

**Приднестровский государственный университет  
им. Т.Г.Шевченко**

**Технический колледж им. Ю.А. Гагарина  
Инженерно-технического института  
Кафедра “Производства и эксплуатации  
технологического оборудования”**

**С.А. Устименко**

## **Технология машиностроения**

Руководство к выполнению и рекомендации по оформлению  
курсового и дипломного проекта для студентов  
технического колледжа  
специальности 15.02.08 Технология машиностроения  
(Учебное пособие)

Тирасполь 2018

ББК К5Р2  
УДК 621(072)  
Т38

Составитель Устименко С.А. кандидат педагогических наук, доцент кафедры производства и эксплуатации технологического оборудования

Рецензенты:

Бурменко Ф.Ю. доцент кафедры машиноведения  
ПГУ им. Т.Г. Шевченко  
Лупой В.Г. начальник ремонтно-механического цеха  
ОАО Литмаш

В методическом пособии изложены требования, предъявляемые к выполнению и защите курсового и дипломного проекта по специальности 15.02.08 «Технология машиностроения» среднего профессионального образования.

## *Содержание*

Введение	4
1. Цели и задачи курсового и дипломного проектирования	5
2. Структура проекта	
2.1. Структура курсового проекта	5
2.2. Структура дипломного проекта	9
3. Методические указания по содержанию разделов пояснительной записки	
3.1. Аннотация к проекту, введение.	13
3.2. Служебное назначение и техническая характеристика детали.	14
3.3. Определение типа производства.	14
3.4. Рекомендации по разработке технологического процесса.	
3.4.1. Анализ технических требований к детали.	17
3.4.2. Отработка конструкций деталей на технологичность.	18
3.4.3. Выбор метода получения заготовки.	22
3.4.4. Выбор методов обработки поверхностей заготовки	30
3.4.5. Выбор технологических баз и схем базирования заготовок	31
3.4.6. Разработка маршрутной технологии	32
3.4.7. Выбор технологического оборудования и инструмента	35
3.4.8. Определение межоперационных припусков на обработку поверхностей	36
3.4.9. Расчет режимов резания	40
3.4.10. Техническое нормирование операций	42
3.4.11. Проектирование наладок на операцию	44
3.4.12. Выбор методов и средств технического контроля.	45
3.4.13. Выбор и обоснование режущего инструмента.	47
3.4.14. Технико-экономическое обоснование технологического процесса механической обработки детали нормативным методом.	49
3.5. Рекомендации по расчетам организационной части участка	51
3.6. Рекомендации по проектированию планировки оборудования на участке	54
3.7. Рекомендации по расчету экономической части дипломного проекта	57
3.8. Заключение	65
3.9. Список использованной литературы	65
4. Методические указания по выполнению графической части проекта	65
4.1. Оформление чертежа детали	66
4.2. Оформление чертежа заготовки	66
4.3. Оформление схем инструментальных наладок	68
4.4. Оформление операционных эскизов	69
5. Рекомендации по подготовке к защите проекта	71
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	72
ПРИЛОЖЕНИЯ	75

## ***Введение***

Курсовой и дипломный проект по технологии машиностроения является первой большой самостоятельной работой техника технолога по специальности 15.02.08 «Технология машиностроения», направленной на решение конкретных задач в области совершенствования технологии, организации производства и улучшения технико-экономических показателей работы участка.

Курсовое проектирование закрепляет, углубляет и обобщает знания, полученные студентами во время лекционных и практических занятий. В процессе курсового проектирования студент выполняет комплексную задачу по специальности, подготавливаясь к выполнению более сложной задачи – дипломному проектированию. Наряду с этим курсовое проектирование должно научить студента пользоваться справочной литературой, ГОСТ, таблицами, нормами, умело сочетая справочные данные с теоретическими знаниями, полученными в процессе обучения.

Выполнение дипломного проекта является комплексной проверкой подготовки учащегося к производственной работе в качестве техника, и вместе с тем важнейшей формой и методом приобретения навыков самостоятельной работы. Дипломный проект, как правило, является продолжением курсового проекта и направлен на совершенствование решений принятых в курсовом проекте.

По результатам публичной защиты дипломного проекта Государственная аттестационная комиссия (ГАК) решает вопрос о присвоении выпускнику квалификации техника технолога по специальности 151901.51 «Технология машиностроения».

Основной целью пособия является своевременное ознакомление студентов, с тематикой курсового и дипломного проектирования, характером требований, предъявляемых к курсовому и дипломному проекту, порядком работы над проектом.

Рекомендации, приведенные в пособии, позволяют целенаправленно работать со справочными материалами и пособиями, что позволит сократить время на поиск необходимой информации. Это поможет внести планомерность в работу дипломников и позволит стимулировать творческую разработку темы курсового и дипломного проектов с максимальным проявлением инициативы в рамках четко определенных общеобязательных требований к содержанию и объему каждого раздела, методики их выполнения, оформлению пояснительной записки и графической части проектов.

# **1. Цели и задачи курсового и дипломного проектирования**

## **1.1. Цели и задачи курсового проектирования**

Курсовой проект по технологии машиностроения является последним проектом в подготовке техников по специальности и определяет способность студентов самостоятельно решать различные конструкторские и технологические задачи, показывает в целом уровень профессиональной подготовки будущих специалистов. Курсовое проектирование преследует цель научить студентов:

- разрабатывать прогрессивные технологические процессы на основе типовых;
- анализировать существующие технологические процессы и находить пути их усовершенствования;
- хорошо ориентироваться в справочной информации;
- использовать современные методы решения инженерных задач, в частности находить оптимальные решения с применением вычислительной техники для решения технологических и конструкторских задач;
- грамотно и лаконично в письменном, графическом и устном видах представлять результаты своих работ и умения защищать их.

## **1.1. Цели и задачи дипломного проектирования**

Дипломный проект является первой самостоятельной работой выпускника, в которой он должен показать свои способности к проектной деятельности и умения обосновывать принятые решения. Единство требований к содержанию дипломного проекта заложено в его структуре. Исходя из этого, цели дипломного проектирования несколько отличаются от целей курсового проектирования. Дипломное проектирование преследует одну главную цель – проверить способность студента принимать обоснованные решения, не имея алгоритма решения поставленной задачи. При выполнении дипломного проекта выпускник решает комплексные задачи требующие знаний в различных профессиональных областях, и дает обоснование принятых решений по средством технико-экономических показателей.

# **2. Структура проекта**

## **2.1. Структура курсового проекта**

Курсовой проект состоит из пояснительной записи п. 2.1.2. объемом 30–50 страниц (формата А4) распечатанной (14 шрифтом «GOST type B» или «Times New Roman», полуторным интервалом), альбома технологической документации (состоящего из маршрутных карт и операционной карты на одну операцию) и графического материала объемом 3–4 листа (формата А1) в объем графического материала входит чертеж детали. При этом графическая часть и пояснительная записка взаимно дополняют друг друга.

Объем каждого конкретного проекта определяет его руководитель и записывает в задание, на курсовое проектирование, приведенное в п. 2.1.1.

## **2.1.1. Типовое задание на курсовое проектирование**

### **Задание**

на курсовой проект по дисциплине «Технология машиностроения»  
для специальности 15.02.08 «Технология машиностроения»

студенту группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

1. Разработать технологический процесс изготовления детали

\_\_\_\_\_

2. Годовая программа выпуска изделий \_\_\_\_\_

3. Режим работы участка \_\_\_\_\_

4. Прочие данные \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Перечень графических материалов

Чертеж детали	0,5	A1
Чертеж заготовки	0,5-1	A1
Схема инструментальной наладки	1-2	A1
Операционные эскизы	1	A1

Дата выдачи задания “ \_\_\_\_ ” 20 \_\_\_\_ г.

Срок выполнения проекта “ \_\_\_\_ ” 20 \_\_\_\_ г.

Руководитель проекта \_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Студент \_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

## 2.1.2. Типовое содержание курсового проекта

При выполнении курсового проекта следует руководствоваться следующим типовым содержанием.

### I. Типовое содержание пояснительной записки курсового проекта:

- Титульный лист
- Задание на курсовое проектирование
- Аннотация курсового проекта
- Содержание курсового проекта
- Введение

### 1. Общие положения

- 1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали
- 1.2. Производственная программа выпуска деталей. Тип производства

### 2. Технологический процесс изготовления детали

- 2.1. Анализ технических требований к детали.
- 2.2. Отработка конструкций деталей на технологичность.
- 2.3. Выбор метода получения заготовки.
- 2.4. Выбор методов обработки поверхностей заготовки.
- 2.5. Разработка технологического процесса изготовления детали.
  - 2.5.1. Выбор технологических баз и схем базирования заготовок.
  - 2.5.2. Разработка маршрутной технологии.
  - 2.5.3. Выбор технологического оборудования и инструмента.
  - 2.5.4. Разработка технологических операций.
    - 2.5.4.1 Расчет припусков на обработку поверхностей.
    - 2.5.4.2. Расчет режимов резания.
    - 2.5.4.3. Техническое нормирование операций.
    - 2.5.4.4. Расчет наладочных размеров на одну операцию.
  - 2.5.5. Выбор методов и средств технологического контроля качества изготовления детали.
  - 2.5.6. Технико-экономическое обоснование технологического процесса механической обработки детали нормативным методом.

### Заключение

### Список использованной литературы

### II. Содержание приложения «Технологические документы»

- 1. Титульный лист альбома технологической документации
- 2. Маршрутные карты
- 3. Операционные карты на одну операцию
- 4. Карты эскизов на одну операцию

### III. Содержание графической части

Чертеж детали	0,5	A1
Чертеж заготовки	0,5-1	A1
Схемы инструментальных наладок	1-2	A1
Операционные эскизы технологического процесса	1	A1

Графическая часть курсовых проектов служит его иллюстрацией и должна отражать его оригинальность и глубину проработки задач. В зависимости от направления проектирования и в соответствии с заданием графическая часть может иметь другое содержание, которое утверждается на заседании выпускающей кафедры.

### 2.1.3. Последовательность и организация работы над курсовым проектом

Работу по накоплению материала для курсового проекта начинают во время прохождения производственной практики по профилю специальности. Выполнение проекта предусмотрено в 8 семестре обучения в течение 9 недель. Для курсового проектирования в расписании учебных занятий отводят отдельный день в течение, которого студенты работают под руководством преподавателя. Материалы проекта являются исходными для выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Технологическая оснастка», поэтому рекомендуется в течении 7 семестра выполнить с 1 по 4 этап.

Для выполнения проекта в сроки, предусмотренные учебным планом и для контроля хода выполнения работы целесообразно руководствоваться следующим календарным планом выполнения проекта. Календарный план может корректироваться в зависимости от графика учебного процесса.

#### Примерный календарный план

выполнения курсового проекта по дисциплине «Технология машиностроения»

№ этапа	Содержание этапа	Срок исполнения		Объем %	Подпись руководства
		по плану	фактич.		
1.	Уточнение задания и программы выпуска. Анализ служебного назначения детали. Определение типа производства.	5-7 февраля		5%	
2.	Анализ технических требований к детали. Анализ технологичности детали.	8-15 февраля		5%	
3.	Выбор метода получения заготовки. Выбор методов обработки поверхностей..	15-23 февраля		5%	
4.	Выбор технологических баз. Разработка маршрутной технологии. Выбор технологического оборудования и инструмента.	24-28 февраля		10%	
5.	Расчет припусков на обработку поверхностей, расчет размеров заготовки, проектирование чертежа заготовки.	1-8 марта		20%	
6.	Расчет режимов резания. Техническое нормирование операций.	8-16 марта		10%	
7.	Проектирование наладки на одну операцию. Выбор методов и средств технологического контроля.	16-22 марта		20%	
8.	Проектирование операционных эскизов	22-27 марта		10%	
9.	Технико-экономическое обоснование техпроцесса.	27-28 марта		5%	
10.	Оформление технологической документации и пояснительной записки, подпись руководителя.	28-30 марта		10%	
11.	Запись курсовых работ в комиссии	1-4 апреля			

## 2.2. Структура дипломного проекта

Дипломный проект состоит из пояснительной записи п. 2.2.2. объемом от 50 до 100 страниц (формата А4) распечатанной (14 шрифтом «GOST type B» или «Times New Roman», полуторным интервалом), альбома технологической документации (на все операции технологического процесса) и графического материала объемом 4 - 5 листов (формата А1). К дипломному проекту могут быть приложены изготовленные макеты или изделия.

Объем каждого конкретного проекта определяет его руководитель и записывает в задание, на дипломное проектирование приведенное в п. 2.2.1.

### 2.2.1. Типовое задание на дипломное проектирование

Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко  
Технический колледж им. Ю.А. Гагарина Инженерно технического института  
Кафедра «Производства и эксплуатации технологического оборудования».

Утверждаю  
Зав. кафедрой ПЭТО  
доцент Устименко С.А.

«\_\_» 20\_\_ г.

Задание  
на дипломный проект.

студенту группы \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
(Ф.О.И.)

1. Тема: \_\_\_\_\_

2. Деталь представитель \_\_\_\_\_

3. Годовая программа выпуска изделий шт. \_\_\_\_\_

4. Специальные задания \_\_\_\_\_

5. Перечень графических материалов:

- |  |                      |
|--|----------------------|
| 5.1. Чертеж детали                             | 0,5 листа ф. А1      |
| 5.2. Чертеж заготовки                          | 0,5-1лист.ф.А1       |
| 5.3. Чертежи технологических наладок           | 2 листа ф.А1         |
| 5.4. Чертеж станочного приспособления          | 1 лист ф.А1          |
| 5.5. Чертеж режущего инструмента.              | 0,25..0,5 листа ф.А1 |
| 5.6. Планировка участка, рабочего места        | 1 лист ф.А1          |
| 5.7. Технико-экономические показатели участка. | 0,5 листа ф.А1       |

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Срок выполнения проекта \_\_\_\_\_

Руководитель проекта: \_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Студент: \_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

## **2.2.2. Типовое содержание дипломного проекта**

При выполнении **дипломного проекта** следует руководствоваться следующим типовым содержанием.

### **I. Типовое содержание пояснительной записки дипломного проекта:**

Титульный лист.

Задание на дипломный проект

Аннотация дипломного проекта.

Содержание дипломного проекта.

Введение.

#### **1. Общие положения.**

1.1. Служебное назначение и описание конструкции детали.

1.2. Тип производства. Производственная программа выпуска.

#### **2. Технологическая часть.**

2.1. Анализ технических требований к детали.

2.2. Анализ технологичности конструкции детали.

2.3. Выбор и обоснование метода получения заготовки.

2.4. Выбор методов обработки поверхностей детали.

2.5. Разработка технологического процесса изготовления детали.

2.5.1. Выбор технологических баз и схем базирования заготовок.

2.5.2. Предварительная разработка и выбор варианта технологического маршрута.

2.5.3. Выбор технологического оборудования и технологической оснастки.

2.6. Разработка операционного технологического процесса.

2.6.1. Определение операционных припусков и межоперационных размеров.

2.6.2. Выбор режущего и мерительного инструмента.

2.6.3. Определение режимов резания и основного времени.

2.6.4. Проектирование инструментальных наладок

#### **3. Конструкторская часть.**

3.1. Конструирование и расчет одного приспособления (по указанию руководителя дипломного проекта).

3.1.1. Описание работы приспособления.

3.1.2. Расчет точности базирования.

3.1.3. Расчет усилия закрепления.

3.2. Выбор и обоснование одного режущего инструмента и его геометрических параметров.

#### **4. Организационная часть.**

4.1. Определение норм времени и расчет штучного времени.

4.2. Определение количества оборудования на участке и коэффициента загрузки.

4.3. Определение количества рабочих их средней квалификации.

4.4. Организация рабочих мест (Одно рабочее место с планировкой)

4.5. Организация обслуживания рабочих мест.

4.5.1 Транспортировка деталей на участке.

4.5.2. Обеспечение рабочих мест инструментом. Расчет годового расхода режущего инструмента на одну операцию (по указанию руководителя проекта).

4.6. Обеспечение требований безопасности и эргономики.

5. Планировка участка.

5.1 Размещение основного и вспомогательного оборудования.

5.2. Определение площади участка и удельной площади на станок.

6. Экономическая часть.

6.1. Определение потребляемого количества материалов на год и их стоимость

6.2. Определение годового фонда заработной платы производственных рабочих и их среднемесячной зарплаты.

6.3. Определение расходов на содержание и эксплуатацию оборудования на год и коэффициент машино-часа. Определение цеховой себестоимости детали.

6.4. Технико-экономические показатели участка.

7. Перечень использованной литературы.

Содержание графической части.

1. Чертежные детали	0,5...1.лист ф. А1.
2. Чертежные заготовки	0,5...1 лист ф. А1.
3. Чертежи технологических наладок	2 листа ф.А1.
4. Чертеж приспособления	1 лист ф.А1.
5. Чертеж режущего инструмента	0,25...0,5 листа ф. А1
6. Чертеж планировки участка в масштабе 1:50 (1:100)- рабочего места, график загрузки оборудования	1 лист ф. А1
7. Экономические показатели участка	0,5 листа ф. А1

Общее количество чертежей 4.-.5 листов.

### ***2.2.3. Последовательность и организация работы над дипломным проектом***

Накопление материала для дипломного проекта выполняют во время курсового проектирования в 8 семестре и прохождения производственной преддипломной практики в 8 семестре в течение 4 недель.

Выполнение проекта предусмотрено в 8 семестре в течение преддипломной практики и 6<sup>th</sup> недель непосредственного проектирования. В период преддипломной практики студент должен проработать все вопросы содержания дипломного проекта о общих чертах, чтобы определить количество и содержание необходимого материала находящегося на предприятии практики.

В период выполнения проекта для студентов организуются плановые консультации. Для выполнения проекта в сроки предусмотренные учебным планом и для контроля хода выполнения работы целесообразно руководствоваться следующим календарным планом выполнения проекта. Календарный план может быть изменен в зависимости от направления тематики и графика учебного процесса.

**Примерный календарный план**  
 выполнения дипломного проекта  
 по специальности 15.02.08 «Технология машиностроения»

№ этапа	Содержание этапа	Срок исполнения		Объем %	Подпись руковод.
		по плану	фактич.		
1.	Уточнение задания и программы выпуска. Анализ служебного назначения детали. Определение типа производства.	13- 19 апреля		5%	
2.	Анализ технических требований к детали. Анализ технологичности детали.	20-26 апреля		5%	
3.	Выбор метода получения заготовки. Выбор методов обработки поверхностей..	27 апреля 4 мая		5%	
4.	Выбор технологических баз. Разработка маршрутной технологии. Выбор технологического оборудования и инструмента.	5- 10 Мая		10%	
5.	Расчет припусков на обработку поверхностей, расчет размеров заготовки, проектирование чертежа заготовки.	11-16 мая		10%	
6.	Расчет режимов резания. Техническое нормирование операций.	17-19 мая		10%	
7.	Проектирование наладки на одну операцию. Выбор методов и средств технического контроля.	20-26 мая		10%	
8.	Проектирование операционных эскизов	27-31 мая		10%	
9.	Проектирование специальных средств оснащения	1-7 июня		10%	
10.	Технико-экономическое обоснование техпроцесса.	8-9 июня		5%	
11.	Оформление технологической документации и пояснительной записки. ,	10-14 июня		10%	
12.	Проектирование планировки участка	15-17 июня		5 %	
13.	Проверка и подпись руководителя проекта.	18-19 июня		5%	
14.	Рецензирование дипломного проекта	20-21 июня			
15.	Зашита дипломного проекта в комиссии	22-25 июня			

### **3. Методические указания по содержанию разделов пояснительной записки проекта**

Пояснительная записка оформляется в соответствии с общими требованиями к оформлению текстовой части пояснительной записки [22].

#### **3.1. Аннотация к проекту, введение**

Раздел «Аннотация» состоит из двух частей. В первой заглавной части приводятся сведения: об исполнителе работы; теме работы; виде разработки, наименовании учебного заведения и кафедры, по заданию которой выполнялась работа; год разработки; количество страниц; рисунков; таблиц; приложений; литературных источников.

Вторая часть аннотации включает текст, который содержит сведения об объекте разработки, цели работы, полученных результатах и технико-экономическую значимость разработанного документа. Объем аннотации не должен превышать 1 страницы формата А4. Аннотация оформляется на листе без рамки основной надписи.

Пример аннотации:

**Аннотация**  
Петров П.А.

Технологический процесс изготовления детали Корпус 711 А08. Курсовой проект по дисциплине «Технология машиностроения», Технический колледж им. Ю.А. Гагарина кафедра ПЭТО ИТИ ПГУ им. Т.Г. Шевченко, руководитель доц. Устименко С.А. 2009 - 35с, 5 ил., 12 табл., 2 прил., 21 библ.

В курсовом проекте представлен технологический процесс изготовления детали Корпус 711А08. Разработана технологическая документация.

В работе проведен анализ технических требований предъявляемых к детали, ее конструкция отработана на технологичность. Выбран наиболее рациональный способ получения заготовки и спроектирована отливка. Проведен анализ возможных методов обработки поверхностей, и этой основе составлен технологический процесс изготовления детали состоящий из 10 операций. Проведен выбор технологического оборудования, а также режущего и мерительного инструмента. Обработка детали ведется на станках с ЧПУ. В результате технического нормирования всех операций определена трудоемкость изготовления детали, которая составила 4.5 часа. Заполнена технологическая документация на 025 фрезерную операцию.

Проведено технико-экономическое обоснование принятых решений показавшее эффективность проекта.

#### **Введение**

Во введении студент дает краткую характеристику современного состояния машиностроения в целом и в регионе в частности, а также основные направления развития отрасли применительно к которой относится задание на проектирование.

Введение обязательно должно быть увязано с темой проекта, кратко излагать задание на проектирование, обосновывать актуальность выбранной темы. Во введении отмечаются основные цели и мероприятия, связанные с повышением технического уровня производства, экономией использования основных материалов, механизацией и автоматизацией производства, разработкой прогрессивных технологических процессов, улучшением и влиянием этого фактора на технический прогресс в машиностроении.

Так, например, при проектировании технологического процесса изготовления детали желательно отразить за счет каких мероприятий и нововведений предполагается снижение: расхода материалов; трудоемкости; энергоемкости; производственных площадей и т.п.

### **3.2. Служебное назначение и техническая характеристика детали**

Служебное назначение и технические характеристики детали студент должен выявить во время прохождения производственной практики.

Данный раздел, в пояснительной записке, обычно сопровождается не только чертежом или эскизом детали, но и фрагментом сборочного чертежа включающим заданную деталь. Если на базовом предприятии отсутствует сборочный чертеж студент, во время практики, должен выполнить его в упрощенной форме. Информация на сборочном чертеже должна быть достаточной для выявления основных и вспомогательных конструкторских баз детали, а также условий ее эксплуатации.

Анализ служебного назначения проводится и с целью определения условий, в которых работают детали агрегата, и обоснованность технических требований, предъявляемых к ним.

Условия работы детали в узле устанавливаются в следующем порядке:

- характер рабочей нагрузки: равномерная, неравномерная, циклическая, ударная;
- наличие агрессивной среды, оказывающей влияние на работоспособность детали;
- периодичность обслуживания агрегата, узла: регулярное, нерегулярное;
- температурный режим работы узла и детали;
- работа вызывающая абразивный износ.

Следует рассмотреть конструктивные особенности детали и охарактеризовать функциональное назначение ее элементарных поверхностей, дать пояснения характеру их сопряжений. Указать к какому типу (вала, втулка, цилиндр, крышка и т.д.) относится деталь.

Анализ служебного назначения детали необходимо провести по всем ее обрабатываемым поверхностям. Здесь же следует указать какие из них являются установочной, направляющей и опорной базами при монтаже детали в механизме машины. В соответствии со служебным назначением и масштабом выпуска, необходимо выявить конструкторские базы детали.

### **3.3. Определение типа производства**

Одной из основных характеристик производственного процесса является форма его организации. Наиболее распространенной формой является производственная структура, которая определяется количеством технологического оборудования, сосредоточенного на рабочей площади, его расположение относительно направления движения предметов труда. Форма организации производства определяет тип производства, основными признаками которого являются: степень постоянства загрузки рабочих мест, широта номенклатуры объектов производства, стабильность выпуска изделий и форма их движения по рабочим местам.

Серийность производства характеризуется коэффициентом закрепления операции, выполняемых на участке в течении месяца, определяемого по формуле:

$$K_{з.о.} = m / p, \quad (1)$$

где  $m$  – количество наименований операций,  $p$  – количество рабочих мест на участке [6, 16].

Коэффициент серийности определяет загруженность рабочих мест и тип производства, который характеризует выбор моделей металлорежущих станков, инструментов, технологической оснастки, а также способа проектирования операций и организацию работы на участке.

В дипломном и курсовом проектах тип производства вначале определяют предварительно по массе детали и программе выпуска пользуясь таблицами 1-4. Окончательно значение Кз.о. рассчитывается в дипломном проекте после завершения проектирования технологического процесса, тем самым осуществляется проверка правильности определения типа производства.

Таблица 1. Зависимость типа производства от программы выпуска

Тип (вид) машиностроительного производства	Количество обрабатываемых в год деталей одного наименования и типоразмера.		
	крупных тяжелых больших трудоемкости массой свыше 30 кг.	средних размеров и трудоемкости массой от 8 до 30 кг.	небольших легких малотрудоемких массой до 8 кг.
Единичное (индивидуальное)	<5	<10	<100
Мелкосерийное	5÷100	10÷200	100÷500
Среднесерийное	100÷300	200÷500	500÷5000
Крупносерийное	300÷1000	500÷5000	5000÷50000
Массовое	>1000	>5000	>50000

Таблица 2. Выбор серийного производства

Серийность производства	Количество изделий в серии (партии)		
	крупных	средних	мелких (легких)
Мелкосерийное	3-10	5-25	10-50
Среднесерийное	11-50	26-200	51-500
Крупносерийное	>50	>200	>500

Таблица 3. Выбор типа производства по массе детали

Масса детали (изделия), кг.	Величина годовой программы выпуска, шт.				
	Единичное	Мелкосерийное	Серийное	Крупносерийное	Массовое
<1.0	<10	10 - 2000	2000 - 100000	75000 - 200000	>200000
1.0 - 2.5	<10	10 - 1000	1000 - 50000	50000 - 100000	>100000
2.5 - 5.0	<10	10 - 500	500 - 35000	35000 - 75000	>75000
5.0 - 10.0	<10	10 - 300	300 - 25000	25000 - 50000	>50000
>10.0	<10	10 - 200	200 - 10000	10000 - 25000	>25000

После предварительного определения типа производства, студент должен перечислить основные особенности и форму организаций работы цеха при установленном типе.

Для серийных типов производства необходимо определить партию запуска. В различной литературе встречается несколько формул для определения партии запуска для курсового и дипломного проектов студенты могут воспользоваться упрощенной формулой:

$$n = \frac{Nt}{\Phi_y} , \quad (2)$$

где  $n$  – количество деталей в партии, шт;  $N$  – количество деталей по годовой программе выпуска изделий, шт;  $t$  – необходимый запас деталей на складе в днях: для крупных деталей  $t=2-3$  дня, для средних – 5 дней, для мелких от 10 до 30 дней;  $\Phi_y$  – число рабочих дней в году, при двух выходных днях в неделю принимают равным 253 дня, при одном выходном дне в неделю 305 дней.

На последнем этапе дипломного проектирования можно уточнить величину партии по следующей формуле :

$$n = \left( \frac{\sum T_{п.з.}}{\sum T_{шт}} \right) K , \quad (3)$$

где  $\sum T_{п.з.}$  – сумма подготовительно-заключительного времени на партию по всем операциям технологического процесса, мин;  $\sum T_{шт}$  – сумма штучного времени на единицу изделия по всем операциям технологического процесса, мин;  $K$ - коэффициент показывающий отношение подготовительно-заключительного времени ко времени работы оборудования в течении которого будет обрабатываться данная партия деталей. В практических расчетах принимается среднее значение  $K$  в зависимости от характера производства: для мелкосерийного – 10 и крупно-серийного 30. Полученный размер партии деталей следует подвергнуть корректировке в зависимости от конкретных производственных условий. Как правило, размер партии кратен годовой программе выпуска и не должен быть меньше сменной выработки.

Характерной особенностью массового производства является непрерывность и поточность. При этом время на выполнение каждой операции должно быть равно или кратно, что позволяет работать без заделов и в строго определенный отрезок времени – такт. Величина такта выпуска определяется по формуле:

$$\tau = \frac{60 F_{\Delta}}{N} , \quad (4)$$

где  $F_{\Delta}$  – эффективный годовой фонд времени производственного оборудования.

Для выполнения операций, длительность которых не укладывается в установленный такт, должно быть установлено дополнительное оборудование или предусмотрены промежуточные склады страховых запасов.

Величина такта является основой проектирования поточной линии, выбора потребного количества оборудования.

### 3.4. Рекомендации по разработке технологического процесса.

#### 3.4.1. Анализ технических требований к детали.

Исходя из служебного назначения детали, выполняют анализ технических требований, регламентированных ее чертежом.

В первую очередь анализируют правильность выбора конструктором материала детали. Для этого дают подробную характеристику материала по составу и применяемости и сравнивают с условиями эксплуатации детали.

Затем анализируют требования предъявляемые к термической обработке и покрытию детали. Следующим этапом подвергают анализу требования точности размерных параметров детали. При этом необходимо установить, в какой мере то или иное требование обеспечивает выполнение деталью ее служебного назначения и что произойдет, если оно будет нарушено. Важно определить достаточно ли имеющихся требований и какими техническими средствами оно контролируется. Для удобства описания выполняют эскиз детали без нанесения размеров, но с присвоением каждой поверхности порядкового номера как на рисунке 1. Чертеж детали изображенной на рисунке 1 приводится в данном пособии в разделе 4.1.

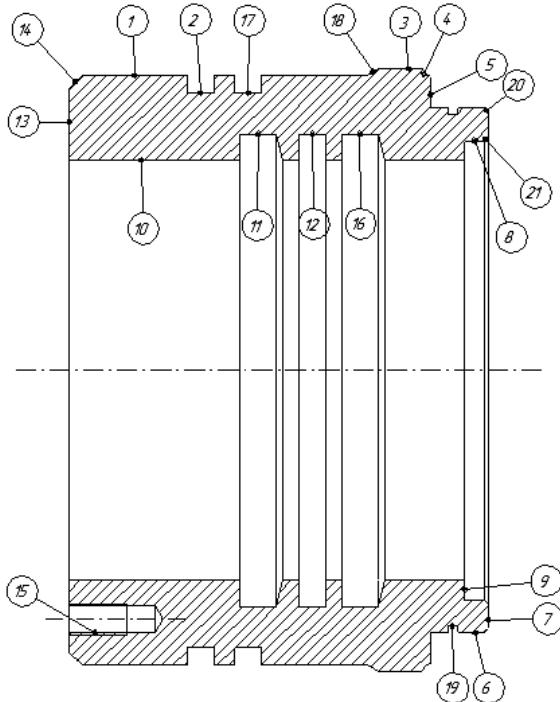


Рисунок 1. Эскиз детали Втулка домкрата с обозначением поверхностей

Технические требования допускается анализировать на качественном уровне и свести в таблицу по форме табл. 4.

Таблица 4. Служебное назначение и точностные параметры конструктивных элементов детали Втулка домкрата.

<i>№ Пор.</i>	<i>Содержание требования</i>	<i>Обоснование требования</i>	<i>Примечание</i>
1	Точность поверхности $\varnothing 225h9$ . Шероховатость поверхности $Ra 16$	Поверхность является конструкторской базой.	Соответствует требованию.
2, 17	Точность поверхности $\varnothing 2114h9$ . Шероховатость поверхности $Ra 16$	В эти канавки устанавливаются резиновые уплотнения.	Соответствует требованию
3	Точность поверхности $\varnothing 230d11$ . Шероховатость поверхности $Ra 32$ , радиальное биение $0,08 \text{ } \text{X}$	Поверхность является вспомогательной конструкторской базой, к ней присоединяется другая деталь.	Соответствует требованию
4	Точность поверхности по 12 квалитету. Шероховатость поверхности $Ra 16$	Поверхность контакта тел вращения.	Соответствует требованию.
5	Точность поверхности $22^{+0,52}_{-0,12}$ . Горизонтальное биение $0,03 \text{ } \text{Д}$	Так как эта поверхность входит в один комплект баз.	Соответствует требованию.
19	Точность поверхности $\varnothing 195_{-0,72}^{+0,18}$ , шероховатость боковых поверхностей $Ra 3,2$ , по внутр. $Ra 6,3$	В эту канавку устанавливается резиновое уплотнение	Соответствует требованию.
6	Точность поверхности $\varnothing 200h12$ . Шероховатость поверхности $Ra 6,3$	Поверхность сопрягаемая с другой деталью с гарантированным зазором.	Соответствует требованию.
7	Точность поверхности $\varnothing 160d12$ . Шероховатость поверхности $Ra 6,3$	Поверхность носит конструктивный характер.	Соответствует требованию.
8	Точность поверхности $\varnothing 175^{+0,01}_{-0,12}$ . Шероховатость поверхности $Ra 16$	Поверхность является присоединительной.	Соответствует требованию.

Качественный анализ технических требований рекомендуется проводить в следующем порядке:

- сформулировать технические требования с указанием конкретных цифровых данных допустимых отклонений;
- объяснить их необходимость исходя из служебного назначения поверхности или указать возможные последствия невыполнения этого требования;
- дать заключение о соответствии с типовыми требованиями.

### **3.4.2. Отработка конструкций деталей на технологичность.**

Анализ технологичности конструкции детали ведется с целью выявления возможности ее изготовления более экономичным путем за счет выяснения конструктивных изменений, но при обязательном сохранении ее служебного назначения и качества. Данный анализ не затрагивает ни свойств материала детали, ни требований к точности геометрической формы, а должен быть связан с годовым выпуском, типом производства и формой организации производственного процесса.

Цель такой отработки - выявление недостатков конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях, а также возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции. Основные задачи анализа техно-

логичности конструкции обрабатываемой детали сводятся к возможному уменьшению трудоемкости и металлоемкости, возможности обработки детали высокопропизводительными методами. Основным критерием технологичности конструкции детали является технологическая себестоимость детали без учета стоимости материала, т.е. технологический процесс ее изготовления является простым и экономичным.

Общие правила обеспечения технологичности конструкций регламентированы ГОСТ 14.201-83[46], а правила выбора показателей технологичности ГОСТ 14.202-73[47]. Этот стандарт предлагает два вида оценок: качественную и количественную.

Исходными данными для анализа конструкции на технологичность являются:

- рабочий чертеж детали и сборочный чертеж узла, в который входит деталь;
- тип производства и форма организации производственного процесса.

На первом этапе обеспечения технологичности конструкции изделия следует подробно проанализировать чертеж и технические требования к изготавливаемой детали.

Анализируя технологичность детали, рекомендуется придерживаться следующей последовательности:

- 1) Выявить труднодоступные для обработки поверхности.
- 2) Установить возможность изменить или унифицировать такие элементы конструкции как фаски, галтели, шпоночные канавки, резьбы, отверстия и др.
- 3) Установить возможность получения заготовки экономичным способом, позволяющим приблизить размеры заготовки к размерам готовой детали.
- 4) Оценить возможность применения современных методов обработки поверхности.
- 5) Определить поверхности, которые будут использованы в качестве технологических баз и проанализировать качество поверхностей и вероятность создания дополнительных технологических баз.
- 6) Проанализировать возможность технологического обеспечения заданной точности размеров формы, пространственного положения наиболее простыми и действенными методами обработки.
- 7) Оценить жесткость детали и установить возможность ее изготовления на многорезцовых станках, концентрируя технологические переходы.

При анализе удобства обработки необходимо учитывать критерии качественных показателей технологичности типовых поверхностей.

*Например - к отверстиям на деталях предъявляются следующие требования по технологичности:*

отсутствие или сведение к минимуму отверстий расположенных не под прямым углом к основным координатным осям;

по возможности отверстия должны быть сквозными с непересекающимися осями;  
соосные цилиндрические отверстия должны иметь постепенно уменьшающиеся диаметры;

форма отверстия должна быть удобна для удаления стружки;

одинаковые, повторяющиеся элементы на детали должны располагаться симметрично;

*Критерии технологичности для корпусных деталей определяются:*

а) допускает ли конструкция обработку плоскостей на проход и что меняет такому виду обработки;

б) позволяет ли форма отверстий растачивать их на проход с одной или с двух сторон;  
в) есть ли свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям;  
г) нужна ли подрезка торцев ступиц с внутренних сторон отливки и можно ли ее устраниить;

д) есть ли глухие отверстия и можно ли их заменить сквозными;

е) имеются ли отверстия, расположенные под углом к плоскости входа (выхода) инструмента и возможно ли изменение этих элементов;

ж) имеются ли в конструкции детали достаточные по размерам поверхности, которые возможно использовать в качестве технологических баз;

з) располагаются ли бобышки и платики на одном уровне;

и) соответствует ли ширина поверхности нормальному ряду диаметров торцевых или длин цилиндрических фрез;

к) одинаковы ли радиусы закруглений у гнезд и выемок по контуру обрабатываемой поверхности, соответствуют ли они размерам стандартных пазовых фрез;

*Оценивая технологичность деталей типа вал выясняют:*

а) можно ли обрабатывать поверхности проходными резцами?

б) убывают ли к концам диаметральные размеры шеек валов?

в) можно ли заменить закрытые канавки открытыми?

г) допускает ли жесткость вала получение высокой производительности и точности обработки?

*Технологичность конструкций зубчатых колес должна характеризоваться следующими основными признаками:*

а) простой формой центрального отверстия;

б) ступицами, расположенными с одной стороны;

в) правильной формой и размерами канавок для выхода инструмента.

Для втулок, фланцев, стаканов дополнительно к вышеизложенному указывают:

а) соответствует ли конфигурация глухих отверстий конструкции применяемого инструмента (зенкеры, развертки), имеющего коническую заборную часть?

б) позволяют ли расстояния между осями отверстий применять многопиндельные сверлильные головки

в) предусмотрена ли у дна точных глухих отверстий канавка для выхода инструмента?

## Например

Качественный анализ конструкции детали втулка дамфата рис. 1 на технологичность, показал - деталь Втулка дамфата относится к деталям типа короткого, пустотелого цилиндра. В целом по качественным характеристикам деталь технологична так как является жесткой. Она может быть обработана на производительных режимах. Есть развитые поверхности которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Снижает технологичность 2 параметра: внутренние канавки, и сверление глухих резьбовых отверстий с торца детали.

Количественную оценку технологичности конструкции дают по следующим показателям:

- по коэффициенту точности;

- по коэффициенту шероховатости;

- по коэффициенту унификации.

Количественную оценку технологичности конструкции производят в следующем порядке:

1. Выполняют эскиз детали с обозначением ее поверхностей арабскими цифрами Рис.1.

2. Составляют сводную таблицу точности, шероховатости и унификации поверхностей таблица 5.

Пример выполнения таблицы для количественного анализа конструкции на технологичность детали Втулка домкрата (рис 1, рис 2).

Таблица 5. Основные конструктивные параметры Втулки домкрата при анализе на технологичность

№ поверхности	Тип и размер, мм.	Квалитет точности	Шероховатость Ra, мкм	Унификация поверхности
1	Наружная цилиндрическая $\phi 225$	9	1.6	+
2	Канавка $\phi 211,4$	9	1.6	-
3	Наружная цилиндрическая $\phi 230$	11	3.2	+
4	Фаска R3.1 <sup>01</sup>		1.6	-
5	Торец 22 <sup>0.52</sup>	14	12.5	+
6	Наружная цилиндрическая $\phi 200$	12	6.3	+
7	Торец 160	12	6.3	+
8	Отверстие $\phi 175^{01}$	9	1.6	+
9	Торец 9 $\pm 0.15$	14	3.2	+
10	Отверстие $\phi 160$	9	1.6	+
11	Канавка $\phi 180$	9	1.6	-
12	Канавка $\phi 180^{01}$	14	6.3	-
13	Торец 160	12	6.3	+
Итого срзнач:		A <sub>ср</sub> =11,5	Шср=5,195	

На основании данных таблицы определяют коэффициенты технологичности

Коэффициент унификации конструктивных элементов определяют по формуле 5:

$$K_{уэ} = \frac{O_{уэ}}{O_{э}} \quad (5)$$

O<sub>уэ</sub> - количество унифицированных элементов, (считываются поверхности, которые обрабатываются стандартным инструментом в стандартных приспособлениях).

O<sub>э</sub> - общее количество обрабатываемых элементарных поверхностей.

Деталь считается технологичной по коэффициенту унификации, если K<sub>уэ</sub>>0,8

Коэффициент точности элементарных поверхностей определяют, по формуле 6:

$$K_t = 1 - \frac{1}{A_{ср}} \quad (6)$$

где A<sub>ср</sub> - средний квалитет обрабатываемых поверхностей. Определяется по формуле 7:

$$A_{ср} = \frac{\sum A_i}{n} \quad (7)$$

Деталь считается технологичной по коэффициенту точности, если K<sub>т</sub>>0,8

Коэффициент шероховатости определяют по следующей формуле 8:

$$K_{шш} = 1 - \frac{1}{III_{cp}} \quad (8)$$

III<sub>cp</sub> - средняя шероховатость поверхностей. Прежде, чем определить среднюю шероховатость, необходимо шероховатости всех поверхностей привести к одной единице измерения (класс шероховатости. R<sub>a</sub>, R<sub>z</sub>)

Деталь считается технологичной, если коэффициент шероховатости K<sub>шш</sub> больше нормативного K<sub>шшн</sub>.

Если шероховатость в R<sub>a</sub> нормативный K<sub>шшн</sub>=0,9.

Если шероховатость в R<sub>z</sub> нормативный K<sub>шшн</sub>=0,8.

### **3.4.3. Выбор метода получения заготовки.**

Метод выполнения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями, масштабом и серийностью выпуска, а также экономичностью изготовления. Выбрать заготовку – значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления.

При выборе технологических методов и процессов получения заготовок учитываются прогрессивные направления развития технологии машиностроения. Решение задачи формообразования деталей целесообразно перенести на заготовительную стадию и тем самым снизить расход материала, уменьшить долю затрат на механическую обработку в себестоимости готовой продукции.

Необходимо помнить, что по мере усложнения конфигурации заготовки, уменьшения напусков и припусков, повышения точности размеров и параметров расположения поверхностей усложняется и удорожается технологическая оснастка заготовительного цеха и возрастает себестоимость заготовки, но при этом снижается трудоемкость и себестоимость последующей механической обработки, повышается коэффициент использования материала.

Для рационального выбора заготовки необходимо одновременно учитывать все вышеперечисленные исходные данные, так как между ними существует тесная взаимосвязь. Окончательно решение можно принять только после экономического комплексного расчета себестоимости заготовки и механической обработки в целом.

Обоснование метода получения заготовки производится по показателям предварительной оценки.

Коэффициент использования материала K<sub>им</sub>

$$K_{им} = \frac{G_d}{G_3} \quad (9)$$

где G<sub>d</sub>, G<sub>3</sub> - масса детали и заготовки, кг.

Чем выше данный коэффициент тем заготовка технологичнее и ниже себестоимость механической обработки детали.

Трудоемкость изготовления t<sub>н</sub> детали для нового варианта.

$$t_H = t_0 \sqrt[3]{\left( \frac{G_H}{G_0} \right)^2}. \quad (10)$$

где  $t_0$  - трудоемкость изготовления детали по базовому варианту, нормо-часах, или норма штучного времени, мин;  $G_H, G_0$  - масса заготовки, кг при новом и базовым сравниваемом варианте.

Снижение материалоемкости, кг.

$$\Delta G = \left( G_0 - G_H \right) N_g \quad (11)$$

где  $N_g$  - годовой объем выпуска деталей, шт.

Себестоимость С изготовления детали.

В структуре себестоимости затраты Mo на основные материалы и заработную плану Zo основных рабочих составляют в машиностроении 80%. Поэтому сравнение себестоимости можно производить по этим двум статьям.

Себестоимость обработки определяется по формуле:

$$C = M_o + Z_o \quad (12)$$

где стоимость основных материалов заготовки получаемой такими методами, как литье в обычные песчанно-глинистые формы и кокили, литье по выплавляемым моделям, литье под давлением, горячая штамповка на молотах, прессах, ГКМ. а также электровысадкой, можно с достаточной точностью определить по формуле:

$$M_o = G_3 C_m k_t k_c k_b k_m k_n - g_o C_o \cdot 10^{-3} \quad (13)$$

где  $G_3$  масса заготовки, кг;  $C_m$  - базовая стоимость 1кг заготовок, руб/кг определяется по таблице 7;  $k_t, k_c, k_b, k_m, k_n$  - коэффициенты, учитывающие зависимость стоимости материала заготовки от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства заготовок определяется по таблицам, 8÷20 группу сложности отливки можно ориентировочно определить по таблице 21;  $g_o$  - масса отходов на одну деталь, кг.

$$g_o = G_3 - G_d \quad (14)$$

$C_o$  - стоимость отходов, руб./т по таблице 22.

Стоимость основных материалов заготовок из проката определяется по следующей формуле:

$$M_o = G_3 C_n k_{n.z.} - g_o C_o \cdot 10^{-3} \quad (15)$$

где  $C_n$  - цена одного килограмма материала заготовки по таблице 7, 23 приложения;  $k_{n.z.}$  - коэффициент учитывающий транспортно - заготовительные расходы (для черных металлов  $k_{n.z.}=1,04 \div 1,08$ , для других металлов  $k_{n.z.}=1,0 \div 1,02$ )

Заработка плата основных рабочих определяется по формулам (16, 17)

$$Z_o = k_{bh} \cdot k_{np} \cdot 1,25 \sum_{i=1}^m t_{wti} C_{ti} \quad (16)$$

где  $k_{\text{вн}}$  - коэффициент учитывающий средний процент выполнения норм (может быть принят 1.18);  $k_{\text{пр}}$  - коэффициент учитывающий премии и другие доплаты, принимается в размере 1.2 - 1.4; 1.25 - коэффициент учитывающий дополнительную заработную плату и отчисления по социальному страхованию;  $t_{\text{шт}}$  - штучное время на выполнение 1 операции;  $C_{\text{т}}$  часовая тарифная ставка работы, выполняемой на 1 операции, руб.

Заработная плата основных рабочих для проектируемого варианта определяется по приближенной формуле:

$$z_{\text{о пр}} = k_{\text{вн}} \cdot k_{\text{пр}} \cdot 1,25 \cdot t_{\text{н}} \cdot C_{\text{тср}} \quad (17)$$

где  $t_{\text{н}}$  – трудоемкость (по ф.10), час.;  $C_{\text{ср}}$  – тарифная ставка среднего разряда рабочих по проектируемому варианту, принимается по данным технологической и преддипломной практики по нормативам базового предприятия.

На основании выше приведенного расчета заполняется сравнительная таблица 6.

Выбирается вариант на основе сравнения себестоимости и определяется экономический эффект по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_3 = (C_1 - C_2)N_g \quad (18)$$

По окончании выбора заготовки приводится чертеж или эскиз заготовки, который должен содержать следующее:

а) Чертеж детали тонкой линией на него нанесены припуски и напуски на все обрабатываемые поверхности

б) Плоскость разъема формы, кокиля, штампа и т.п.

в) Размеры должны быть указаны с допусками

г) Указана шероховатость поверхности заготовки

д) Чертежи поковок или штамповок должны содержать все переходы.

е) Указание штамповочных уклонов, радиусов или литьевых уклонов радиусов.

ж) Технические требования, по наличию дефектов, о твердости заготовки, механических свойствах, масса, материал.

Таблица 6. Сравнение различных методов получения заготовки

Показатели предварительной оценки	Методы получения заготовок			
	прокат	поковка	Поковка на ГКМ	штамповка
коэф. Использования материала				
трудоемкость изготовления детали, час				
стоимость основных материалов, у.е				
заработная плата основных рабочих, у.е				
себестоимость изготовления детали, у.е				

Таблица 7 Базовая стоимость 1т заготовки и значение коэффициента  $k_t$ .

Способ получения заготовки	Базовая сто- мость ,у.е. за т.	Степень точ- ности	значение $k_t$	
Отливки в песчанно-глинистые формы и кокиль	- из черных металлов	360	1	
			2	
			3	
	- из цветных сплавов		4	
			5	
			6	
Литье по выплавляемым моделям	1985	-	1	
Литье под давлением	1265	-	1	
Заготовки полученные на молотах, ГКМ, электровысадкой, штампах и прессах	373	повышенная точность	1,05	
		нормальная точ- ность	1	
Сталь обыкновенного качества круглая и квадратная	90-95	-	-	
Сталь качественная круглая и квадратная	100-157	-	-	
Сталь легированная сталь	118-175	-	-	
Сталь инструментальная углеродистая	115-360	-	-	
Сталь быстрорежущая	1770-5680	-	-	

Примечание: Стоимость проката приведена в пределах ..

Таблица 8 Значения коэффициента  $k_m$ 

Способ получения заготовки	Материал	$k_m$
Отливки в песчанно-глинистые формы и кокиль	СЧ10; СЧ15; СЧ18	1
	СЧ20; СЧ25; СЧ30	1,04
	СЧ40; СЧ45;	1,08
	ВЧ45-5; ВЧ50-2;	1,19
	КЧ30-6; КЧ33-8; КЧ35-10	1,12
	сталь углеродистая	1,22
	сталь низколегированная	1,26
	сталь легированная	1,93
	алюминиевые сплавы	5,94
	медно-цинковые сплавы	5,53
Литье по выплавляемым моделям	бронзы оловянно-свинцовые	6,72
	сталь углеродистая	1
	сталь низколегированная	1,08
	сталь легированная	1,1
	медно-цинковые сплавы	2,44
	бронзы оловянно-свинцовые	2,4
Литье под давлением	бронзы безоловянные	2,11
	алюминиевые сплавы	1
	médные сплавы	1,11
Заготовки полученные на молотах, ГКМ, электровысадкой, штампах и прессах	цинковые сплавы	1,29
	стали 15Х-50Х	1,13
	стали 18ХГТ-30ХГТ	1,21
	стали П1Х15	1,77
	стали 12ХН3А- 30ХН3А	1,79

Таблица 9 Значения коэффициентов  $k_c$  для отливок в песчанно-глинистые формы и кокиль

Материал отливки	Группа сложности				
	1	2	3	4	5
Чугун, сталь	0,7	0,83	1	1,2	1,45
Алюминиевые сплавы	0,82	0,89	1	1,1	1,22
Медные сплавы и бронза	0,97	0,98	1	1,02	1,04

Таблица 10 Значения коэффициента  $k_b$  для отливок в песчанно-глинистые формы и кокиль

Масса отливки, гк	Материал отливок			
	чугун	сталь	Алюминиевые сплавы	Бронза
0,5÷1	1,1	1,07	1,05	1,01
1÷3	1	1	1	1
3÷10	0,91	0,93	0,96	0,99
10÷20	0,84	0,87	0,92	0,97
20÷50	0,8	0,82	0,89	0,95
50÷200	0,74	0,78	0,85	0,93
200÷500	0,67	0,74	0,82	0,9

Таблица 11 Значения коэффициента  $k_n$  для отливок в песчанно-глинистые формы и кокиль

Материал отливки	Группа серийности				
	1	2	3	4	5
Чугун	0,52	0,76	1	1,2	1,44
Сталь	0,5	0,77	1	1,2	1,48
Алюминиевые сплавы	0,77	0,9	1	1,11	1,22
Медноцинковые сплавы и бронза	0,91	0,96	1	1,05	1,08

Таблица. 12. Значения коэффициентов  $k_c$  для отливок по выплавляемым моделям

Материал отливки	Группа сложности				
	1	2	3	4	5
Сталь углеродистая	0,86	0,92	1	1,12	1,24
Сталь низкоуглеродистая	0,86	0,93	1	1,11	1,23
Сталь высокоуглеродистая	0,85	0,9	1	1,12	1,26
Медные сплавы	0,865	0,925	1	1,15	1,26
Бронза безоловянная	0,9	0,95	1	1,08	1,19
Бронза оловянная	0,92	0,95	1	1,1	1,15

Таблица. 13. Значения коэффициентов  $k_{II}$  для отливок по выплавляемым моделям

Группа серийности		
1	2	3
0,83	1	1,23

Таблица 14. Значения коэффициентов  $k_B$  для отливок по выплавляемым моделям

Масса отливки, кг	Материал отливок				
	Сталь углеродистая и низколегированная	Сталь высоколегированная	Медный сплав	Бронза безоловянная	Бронза оловянная
0,05÷0,1	1,37	1,31	1,2	1,3	1,3
0,1÷0,2	1	1	1	1	1
0,2÷0,5	0,75	0,78	0,95	0,79	0,83
0,5÷1	0,7	0,74	0,89	0,76	0,8
1÷2	0,62	0,63	0,86	0,71	0,76
2÷5	0,5	0,53	0,82	0,64	0,7
5÷10	0,45	0,48	0,78	0,61	0,67
Свыше 10	0,38	0,4	0,72	0,57	0,64

Таблица 15. Значения коэффициентов  $k_C$  для отливок полученных литьем под давлением

Материал отливки	Группы сложности			
	1	2	3	4
Алюминиевые сплавы	0,88	0,940	1	1,07
Медные сплавы	0,9	0,95	1	1,07
Цинковые сплавы	0,88	0,93	1	1,07

Таблица 16. Значения коэффициентов  $k_{II}$  для отливок полученных литьем под давлением

Материал отливки	Группа серийности		
	1	2	3
Алюминиевые сплавы	0,92	1	1,09
Медные сплавы	0,93	1	1,07
Цинковые сплавы	0,93	1	1,07

Таблица 17. Значения коэффициентов  $k_B$  для отливок полученных литьем под давлением

Масса отливки, кг	Материал отливки		
	Алюминиевые сплавы	Медные сплавы	Цинковые сплавы
0,1÷1,2	1	1	1
0,2÷0,5	0,9	0,89	0,91
0,5÷1	0,81	0,81	0,82
1÷2	0,75	0,75	0,75
2÷5	0,69	0,71	0,7
5÷10	0,64	0,67	0,63
Свыше 10	0,62	0,65	0,61

Таблица 18. Значения коэффициентов  $k_C$  для заготовок полученных на молотах, прессах, горизонтально-ковочных машинах и электровысадкой

Материал штамповки	Группа сложности			
	1	2	3	4
Сталь углеродистая	0,75	0,84	1	1,15
Сталь 15Х - 50Х	0,77	0,87	1	1,15
Сталь 18ХГТ - 30ХГТ	0,78	0,88	1	1,14
Сталь IIIХ15	0,77	0,89	1	1,13
Сталь 12ХН3А - 30ХН3А	0,81	0,90	1	1,1

Таблица 19. Значения коэффициентов  $k_v$  для заготовок полученных на молотах, прессах, горизонтально-ковочных машинах и электровысадкой

Масса штамповки, кг	Материал штамповок				
	Сталь углеродистая	Сталь 15Х - 50Х	Сталь 18ХГТ - 30ХГТ	Сталь ШХ15	Сталь 12ХН3А - 30ХН3А
Не более 0,25	2	2	1,94	1,82	1,62
0,25-0,63	1,85	1,64	1,61	1,52	1,42
0,63-1,6	1,33	1,29	1,29	1,3	1,25
1,6-2,5	1,14	1,14	1,15	1,14	1,11
2,5-4	1	1	1	1	1
4-10	0,87	0,89	0,89	0,88	0,9
10-25	0,80	0,8	0,79	0,76	0,8
25-63	0,73	0,73	0,74	0,71	0,75
63-160	0,7	0,7	0,72	0,65	0,7

Таблица 20. Значения коэффициентов  $k_{II}$  для заготовок полученных на молотах, прессах, горизонтально-ковочных машинах и электровысадкой в зависимости от группы серийности

Масса штамповки, кг	Объем производства, тыс. шт.	$k_{II}$	Объем производства, тыс. шт.	$k_{II}$
Не более 0,25	15-500	1	Свыше 500	0,8
0,25-0,63	8-300		Свыше 300	
0,63-1,6	5-150		Свыше 150	
1,6-2,5	4,5-120		Свыше 120	
2,5-4	4-100		Свыше 100	
4-10	3,5-75		Свыше 75	
10-25	3-50		Свыше 50	
25-63	2-30		Свыше 30	
63-160	0,6-1		Свыше 1	

Таблица 21 Классификация отливок по группам сложности

№ группы сложности	Признаки детали
I	Удлиненные детали типа тел вращения, которые можно отливать не только стационарным, но и центробежным способом. К ним относятся простые и биметаллические вкладыши, некоторые втулки и гильзы, трубы, цилиндры, некоторые типы шпинделей с фланцами, коленчатые и распределительные валы и т.п.. Отношение длины к диаметру у таких деталей больше единицы.
II	Детали типа дисков: маховики и основные диски муфт сплнения, шкивы, диски, корпуса подшипников.
III	Простые по конфигурации коробчатые плоские детали, для формовки которых не требуется большого количества стержней. К этой группе относятся передние, боковые и нижние крышки двигателей, крышки коробок скоростей, передних бабок и других корпусных деталей, суппорты станков, кронштейны, планки, вилки, рычаги.
IV	Закрытые корпусные детали коробчатого типа, внутри которых монтируются механизмы машин. Это – блоки и головки цилиндров автомобильных, тракторных и других двигателей, корпуса коробок передач, картеры двигателей, корпуса мостов автомобилей и тракторов, картеры рулевого управления, передние бабки, коробки подач и фартуки токарных станков, коробки скоростей и подач сверлильных станков и другие детали сложной формы, для изготовления которых требуется значительное количество стержневой смеси при формовке.
V	Крупные и тяжелые коробчатые детали, на которых обычно монтируются узлы и механизмы машин. К ним можно отнести коробчатые литые рамы тракторов и сельскохозяйственных машин, станины металлорежущих станков и литьевых машин, а также прессов, компрессоров. Внутри таких деталей обычно не монтируются механизмы, т.е. они служат как несущие конструкции.

Таблица .22 Цена стружки из цветных и черных металлов

Вид стружки	Цена за тонну, у.с.е.
Чугунная	24,8
Стальная	22,6÷28,1
Латунная	341÷404
Бронзовая	507÷1083
алюминиевая	240÷315

Продолжение таблицы 22 Оптовые цены на некоторые материалы

Наименование и марка материала	Цена за тонну, у.е.	
	от	до
1	2	3
Сталь обыкновенного качества Ст3	83,9	95,4
Сталь обыкновенного качества Ст4, Ст5	92,3	104
Сталь качественная сортовая круглая, квадратная и шестигранная		
Углеродистая сталь 10, 20, 30, 40, 45, 50, 55	106	122
Легированная 15Х, 20Х, 30Х, 35Х, 40Х 45Х, 50Х	118	134
Легированная 18ХГТ	178	199
Легированная 30ХГТ	178	199
Легированная 20ХГР	126	143
Легированная 15ХГС, 30ХГС	128	153
Легированная 12ХН3А, 20ХН3А	241	266
Автоматная сталь А12, А20, А30, А40	117	135
Шарикоподшипниковая сталь IIIХ9, IIIХ15	152	173
Сталь качественная калиброванная (холоднотянутая)		
Углеродистая сталь 35, 40, 45, 50, 55, 60	125	160
Автоматная сталь А12, А20	131	166
Шарикоподшипниковая сталь IIIХ9, IIIХ15	213	294
Трубы стальные бесшовные		
Стальные холоднотянутые и холодно-катанные (цена за 10 погонных метров трубы)		
Ø 50мм толщина стенки 10мм	22	
Ø 70мм толщина стенки 10мм	30	
Ø 90мм толщина стенки 10мм	37	
Стальные горячекатаные (цена за тонну)		
Ø 102мм толщина стенки 20мм	144	
Ø 121мм толщина стенки 25мм	141	
Ø 152мм толщина стенки 36мм	136	

При описании каждого метода получения заготовки обязательно приводятся примерные эскизы заготовки на которых отмечают припуски и напуски, а также скругления, уклоны и плоскость разъема.

### 3.4.4. Выбор методов обработки поверхностей заготовки

Определение количества переходов на каждую поверхность выполняют с помощью справочных таблиц средненеэкономической точности методов обработки [34]. При определении методов обработки каждой поверхности, необходимо исходить из разности ее точности в заготовке и окончательной форме. Все переходы и сведения о их параметрах заносят в таблицу. В таблице 23 приведен пример выбора методов обработки для детали Втулка домкрата.

В левой части таблицы (колонки 2,3,4) приводятся требуемые параметры точности детали согласно чертежа: размер поверхности, шероховатость, квалитет точности. В правой части (колонки 6,7,8,9) достигаемые различными методами обработки квалитет точности, шероховатость, глубина дефектного слоя, технологический допуск. При заполнении таблицы необходимо учитывать точность заготовки для тех поверхностей которые образуются на заготовительной операции. Последним должен быть такой метод обработки характеристики точности которого соответствуют требованиям поверхности по чертежу детали.

Таблица 23 Выбор методов обработки поверхностей заготовки для детали Втулка домкрата

№ поверхности	Требуемые параметры			Метод обработки поверхности	Квалитет поверхности	Шероховатость Ra, мкм	Технологический допуск на размер обработки, мкм	Глубина дефектного слоя, мкм
	Номинальный размер, мм	Квалитет	Шероховатость Ra, мкм					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Ø225	9	1.6	Точение: Черновое Получистовое Чистовое	12 10 9	12,5 6,3 16	0,460 0,185 0,115	50 30 20
2	Канавка Ø211,4	9	1.6	Точение: Черновое Получистовое Чистовое	12 10 9	12,5 6,3 16	0,460 0,185 0,115	50 30 20
3	Ø230	11	3.2	Штамповка Точение: Черновое 2х кратное Получистовое	17 12 11	50 12,5 3,2	4,000 0,460 0,290	200 50 30
4	Фаска R3,1 <sup>01</sup>	14	1.6	Точение однократное	14	1,6	0,250	30
5	Торец 22 <sup>052</sup>	14	12,5	Штамповка Точение: Черновое	17 14	50 12,5	2,800 0,520	200 50
6	Ø200	12	6,3	Штамповка Точение: Черновое Получистовое	17 14 12	50 12,5 6,3	4,000 1,150 0,460	200 50 30
7	Торец 160	12	6,3	Штамповка Точение: Черновое Получистовое	17 14 12	50 12,5 6,3	4,500 1,000 0,400	200 50 30
8	Отверстие Ø175 <sup>01</sup>	9	1.6	Штамповка Точение: Черновое 2х кратное Получистовое Чистовое	17 12 10 9	50 12,5 6,3 1,6	3,700 0,400 0,250 0,100	200 50 30 20
9	Торец 9±0,15	14	3.2	Штамповка Точение: Черновое Получистовое	17 14 12	50 12,5 3,2	2,800 0,360 0,150	200 50 30
10	Отверстие Ø160	9	1.6	Штамповка Точение: Черновое 2х кратное Получистовое Чистовое	17 12 10 9	50 12,5 6,3 1,6	3,600 0,400 0,160 0,100	200 50 30 20

Продолжение таблицы 23

1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	Канавка $\phi 180$	9	1.6	Точение: Чертюбое Получистовое Чистовое	14 10 9	12,5 6,3 1,6	1,000 0,160 0,100	50 30 20
12	Канавка $\phi 180^{+0,01}$	14	6,3	Точение однократное	14	6,3	1,000	30
13	Гарец 160	12	6,3	Штампка Точение: Чертюбое Получистовое	17 14 12	50 12,5 6,3	4,500 1,000 0,400	200 50 30
14	Фаска 5x45°	14	12,5	Точение однократное	14	6,3	0,300	30
15	Отверстие M12-7H	14	6,3	Сверление Нарезание резьбы	12 7-Н	12,5 6,3	0,180 0,070	30 20
16, 17	Канавка $\phi 180$ Канавка $\phi 211,4$	9	1.6	Точение: Чертюбое Получистовое Чистовое	12 10 9	12,5 6,3 1,6	0,400 0,160 0,100	50 30 20
18	Фаска 30°	14	3,2	Точение: Чертюбое Получистовое	14 10	12,5 3,2	0,300 0,048	50 30
19	Канавка $\phi 195_{-0,02}$	13	6,3	Точение: Чертюбое Получистовое	12 10	12,5 6,3	0,460 0,185	50 30
20, 21	Фаска 1,6x45°	14	12,5	Точение однократное	14	12,5	0,250	30

### 3.4.5. Выбор технологических баз и схем базирования заготовок

Эффективность технологического процесса во многом зависит от назначения технологических баз. Обычно назначают базы в два этапа. Вначале выбираются базы для обработки заготовки на большинстве операций и получения наиболее ответственных размеров детали. Затем назначают базы для обработки заготовки на первых операциях.

При выборе базовых поверхностей руководствуются принципами базирования:

Принцип единства баз заключается в том, что поверхность назначеннная технологической базой должна являться конструкторской базой.

Принцип постоянства баз заключается в том, что на протяжении большинства операций технологического процесса используется один комплект поверхностей в качестве базовых.

Если базирование заготовки, предопределенное принципами базирования, затруднено из-за малых габаритных размеров и протяженности или оказывается невозможным из-за конструктивных особенностей форм этих поверхностей, то здесь возможны два варианта назначения баз. В первом случае в качестве технологической базы можно использовать любую поверхность, удовлетворяющую своим размерам требованиям к технологическим базам. Это могут быть обработанные свободные поверхности. Во втором – приходится создавать специальные поверхности в виде центровых – отверстий, патиков и др. и используя их в качестве технологических баз на большинстве операций.

При возможности обработки заготовки с одной установки в качестве технологической базы назначают свободную необработанную поверхность. Обоснование выбора технологических баз ведут по правилам выбора баз для обработки заготовки на первой операции.

На первой операции технологического процесса решаются две группы возможных задач:

- устанавливают размерные связи между обрабатываемыми поверхностями и остающимися необработанными поверхностями детали;
- производят распределение припусков между поверхностями подлежащими обработке;
- принимают для первой операции в качестве технологической базы поверхность, которая обеспечит простую и надежную установку заготовки, используя простую конструкцию станочного приспособления;
- назначают в качестве технологической базы на первой операции поверхность с минимальным припуском, если все поверхности заготовки обрабатывают, что делает невозможным появление брака;
- выбирают для первой операции в качестве базы поверхность, которая лишает заготовку не менее трех степеней свободы и которую в дальнейшем используют как базу на последующих операциях, если возможности станочного оборудования не допускают вести обработку детали за одну операцию;
- используют несколько поверхностей в качестве технологических баз, если они связаны между собою короткими размерными цепями.

В данном разделе описывается обоснование выбранных базовых поверхностей а схемы базирования приводятся в следующем разделе на эскизах обработки.

### **3.4.6. Разработка маршрутной технологии**

Маршрут технологического процесса – это короткое описание технологических операций в последовательности их выполнения без раскрытия смысла операции и режима резания. При составлении маршрута выбирается тип оборудования и режущего инструмента, и приспособления изображается эскиз обработки. На эскизах наносится схема базирования, выделяются обрабатываемые поверхности и наносится их номер без нанесения размеров обработки.

Маршрут обработки удобно представлять в виде таблицы. Пример части маршрутной технологии детали пулансон представлен в таблице 24.

Для мелкосерийного производства маршрут технологического процесса основан на применении универсального оборудования и специализированной высокопроизводительной оснастке, позволяющей повысить производительность труда. Здесь рекомендуется применение станков с ЧПУ, позволяющих производить обработку заготовок широкой номенклатуры.

В серийном производстве следует проектировать маршрут обработки на специализированных станках, используя возможности переменно-поточных линий, когда параллельно изготавливаются партии деталей разных наименований.

В массовом производстве технологический процесс разрабатывается для непрерывной поточной линии, в которой используются высокопроизводительные станки, специальная технологическая оснастка при максимальной механизации и автоматизации производства.

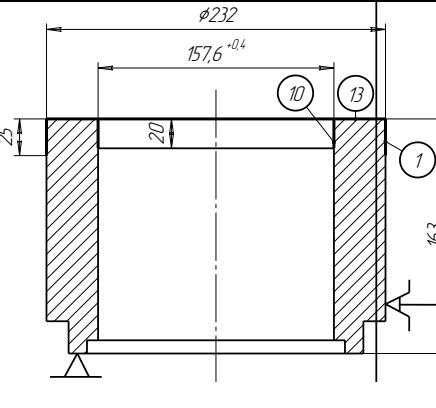
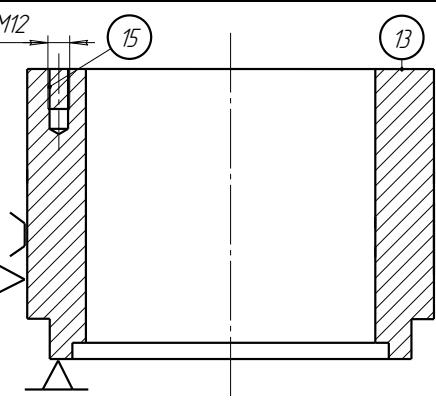
Весь технологический процесс следует разделить на четыре последовательных этапах обработки:

- черновая,
- получистовая,
- чистовая,
- финишная.

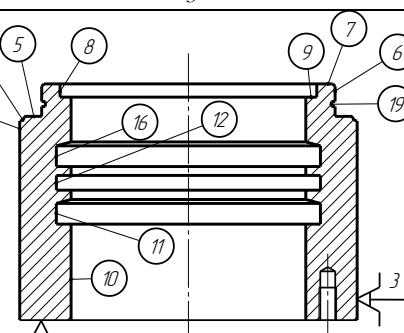
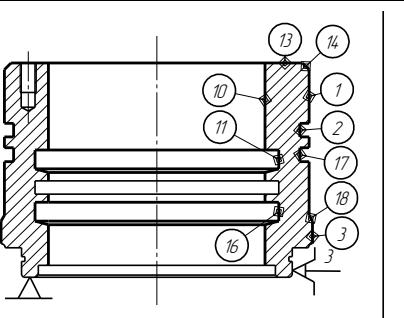
Основная задача маршрутного технологического процесса сводится к проектированию последовательности обработки поверхностей с учетом последовательностей принятых в разделах выбора методов обработки поверхностей заготовки.

Уточнить маршрут обработки можно, используя рекомендации типовых технологических процессов приводимых в технической литературе [11, 21].

Таблица 24. Последовательность обработки детали Втулка домкрата

Номер и наименование операции	Оборудование, модель станка	Эскиз обработки	Установочные базы	Материал режущей части инструмента, вид инструмента	Приспособление
1	2	3	4	5	6
010 токарная	14425		7	T5K10 Резец прямой проходной, Проходной отогнутый. Расточкой проходной.	Трехкулачковый самоцентрирующийся патрон
015 сверлильная	M5.		0,13	Р6М5 Сверло спиральное Метчик ма-шины	Накладной кондуктор

Продолжение таблицы 24

1	2	3	4	5	6
020 токарная			3, 1	T5K10 T5K6 Резцы токарные и расточ- ные, канавочные	Токарный самоцентрирую- щийся патрон трех кулаковий.
025 токарная			,6	T15K6 T30K4 Резцы токарные проход- ные, канавочные	Токарный трех кулако- вый самоцентрирующийся пат- рон

При разработке технологического процесса следует придерживаться следующих рекомендаций:

1. В первую очередь обрабатываются те поверхности которые являются базовыми при дальнейшей обработке.
2. Во вторую очередь обрабатываются поверхности, с которых удаляется наибольший слой материала.
3. Затем обрабатывают поверхности при снятии припуска с которых в наименшей степени снижается жесткости детали.
4. В начале обработки следует относить те поверхности на которых можно ожидать повышенного брака из-за дефектов металла (трещины, раковины)
5. Поверхности связанные точностью относительного расположения обрабатываются с одной установки.
6. Совмещение черновой и чистовой обработки в одной операции и на одном и том же оборудовании нежелательно.
7. На этапах получистовой и чистовой обработки выполняют переходы, которые:
  - обеспечивают дальнейшее улучшение размерной точности и качества поверхности, обращая особое внимание на пространственное положение взаимосвязанных поверхностей;
  - создают такие условия обработки, которые должны сформировать качественные характеристики рабочих поверхностей заготовки;
  - не портят ранее обработанные поверхности, качество которых соответствует требованиям чертежа.

### 3.4.7. Выбор технологического оборудования и инструмента

В задании на дипломное и курсовое проектирование может быть поставлено несколько задач:

- максимально использовать оборудование базового предприятия;
- с обоснованием использовать вновь приобретаемое оборудование;
- для вновь проектируемого участка можно рекомендовать новые станки.

В зависимости от поставленной в проекте цели студент выбирает технологическое оборудование для проектируемого участка. Выбор каждого станка должен быть экономически обоснован. Принятая в проекте модель станка должна обеспечить наименьшие трудовые затраты и себестоимость обработки заготовки.

При выборе станочного оборудования необходимо учитывать:

- тип и форму организации производства;
- возможность достижения заданной точности сопоставляемой с классом точности станка;
- соответствие рабочей зоны станка с габаритными размерами детали;
- мощность, установленных на станке электродвигателей;
- габаритные размеры и стоимость станка;
- технические данные станка (частота вращения шпинделя, диапазон подач и др.);
- возможность оснащения станка высокопроизводительными приспособлениями и средствами автоматизации.

В пояснительной записке приводят технические характеристики выбранного оборудования, инструмента и приспособлений, для каждой операции технологического процесса.

Выбранный инструмент можно представить в табличной форме, как например таблица 25:

Таблица 25 Перечень режущих инструментов

№ операции	№ обрабат. поверхности	Наименование инструмента	Количество	Материал режущ части	Обозначение или размеры	ГОСТ
010	13	Резец проходной отогнутый	1	T5K10	HxB 25x16 L=140 φ=450 a=14	18868-73
	1	Резец Прямой проходной	1	T5K10	HxB 25x16 L=140 φ=600	18878-73
	10	Резец Расточной проходной	1	T5K10	HxB 25x25 L=140 φ=600	18882-73
015	15	Сверло спиральное	1	P6M5	12300-1239	22735-77
		Метчик	1	P6M5	-	3266-81

### 3.4.8. Определение межоперационных припусков на обработку поверхностей

Выполняя этот раздел, студент должен проверить соответствует ли припуск на размер заготовки, межпереходным припускам, удаляемым с заготовки в процессе ее обработки до получения размера, заданного на чертеже детали.

Промежуточные припуски определяют межпереходные размеры заготовки. В массовом и крупносерийном производстве промежуточные припуски рекомендуется рассчитывать аналитическим методом, который базируется на анализе производственных погрешностей, возникающих при конкретных условиях обработки заготовки. В серийном и единичном производстве используют табличный метод, при котором припуски назначают по нормативам, приводимым в справочной литературе [7; 17; 30; 41; 42].

После назначения припуска снимаемого на всех переходах обработки поверхностей, указанных в таблице, разработанной в разделе 3.7, приступают к расчету межпереходных размеров детали. Расчет начинают с последней финишной операции, на которой размер обработки соответствует размеру, указанному в чертеже детали:

$$H_{i-1} = H_i \pm Z_i, \quad (19)$$

где  $H_{i-1}$  - размер заготовки на предыдущем переходе;  $H_i$  - размер заготовки на текущем переходе;  $Z_i$  - припуск на текущем переходе. «+» при расчете диаметра вала, «-» при расчете диаметра отверстия.

Далее, зная величину припуска  $Z_i$ , последовательно рассчитывают межпереходные размеры детали.

Если получение размера детали в технологическом процессе сопровождается сменой технологических баз, то требование к точности межпереходных размеров устанавливается в результате расчета технологических размерных цепей, связывающих переходы. Исходной величиной в расчете допусков служит допуск на выдерживаемый размер, выступающий в качестве замыкающего звена.

Для расчета межпереходных припусков аналитическим методом рекомендуется воспользоваться методикой, предложенной в [34].

В дипломном проекте студент аналитическим методом рассчитывает припуски на одну поверхность, а на остальные припуск назначается табличным методом. Закончив расчет припусков и межпереходных размеров, назначенных в конкретном технологическом процессе, необходимо их согласовать с припусками, назначенными на заготовку. Если расчетные значения меньше, чем припуск на заготовку, то необходимо изменить размеры заготовки, с целью экономии материала. Если по условиям заготовительного производства уменьшить припуски на заготовку нельзя, из-за несовершенства способа ее получения, то увеличивают припуск, снимаемый на черновом переходе. Часто это происходит в условиях мелкосерийного и единичного производства.

Пример

Определяем припуск на наиболее точную поверхность 10 расчетно-аналитическим методом отверстие  $\varnothing 160H9$ . Заготовка получается методом горячей штамповки на КГШПП, ее масса составляет 31,06кг.

Технологический маршрут обработки поверхности 10 представлен в таблице 23. при этом ба-

зирование осуществляется в трехкулаковом самоцентрирующемся патроне при черновой обработке по необработанной поверхности 1 (Ø235) при чистовой обработке по обработанной поверхности 8 (Ø 175).

Технологический маршрут обработки отверстия заносится в расчетную таблицу 26 (графа 1), а также соответствующие заготовке и каждому технологическому переходу значения элементов припуска (графы 3 и 4).

Суммарное отклонение расположения поверхностей для штамповки определяем по формуле:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta_{\Sigma_k}^2 + \Delta_{\Sigma_i}^2)}, \quad (20)$$

где  $\Delta_{\Sigma_k}$  - общее отклонение оси от прямолинейности в результате крафбления определяется по формуле:

$$\Delta_{\Sigma_k} = 2 \cdot \Delta_k \cdot l_k, \quad (21)$$

где  $l_k$  - размер от сечения, для которого определяется кривизна, до торца заготовки  $l_k = 160$  мм,  $\Delta_k$  - удельная кривизна на 1 мм длины [34], мкм  $\Delta_k = 1.6$  мкм/мм.

$\Delta_{CM}$  - смещение поверхностей заготовки получаемых в разных половинках штампа  $\Delta_{CM} = 500$  мкм,

$$\Delta_{\Sigma_k} = 2 \cdot 1.6 \cdot 160 = 512 \text{ мкм},$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(512^2 + 500^2)} = 715,6 \approx 716 \text{ мкм}.$$

Остаточное пространственное отклонение после механической обработки определяем расчетом по приближенной формуле:

$$\Delta_{OCT} = K_y \cdot \Delta_i \quad (22)$$

где  $K_y$  - коэффициент уточнения формы [34],

$\Delta_i$  - кривизна заготовки.

1) после первого чернового растачивания

$$\Delta_y = 0,06 \cdot 716 = 43 \text{ мкм},$$

2) после второго чернового растачивания

$$\Delta_{OCT} = 0,06 \cdot 43 = 3 \text{ мкм},$$

3) после получистового обтачивания

$$\Delta_{OCT} = 0,05 \cdot 3 = 0,08 \approx 0 \text{ мкм}.$$

Величины отклонений заносим в таблицу 26 (графа 5).

Погрешность установки в патроне по необработанной поверхности (Ø235) составит 400 мкм и уточнится после первого чернового точения в 0,06 раза. При получистовой обработке с базированием по обработанной поверхности 8 (Ø 175) погрешность установки в трехкулаковом самоцентрирующемся патроне составит 100 мкм и уточнится в 0,05 раза после получистового точения. Заносим эти данные в расчетную таблицу в колонку 6  $\varepsilon$ .

Расчет минимальных значений припусков на диаметральные размеры производим, пользуясь основной формулой

$$2Z_{\min_i} = 2 \cdot (R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (23)$$

$$2Z_{\min_1} = 2 \cdot (200 + 200 + \sqrt{716^2 + 400^2}) = 2440 \text{ мкм},$$

$$2Z_{\min_2} = 2 \cdot (100 + 120 + \sqrt{43^2 + 24^2}) = 538 \text{ мкм},$$

$$2Z_{\min_3} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{3^2 + 100^2}) = 400 \text{ мкм},$$

$$2Z_{\min_4} = 2 \cdot (25 + 30 + \sqrt{0^2 + 4^2}) = 118 \text{ мкм}.$$

Результаты расчёта заносим в таблицу 26 (графа 7).

Расчетный размер  $d_{max}$  заполняем (графа 8), начиная с конечного размера путем последовательного вычитания расчетного минимального припуска каждого технологического перехода:

$d_{max}$  в графе 10 таблицы 26 получаем путем округления в большую сторону  $d_{max}$  из графы 8 до значимых цифр допуска.

Наименьшие предельные размеры  $d_{min}$  вычисляем вычитанием допуска из округленного  $d_{max}$ :

Рассчитанные величины заносим в таблицу 26 (графа 12).

Предельные значения припусков определяем, как разность предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов:

$$2Z_{\max_i} = d_{\min} - d_{\min_{i-1}}, \quad (24)$$

Значения припусков заносим в таблицу 26 (графы 13 и 14).

Общие припуски  $Z_{0\min}$  и  $Z_{0\max}$  рассчитываем, суммируя промежуточные припуски

Производим проверку правильности выполненных расчетов:

$$2Z_{0\max} - 2Z_{0\min} = 7,0 - 3,5 = 3,5 \text{ мм},$$

$$T_{D_{max}} - T_{D_{min}} = 3,6 - 0,1 = 3,5 \text{ мм}.$$

Таблица 26 Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности отверстия  $\text{Ø}160\text{H9}$

Маршрут обработки поверхности 10 отверстие $\text{Ø}160\text{H9}$	Коэффициент уточнения	Элементы припуска, мкм				Расчётные величины		Точность размера		Принятые размеры, мм		Предельный припуск, мм	
		Rz	h	$\Delta$	$\epsilon$	припуск $2z_{min}$ , мкм	$d_{max}$ , мм	Квалитет	допуск $T_D$ , мкм	$d_{max}$	$d_{min}$	$2z_{max}$	$2z_{min}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Штамповка		200	200	716			156,604	17	3,6	153,00	156,60		
Растачивание первое черновое	0,06	100	120	43	400	2440	159,044	14	1	158,00	159,00	5,00	2,40
Растачивание второе черновое	0,06	50	50	3	24	538	159,582	12	0,4	159,20	159,60	1,20	0,60
Растачивание получистовое	0,05	25	30	0	100	400	159,982	10	0,16	159,82	159,98	0,62	0,38
Растачивание чистовое	0,04	10	20	0	4	118	160,100	9	0,1	160,00	160,10	0,18	0,12

Суммарный припуск	$2Z_{0\max}$	$2Z_{0\min}$
	7,000	3,5000

Расчетные значения припусков на все поверхности, межпереходных размеров и допусков на них представляют в форме таблицы. В таблице 27 показан пример заполнения подобной таблицы.

Таблица 27 – Межоперационные припуски, технологические допуски и размеры обрабатываемых поверхностей

№ поверхности	Требуемые параметры			Метод обработки поверхности	Квалитет точности резьбы	Шероховатость поверхности Ra, мкм	Технологический допуск на размер обработки, мкм	Припуск, мм	Горизонтальный размер, мм
	Номинальный размер, мм	Квалитет	Шероховатость Ra, мкм						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Ø225	9	1.6	Точение: Черновое Получистовое Чистовое	12 10 9	12,5 6,3 1,6	0,460 0,185 0,115	3,3×2 1,7×2 0,4×2	229,2 225,8 225,0
2, 17	Канавка Ø21,4	9	1.6	Точение: Черновое Получистовое Чистовое	12 10 9	12,5 6,3 1,6	0,460 0,185 0,115	5,7×2 1,2×2 0,1×2	213,8 211,6 211,4
3	Ø230	11	3.2	Штамповка Точение: Чистовое первое Черновое второе Получистовое	17 14 12 11	50 25 12,5 3,2	4,000 1,1500 0,460 0,290	3,2×2 2,2×2 0,8×2 0,2×2	236,4 232,0 230,4 230,0
4	Фаска R3,1 <sup>0,1</sup>	14	1.6	Точение однократное	14	1,6	0,250	3,1	
5	Торец 22 <sup>0,52</sup>	14	12,5	Штамповка Точение: Черновое	17 14	50 12,5	2,800 0,520	2,5 2,5	22,0 22,0
6	Ø200	12	6,3	Штамповка Точение: Черновое Получистовое	17 14 12	50 12,5 6,3	4,000 1,150 0,460	3,2×2 2,5×2 0,7×2	206,4 201,4 200,0
7, 13	Торцы L160	12	6,3	Штамповка Точение: Черновое Получистовое	17 14 12	50 12,5 6,3	4,500 1,000 0,400	2,7×2 2,0×2 0,7×2	165,4 161,4 160
8	Отверстие Ø175 <sup>0,1</sup>	9	1.6	Штамповка Точение: Чистовое первое Черновое второе Получистовое Чистовое	17 14 12 10 9	50 25 12,5 6,3 1,6	3,700 1,000 0,400 0,250 0,100	3,2×2 2,0×2 0,9×2 0,20×2 0,1×2	168,6 172,6 174,4 174,8 175,0
9	Торец 9±0,15	14	3,2	Штамповка Точение: Черновое Получистовое чистовое	17 14 13 12	50 12,5 6,3 3,2	2,800 0,360 0,220 0,150	1,8 1,0 0,5 0,3	10 9 9,5 9
10	Отверстие Ø160	9	1.6	Штамповка Точение: Чистовое первое Черновое второе Получистовое Чистовое	17 14 12 10 9	50 25,0 12,5 6,3 1,6	3,600 1,000 0,400 0,160 0,100	3,2×2 2,0×2 0,9×2 0,22×2 0,08×2	153,6 157,6 159,4 159,84 160,0
11, 16	Канавка Ø180	9	1.6	Точение: Черновое Получистовое Чистовое	14 10 9	12,5 6,3 1,6	1,000 0,160 0,100	8,7×2 1,2×2 0,1×2	177,4 179,8 180,0

### 3.4.9. Расчет режимов резания

Расчет режимов резания занимает в дипломном и курсовом проектах значительное место не только по объему, но и по трудоемкости, связанной со сложными вычислениями, обоснованиями и выводами.

Режимы резания металлов определяются следующими основными параметрами: глубиной резания  $t$ , мм; подачей  $S$ , мм/об; скоростью резания  $V$ , м/мин или м/с. и частотой вращения или угловой скоростью  $\Omega$  об $^{-1}$ .

Исходными данными для выбора режима резания являются: данные об изготавляемой детали и ее заготовке; данные о применяемом оборудовании и инструменте.

Параметры режима резания выбирают таким образом, чтобы достичь наибольшей производительности труда при наименьшей себестоимости данной технологической операции. Эти условия удается выполнить при работе инструментом рациональной конструкции, наивыгоднейшей геометрии его, с максимальным использованием всех эксплуатационных возможностей станка.

Аналитический расчет режимов резания по эмпирическим формулам с учетом всех поправочных коэффициентов производят по указанию руководителя проекта только для одной - двух переходов или разнохарактерных операций, например токение, сверление, шлифование и т. п. [30 ; 35]. Для остальных операций технологического процесса режимы резания устанавливают по таблицам нормативных справочников с учетом всех поправочных коэффициентов, учитывающих изменение условий резания [23; 24]. Расчетные значения режимов резания представляют в табличной форме пример которой представлен в таблицей 28

Таблица 28 Режимы резания (фрагмент)

<i>N<sup>o</sup> операции</i>	<i>Номер подверхности</i>	<i>Материал режущей части инструмента</i>	<i>Стойкость инструмента, T, мин</i>	<i>Глубина t, мм</i>	<i>Длина обработки, мм</i>	<i>Подача S, мм/об</i>	<i>Скорость резания V, м/мин</i>	<i>Частота вращения n, мин<math>^{-1}</math></i>	<i>Номер прохода i</i>	<i>Сила резания F, кН</i>	<i>Мощность резания N, кВт</i>	<i>Основное время обработки T<sub>0</sub>, мин</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
010	13	T5K10	90	2,00	44	0,3	91	125	1	1236	1,8	1,17
	1	T5K10	90	3,30	25	0,4	91		1	2531	3,7	0,5
	10	T5K10	90	2,00	20	0,4	62		1	1625	1,6	0,4
											7,1	2,07
015	15	P6M5 P6M5	45	5,10 1,75	37 27	0,25 1,75	15 6	470 160	1	2628	0,568	1,23
020	7	T5K10	90	2,00	22		88	140	1	1823	2,6	
1 позиция	9	T5K10	90	1,00	12		76		1	932	1,2	
	8	T5K10	90	2,00	-		0,5		1	1863	2,3	
	5	T5K10	90	2,50	19		104		1	2222	3,8	
	6	T5K10	90	2,50	-		88		1	2278	3,3	
2 позиция	8	T5K10	90	0,90	11		87	160	1	822	1,2	
	9	T5K10	90	0,50	-		88		1	456	0,7	
	10	T5K10	90	2,00	156		79		1	1852	2,4	1,95
3 позиция	7	T15K6	90	0,70	17		119	236	1	416	0,8	
	9	T15K6	90	0,30	10		130		1	176	0,4	
	8	T15K6	90	0,20	-		130		1	117	0,2	
	19	T15K6	90	2,00	4		145		1	1153	2,7	
4 позиция	3	T5K10	90	2,20	115		102	140	1	1337	2,2	
	19	T15K6	90	0,50	4		86		1	312	0,4	
5 позиция	16	T15K6	90	8,70	12		0,2	100	1	3912	6,4	
	11	T15K6	90	8,70	-		100	180	1	3912	6,4	0,33

Продолжение таблицы 28

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6 пози- ция	6	T15K6	90	0,70	24		126	200	1	245	0,5	0,8
	8	T15K6	90	0,10	11		109		1	36	0,06	
	20	T15K6	90	1,60	3	0,15	126		1	560	1,2	
	21	T15K6	90	1,60	3		109		1	572	1,02	
	4	T15K6	90	3,10	5		146		1	1061	2,5	
7 пози- ция	12	T15K6	90	10,0	12	0,15	113	200	1	3558	6,6	0,4
Время на операцию											48,8	2,74
1 позиция	025	T15K6	90	0,70	40	0,3	150	210	1	401	0,98	0,63
	10	T15K6	90	0,90	155		105		1	545	0,93	2,46
	1	T15K6	90	2,5	120		150			1434	3,5	1,9
2 пози- ция	1	T15K6	90	0,80	120	0,25	149	210	1	401	0,98	2,44
	3	T15K6	90	0,80	20		152		1	399	0,99	
	2	T15K6	90	5,70	8		141		1	2878	6,63	
	17	T15K6	90	5,70	8		141		1	2878	6,63	
3 пози- ция	10	T30K4	90	0,22	155	0,20	105	210	1	98	0,17	3,9
	14	T15K6	90	5,00	7		149		1	2118	5,16	
	2	T15K6	90	1,20	9		140		1	513	1,17	
	17	T15K6	90	1,20	9		140		1	513	1,17	
4 пози- ция	11	T15K6	90	1,20	12	0,20	135	240	1	516	1,14	0,25
	16	T15K6	90	1,20	12		135		1	516	1,14	
5 пози- ция	11	T15K6	90	0,10	13	0,20	153	270	1	42	0,11	0,24
	16	T15K6	90	0,10	13		153		1	42	0,11	
6 пози- ция	2	T15K6	90	0,10	9	0,20	146	220	1	42	0,11	0,2
	17	T15K6	90	0,10	9		146		1	42	0,11	
7 пози- ция	10	T30K4	90	0,08	155	0,15	118	250	1	28	0,05	4,13
	1	T30K4	90	0,20	120		177		1	67	0,19	
	3	T30K4	90	0,20	20		181		1	66	0,2	
Время на операцию											31,46	4,13

Примечание в курсовом проекте колонку 11 и 12 допускается не заполнять.

Расчет основного времени  $T_o$  проводиться по методике приведенной в справочной литературе [21, 25; 30] по формуле:

$$T_o = \frac{L}{S_o n}, \quad (25)$$

Где  $L$  путь пройденный инструментом в режиме рабочей подачи, с учетом величины врезания и перебега.  $S_o$  оборотная подача,  $n$  частота вращения главного движения резания. В зависимости от особенностей формообразования формула может быть преобразована, что отражено в приведенной справочной литературе. Величины врезания и перебега зависят от конструктивных особенностей инструмента и приведены в справочной литературе.

При многорезцовой параллельной обработке принимаются за основу режимы резания, в частности подача и частота вращения, лимитирующего перехода, на остальные переходы данной позиции режимы корректируются. Основное время для многонструментальных позиций определяется по самому продолжительному переходу.

Расчет и заполнение таблицы желательно проводить в стандартной расчетной программе EXCEL, что позволяет избежать технических ошибок и уменьшить время на выполнение расчета.

### 3.4.10. Техническое нормирование операций

Техническое нормирование заключается в определение затрат времени на изготовление детали, без учета времени на изготовление заготовки.

Нормирование переходов сводится к установлению основного технологического времени, которое уже определено при расчете режимов резания и занесено в таблицу 28.

Предпочтительным является расчетно-аналитический метод нормирования, хотя могут быть использованы и другие методы. Для расчета норм времени на выполнение каждой технологической операции и определения трудоемкости изготовления детали по спроектированному технологическому процессу можно использовать табличные данные, приводимые в [25;30].

Исходные данные для выполнения расчета являются:

- тип производства;
- операционный технологический процесс изготовления детали;
- режимы резания на всех технологических переходах;
- инструкции по охране труда для всех операций технологического цикла;

Структуру операции определяет структура оперативного времени

$$T_{on} = T_o + T_e, \quad (26)$$

где  $T_o$  и  $T_e$  - соответственно время, затрачиваемое на выполнение основных и вспомогательных переходов.

Затраты времени  $T_e$  составляют:

$$T_e = T_{yc} + T_{yup} + T_x + T_{контр}, \quad (27)$$

где  $T_{yc}$  - время на установку заготовки и снятие готовой детали;  $T_{yup}$  - время на управление станком и приспособлением;  $T_x$  - время подвода инструмента или заготовки, повороты и фиксации положения стола, револьверной головки, смены инструментов и т.п.;  $T_{контр}$  - время контроля за ходом технологического процесса.

Нормы времени на выполнение вспомогательных работ устанавливают, используя табличные нормативы [26] или хронометражные наблюдения.

Для всех типов производства определяется норма штучного времени.

$$T_{um} = T_{on} + T_{обс} + T_{om}, \quad (28)$$

где  $T_{обс}$  - время обслуживания рабочего места;  $T_{om}$  - время перерывов, как правило для предварительного расчета в курсовых и дипломных проектах принимается суммарная величина  $T_{обс}$  и  $T_{om}$  в процентах от оперативного времени, и составляет от 6 до 12% в зависимости от серийности производства чем выше серийность тем меньше процент.

В серийном производстве рассчитывается норма штучно-калькуляционного времени, (для массового производства данное время не определяется):

$$T_{um-к} = T_{um} + T_{nз} / n, \quad (29)$$

где  $T_{nз}$  - подготовительно-заключительное время;  $n$  - количество деталей в настроечной партии, шт.

$$n = T_{nз} / (\alpha \cdot T_{um}), \quad (30)$$

$\alpha$  - коэффициент, учитывающий серийность производства; для крупносерийного  $\alpha = 0,02$ ; серийного  $\alpha = 0,03$ ; мелкосерийного  $\alpha = 0,05$ .

Рассмотрим пример расчета нормы штучно-калькуляционного времени фрезерной операции на станке 6Н12, детали массой 12 кг; габариты детали 200×100×50 мм. Обработка производится торцевой фрезой, партия деталей 100 шт. Установка детали в пневмотиски.  $T_0 = 1,2$  мин. Производство - среднесерийное.

Состав подготовительно заключительного времени:

- установка тисков и закрепление болтами – 14 мин;
- установка фрезы – 2 мин;
- получение фрезы и приспособления и сдача их после смены – 7 мин.

$$T_{n3} = 14 + 2 + 7 = 23 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

- установка и снятие детали  $t_{cy} = 0,136$  мин;
- управление станком (включить, выключить)  $t_{yup} = 0,01$  мин;
- холостой ход (детали к фрезе и отвод)  $t_x = 0,14$  мин;
- контроль размеров штангенциркулем 20% деталей:

$$t_{контр} = 0,18 \cdot 20 / 100 = 0,036 \text{ мин.}$$

Поправочный коэффициент на вспомогательное время при среднесерийном производстве  $k = 1,85$ .

Общее вспомогательное время:

$$t_6 = (0,136 + 0,01 + 0,14 + 0,36) \cdot 1,85 = 0,59 \text{ мин}$$

Оперативное время:  $t_{on} = 1,2 + 0,59 = 1,79$  мин.

Время обслуживания рабочего места и отдыха, принимаем в процентах от оперативного (6%):

$$t_{обс} + t_{отд} = 1,79 \cdot 6 / 100 = 0,1 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время

$$T_{шт-к} = (0,136 + 0,01 + 0,14 + 0,036) \cdot 1,85 + 0,1 + 23 / 100 = 2,12 \text{ мин.}$$

Данной методикой нормирования станочных работ рекомендуется пользоваться при отсутствии нормативной литературы.

Результаты нормирования операций представить в табличной форме например таблица 29

Таблица 29 Нормирование операций технологического процесса детали Втулка домкрата

Номер операции	Основное время $T_0$	Вспомогательное время $T_{в}$				$T_{опт}$	$T_{заряж}$	$T_{шт}$	$T_{подг}$	$T_{штк}$	
		Установка $T_{ус}$	Закрепление $T_X$	Управление $T_{уп}$	Измерение $T_{контр}$						
010	2,07	1,5	0,02	0,01	0,2	3,8	0,228	4,028	10	160	4,3
015	1,23	1	0,1	0,05	0,2	2,58	0,155	2,735	15	160	3,1
020	2,74	1,5	0,02	0,01	0,5	4,77	0,286	5,056	60	160	6,6
025	4,13	1,5	0,02	0,01	0,5	6,16	0,37	6,53	60	160	8,0
<i>Сумма</i>						17,31		18,35			22

### 3.4.11. Проектирование наладок на операцию

Инструментальная наладка представляет собой комплекс режущего и вспомогательного инструментов, скомпонованных в соответствии с требованиями технологической операции, в котором так же согласованы присоединительные поверхности самих инструментов и станка.

Проектирование инструментальных наладок является важным этапом разработки технологической операции, т.к. от качества этой работы зависит, насколько успешно будет выполняться эта операция. При проектировании наладок должны учитываться типы производства, производительность, удобство работы на станке и др.

Проектирование наладок должно выполняться после выбора станка, приспособления, режущего инструмента, одновременно с разработкой технологической операции, при этом графическое построение наладки, особенно для многоинструментальных обработок может повлиять на предварительный выбор, например режущих инструментов.

При проектировании наладок обязательно максимальное использование стандардных режущих и вспомогательных инструментов, при этом режущие инструменты должны быть систематизированы по видам обработки, а вспомогательные – по типам металлорежущих станков.

Исходными данными для проектирования наладки являются: паспортные данные выбранного станка с размерами рабочей зоны и элементов присоединительных поверхностей; общие и присоединительные размеры выбранного режущего инструмента, эскиз операции, для которой разрабатывается наладка, тип производства и т.д.

Например

Производим проектирование наладки на чешнковую токарную многошпиндельную операцию 020. Для проектирования наладки выбран режущий инструмент представленный в таблице 30, необходимо определить вылет инструмента из резцедержателя из условий жесткости инструмента и длину рабочих ходов исходя из длины обработки и величины резания и перебега. Значения расчетных величин представлены в таблице 30

Таблица 30 Расчет наладочных размеров

Номер позиции	Поверхность	Длина обрабатываемой поверхности	Величина врезания и перебега	Величина рабочего хода	Вылет инструмента из резцедержателя	Наименование инструмента	Размеры державки
1	2	3	4	5	6	7	8
1 позиция	7	19	3	22	20	Резец прямой проходной	HxB 25x16 φ=60°
	9	10	2	12	20	Резец проходной упорный	HxB 25x16 φ=90°
	8	-	-	-	20		
	5	17	2	19	20		
	6	-	-	-	20	Резец прямой проходной	HxB 25x16 φ=60°
2 позиция	8	9,5	1,5	11	20	Резец проходной упорный	HxB 25x16 φ=90°
	9	-	-	-	20		
	10	152	4	156	16	Резец распоиночный державочный для косого крепления	HxB 16x16 φ=40°

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6	7	8
3 пози- ция	7	14	3	17	20	Резец прямой проходной	$H \times B \ 25 \times 16$ $\varphi = 45^\circ$
	9	9	1	10	20	Резец про- ходной упор- ный	$H \times B \ 25 \times 16$ $\varphi = 90^\circ$
	8	-	-	-	20		
	19	3	1	4	16	Резец канавочный	$H \times B \ 25 \times 16$ $P = 35$
4 пози- ция	3	113	2	115	20	Резец прямой проходной	$H \times B \ 25 \times 16$ $L = 100$ $\varphi = 45^\circ$
	19	3	1	4	20	Резец канавочный	$H \times B \ 25 \times 16$ $L = 140$ $P = 35$
5 пози- ция	16	10	2	12	20	Резец рас- точной канавоч- ной	$H \times B \ 25 \times 25$
	11	-	-	-	20		
6 пози- ция	6	22	2	24	20	Резец под- резной ото- гнутый пра- вый	$H \times B \ 25 \times 16$ $L = 140$ $\varphi = 15^\circ$
	8	9	2	11	20	Резец под- резной ото- гнутый левый	$H \times B \ 25 \times 16$ $L = 140$ $\varphi = 15^\circ$
	20	1,6	1,4	3	20	Резец фасоч- ный	$H \times B \ 25 \times 16$ $L = 140$ $\varphi = 45^\circ$
	21	1,6	1,4	3	20		
	4	3,1	1,9	5	20	Резец фасон- ный	$H \times B \ 25 \times 16$ $R = 3,1$
7 пози- ция	12	11,2	1,8	13	20	Резец рас- точной канавоч- ной	$H \times B \ 25 \times 25$

Для определения длины рабочего хода необходимо сложить величины длины обрабатываемой поверхности и величину врезания и перебега инструмента.

Примеры наладок приведены в справочной литературе [2; 35] и в разделе 4.3. данного пособия.

В пояснительной записке проекта приводится описание режущего и вспомогательного инструмента выбранного для наладки, расчет длин рабочих ходов. Для многоинструментальных наладок приводится уточненный расчет режимов резания по методике приведенной в литературе [21]

### 3.4.12. Выбор методов и средств технического контроля

Под качеством продукции понимается совокупность свойств изделия. Повышение качества состоит в улучшении свойств продукции, которые соответствуют служебному назначению изделия и детали. Управление качеством заключается в установлении технического контроля и выявлении отклонений качества от заданных параметров.

- На проектируемом участке предусматриваются следующие методы контроля:
- наружный для выявления поверхностных дефектов заготовок;
  - текущий за состоянием технологического оборудования и оснастки, измерительных приборов, технологической документации, состояние рабочих мест, условий хранения инструментов и др.;
  - выборочный контроль деталей;
  - операционный контроль после завершения всех технологических операций.

Контрольные операции выполняются рабочими, мастером и специалистом – контролером. Их задача гарантировать поступление на сборку только годных деталей, профилактика брака, выявление отклонений от нормального хода технологического процесса, предупреждения станочнику о неисправности оснастки, износе режущего инструмента, ремонте технологической оснастки.

Проверка соответствия размеров детали требованию чертежа проводится методом прямых измерений. За действительное значение принимают значение измеряемой величины определенное с погрешностью на порядок меньшей чем определяемая погрешность. Результаты измерения признаются достоверными, если погрешность измерения не превышает установленной чертежом допустимой погрешности размера (поля допуска).

Измерительные средства, применяемые в металлообработке, подразделяют на две группы:

- калибры (бесспикальные приборы: нормальные, предельные и т.п.);
- универсальные инструменты и приборы (штангенциркульные, микрометры, индикаторы, микрокатеры, оптиметры, оптические, пневматические, емкостные и др.).

В проекте для каждой поверхности детали, подлежащей механической обработке, необходимо назначить измерительные средства с учетом его шкалы, цены деления, пределов измерения, точностью отсчета [5; 6; 12]. Выбор применяемых измерительных средств отразить в сводной ведомости по форме табл. 31.

Таблица 31. Средства технического контроля качества изготовления детали.

№ поверхности	Требуемые параметры				Средство измерения	ГОСТ	Цена детали	Диапазон измерений
	Номинальный размер, мм	Технологический допуск на размер обработки, мкм	Квалитет	Погрешность Ra, мкм				
1	2	3	3	5	6	7	8	9
1	φ225	0,115	9	1.6	Штангенциркуль ШЦ-II	166-89	0,05	0 – 250
2, 17	Канавка φ211,4	0,115	9	1.6				
3	φ230	0,290	11	3.2				
6	φ200	0,460	12	6.3				
7, 13	Торцы L160	0,400	12	6.3				
19	Канавка φ195	0,720	13	6.3				

Продолжение таблицы 31

1	2	3	3	5	6	7	8	9
14	Фаска 5×45°	0,300	14	12.5	Угломер приз- матический набор №1	5378-88	5°	0 – 1800
18	Фаска 30°	0,048	14	3.2				
20	Фаска 1,6×45°	0,250	14	12.5				
21	Фаска 1,6×45°	0,250	14	12.5				
5	Торец 22+0,52	0,520	14	12.5	Штангенциркуль ИЦ-1	166-89	0,05	0 – 125
9	Торец 9±0,15	0,150	14	3.2				
4	Фаска R3.1+0.1	0,250	14	1.6	Радиусомер			
8	Отверстие φ175+0,1	0,100	9	1.6	Нутромер	9244-75	0,002	150 – 210
10	Отверстие φ160	0,100	9	1.6				
11, 16	Канавка φ180	0,100	9	1.6				
12	Канавка φ180+0,1	1,000	14	6.3	Шаблон специ- альный			
15	Отверстие резьбовое M12-7H	0,070	14	6,3	Пробка 8221- 3067 7H	17758-72	-	M12- 7H
	Ra 6,3; Ra 3,2; Ra 1,6; Ra 12,5			-	Образцы шероховатости	9378-75		0,2 – 12,5
На промежуточных переходах используются универсальные средства измерения								

### 3.4.13 Выбор и обоснование режущего инструмента

Для разрабатываемого технологического процесса нужно стремиться выбирать стандартный режущий инструмент, но вместе с тем, когда целесообразно, следует применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей, сокращая тем самым машинное время.

В соответствии с дипломным заданием для одной операции проектируемого технологического процесса может быть сконструирован специальный рабочий режущий инструмент. Выбор конструкции должен быть обоснован технической и экономической целесообразностью. Таким инструментом могут быть фасонные резцы наборы фрез, протяжки для фасонных поверхностей, многоступенчатые зенкеры и развертки, комбинированный инструмент.

Проектирование режущего инструмента, помимо разработки его конструкции, должно включать необходимые расчеты геометрических параметров формы и размеров инструмента, например, сечения

Проектирование режущего инструмента, помимо разработки его конструкции, должно включать необходимые расчеты геометрических параметров, формы и размеров инструмента, например, сечения державки резца, диаметра отверстия фрезы, размера конусного хвостовика сверла или зенкера, числа зубьев, величины затылования, шага винтовой канавки, наружного и внутреннего диаметра профиля резьбового инструмента и др.

Во всех случаях желательно привести расчет на прочность. Выбор материала для инструмента должен производиться в зависимости от формы и размеров инструмента, материала обрабатываемой детали, принятых режимов резания и типа производства.

Чертеж режущего инструмента делают после его расчета. На чертеже указывают все данные, необходимые для изготовления инструмента. Он должен иметь достаточное количество видов, разрезов и сечений для того, чтобы дать наглядное представление о форме и конструкции инструмента и отвечать требованиям ЕСКД.

При выполнении чертежей допускаются следующие условности:

- у многозубого инструмента вычерчивают только 2÷3 зуба;
- винтовые линии у фрез, разверток и прочего инструмента заменяют прямыми линиями;
- канавки у разверток, метчиков и фрез в ряде случаев не изображают;
- сечения для обозначения геометрических параметров вычерчивают неполными;
- профиль фасонного инструмента вычерчивают в большом масштабе или заменяют чертежом шаблона и контршаблона;
- на чертежах метчиков, зенкеров, сверл помечают профиль канавочной фрезы, используемой при изготовлении инструмента этих видов.

На чертеже инструмента должны быть указаны технические требования к изготовлению и приемке данного инструмента: материал инструмента, твердость инструмента (для сборного инструмента — твердость отдельных частей), предельные отклонения (допуски), непосредственно обеспечивающие качество и точность работы инструмента; содержание маркировки и ее место. Предельные отклонения формы и расположения поверхностей предпочтительнее указывать на чертежах условными знаками по ЕСКД.

### Пример

Для обработки поверхности 4 радиусной фаски необходимо спроектировать специальный стержневой фасонный резец. Чтобы получить указанный профиль фаски достаточно перелистовать режущую кромку прямого проходного резца на заданный радиус, основным требованием к исходному резцу является прочность державки и отсутствие углов наклона режущей кромки и передней поверхности.

В качестве заготовки для фасонного резца выбираем токарный проходной прямой резец с пластинкой из твердого сплава Т15К6 по ГОСТ 18878-73 сечением державки  $h \times b = 25 \times 16$  мм.

Главный угол в плане  $\varphi = 45^\circ$  вспомогательный угол в плане  $\varphi_i = 45^\circ$ , угол наклона режущей кромки  $\lambda = 0^\circ$  передний угол  $\gamma = 0^\circ$ ; материал державки сталь 50 с  $\sigma_e = 650$  МПа и допустимым напряжением на изгиб  $\sigma_u = 200$  МПа.

Главная составляющая силы резания изгибающая резец определена в таблице 12 и составляет  $P_z=1061$  Н.

Соотношение прямоугольного сечения резца соответствует  $b=1/6b$ .

Вылет инструмента определяется конструктивными особенностями наладки и составляет в соответствии с чертежом наладки  $l=25$  мм.

Определим минимальное сечение державки из условий ее прочности на изгиб по формуле:

$$b = 3 \sqrt{\frac{6P_z l}{2,56 \cdot \sigma_u}} \quad (31)$$

$$b = 3 \sqrt{\frac{6 \cdot 1061 \cdot 25}{2,56 \cdot 200}} = 6,7 \text{ мм}$$

Расчет показал что сечение державки выбранного резца удовлетворяет условиям прочности.

### 3.4.14. Технико-экономическое обоснование технологического процесса механической обработки детали нормативным методом

Технико-экономическое обоснование технологического процесса проводится по методике представленной в справочнике [35]. Данный расчет приводится только в курсовом проекте.

Сущность технико-экономического обоснования нормативным методом заключается в определении основной части косвенных затрат (связанных с содержанием и эксплуатацией оборудования) по удельным затратам, приходящимся на 1 машино-час или на 1 станко-минуту работы соответствующего станка для выполнения данной операции с последующим суммированием затрат по операциям технологического процесса. Расходы на основные материалы определяются прямым суммированием

Нормативную заработную плату основных рабочих с отчислениями определяют исходя из трудоемкости каждой операции и требуемого разряда рабочего.

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования определяют по коэффициенту машино-часса и затратам на данный вид оборудования на один машино-час.

Например

Для фасонения рассматривается выполнение токарной обработки на станках автоматах из заготовки поковки и на универсальном токарновинторезном станке с ЧПУ из проката. Станкоемкость и трудоемкость для фасонируемого варианта определяем по базовому заводскому варианту.

Проектируемый технологический процесс считается эффективным если его технологическая себестоимость ниже чем у базового.

Результаты расчетов технологической себестоимости представлены в таблице 32.

Для заполнения таблицы станкоемкость берется из раздела нормирования и соответствует оперативному времени, а трудоемкость соответствует штучному времени.

Разряд работ уточняется по материалам преддипломной практики. Сменность как правило принимается равной единице. Коэффициент машино-часа определяется по справочной таблице в зависимости от модели станка. Годовая программа выпуска принимается равной заданной по проекту для обоих вариантов. Стоимость заготовки принимается из раздела выбора заготовки. Тарифная ставка с начислениями выбирается из справочной таблицы в зависимости от разряда работ. Заработная плата определяется путем умножения трудоемкости на тарифную ставку с начислениями. Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования определяются путем умножения времени станкоемкости на затраты на 1 час содержание и эксплуатации оборудования выбранные из справочных таблиц.

Таблица 32 Технико-экономическое обоснование технологического процесса изготовления детали Втулка домкрата

Показатель затрат	Принятый вариант технологического процесса			Базовый вариант технологического процесса
Модель станка	1A425	1K282	1K282	16K20Ф3
Станкоемкость, станко-минуты	3,8	4,77	6,16	31,9
Трудоемкость, нормо-минуты	4,3	6,6	8,0	35,3
Разряд работы станочника	3	3	3	5
Сменность	1	1	1	1
Коэффициент Машино-часа	2,1	2,1	2,1	2,5
Годовая программа выпуска, шт	10000	10000	10000	10000
Стоимость заготовки, у.е.	8,26			10,07
Тарифная ставка с начислениями	1,43	1,43	1,43	1,78
Заработная плата станочника, у.е.	6,12	9,37508	11,5	62,85892
Затраты на 1 час содержание и эксплуатации оборудования, у.е.	0,83	0,83	0,83	0,83
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, у.е.	1,74	1,74	1,74	2,075
Стоимость обработки, у.е.	8,26	10,20508	12,3	63,68892
Технологическая себестоимость детали, у.е.	39,03655			73,75892
Технологическая себестоимость годовой программы, у.е.	390365,5			737589,2

Технико-экономическое обоснование показывает, что применение станков автоматов более эффективно при заданной программе выпуска, чем универсальных станков с ЧПУ

### ***3.5. Рекомендации по расчетам организационной части участка***

Организационная часть дипломных проектов включает несколько пунктов (см. содержание дипломного проекта).

#### ***3.5.1. Определение норм времени***

Определение норм времени рассмотрено в разделе 3.4.10. данного методического пособия и в случае продолжения темы может быть взято из курсового проекта.

#### ***3.5.2. Определение количества оборудования на участке и коэффициента загрузки***

Определение количества оборудования на участке и коэффициента загрузки производится на основании определенных норм штучного времени по следующий методике.

В серийном производстве расчетное количество оборудования определяется по формуле:

$$C_p = \frac{T_{шт.к} N}{60 F_D} \quad (32)$$

Где  $C_p$  – расчетное количество станков данного типа, шт;  $T_{шт.к}$  – штучно-калькуляционное время на операцию, мин;  $N$  – годовая программа выпуска деталей, шт;  $F_D$  – действительный фонд времени производственного оборудования, ч. Для дипломных проектов принимаем действительный фонд времени работы оборудования при односменном режиме  $F_D=2030$  часов, при двух сменном  $F_D=3015$  часов.

Расчетное значение  $C_p$  округляется до ближайшего целого числа  $C_n$ . Коэффициент загрузки станка на операции составляет

$$K_3 = \frac{C_p}{C_n} \quad (33)$$

Результаты расчета по каждой операции представляются в виде таблицы. В сводную таблицу кроме расчетных данных вносятся сведения о стоимости оборудования и его мощности с целью повышения информативности таблицы в нее вносят и количество рабочих расчетное и принятое.

#### ***3.5.3. Определение количества рабочих их средней квалификации.***

Состав работающих различают списочный и явочный.

Списочный – полный состав работающих, числящихся по спискам на предприятии, включающий как фактически являющихся на работу, так и отсутствующих по уважительным причинам.

Явочным называется состав работающих, фактически являющихся на работу. Явочное число рабочих определяют по формуле:

$$P_{oi} = \frac{T_{um.k} N}{k_{ei} 60 F_{dc}} , \quad (34)$$

где  $P_{oi}$  - явочное число производственных рабочих;  $k_{ei}$  - коэффициент выполнения норм принимаем для серийного производства 1,2.  $F_{dc}$  - эффективный годовой фонд станочника может быть принят 1840 часов. Расчетное количество рабочих округляется до ближайшего целого числа. Если предусматривается многостаночное обслуживание то принимается один рабочий на несколько операций.

Например: для изготовления детали втулка результаты расчета количества технологического оборудования и количества рабочих имеют следующий вид.

Таблица 33 Технологическое оборудование и количество рабочих участка изготовления детали втулка

№ операции	Модель станка	Установленная мощность, кВт	Цена в руб. с учетом транс- портных-ки и монтажа	Тип мин	Ср (расчетн.)	Сп (принят)	$P_{oi}$		Кз %
							расч	прин	
010	1A425	7,5	150000	4,3	0,35	1	0,3	1	35
015	2M55	5,5	87000	3,1	0,3	1	0,3	1	30
020	1K282	50	230000	6,6	0,54	1	0,45	1	54
025	1K282	40	210000	8,0	0,66	1	0,54	1	66
	Итого	103	677000	20,0		4		4	43

Средняя квалификация станочников определяется исходя из уровня сложности работ и оборудования. Для станков автоматов принимается 2-3 разряда, для станков с ЧПУ принимается 4-5 разряд, для универсальных станков принимается 4-6 разряда.

Количество вспомогательных рабочих (наладчиков, бригадиров, кладовщиков, контролеров и др) определяют в процентном соотношении от явочного количества основных рабочих: для серийного производства 15-25%; для массового 30-50%.

### 3.5.4. Организация рабочих мест

При проектировании организации рабочих мест решаются вопросы научной организации труда (НОТ), внешней и внутренней планировки рабочего места, создания необходимых условий для нормального хода производственного процесса и нормальных условий труда. Внешняя планировка рабочего места - это размещение основного оборудования, организационной оснастки, подъемно-транспортных средств, приспособлений, заготовок и готовых деталей. Внутренняя планировка рабочего места - это размещение в инструментальных шкафах и ящиках инструмента, приспособлений и предметов по уходу за оборудованием и поддержанию чистоты на рабочем месте.

Под рабочим местом понимается ограниченная зона производственной площади, предназначенная для выполнения операции одним рабочим и оснащенная необходимыми материалами, техническими средствами труда, например техническим оборудованием; вспомогательным и подъемно-транспортным оборудованием; технологической оснасткой и инструментом; организационной оснасткой (тумбочками, стеллажами, тарой и т. п.).

В дипломном проекте разрабатывают организацию одного рабочего места

Учитывая конкретный характер работы на операции и тип производства, на данном рабочем месте предусматривают: размещение стеллажей с заготовками и деталями на расстоянии не более 0,5 м от рабочего.

В случае большой массы детали установку на станок ведут с помощью подъемного механизма.

Для хранения вспомогательного и режущего инструмента предусматривают инструментальные шкафы.

Для хранения вспомогательного оборудования для обслуживания рабочего места и рабочей документации предусматриваются тумбочки. Планировку рабочего места представляют на планировке участка или в пояснительной записке.

### 3.5.5. Организация обслуживания рабочих мест.

В данном разделе дипломник должен описать систему снабжения участка материалами, инструментами, заготовками и систему вывоза готовых изделий, определить на участке места для промежуточного складирования. Для транспортировки деталей на участке необходимо выбрать внутрицеховой транспорт и подъемно-транспортное оборудование. При необходимости дипломник может спроектировать специальные стеллажи для деталей или тарные ящики для транспортировки.

По указанию руководителя проекта необходимо провести расчет годового расхода режущего инструмента на одну операцию, по формуле:

$$I = \frac{\sum T_o \cdot N \cdot 60}{T_p (1 - K_c)} \quad (35)$$

Где  $\sum T_o$  – суммарное основное время на обработку по всем операциям с данным инструментом, ч;  $T_p$  – расчетное время работы данного инструмента с учетом всех переточек;  $K_c$  – коэффициент случайной убыли инструмента из-за поломок и недоиспользования в крупносерийном производстве принимается 0,2

Расчетное время работы инструмента определяется по формуле:

$$T_p = T \left( \frac{L}{l} + 1 \right) \quad (36)$$

Где  $T$  – стойкость инструмента заданная между двумя переточками по данному раздела 3.4.9.;  $L$  – величина рабочей части инструмента, подвергаемая переточке;  $l$  – величина слоя снимаемого при каждой переточке.

Например для детали втулка определена потребность в сверлах  $\varnothing 10.2\text{мм}$  для операции 015.

Стойкость сверла выбрана в п. 3.4.9. таблица 28  $T=45$  мин

Минимально необходимая длина сверла по расчету составила 67мм, по стандарту выбрано ближайшее сверло с длинной рабочей части 105мм, следовательно длина рабочей части подвергаемая переточкам составит

$$L=105-67=38\text{мм}$$

Величина слоя снимаемого при каждой переточке для сверл может быть определена по формуле:

$$l=0,5D0,4 \quad (37)$$
$$l=0,5 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 0,4 = 1,26\text{мм}$$

тогда определяем расчетное время на переточки по формуле ...

$$T_p = 45 \left( \frac{38}{1,26} + 1 \right) = 1402 \text{мин}$$

Потребность в сверлах определяем по формуле с учетом того что суммарное время на выполнение трех отверстий

$$I = \frac{0,93 \cdot 10000}{1402(1-0,2)} = 8,3 \approx 9 \text{ит}$$

Принимаем годовую потребность в сверлах  $\varnothing 10,2\text{мм}$ . 9 штук

### **3.5.6. Обеспечение требований безопасности и эргономики.**

При разработке данного раздела дипломного проекта необходимо уделить внимание решению конкретных задач применительно к участку механического цеха увязав это с планировкой оборудования и рабочих мест.

При расстановке оборудования на участке необходимо учитывать следующее:

- Установить правильное соотношение норм площадей и объема помещений на одного работающего.
- Разработать указания по содержанию проходов и проездов, установить их ширину в зависимости от принятых транспортных средств.
- Предусмотреть устранение опасностей в работе на различных видах оборудования.

По материалам преддипломной практики можно привести выдержки из инструкций по охране труда при работе на оборудовании установленном на участке.

Необходимо определить категорию электробезопасности согласно ПУЭ и ГОСТ 12.1.113-83 и пожаробезопасности участка, а также описать систему «Организации обучения безопасности труда» В соответствии с ГОСТ 12.0.004 – 2001.

Для выполнения данного раздела можно использовать материалы преддипломной практики, а также интернет источники.

## **3.6 . Рекомендации по проектированию планировки оборудования на участке**

Планировка производственного участка - это план расстановки технологического оборудования, подъемно-транспортных средств и производственно-го инвентаря. На планировке должны быть определены все рабочие места.

Планировку рабочих мест следует выполнены в соответствии с требова-

ниями научной организации труда, которая, как известно является важным условием его высокой производительности.

Каждый тип оборудования показано на планировке условным обозначением, форма которого соответствует контурам его в плане, а размеры — габаритным размерам (в соответствующем масштабе). Предпочтителен масштаб 1:50 или 1:100.

Начинают планировку с построения сетки колон. При одноэтажных цехах шаг колон составляет 6 метров, ширина пролета выбирается исходя из габаритов станков из стандартного ряда L=12; 18; 24 м.

Место рабочего во время работы условно обозначают на планировке в виде круга диаметром 500 мм (в соответствующем масштабе). Одну половину круга затемняют. Не затемненная часть круга должна быть обращена в сторону лицевой части обслуживаемого оборудования (рис. 2.).

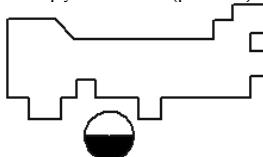


Рисунок 2 - Условное обозначение места нахождения рабочего у оборудования

Оборудование, расставляется исходя из условий выполнения технологического процесса, наиболее рационального использования производственной площади и соблюдения установленных норм расстояний между оборудованием и между оборудованием и строительными конструкциями.

Эти расстояния обусловлены правилами техники безопасности и охраны труда, они гарантируют свободу движения работающих и транспортных средств и обеспечивают удобства при эксплуатации (обеспечение материалами и запасными частями, вывозка готовых изделий) и ремонте оборудования.

Для создания требуемой культуры производства необходимо полностью исключить складирование деталей и агрегатов на пол. На производственном участке предусматривают различные стеллажи, а также поддоны и тара контейнерного типа для механизированного перемещения и многоярусного хранения изделий.

Рядом с изображением станка условно показывают подвод электричества, сжатого воздуха, местное освещение. Указывается порядковый номер станка на планировке или модель.

На свободном поле представляют ведомость оборудования участка в виде таблицы, в которой указывают номер станка на планировке модель, мощность. Количество.

Рядом с планировкой приводят график загрузки оборудования. Пример выполнения планировки участка приводится в приложении 3.

В пояснительной записке приводят расчет общей площади участка по нормативам и сравнивают расчетное значение с фактическим. Допускается отклонение фактической площади не более 20% в большую сторону.

Площадь производственного участка по своему назначению подразделяют на производственную, вспомогательную и административно – бытовую.

Производственной называют площадь, непосредственно предназначеннюю для осуществления технологического процесса на данном участке.

К вспомогательной относят площади помещений для: инструментально – раздаточной кладовой (хранение и выдача приспособлений и инструмента); промежуточной кладовой (хранение и выдача изделий в различных стадиях обработки, основных и вспомогательных материалов) приготовления охлаждающих жидкостей; контроля изделий.

К административно – бытовой относят площади, занятые канторами (места ИТР и служащих участка) и бытовыми помещениями (комнатами для отдыха и ку-рения, гардеробами, санитарными узлами и др.). Состав и величина площади зависят от назначения и годового объема работ участка.

При детальном методе площадь рассчитывают по площади пола, занятой оборудованием и инвентарем, и коэффициенту перехода от площади оборудования к площади участка, учитывающему рабочие места перед оборудованием, проходы, проезды и нормальные расстояния между оборудованием и элементами здания.

При укрупненном методе площадь рассчитывают по удельной площади на одного работающего, на единицу оборудования или на одно рабочее место. Пропиз-водственного площадь участка рассчитывают по формуле:

$$F_y = F_{OB} \cdot K_{\Pi}, \text{м}^2 \quad (38)$$

где  $F_{OB}$  – площадь пола, занятая оборудованием и инвентарем, м<sup>2</sup>;

$K_{\Pi}$  – коэффициент перехода от площади, занятой оборудованием и инвен-тарием, к площади участка, (для механического участка  $K_{\Pi} = 1,9$ ).

Пример расчета производственной площади представлен в таблице 34.

Таблица. 34. Оборудование механического участка изготовления Втулки домкрата

Номер операции	Наименование оборудования	Модель тип	Габаритные размеры мм	Кол-во	Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>
010	Токарно-револьверный полуавтомат	1А425	2570×1650	1	4,2
015	Радиально-сверлильный	2М55	2665×1020	1	2,7
020	Токарный многошпиндельный вертикальный полуавтомат	1К282	3070×2945	1	9,1
025	Токарный многошпиндельный вертикальный полуавтомат	1К282	3070×2945	1	9,1
Общая площадь пола занимаемая станками					25,1

Производственная площадь механического участка будет определена по формуле:

$$F_y = 25,1 \cdot 1,9 = 47,69 \text{м}^2$$

### 3.7. Рекомендации по расчету экономической части дипломного проекта

#### 3.7.1. Определение потребляемого количества материалов на год и их стоимость

Потребляемое количество основных материалов определяется исходя из массы заготовок, с учетом годовой программы выпуска по формуле:

$$M = G_3 \cdot N \quad (39).$$

Затраты на основные материалы на одну деталь рассчитываются по формуле:

$$C_m = H_m \cdot \Pi_m - M_{omx} \cdot \Pi_{omx}, \quad (40)$$

где  $H_m$  - норма расхода материала на одну деталь с учетом немерных отходов технологических прибылей и др., кг;

$\Pi_m$  - цена 1 кг материала по данным базового предприятия, руб;

$\Pi_{omx}$  - цена 1 кг отхода материала по данным базового предприятия, руб;

$M_{omx}$  - масса отхода материала на одну деталь определяется по формуле

$$M_{omx} = H_m \cdot G_{\Delta} \text{ кг}; \quad (41)$$

С учетом программы выпуска затраты на основные материалы составят:

$$C_{mg} = C_m \cdot N, \text{ руб} \quad (42)$$

#### 3.7.2. Определение годового фонда заработной платы производственных рабочих и их среднемесячной зарплаты.

Затраты на основную заработную плату определяются по формуле:

$$C_3 = \left[ \left( \sum_1^m C_{mi} \cdot t_{um.k.i} \right) \cdot K_l \right], \quad (43)$$

где  $m$  - число операций технологического процесса;

$C_{mi}$  - часовая ставка соответствующего разряда работ на участке руб/час;

$K_l$  - коэффициент, учитывающий фонд доплат и премий можно принять 1,35;

Затраты на дополнительную заработную плату основных рабочих следует принять:

$$C_{don} = \frac{C_3 \cdot K_1}{100}, \quad (44)$$

где  $K_1$  - величина процента дополнительной заработной платы основных рабочих, стимулирующая повышение квалификации, совершенствование профессиональных навыков  $K_1=10$

Полная среднемесячная заработная плата за единицу продукции всех рабочих с учетом программы выпуска составит

$$C_{c.m.} = \frac{(C_3 + C_{don})N}{12} \quad (45)$$

### 3.7.3. Определение расходов на содержание и эксплуатацию оборудования на год и коэффициент машино-часа. Определение цеховой себестоимости детали.

Себестоимость продукции - это часть общественного труда, выраженная в денежной форме, которая складывается из затрат на приобретение средств производства и затрат на изготовление и реализацию.

Слагаемые себестоимости получают первоначальные значения при разработке конструкции машины и построении технологического и производственного процессов её изготовления. Все действия, выполняемые при этом, нацелены на обеспечение требуемого качества машины с наименьшими затратами обоих видов труда, т.е. при минимальной её себестоимости.

При расчёте себестоимости следует учесть все издержки производства для получения планируемой прибыли. Все расходы делят на две группы: не зависящие и зависящие от числа подлежащих изготовлению изделий.

В первую группу включают расходы на оборудование, приспособления и комплект инструментов. Во вторую группу включают расходы на заработную плату рабочих и наладчиков, расходы на материалы, содержание, эксплуатацию и амортизацию оборудования, приспособлений и инструментов.

Формирование себестоимости изделия является управляемым процессом, который ведётся в направлении снижения издержек производства:

- экономии материалов;
- уменьшении расходов по заработной плате;
- сокращении цикла изготовления изделия;
- экономии электроэнергии и других показателей;
- минимизации затрат на содержание станков.

Полная производственная себестоимость детали определяется методом калькуляции затрат.

Расчёт полной себестоимости выполняется по формуле:

$$C_o = C_m + C_3 + C_{3.o} + C_{don} + C_{сп.н.} + B + A_o + Y + C_{обн} + C_{обх} + K \quad (46)$$

Расчёт статей расхода, указанных в таблице 35 производится в следующей последовательности:

- 1) Затраты на основные материалы составили  $C_m$
- 2) Затраты на энергию для технологических целей определяют по формуле:

$$C_3 = \sum_{i=1}^n (N_{3i} \cdot n_{3.o} \cdot t_{um.k.i}) \cdot L_3, \quad (47)$$

где  $N_{3i}$  - установленная мощность двигателей станков (кВт) на  $i$ -й технологической операции;

$n_{3.o}$  - общий коэффициент загрузки электродвигателей станка (0,8-0,9);

$t_{um.k.i}$  - штучно-калькуляционное время по операциям технологического процесса (нормо-часы);

$\Pi_3$  - цена 1 кВт часа электроэнергии. Принять равной 0,48 рубля;

$n$  - число операций технологического цикла.

3) Прямые затраты определяются суммированием первых двух статей

$$PM = C_m + C_3$$

4) Затраты на основную заработную плату  $C_3$

5) Затраты на дополнительную заработную плату основных рабочих Сдон

6) Единый социальный налог рассчитывается по формуле:

$$C_{soc.n.} = \frac{(C_3 + C_{don}) \cdot K_2}{100}, \quad (48)$$

где  $K_2$  - величина единого социального налога 28%

7) Затраты на сжатый воздух:

$$B = \Pi_{cж} \cdot Q_{cж} / N_{\Pi}, \quad (49)$$

где  $\Pi_{cж}$  - стоимость 1 м<sup>3</sup> сжатого воздуха можно принять  $\Pi_{cж} = 0,45 \text{ руб} / \text{м}^3$ ;

$Q_{cж}$  - расход сжатого воздуха в расчёте на одну деталь, м<sup>3</sup> определяется по формуле:

$$Q_{cж} = F_g \cdot m \cdot q / N_{\Pi} \quad (50)$$

$F_g$  - годовой фонд времени работы одного станка, 2030 час;

$m$  - количество станков на участке;

$q$  - норма расхода сжатого воздуха на один станок можно принять  $g = 1 \text{ м}^3 / \text{час}$ ;

$N_{\Pi}$  - программа выпуска деталей шт./год;

8) . Затраты на амортизацию и ремонт оборудования

$$A_0 = \frac{\Phi \cdot \sum_{i=1}^m t_{um.k.i} \cdot H}{100 \cdot 60 \cdot F_g}, \quad (51)$$

где  $\Phi$  - балансовая стоимость оборудования участка

$$\Phi = \sum_{i=1}^m \Pi_i \quad (52)$$

$\Pi_i$  - стоимость единицы оборудования;

$m$  - количество станков на участке;

$t_{\text{шт.к.и}}$  - суммарное штучно-калькуляционное время изготовления детали (мин);

$H$  - общая норма амортизационных отчислений (15%);

9) Затраты на содержание помещений включают следующие виды отчислений на амортизацию, ремонт, освещение и уборку в расчёте на площадь, которая занята участком механической обработки:

$$Y = \sum_{i=1}^m S_i \cdot C_{\kappa} / N_{\Pi}, \quad (53)$$

где  $S_i$  - производственная площадь занимаемая участком,  $\text{м}^2$ ;

$C_{\kappa}$  - удельные годовые расходы на содержание 1  $\text{м}^2$  производственной площади, руб./ $\text{м}^2$ , принимаемые  $C_{\kappa} = 60$  руб./ $\text{м}^2$ ,

10) Общепроизводственные расходы принять 180% от основной заработной платы производственных рабочих:

$$C_{\text{общ}} = 1,8 \cdot C_3. \quad (54)$$

11) Общехозяйственные расходы принять 150% от основной заработной платы производственных рабочих:

$$C_{\text{общ}} = 1,5 \cdot C_3. \quad (55)$$

12) Производственная себестоимость -  $C_{np}$  определяется суммированием всех расходов.

13) Коммерческие расходы не должны превышать 10-15% от производственной себестоимости:

$$K = (0,1 \div 0,15) \cdot C_{np}. \quad (56)$$

14) Полная себестоимость определяется суммированием расходов п.12 и п.13.

15) Рентабельность продукции является одним из главных показателей эффективности производства, так как характеризует какую прибыль получит предприятие на один рубль затрат, вложенных в производство. Нормативный показатель рентабельности составляет 0,15-0,25 или 15-20%, т.е. на один рубль затрат предприятие должно минимально получить доход в размере от 15 до 25 копеек. В противном случае предприятие считается нерентабельным.

Принимаем рентабельность 20%.

$$P = (20) \cdot C_0 / 100. \quad (57)$$

16) Цена детали определяется по формуле:

$$Ц_g = C_{np} + P. \quad (58)$$

Данные расчетов заносятся в таблицу сметы стоимости реализуемой продукции.

Таблица.35 Смета расходов связанных с изготовлением детали Втулка домкрата

№ п/п	Наименование статей калькуляции	Размер- ность	Условное обозначение	Затраты
1.	Стоимость заготовки, за вычетом реализуемых отходов	руб.	$C_M$	111,09
2.	Затраты на электроэнергию	руб.	$C_E$	4,7
3.	Итого прямых материальных затрат	руб.	$P_M$	115,79
4.	Основная заработная плата основных рабочих	руб.	$C_3$	1,08
5.	Дополнительная заработная плата основных рабочих	руб.	$C_{\Delta\text{оп}}$	0,11
6.	Единый социальный налог	руб.	$C_{\text{соц.н.}}$	0,33
7.	Затраты на сжатый воздух	руб.	$B$	0,81
8.	Затраты на ремонт и амортизацию оборудования	руб.	$A_o$	4,95
9.	Затраты на содержание производственной площадки участка	руб.	$Y$	0,24
10.	Общепроизводственные расходы	руб.	$C_{\text{обп}}$	1,94
11.	Общехозяйственные расходы	руб.	$C_{\text{обх}}$	1,62
12.	Итого производственная себестоимость	руб.	$C_{\text{пр}}$	126,87
13.	Коммерческие расходы	руб.	$K$	19,03
14.	Полная себестоимость	руб.	$C_o$	145,9
15.	Рентабельность	руб.	$P$	29,18
16.	Цена оптовая	руб.	$Ц_g$	175,08

### 3.7.4. Технико-экономические показатели участка.

Для получения полного представления о результатах работы спроектированного участка механической обработки и подтверждение экономической целесообразности разработанного проекта, необходимо определить итоговые данные, характеризующие экономическую сторону технологического процесса спроектированного участка. Основные технико-экономические показатели работы участка сводятся в таблицу 36.

Расчёт основных показателей работы участка механической обработки детали выполняем по следующей методике.

1.Годовая стоимость продукции по оптовой цене, руб.:

$$C_N = \underline{C}_\alpha \times N, \quad (59)$$

где  $\underline{C}_\alpha$ - оптовая цена детали, руб.

2.Себестоимость годового выпуска, руб.:

$$C_F = C_o \times N, \quad (60)$$

где  $C_o$  - полная себестоимость детали, руб.

3. Годовая условная прибыль, руб.:

$$\Pi = \mathcal{E}_N - \mathcal{E}_r, \quad (61)$$

4. Трудоёмкость изготовления изделия, мин.:

$$T_o = \sum_{i=1}^n t_{шп.к.i}, \quad (62)$$

где  $t_{шп.к.i}$  - время на обработку детали на  $i$ -той операции, мин.

5. Количество технологического оборудования, шт.:

$$K_0 = \sum_{i=1}^n K_i, \quad (63)$$

где  $K_i$  - количество станков на  $i$ -той операции, шт.

6. Численность основных рабочих на участке, чел.

7. Явочное число основных рабочих складывается из необходимого их количества на каждой отдельной операции.

8. Общее списочное количество основных рабочих -  $P_o$ :

$$P_o = \beta \sum_{i=1}^n P_{o_i}, \quad (64)$$

Где  $\beta = 1.2$  коэффициент учета отпускников и болезни работающих.

9. Списочное количество основных рабочих с учётом управленческого персонала -  $P_y$ :

$$P_y = P_o \times 1,12, \quad (65)$$

10. Явочное число вспомогательных рабочих, обслуживающих рабочее место определяют согласно принятым нормам обслуживания. Приближённая численность ИТР - 12%, служащих - 2%.

11 Среднемесячная заработка плата основных рабочих на одно изделие  $C_{см}$ :

12 Площадь участка,  $m^2$ .

13 Стоимость основных фондов.

Основные фонды определяют производственный потенциал предприятия и его производственную мощность. Производственные фонды по своей структуре делятся на активные (оборудование, транспорт и др.) и пассивные (здания и сооружения), которые создают условия для эффективного функционирования активных фондов.

Стоимость основных фондов предприятия (участка) определяем, как;

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + \Phi_4, \quad (66)$$

где  $\Phi_1$  - стоимость оборудования руб.;

$\Phi_2$  - стоимость производственной площади, руб.;

$\Phi_3$  - стоимость транспортных средств, руб.;

$\Phi_4$  - стоимость вычислительной техники, руб.

Стоимость производственной площади (здания и сооружений):

$$\phi_2 = F \times B \times 5\%, \quad (67)$$

где  $F$  – площадь участка,  $m^2$ ,

$B$  – стоимость  $1 m^2$  производственной площади –  $3400$  руб./ $m^2$  так как здание используется на действующем предприятии то в основные фонды можно включить годовой налог на землю, а не ее стоимость  $B=3,2$  руб./ $m^2$ .

Стоимость транспортных средств, передающих устройств (транспортеры и другие) и вычислительной техники определяем косвенным путём, исходя из их процентного соотношения:  $\Phi_1$  (48%) и  $\Phi_3, \Phi_4$  (3%):

14 Рентабельность продукции – показатель эффективности производства, определяемый отношением прибыли от реализации продукции к её себестоимости:

$$P_1 = \frac{\Pi}{C_r} \times 100\%, \quad (68)$$

15 Рентабельность производства – определяем отношением прибыли к среднегодовой стоимости основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств:

$$P_2 = \frac{\Pi}{\Phi_0} \times 100\%, \quad (69)$$

$$\text{где } \Phi_0 = \Phi + \Phi_1, \quad (70)$$

$\Phi$  – стоимость основных фондов, руб;

$\Phi_1$  – стоимость оборотных средств, руб.;

$$\Phi_1 = \Phi \times 0,6, \quad (71)$$

16 Фондоотдача – это показатель стоимости выпускаемой продукции, приходящейся на 1 руб. стоимости основных фондов

$$\Phi = \frac{C_r}{\Phi_0}, \quad (72)$$

где  $C$  – годовая стоимость продукции, руб.;

$\Phi_0$  – среднегодовая стоимость основных фондов, руб.

17. Полная себестоимость детали  $C_0$ , руб

18. Капитальные вложения в проект  $K$ , руб

19. Срок окупаемости капитальных вложений на внедрение проекта определяется по формуле:

$$T_p = \frac{K}{\Pi} \quad (73)$$

20. Годовая производительность труда на одного рабочего характеризует деятельность людей, измеряемую количеством продукции за единицу времени.

Годовая выработка продукции в стоимостном выражении:

$$W = \frac{C_r}{P_y}, \quad (74)$$

где  $P_y$  – общая численность работников участка механической обработки.

В качестве примера приведена таблица 36

Таблица 36 – Технико-экономические показатели работы участка

Наименование показателей	Единица из-мерения	Обозначение	Значение показателя
Годовая программа выпуска деталей	шт.	N	10000
Годовая стоимость продукции по оптовой цене	руб.	C <sub>N</sub>	1750800
Себестоимость годового выпуска	руб.	C <sub>Г</sub>	1459000
Годовая условная прибыль	руб.	П	291800
Трудоёмкость изделия	мин.	ΣТшт.к	22
Количество оборудования на участке: – станков	шт.	K <sub>0</sub>	4
Численность работающих на участке – из них станочников	чел.	P <sub>У</sub>	6
	чел.	P <sub>Я</sub>	4
Среднемесячная зарплата основных рабочих	руб.	C <sub>см</sub>	93
Площадь участка	м <sup>2</sup>	S	47,69
Стоимость основных фондов	руб.	Φ <sub>о</sub>	761777,61
Рентабельность: – продукции	%	P1	20
– производства	%	P2	23,9
Фондоотдача	руб/руб	Φ	1,2
Полная себестоимость детали	руб.	C <sub>0</sub>	145,9
Капитальные вложения в проект	руб.	K	677000
Срок окупаемости дополнительных затрат	года	T <sub>р</sub>	2,3
Годовая производительность труда на одного рабочего	руб/чел	W	243166,7

### **3.8. Заключение**

В заключении студент подводит итог выполнения дипломного или курсового проектов, где приводит сведения о обосновании принятых технических решений и о возможном развитии тематики. Приводятся сведения о определенном или ожидаемом экономическом эффекте от внедрения разработанного технологического процесса.

### **3.9. Список использованной литературы**

После раздела «Заключение» в работе приводится список использованной литературы, (библиографический список). Библиографические списки являются составной частью курсовых и дипломных проектов и представляют собой совокупность библиографических сведений о цитируемых, рассматриваемых или упоминаемых в тексте документа работах, необходимых для общей характеристики рассматриваемой темы. Библиографический список приводят полностью в конце работы.

Список использованной литературы составляется сквозным в алфавитном порядке.

Каждому источнику в списке литературы присваивается номер арабской цифрой. Запись начинается с абзаца. После номера ставится точка. Далее в строке записываются: фамилия и инициалы авторов. С прописной буквы приводится название книги и ставится точка. Далее, в той же строке, через тире указывается место издания. Издательства Москвы и Ленинграда обозначаются соответственно М. и Л. после чего ставится двоеточие: и указывается издательство и запятой отделяется от года издания. В конце приводится количество страниц, например:

1.Базров Б.М. Расчеты точности машин на ЭВМ. - М.: Машиностроение, 1984. 256 с

Справочные издания обозначаются следующим образом:

20. Станочные приспособления Справочник в 2-х т. Под редакцией Вардашкина Б.Н. и Шатилова А.А. - М. : Машиностроение, 1983.

## **4. Методические указания по выполнению графической части проекта**

Рамка основной надписи на всех чертежах курсового и дипломного проекта в разделе шифр должно содержать следующие символы шифр специальности, номер зачетной книжки и порядковый номер чертежа. Например: ТМС.151901.51 XXXXXX 000.01 КП (ДП), первые буквы шифр специальности «Технология машиностроения», затем шесть цифр номер зачетной книжки, затем три нуля для нумерации сборочных чертежей, последние два символа для нумерации чертежей не являющихся сборочными единицами. Последними стоят буквы соответствующие уровню проекта КП – курсовой проект, ДП – дипломный проект..

#### **4.1. Оформление чертежа детали**

Во время прохождения производственной и преддипломной практики студент должен проанализировать выбранный чертеж детали, привести его в соответствие с действующей нормативной базой и выполнить его самостоятельно. Чертеж детали должен быть выполнен на отдельном формате с помощью программы Компас или AutoCAD. Формат определяется в зависимости от насыщенности изображения.

На чертеже все обозначения должны соответствовать действующим стандартам. Количество видов и разрезов должно быть достаточным для полного представления о детали. В рамке основной надписи остается шифр, который был на оригинале. В графе выполнил студент вписывает свою фамилию, в графе проверил — фамилию своего руководителя.

Оригинал чертежа выданного для проектирования вставляется в конце пояснительной записки, как приложение.

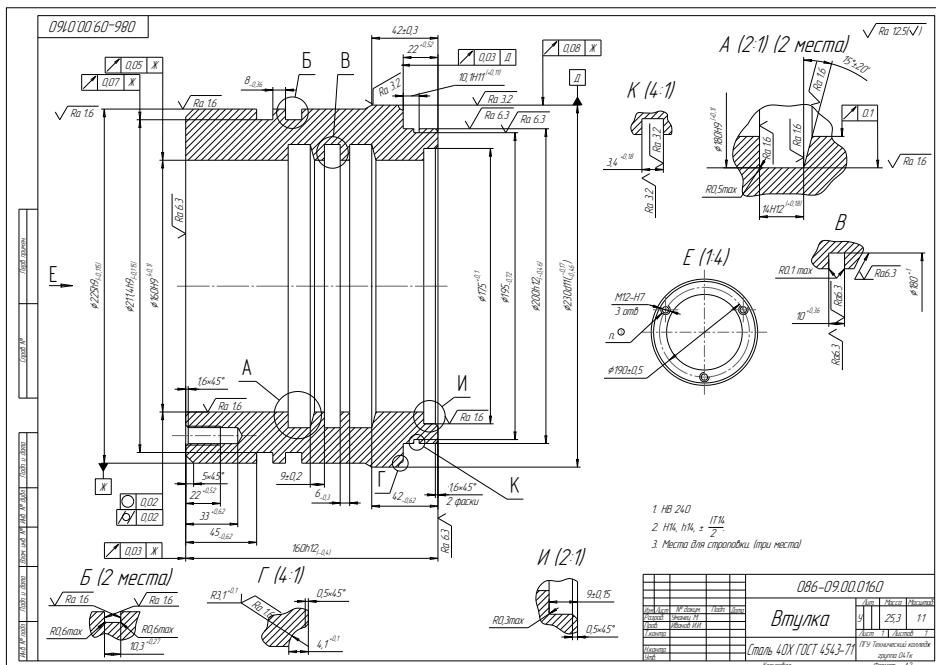


Рисунок 3 Пример выполнения чертежа детали

#### **4.2. Оформление чертежа заготовки**

Чертеж заготовки выполняется после ее проектирования в разделе выбор заготовки. Чертеж выполняется с помощью программы Компас или AutoCAD. Чертеж выполняется в соответствии с требованиями к чертежам соответствующих заготовок, поковок, штамповок, отливок и т.п. При выполнении чертежа поковки указывается окончательная поковка без промежуточных переходов и при необходимости исходная заготовка из проката. При проектировании заготовок из проката на чер-

также изображается конечная заготовка и схема раскроя проката с указанием расчетного коэффициента использования материала с учетом ширины реза и немерного остатка. На изображении заготовки тонкой линией с двумя пунктирами наносится контур готовой детали, от которого указываются припуски на механическую обработку. Размеры заготовки проставляются обязательно с допусками по соответствующему ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штамповочные» и ГОСТ 26645-85 «Отливки из металлов и сплавов». Чертежу заготовки присваивается шифр с порядковым номером 01.

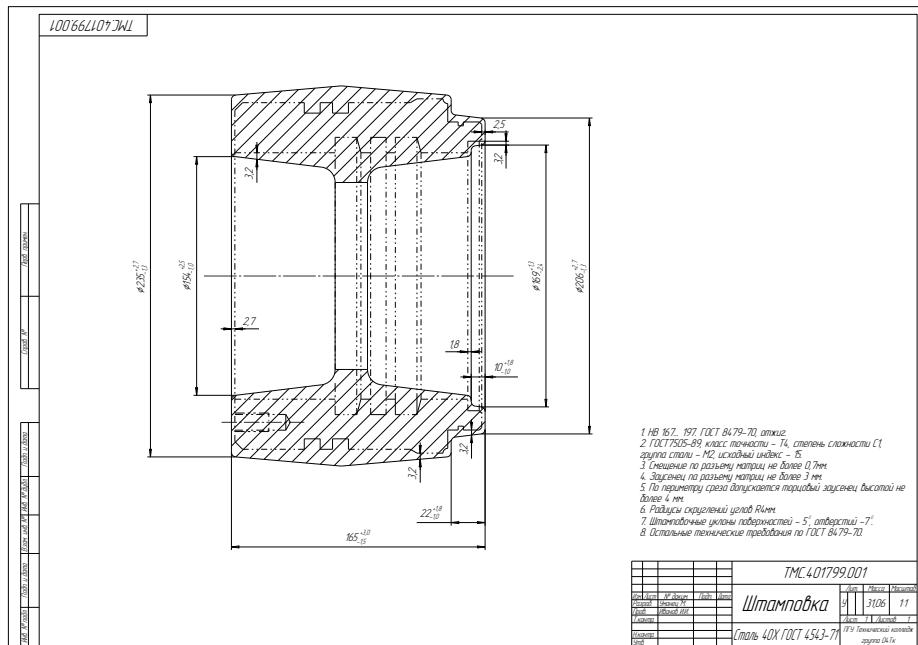


Рисунок 4. Пример выполнения чертежа заготовки штамповки

На свободном поле чертежа заготовки над основной надписью приводятся технические требования, содержание которых должно отражать:

- материал заготовки - марка и стандарт;
- твёрдость материала (предельные значения);
- нормы точности заготовки, с указанием государственного стандарта;

Для отливок необходимо указать нормы точности отливки. Их приводят в следующем порядке: класс размерной точности, степень коробления, степень точности поверхностей, класс точности массы и допуск смещения отливки. Пример условного обозначения точности отливки 8-го класса размерной точности, 5-й степени коробления, 4-й степени точности поверхностей, 7-го класса точности массы с допуском смещения 0,8 мм. Точность отливки 8-5-4-7 См 0,8 ГОСТ 26645-85.

В технических требованиях чертежей отливок допускается указывать сокращённую номенклатуру норм точности отливки, при этом указание класса размерной

TMC 401799.001

Штамповка

Номер	Номер	Номер
1	3106	11
2	11	1
3	Сталь 40Х ГОСТ 4543-74	ГУ Техническая карта
4	покрытие	дуги ОК
5		стекло

точности и класса точности массы отливки является обязательным, например: Точность отливки 8-0-0-7 ГОСТ 26645-85.

На чертеже поковки должны быть указаны: класс точности, группа стали, степень сложности, например: Класс точности поковки - Т2, группа стали - М2, степень сложности - С3 ГОСТ 7505-89.

#### **4.3. Оформление схем инструментальных наладок**

В схемах наладки, вынесенных на листы, заготовка изображается установленной в приспособлении или на станке в том виде, в котором она получается после выполнения данной операции или перехода. Приспособление вычерчивается с указанием конструкций опор, зажимов и других элементов, обеспечивающих получение годной детали на данном станке схематично. При обработке заготовки в нескольких переходах в одном установе допускается приспособление показывать один раз.

На схеме наладки показывается режущий инструмент, установленный во вспомогательном приспособлении. Режущие инструменты на схемах наладок изображаются в конце рабочего хода. Исключение могут иметь инструменты, обрабатывающие отверстия: сверла, зенкеры, развертки, метчики. Они показываются вне отверстия. Примеры наладок при обработке на металлорежущих станках общего назначения, при обработке на токарных станках с ЧПУ, типовые циклы обработки на станках типа "обрабатывающий центр", особенности многонструментальной обработки приведены в приложении

Обрабатываемые поверхности заготовки следует показывать сплошной линией толщиной (2 - 3)S (S - толщина основной линии чертежа).

На схеме наладки должны быть указаны данные, необходимые для выполнения технологического процесса (размеры, предельные отклонения, шероховатость поверхностей, технические требования и т.д.).

На эскизах все обрабатываемые поверхности условно нумеруются арабскими цифрами. Номер размера обрабатываемой поверхности проставляется в окружности диаметром 6 - 8 мм и соединяется размерной линией с обрабатываемой поверхностью. Нумерацию следует производить в соответствии с кодированием поверхностей в пояснительной записке.

Для станков с ЧПУ изображается циклограмма движения инструмента, элементарные ходы на схеме нумеруются арабскими цифрами.

В правом нижнем углу схемы наладки над штампом приводится таблица, Таблица заполняется на операцию, схема наладки которой приведена на чертеже. Таблица заполняется снизу вверх по переходам. В таблице указываются режимы резания и режущие инструменты.

Запись в строках таблицы следует производить в технологической последовательности выполнения переходов, приемов работ. Записи не должны сливаться с линиями.

Масштаб чертежа наладки 1:1.

Режимы резания и сведения о инструментах указываются по специальной форме в виде таблицы 37;

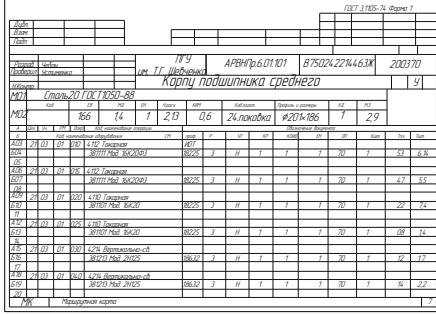
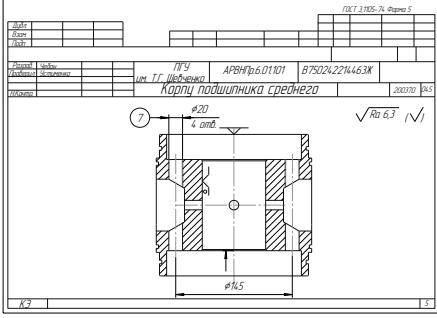
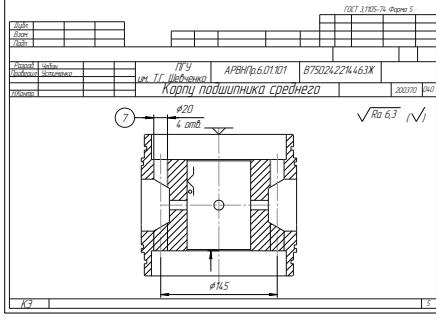
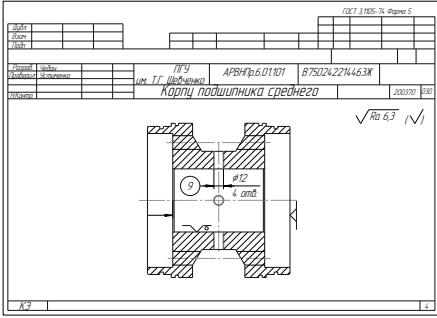
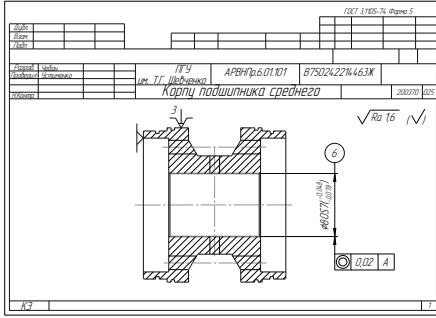
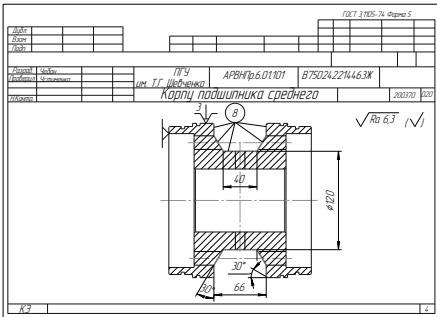
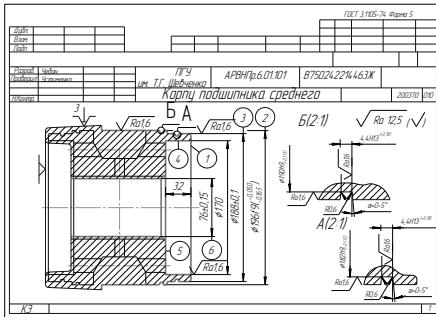
Таблица 37 Таблица режимов резания заполняемая на чертежах инструментальных наладок

3	Резец токарный проходной ГОСТ.....	T5K10	0,2	1	0,05	1100	120	0,6
2	Резец токарный канавочный ГОСТ.....	T15K6	3	1	0,01	900	85	0,9
1	Резец токарный проходной отогнутый ГОСТ.....	T5K10	0,3	2	0,1	1000	110	1,2
№. инст	Наименование Инструмента, код	Материал режущей части	Глубина резания, $t$ , мм	Число проходов $i$	Подача $S$ , мм/об	Частота вращения шпинделя $n$ , мин <sup>-1</sup>	Скорость резания $V$ , м/мин	Основное время $T_o$ , мин
	50-60	20-25	15	10	15	15	15	10
				185				

#### 4.4. Оформление операционных эскизов

Для наглядности защиты курсового и дипломного проектов часть операционных эскизов выносится на лист формата А1. Выполнять операционные эскизы в программах КОМПАС или AutoCAD. Эскизы выносятся на лист с рамками в соответствии с ГОСТ. Рамка основной надписи выполняется в правом нижнем углу формата с надписью операционные эскизы. В каждом окне операционных эскизов изображается деталь в состоянии после выполнения операции с указанием размеров шероховатости и требований точности размеров и взаимного расположения поверхностей. Наносится схема базирования детали. Обрабатываемые поверхности обводятся утолщенной линией с толщиной 2S . Обрабатываемые поверхности обозначаются цифрами подобно как на чертежах наладок.

Над общей рамкой основной надписи можно наносить таблица с режимами резания как на наладках таблица 37, или перечень инструментов по операциям. Если есть свободное место можно представить маршрутную карту.



## ***5. Рекомендации по подготовке к защите проекта***

Завершенный проект подписывают на титульном листе его автор, и руководитель проекта. Заведующий выпускающей кафедрой выносит окончательное решение о допуске студента к защите дипломного проекта на Государственную аттестационную комиссию (ИГА). После этого проект студента направляется на рецензию.

Зашита дипломного проекта перед ИГА является ответственным актом. Ее успех во многом зависит от качества доклада. Его текст должен быть связанным и четким.

В докладе необходимо отразить цель и новизну дипломного проекта. Придерживаясь последовательности, принятой в расчетно-пояснительной записке, необходимо осветить основные разработки проекта, оритинальные и наиболее прогрессивные инженерные решения, обосновать техническую и экономическую целесообразность этих решений.

Объем доклада не должен превышать 10 минут изложения. Следует избегать формы доклада, сводящейся лишь к изложению того, что изображено на листах графических материалов. Во время доклада лицо докладчика должно быть обращено к членам комиссии, но не его спина.

Полезно отрепетировать доклад с руководителем проекта, перед его защитой.

На защите секретарь комиссии представляет студента и объявляет тему проекта, передает председателю расчетно-пояснительную записку, отзыв руководителя и рецензию на проект, после чего дипломант предстает слово для доклада. После окончания доклада члены комиссии задают вопросы, на которые дипломант отвечает. Далее секретарь зачитывает отзыв руководителя, рецензию на проект и дипломант отвечает на замечания рецензента. Общая продолжительность защиты – не более 15 минут. С целью повышения информативности доклада предлагается использовать электронные презентации.

После завершения всех запланированных на этот день защите члены ИГА на закрытом заседании выставляют оценку за проект (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно) и выносят решение о присуждении дипломанту квалификации техника. Принимаются также решения о возможности продолжить обучение в университете.

В случае, если дипломный проект и его защита признаются неудовлетворительными, комиссия устанавливает, может ли проект быть представлен повторно, требует ли доработки, или предлагает разработку новой темы, предложенной кафедрой не ранее чем через год.

Если проект своевременно не выполнен, то он к защите не допускается, а студент отчисляется из колледжа, как не защитивший дипломный проект. За студентом остается право повторной защиты проекта на следующий год, но при этом по усмотрению кафедры тема дипломного проекта может быть изменена.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаскин А.М., Зуев В.М. Материаловедение. – М.: Академия, - 2003. – 240с.: ил.
2. Автоматизация и оптимизация технологического обеспечения токарных работ. Учебное пособие / Схиртладзе А.Г., Чупина Л.А., Пульбере А.И., Мельникова Л.Р. Устиненко С.А. – Тирасполь РИО ПГУ 2004 – 312с.
3. Белкин И.М. Справочник по допускам и посадкам для рабочего машиностроителя. – М.: Машиностроение, 1985. – 320 с.: ил.
4. Белусов А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учебное пособие для техникумов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1980. – 240 с.: ил.
5. Берков В.И. Технические измерения (альбом): Учеб. Пособ. – М.: Высш. шк., 1977. – 232 с.: ил.
6. Боднер В.А., Алферов А.В. Измерительные приборы: Учеб. Пособ. В 2-х т. Т. 1. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 390 с.: ил.
7. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – 4-е изд. перераб. и доп. – Мн.: Высшая школа, 1983. – 256 с.: ил.
8. Добрынин И.С. Курсовое проектирование по предмету “Технология машиностроения”: Учебное пособие для техникумов. – М.: Машиностроение, 1985. – 184 с.: ил.
9. Журавлев В.Н., Николаева О.И. Машиностроительные стали: Справочник. – М.: Машиностроение, 1992. – 391с.
10. Зайцев С.А. и др. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении: Учеб. Пособ. – М.: Издательский центр “Академия”, 2002. - 240 с.: ил.
11. Клепиков В.В. Технология машиностроения: Учебник для профессиональных учебных заведений/ В.В.Клепиков, А.Н. Бодров. – М.: ФОРУМ - ИНФРА-М, 2004. – 860 с.: ил.
12. Контрольно-измерительные приборы и инструменты: Учеб. Пособ. / С.А. Зайцев, А.Д. Грибанов, А.Н. Толстов, Р.В. Меркулов. – М.: Издательский центр “Академия”, 2003. - 464 с.: ил.
13. Кузнецков Ю.И. Технологическая оснастка для станков с ЧПУ и промышленных роботов: Учебное пособие для машиностроительных техникумов. – М.: Машиностроение, 1987. – 112 с.
14. Материаловедение и технология металлов/ Под ред. Фетисова Г.П., Карпмана М.Г., Матюнина В.М. – М.: Высш. шк., 2001.- 638 с.: ил.
15. Материаловедение (металлообработка): Учебное пособие для начального профессионального образования / А.М. Адаскин, В.М. Зуев. – 5-е изд. , перераб. и доп. – М.: Издательский центр “Академия”, 2008. – 288 с.
16. Металловедение: Учебник для техникумов. – 4-е изд. перераб. и доп. / Самохощкий А.И., Кунявский М.Н., Кунявская Т.М., Парфеновская Н.Г., Бысрова Н.А. – М.: Металлургия, 1990. – 416 с.
17. Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учебное пособие для техникумов. – М.: Высшая школа, 1976. – 192 с.: ил.
18. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию материалов и режущему инструменту. Изд. 3-е – М.: Машиностроение 1977 – 288с.
19. Новожилов Э.Д. Приспособления в единичном и мелкосерийном производстве: учебное пособие для профессиональных учебных заведений. – М.: Дрофа, 2004. – 208 с.: ил.
20. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / Под ред. Г.А.Монахова. - М.: Машиностроение, 1974. - 600 с.: ил.
21. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / Под ред. А.А.Панова. - М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.: ил.
22. Общие требования и указания по оформлению текстовых документов курсовых, дипломных работ и проектов: Учебное пособие/ А.И. Пульбере, А.А. Чупина, Ф.Ю. Бурменко и др. – Тирасполь: РИО ПГУ 2002 – 80с.

23. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. Справочник в 2х т. Т.1. /ЛоктевА.Д., Гущин И.Ф., Батуев В.А. и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 640 с.
24. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. Справочник в 2х т. Т.2. /ЛоктевА.Д., Гущин И.Ф., Батуев В.А. и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 640 с
25. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство ЦБПНТ при НИИТруда, - М.: Машиностроение, 1974.
26. Организация производства в машиностроении: Учебное пособие для техн. спец. вузов/ Ревенко Н.Ф., Святковский Ф.Ю., Схиртладзе А.Г. и др. / Под ред. Н.Ф. Ревенко. – 2-е изд. стереотипное. - Тирасполь, РИО ПГУ, 2003 – 392 с. .
27. Оробинский В.М. и др. Выбор и проектирование машиностроительных заготовок: Учебное пособие/ Оробинский В.М. , Схиртладзе А.Г., Мухортов В.С. – Волгоград: Политехник, 1999. – 248 с.
28. Правила промышленной безопасности производственных объектов / Под ред. А.С. Новикова. - М.: Приор, 2001. - 240 с., 2000 экз.
29. Проектирование машиностроительных производств (механические цеха): Учеб. пособие / В.М. Балашов, В.В.Мешков, А.Г. Схиртладзе, А.И. Пульбере. - Тирасполь, 2005. - 168 с. - ISBN 5-7995-0002-4, 500 экз.
30. Проектирование технологических операций металлообработки. Учебное пособие. /Чупина Л.А., Пульбере А.И., Схиртладзе А.Г., Устименко С.А., Богатая Т.Х. – Тирасполь: ООО «Литера» 2007. – 485с.
31. Пульбере А.И., Царюк Е.А., Мельниченко Д.Н. Технологические процессы в машиностроении: Метод. пособие. - Тирасполь: РИО ПГУ, 2003. - 132 с., 100 экз.
32. Режущий инструмент: Альбом / Под ред. В.А. Гречишникова. - Ч. 1 -М.; Изда- во »Станкин», 1996 . - 348 с.: ил.
33. Резание материалов: Учеб. Пособ. / Трембач Е.Н., Мелентьев Г.А., Схиртладзе А.Г., Пульбере А.И. – Тирасполь, 2005. – 400 с.
34. Справочник технолога-машиностроителя. – В 2 т. Т. 1 / Под ред. А.М.Дальского. – М.: Машиностроение, 2003. – 912 с.: ил.
35. Справочник технолога-машиностроителя. – В 2 т. Т. 2 / Под ред. А.М.Дальского. – М.: Машиностроение, 2003. – 944 с.: ил.
36. Схиртладзе А.Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств: Учебное пособие в 2-ч. Ч. 1. – М.: МГТУ “Станкин”, 1998. – 612 с.: ил.
37. Схиртладзе А.Г., Чупина Л.А., Пульбере А.И. Формообразующие инструменты в машиностроении: Учебник пособие. - Ч. 1: Инструменты общего назначения. - Тирасполь: РИО ПГУ, 2004. - 308 с., 500 экз.
38. Формообразующие инструменты в машиностроении: Учеб. пособие / Схиртладзе А.Г., Чупина Л.А., Пульбере А.И., Гречишников В.А. - Ч. 2: Инструменты автоматизированного производства. - Тирасполь: РИО ПГУ, 2004. - 208
39. Технологичность конструкции изделия. Справочник/ Т.К. Алферова и др./ Под общ. ред. Ю.Д. Амирова. – М.: Машиностроение, 1990. – 768 с.
40. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием. ГОСТ 3.1404-86.
41. Худобин А.В., Гурьянихин В.Ф., Берзин В.Р. Курсовое проектирование по технологиям машиностроения. \_ М.: Машиностроение, 1989. – 288 с.
42. Чупина Л.А., Монахова А.Е., Пульбере В.А. Производственный потенциал предприятия и эффективность его использования. Учебное пособие. – Тирасполь, РИО ПГУ, 2003. – 86 с.
43. Экономика и организация производства в дипломных проектах. Учебное пособие для машин. спец. вузов/ Под ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, 1986. – 285 с.
44. ГОСТ 12.3.025-80 ССБТ. Обработка металлов резанием. Требования безопасности.

45. ГОСТ 12.2.009-80. Станки металлообрабатывающие. Общие требования техники безопасности.
46. ГОСТ 14.201-83 ЕСТПП. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделия.
47. ГОСТ 14.202-73 ЕСТПП. Правила выбора показателей технологичности конструкции изделия.
48. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнецкие напуски. – М.: Изд. стандартов, 1990. – 53с.

**Приднестровский государственный университет  
им. Т.Г.Шевченко**

**Факультет среднего профессионального образования  
Технический колледж им. Ю.А.Гагарина  
Инженерно-технического института**

**Кафедра “Производства и эксплуатации технологического оборудования”**

**Технологический процесс изготовления детали  
Втулка домкрата**

**(Курсовой проект по дисциплине «Технология машиностроения»)**

**Разработчик  
студент гр. ТК09АР52ТМ1  
Уманец Ю.В.**

---

**Руководитель  
Доцент кафедры ПЭТО  
Устименко С.А..**

---

**Тирасполь 2013**

(курсовый проект второй лист)

**Приднестровский государственный университет  
им. Т.Г.Шевченко**

**Факультет среднего профессионального образования  
Технический колледж им. Ю.А.Гагарина  
Инженерно-технического института**

**Кафедра “Производства и эксплуатации технологического оборудования”**

**Технологический процесс изготовления детали  
Втулка домкрата**

**Расчетно-пояснительная записка**

**Разработчик** \_\_\_\_\_  
(Фамилия, Имя, Отчество)

**Руководитель** \_\_\_\_\_  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Тирасполь 2013

Приднестровский государственный университет  
им. Т.Г.Шевченко  
Факультет среднего профессионального образования  
Технический колледж им. Ю.А.Гагарина  
Инженерно-технического института

Кафедра “Производства и эксплуатации технологического оборудования”

**УТВЕРЖДАЮ**  
зав. каф ПЭТО  
доц. \_\_\_\_\_ Устименко С.А.  
"\_\_\_" \_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**Участок механического цеха  
по изготавлению детали  
Втулка домкрата**  
(дипломный проект )

**Разработчик**  
студент гр. ТК09АР52ТМ1  
Уманец Ю.В.

---

**Руководитель**  
**доцент**  
\_\_\_\_\_ Устименко С.А..

г. Тирасполь 2013 г.

(дипломный проект второй лист)  
**Приднестровский государственный университет**  
**им. Т.Г.Шевченко**  
**Факультет среднего профессионального образования**  
**Технический колледж им. Ю.А.Гагарина**  
**Инженерно-технического института**

**Кафедра “Производства и эксплуатации технологического оборудования”**

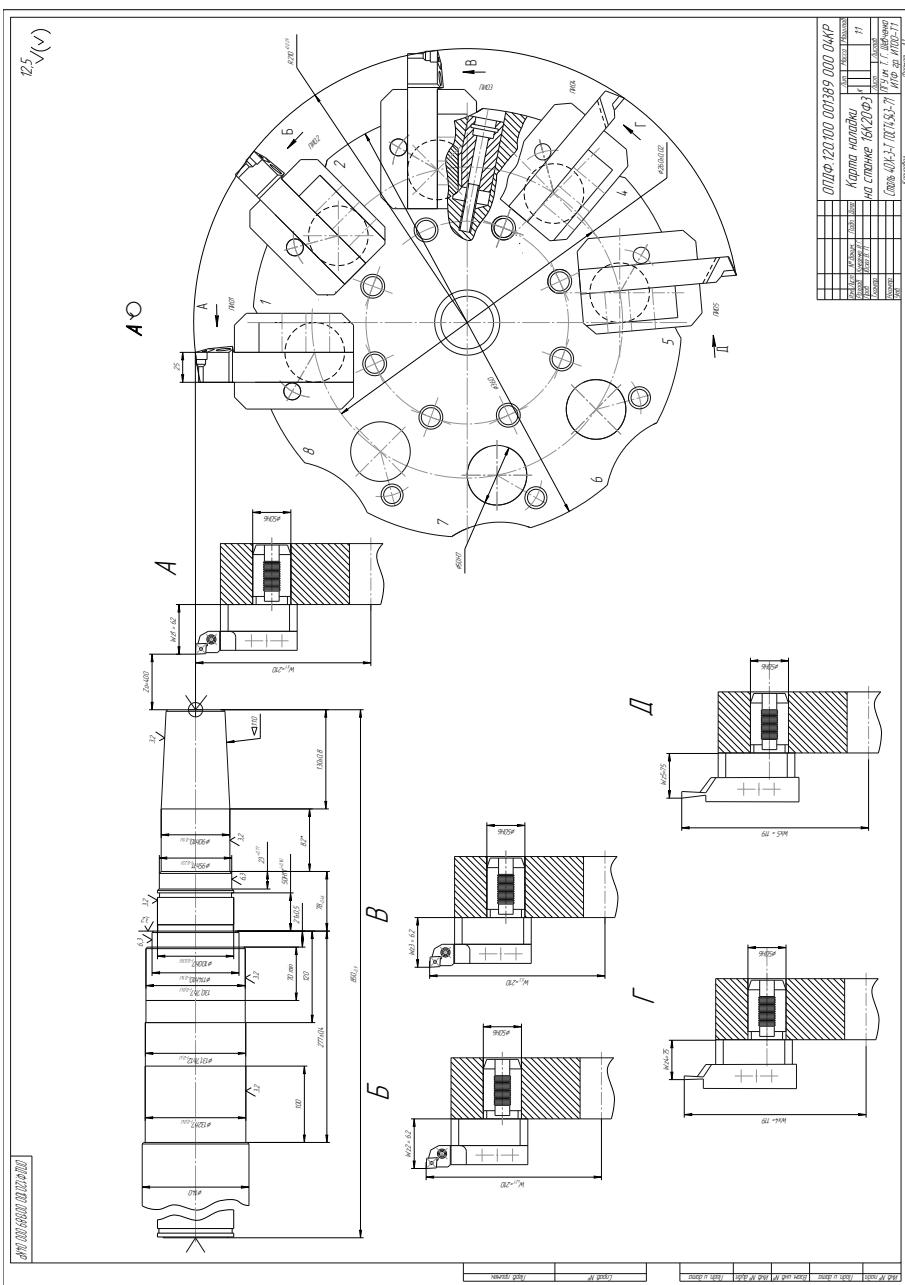
**Участок механического цеха  
по изготовлению детали  
Втулка домкрата**

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

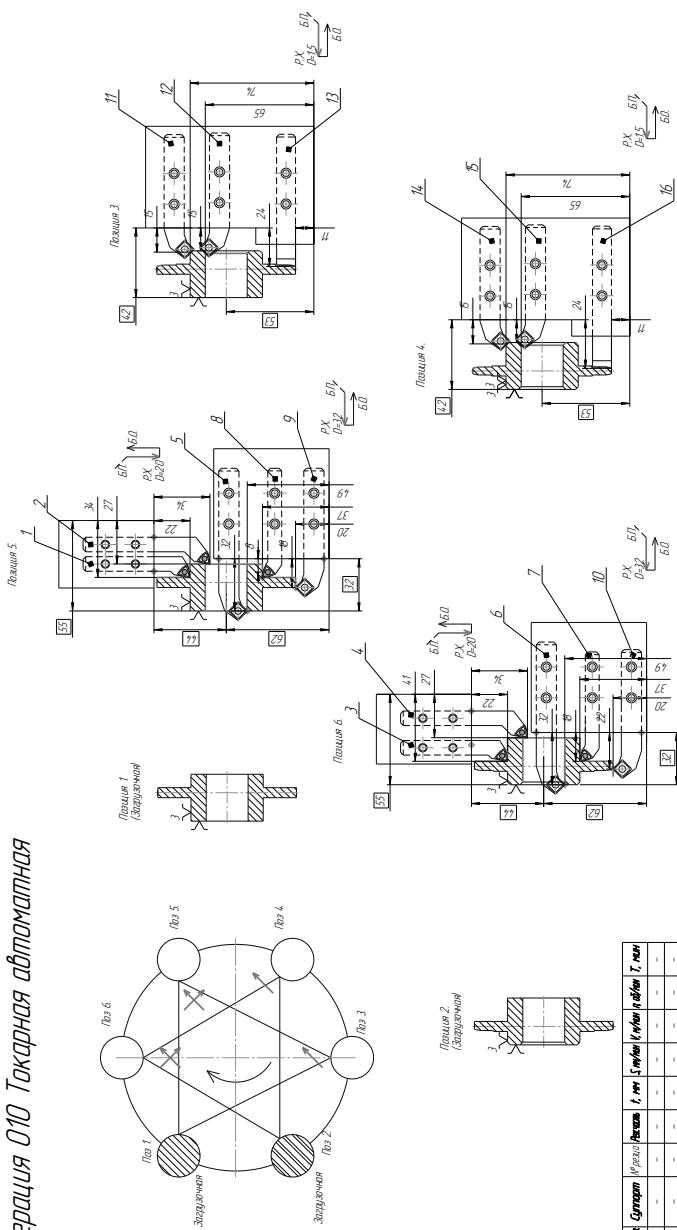
Разработчик Уманец Юрий Витальевич  
Руководитель Устименко Светлана Алексеевна

г.Тирасполь 2013г.

## Приложение 2 Примеры выполнения инструментальных наладок



## Операция 010 Токарная автоматическая



ବିନ୍ଦୁମାନମହିଳାଙ୍କ  
କୋର୍ପ୍ସର୍ ଫ୍ରେଣ୍ଡଶାପ୍‌କୁ ବାନ୍ଦାରାନାନ୍ ରୋହିନୀପାଇୟାଇଲା 162-257-6K  
କୁନ୍ଦଳୀଶ୍ୱର ମହିଳାଙ୍କରେ ବିନ୍ଦୁମାନମହିଳାଙ୍କରେ - 10 ମୀ

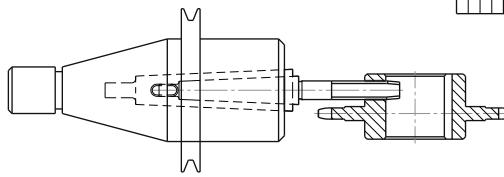
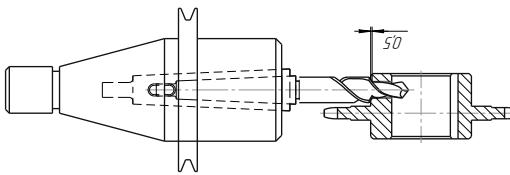
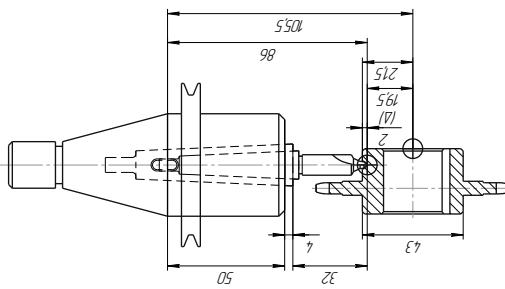
Кондоминиум ходя правомочної супроводи  
-домінії 125  
-правомочні 105

527001 Ф 1100 000 0021

1. Стакно центробежное 30 В-1 Р3\*5  
ГОСТ 4952-80  
Конс. №202-78.  
Конс. №202-1  
2. Втулка 602-04-1 ГОСТ 13598-85  
3. Втулка 40 ГОСТ 1112-784

1. Стакно спиральное 230-0371-4  
ГОСТ 1102-78.  
Конс. №202-1  
2. Втулка 602-04-1 ГОСТ 13598-85  
3. Втулка 40 ГОСТ 1112-784

1. Матриц. машинный №8  
ГОСТ 3266-81  
2. Втулка 602-04-1 ГОСТ 13598-85  
3. Втулка 40 ГОСТ 1112-784

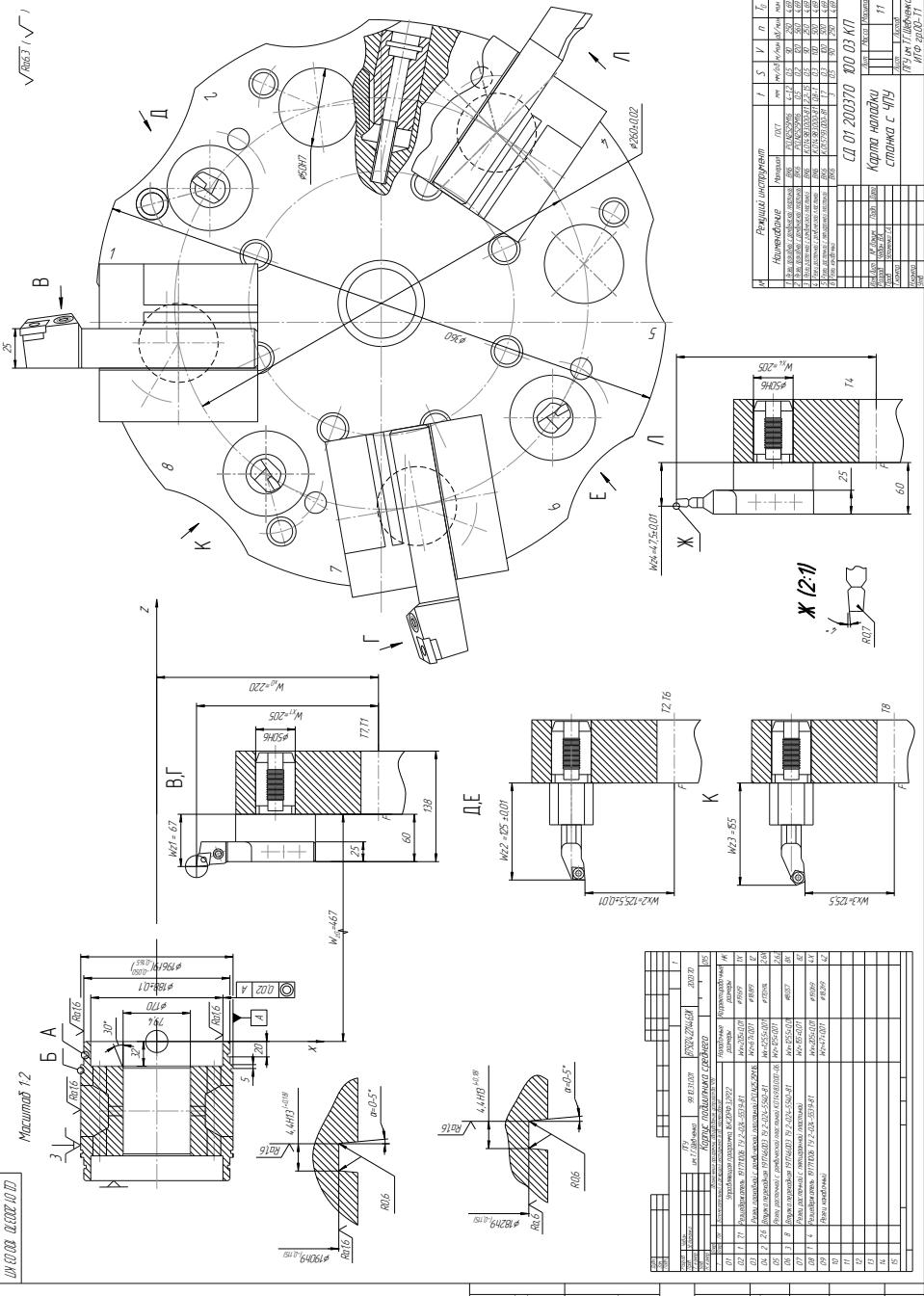


120 100 0 ПД Ф 101425	
Карти компакт для обесцвечивания сталь с фуг	Карти компакт для обесцвечивания сталь с фуг
ГОСТ 1102-78	ГОСТ 1102-78
ГОСТ 3266-81	ГОСТ 3266-81
ГОСТ 13598-85	ГОСТ 13598-85
ГОСТ 4952-80	ГОСТ 4952-80
ГОСТ 1112-784	ГОСТ 1112-784
ГОСТ 40-75	ГОСТ 40-75
ГОСТ 11011	ГОСТ 11011

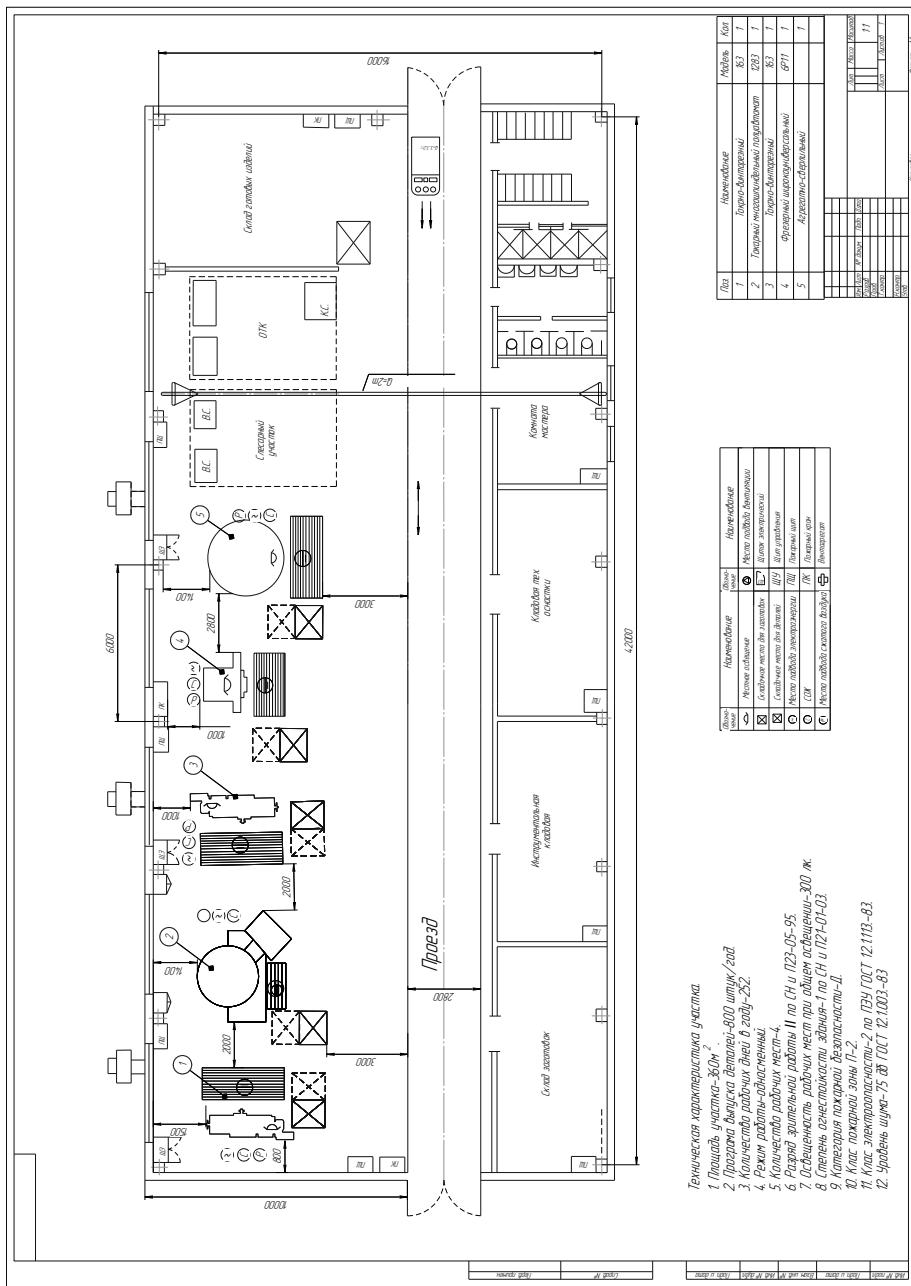
Конструктор Григорьев А.В.







### Приложение 3 пример планировки участка



ХОДААТЕРҮСТӨМӨНГҮРСЭН ААНЧЛЫГИЙН САЛГАА

1. Установка на участок -350-2?  
2. Установка на участок -350-2?  
3. Установка на участок -350-2?  
4. Ремонт радио-оборудования



#### 4.1. Краткие теоретические сведения.

Производительность обработки в основном определяется скоростями резания и подачи, но с их увеличением быстрее изнашивается инструмент. Таким образом, затраты времени на частые смены инструмента, его переточка и связанные с этим расходы могут свести на нет преимущества, полученные от увеличения параметров режима обработки. Для уменьшения затрат, связанных с износом инструмента, необходимо исследовать основные закономерности, изнашивания инструмента при различных условиях обработки.

Продолжительность резания до момента, когда максимальный линейный износ лезвия достигает допустимого значения (по экономическим или технологическим критериям), называется стойкостью режущего инструмента. Стойкость Т определяют в минутах.

Под оптимальным износом понимается такой износ, при котором общий срок службы инструмента  $E$  (ресурс) является наибольшим. Срок службы зависит от числа переточек и стойкости инструмента:

$$\sum T = K \cdot T$$

,

(4.1)

где  $K$  - число переточек, допустимых режущей частью при данном износе;

$T$  - машинное время работы (стойкость) инструмента, соответствующее данному износу, мин.

Количество переточек можно определить по выражению:

$$K = \frac{2/3 \cdot B}{\frac{h_3 \operatorname{tg} \alpha}{\cos \gamma} + 1}$$

(4.2)

где  $B$  - ширина режущей части (пластины) и направлении, перпендикулярном к главной режущей кромке, мм;  
 $h_3$  - максимальная ширина площадки износа по задней поверхности резца, мм;  
 $\alpha$  - задний угол.

