

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
Институт машиностроения  
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
Направление 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»  
Профиль «Технология машиностроения»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему:

**Технологический процесс изготовления рычага механизма  
расширения рабочей зоны вертикально - фрезерного станка**

Студент(ка)	<u>Добрина Н.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Резников Л.А.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Горина Л.Н.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Зубкова Н.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	_____	_____	(личная подпись)

**Допустить к защите**

И.о. заведующего кафедрой  
к.т.н, доцент

\_\_\_\_\_ А.В. Бобровский  
(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
Институт машиностроения  
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В.Бобровский

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

## ЗАДАНИЕ

### на выполнение выпускной квалификационной работы (уровень бакалавра)

**направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»  
профиль «Технология машиностроения»**

Студент Добринина Наталья Викторовна гр.ТМбз-1132

1. Тема Технологический процесс изготовления рычага механизма расширения рабочей зоны вертикально - фрезерного станка
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «\_\_» \_\_\_\_ 2016 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе *Материалы преддипломной практики*
4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

*Титульный лист.*

*Задание. Аннотация. Содержание. Введение*

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
2 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ  
3 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА  
4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
5 РАСЧЕТ И ПЛАНИРОВКА ЦЕХА  
6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА  
7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
ЗАКЛЮЧЕНИЕ  
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ  
ПРИЛОЖЕНИЯ

## АННОТАЦИЯ

УДК 621.91

Добринина Наталья Викторовна

Технологический процесс изготовления рычага механизма расширения рабочей зоны вертикально - фрезерного станка

Бакалаврская работа. Тольяттинский государственный университет. Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства» Тольятти, 2016 г.

Бакалаврская работа содержит листов пояснительной записки, приложения в количестве листов и чертежных листов формата А1.

В ходе бакалаврской работы была проделана следующая работа:

- разработан технологический процесс изготовления детали «Рычаг механизма расширения»;
- определен тип производства;
- произведен анализ технологичности конструкции детали;
- проведен технико-экономический анализ методов получения заготовки;
- спроектирован технологический процесс механической обработки рычага;
- произведен расчет припусков на механическую обработку;
- рассчитаны режимы резания;
- выбраны режущие инструменты, станок и контрольно–измерительные средства;
- произведено техническое нормирование;
- выбрано и рассчитано станочное приспособление;
- рассчитана планировка механосборочного цеха;
- освещены вопросы организации производства;

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ.....	6
2 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.....	26
3 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА .....	35
4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	40
5 РАСЧЕТ И ПЛАНИРОВКА ЦЕХА .....	41
6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.....	57
7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ .....	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	
ПРИЛОЖЕНИЯ	

## ВВЕДЕНИЕ

Текущие экономические условия диктуют особые условия для реализации и разработок технологических процессов, в том числе механической обработки деталей. Создаваемая новая продукция, в том числе инновационная, требует системного подхода ко всем этапам – от проектирования и моделирования изделий до их изготовления, с использованием современных средств труда. Современные станки с числовым программным управлением, реализующие технологии устройства, приспособления, режущий и контрольные инструменты претерпели значительное развитие за период последних 15-20 лет.

Старые подходы к разработке технологий механической обработки, определению необходимой номенклатуры орудий труда, определения экономических показателей, во многом неприемлемы в текущих условиях.

Целью бакалаврской работы является обеспечение заданной программы выпуска корпуса кольцевого зенкера в количестве 1 000 деталей в год.

В результате выполнения бакалаврской работы решены базовые задачи по определению задач проектирования, выполнена разработка основных частей технологического процесса механической обработки с определением элементов операционной технологии для условий среднесерийного и мелкосерийного производств. Определены режимы резания, произведен выбор заготовки, разработаны специализированные зажимное и контрольное приспособления, предложено использование разработанного режущего инструмента, позволяющего интенсифицировать режимы резания.

# 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

## 1.1 Служебное назначение, техническая характеристика изделия и базовых деталей

Деталь «Рычаг механизма расширения» является составляющей привода механизма поворота и входит в узел увеличения (расширения) рабочей зоны фрезерного станка.

## 1.2 Анализ технологичности базовых деталей

Базовой информацией для выполнения бакалаврской работы является рабочий чертеж детали, действующий технологический процесс ее изготовления и годовая производственная программа.

Конструктивно изделие «Рычаг механизма расширения» представляет собой среднегабаритную деталь со множеством ступеней, криволинейным профилем, диаметр наибольшей ступени 215 мм. При этом базовая цилиндрическая поверхность, выполненная по 7 качеству точности с шероховатостью  $R_a = 1.25 \text{ мкм}$ , имеются два резьбовых отверстия М8-7Н, которые располагаются на криволинейном профиле детали, на торцовых плоскостях детали представляют сложность резьбовые отверстия М20-7Н, которые располагаются под углом к главной оси детали. Требования к форме и взаимному расположению поверхностей детали составляют: для радиального биения шеек 0,03 мм; отклонение от соосности шеек диаметра 200 мм 0,03 мм, позиционный допуск резьбовых отверстий 0,6 мм; допуск параллельности плоскостей 0,03 мм.

### 1.3 Определение типа производства

Содержание технологического процесса зависит от организации производства или его типа.

В машиностроении различают три основных типа производства: единичное, серийное (мелкосерийное, среднесерийное, крупносерийное) и массовое.

Главным признаком их является количество (величина партии) и степень повторяемости изготавливаемых деталей.

Согласно количеству деталей в партии 20 штук и веса деталей принимаем единичное производство. В единичном производстве изготовление деталей совершается периодически повторяющимися партиями. Их обработка выполняется в основном на универсальных станках с ЧПУ, оснащенных инструментами и приспособлениями общего назначения.

### 1.4 Выбор метода и способа получения заготовки. Технико-экономическое обоснование

Предмет производства, из которого изменением формы, размеров, шероховатости и свойств материала изготавливают деталь, называется заготовкой.

По размерам она больше детали на величину общего припуска на обработку (всего срезаемого слоя). Детали сложной формы как крышка корпуса в условиях среднесерийного производства изготавливают из отливок, позволяющих намного сократить трудоёмкость обработок резанием и расход металла, превращаемого в стружку.

Заготовки детали можно получить двумя способами:

1. литьё в песчанно – глинистые формы с классом размерной точности отливки 8 ГОСТ26645-85.
2. литьё в кокиль под низким давлением без песчаных стержней с классом размерной точности отливки 7 ГОСТ26645-85.

Производим экономическое обоснование выбора заготовок на деталь.

## Вариант 1

Литьё в песчано-глинистые формы по ГОСТ 26645-85

Вес детали –43,9 кг, вес заготовки –53,1 кг.

Коэффициент использования металла

$K=0,82$  (82%).

## Вариант 2

Литьё в кокиль под низким давлением без песчаных стержней.

Вес детали – 43,9 кг, вес заготовки – 52,1 кг.

Коэффициент использования металла

$K=0,85$  (85%).

Исходя из экономической целесообразности, принимаем заготовку, полученную литьём в песчано-глинистые формы. Точность отливки 9-7-7-8 ГОСТ 26645-85. Размеры поверхностей отливок в разделе расчёт припусков и межоперационных размеров.

1.5 Анализ технологичности процессов механической обработки, применяемых на базовом предприятии

1.5.1 Анализ базового технологического процесса

Базовым технологическим процессом изготовления детали предусматривается использование в качестве исходных заготовок поковок, у которых в первую очередь ведут обработку цилиндрических поверхностей и растачивание отверстия, и деталь поступает на шлифовальную обработку, затем обрабатываются торцевые криволинейные поверхности, и фрезеруется криволинейный контур детали, после чего ведется обработка отверстий.

Обработку рычага ведут на универсальном оборудовании без применения специальных приспособлений и с использованием стандартного режущего и мерительного инструмента.

При выполнении бакалаврской работы нами было произведено



усовершенствование технологического процесса. Обработку детали мы производим на одном станке GDM 125- MC. Базовое отверстие детали обрабатывается сразу после обработки торцов. Токарная, шлифовальная, фрезерная, сверлильная обработки осуществляются на станке с ЧПУ. Шлифовальную операцию мы заменили прецизионным точением, что позволило отказаться от шлифовальной операции.

1.6 Выбор маршрутов и методов обработки поверхностей деталей с альтернативными вариантами. Маршрут обработки детали

Вариант 1.

Операция 005. Токарная.

Операция 010. Вертикально-фрезерная.

Операция 015. Вертикально-фрезерная с ЧПУ.

Операция 020. Вертикально-сверлильная.

Операция 025. Горизонтально-расточная.

Вариант 2.

Операция 005. Автоматическая токарно-револьверная многооперационная с ЧПУ.

1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки

1.7.1 Выбор металлорежущих станков

Операция 005. Автоматическая токарно-револьверная многооперационная с ЧПУ.

Токарный обрабатывающий центр GDM 125-MC

Диапазон обработки в патроне – 315 мм (левый шпиндель)

Диапазон обработки в патроне – 250 мм (правый шпиндель)

Максимальная длина обработки, управляемая ЧПУ станка – 1250 мм

Мощность двигателя – 30 кВт (левый шпиндель)

Мощность двигателя – 22 кВт (правый шпиндель)

Диаметр хвостовика – 40 мм

Приводные инструменты в каждой головке – 6

Мощность револьверной головки – 12 кВт

Общая длина со стружкоотводящим конвейером – 5830 мм

Общая длина со шкафом для инструмента – 3230 мм

Общая высота со шкафом для инструмента – 1900 мм

Вес станка – 10200 кг

### 1.7.2 Выбор станочных приспособлений

Операция 005. Автоматическая токарно-револьверная многооперационная с ЧПУ.

Патрон токарный трехкулачковый самоцентрирующий  
быстропереналаживаемый ПЗК-У-315Ф8.3

### 1.7.3 Выбор режущего инструмента

Операция 005. Автоматическая токарно-револьверная многооперационная с ЧПУ.

а) резец проходной с механическим креплением трехгранной пластины из твердого сплава ТУ 2-035-892-82 ВК6

б) фреза торцовая со вставными ножами, оснащенная пластинами из твердого сплава ГОСТ 22085-76 ВК6М

в) резец проходной с механическим креплением трехгранной пластины из твердого сплава ГОСТ 20872-80 ВК3М

г) резец канавочный с механическим креплением трехгранной пластины из твердого сплава ГОСТ 2-035-892-82 ВК6

д) резец расточной с механическим креплением трехгранной пластины из твердого сплава ГОСТ 2-035-1040-86 ВК6М

е) оправка расточная специальная с механическим креплением трехгранной пластины из твердого сплава ГОСТ 2-035-1040-86 ВК3

ж) сверло спиральное для зацентровки под сверление (по ОСТ 21120-5-80) ВК6

- з) сверло спиральное (по ОСТ2 И20-1-80) ВК6
- и) зенковка коническая быстрорежущая с коническим хвостовиком (ГОСТ 14953-80) ВК6М
- к) метчик машинный быстрорежущий Р6М5
- л) концевая фреза с затылованными зубьями по ГОСТ 4675-71 ВК3М
- м) развертка цилиндрическая ГОСТ 19265-73 ВК6

#### 1.7.4 Выбор контрольно-измерительных средств

Операция 005. Автоматическая токарно-револьверная многооперационная с ЧПУ.

- а) индикатор ИИ-10 ГОСТ577-68.
- б) штангенциркуль ШЦ-1 -125-0,1 .ГОСТ166-80.
- в) штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05 ГОСТ166-80.
- г) пробка М20-7Н СТП9202-89
- д) пробка М8-7Н СТП9202-89
- е) микрометр МК-300 ГОСТ6507-90
- ж) микрометр МК-350 ГОСТ6507-90
- з) микрометр МК-400 ГОСТ6507-90
- и) прибор для контроля резьбы
- к) калибр В=60Н8 СТП9203-81
- л) калибр В=36Н8 СТП9203-81

1.8 Разработка операций механической обработки, выбор и обоснование технологических баз, схем базирования и установки заготовки детали

Операция 005. Автоматическая токарно-револьверная многооперационная с ЧПУ.

1. Установить деталь в патрон, закрепить.
2. Подрезать торец выдерживая размер 153<sub>-0,4</sub> мм.

3. Фрезеровать торцевую поверхность, выдерживая размер  $69_{-0,3}$
4. Точить диаметр  $215_{-0,46}$  мм в размер  $69_{-0,3}$
5. Точить канавку (пов. 4,5,6) в размер  $17_{-0,18}$  мм
6. Расточить отверстие диаметром  $120H7^{+0,035}$
7. Точить канавку (пов. 9,10,11) в размер  $5_{-0,12}$
8. Переустановить деталь, закрепить
9. Подрезать торец в размер  $150_{-0,4}$
10. Фрезеровать торцевую поверхность, выдерживая размер  $36_{-0,25}$
11. Точить диаметр  $200g6$  мм в размер  $36_{-0,25}$
12. Фрезеровать криволинейный контур, выдерживая размеры по чертежу
13. Расточить отверстие диаметром  $59,5_{-0,3}$ , выдерживая размер  $45_{-0,25}$
14. Зенкеровать отверстие диаметром  $60H8^{+0,046}$   
выдерживая размер  $45_{-0,25}$
15. Снять фаску  $2 \times 45$
16. Центровать два отверстия (пов. 23)
17. Сверлить два отверстия (пов. 23) на длину 45
18. Рассверлить два отверстия диаметром 28 мм (пов.23)  
на глубину  $9_{-0,15}$
19. Нарезать резьбу M20-7H в двух отверстиях
20. Центровать два отверстия (пов. 18)
21. Сверлить два отверстия (пов. 18) на длину 60
22. Рассверлить два отверстия диаметром 28 мм (пов.18)  
на глубину  $9_{-0,15}$
23. Нарезать резьбу M20-7H в двух отверстиях на длину 34 мм
24. Центровать два отверстия (пов. 27)
25. Сверлить два отверстия (пов. 27)
26. Рассверлить два отверстия диаметром  $35,5^{+0,1}$  мм
27. Зенкеровать два отверстия диаметром  $36H8^{+0,039}$
28. Центровать два отверстия (пов. 29)
29. Сверлить два отверстия диаметром  $6^{+0,1}$  на длину 23

30. Снять фаску 1x45 в двух отверстиях

31. Нарезать резьбу М8-7Н в двух отверстиях на длину 12 мм

1.9 Назначение припусков и допусков по стандартам. Расчет припусков и межоперационных размеров для двух поверхностей

Припуски на заготовку назначаем по ГОСТ 26645-85.

Припуск на диаметр 120Н7 принимаем:

- предварительное точение 1,5 мм на сторону
- черновое точение 0,9 мм на сторону
- получистовое точение 0,25 мм на сторону
- чистовое точение 0,12мм на сторону

Припуск на диаметр 200g6 принимаем:

- предварительное точение 1,6мм на сторону
- черновое точение 0,9 мм на сторону
- получистовое точение 0,25 мм на сторону
- чистовое точение 0,15 мм на сторону

1.10 Расчет режимов резания

Переход 1. Подрезать торец в размер 153<sub>-0,4</sub>

Черновое точение:

Глубина резания  $t=2,5$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,25$  мм /об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v=170; T=50 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1 * 0,9 * 0,95=0,94$$

$$m=0,2; x=1; y=0,8;$$

$$V=170 * 0,94 / 50^{0,2} * 2,5^1 * 0,25^{0,8} = 83,2 \text{ м/мин}$$

$$n=1000 * V / P_i * D$$

$$n=1000*83,2/3,14*222=125 \text{ об/мин}$$

Чистовое точение:

Глубина резания  $t=2$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,17$  мм/об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v=120; T=50 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1*0,9*0,95=0,94$$

$$m=0,2; x=1; y=0,8;$$

$$V=120*0,94/50^{0,2}*2^1*0,17^{0,8}=113,2 \text{ м/мин}$$

$$n=1000*V/P_i*D$$

$$n=1000*113,2/3,14*222=167 \text{ об/мин}$$

Переход 2. Фрезеровать торец в размер  $69_{-0,3}$

Чистовое точение:

Глубина резания  $t=3$  мм; назначаем подачу  $S_z=0,15$  мм/зуб.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * D^q / T^m * t^x * S^y * B^u * Z^p$$

$$C_v=210; z=6; B=250 \text{ мм}; T=250 \text{ мин}; q=0,2; x=0,15; y=0,35; u=0,2; p=0; m=0,32;$$

$$K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1*0,9*0,95=0,94$$

$$V=200^{0,2}*210/250^{0,32}*3^{0,15}*0,15^{0,32}*250^{0,2}*6^0=89,3 \text{ м/мин}$$

$$n=1000*V/P_i*D$$

$$n=1000*89,3/3,14*200=143 \text{ об/мин}$$

Переход 3. Точить диаметр 215 мм в размер  $69_{-0,3}$

Черновое точение:

Глубина резания  $t=2,5$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,25$  мм /об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v=170; T=50 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1*0,9*0,95=0,94$$

$$m=0,2; x=1; y=0,8;$$

$$V=170*0,94/50^{0,2}*2,5^1*0,25^{0,8}=83,2 \text{ м/мин}$$

$$n=1000 * V / P_i * D$$

$$n=1000*83,2/3,14*222=125 \text{ об/мин}$$

Чистовое точение:

Глубина резания  $t=1$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,17$  мм/об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v=120; T=50 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1*0,9*0,95=0,94$$

$$m=0,2; x=1; y=0,8;$$

$$V=120*0,94/50^{0,2}*2^1*0,17^{0,8}=113,2 \text{ м/мин}$$

$$n=1000 * V / P_i * D$$

$$n=1000*113,2/3,14*222=167 \text{ об/мин}$$

Переход 4. Точить канавку (пов. 4,5,6) в размер по чертежу

Чистовое точение:

Глубина резания  $t=7,5$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,15$  мм /об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v=210; T=50 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1*0,9*0,95=0,94$$

$$m=0,2; x=1; y=0,8;$$

$$V=310*0,94/50^{0,2}*7,5^1*0,15^{0,8}=86,2 \text{ м/мин}$$

$$n=1000*V/P_i*D$$

$$n=1000*58,4/3,14*215=128 \text{ об/мин}$$

Переход 5. Расточить отверстие с диаметра 114,4 мм до диаметра 118,4 мм

Черновое точение:

Глубина резания  $t=2$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,3$  мм /об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v/T^m*t^x*S^y$$

$$C_v=120; T=50 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1*0,9*0,95=0,94$$

$$m=0,2; x=1; y=0,8;$$

$$V=120*0,94/50^{0,2}*2^1*0,3^{0,8}=71,8 \text{ м/мин}$$

$$n=1000*V/P_i*D$$

$$n=1000*71,8/3,14*114,4=200 \text{ об/мин}$$

Получистовое точение:

Глубина резания  $t=0,7$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,2$  мм /об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v/T^m*t^x*S^y$$

$$C_v=60; T=50 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1*0,9*0,95=0,94$$

$$m=0,2; x=1; y=0,8;$$

$$V=60*0,94/50^{0,2}*0,7^1*0,2^{0,8}=142,1 \text{ м/мин}$$

$$n=1000*V/P_i*D$$

$$n=1000*142,1/3,14*119,8=377 \text{ об/мин}$$



Переход 6. Расточить отверстие с диаметра 119,8 мм до диаметра 120H7 мм

Чистовое точение:

Глубина резания  $t=0,1$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,1$  мм /об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v=120; T=50 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1*0,9*0,95=0,94$$

$$m=0,2; x=1; y=0,8;$$

$$V=70*0,94/50^{0,2}*0,1^1*0,1^{0,8}=161 \text{ м/мин}$$

$$n=1000*V/P_i*D$$

$$n=1000*161/3,14*120=430 \text{ об/мин}$$

Переход 7. Точить канавку (пов. 9,10,11) в размер по чертежу

Чистовое точение:

Глубина резания  $t=5$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,15$  мм /об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v=210; T=50 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1*0,9*0,95=0,94$$

$$m=0,2; x=1; y=0,8;$$

$$V=210*0,94/50^{0,2}*5^1*0,15^{0,8}=87,6 \text{ м/мин}$$

$$n=1000*V/P_i*D$$

$$n=1000*87,6/3,14*205=138 \text{ об/мин}$$

Переход 8. Подрезать торец в размер 150<sub>-0,3</sub>

Черновое точение:

Глубина резания  $t=2$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,25$  мм /об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v=170; T=50 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1 * 0,9 * 0,95=0,94$$

$$m=0,2; x=1; y=0,8;$$

$$V=170 * 0,94 / 50^{0,2} * 2^1 * 0,25^{0,8}=117,8 \text{ м/мин}$$

$$n=1000 * V / P_i * D$$

$$n=1000 * 117,8 / 3,14 * 226=168 \text{ об/мин}$$

Чистовое точение:

Глубина резания  $t=1$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,2$  мм/об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v=90; T=50 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1 * 0,9 * 0,95=0,94$$

$$m=0,2; x=1; y=0,8;$$

$$V=90 * 0,94 / 50^{0,2} * 1^1 * 0,2^{0,8}=149 \text{ м/мин}$$

$$n=1000 * V / P_i * D$$

$$n=1000 * 149 / 3,14 * 226=210 \text{ об/мин}$$

Переход 9. Фрезеровать торец в размер  $36_{-0,25}$

Чистовое точение:

Глубина резания  $t=3$  мм; назначаем подачу  $S_z=0,15$  мм/зуб.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * D^q / T^m * t^x * S^y * B^u * Z^p$$

$$C_v=210; z=6; B=250 \text{ мм}; T=250 \text{ мин}; q=0,2; x=0,15; y=0,35; u=0,2; p=0; m=0,32;$$

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv} = 1,1; K_{nv} = 0,9; K_{uv} = 0,95;$$

$$K_{mv} = 1,1 * 0,9 * 0,95 = 0,94$$

$$V = 200^{0,2} * 210/250^{0,32} * 3^{0,15} * 0,15^{0,32} * 250^{0,2} * 6^0 = 89,3 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 * V / P_i * D$$

$$n = 1000 * 89,3 / 3,14 * 200 = 143 \text{ об/мин}$$

Переход 11. Точить диаметр 205,8 мм до диаметра 201,8 мм в размер 36<sub>-0,25</sub>

Черновое точение:

Глубина резания  $t = 2$  мм; назначаем подачу  $S_o = 0,25$  мм /об.

Определяем скорость резания:

$$V = C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v = 190; T = 50 \text{ мин}; K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv} = 1,1; K_{nv} = 0,9; K_{uv} = 0,95;$$

$$K_{mv} = 1,1 * 0,9 * 0,95 = 0,94$$

$$m = 0,2; x = 1; y = 0,8;$$

$$V = 190 * 0,94 / 50^{0,2} * 2^1 * 0,25^{0,8} = 131,6 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 * V / P_i * D$$

$$n = 1000 * 131,6 / 3,14 * 201,8 = 208 \text{ об/мин}$$

Получистовое точение:

Глубина резания  $t = 0,8$  мм; назначаем подачу  $S_o = 0,2$  мм/об.

Определяем скорость резания:

$$V = C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v = 80; T = 50 \text{ мин}; K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv} = 1,1; K_{nv} = 0,9; K_{uv} = 0,95;$$

$$K_{mv} = 1,1 * 0,9 * 0,95 = 0,94$$

$$m = 0,2; x = 1; y = 0,8;$$

$$V = 80 * 0,94 / 50^{0,2} * 0,8^1 * 0,2^{0,8} = 165 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 * V / P_i * D$$

$$n=1000*165/3,14*200,2=264 \text{ об/мин}$$

Переход 12. Точить диаметр 200,2 мм до диаметра 200гб мм в размер 36-0,25

Чистовое точение:

Глубина резания  $t=0,1$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,1$  мм/об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v=70; T=50 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1*0,9*0,95=0,94$$

$$m=0,2; x=1; y=0,8;$$

$$V=70*0,94/50^{0,2}*0,1^1*0,1^{0,8}=178,1 \text{ м/мин}$$

$$n=1000*V/P_i*D$$

$$n=1000*178,1/3,14*200=284 \text{ об/мин}$$

Переход 13. Фрезеровать криволинейный профиль (пов. 13)

Чистовое точение:

Глубина резания  $t=4,5$  мм; назначаем подачу  $S_z=0,1$  мм/зуб.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * D^q / T^m * t^x * S^y * B^u * z^p$$

$$C_v=500; z=6; B=45 \text{ мм}; T=180 \text{ мин}; q=0,17; x=0,38; y=0,28; u=0,08; p=0,1;$$

$$m=0,33; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1*0,9*0,95=0,94$$

$$V=500^{0,2}*10^{0,17}/180^{0,32}*4,5^{0,38}*0,1^{0,28}*45^{0,08}*6^{0,1}=41,1 \text{ м/мин}$$

$$n=1000*V/P_i*D$$

$$n=1000*41,1/3,14*10=1250 \text{ об/мин}$$

#### Переход 14. Расточить отверстие с диаметра 55 мм до диаметра 58 мм

Черновое точение:

Глубина резания  $t=1,5$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,3$  мм /об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v=150; T=50 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1 * 0,9 * 0,95=0,94$$

$$m=0,2; x=1; y=0,8;$$

$$V=150 * 0,94 / 50^{0,2} * 1,5^1 * 0,3^{0,8}=119,8 \text{ м/мин}$$

$$n=1000 * V / P_i * D$$

$$n=1000 * 119,8 / 3,14 * 58=658 \text{ об/мин}$$

Получистовое точение:

Глубина резания  $t=0,75$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,2$  мм /об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v=100; T=50 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1 * 0,9 * 0,95=0,94$$

$$m=0,2; x=1; y=0,8;$$

$$V=100 * 0,94 / 50^{0,2} * 0,75^1 * 0,2^{0,8}=131,5 \text{ м/мин}$$

$$n=1000 * V / P_i * D$$

$$n=1000 * 131,5 / 3,14 * 59,5=683 \text{ об/мин}$$

#### Переход 15. Зенкеровать отверстие диаметром 60H7мм

Чистовое точение:

Глубина резания  $t=0,25$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,1$  мм /об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^{m*} t^{x*} S^y$$

$$C_v=60; T=110 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1*0,9*0,95=0,94$$

$$m=0,2; x=1; y=0,8; q=0,3$$

$$V=60*60^{0,3}/110^{0,3}*0,250^{0,15}*0,1^{0,4}=154 \text{ м/мин}$$

$$n=1000*V/P_i*D$$

$$n=1000*154/3,14*60=700 \text{ об/мин}$$

Переход 16. Зенкеровать фаску 2,5x45 мм

Чистовое точение:

Глубина резания  $t=2,5$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,1$  мм /об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^{m*} t^{x*} S^y$$

$$C_v=60; T=110 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1*0,9*0,95=0,94$$

$$m=0,2; x=1; y=0,8; q=0,3$$

$$V=60*60^{0,3}/110^{0,3}*0,250^{0,15}*0,1^{0,4}=154 \text{ м/мин}$$

$$n=1000*V/P_i*D$$

$$n=1000*154/3,14*60=700 \text{ об/мин}$$

Переход 17. Центровать два отверстия диаметром 10 мм на глубину 5 мм

Глубина резания  $t=5$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,24$  мм /об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v=34; T=45 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1 * 0,9 * 0,95=0,94$$

$$m=0,2; y=0,3; q=0,45$$

$$V=34 * 10^{0,45} / 45^{0,2} * 0,24^{0,3} = 68,7 \text{ м/мин}$$

$$n=1000 * V / P_i * D$$

$$n=1000 * 68,7 / 3,14 * 10 = 2100 \text{ об/мин}$$

Переход 18. Сверлить два отверстия диаметром 15 мм на глубину 52 мм

Глубина резания  $t=7,5$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,31$  мм /об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v=17,1; T=45 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1 * 0,9 * 0,95=0,94$$

$$m=0,2; y=0,4; q=0,25$$

$$V=17,1 * 15^{0,25} / 45^{0,2} * 0,31^{0,4} = 25,1 \text{ м/мин}$$

$$n=1000 * V / P_i * D$$

$$n=1000 * 25 / 3,14 * 15 = 530 \text{ об/мин}$$

Переход 19. Сверлить два отверстия диаметром 28 мм на глубину 9 мм

Глубина резания  $t=6,5$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,24$  мм /об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v=23; T=45 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1*0,9*0,95=0,94$$

$$m=0,2; y=0,3; q=0,45; x=0,1$$

$$V=23*28^{0,45}/45^{0,2}*0,24^{0,3}*6,5^{0,1}=61,1 \text{ м/мин}$$

$$n=1000*V/P_i*D$$

$$n=1000*61,1/3,14*28=690 \text{ об/мин}$$

Переход 20. Нарезать резьбу М20-7Н в двух отверстиях на глубину 34 мм

Глубина резания  $t=2,5$  мм; назначаем подачу  $S_o=2,5$  мм /об.

$$V=10 \text{ м/мин}$$

$$n=1000*10/3,14*20=160 \text{ об/мин}$$

Переход 21. Центровать два отверстия диаметром 10 мм на глубину 5 мм

Глубина резания  $t=5$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,24$  мм /об.

Определяем скорость резания:

$$V=C_v * K_v / T^m * t^x * S^y$$

$$C_v=34; T=45 \text{ мин}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1*0,9*0,95=0,94$$

$$m=0,2; y=0,3; q=0,45$$

$$V=34*10^{0,45}/45^{0,2}*0,24^{0,3}=68,7 \text{ м/мин}$$

$$n=1000*V/P_i*D$$

$$n=1000*68,7/3,14*10=2100 \text{ об/мин}$$

Переход 22. Сверлить два отверстия диаметром 15 мм на глубину 52 мм

Глубина резания  $t=7,5$  мм; назначаем подачу  $S_o=0,31$  мм /об.

Определяем скорость резания:



$$V=C_v * K_v/T^m * t^x * S^y$$

$$C_v=17,1; T=45 \text{ МИН}; K_v=K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$$

$$K_{mv}=1,1; K_{nv}=0,9; K_{uv}=0,95;$$

$$K_{mv}=1,1 * 0,9 * 0,95=0,94$$

$$m=0,2; y=0,4; q=0,25$$

$$V=17,1 * 15^{0,25} / 45^{0,2} * 0,31^{0,4} = 25,1 \text{ м/МИН}$$

$$n=1000 * V/P_i * D$$

$$n=1000 * 25/3,14 * 15 = 530 \text{ об/МИН}$$

## 2 РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

### 2.1 Назначение, состав и описание работы приспособления.

#### Классификация станочных приспособлений

#### Назначение, состав и описание работы приспособления

Патроны токарные быстропереналаживаемые универсальные предназначены для центрирования и закрепления заготовок в кулачках либо в центрах, что достигается заменой сменной вставки (1). Патрон позволяет повысить точность обработки за счет равномерного распределения усилия зажима между кулачками, что уменьшает радиальное биение и кривизну обработанных деталей относительно базовых поверхностей. Патрон обеспечивает быструю замену кулачков и их быструю переналадку с зажима заготовки при ее установке в центрах на зажим заготовки при ее установке в кулачках (за счет смены втулки с плавающим центром на втулку с отверстием). При этом благодаря наличию отверстия патрон обеспечивает возможность обработки как штучных, так и прутковых заготовок. Зажим и разжим заготовки в патроне осуществляется от гидравлических приводов. Для компенсации влияния центробежных сил на силу зажима при высокой частоте вращения шпинделя конструкцией патрона предусмотрено наличие контргруза, соединенного рычагом с основным кулачком.

Плавающий центр в патроне подпружинен пакетом тарельчатых пружин, сжимаемых при утапливании центра под действием усилия заднего вращающегося центра, установленного в панели задней бабки. Величина усилий тарельчатых пружин в центре и поджима пиноли задней бабки к центру влияет на точность обработки. Высокая точность обработки обеспечивается при таком соотношении усилий поджима пиноли задней бабки и тарельчатых пружин, при котором гарантируется стабильность положения заготовки в радиальном направлении во время ее резания. Усилие тарельчатых пружин во

время контакта с торцом заготовки и опорной поверхности фланца патрона должны быть не менее 5,5 – 6 кН. Усилие поджима пиноли задней бабки на плавающий центр должно превышать усилие тарельчатых пружин после контакта заготовки с опорной поверхностью фланца патрона не менее чем на 7,5-8 кН.

## 2.2 Расчет приспособления

Исходными данными для расчета быстропереналаживаемого патрона являются: диаметр заготовки и длина базы заготовки, мм;  $M_{кр}$  – крутящий момент от сил резания, Н·м.

В нашем случае  $d_{заг} = 215$  мм,  $L_{заг} = 150$  мм,  $M_{кр} = 6$  Н·м По известному значению  $d_{заг}$  по табл.13 находим геометрические размеры тонкостенной гильзы  $d$ ,  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $H$  и  $T$ , давление  $P_r$  в полости; силовые факторы  $P_k$  и  $Q$ , а также размер  $2l$  (при выбранном  $P_r$ ).

$$d = 85,03^{+0,036} \text{ мм}, D_1 = 89,13^{+0,05} \text{ мм}, D_2 = 103 \text{ мм}, H = 12 \text{ мм} \text{ и } T = 11 \text{ мм},$$

$$P_r = 33 \text{ МПа}, P_k = 21 \text{ МПа} \text{ и } Q = 97 \text{ Н/мм}, 2l = 27 \text{ мм}.$$

Из конструктивных соображений выбираем длину  $L_r$  тонкостенного участка гильзы оправки в пределах  $L_{заг} > L_r > 2l$ .

$$72 \text{ мм} > 30 \text{ мм} > 27 \text{ мм}. L_r = 30 \text{ мм}.$$

Вычисляем гарантированный крутящий момент (Н·м), передаваемый патроном:

$$M_{кр.гар.} = \pi D_{заг} f [Q + 0.5 P_k (L_r - 2l)], \text{ где } f = 0.16 - 0.2 - \text{коэффициент трения.}$$

$$M_{кр.гар.} = \pi D_{заг}^2 f [Q + 0.5 P_k (L_r - 2l)] = 3.14 \cdot 85^2 \cdot 0,18 \cdot [97 + 0.5 \cdot 21 \cdot (30 - 27)] \\ = 524.7 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Должно соблюдаться условие:  $M_{кр.гар.} > K M_{кр.}$ , где  $K = 2,5$  – коэффициент запаса.  
 $524,7 \text{ Н} \cdot \text{мм} > 2,5 \cdot 4 \text{ Н} \cdot \text{мм}$ , условие соблюдается.

По выбранному значению  $P_r$  по табл.13 определяют наибольшее напряжение  $\sigma_{max} = 900$  МПа, возникающее в материале тонкостенной гильзы оправки, а по табл.12 материал этой гильзы – сталь 55С2.

Допуск на разностенность в поперечном сечении тонкостенного участка гильзы – не более 0,02 ( $D_1 - d$ ) = 0,082мм.

Допуск радиального биения тонкостенной гильзы относительно оси вращения шпинделя станка по 2 – 3-й степеням точности.

### 2.2.1 Расчет сил резания

Рассчитаем силы резания по следующей зависимости:

$$P_{z,y} = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p, \quad (2.1)$$

где  $C_p, x, y, n$  – соответствующие коэффициенты, зависящие от вида и условий обработки. При обработке поковки резцом, оснащенным пластиной из твердого сплава для расчета  $P_z$  равны:  $C_p=40, x=1, y=0,75, n=0$ ; расчет  $P_y$  для данных условий не производится.

$K_p$  является поправочным коэффициентом и представляет собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания:

$$K_p = K_{mp} \times K_{\varphi p} \times K_{jp} \times K_{\lambda p}, \quad (2.2)$$

где  $K_{mp}=0,1$  – учитывающий влияние обрабатываемости коэффициент;

$K_{\varphi p}$  – коэффициент, угла влияние учитывающий в плане резца на силы, равный при  $\varphi = 95^\circ$   $K_{\varphi p}=0,89$ ;

$K_{jp}$  – коэффициент, учитывающий влияние переднего угла резца –  $K_{jp}=1,0$ ;

$K_{\lambda p}$  – коэффициент, учитывающий влияние угла наклона режущей кромки,  $K_{\lambda p}=1,03$ .

Подставив исходные данные в формулы 6.1 и 6.2, получаем:

$$P_z = 10 \times 40 \times 1,5^{1,0} \times 1^{0,75} \times 458,6^0 \times 1,03 = 76,88 \text{ Н.}$$

## 2.2.2 Расчет усилия зажима

На рис. 2.1 представлена схема закрепления заготовки.

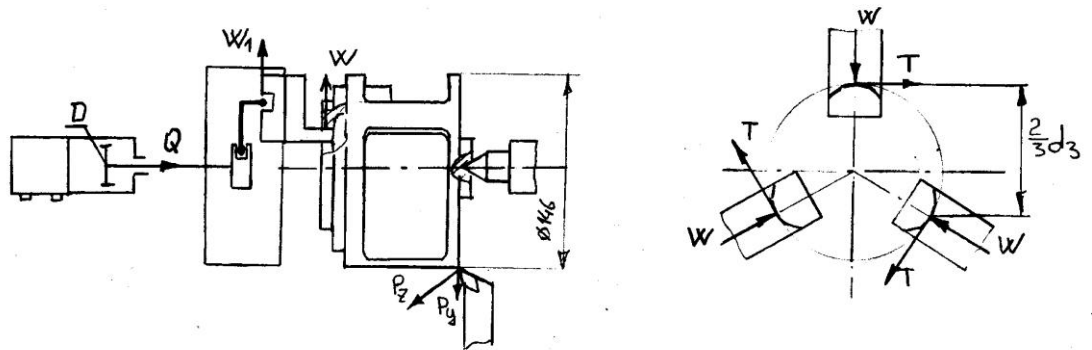


Рисунок 2.1 - Схема закрепления заготовки

Момент резания, стремящийся повернуть заготовку в кулачках:

$$M_p = \frac{P_2 \times d_o}{2}, \quad (2.3)$$

Момент, препятствующий повороту:

$$M_3 = \frac{T \times d_3}{2} = \frac{W \times f \times d_3}{2}, \quad (2.4)$$

где  $W$  - суммарное усилие зажима, приходящееся на три кулачка, Н;  
 $f$  – коэффициент трения на рабочей поверхности сменного кулачка.

Из равенства моментов  $M_p$  и  $M_3$  определяем необходимое усилие зажима, препятствующее повороту заготовки в кулачках:

$$W' = \frac{K \times P_z \times d_o}{f \times d_3} = \frac{2K \times P_z' \times d_1}{f \times d_2}, \quad (2.5)$$

Значение коэффициента запаса  $K$  в зависимости от конкретных условий выполнения технологической операции, определяется по формуле:

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6, \quad (2.6)$$

где  $K_0 = 1,5$  – гарантированный коэффициент запаса;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях: при чистовой обработке  $K_1 = 1,0$  ;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления РИ:  $K_2 = 1,0$ ;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при непрерывном резании:  $K_3 = 1,0$ ;

$K_4$  – коэффициент, характеризующий постоянную силы, развиваемой зажимным механизмом:  $K_4 = 1,0$  для механизированных приводов;

$K_5$  – характеризует эргономику немеханизированного зажимного механизма, для механизированного привода  $K_5 = 1,0$ ;

Коэффициент  $K$  равен:

$$K = 1,5 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,5.$$

Коэффициент трения  $f$  между заготовкой и сменным кулачком с кольцевыми канавками равен  $f = 0,3$ .

Подставив в формулу 6.5 исходные данные, получим:

$$W' = \frac{2 \times 1,5 \times 16,88 \times 146}{0,3 \times 60,5} = 407,35 \text{ Н}.$$

Величина усилия зажима  $W_1$ , прикладываемая к постоянным кулачкам несколько увеличивается по сравнению с усилием  $W$  и рассчитывается по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left( \frac{3l_k}{H_k} \times f_1 \right)}, \quad (2.7)$$

где  $l_k$  – вылет кулачка, мм;

$H_k$  – длина направляющей постоянного кулачка, мм;

$f$  – коэффициент трения в направляющих постоянного кулачка и корпуса ( $f = 0,1$  для полусухого трения стали по стали).

Значение  $l_k$  и  $H_k$  принимаются на основе опыта ВАЗа. В данном случае

$H_k = 80$  мм, вылет  $l_k = 80$  мм.

Подставив исходные данные в формулу 6.6, получим:

$$W_1 = \frac{407,35}{1 - \left( \frac{3 \times 80}{80} \times 0,1 \right)} = 582 \text{ Н.}$$

Ориентировочно найдем диаметр (наружный) патрона:

$$D_n \approx d_2 + 2H_k = 180 + 2 \times 80 = 340 \text{ мм.}$$

Принимаем рычажный зажимной механизм с  $i_c = 2$  (окончательно уточнится после проектирования патрона).

При расчете зажимного механизма определится

В начале попытаемся применить пневматический привод, так как в любом производстве имеются трубопроводы для подачи сжатого воздуха.

Диаметр поршня пневмоцилиндра определяется по формуле:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (2.9)$$

где  $P$  – избыточное давление воздуха, принимаемое в расчетах равным 0,4 МПа.

Ход поршня цилиндра рассчитывается по формуле:

$$S_Q = \frac{S_w}{i_N} = \frac{5}{0,5} = 10 \text{ мм}, \quad (2.10)$$

где  $S_w$  – свободный ход кулачков, который принять равным  $S$  мм;

$i_N = \frac{1}{i_C}$  – передаточное отношение зажимного механизма по

перемещению. Значение  $S_Q$  нужно принимать с запасом 10 мм.

Подставляя значения в 6.8, имеем:

$$D = 1,13 \times \sqrt{\frac{867}{0,4}} = 187,47 \text{ мм.}$$

Принимаем конструктивно  $D = 200$  мм,  $S_Q = 80$  мм.

## 2.2.4 Определение погрешности установки

Погрешность установки детали в приспособление будет складываться из погрешностей установок в трехкулачковый самоцентрирующий патрон.

Погрешность установки в трехкулачковый самоцентрирующий патрон определяем в зависимости от качества обрабатываемой поверхности по табл.2 главы 8 []. Погрешность установки  $\varepsilon_y$  в трехкулачковом патроне без выверки составляет, при диаметре заготовки 85 мм и базой полученной чистовым точением, 30 мкм.

Погрешность установки определяется по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2}, \quad (2.11)$$

где  $\varepsilon_6$  – погрешность базирования, равная при данной схеме нулю, так как измерительная база используется в качестве технологической;

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления – это смещение измерительной базы под действием сил зажима ( в данном случае можно принять  $\varepsilon_3 = 0$ ).

$\varepsilon_{пр}$  – погрешность элементов приспособления, зависящая от точности их изготовления.

$$\varepsilon_y = \frac{\omega A \Delta}{2} = \frac{1}{2} \times \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}, \quad (2.12)$$

где  $\Delta_1$  и  $\Delta_3$  – погрешности, возникающие вследствие неточности изготовления размеров  $A_1$  и  $A_3$ :

$$\Delta_1 = T A_1 = 0,009 \text{ мм}; \quad \Delta_3 = T A_3 = 0,004 \text{ мм}.$$

$\Delta_2$ ,  $\Delta_4$  и  $\Delta_6$  - погрешности из-за колебания зазоров в сопряжениях ( $\Delta_2$ ,  $\Delta_4$ ,  $\Delta_6 = S_{нб} - S_{нм}$ ).

$$\Delta_2 = 0,007 \text{ мм};$$

$$\Delta_4 = 0,008 \text{ мм};$$

$$\Delta_6 = 0,008 \text{ мм};$$



$\Delta_5$  – погрешность, появляющаяся из-за неточности изготовления рычага, равная:

$$\Delta_5 = A \sin \times \Delta\beta = 65 \times \sin 10' = 0,17 \text{ мм.}$$

Погрешность установки при чистовой обработке не должна превышать:

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 T d_0 = 0,3 \times 0,2 = 0,06 \text{ мм;}$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \times \sqrt{0,009^2 + 0,007^2 + 0,004^2 + 0,008^2 + 0,17^2 0,008^2} = 0,035 \text{ мм.}$$

Патрон удовлетворяет заданной точности.

Таким образом, погрешность установки детали в приспособление составит 0,035мм, что укладывается в размер допуска на размер 36H8 по 8 качеству 0,039мм.

### 2.2.5 Описание конструкции приспособления

Приспособление предназначено для установки и закрепления заготовки при обработке на обрабатывающем центре с ЧПУ.

Приспособление содержит патрон и силовой привод. Патрон содержит корпус 3, в Т-образных направляющих которого расположены постоянные кулачки 4, к которым жестко прикреплены сменные кулачки 5. Постоянные кулачки 4 через рычажный зажимной механизм и центровик связаны с силовым приводом приспособления. Силовой привод содержит вращающийся корпус 10, который жестко закреплен на заднем конце шпинделя. В полости корпуса 10 расположены шток-поршень 11 с уплотнениями 12 и задняя крышка 14. На выступе задней крышки 14 смонтирована люфта для подвода сжатого воздуха, которая включает корпус 22, подшипник 39 и уплотнения 29.

Приспособление работает следующим образом. При подаче сжатого воздуха в левую полость поршень со штоком и центровиком патрона смещается слева направо, в результате через зажимной механизм и кулачки происходит закрепление заготовки.

При подаче сжатого воздуха в правую полость система возвращается в исходное положение и происходит раскрепление заготовки.

#### 2.2.4. Оценка эффективности приспособления

Применение приспособлений экономически выгодно в том случае, если годовая экономия от его применения, больше годовых затрат, связанных с его эксплуатацией. Экономическая эффективность любого приспособления определяется также величиной срока окупаемости, т.е. срока, в течение которого затраты на приспособление будут возмещены за счет экономии от снижения себестоимости обрабатываемых деталей.

Специальное приспособление позволяет перенести операции по обработке данных отверстий с радиально-сверлильного на токарный станок, что приведет к высвобождению оборудования, что позволит догрузить его за счет других изделий и получить дополнительную прибыль.

Процесс транспортирования заготовок от операции к операции при этом значительно сокращается и упрощается, что отражается на подготовительно-заключительном времени, а, следовательно, и на себестоимости.

Из тех. процесса исключаются трудоемкие слесарные операции и операции разметки, что позволяет значительно сократить операционное время и отразиться на себестоимости.

Окупаемость данного приспособления при программе 500 шт. в год составит порядка трех месяцев, что говорит о явном преимуществе при его использовании.

### 3 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

#### 3.1 Назначение, устройство и работа инструмента

Метчики по конструкции и назначению делят на машинные, машинно-ручные, ручные, гаечные, плашечные, маточные, калибровочные, для конической резьбы.

специальные. Все основные типы метчиков стандартизованы. Конструктивные элементы метчиков выбирают по приведенным ниже данным.

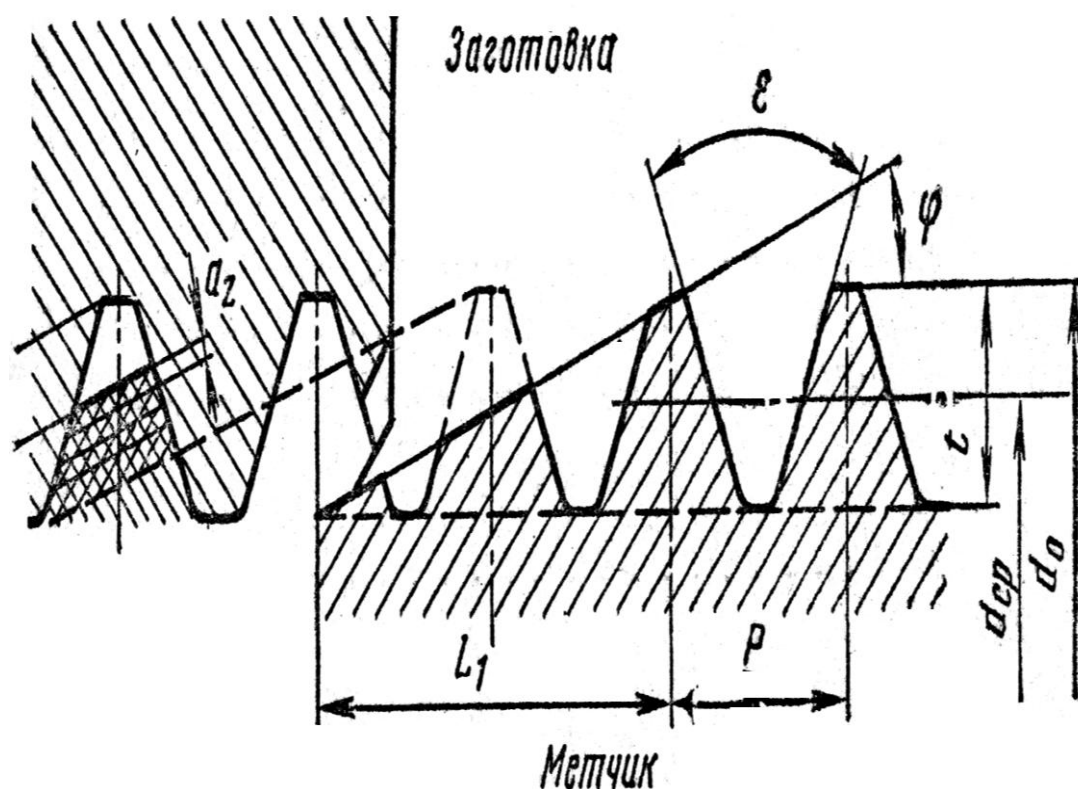


Рисунок 3.1 - Элементы заборной части метчика

1. Диаметр  $d_2$  заборной части на переднем торце метчика делается меньше внутреннего диаметра резьбы на следующую величину: при диаметре до 18 мм — на 0,1—0,15 при диаметре 20—39 мм — на 0,2—0,25 мм; при диаметре 42—52 мм — на 0,3—0,35 мм.

## 2. Длина заборной части метчика

$$l_1 = \frac{H}{\operatorname{tg} \varphi} \text{ или } l_1 = \frac{H}{\sigma z},$$

где  $H$  — высота профиля резьбы;  $\varphi$  — угол заборной части метчика;  $z$  — число стружечных канавок метчика;  $\sigma$  — коэффициент, равный отношению толщины стружки  $a_z$  к шагу  $P$  нарезаемой резьбы;  $\sigma = \frac{a_z}{P}$

Значение  $a$  принимает 0,003—0,05. Элементы заборной части метчика показаны на рис.

## 3. Угол заборной части

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{d_0 - d_3}{2l_1}, \text{ где } d_0 \text{ — наружный диаметр резьбы метчика; } d_3 \text{ — отверстия}$$

заготовки под резьбу.

4. Основные размеры, число канавок метчика, профиль и размеры канавок определяют по ГОСТ 3266—81.

5. Передний угол  $\gamma$  на заборной и калибрующей частях и задний угол  $\alpha$  на заборной части метчика рис.2 выбирают по следующим данным:

### 3.2 Выбор материала и геометрии режущей части инструмента

*Материал заготовки ,*

<i>Сталь:</i>	$\gamma, ^\circ$
$G\delta < 600 \text{ МПа } (< 60 \text{ кгс/мм}^2)$ .....	15
$G\delta = 600 \div 900 \text{ МПа } (\sim 60 \text{—} 90 \text{ кгс/мм}^2)$ .....	10
$G\delta > 900 \text{ МПа } (> 90 \text{ кгс/мм}^2)$ .....	5

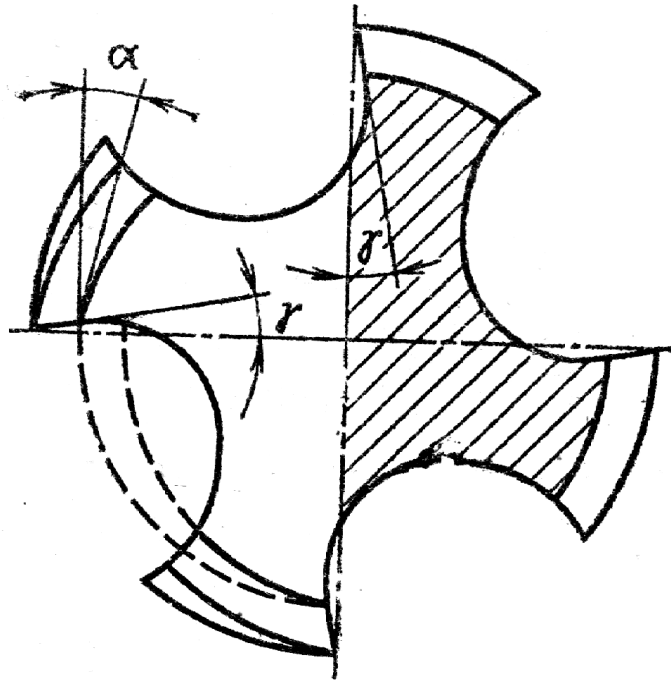


Рисунок 3.2 - Геометрические элементы метчика

6. Затылование на длине заборной части  $K = \frac{\pi d_0}{z} \operatorname{tg} \alpha$ .

7. Обратная конусность на калибрующей части составляет 0,05—0,10 мм на 100 мм длины (в зависимости от метода образования резьбы на метчике).

8. Размеры профиля резьбы чистовых метчиков определяют по стандартам на определенный тип резьбы. Диаметры резьбы черновых метчиков в комплекте из 2 шт. определяют по следующим формулам (для метрической резьбы):

наружный диаметр:

наибольший  $d''_ч = d' - 0,25 P$ ;

наименьший  $d'_ч = d''_ч - \text{допуск } h 11$ ;

средний диаметр:

наибольший  $d''_{2ч} = d'_{2ч} - 0,07 \sqrt{P}$ ;

наименьший  $d'_{2ч} = d''_{2ч} - \text{допуск } h 9$ ;

внутренний диаметр: ...

$$\text{наибольший } d''_{1ч} = d''_1 - 0,07 \sqrt{P};$$

наименьший — не нормируется.

У метчиков в комплекте из 3 шт. диаметры резьбы определяют по следующим формулам:

для чернового метчика:

наружный диаметр;

$$\text{наибольший } d''_ч = d' - 0,55 P;$$

$$\text{наименьший } d'_ч = d''_ч - \text{допуск } h 11;$$

средний диаметр:

$$\text{наибольший } d''_{2ч} = d'_2 - 0,16P;$$

$$\text{наименьший } d'_{2ч} = d''_{2ч} - 0,25 - \text{допуск } h 9;$$

внутренний диаметр:

$$\text{наибольший } d''_{1ч} = d'_{1.}(0,034 + 0,12 \sqrt{P});$$

наименьший — не нормируется;

для среднего метчика:

наружный диаметр:

$$\text{наибольший } d''_с = d' - 0,17 P;$$

$$\text{наименьший } d'_с = d''_с - \text{допуск } h 11;$$

средний диаметр:

$$\text{наибольший } d''_{2с} = d'_{2с} - 0,067 \sqrt{P}$$

$$\text{наименьший } d'_{2с} = d''_{2с} - \text{допуск } h 9;$$

внутренний диаметр наибольший  $d''_{1с} = d'_{1.} - 0,09 \sqrt{P}$ .

Допустимое отклонение для половины угла профиля  $\frac{\alpha}{2}$

и шага резьбы  $P$  на определенном отрезке длины определяется по

ГОСТ 16925-71.

Стандартом на допуски на резьбу метчиков (ГОСТ 16925—71) предусмотрено изготовление метчиков трех степеней точности (*H1*, *H2* и *Я3*) для метрической резьбы с посадками скольжения и двух степеней точности (*G1* и *G2*) для резьбы с посадками с зазорами.

Метчики предназначены для нарезания резьбы следующих степеней точности:

Степень точности метчика	<i>H1</i>	<i>H2</i>	<i>H3</i>	<i>G1</i>	<i>G2</i>	
Степень точности нарезаемой резьбы .....	4H5H,	5H6H	5H6H,	6H	6H, 7H	<i>G6</i> <i>G7</i>

9. Размеры и допуски диаметров и квадратов хвостовиков метчиков должны соответствовать СТ СЭВ 150—75.

10. Метчики машинные, гаечные и специального назначения со шлифованным профилем изготавливают из быстрорежущих сталей P6M5, P9, P18. Метчики диаметром 10 мм и выше изготавливают из быстрорежущей стали только сварными. Ручные метчики изготавливают из сталей У10А— У12А, 9ХС ХВГ и др. Твердость режущей части метчиков *HRC* 61—65; твердость хвостовиков с «квадратом» *HRC* 30—50 (в зависимости от стали и диаметра метчика).

## 4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

### 4.1 Назначение, состав и описание работы средства автоматизации

Гибкие производственные модули (ГПМ), гибкие автоматизированные участки (ГАУ) и гибкие автоматизированные линии (ГАЛ) должны стать основными видами гибких автоматизированных производственных систем в машиностроении. В дальнейшем, по мере их совершенствования, будут создаваться гибкие автоматизированные цехи (ГАЦ) и гибкие автоматизированные заводы, которые могут включать автоматизированные системы управления (АСУ) производством, типовые системы автоматизированного проектирования (САПР машиностроения) и автоматизированные системы технологической подготовки производства (АСТПП).

Точные границы области рационального применения различных видов оборудования в зависимости от типа производства очертить невозможно, так как они зависят от конкретных технико-экономических показателей и характера обрабатываемых деталей. Построенные на основе статистических данных примерные границы практического использования различных типов оборудования и комплексов, различающихся уровнем автоматизации, показаны на рис.1 Заштрихованная часть области для ГПС статистически соответствует наиболее частому их использованию и определяет направление научно-исследовательских и поисковых работ.

В бакалаврской работе автоматизация производится для автоматической токарно-револьверной операции. Планировочная схема РТК на базе станка GDM 125-МС и промышленного робота мод. РБ-231.02 представлена на листе графической части.



## 5 РАСЧЕТ И ПЛАНИРОВКА ЦЕХА

### 5.1 Анализ производственной программы и установление структуры цеха

Производственной программой называется перечень изделий, которые должны быть изготовлены целиком.

Структуру спроектированного механосборочного цеха принимаем состоящий из следующих подразделений: производственные отделения и участки вспомогательных отделений, служебных и бытовых помещений.

Производственные участки и отделения служат для обработки деталей и сборки их в узлы и изделия по программе цеха. В соответствии с технологическим процессом в отделениях, участках и линиях размещены металлообрабатывающие станки, сборочные места, транспортное оборудование.

Для выполнения ремонта цехового оборудования и оснастки, для обслуживания цехового производства и для складских операций предусмотрены в цехе вспомогательные отделения. К ним относятся мастерские по ремонту оборудования и приспособлений, инструментов, раздаточные кладовые и склады хранения заготовок и деталей.

С целью создания лучших условий для работы конторского персонала и отдыха, а также экономии производственных площадей служебно-бытовые помещения располагаются в пристрою к цеху.

### 5.2 Расчет необходимого количества

производственного и вспомогательного оборудования

Расчёт количества оборудования будем вести для непоточного производства на основе годовой трудоёмкости  $T_{ц} = 438480$  часов, для трехсменного режима работы.

Так как проектируемый цех является механосборочным, то нужно определить

фонд времени сборочных операций.

$$T_{сб} = (0,2...0,4)T_{ц} = 0,3 \times 438480 = 131544 \text{ часов.} \quad (5.1)$$

Данные в таблице берутся из расчетов операционного времени на обработку базовых деталей в пункте 2.2

Таблица 5.1 - Сведения об операциях техпроцесса

Операции	$C_{цеха}$	% от общ. труд.	$T_i$	$C_{пр.}$	$P_{стан.}$	$P_{налад.}$
Токарная	38	35,18	107980,08	34	50	3
Расточная	39	36,11	110834,59	35	51	4
Шлифовальная	15	13,89	42633,41	14	20	2
Фрезерная	6	5,56	17065,65	6	8	1
Зуборезная	9	8,33	25567,77	9	12	3
Долбежная	1	0,93	2854,50	1	2	1
Итого:	108	100	306936	99	143	14

Число станков определяется по следующей формуле :  $C_j = T_i / (\Phi_d * K_3)$  (5.2)

$$C_{шлиф.} = 42633,41 / (4060 * 0,8) = 13,12 \Rightarrow 14$$

$$C_{долб.} = 2854,50 / (4060 * 0,8) = 0,87 \Rightarrow 1$$

$$C_{зуб.} = 25567,77 / (3890 * 0,8) = 8,21 \Rightarrow 9$$

$$C_{раст.} = 110834,59 / (4060 * 0,8) = 34,12 \Rightarrow 35$$

$$C_{токар.} = 107980 / (4060 * 0,8) = 33,24 \Rightarrow 34$$

$$C_{\text{фрез.}} = 17065,65 / (4060 * 0,8) = 5,25 \Rightarrow 6$$

$$C_{\Sigma\text{ц}} = 99 \text{ шт.}$$

Определение количества оборудования во вспомогательных подразделениях цеха.

Станочное оборудование применяется в следующих вспомогательных отделениях механического цеха: в цеховой ремонтной базе (ЦРБ), в ремонтной мастерской приспособлений и инструмента (РМП), в заточном отделении (ЗО).

Количество оборудования определяется по формуле:

$$C' = C_{\Sigma\text{ц}} \times f; \quad (5.3)$$

где  $C_{\text{общ.}}=99$ - количество основного оборудования в цехе ,  $f$ - норма

$$C_{\text{ЦРБ.}} = 99 * 0,023 = 2,2 \Rightarrow 3$$

$$C_{\text{РМП.}} = 99 * 0,04 = 3,96 \Rightarrow 4$$

$$C_{\text{ЗО.}} = C_{\text{общ.}} * 0,03 + C_{\text{зуб.}} / 10 + C_{\text{долб.}} / 20 = 99 * 0,03 + 9 / 10 + 1 / 20 \Rightarrow 5$$

### 5.3 Выбор и определение потребного количества подъёмно-транспортного оборудования и схемы грузопотоков

При выборе вида транспортного оборудования учитывается тип производства, масса и габариты транспортируемого груза, количество груза.

Для осуществления транспортных и подъёмных работ в цехе выбрано следующее оборудование:

- перемещение грузов в таре осуществляется автопогрузчиком, принимаем 1 автопогрузчик на пролёт;
- один мостовой кран на пролёт грузоподъёмностью 100 тонн

Схема грузопотока – прямоточная, по ходу выполнения технологического процесса. Станки расположены группами.

### 5.4 Расчёт потребного количества работающих и их состав

Состав и число работающих механосборочных цехов определяется характером производственного процесса, степенью его автоматизации, уровнем кооперации и специализации вспомогательных служб, структурой и степенью автоматизации системы управления производством.

Состав работающих в общем случае выглядит следующим образом: производственные рабочие, вспомогательные рабочие, инженерно-технические работники (ИТР), служащие, младший обслуживающий персонал (МОП).

Число станочников при укрупненных расчётах определяют по формуле:

$$P_{ст} = \frac{T_i}{\Phi_p K_m} . \quad (5.4)$$

( $T_i = T_{мех} \times n_i$  – трудоёмкость соответствующего вида работ в человека-часах)

$\Phi_p = 1820$  ч – эффективный годовой фонд времени рабочего.

$T_i$  – суммарная станкоёмкость изготовления деталей на станках данного типа на участке или в цехе .

$K_m = 1,2$  – коэффициент многостаночного обслуживания [].

1) Токари:

$P_{ток.} = 107980,08 / (1820 * 1,2) = 49,44$  чел , принимаем  $P_{ток} = 50$  чел

2) Фрезеровщики:

$P_{фрез.} = 17065,65 / (1820 * 1,2) = 7,81$  чел , принимаем  $P_{фрез} = 8$  чел

3) Расточники:

$P_{раст.} = 110834,59 / (1820 * 1,2) = 50,7$  чел , принимаем  $P_{раст} = 51$  чел

4) Шлифовщики:

$P_{шлиф.} = 42633,41 / (1820 * 1,2) = 19,52$  чел , принимаем  $P_{шлиф.} = 20$  чел

5) Зуборезчики:

$P_{зуб.} = 25567,77 / (1820 * 1,2) = 11,7$  чел , принимаем  $P_{зуб.} = 12$  чел

Долбежники:

$P_{долб.} = 2854,5 / (1820 * 1,2) = 1,3$  чел , принимаем  $P_{долб.} = 2$  чел

7) Число сборщиков:  $P_{сб} = T_{сб} / \Phi_p = 131544 / 1820 = 72,2$  принимаем 73 чел.

Число наладчиков определяем по формуле:

$$P_{ni} = C_{ипр} / K$$

$$P_{н.шлиф} = 14/12 = 1,2 \text{ чел}, \text{ принимаем } P_{шлиф.} = 2 \text{ чел}$$

$$P_{долб.} = 1/3 = 0,3 \text{ чел}, \text{ принимаем } P_{долб.} = 1 \text{ чел}$$

$$P_{зуб.} = 9/3 = 3 \text{ чел}, \text{ принимаем } P_{зуб.} = 3 \text{ чел}$$

$$P_{раст.} = 35/11 = 3,2 \text{ чел}, \text{ принимаем } P_{раст} = 4 \text{ чел}$$

$$P_{ток.} = 34/14 = 2,4 \text{ чел}, \text{ принимаем } P_{ток} = 3 \text{ чел}$$

$$P_{фрез.} = 6/11 = 0,5 \text{ чел}, \text{ принимаем } P_{фрез} = 1 \text{ чел}$$

Общее число основных производственных рабочих:

$$P_o = P_{ток} + P_{фр} + P_{рс} + P_{шл} + P_{зб} + P_{дол.} + P_{н.} + P_{сб.}$$

$$P_o = 143 + 14 + 73 = 230 \text{ чел}$$

Производим распределение рабочих по сменам для трехсменного режима работы:

$$P_{1o} = P_o \cdot n; \quad (5.5)$$

где  $n = 0,5$  – норма для первой смены,

$$P_{1oшлиф} = 20 * 0,5 = 10 \text{ чел}, \text{ принимаем } 10 \text{ чел.}$$

$$P_{1oдолб.} = 1 * 0,5 = 0,5 \text{ чел}, \text{ принимаем } 1 \text{ чел.}$$

$$P_{1oзуб.} = 9 * 0,5 = 4,5 \text{ чел}, \text{ принимаем } 5 \text{ чел.}$$

$$P_{1oраст} = 39 * 0,5 = 19,5 \text{ чел}, \text{ принимаем } 19 \text{ чел.}$$

$$P_{1oток} = 38 * 0,5 = 19 \text{ чел}, \text{ принимаем } 19 \text{ чел.}$$

$$P_{1oфрез} = 6 * 0,5 = 3 \text{ чел}, \text{ принимаем } 3 \text{ чел.}$$

$$P_{1oсбор} = 73 * 0,5 = 36,5 \text{ чел}, \text{ принимаем } 37 \text{ чел.}$$

$$P_{1oналад.} = 14 * 0,5 = 7 \text{ чел}, \text{ принимаем } 7 \text{ чел.}$$

$n = 0,3$  – норма для второй смены,

$$P_{2oшлиф} = 20 * 0,3 = 6 \text{ чел}, \text{ принимаем } 6 \text{ чел.}$$

$$P_{2oзуб.} = 9 * 0,3 = 3 \text{ чел}, \text{ принимаем } 3 \text{ чел.}$$

$$P_{2oраст} = 39 * 0,3 = 11,7 \text{ чел}, \text{ принимаем } 12 \text{ чел.}$$

$$P_{2oток} = 38 * 0,3 = 11,4 \text{ чел}, \text{ принимаем } 12 \text{ чел.}$$

$$P_{2oфрез} = 6 * 0,3 = 2 \text{ чел}, \text{ принимаем } 2 \text{ чел.}$$

$P_{10_{\text{сбор}}} = 73 \cdot 0,3 = 21,9$  чел, принимаем 22 чел.

$P_{10_{\text{налад}}} = 14 \cdot 0,3 = 4,2$  чел, принимаем 5 чел.

$n = 0,2$  – норма для третьей смены,

$P_{10_{\text{шлиф}}} = 20 - (10 + 6) = 4$  чел.

$P_{10_{\text{зуб}}} = 9 - (5 + 3) = 1$  чел.

$P_{10_{\text{раст}}} = 39 - (19 + 12) = 8$  чел.

$P_{10_{\text{ток}}} = 38 - (19 + 12) = 7$  чел.

$P_{10_{\text{фрез}}} = 6 - (3 + 2) = 1$  чел.

$P_{10_{\text{сбор}}} = 73 - (37 + 22) = 14$  чел.

$P_{10_{\text{налад}}} = 14 - (7 + 5) = 2$  чел.

Число вспомогательных рабочих ( $P_v$ ), инженерно-технических работников ( $P_{\text{итр}}$ ) и служащих ( $P_c$ ) определяем по нормам в зависимости от числа производственных рабочих и типа производства:

$$P_v = P_o \cdot k', \quad P_{\text{итр}} = P_o \cdot k'', \quad P_c = P_o \cdot k''', \quad (5.6)$$

где  $k'$ ,  $k''$ ,  $k'''$  - нормы, взятые из [17, табл.9].

$$P_v = 230 \cdot 0,22 = 50,6 \text{ принимаем } P_v = 51 \text{ чел,}$$

$$P_{\text{итр}} = 230 \cdot 0,21 = 48,3 \text{ принимаем } P_{\text{итр}} = 49 \text{ чел,}$$

$$P_c = 230 \cdot 0,017 = 3,91 \text{ принимаем } P_c = 4 \text{ чел.}$$

Вспомогательные рабочие распределяются по сменам следующим образом в первую смену для мелкосерийного производства 70%,

Инженерно-технические работники и служащие распределяются по сменам следующим образом: в первую смену – 70%,

$$P_{\text{итр}1} = P_{\text{итр}} \cdot 0,7 = 49 \cdot 0,7 = 34,3 \text{ принимаем } P_{\text{итр}1} = 35 \text{ чел,} \quad (5.7)$$

$$P_{\text{итр}2} = P_{\text{итр}} - P_{\text{итр}1} = 49 - 35 = 14 \text{ чел,}$$

$$P_{\text{сл}1} = P_{\text{сл}} \cdot 0,7 = 4 \cdot 0,7 = 2,8 \text{ принимаем } P_{\text{сл}1} = 3 \text{ чел}$$

Число работников младшего обслуживающего персонала  $P_{\text{моп}}$  принимаем равным 4 человека,

$$P_{\text{моп}} = 4 \text{ чел.}$$

Определяем общее количество работающих в цехе и число работающих по сменам

$$P = P_o + P_v + P_{\text{итр}} + P_c + P_{\text{моп}} = \text{чел}, \quad (5.8)$$

$$P1 = P_{o1} + P_{v1} + P_{\text{итр}1} + P_{\text{сл}1} + P_{\text{моп}} = 101+35+3+4+34=177\text{чел}, \quad (5.9)$$

$$P2 = P_{o2} + P_{v2} + P_{\text{итр}2} + P_{\text{сл}2} = 62+14+1+17=94 \text{ чел.}$$

$$P3 = P_{o3} + P_{v3} = 37 \text{ чел.}$$

Таблица 5.2 - Результаты расчетов

	Количество работающих в цехе			
	Всего	1-я смена	2-я смена	3-я смена
Шлифовальщики	20	10	6	4
Долбежники	1	1	-	-
Зуборезчики	9	5	3	1
Расточники	39	19	12	8
Токари	38	19	12	7
Фрезеровщики	6	3	2	1
Сборщики	73	37	22	14
Наладчики	14	7	5	2
Всего производственных рабочих	200	101	62	37
ИТР	49	35	14	-
Служащие	4	3	1	-
МОП	4	4	-	-
Вспомогательные	51	34	17	-
Итого	308	177	94	37

## 5.5 Расчет потребных площадей, план цеха и планировка участка

Площадь цеха подразделяется на производственную, вспомогательную, магистральные проезды.

### 5.5.1 Производственная площадь

Размеры производственной площади цеха укрупненно определяют следующим образом:

$$S_{ц} = S_{мех} + S_{сб}; \quad (5.10)$$

где  $S_{мех}$  – площадь участков и отделений механообработки,  $m^2$ ,

$$S_{мех} = C_{ц} \cdot F_{уд}; \quad (5.11)$$

$C_{ц} = 99$  – принятое число станков цеха,

$F_{уд} = 30$  – средняя удельная площадь на 1 станок

$$S_{мех} = 99 \cdot 30 = 2970 m^2,$$

$$S_{сб} = 0,3 \cdot 2970 = 891 m^2, \quad (5.12)$$

$$S_{ц} = S_{мех} + S_{сб} = 891 + 2970 = 3861 m^2 \quad (5.13)$$

### 5.5.2 Вспомогательная площадь

Размеры вспомогательной площади определяются по нормам

Участок приготовления СОЖ :  $S_{сож} = 40 m^2$

Склад ГСМ:  $S_{гсм} = 15 m^2$

Энергетические и санитарно-технические установки:  $S_{эн-с-т} = 25 m^2$

Архив:  $S = 15 m^2$

Изолятор брака :  $S = 15 m^2$

Цеховая ремонтная база :  $S_{црб} = 3 \cdot 32 = m^2$

Заточное отделение :  $S_{з.о.} = 5 \cdot 12 = 60 m^2$

Мастерская энергетика:  $S_{м.эн.} = 0,2 S_{црб} = 96 \cdot 0,2 = 19,2 m^2$

Помещение ОТК :  $S_{отк} = 0,04 S_{ц} = 0,04 \cdot 3861 = 154,44 m^2$ ,

Помещение КПП :  $S_{кпп} = 0,15 \cdot (99 + 3 + 4 + 5) = 16,65 m^2$ , принимаем  $25 m^2$ .

Помещение РМП :  $S_{рмп} = 4 \cdot 16 = 64 m^2$

Помещение для хранения стружки:  $S_{хр.стр.} = 99 \cdot 0,5 = 49,5 m^2$

Отделение по переработке стружки:  $S_{пер.стр.} = 99 \cdot 0,5 = 49,5 m^2$



### 5.5.3 Расчет складской системы

Склад металла и заготовок :

$$S_{м.з.} = (0,1..0,15)S_{ц} = 0,13*2790 = 362,7 \text{ м}^2 \quad (5.14)$$

Межоперационный склад:

$$S_{мо.с} = (0,07..0,1)S_{ц} = 0,085 \cdot S_{ц} = 0,08*2790= 223,2 \text{ м}^2; \quad (5.15)$$

Склад готовых деталей :

$$S_{г.д} = 0,1S_{ц} = 0,1 \cdot 2790 = 279 \text{ м}^2 ; \quad (5.16)$$

Кладовая ЦРБ :

$$S_{к. црб} = (0,1..0,15)S_{црб} = 0,12 \cdot 96 = 11,52 \text{ м}^2; \quad (5.17)$$

Склад вспомогательных материалов :

$$S_{в.м.} = (0,2 ..0,1)C'_{ц} = 0,2 \cdot (99+3+4+5) = 22,2 \text{ м}^2; \quad (5.18)$$

Кладовая приспособлений:

$$S_{к.п} = (0,1..0,5)C_{ц} = 99*0,5= 49,5 \text{ м}^2 , \quad (5.19)$$

Инструментально-раздаточная кладовая:

$$S_{и-р кл} = (0,25-0,7)C_{ц} = 99*0,5= 49,5 \text{ м}^2 \quad (5.20)$$

Кладовая абразивов:

$$S_{к об} = 0,4(C_{зо} + C_{шп}) = 0,4(14+5) = 7,6 \text{ м}^2 \quad (5.21)$$

Склад комплектующих:

$$S_{ск} = 0,1S_{сб} = 0,1 \cdot 891 = 89,1 \text{ м}^2 , \quad (5.22)$$

Склад готовых изделий:

$$S_{гн} = 0,1S_{ц} = 0,1 \cdot 3861 = 386,1 \text{ м}^2 , \quad (5.23)$$

Склад готовых узлов:

$$S_{гн} = 0,1S_{ц} = 0,01 \cdot 891 = 89,1 \text{ м}^2 , \quad (5.24)$$

Площадь вспомогательных подразделений:

$$\sum S_{всп} = 2207,16 \text{ м}^2$$

Площадь магистральных проездов:

$$S_{мп} = (0,4..0,6)S_{всп} = 0,5S_{всп} = 0,5*2207,16=1103,58 \text{ м}^2 , \quad (5.25)$$

Общая площадь цеха:

$$S_{ц\ общ} = S_{ц} + S_{всп} + S_{мп} = 3861 + 2207,16 + 1103,58 = 7171,74 \text{ м}^2,$$

Выбираем одну основную УТС размером:  $72 \times 72$  и вспомогательную УТС размером  $30 \times 72$  в которой организуем свой цех  $102 \times 72 = 7344 \text{ м}^2$ ;

$$\Delta = 7344 - 7171,74 = 172,26 \text{ м}^2$$

#### 5.5.4 Расчет площадей служебно-бытовых помещений

В механосборочных цехах проектируются следующие помещения:

##### 1) Служебные

- административно-конторские:

$$S_{\text{адм.кон.}} = 4(R_{\text{итр1}} + P_{\text{с1}}) = (35 + 3) \cdot 4 + 18 = 170 \text{ м}^2, \quad (5.26)$$

- зал совещаний:

$$S_{\text{з.сов.}} = P_0 \cdot 0,9 = 308 \cdot 0,9 = 277,2 \text{ м}^2, \quad (5.27)$$

##### 2) Бытовые

- душевые:

$$S_{\text{душ}} = 0,25 S_{\text{г.б.}} = 0,25 \cdot 831,6 = 207,9 \text{ м}^2 \quad (5.28)$$

- гардеробные:

$$S_{\text{г.}} = R_{\text{ц.}} \cdot F_{\text{г}} = 308 \cdot 2,7 = 831,6 \text{ м}^2. \quad (5.30)$$

Произведем разбивку душевых и гардеробов на женские и мужские, исходя из того что 75% работающих составляют мужчины, 25% - женщины:

$$S_{\text{душ.м}} = 155,92 \text{ м}^2,$$

$$S_{\text{душ.ж}} = 51,98 \text{ м}^2,$$

$$S_{\text{г.м}} = 623,7 \text{ м}^2,$$

$$S_{\text{г.ж}} = 207,9 \text{ м}^2.$$

- санузлы:

$$S_{\text{с.у}} = P_1 \cdot F_{\text{с.у}} = 177 \cdot 0,2 = 35,4 \text{ м}^2, \quad (5.31)$$

Мужской:  $26,55 \text{ м}^2$

Женский:  $8,85\text{м}^2$

- курительные комнаты принимаются  $9\text{ м}^2$ ;
- комната отдыха  $S_{к.о.} = P_1 \cdot 0,2 = 177 \cdot 0,2 = 35,4\text{ м}^2$  (5.32)

- буфет:  $S_{буф} = P_1 \cdot 0,7 = 177 \cdot 0,7 = 123,9\text{м}^2$ , (5.33)

- профбюро принимаем равным  $9\text{ м}^2$ .

Площадь служебно-бытовых помещений:

$$S'_{с-б} = 1708,4\text{м}^2,$$

Площадь лестничных клеток:

$$S_{л-к} = 2 \cdot 3 \cdot 2,8 \cdot 6 = 100,8\text{ м}^2,$$

$$S_{с-б} = S'_{с-б} + S_{л-к} + S_{пр} = 1708,4 + 360 + 100,8 = 2169,2\text{м}^2 \quad (5.34)$$

Принимаем 3-х этажное здание с  $L = 60\text{ м}$ ,  $B = 12\text{ м}$

### 5.5.5 Размеры складских помещений и участков

Площадь  $S_I$  (площадь складов, размещаемых вдоль 1 стены)

$$S_I = S_{\text{мат. и заг.}} + S_{\text{кл.прис.}} + S_{\text{РМП.}} + S_{\text{ЗО}} + S_{\text{ИРК.}} + S_{\text{кл.обр.}} + S_{\text{от.хр.стр.}} + S_{\text{пер.стр.}} + S_{\text{из.бр.}} + S_{\text{СОЖ}} + S_{\text{ГСМ}} + S_{\text{ЭСТУ.}} \quad (5.35)$$

$$S_I = 362,7 + 49,5 + 64 + 60 + 49,5 + 7,6 + 49,5 + 49,5 + 15 + 50 + 15 + 25 = 797,3\text{ м}^2$$

Площадь  $S_{II}$  (площадь складов, размещаемых вдоль 2 стены)

$$S_{II} = S_{\text{ОТК.}} + S_{\text{КПП.}} + S_{\text{ГИ.}} + S_{\text{ЦРБ.}} + S_{\text{Кл. ЦРБ.}} + S_{\text{маст. эн.}} + S_{\text{ПиКи.}} + S_{\text{архив}} + S_{\text{ск.всп.мат.}} \quad (5.36)$$

$$S_{II} = 386,1 + 89,1 + 154,44 + 25 + 96 + 19,2 + 11,52 + 15 + 22,2 = 818,56\text{м}^2$$

Общая длина для складов, находящихся вдоль 1 стены:

$$b_I = S_I / l_{ц} = 797,3 / 72 = 11,07\text{ м} \quad (5.37)$$

вдоль 2 стены:

$$b_{II} = S_{II} / l_{ц} = 818,56 / 72 = 11,36\text{ м} \quad (5.38)$$

Ширина складов и магистральных проездов, находящихся внутри производственных площадей цеха:

$$B_{\text{МП}} = S_{\text{МП}}/3*72 = 1103,58/(72*3) = 5,109\text{м}$$

$$B_{\text{мех}} = S_{\text{мех.об}} + S_{\text{мех}}/72 = 2970 + 223,2/72 = 44,35\text{м}$$

$$b_{\text{сб.}} = S_{\text{сб.}}/l_{\text{ц}} = 891/72 = 12,375\text{м}$$

$$b_{\text{ГД}} = S_{\text{ГД}}/l_{\text{ц}} = 279/72 = 3,875\text{м}$$

$$b_{\text{Гу}} = S_{\text{Гу}}/l_{\text{ц}} = 89,1/72 = 1,237\text{м}$$

$$b_{\Delta} = S_{\Delta}/l_{\text{ц}} = 172,26/72 = 2,392\text{м}$$

$$\sum_{\text{вс}} + B_{\text{МП}} + B_{\text{Г}} + B_{\text{II}} = 101,986 \text{ м}$$

Ширина складов вдоль 1 стены:

$$B_{\text{мат. и заг.}} = 362,7/11,07 = 32,764 \text{ м}$$

$$B_{\text{кл.прис}} = 49,5/11,07 = 4,471 \text{ м}$$

$$B_{\text{РМП.}} = 64/11,07 = 5,781 \text{ м}$$

$$B_{\text{ЗО}} = 60/11,07 = 5,42 \text{ м}$$

$$B_{\text{ИРК.}} = 49,5/11,07 = 4,471 \text{ м}$$

$$B_{\text{кл.обр.}} = 77,6/11,07 = 7,006 \text{ м}$$

$$B_{\text{от.хр.стр.}} = 49,5/11,07 = 4,471 \text{ м}$$

$$B_{\text{пер.стр.}} = 49,5/11,07 = 4,471 \text{ м}$$

$$B_{\text{из.бр}} = 15/11,07 = 1,355 \text{ м}$$

$$B_{\text{СОЖ}} = 50/11,07 = 4,516 \text{ м}$$

$$B_{\text{ГСМ}} = 15/11,07 = 1,355 \text{ м}$$

$$B_{\text{ЭСТУ.}} = 25/11,07 = 2,238 \text{ м}$$

$$\sum B_{\text{I}} = 71,999 \text{ м}$$

Ширина складов вдоль 2 стены:

$$B_{\text{ОТК.}} = 154,144/11,36 = 13,59 \text{ м}$$

$$B_{\text{КПП.}} = 25/11,36 = 2,2 \text{ м}$$

$$B_{\text{ГИ.}} = 386,1/11,36 = 33,977 \text{ м}$$

$$B_{\text{ЦРБ.}} = 96/11,36 = 8,45 \text{ м}$$

$$B_{\text{кл. ЦРБ.}} = 11,52/11,36 = 1,013 \text{ м}$$

$$B_{\text{маст. эн.}} = 19,2/11,36 = 1,689 \text{ м}$$

$$V_{\text{ПиКи}} = 89,1/11,36 = 7,841 \text{ м}$$

$$V_{\text{архив}} = 15/11,36 = 1,32 \text{ м}$$

$$V_{\text{ск.всп.мат}} = 22,2/11,36 = 1,918 \text{ м}$$

$$\sum V_{\text{II}} = 72,03 \text{ м}$$

Так как из вспомогательной УТС имеются два выхода в цех, то мы используем площадь  $S_{\Delta}/2 = 172,26/2 = 86,13 \text{ м}^2$

После перерасчета получаем:

$$V_{\text{ОТК}} = 154,144/12,556 = 12,30 \text{ м}$$

$$V_{\text{КПП}} = 25/11,36 = 1,99 \text{ м}$$

$$V_{\text{ГИ}} = 386,1/11,36 = 30,75 \text{ м}$$

$$V_{\text{ЦРБ}} = 96/11,36 = 7,64 \text{ м}$$

$$V_{\text{Кл. ЦРБ}} = 11,52/11,36 = 0,91 \text{ м}$$

$$V_{\text{маст. эн.}} = 19,2/11,36 = 1,52 \text{ м}$$

$$V_{\text{ПиКи}} = 89,1/11,36 = 7,09 \text{ м}$$

$$V_{\text{архив}} = 15/11,36 = 1,19 \text{ м}$$

$$V_{\text{ск.всп.мат}} = 22,2/11,36 = 1,76 \text{ м} \quad V_{\text{прох}} = 86,13/11,36 * 2 = 3,8 \text{ м}$$

Для определения площадей участков используются данные по удельной площади станка и количество станков на данном участке.

$$S_{\text{ток}} = 34 * 30 = 1020 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{раст.}} = 35 * 30 = 4050 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{шл.}} = 14 * 30 = 420 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{Фрез.}} = 6 * 30 = 180 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{Зубор.}} = 9 * 30 = 270 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{Долб.}} = 1 * 30 = 30 \text{ м}^2$$

5.6 Выбор типа, конструкции, основных параметров и строительных элементов здания цеха

Цех имеет прямоугольную форму и состоит из двух унифицированных секции:

72×72 и 72×30м общей площадью 7344 м. Цех рассчитанный 72×102 одноэтажный без перепада высот, высоту принимаем равной 14,8 м. Сетка колонн 12×24 м, размер колонн Фаркверна принимаем 400×400 мм, а основных рассчитываем по формулам:

$$a = H / 14 = 10800 / 14 = 771 \text{ мм}, \quad (5.39)$$

$$b = H / 25 = 10800/25=432 \text{ мм}, \quad (5.40)$$

принимаем сечения колонн 400×1000 мм.

Служебно-бытовые помещения располагаются в 3-х этажном здании длиной 60м, шириной 12м, сетка колонн - 6×6 м.

Стены здания делаются панельными, толщина стен для средней полосы 2 кирпича (50 см).

### 5.7 Техническая характеристика проектируемого цеха

Цех является механосборочным, ориентирован на изготовление изделий тяжелого машиностроения.

Годовая трудоёмкость 438480 ч. Цех оснащен высокопроизводительным современным оборудованием с ЧПУ, применяется многостаночное обслуживание.

Площадь служебно-бытовых помещений  $S = 2160 \text{ м}^2$  (3 этажа 12×60 м).

Высота каждого этажа служебно-бытовых помещений 3,3 м.

Число производственных рабочих	200 чел
вспомогательных рабочих	51 чел
ИТР	49 чел
служащих	4 чел
МОП	4 чел

Количество оборудования в цехе

основного	99 станков
вспомогательного	12 станков

Технико-экономические показатели приведены в пункте 9.

## 5.8 Организация управления проектируемым цехом

Организация управления цехом строится на тех же принципах, что и организация управления заводом, но цех не имеет непосредственных отношений с другими предприятиями.

Система управления цехом основывается на следующих принципах руководства:

1. Правильный подбор кадров , систематический контроль за их работой.
2. Материальная заинтересованность предприятия и отдельных работников в развитии производства.
3. Упрощение административного и управленческого аппарата.

В проектируемом цехе предусмотрен следующий административно-управленческий персонал:

### 1.Руководитель цеха.

Руководителем цеха является начальник цеха , он отвечает за его работу. На основе представленных ему прав он организует работу цеха , добиваясь при этом систематического роста производительности труда , снижения себестоимости выпускаемой продукции , улучшения использования оборудования и производственных площадей. Начальник цеха имеет своего заместителя.

### 2.Техническое бюро.

В основу его работы входит ежедневная работа под внедренным технологическим процессом , спроектированным для данного цеха. Техбюро осуществляет контроль за соблюдением технологической дисциплины , обеспечивает цех документацией по технологической оснастке и основному производству.

### 3.Планово-диспетчерское бюро.

Осуществляет цеховое оперативно-производственное планирование, которое включает в себя календарные план-графики работы участков на смену и месяц

, организует контроль и регулирует ход производства .

#### 4.Служба механика и энергетика.

Осуществляет надзор за эксплуатацией механического и энергетического хозяйств цеха. В её распоряжении имеется ремонтная база и штат рабочих.

#### 5.Бюро технического контроля.

Осуществляет контроль выпускаемой продукции , контроль за поступающим в цех сырьём , материалами и полуфабрикатами , выявляет причины брака в производстве и разрабатывает мероприятия по их устранению.

Участки цехов возглавляют старшие мастера , в подчинении которых находятся сменные мастера . Мастер является полноправным руководителем и непосредственным организатором производства на своём участке. Он обязан обеспечить выполнения участком плановых заданий по объёму производства и качеству выпускаемой продукции. Мастер полностью отвечает за трудовую дисциплину на участке.



## 6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Современное машиностроительное производство включает в себя широкий перечень оборудования, технологической оснастки и рабочего инструмента. При помощи этих средств технологического оснащения возможны для реализации самые различные технологические процессы: Заготовительное производство (технологические процессы сварки, штамповки, литья и тд), металлообрабатывающее производство (лезвийная и специальная обработка), специальные физико – химические и комбинированные процессы (лазерные, электроэрозионные, электрохимические). Большинство из применяемого оборудования в настоящий момент характеризуется высоким уровнем автоматизации. Предлагаемый к использованию в разрабатываемом технологическом процессе в качестве основного оборудования металлорежущий станок относится к группе токарных прутковых автоматов продольного точения. Этот станок характеризуется тем, что после отработки управляющих программ и опытных технологий станок позволяет производить средние и крупные серии деталей в практически автоматическом режиме. Функции рабочего персонала в данном случае заключаются в систему подачи заготовок круглого прутка (калиброванного проката), а также к периодическому (согласно требований технологического процесса и регламента) контролю размеров получаемых деталей.

Знание и понимание вопросов экологической безопасности, охраны труда со стороны инженерно – технического персонала, реализующего рассматриваемый технологический процесс имеет первоочередное и крайне важное значение.

### 6.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 6.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Комплексная лезвийная обработка поверхностей заготовки	Автоматическая токарно-револьверная многооперационная с ЧПУ.	Оператор станка с ЧПУ Код по ОКС 8211	Специальный токарно – револьверный станок с ЧПУ	Металл, СОЖ

## 6.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 6.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора

1	Автоматическая токарно-револьверная многооперационная с ЧПУ.	<p>Движущиеся машины и механизмы;</p> <p>подвижные части производственного оборудования;</p> <p>передвигающиеся изделия, заготовки;</p> <p>повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</p> <p>повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;</p> <p>повышенный уровень шума на рабочем месте</p>	<p>Процесс резания, реализуемый с использованием специального токарно – револьверного станка с ЧПУ</p>
		<p>Повышенные психофизиологические нагрузки при работе оператора.</p>	<p>Специальный токарно – револьверный обрабатывающий центр</p>

### 6.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

В целях частичного снижения или полного устранения опасного или вредного производственного фактора необходимо подобрать оптимальные организационно-технические методы и технические средства (способы, устройства) защиты.

Таблица 6.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Движущиеся машины и механизмы	Соблюдение правил безопасности выполнения работ	Каска защитная ГОСТ12.4.207-99, очки защитные ГОСТ12.4253-2013
2	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования, выделение с помощью окрашивания в яркий цвет подвижных частей оборудования.	Каска защитная ГОСТ12.4.207-99, очки защитные ГОСТ12.4253-2013
3	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор ГОСТ Р22.9.14-2014
4	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов	Ограждение оборудования	Защитная маска, очки ГОСТ12.4253-2013

5	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Наладка оборудования	Беруши, наушники ГОСТ Р12.4.209-99
6	Повышенный уровень психофизиологической нагрузки	Обеспечение в цехе условий для снятия психофизиологической нагрузки (оборудование комнаты отдыха и релаксации).	Оборудованная комната отдыха

6.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов, а также должны быть указаны реализующиеся пожаробезопасные характеристики произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации (хранения, конечной утилизации по завершению жизненного цикла).

#### 6.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

- 1) пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов (А);
- 2) пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или

плавящихся твердых веществ и материалов (B);

3) пожары, связанные с воспламенением и горением газов (C);

4) пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D);

5) пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (E);

6) пожары радиоактивных веществ материалов и радиоактивных отходов (F).

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и материальное имущество, относятся:

1) пламя и искры;

2) тепловой поток;

3) повышенная температура окружающей среды;

4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;

5) пониженная концентрация кислорода;

6) снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных нефтегазо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;

2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, горящего технического объекта;

3) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов,

изделий и иного имущества;

4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;

5) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 6.4.

Таблица 6.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Участок механической обработки	Специальный токарно – револьверный станок с ЧПУ	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

6.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (бакалаврской работы)

Таблица 6.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Огнетушители, внутренние пожарные краны и песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Оборудование для пенного пожаротушения	Приборы приемно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и	Напорные пожарные рукава, разветвления	Веревки пожарные, карабины пожарные, респираторы, противогазы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект диэлектрический	Автоматические извещатели



			управ ления эвакуа цией пожар ные				
--	--	--	--	--	--	--	--

#### 6.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

В данном разделе разрабатываются организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара.

Таблица 6.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Мехобработка с использованием специального токарно – револьверного станка с ЧПУ	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования,	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недозволенных местах, соблюдение мер пожарной

	<p>проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров</p>	<p>безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре</p>
--	--	---

#### 6.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса. Разрабатываются конкретные технические и организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимом данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла.

6.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отражены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействия технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Механическая обработка	Токарно – револьверный станок	Пыль металлическая	Взвешенные вещества, распыленные частички смазывающе – охлаждающих жидкостей	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м <sup>3</sup>

6.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта (бакалаврской работы) согласно нормативных документов.

Таблица 6.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Мехобработка с использованием токарного автомата продольного точения.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение «сухих» механических пылеуловителей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение

#### 6.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления специального детплт, перечислены технологические операции, должности

работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления специального высокопрочного винта, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

## 7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса, произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Обработка осуществляется различным по назначению и характеристикам РИ : корпусные фрезы, метчики (описание представлено в технологической части работы).

Характер нашего производства: массовое.

Условия труда не выходят за рамки нормальных.

Характер оплаты трудовой деятельности – повременная (назначение премий осуществляется управлением).

В базовом варианте технологического процесса происходит обработка детали с использованием морально и физически устаревшего оборудования (универсальных станков без систем ЧПУ).

Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии).

Ожидаемая прибыль (условно-годовая экономия) от снижения себестоимости обработки детали.

$$P_{P.OЖ} = \Delta_{УГ} = (C_{ПОЛ.БАЗ} - C_{ПОЛ.ПР}) \cdot P_{Г} = (85,94 - 94,43) \cdot 10000 = 915282,1 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль

$$H_{ПРИБ} = P_{P.OЖ} \cdot K_{НАЛ} = 915282,1 \cdot 0,2 = 183056,4 \text{ руб.}$$

$K_{НАЛ}$  – коэффициент налогообложения прибыли (принимается равный 0,2)

Чистая ожидаемая прибыль

$$P_{P.ЧИСТ} = P_{P.OЖ} - H_{ПРИБ} = 915282,1 - 183056,4 = 732225,7 \text{ руб.}$$

После определения чистой прибыли определяется расчетный срок окупаемости капитальных вложений (инвестиций), необходимых для осуществления проектируемого варианта

$$T_{OK.PACЧ} = \frac{K_{BB.PP}}{П_{P.ЧИСТ}} + 1 \text{ года}$$

где  $K_{BB.PP}$  – капитальные вложения (инвестиции), необходимые для приобретения вновь вводимого оборудования, дорогостоящей оснастки, инструмента, а также затраты на эксплуатацию дополнительной площади.

$$K_{BB.PP} = K_{OБЦ} = 938509,7 \text{ руб.}$$

$$T_{OK.PACЧ} = \frac{938509,7}{732225,7} + 1 = 2,282 \text{ , лет}$$

Расчетный срок окупаемости инвестиций (капитальных вложений) принимается за горизонт расчета (максимально ожидаемое время окупаемости инвестиций),  $T = 3$  года.

Для определения сроков окупаемости в пределах принятого горизонта расчета ( $T$ ) рассчитываем текущую стоимость будущих денежных доходов (денежных потоков), приведенных к текущему времени (времени начала осуществления проекта) через коэффициенты дисконтирования.

Общая текущая стоимость доходов (чистой дисконтированной прибыли) в течение принятого горизонта расчета определяется по формуле:

$$D_{ДИСК.ОБЦ} = П_{P.ЧИСТ.ДИСК}(T) = \sum_1^T П_{P.ЧИСТ} \cdot \frac{1}{(1+E)^t},$$

$T$  – горизонт расчета, лет (месяцев);

$E$  – процентная ставка на капитал (например, при 10%  $E = 0,1$  ; при 20%  $E = 0,2$  и т.д.);

$t$  – 1-ый, 2-ой, 3-й год получения прибыли в пределах принятого горизонта расчета.

В результате приведенных расчетов получены следующие выходные данные: размер требуемых для осуществления проекта инвестиций ( $K_{BB.PP}$ ) равен 938509,7 руб., а ежегодная ожидаемая чистая прибыль ( $П_{P.ЧИСТ}$ )

составляет 732225,7 руб., расчетный срок окупаемости (горизонт расчета) составляет 3 года. Процентная ставка на капитал равна 20% в год ( $E=0,2$ ), то процентный фактор (дисконт) для первого года составит  $1/(1+0,2)^1 = 0,833$ , для второго года –  $1/(1+0,2)^2 = 0,694$  и для третьего года –  $1/(1+0,2)^3 = 0,579$ , тогда ожидаемая за 3 года общая чистая дисконтированная прибыль (текущая стоимость денежных доходов) составит:

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = P_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 732225,7 \cdot (0,833 + 0,694 + 0,579) = 1542067,3 \text{ руб}$$

Интегральный экономический эффект (чистый дисконтированный доход) составит в этом случае:

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ВВ.ПР}} = 1542067,3 - 938509,7 = 603557,6 \text{ руб.}$$

Общая стоимость доходов (ЧДД) больше текущей стоимости затрат ( $K_{\text{ВВ.ПР}}$ ) – проект эффективен, поэтому определяем индекс доходности:

$$\text{ИД} = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}} = \frac{1542067,3}{938509,7} = 1,64 \text{ руб./руб.}$$

Таблица 7.1 - Техничко-экономические показатели эффективности

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Проект.	Базов.
1	2	3	4	5
Технические показатели проекта				
1	Количество оборудования	$C_{\text{ПР,шт}}$	5	3
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	$K_{\text{З,СР}}$	0,147	0,02
3	Длительность производственного цикла	$T_{\text{Ц}}, \text{дней}$	—	0,35
Экономические показатели проекта				
1	Годовая программа выпуска	$\Pi_{\text{Г,шт}}$	10000	



2	Капитальные вложения	$K_{\text{ОБЩ}}, \text{руб}$	502043,5	938509,7
3	Себестоимость единицы изделия	$C_{\text{ПОЛН}}, \text{руб}$	185,94	94,43
4	Приведенные затраты на единицу изделия	$Z_{\text{ПР.ЕД}}, \text{руб}$	202,52	125,39
5	Необходимые инвестиции для осуществления проекта	$K_{\text{ВВ.ПР}}, \text{руб}$	938509,7	
6	Чистая ожидаемая прибыли	$P_{\text{Р.ЧИСТ}}, \text{руб}$	732225,7	
7	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ОК}}, \text{год}$	3	
8	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}, \text{руб.}$	1542067,3	

9	Интегральный экономический эффект (чистый дисконтируемый доход)	$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД}$ $\text{руб}$	603557,6	
10	Индекс доходности	$\text{ИД}, \text{руб} / \text{руб}$	1,64	

Технико-экономические расчеты показали, что проектируемый вариант ТП можно считать эффективным, т.к. интегральный экономический эффект составит – 603557,6 руб. При внедрении предложенных изменений в проект, прибыль составит 732225,7 руб., а срок окупаемости в данном случае будет около 3-х лет.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе бакалаврской работы была проделана следующая работа:

- разработан технологический процесс изготовления детали «Рычаг механизма расширения»;
- определен тип производства;
- произведен анализ технологичности конструкции детали;
- проведен технико-экономический анализ методов получения заготовки;
- спроектирован технологический процесс механической обработки рычага;
- произведен расчет припусков на механическую обработку;
- рассчитаны режимы резания;
- выбраны режущие инструменты, станок и контрольно–измерительные средства;
- произведено техническое нормирование;
- выбрано и рассчитано станочное приспособление;
- рассчитана планировка механосборочного цеха;
- освещены вопросы организации производства

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс.», 2007 – 256 с.

2 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.

3 Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.

4 Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.

5 Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.

6 Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.

7 Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.

8 Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.

9 [www.vniinstrument.ru](http://www.vniinstrument.ru)

10 Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Байм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988.

11 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина . - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 278 с.

12 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293.

13 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.

14 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.

15 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

16 Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364, [1] с.

17 Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

18 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.

19 Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.

20 Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.

21 Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с. : ил. - 34-00.

22 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 1 / Т. М. Авраимова [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 608 с.

23 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 2 / В. В. Бушуев [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 586 с.

24 Блюменштейн В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие для вузов / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 219 с.

25 Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб. для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 431 с.

26 Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.

27 Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.

28 Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб. пособие для вузов / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В.

Б. Ступко. - Изд. 2-е, испр. и доп. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 303 с.

29 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.

30 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.

31 Григорьев, С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : [справочник] / С. Н. Григорьев, М. В. Кохомский, А. Р. Маслов ; под общ.ред. А. Р. Маслова. - Москва : Машиностроение, 2006. - 544 с.

32 Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. / У Болтон – М : Издательский дом «Додэка-XXI», 2002 – 384 с.

33 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 1 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 576 с.

34 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 2 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 608 с.

35 Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. - Электрон.дан. - Тюмень :ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.

36 Булавин, В.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. - Электрон. дан. - Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2009. — 100 с.

37 Кожевников, Д.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.]. - Электрон. дан. - М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.

38 Кирсанова, Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учебное пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 386 с.

39 Резников Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 207 с. : ил. - Библиогр.: с. 202-203.

40 Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.

41 Шагун, В. И. Металлорежущие инструменты : учеб. пособие для студ. вузов / В. И. Шагун. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2008. - 423 с.

42 Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.

43 Вороненко, В.П. Проектирование машиностроительного производства : учеб. для вузов / В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Дрофа, 2007. - 380 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 378-380.

44 Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.

45 Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2005.

46 Бычков, В.Я. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Бычков, А.А. Павлов, Т.И. Чибисова. - Электрон. дан. - М. : МИСИС, 2009. - 146 с.

47 Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.



## ПРИЛОЖЕНИЯ











Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1				Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1		Муфта	1	
				<u>Детали</u>		
		2		Винт	1	
		3		Втулка	3	
		4		Втулка	1	
		5		Демпфер	2	
		6		Кольцо	1	
		7		Кольцо	1	
		8		Корпус патрона	1	
		9		Корпус	1	
		10		Крышка	1	
		11		Кулачок	3	
	I	12		Ось	3	
		13		Подкулачник	3	
		14		Поршень	1	
		15		Рычаг	1	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.	Добрыня					
Пров.	Резников					
Н. Контр.	Виткалов					
Утв.	Бобровский					
Головка расточная					Лист	Листов
						1
					ТГУ, каф. ОТМП	

