.46}$$

Если для конкретной поверхности главным будет требование не достижения точности, а требуемой шероховатости, то коэффициент уточнения рассчитывается по шероховатости поверхности:

$$\varepsilon_{\phi} = R_{\text{заг}}/R_{\phi},$$

где

$R_{\text{заг}}$  - шероховатость поверхности заготовки;

$R_{\phi}$  - шероховатость поверхности детали.

Выбор конкретного метода обработки производят с помощью таблиц экономически достижимой точности, например, с помощью таблицы 18, составленной на основе источников.

Каждый последующий метод обработки данной условной поверхности должен быть точнее предыдущей. Точность при каждом следующем переходе обычно повышается:

- на черновых переходах - на два-три квалитета;

- на чистовых переходах - на один, два квалитета поточности размера.

После определения количества необходимых переходов для обработки элементарной поверхности, методов обработки и экономически достижимых квалитетов по этим методам определяют коэффициенты уточнения по переходам:

$$\varepsilon_1 = \frac{T_{\text{заг}}}{T_1}; \varepsilon_2 = \frac{T_1}{T_2}; \varepsilon_3 = \frac{T_2}{T_3} \dots \varepsilon_n = \frac{T_{n-1}}{T_n}$$

Затем определяют общий коэффициент уточнения:

$$[\varepsilon_{\phi}] = \varepsilon_1 * \varepsilon_2 * \varepsilon_3 \dots \varepsilon_n$$

При правильно выбранных переходах для обработки элементарной поверхности должно соблюдаться условие:

$$[\varepsilon_{\phi}] \geq \varepsilon_{\phi}$$

### **1.6.2 Выбор средств технологического оснащения**

Средства технологического оснащения - это совокупность средств производства, которые необходимы для осуществления технологического

процесса. Оптимальной оснащённостью - это такая оснащённость, при которой достигается максимальная эффективность производства изделия при получении требуемого количества продукции и заданного качества за определенный промежуток времени, с учетом возможностей производства [8].

Средства технологического оснащения подразделяются на:

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

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

Таблица 5- Средства технологического оснащения

Операция:	Оборудование:	Инструмент:	Приспособление:
<b>005 Заготовительная:</b>	Полуавтоматический ленточнопильный станок PPS-250НРА.	Ленточное полотно 4020x34x1,1 мм.	Призмы 7033-0035 ГОСТ 12195-66
<b>010 Токарная:</b>	Токарно-винторезный станок JET	Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880-73, материал пластины:	3-х кулачковый патрон

	GHB-1340A 321357T	T15K6; Центр. св. Ø4мм 2317-0007 ГОСТ 14952-75, материал сверла: P6M5	7100-0011 ГОСТ 2675-80
<b>015 Токарная с ЧПУ:</b>	Токарный станок с ЧПУ JET JTL-1118CNC	Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73, материал пластины: T30K4; Сверло Ø5мм 2301-3551 ГОСТ 10903-77, материал сверла: P6M5; Резец канавочный 2662-0005 ГОСТ 18885-73, материал пластины: T15K6; Цековка цилиндрическая 2350-0645 ГОСТ 26258-87, материал цековки P6M5.	Центры 7032-0011 ГОСТ 13214-79.
<b>025 Фрезерная с ЧПУ:</b>	Фрезерный станок с ЧПУ KM-80	Фреза шпоночная Ø5 2234-0353 ГОСТ 9140-78, материал фрезы: P6M5.	3-х кулачковый патрон 7100-0011 ГОСТ 2675-80; Цанговый

			патрон 2-30-5-100 ГОСТ 26539-85.
<b>030</b> <b>Зубофрезерная:</b>	Зубофрезерный станок модели 5342	Фреза дисковая Ø50 2254-0808 ГОСТ 9140-93, материал фрезы: P6M5.	3-х кулачковый патрон 7100-0011 ГОСТ 2675-80; Центр 7032-0011 ГОСТ 13214-79.
<b>040 Слесарная</b>		Комплект метчиков для глухих отверстий М6 2620-3413 ГОСТ 17933-72, материал метчика: P6M5;	Вороток М6-М8 6910-0069 ГОСТ 22401-83

Для контроля точности изготовления определенной детали существуют свои средства контроля, которые представлены в таблице 6.

Таблица 6-Средства контроля точности изготовления детали

№ Операции	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Заготовительная	Инструментальный, визуальный.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.
010 Токарная	Инструментальный.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 -1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости

		ГОСТ 9378-93.
015 Токарная с ЧПУ	Инструментальный.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 -1 ГОСТ 166-89; Угломер типа 1 ГОСТ 5378-88; Микрометр цифровой МКЦ-50 ГОСТ 6507-90.
025 Фрезерная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 -1 ГОСТ 166-89; Датчик ОМР40М для станков с ЧПУ.
030 Зубофрезерная	Инструментальный, визуальный.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.
040 Слесарная	Инструментальный.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 -1 ГОСТ 166-89; Калибр-пробка резьбовая ПР 8221-0022 ГОСТ 17756-72.

### 1.6.3 Выбор и расчет режимов резания

Режимом резания называется совокупность элементов, определяющих условия протекания процесса резания. К элементам режима резания относятся – глубина резания, подача, период стойкости режущего инструмента и скорость резания.

#### 010 Токарная операция

Резец подрезной 2112-0019 ГОСТ 18880-73.

Материал режущей пластины: Т15К6.

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Размер державки резца: 40x32мм.

Радиус вершины резца, R= 0,8мм.

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

где

$C_v$ -коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента;

T – стойкость инструмента = 30 мин;

t – глубина резания = 2мм;

s – подача = 0,2 мм/об;

m, x, y – показатели степени;

$K_v$  – общий поправочный коэффициент.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv} = 0,9 * 0,65 * 1 = 0,585;$$

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

$$V = \frac{290}{30^{0,20} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,2^{0,35}} \cdot 0,585 = 136,02 \text{ м/мин.}$$

Таким образом для данной черновой операции скорость резания составляет 136,02 м/мин. Подача равна 0,2 мм/об. Максимальная глубина резания составляет 2 мм.

## 020 Токарная операция с ЧПУ

Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73.

Материал режущей пластины: Т30К4.

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Размер державки резца: 40x32мм.

Радиус вершины резца, R= 0,8мм.

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

где

$C_v$  – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента;

$T$  – стойкость инструмента = 30 мин;

$t$  – глубина резания = 0,5мм;

$s$  – подача = 0,15 мм/об;

$m, x, y$  – показатели степени;

$K_v$  – общий поправочный коэффициент.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv} = 0,9 * 1 * 1 = 0,9;$$

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

$$V = \frac{350}{30^{0,20} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,15^{0,20}} \cdot 0,9 = 258,72 \text{ м/мин.}$$

Таким образом, для тонкого точения скорость резания составляет 258,72 м/мин. Подача равна 0,15 мм/об. Максимальная глубина резания составляет 0,5 мм.

## 010 Токарная операция

Центровочное сверло  $\varnothing$  4мм 2317-0007, ГОСТ 14952-75.

Материал сверла: Р6М5.

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

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

где

$C_v$  – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента;

$T$  – стойкость инструмента = 20 мин;

$t$  – глубина резания = 5,5мм;

$s$  – подача = 0,15 мм/об;

$m, x, y, q$  – показатели степени;

$D$  – диаметр сверла, 4мм;

$K_v$  – общий поправочный коэффициент.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv} = 0,9 * 0,88 * 1 = 0,79;$$

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

$$V = \frac{16,2 \cdot 8^{0,4}}{20^{0,20} \cdot 5,5^{0,2} \cdot 0,15^{0,5}} \cdot 0,79 = 30,2 \text{ м/мин.}$$

Таким образом для данной центровочной операции скорость резания составляет 30,2 м/мин. Подача равна 0,15 мм/об. Максимальная глубина резания составляет 5,5 мм.

#### 1.6.4 Нормирование технологических переходов

В зависимости от размеров заготовки, конечной детали, технологического процесса, обрабатывающего инструмента и глубины съема этого инструмента, назначается количество установов, переходов и ходов представленное в таблице 7 [2].

Таблица 7- Количество переходов, ходов, установов для поверхностей

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

12	1	3	1
13	1	2	1
14	1	3	1
15	1	1	1
16	1	1	1
17	1	1	1
18	1	2	1
19	2	6	1
20	1	3	1
21	1	1	1
22	1	2	1
23	1	2	1
24	1	2	1
25	1	2	1
26	1	2	1
27	1	36	1
28	1	2	1
29	1	2	1

И в заключительном этапе проектирования технологических операций рассмотрим время обработки на них. Определим норму штучного и норму подготовительно-заключительного времени на черновую токарную операцию в условиях мелкосерийного производства представленную в таблице 8.

Таблица 8- Время изготовления детали

№ Операции	Время, затраченное на механическую обработку, мин.	Время, затраченное на установку, наладку оборудования, мин.	Общее время операции, мин.
005 Заготовительная	40	5	45
010 Токарная	30	5	35
015 Токарная с ЧПУ	-	-	-
Установ А	25	10	35
Установ Б	30	5	35
020 Контрольная	-	-	10
025 Фрезерная с ЧПУ	-	-	-
Установ А	15	10	25
030 зубофрезерная	30	15	45
035 Контрольная	-	-	10
040 Слесарная	30	10	40
045 Промывочная	-	25	60
050 Гальваническая	-	25	50
055 Консервация	-	-	20
Итого $\Sigma$ :	200	110	410

Полное время получения готовой детали из заготовки равняется 410 мин.

### 1.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Современное машиностроительное производство не представляется без станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Такие станки позволяют обеспечить высокую точность и производительность обработки за счет большой концентрации различных видов технологических операций на одном станке и возможности изготовления детали за один установ.

Таким образом, будет использован токарный станок с ЧПУ **JET JTL-1118CNC**. Токарный станок с ЧПУ предназначен для комплексной обработки деталей типа тел вращения в патроне и центрах.

Точность обработки обеспечивается конструкцией станка (высокоточные подшипники, линейные направляющие, активные измерительные системы контроля инструмента, жесткость и виброустойчивость базовых корпусных деталей, термосимметричные конструкции, исключают влияние температурных деформаций и др.).

Полная обработка детали за один установ исключает погрешности базирования, имеющие место при традиционной технологии.

Таблица 9-Паспортные данные станка JET JTL-1118 CNC

Модель с ЧПУ Fanuc 0i-TC	JTL-1118 CNC
Макс. Ø обточки над станиной, мм	380
Макс. Ø обточки над суппортом, мм	150
Диапазон зажима, мм	
Кулачки	150
Расстояние между центрами, мм	457
Мощность шпинделя, кВт	2,25
Перемещение по оси X, мм	220
Перемещение по оси Z, мм	340
Кол-во позиций инструмента в поворотной голове	6
Габаритные размеры ДхШхВ, мм	2300х1120х215
Масса, кг	1200

Также для фрезерной операции с ЧПУ мною будет использован станок

## Фрезерный станок с ЧПУ модели КМ-80

### Характеристики:

Размер рабочей поверхности стола,	305x1270мм
Наибольшее перемещение стола,	
продольное	800мм
поперечное	500мм
вертикальное(установочное)	500мм
Частота вращения шпинделя,	50-6000 мин <sup>-1</sup>
Пределы подач стола,	
продольной и поперечной	1-10000 мм/мин
вертикальной	1-10000 мм/мин
Мощность двигателя главного привода,	5,5 кВт
Масса,	2200 кг

Увеличение технологических возможностей станков приводит к усложнению управляющих программ (УП), таким образом, возрастают требования к программному обеспечению. Современные средства разработки программ для станков с ЧПУ могут решать такие сложные задачи как программирование сложной синхронизированной обработки. Кроме этого, для программирования непосредственной обработки необходим наглядный пример работы станка и инструмента в целом, по этому существует такая функция как симуляция обработки детали. Технолог-программист, передавая программу в цех, должен быть уверен в том, что программные ошибки исключены, то есть, снижены риски поломки станка и инструмента.

Для разработки программы для станка с ЧПУ использовалась программа «FeatureCAM». Это система для быстрой подготовки управляющих программ, основанная на распознавании типовых элементов (под определение «типовые элементы», «Features», попадают такие геометрические объекты детали, как: отверстия, карманы, канавки, бобышки, стенки и т.д.). Данная система предназначена для составления управляющих

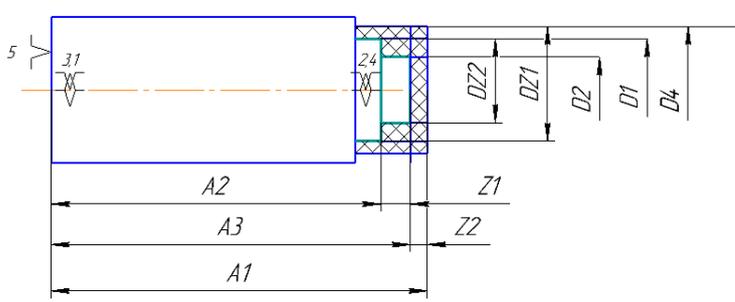
программ для широкой гаммы станков: токарных, фрезерных, токарно-фрезерных, электроэрозионных станков и обрабатывающих центров различного типа. Преимущество FeatureCAM перед другими САМ-системами – высокая степень автоматизации принятия решений. В базе знаний системы заложены типовые технологии обработки различных элементов с рекомендуемым инструментом и режимами резания (типовые технологии и режимы можно настраивать под свое производство и традиции обработки).

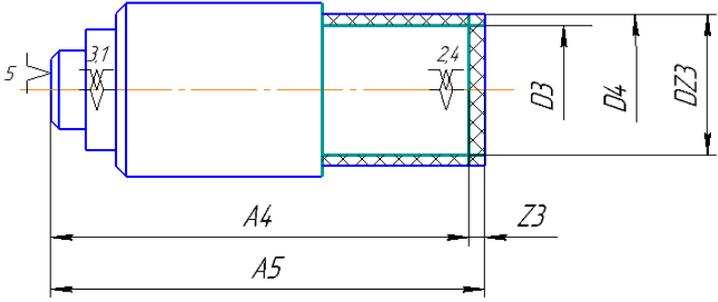
Управляющая программа начинается с построения 3D-модели детали. Затем проектируется управляющая программа и технологический документ – карта наладки станка с ЧПУ. Разработанная программа находится в приложении А.

### **1.8 Размерный анализ технологического процесса**

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

Таблица 10 - Размерный анализ технологического процесса для токарных операций

№ Операции:	Эскизы:	Расчет размерных цепей:
<p>015</p> <p>Токарная с ЧПУ</p> <p>Установ А</p>		<p><math>A1 = 98_{-0,35} \text{ мм};</math></p> <p><math>A2 = 89_{-0,35} \text{ мм}</math></p> <p><math>A3 = 96_{-0,35} \text{ мм};</math></p> <p><math>D4 = 22_{-0,52} \text{ мм};</math></p> <p><math>D1 = 14_{-0,43} \text{ мм};</math></p> <p><math>D2 = 9_{-0,36}</math></p> <p><math>Z1 = A3 -</math></p> <p><math>A2 = 96_{-0,35} - 89_{-0,35} =</math></p> <p><math>7_{-0,35}^{+0,35} \text{ мм};</math></p> <p><math>Z2 = A1 -</math></p> <p><math>A3 = 98_{-0,35} - 96_{-0,35} =</math></p> <p><math>2_{-0,35}^{+0,35} \text{ мм};</math></p> <p><math>DZ1 = D4 -</math></p> <p><math>D1 = 22_{-0,52} - 14_{-0,43} =</math></p> <p><math>8_{-0,52}^{+0,43} \text{ мм};</math></p> <p><math>DZ2 = D1 -</math></p> <p><math>D2 = 14_{-0,43} - 9_{-0,36} =</math></p> <p><math>5_{-0,43}^{+0,36} \text{ мм}.</math></p>

<p>015 Токарная с ЧПУ Установ Б</p>	 <p>The drawing shows a shaft with a diameter of 24 mm. It has a total length of A5 and a section of length A4. The diameter of the section of length A4 is D3. The diameter of the rest of the shaft is D4. The diameter of the section of length Z3 is DZ3. There are also dimensions 5, 31, and 24 indicated on the drawing.</p>	<p> <math>A4=93_{-0,35}</math> мм;  <math>A5=94_{-0,35}</math> мм  <math>D4=22_{-0,52}</math> мм;  <math>D3=15_{-0,43}</math> мм;  <math>Z3= A5 -</math>  <math>A4=94_{-0,35}-93_{-0,35}= 1\frac{+0,35}{-0,35}</math> мм;  <math>DZ3=D4-</math>  <math>D3=22_{-0,52}-15_{-0,43}= 7\frac{+0,43}{-0,52}</math> мм. </p>
---	---	---

## 1.9 Техничко-экономические показатели

К общим показателям относятся коэффициенты энерговооружённости труда, уровень механизации и специализации производства и др. Для анализа уровня механизации производства используются показатели: удельный вес рабочих, занятых механизированным трудом; доля механизированного труда в общих затратах труда; уровень механизации и автоматизации производственных процессов. Для полной характеристики развития специализации производства дополнительно используются показатели технического и организационного уровня производства: серийность изготавливаемой продукции, наличие автоматического, специального и специализированного оборудования [7].

Для данной работы присутствует возможность рассчитать только уровень механизации и автоматизации производства. Остальные показатели возможно рассчитать только для полного производства, т.к. требуются

данные по производственным затратам механической и электрической энергии по предприятию в целом.

Также, произведем расчет себестоимости производства детали без учета общезаводских затрат, взяв цены 2016 года, и сведем все в Таблицы 11 и 12. В расчете используются следующие показатели:

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

Степень автоматизации оборудования составит 2 к 8, т.е. 25% от всего станочного парка. При мелкосерийном производстве.

Таблица 11- Стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб.
005 Заготовительная	Полуавтоматический ленточнопильный станок PPS-250HRA.	451384
010 Токарная	Токарно-винторезный станок JET GHB-1340A 321357T	442200
015 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ JET JTL-1118CNC	2000000
025 Фрезерная с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ KM-80	1185875
030 Зубофрезерная	Зубофрезерный станок модели 5342	1854220
045 Промывочная	Промывочная ванна ВП-6,8.10/0,7	22000

050 Гальваническая	Гальваническая ванна	31000
	Итого, $\Sigma$	5986679

Таким образом для технологического оснащения производства детали «Вал входной» потребуется 5986679 руб. Без учета затрат на инструмент.

Таблица 12- Оплата труда рабочих

Операция	Профессия	Оплата, руб./час	Оплата шт. Руб./шт.
005 Заготовительная	Станочник заготовительного оборудования	86	12
010 Токарная	Токарь	100	21
015 Токарная с ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	210	430
020 Фрезерная с ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	210	336
025 Зубофрезерная	Фрезеровщик	100	21
025 Слесарная	Слесарь	130	87
030 Промывочная	Промывщик	120	50
035 Гальваническая	Гальваник	100	92
040 Консервация	Упаковщик	135	15
	Итого, $\Sigma$	1191	1076

Далее рассчитаем стоимость заготовки на одну деталь.

Длина заготовки 100 мм; диаметром 25 мм; материал: сталь 45 ГОСТ 1050-88; цена за одну тонну проката из данного материала 36,225 руб., масса заготовки 0,688 кг (по данным САПР Компас-3D V-15).

Расчет цены заготовки:

$$0,688 \cdot 36,2 = 24,9 \text{ руб./шт.}$$

Расчет себестоимости детали, без учета затрат на обслуживание технологического оснащения, будет равен:

$$24,9 + 1076 = 2000,9 \text{ руб.}$$

Если включать в себестоимость детали амортизационные отчисления, при условном периоде 5 лет, то себестоимость детали увеличится на:

$$\frac{5959059}{5 \cdot 500} = 2383,62$$

Себестоимость детали «вал входной» с учетом амортизационных отчислений составит:

$$2000,9 + 2383,62 = 4384,52 \text{ руб.}$$

Из вышеуказанного следует что за 5 лет, при работе в две смены по 8 часов, производства детали «Вал входной» наблюдается возможность полной окупаемости станочного парка (для производства данной детали) и оплаты заработной платы рабочим (участвующих в производстве данной детали).

## **1.10 Проектирование и выбор средств технологического оснащения**

В основной группе технологической оснастки находятся приспособления механического производства. Приспособлениями в машиностроении называются такие устройства, которые используются для выполнения операций обработки, с целью получения дополнительной точности изделия.

По степени специализации станочные приспособления подразделяются на шесть групп:

- универсально-сборные приспособления (УСП);
- сборно-разборные приспособления (СРП);
- универсально-наладочные приспособления (УНП);
- универсальные безналадочные приспособления (УБП);
- специализированные наладочные приспособления (СНП);
- неразборные специальные приспособления (НСП).

Применяя приспособления при обработке, стремятся достигнуть полностью или частично следующих результатов:

а) устранить необходимость в разметке деталей до их обработки и, следовательно, исключить выверку деталей на станке по разметке;

б) повысить точность обработки деталей на станке за счет исключения выверки положения детали по отношению к столу или шпинделю станка;

в) сократить вспомогательное время, связанное с установкой детали на станке, и обеспечить необходимое для обработки детали положение стола или шпинделя станка;

г) повысить производительность обработки вследствие увеличения числа одновременно обрабатываемых деталей или числа и (повременно работающих инструментов;

д) сократить вспомогательное время путем частичного или полного перекрытия машинным временем времени на установку детали;

е) увеличить производительность, повысив режимы резания;

ж) облегчить труд рабочего-станочника;

з) снизить затраты на контроль обработанной детали;

и) расширить диапазон технологических возможностей станка, т.е. увеличить количество разных видов обработки, выполняемых на нем;

к) автоматизировать станок частично или полностью.

В мелкосерийном и единичном производствах наиболее распространены универсально-сборные (УСП) приспособления.

К новым требованиям, предъявляемым к приспособлениям, определено расширение парка станков с ЧПУ, переналадка которых на обработку новой заготовки сводится к замене программы, (что занимает очень мало времени) и к замене или переналадке приспособления для базирования и закрепления заготовки (что также должно занимать мало времени).

Изучение закономерностей влияния приспособления на точность производительность выполняемых операций позволяет проектировать приспособления, повышающие точность производства. Работа по унификации и стандартизации которая проводится с помощью - вычислительной техники. В последствие, это приводит к ускорению технологической подготовки производства.

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

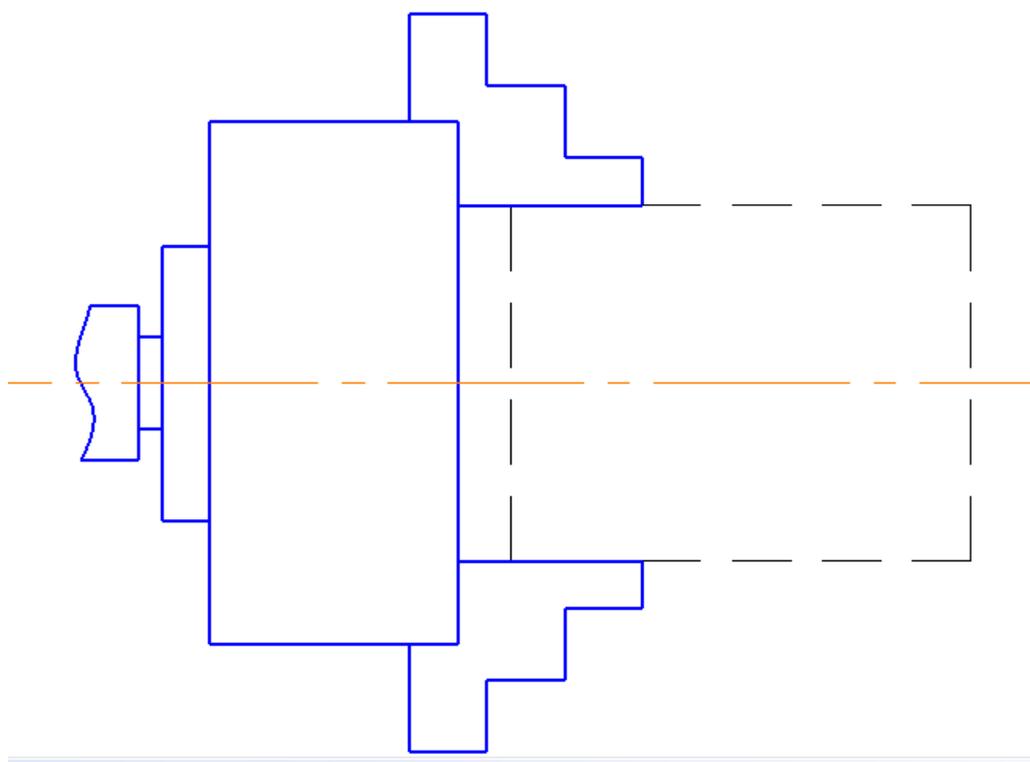


Рисунок 8 - Схема установки заготовки в приспособление

Далее мною произведен расчет погрешности базирования и установки детали. Суммарная погрешность при выполнении операции механической обработки складывается из погрешностей установки заготовки, настройки станка и обработки. На стадии проектирования сложно учесть погрешность установки, тем самым избежав ее.

Расчетная суммарная погрешность приспособления определяется по формуле из [8]:

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

где

$\delta = 1,2 \text{ мм}$  - допуск на размер обрабатываемой детали;

$\varepsilon_6 = 0 \text{ мм}$  – погрешность базирования;

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

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

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

Тогда суммарная погрешность приспособления будет равна:

$$\delta - (K_1 \cdot \varepsilon_6 + \Delta_y + K_2 \cdot \omega) = 1,4 - (0,83 \cdot 0 + 0,8 + 0,8 \cdot 0,39) = 0,288 \text{ мм.}$$

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

Далее рассчитаем усилие зажима заготовки для данной схемы базирования. В данном случае наиболее важной силой является  $P_x$ , поскольку именно она стремится повернуть установленную заготовку. Сила  $W$  препятствует повороту заготовки в патроне и компенсирует силу  $P_x$  [10].

Усилие  $W$  рассчитывается по формуле:

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

где

$K=2$  – коэффициент запаса;

$R_0 = 25$  мм - радиус обрабатываемой поверхности;

$R = 25$  мм - радиус на котором осуществляется зажим;

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

$P_x$  - сила резания, проворачивающая заготовку, определяемая по формуле:

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

где,

$P_z = 4$  кН — табличное значение силы резания для глубины 2 мм и подачи 0,4 мм/об;

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

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

Тогда фактическая величина силы резания равна:

$$P_z = 4000 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 3240 \text{ Н}$$

Имея все значения вычислим усилие зажима  $W$ :

$$W = \frac{2 \cdot 3240 \cdot 25}{1 \cdot 25} = 6480H$$

Для обеспечения требуемых условий обработки, требуется зажать заготовку в трехкулачковом патроне, при данной схеме базирования и типе обработки, с усилием в 6480Н.

## **1.11 Проектирование гибкой производственной системы (модуля)**

Исследование автоматизации мелкосерийного производства деталей точной механики показало, что основным направлением здесь является применение станков с ЧПУ, обрабатывающих центров и организация на их основе автоматизированных участков, комплексов и производств, управляемых от ЭВМ.

При организации эксплуатации станков с ЧПУ и обрабатывающих центров должны быть обеспечены следующие специфические условия: необходимость в светлых, и чистых помещениях, не подверженных вибрациям; по возможности непрерывной загрузки станков в режиме трехсменной работы. Применение специальных оптических и электронных приборов для установки инструмента, обрабатывающих центров, роботов, мини ЭВМ; обеспечение выдачи, хранения и учета управляющих программ и другой информации, организация библиотеки управляющих программ на базе данных гибкой производственной системы [11].

Основой, то есть ниже уровнем в гибкой производственной системе, являются гибкие производственные модули (ГПМ). Под ГПМ понимают, комплекс технологических, технических, программных и организационных средств, предназначенных для обработки деталей в автоматизированном режиме с минимальным участием человека. Кроме функции обработки деталей ГПМ выполняет в автоматическом режиме загрузку заготовок в зону резания из какого-либо накопителя, выгрузку обработанных деталей, частичный или полный контроль точности обработки и другие функции. Применительно к механообработке основой ГПМ является станок с ЧПУ, оснащенный дополнительными технологическими и техническими средствами.

В нашем случае, для автоматизации токарного участка, где проходит токарная операция с использованием станка с ЧПУ (JET JTL-1118 CNC),

будем использовать гибкий производственный модуль HALTER Load Assistant®.

Данный роботизированный модуль оснащён специальными ушами для фиксации его к полу кронштейнами, чтобы снизить отскок при работе системы.

Гибкий производственный модуль по заводу будем перемещать с помощью специальной «Системы перемещения тяжёлых грузов». С помощью этих систем возможно легко, без повреждения полов переместить и установить груз в нужное место. Системы перемещения тяжёлых грузов немецкой фирмы JUNG, предлагаемые на Российском рынке компанией Евротрейд (ETM), состоят из роликовых тележек и домкратов различной конструкции.

HALTER LoadAssistant – гибкий производственный модуль для загрузки заготовок, как на токарные станки с ЧПУ, так и на обрабатывающие центры.

HALTER LoadAssistant оборудован вращающейся загрузочной системой, которая подходит для работы с различными типами заготовок. Решение разработано для применения в промышленной среде, где продолжительность настройки влияет на эффективность использования станков. Решение разработано для применения в промышленной среде, где продолжительность настройки влияет на эффективность использования станков.

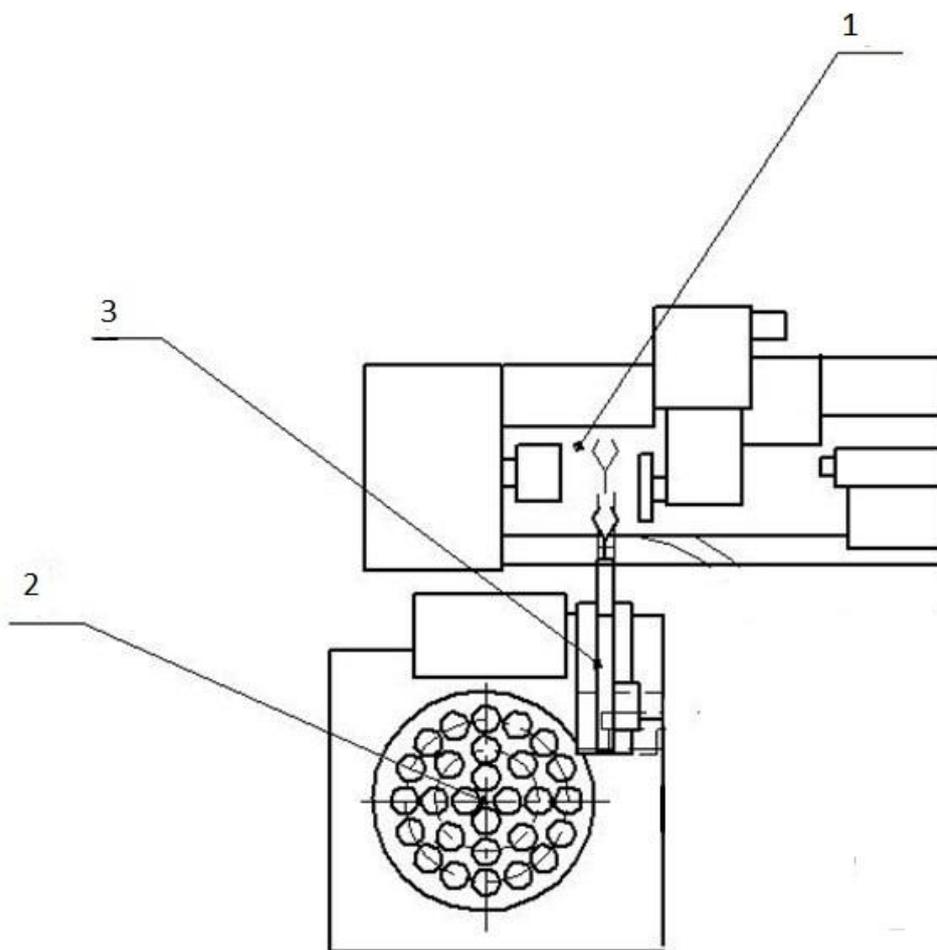
Ключевые преимущества HALTER LoadAssistant:

- вращающаяся система перегрузки для широкого спектра продуктов;
- HALTER SmartControl интуитивно-понятен, опыта работы с робототехникой не требуется;
- настройка менее 5 минут;
- легко перемещать по цеху от одного станка к другому;
- дизайн «всё в одном» - не требуются дополнительные блоки, ограждения и кабели;

- полный доступ к станкам;
- минимальное использование площадей цеха (включая зону безопасности) с вращающейся системой загрузки;
- общая безопасность операторов не нарушена;
- может использоваться с любым брендом станков с ЧПУ;
- максимальная грузоподъемность руки робота: 10 кг, 20 кг или 35 кг.

Характеристики робота можно узнать на сайте производителя.

В соответствии с выбранным роботом составляем ГПМ.



- 1- Станок JET JTL-1118 CNC.
- 2- Стол с заготовками.
- 3- Робот Load Assistant 10.

Рисунок 11-Схема гибкого производственного модуля для станков с ЧПУ

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

### «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

<b>Группа</b> 4A21	<b>ФИО</b> Асееву Александру Львовичу
-----------------------	--

<b>Институт</b>	<b>ИФВТ</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ФВТМ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Машиностроение

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

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i></li> <li>2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></li> <li>3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i></li> </ol>	<p style="text-align: center;"><i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос</i></p>
--	---

#### **Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i></li> </ol>	-
<ol style="list-style-type: none"> <li>2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i></li> </ol>	<p style="text-align: center;"><i>Расчет затрат на годовой выпуск продукции:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>материальные затраты</i></li> <li>- <i>электроэнергия на технологические нужды</i></li> <li>- <i>зарботная плата с отчислениями на социальные нужды</i></li> <li>- <i>общепроизводственные и общехозяйственные расходы</i></li> </ul>
<ol style="list-style-type: none"> <li>3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i></li> </ol>	<p style="text-align: center;"><i>Анализ безубыточности</i></p>

#### **Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Расчет затрат на годовой выпуск продукции</i></li> <li>2. <i>График безубыточности</i></li> </ol>	
--	--

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

--	--

#### **Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Старший преподаватель	Гаврикова Н.А.			

#### **Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
4A21	Асеев Александр Львович		

## 2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 2.1 Расчет затрат на изготовление детали

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

Таблица 13 - Спецификация основных материалов и сырья

№№ п/п	Материал	Ед. изм.	Цена за ед., руб.	Норма расхода на изделие	Сумма на изделие, руб.
1	2	3	4	5	6
2	Сталь 45 прокат Ø25мм	т	36225	0,000275	1811

Таким образом затраты на сырье для производства одной единицы продукции составили одна тысяча восемьсот одиннадцать рублей.

Таблица 14 - Затраты электроэнергии на производство опоры

№ п/п	Наименование оборудования	Мощность, кВт	Время эксплуатации, (ч. на ед. прод.)	Расход электроэнергии (кВт на ед. прод.)
1	Полуавтоматический ленточнопильный станок PPS-250HRA.	9,12	0,4	1,37
2	Токарно-винторезный станок JET GHV-1340A 321357T	27	0,3	1,06
3	Токарный станок с ЧПУ JET JTL-1118CNC	37	0,55	1,57
4	Токарно-фрезерный станок Metalmaster MML 250x500 с ЧПУ	23,62	0,15	0,25
5	Зубофрезерный станок модели 5342	18,5	0,3	9,57
	ИТОГО			13,82

Затраты на электроэнергию производства одной единицы продукции составили 13,82 кВт. Далее произведем расчет заработной платы рабочих и рассчитаем затраты на годовой выпуск продукции детали «Вал».

Таблица 15 - Заработная плата производственных рабочих

Производственные рабочие	Норма времени на выполнение операции, час	Часовая тарифная ставка, руб.	Сдельная расценка, руб.
Станочник заготовительного оборудования	0,4	200	80
Токарь	0,3	220	66
Оператор станка с ЧПУ	0,55	300	165
Оператор станка с ЧПУ	0,15	300	45
Фрезеровщик	0,3	230	69
Слесарь	0,3	200	60
Мойщик	0,35	150	52,5
Гальваник	0,25	150	37,5
Консервировщик	0,1	150	15
Итого на изделие	590 рублей на одну единицу продукции		

Таблица 16 - Расчет затрат на годовой выпуск продукции

№ п/п	Наименование статей расхода	Ед. изм.	Цена за ед., руб.	Расходы в нат.ед.		Затраты, тыс. руб.		Прим.
				На 1 ед.	На 500 шт.	На 1 ед.	На 500 шт.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Сырье и основные материалы	т	3622 5	0,00027 5	0,137 5	1,811	905,5	Табл. 13
2.	Электроэнергия на технологические нужды	кВт	4,63	13,82	6910	0,064	32	Табл. 14

3.	Зарботная плата основных производственных рабочих	тыс . руб.	-	-	-	0,59	295	Табл. 15
4.	Отчисления на социальные нужды	тыс . руб.	-	-	-	0,177	88,5	30% от ст. 3
5.	Общепроизводственны е расходы	тыс . руб.	-	-	-	1,563 5	781,7 5	265% от ст. 3*
6.	Общехозяйственные расходы	тыс . руб.	-	-	-	1,976 5	988,2 5	335% от ст. 3*
Полная себестоимость, в т.ч.		тыс . руб.	-	-	-	6,182	3091	1+2+3+4 + 5+6
Условно-переменные затраты		тыс . руб.	-	-	-	3,663	2403	1+2+3+4
Условно-постоянные затраты		тыс . руб.	-	-	-	3,54	1770	5+6

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

## 2.2 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):

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

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

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

$C_i$  – цена единицы продукции, руб./т. (расчет цены произведем исходя из планируемого уровня рентабельности 20%, поэтому цену назначаем 9000 руб.)

Тогда точка безубыточности определится следующим образом:

$$Q_{\text{ТБ}} = \frac{Z_{\text{пост}}}{C_i - Z_{\text{пер}}} = \frac{1770000}{9000 - 2642} = 278 \text{ шт.}$$

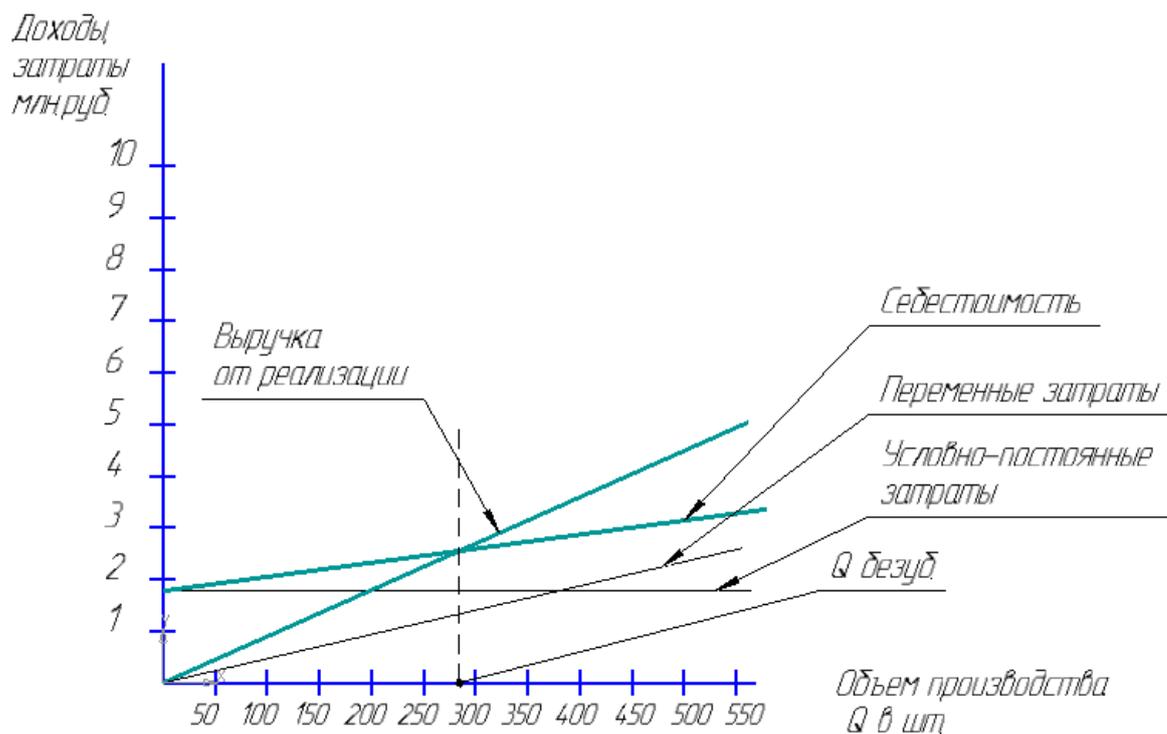


Рисунок 12 – График построения точки безубыточности

Таким образом, исходя из проведенного анализа безубыточности изготовления детали типа «Вал», следует, что для мелкосерийного производства детали, необходимо как минимум производить, триста тридцать одну деталь в год, чтобы не оказаться в убытке.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4A21	Асееву Александру Львовичу

<b>Институт</b>	<b>Физики высоких технологий</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ФВТМ</b>
<b>Уровень образования</b>	<b>Бакалавриат</b>	<b>Направление/специальность</b>	<b>Машиностроение</b>

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<b>1. Характеристика объекта исследования и области его применения</b>	Объектом исследования является производственный технологический процесс детали типа «Вал».
--	--

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<b>1. Производственная безопасность</b> 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	<p>–Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</p> <p>–Повышенный уровень шума на рабочем месте;</p> <p>–Недостаточная освещенность рабочей зоны,</p> <p>–Повышенный уровень вибрации;</p> <p>–Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;</p> <p>–Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования;</p> <p>–Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкании которой может произойти через тело человека;</p> <p>–Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования;</p> <p>–Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;</p>
<b>2. Экологическая безопасность</b>	В данном разделе производится анализ влияния на окружающую среду.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>	В данном разделе приводятся возможные ЧС, а также способы их ликвидации.
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b>	В данном разделе приводятся требования к организации рабочего места с точки зрения обеспечения безопасности сотрудника.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		
<b>Задание принял к исполнению студент:</b>				
Группа	ФИО		Подпись	Дата
4А21	Асеев Александр Львович			

### 3 Социальная ответственность

Объектом выпускной квалификационной работы является проектирование процесса изготовления «Вал», 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 подвержен опасности травмироваться сливной стружкой, обрабатываемым изделием, режущим инструментом, также опасно поражение электрическим током. В течении вспомогательного времени происходит основное физическое напряжение рабочего, вызываемое многочисленными повторяющимися ручными операциями, особенно при работе на универсальном оборудовании. Вредными факторами возникающими в цеху являются: превышенный уровень шума, недостаточная освещённость рабочей зоны, загрязнённый воздух, негативное воздействие СОЖ, отклонение показателей микроклимата.

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

## 4 Производственная безопасность

### 4.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе производства детали.

При производстве детали «Вал» на участке цеха используется следующее оборудование: токарный станок с ЧПУ, фрезерный станок с ЧПУ, зубофрезерный и другие виды токарных станков. Перечень всех опасных и вредных факторов при изготовлении детали «Вал» приведены в таблице 17, на примере токарного станка с ЧПУ JET JTL-1118 CNC (по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ).

Таблица 17-Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «Вал»

Оборуд.	Вредные и опасные факторы	Меры защиты
Механическая обработка Токарный станок с ЧПУ JET JTL-1118 CNC	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=380В, J=10А, f=50Гц Применение контурного заземления $R_3 \leq 4\text{Ом}$
	3) Повышенный уровень шума на рабочем месте УЗД=97дБА ПДУ=80дБА	3. Использование звукопоглощающих покрытий $\alpha \geq 0,5$ , защитных кожухов, перфорированных экранов
	4) Повышенный уровень вибрации f=18Гц ПДУ=92дБ	4. Упругая подвеска, амортизация, индивидуальные средства защиты (антивибрационные пояса, спец. одежда, поглощающая обувь, коврик)

5) Стружкообразование материала стали 45	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 (пневмокониозы), 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 18.

Таблица 18-Допустимые нормы

Категория	Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость воздуха, м/с
-----------	-------------	-----------------	----------------------------	-----------------------

работы		оптим	допуст	оптим	допустимая	ОПТИМАЛЬ Н	допустим
Средне й тяжести , Па	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

#### **4.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.**

В качестве мероприятий по снижению опасных и вредных факторов при производстве детали «Вал» 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: очков, спец.одежды, головных уборов, специальной обуви.)

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  $УЗД=97$ дБА, 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.

### 4.3 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 «Вал» 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 металообразивной стружки, а также от выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами, воздухоборниками, 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 оборудованным стоком с фильтрами, задерживающими грязь.

На предприятиях машиностроительной промышленности очистка сточных вод осуществляется, как правило, в отстойниках, шлако-накопителях 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.

#### **4.4 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 м<sup>2</sup> площади, ящики с песком один на 500м<sup>2</sup> 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.)

#### **4.5 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 результате проделанной выпускной квалификационной работы был проведен анализ технологичности конструкции детали. Был спроектирован и рассчитан технологический процесс изготовления «вала входного». Было подобрано оборудование, которое включает в себя станки с ЧПУ, и инструмент для изготовления детали. Рассчитаны режимы резания, также рассчитаны нормы времени и себестоимость детали. Проведен расчет приспособления и разработан гибкий производственный модуль.

Выполняя ВКР, были приобретены навыки расчета приспособления на точность, обеспечения эксплуатационных свойств детали, а так же выполнение анализа технологичности конструкции детали. Были закреплены знания по размерному анализу, расчету себестоимости производства детали и разработке управляющих программ для ЧПУ FANUC.

Приведены конечные результаты расчетов. Создан технологический процесс, предусматривающий эффективное использование технологического обеспечения для условно заданного предприятия. Таким образом, поставленное изначально задание выполнено с соблюдением всех требуемых условий.

## Список используемой литературы

1. Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 144 с.
2. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 324 с.
3. Митрофанов С.П. Групповая технология машиностроительного производства: Учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» - Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1985. – 496 с., ил.
4. Размерный анализ технологических процессов/ В.В. Матвеев, М.М. Тверской, Ф.И. Бойков и др. // Б-ка технолога. – М.: Машиностроение, 1982. – 264 с.
5. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
6. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.
7. Станочные приспособления: Справочник / В 2-х т. / Ред. совет Б.Н. Вардашкина и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 1248 с.
8. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, Н.А. Шевченко и др.; под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1987. – 846 с.
9. Справочник технолога-машиностроителя в 2 т. / под ред. А.М. Дальского; А.Г. Косиловой; Р.К. Мещерякова; А.Г. Сулова. – 5-е изд., испр. – Москва: Машиностроение-1 Машиностроение, 2003.-823 с.
10. Обработка металлов резанием: справочник технолога / Под ред. А. А. Панова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.
11. Сайт производителя HALTER, [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://haltercnautomation.com>

12. Принципиальная схема приспособления. Глава 1. [Электронный ресурс].  
Режим доступа: <http://lektsii.com/10-27467.html>
13. Классификация технологических процессов. Глава 1. [Электронный ресурс]. Режим доступа:  
[http://fullref.ru/job\\_e55a0b5d06a5d6d3307932280c0a1f00.html](http://fullref.ru/job_e55a0b5d06a5d6d3307932280c0a1f00.html)
14. Обеспечение эксплуатационных свойств деталей, определяющих надежность механизмов и машин / Под ред. И.А. Дудникова. –1-е изд., испр. – Москва: машиностроение, 2011. –35 с.

## Приложение А

(Справочное)

Маршрутная карта и управляющие программы для операций с ЧПУ

Дубл.													
Взам.													
Подп.													

НИИ ТПУ	ИФВФ.4А21012.КП.001		ИФВТ 4А21			
Вал входной				1	1	1

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

## КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

На маршрутный технологический процесс механической обработки  
детали «Вал входной»

Проверил: КТН, руководитель  
 \_\_\_\_\_ Должиков В.П.  
 \_\_\_\_\_

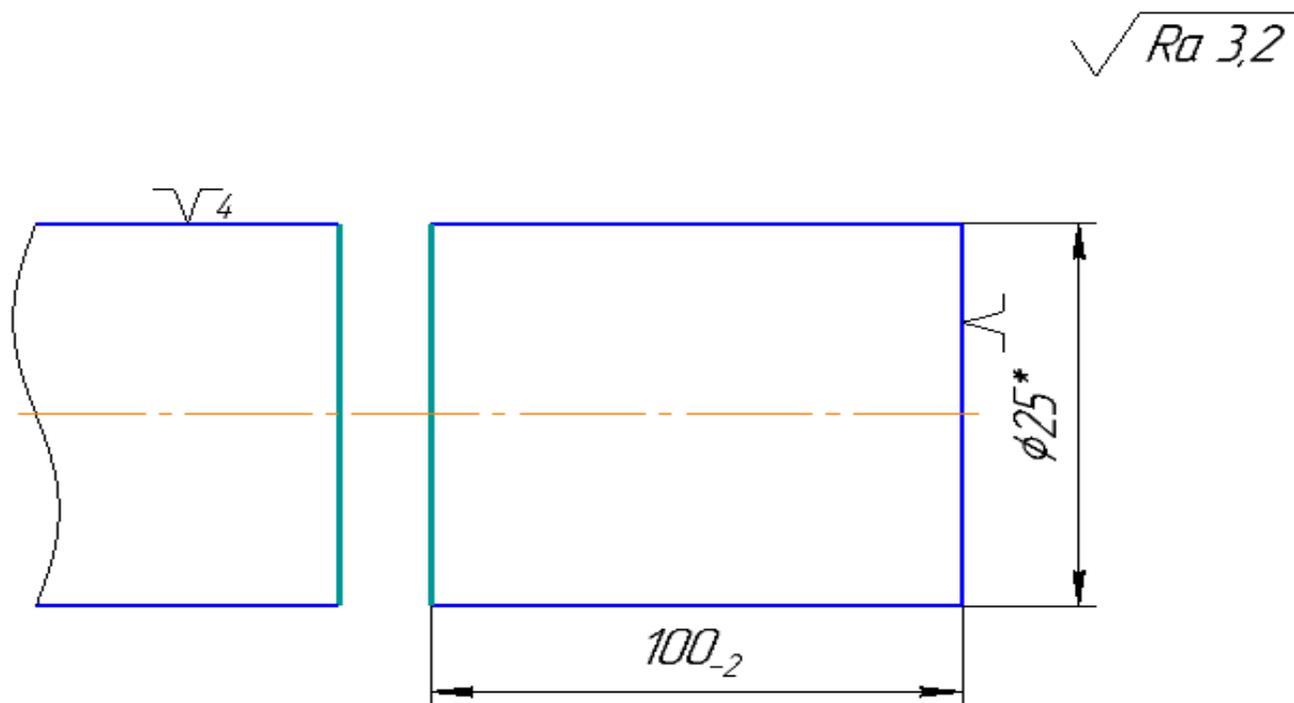
Выполнил: студент группы 4а21  
 \_\_\_\_\_ Асеев А.Л.  
 \_\_\_\_\_

Дубл.														
Взам.														
Подп.														

1

1

Разраб.	Асеев А.Л.			НИИ ТПУ	ИФВТ.4А21012.ВКР.001	ИФВТ 4А21	
Провер.	Должиков В.П.						
Н.контр.				Вал входной			005



\*Размер для справок



















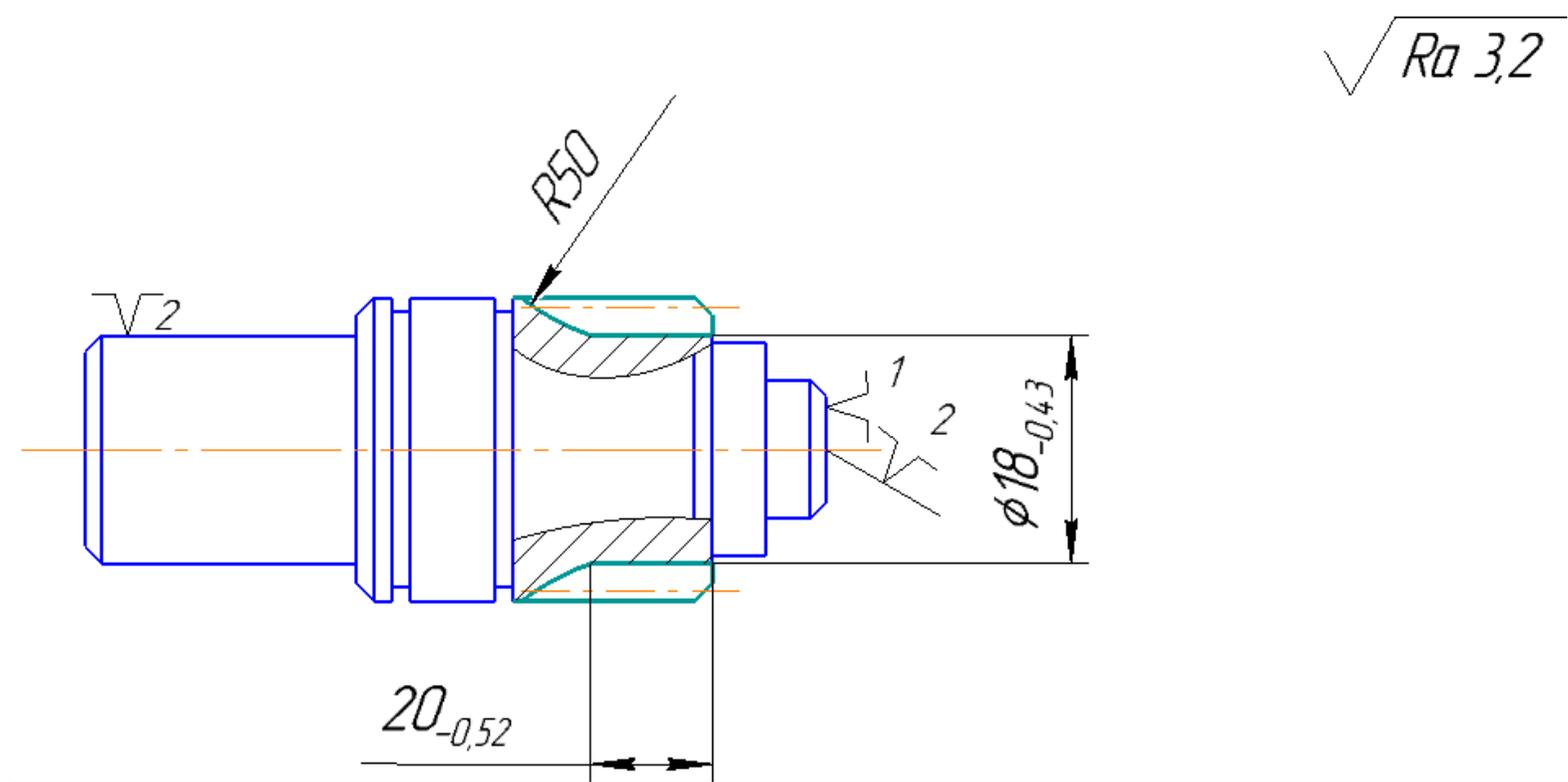
Дубл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

Разраб.	Асеев А.Л.			НИИ ТПУ	ИФВТ.4А21012.ВКР.001		ИФВТ 4А21
Провер.	Должиков В.П.						

Н.контр.				Вал входной				030
----------	--	--	--	-------------	--	--	--	-----





Дубл.														
Взам.														
Подп.														

										1	1		
Разраб.	Асеев А.Л.			НИИ ТПУ	ИФВТ.4А21012.ВКР.001						ИФВТ 4А21		
Провер.	Должиков В.П.										1	1	1
Н.контр.													

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка	МЗ	КОИ
Слесарная	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	НВ 10 <sup>-1</sup>	кг	0,41		2,28	1
Оборудование; устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз	Тшт	Сож	
		30	5	5	40		

Р	Содержание перехода	То	Д или В	L	t	i	S	n	V
001	1. Зачистить заусенцы по контуру								
T02	Напильник 2820-0012 ГОСТ 1465-80								
003	2. Притупить острые кромки								
T04	Напильник 2820-0015 ГОСТ 1465-80; Надфиль 2827-0061 ГОСТ 1513-77								
005	3. Нарезать резьбу М6х1-6Н на длину 15 мм								
T06	Комплект метчиков для глухих отверстий М6 2620-3413 ГОСТ 17933-72, материал метчика: Р6М5								
T07	Калибр-пробка резьбовая ПР 8221-0022 ГОСТ 17756-72								
T08	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89								
09									
10									
11									
12									
13									

























							1	3
			ТПУ ИФВТ Группа 4A21	ФВТМ.4A21.001				
							У	
			Оборудование, устройство ЧПУ			Особые указания		
			Станок токарный с ЧПУ Fanuc					
			Кодирование информации, содержание кадра					
			N40 T ="SW_TURN_80M_RH"					
			N45 G71 G95 F0.38					
			N50 M42					
			N55 LIMS=600					
			N60 G96 S170 M3 M9					
			N65 G0 X22.6					
			N70 G0 Z96.28					
			N75 G1 Z-0.29					
			N80 X25.0					
			N85 X25.71 Z0.06					
			N90 G0 Z96.28					
			N95 G1 X20.2					
			N100 Z-0.29					
			N105 X22.6					
			N110 X23.31 Z0.06					
			N115 G0 Z96.28					
			N120 G1 X17.2					
			N125 Z80.1					
			N130 X17.4					
			N135 G3 X17.97 Z79.98 CR=0.4					
			N140 G1 X19.97 Z78.98					
			N145 G3 X20.2 Z78.7 CR=0.4					
			N150 G1 X20.91 Z79.05					
			N155 G0 Z96.28					
			N160 G1 X14.2					
			N165 Z80.1					
			N170 X17.2					
			N175 X17.91 Z80.45					
			N180 G0 Z96.28					
			N185 G1 X11.7					
			N190 Z86.1					
			N195 X13.4					
			N200 G3 X14.2 Z85.7 CR=0.4					
			N205 G1 X14.91 Z86.05					
			N210 G0 Z96.28					
			N215 G1 X9.2					
			N220 Z86.1					
			N225 X11.7					
			N230 X12.41 Z86.45					
			N235 G0 Z96.28					
			N240 G1 X6.97					
						Разраб.	Агеев А.Л.	
						Н контр	Полжиков В.П.	
Дир.	Взам.	Пед.						

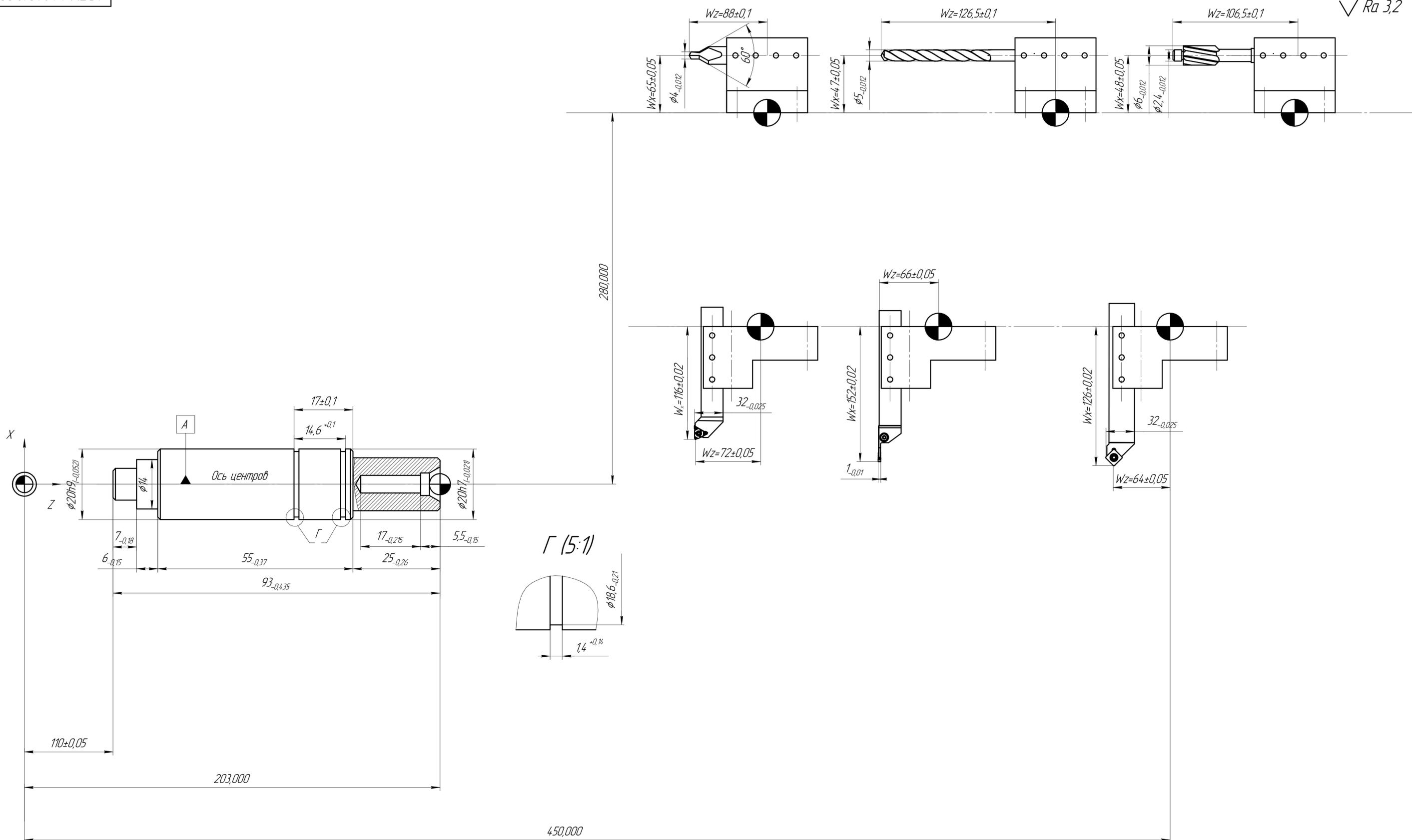
						1	2
		ТПУ ИФВТ Группа 4A21	ФВТМ.4A21.001				
						У	
		<i>Оборудование, устройство ЧПУ</i>			<i>Особые указания</i>		
		Станок токарный с ЧПУ Fanuc					
		<i>Кодирование информации, содержание кадра</i>					
		N245 Z92.98					
		N250 X8.97 Z91.98					
		N255 G3 X9.2 Z91.7 CR=0.4					
		N260 G1 X9.91 Z92.05					
		N265 G0 Z96.0					
		N290 LIMS=600					
		N295 G96 S246					
		N300 G0 X2.23					
		N305 G0 Z95.28					
		N310 G1 X8.89 Z91.95 F0.15					
		N315 G3 X9.1 Z91.7 CR=0.35					
		N320 G1 Z86.05					
		N325 X13.4					
		N330 G3 X14.1 Z85.7 CR=0.35					
		N335 G1 Z80.05					
		N340 X17.4					
		N345 G3 X17.89 Z79.95 CR=0.35					
		N350 G1 X19.89 Z78.95					
		N355 G3 X20.1 Z78.7 CR=0.35					
		N360 G1 Z-0.29					
		N365 X24.77 Z2.04					
		N370 G0 X31.0					
		N395 LIMS=600					
		N400 G96 S246					
		N405 G0 X31.0					
		N410 G0 Z95.25					
		N415 X2.16					
		N420 G1 X8.82 Z91.91 F0.15					
		N425 G3 X9.0 Z91.7 CR=0.3 F0.05					
		N430 G1 Z86.0 F0.15					
		N435 X13.4					
		N440 G3 X14.0 Z85.7 CR=0.3 F0.05					
		N445 G1 Z80.0 F0.15					
		N450 X17.4					
		N455 G3 X17.82 Z79.91 CR=0.3 F0.05					
		N460 G1 X19.82 Z78.91 F0.15					
		N465 G3 X20.0 Z78.7 CR=0.3 F0.05					
		N470 G1 Z-0.29 F0.15					
		N475 X24.67 Z2.04					
		N480 G0 X31.0					
		N485 D0 SUPA X=R0 Z=R1					
					Разраб.	Агеев А.Л.	
					Н. контр.	Полжиков В.П.	
Дизн.	Взам.	Пздн.					

							1	4
			ТПУ ИФВТ Группа 4А21	ФВТМ.4А21.001				
							У	
			Оборудование, устройство ЧПУ			Особые указания		
			Станок токарный с ЧПУ Fanuc					
			Кодирование информации, содержание кадра					
			N510 T = "SE_BACKTURN_80M_RH"					
			N515 G95 F0.38					
			N520 M42					
			N525 LIMS=600					
			N530 G96 S170 M4 M9					
			N535 G0 X31.0					
			N540 G0 Z-3.28					
			N545 X21.73					
			N550 G1 Z26.02					
			N555 X25.0					
			N560 X25.71 Z25.66					
			N565 G0 Z-3.28					
			N570 G1 X18.47					
			N575 Z25.27					
			N580 X19.97 Z26.02					
			N585 X21.73					
			N590 X22.44 Z25.66					
			N595 G0 Z-3.28					
			N600 G1 X15.2					
			N605 Z24.9					
			N610 X17.4					
			N615 G2 X17.97 Z25.02 CR=0.4					
			N620 G1 X18.47 Z25.27					
			N625 X19.17 Z24.91					
			N630 G0 Z-3.28					
			N635 G1 X12.97					
			N640 Z0.02					
			N645 X14.97 Z1.02					
			N650 G2 X15.2 Z1.3 CR=0.4					
			N655 G1 X15.91 Z0.95					
			N660 G0 X31.0					
			N685 LIMS=600					
			N690 G96 S246					
			N695 G0 X31.0					
			N700 G0 Z-2.28					
			N705 X8.23					
			N710 G1 X14.89 Z1.05 F0.15					
			N715 G2 X15.1 Z1.3 CR=0.35					
			N720 G1 Z24.95					
			N725 X17.4					
			N730 G2 X17.89 Z25.05 CR=0.35					
						Разраб.	Агеев А.Л.	
						Н контр	Полжиков В.П.	
Дир.	Взам.	Пед.						

							1	5
			ТПУ ИФВТ Группа 4А21	ФВТМ.4А21.001				
							У	
			Оборудование, устройство ЧПУ			Особые указания		
			Станок токарный с ЧПУ Fanuc					
			Кодирование информации, содержание кадра					
			N735 G1 X19.89 Z26.05					
			N740 X24.56 Z23.72					
			N745 G0 X31.0					
			□N770 LIMS=600					
			N775 G96 S24.6					
			N780 G0 X31.0					
			N785 G0 Z-2.25					
			N790 X8.16					
			N795 G1 X14.82 Z109 F0.15					
			N800 G2 X15.0 Z1.3 CR=0.3 F0.05					
			N805 G1 Z25.0 F0.15					
			N810 X17.4					
			N815 G2 X17.82 Z25.09 CR=0.3 F0.05					
			N820 G1 X19.82 Z26.09 F0.15					
			N825 X24.49 Z23.75					
			N830 G0 X31.0					
			N835 D0 SUPA X=R0 Z=R1					
			N860 T = "SW GRV 1M RH"					
			N865 G95 F0.15					
			N870 M4.2					
			N875 LIMS=600					
			N880 G96 S24.6 M3 M9					
			N885 G0 X26.0					
			N890 G0 Z40.6					
			N895 G1 X18.6					
			N900 G0 X30.6					
			□N925 LIMS=600					
			N930 G96 S24.6					
			N935 G0 X30.6					
			N940 G0 Z27.4					
			N945 X26.0					
			N950 G1 X18.6 F0.15					
			N955 G0 X30.6					
			N960 D0 SUPA X=R0 Z=R1					
			N965 M0					
			N970 M9 M30					
						Разраб.	Агеев А.Л.	
						Н. контр.	Полжиков В.П.	
Диз.	Взам.	Пздн.						



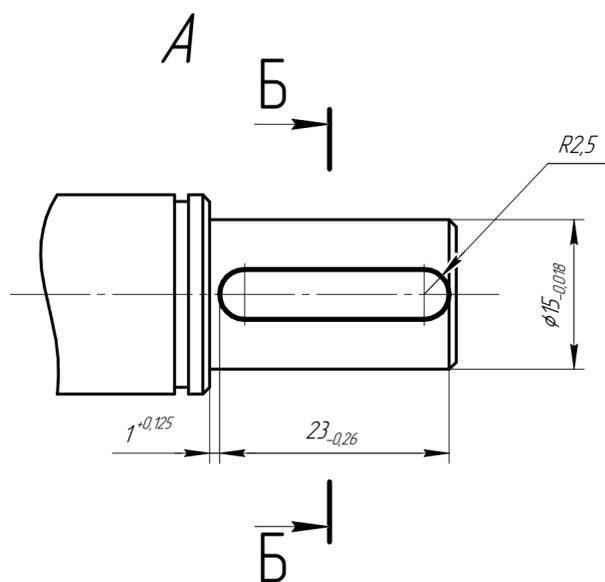
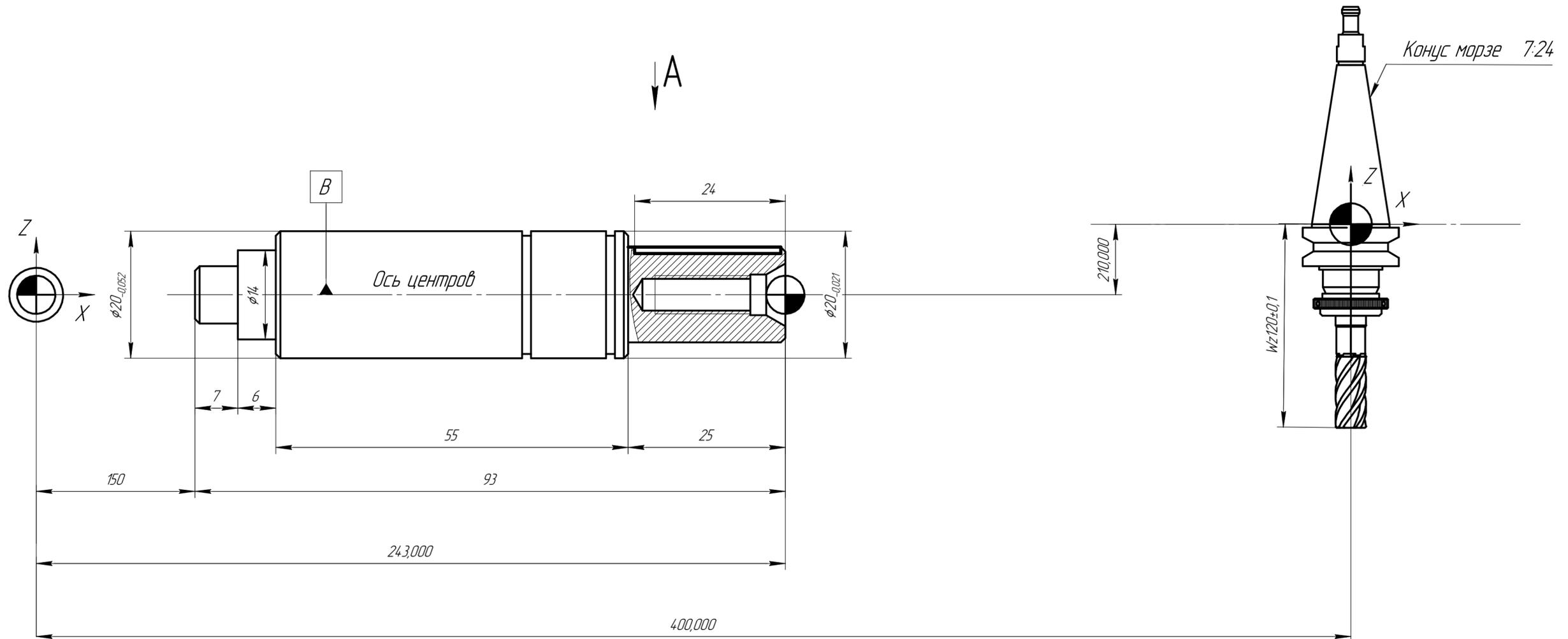




1. Неуказанны предельные отклонения валов h14, отверстий H14 и остальных ±IT14/2.

- Ноль станка
- Ноль детали, ноль программы
- Ноль инструмента

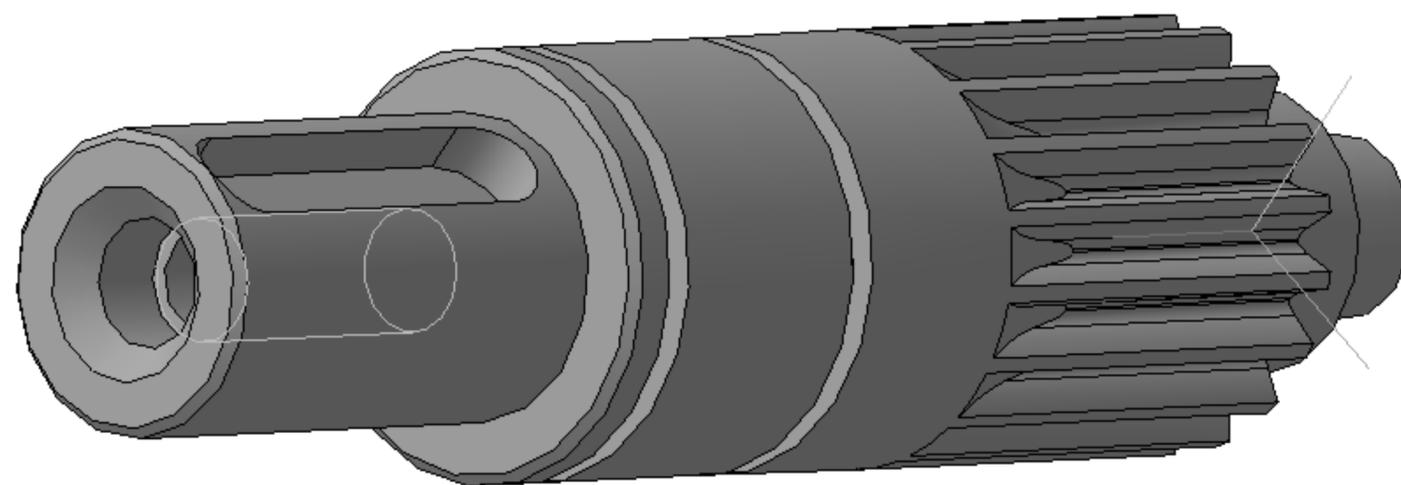
ФВТМ 4А21.012.001			
Карта наладки Токарная с ЧПУ			
Лит.	Масса	Масштаб	
	0,41	2:1	
Лист	Листов 1		
ТПУ ФВТМ ИФВТ 4А21			
Формат А1			

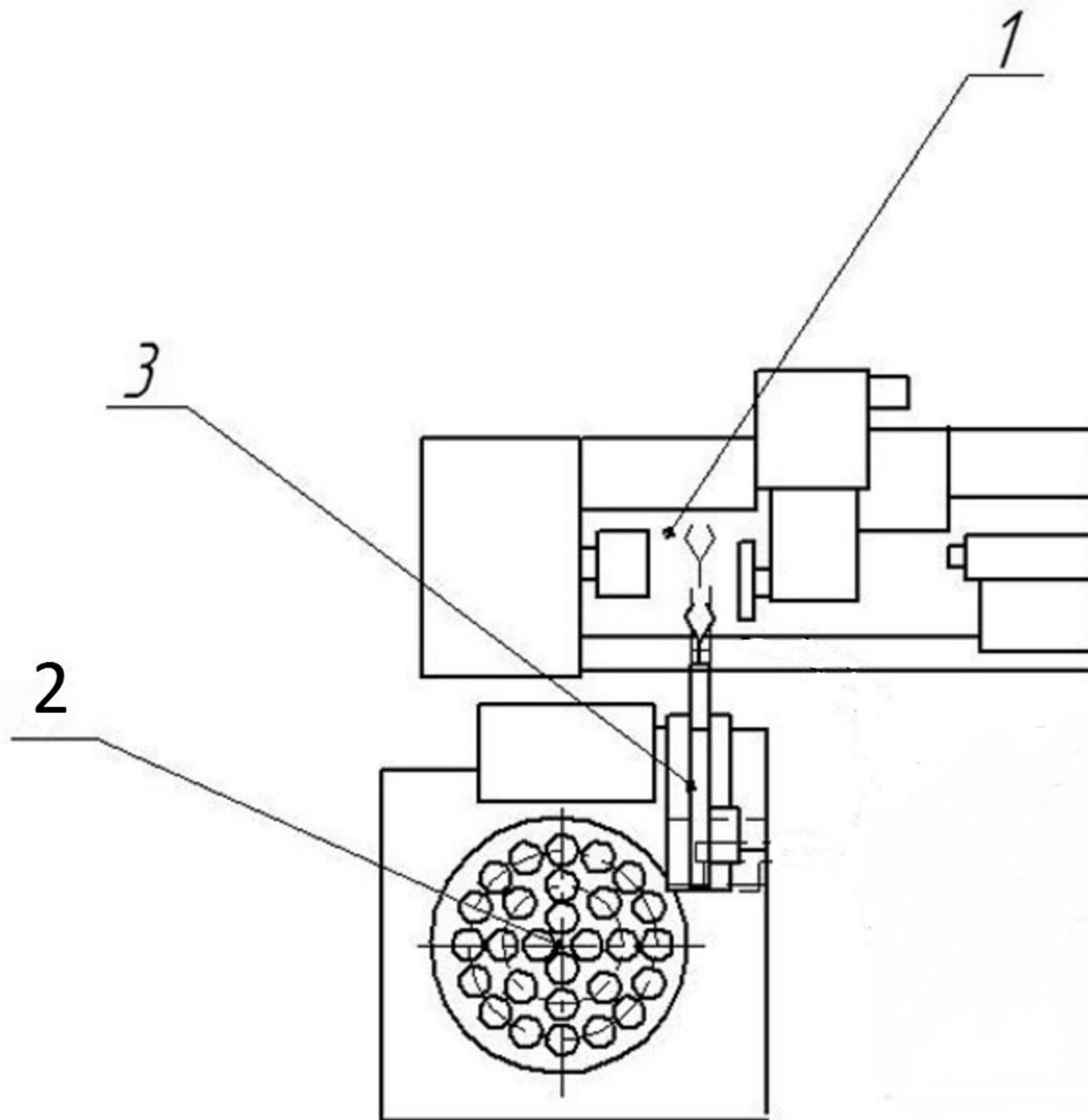


- ⊕ - Нуль станка
  - ⊕ - Нуль детали, нуль программы
  - ⊙ - Нуль инструмента
- 1 H14, h14, ±IT14/2.  
2 Неуказанные радиусы скруглений 2,5мм.

ФВТМ.4А21012.002						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Карта наладки фрезерная с ЧПУ	Лит.
						0,41
Разраб.	Асеев А.Л.					2:1
Проб.	Должиков В.П.					
Т.контр.						Лист 1
Н.контр.						ТПУ ИФВТ
Чтв.						Группа 4А21
						Формат А2

# *3D-модель детали Вал входной*





*Схема гибкого производственного модуля для станков с ЧПУ*

*1- Станок JET JTL-1118 CNC*

*2- Стол с заготовками*

*3- Робот Load Assistant 10*