

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 червяка редуктора  
мешалки якорной МЯ1-1600

Студент(ка)	<u>Д.А. Кузнецов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Н.М. Бобровский</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Л.Н. Горина</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(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 Кузнецов Денис Александрович гр. ТМбз-1131

1. Тема Технологический процесс изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-1600

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «24» мая 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе

Годовая программа выпуска-1 000шт/год

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

*Титульный лист.*

*Задание. Аннотация. Содержание.*

*Введение, цель работы*

*1) Описание исходных данных*

*2) Технологическая часть работы*

*3) Проектирование режущего инструмента и приспособления*

*4) Литературно-исследовательская часть*

*5) Описание графической части работы*

*6) Безопасность и экологичность технического объекта*

*7) Экономическая эффективность работы*

*Заключение. Список используемой литературы.*

*Приложения: технологическая документация*

# АННОТАЦИЯ

УДК 621.91 (290)

Кузнецов\_Денис Александрович

Технологический процесс изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-1600. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016г.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы совершенствования технологического процесса изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-1600. Проведено усовершенствование сверлильного перехода токарной операции. Исследованы пути повышения производительности шлифования актуальные в настоящий момент. На основе предложенных усовершенствований разработан оптимальный технологический процесс. Выбран экономически обоснованный вариант получения заготовки. Спроектирована технологическая оснастка. Произведен расчет экономической эффективности предложенных мероприятий. Рассмотрены вредные производственные факторы и способы их устранения.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ	4
1. ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	6
1.1 Служебное назначение детали	6
1.2 Технологичность конструкции детали	8
1.3 Задачи выпускной квалификационной работы	8
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	9
2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса	9
2.2 Выбор вида и методов получения заготовки	9
2.3 Выбор методов обработки поверхностей	11
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки	13
2.5 Разработка технологического маршрута	15
2.6 Разработка плана обработки	17
2.7 Выбор средств технологического оснащения	17
2.8 Проектирование технологических операций	22
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	30
3.1 Проектирование концевой фрезы	30
3.2 Проектирование приспособления	32
4. ЛИТЕРАТУРНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ	35
5. ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РАБОТЫ	44
6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	45
7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	65
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	66

## ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Основу технологической подготовки высокопроизводительного производства составляет разработка оптимального техпроцесса, обеспечивающего программу выпуска необходимого количества деталей требуемого качества в установленные сроки с минимальными затратами.

Перед инженерами-технологами стоят проблемы дальнейшего развития и увеличения качества, а при необходимости и количества машин. При этом необходимо решать вопросы снижения себестоимости, трудоемкости, и металлоемкости их изготовления. Требуется решать проблемы повышения механизации и автоматизации производства. Использование современных технологий позволяют существенно уменьшить сроки подготовки производства новых объектов. При решении указанных выше проблем необходимо учитывать вопросы дальнейшего повышения мощности, точности, коэффициента полезного действия, износостойкости а также многих других характеристик работы оборудования. Это достигается за счет проектирования новых технологических процессов и методов. Следовательно необходимо, уделять постоянное внимание модернизации не только технологического оборудования , но и технологических процессов.. Отсюда вытекает цель выпускной квалификационной работы: проектирование технологического процесса обработки червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-1600 и приведение его к оптимальному виду. При этом следует стремиться к решению следующих основных вопросов:

- а) Разработать конструкцию заготовки с минимальной себестоимостью и максимально возможным коэффициентом использования материала.
- б) Спроектировать технологический процесс изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-1600 с применением новейших достижений техники и науки. Спроектированный технологический процесс должен отвечать всем требованиям технологичности (точности, экономичности, качества и т.д.)
- в) Определить оптимальную схему обработки.

г) Разработать конструкцию оснастки и инструмента отвечающую необходимым требованиям.

При решении указанных вопросов следует, руководствоваться прежде всего экономической целесообразностью.

# 1. ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1 Служебное назначение детали

Червяк предназначен для передачи крутящего момента на червячное колесо, ось которого расположена перпендикулярно оси самого червяка, то есть происходит передача вращения между скрещивающимися валами. На червяк с натягом посажены роликовые радиально-упорные конические подшипники, установленные враспор.

Для долгой работы с минимальным износом необходимо правильно подобрать сталь для изготовления червяка.

Изготовим червяк из стали 18ХГТ ГОСТ 4543-71, так как нам требуется повышенная прочность и вязкость сердцевины, а также высокая поверхностная прочность рабочих поверхностей.

Химический состав стали 18ХГТ сведем в таблицу 1.1

Таблица 1.1

Состав стали 18ХГТ в %

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Ti	P	S
0,17- 0,23	0,17- 0,37	0,8-1,1	1,0-1,3	до 0,3	до 0,3	0,03- 0,09	до 0,035	до 0,035

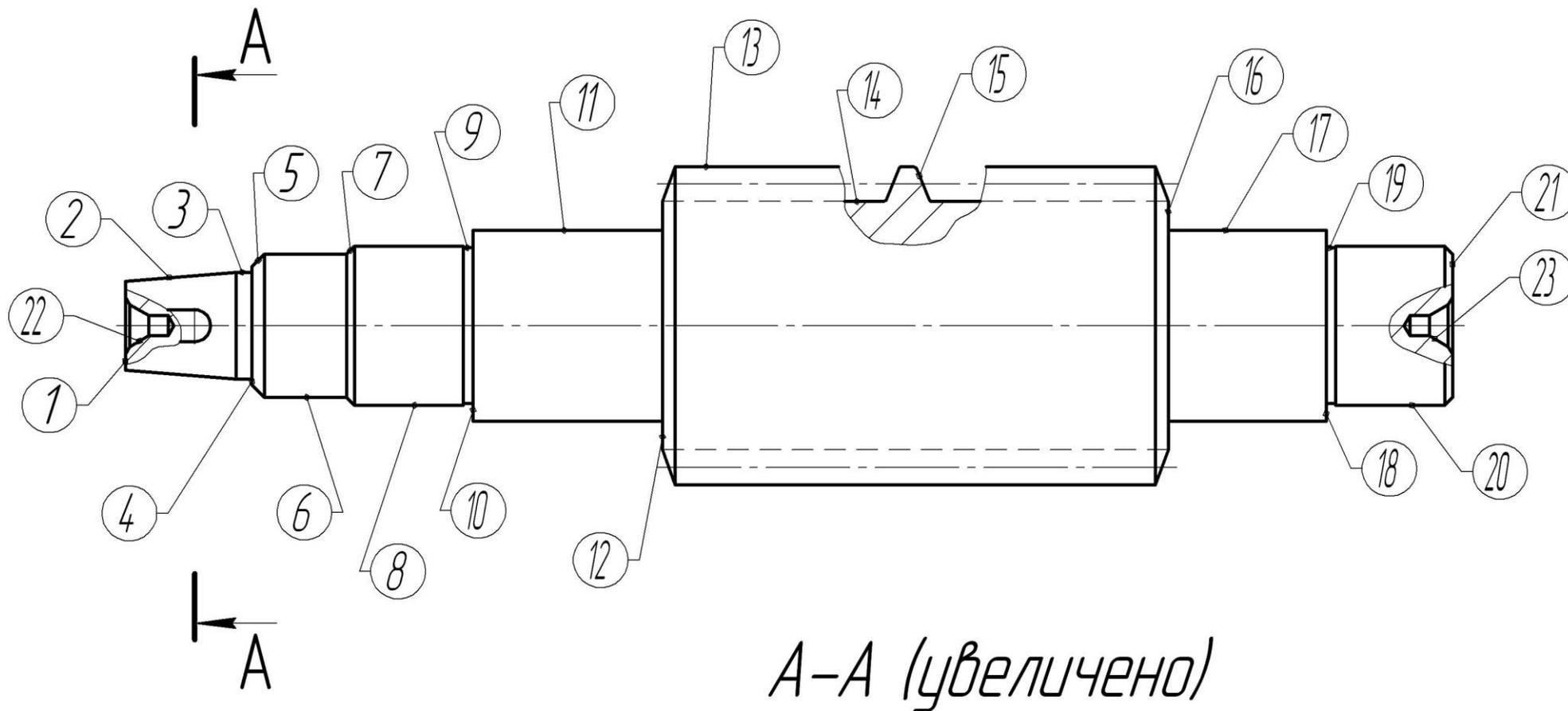
Классификация поверхностей червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-1600

Исполнительные поверхности: 15, 24

Основными конструкторскими базами являются поверхности 8, 10, 18, 20

Вспомогательными конструкторскими базами являются поверхности: 2, 6, 15, 25, 24, 26

Свободные поверхности - все остальные.



*A-A (увеличено)*

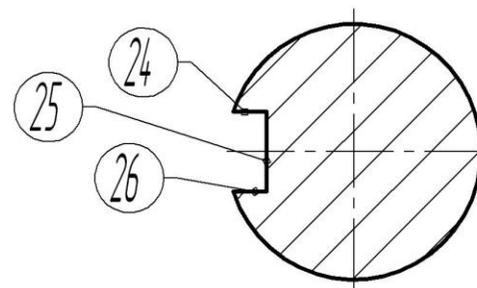


Рис. 1.1. Эскиз червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-1600

## 1.2 Технологичность конструкции детали

Червяк редуктора мешалки якорной МЯ1-1600 не имеет труднодоступных поверхностей, все поверхности детали легкодоступны для обработки. Анализ показывает возможность применения станков с ЧПУ на многих операциях, а также номенклатурного инструмента, что даст повышение производительности обработки и снижение издержек. Таким образом мы можем сделать вывод, что деталь червяк редуктора мешалки якорной МЯ1-1600 является достаточно технологичной.

## 1.3 Задачи выпускной квалификационной работы

Главной задачей выпускной квалификационной работы является снижение трудоемкости изготовления червяка и в связи с этим, получение экономического эффекта при сравнении с вариантом базового технологического процесса.

Для достижения основной задачи предлагается применить следующие решения:

1. Выбрать способ получения заготовки червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-1600 с меньшей себестоимостью.
2. Спроектировать технологический процесс изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-1600 с использованием современного оборудования, приспособлений и инструмента.
3. Разработать производительную оснастку.
4. Провести совершенствование операции на базе исследований.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

### 2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса

Заданная программа выпуска - 1000 деталей в год при массе детали 13,7 кг соответствует среднесерийному типу производства.

Для среднесерийного типа производства характерны следующие показатели технологического процесса:

- Групповая, переменнo-поточная форма организации ТП;
- Номенклатура изделий – средняя;
- Квалификация рабочих – средняя;
- Операционные размеры определяются – расчетно-аналитическим, методом, решением операционных размерных цепей;
- Повторяемость выпуска – периодическое повторение партии;
- В качестве заготовки выбирается либо отливка, либо штамповка или прокат;
- Оборудование – универсальное, специализированное с ЧПУ;
- Загрузка оборудования – периодическая смена деталей на станках;
- Расстановка оборудования на участке – по группам станков, предметно-замкнутые участки;
- Оснастка – универсальная и специализированная;
- Метод нормирования – аналитически расчетный.

Стратегией будем считать достижение поставленных задач в соответствии с показателями среднесерийного производства.

### 2.2 Выбор вида и методов получения заготовки

Заготовку в базовом варианте технологического процесса изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-1600 получали из проката пруткового  $\varnothing 110$  мм. Размеры заготовки  $d \times L : \varnothing 110 \times 430$

Масса заготовки из проката пруткового:

$$M_3 = \rho \cdot V, \text{ кг}$$

$$\rho = 7,86 \cdot 10^{-6} \text{ кг} / \text{мм}^2$$

$$v = \pi \cdot R^2 \cdot l, \text{ мм}^3$$

$$m_3 = 7,86 \cdot 10^{-6} \cdot 3,14 \cdot 55^2 \cdot 430 = 32,1 \text{ кг}$$

коэффициент полезного использования материала:

$$K_{\text{и.м.}} = \frac{m_0}{m_3}$$

где,  $m_0$  - масса детали;

$m_3$  - масса заготовки;

$$K_{\text{и.м.}} = \frac{13,7}{32,1} = 0,43$$

Заготовку в проектном варианте технологического процесса предложим получить штамповкой в кривошипных горячештамповочных прессах.

Для предварительного сравнения воспользуемся коэффициентом для определения ориентировочной расчетной массы штамповки  $K_p = 1,4$ .

Тогда масса штамповки  $m_3 = 13,7 \cdot 1,4 = 19,18 \text{ кг}$

Коэффициент использования материала при штамповке равен:

$$K_{\text{и.м.}} = \frac{13,7}{19,18} = 0,71$$

Экономическое обоснование выбора заготовки

Себестоимость изготовления заготовки:

$$C_{\text{ДЕТ}} = C_3 + C_{\text{МО}} - C_{\text{ОТХ}}, \text{ руб}$$

Для заготовки, которая получается из проката:

$$C_3^{\text{ПП}} = C_B \cdot m_3, \text{ руб}$$

Для заготовки, которая получается штамповкой:

$$C_3^{\text{ШТ}} = C_B \cdot m_3 \cdot K_T \cdot K_{\text{СЛ}} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\text{П}}, \text{ руб}$$

Для заготовки, которая получается из проката:

$$C_B = 0,19 \text{ руб/кг}$$

$$C_3^{IP} = 32,1 \cdot 0,19 = 6,1 \text{ руб/шт}$$

Для заготовки, которая получается штамповкой:

$$C_B = 0,315 \text{ руб/кг}$$

$$K_T = 1,0; K_{CI} = 0,87; K_B = 0,8; K_M = 1,13; K_{II} = 1,0$$

$$C_3^{ШТ} = 0,315 \cdot 19,18 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \cdot 0,8 \cdot 1,13 \cdot 1,0 = 4,8 \text{ руб/шт}$$

Определение затрат на механическую обработку:

$$C_{MO} = C_{уд} \cdot (m_3 - m_d), \text{ руб}$$

$$C_{уд} = C_C + E_H \cdot C_R, \text{ руб}$$

$$C_{MO}^{IP} = (0,356 + 0,2 \cdot 1,035) \cdot (32,1 - 13,7) = 10,36 \text{ руб}$$

$$C_{MO}^{ШТ} = (0,356 + 0,2 \cdot 1,035) \cdot (19,18 - 13,7) = 3,09 \text{ руб}$$

$$C_{ОТХ} = C_{удОТХ} \cdot (m_3 - m_d), \text{ руб}$$

$$C_{удОТХ} = 0,1 \cdot C_B, \text{ руб}$$

$$C_{ОТХ}^{IP} = 0,1 \cdot 0,19 \cdot (32,1 - 13,7) = 0,35 \text{ руб}$$

$$C_{ОТХ}^{ШТ} = 0,1 \cdot 0,315 \cdot (19,18 - 13,7) = 0,17 \text{ руб}$$

$$C_{ДЕТ}^{IP} = 6,1 + 10,36 - 0,35 = 16,11 \text{ руб}$$

$$C_{ДЕТ}^{ШТ} = 4,8 + 3,09 - 0,17 = 7,72 \text{ руб}$$

Полученный экономический эффект:

$$\mathcal{E} = C_{ДЕТ}^B - C_{ДЕТ}^{np}, \text{ руб/шт}$$

$$\mathcal{E} = 16,11 - 7,72 = 8,39 \text{ руб/шт}$$

Из вышеприведенных расчетов принимаем в качестве заготовки - штамповку на кривошипных горячештамповочных прессах.

### 2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Метод обработки поверхности характеризуют обрабатывающий инструмент и кинематика процесса - движения детали и инструмента, осуществляемые в процессе обработки, т.е. оборудование.

Занесем в таблицу 2.1 методы обработки по каждой поверхности червяка. Номера поверхностей по рисунку 1.1.

## Методы обработки поверхностей червяка

Номер пов-ти	Методы обработки	Предполагаемое оборудование
1	2	3
1, 21	Фрезерование торцовой фрезой	Фрезерно-центровальный станок
2, 6, 13	Точение контурным резцом со сменными многогранными пластинами;	Токарный станок с числовым программным управлением
	Шлифование кругом с прямым профилем	Круглошлифовальный станок
3, 4, 5, 7, 11, 12, 16, 17	Точение контурным резцом со сменными многогранными пластинами;	Токарный станок с числовым программным управлением
8, 10, 18, 20	Точение контурным резцом со сменными многогранными пластинами;	Токарный станок с числовым программным управлением
	Шлифование угловым кругом с одновременной обработкой цилиндрической поверхности и торца	Торцекруглошлифовальный станок
9, 19	Точение канавочным резцом	Токарный станок с числовым программным управлением
14, 15	Резьбофрезерование фасонной фрезой	Резьбофрезерный станок
	Резьбошлифование фасонным кругом	Резьбошлифовальный станок
22, 23	Сверление центровочным сверлом	Фрезерно-центровальный станок
24, 25, 26	Фрезерование фрезой	Шпоночно-фрезерный станок

## 2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Как было определено ранее, в качестве заготовки мы будем использовать штамповку в кривошипных горячештамповочных прессах.

Проведем проектирование заготовки.

Произведем расчет облойной канавки.

Рассчитаем толщину полки для облоя:

$$h_0 = C_0 \sqrt{F_{нокл}}, \text{ мм}$$

где  $C_0$  - коэффициент равный 0,015;

Для определения площади поковки произведем выбор припусков и допусков на размеры заготовки.

Для определения припусков выберем параметры штамповки по ГОСТ 7505-89 и исходный индекс:

- группа стали – М2;
- степень сложности – С2;
- класс точности – Т3.
- исходный индекс – 14

Припуски и допуски занесем в таблицу 2.2

Таблица 2.2 - Припуски и допуски на штамповку

Номинальный размер детали	Припуск на сторону	Размер заготовки	Верхнее отклонение	Нижнее отклонение
1	2	3	4	5
Ø 50	2,2	Ø 54,4	1,8	-1,0
Ø 60	2,0	Ø 64	1,8	-1,0
Ø 100	2,5	Ø 105	2,1	-1,1
Ø 33	1,8	Ø 36,6	1,6	-0,9
420	3,0	426	3,0	-1,5

1	2	3	4	5
40	1,7	40,7	1,8	-1,0
90	2,0	90	1,8	-1,0
160	2,3	166	2,4	-1,2
270	3,0	274,6	2,7	-1,3
40	2,0	41,3	1,8	-1,0

Тогда площадь поковки

$$F_{\text{пок}} = 32049 \text{ мм}^2$$

И толщина полки для обля:

$$h_0 = 0,015 \sqrt{32049} = 2,7 \text{ мм}$$

Остальные значения облойной канавки

$$l = 6 \text{ мм}$$

$$h = 6 \text{ мм}$$

$$R_1 = 20 \text{ мм}$$

$$r = 2 \text{ мм}$$

Определим размеры исходной заготовки.

Объем исходной заготовки:

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{II}} + V_y + V_0, \text{ мм}^3$$

где  $V_{\text{II}}$  - объем поковки, рассчитываемый по номинальным, горизонтальным и вертикальным размерам чертежа поковки плюс половина положительного допуска;

$$V_{\text{II}} = 2073534 \text{ мм}^3$$

$$V_y = 0,005 \cdot 207354,7 = 10368 \text{ мм}^3$$

$$V_0 = \varepsilon_y \cdot F_m \cdot \left( \frac{\pi}{2} + \varepsilon_y \cdot \pi \cdot l \right), \text{ мм}^3$$

$$V_0 = 1,5 \cdot 16,2 (1055,4 + 1,5 \cdot 3,14 \cdot 6) = 26333 \text{ мм}^3$$

$$V_{\text{заг}} = 2073534 + 10368 + 26333 = 2110232 \text{ мм}^3$$

Масса исходной заготовки, а также коэффициент использования

материала.

$$m_3 = 7,86 \cdot 10^{-6} \cdot 2110248 = 16,6 \text{ кг}$$

$$K_{и.м} = \frac{13,7}{16,6} = 0,83$$

## 2.5 Разработка технологического маршрута

Таблица 2.3 - Технологический маршрут изготовления червяка

Номер техноло гическо й оп-и	Наименовани е технологичес кой операции	Оборудовани е	Содержание технологической операции
1	2	3	4
05	Заготовитель ная	КГШП	Штамповать заготовку червяка
10	Фрезерно- центровальная	Фрезерно- центроваль ный МР-71М	Фрезеровать торцы 1, 21; сверлить отверстия центровочные 22, 23
15	Токарная черновая	Токарный С ЧПУ КСТ-510	Обточить поверхности 13, 16, 17, 18, 20
20	Токарная черновая	Токарный С ЧПУ КСТ-510	Обточить поверхности 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12
25	Токарная чистовая	Токарный С ЧПУ КСТ-510	Обточить поверхности 13, 16, 17, 18, 19, 20
30	Токарная чистовая	Токарный С ЧПУ КСТ-510	Обточить поверхности 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
35	Резьбофрезерная	Резьбофрезерный 5S45NT	Фрезеровать витки червяка 14, 15
40	ТО	Печь	Цементировать h=0,8...1,2
45	Шпоночно-фрезерная	Шпоночно-фрезерный KM3000	Фрезеровать шпоночный паз 24, 25, 26
50	ТО		Калить ТВЧ 52...56 HRC
55	Шлифовальная	Круглошлифовальный 3M153	Шлифовать поверхности 2, 6
60	Шлифовальная	Торце круглошлифовальный 3T153E	Шлифовать поверхности 8, 10
65	Шлифовальная	Торце круглошлифовальный 3T153E	Шлифовать поверхности 18, 20
70	Червячношлифовальная	Червячношлифовальный 5887	Шлифовать витки червяка 15
75	Моечная		Промыть детали
80	Контрольная		Контролировать размеры детали
85	Оксидирование		Хим. Окс. Прм.

## 2.6 Разработка плана обработки

### Выбор технологических баз

Для успешного выполнения технологических операций механической обработки необходима правильная установка заготовок или деталей.

При механической обработке заготовок на станках базированием принято считать придание заготовке требуемого положения относительно элементов станка, определяющих траекторию движения подачи обрабатывающего инструмента.

В качестве черновых технологических баз на первой операции техпроцесса принимаем основные конструкторские базы, относительно которых делаем искусственные технологические базы, которые далее будем использовать на всех остальных операциях – центровые отверстия.

Все базы на каждую операцию можно видеть на плане обработки.

## 2.7 Выбор средств технологического оснащения

Используемое оборудование на технологических операциях, станочные приспособления, применяемые режущий инструмент, а также средства контроля применяемые в технологическом процессе изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-1600 приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.4 - Выбор средств технологического оснащения

Название операции	Наименование и модель оборудования	Наименование приспособления	Наименование инструмента	Наименование измерительного средства
1	2	3	4	5
05 Заготовительная	Штамповка на КГШП			
10 Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный МР-71М	Приспособление специальное с самоцентрирующими призматическими губками	Фреза торцовая Ø80 с пластинами Т5К10 ГОСТ 9473-80, Сверло центровочное Р6М5 ГОСТ 14952-80	Штангенциркуль ШЦШ-500-0,1 ГОСТ 160-88
15 Токарная черновая	Токарный с ЧПУ КСТ-510	Патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80; Центр вращающийся ГОСТ 8742-75	Резец сборный токарный проходной упорный Т5К10	Штангенциркуль ШЦ I-125-0,05 ГОСТ 160-80

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
20 Токарная черновая	Токарный с ЧПУ КСТ-510	Патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80; Центр вращающийся ГОСТ 8742-75	Резец сборный токарный проходной упорный T5K10	Штангенциркуль ШЦ I-125-0,05 ГОСТ 160-80
25 Токарная чистовая	Токарный с ЧПУ КСТ-510	Патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80; Центр вращающийся ГОСТ 8742-75	Резец сборный токарный проходной упорный T15K6, Резец сборный токарный канавочный T15K6	Калибр-скоба
30 Токарная чистовая	Токарный с ЧПУ КСТ-510	Патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80; Центр вращающийся ГОСТ 8742-75	Резец сборный токарный проходной упорный T15K6, Резец сборный токарный канавочный T15K6	Калибр-скоба
35 Резьбофрезе рная	Резьбофрезер ный 5S45NT	Патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80; Центр упорный ГОСТ 18259-82	Фреза дисковая модульная m=10 P6M5K5	Зубомер

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
45 Шпоночно- фрезерная	Шпоночно- фрезерный КМ3000	Приспособление специальное с самоцентрирующими призматическими губками	Фреза концевая шпоночная Ø10 ГОСТ 9140-88	Калибр-пробка
55 Шлифовальн ая	Круглошлиф о- вальный 3М153	Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; Центр вращающийся ГОСТ 8742-75	Набор из двух кругов 24А16НСМ23К	Калибр-скоба
60 Шлифовальн ая	Торцекругло шлифовальн ый 3Т153Е	Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; Центр вращающийся ГОСТ 8742-75	Шлифовальный круг 3П 600×205×45 32А12С14К1	Калибр-скоба
60 Шлифовальн ая	Торцекругло шлифовальн ый 3Т153Е	Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; Центр вращающийся ГОСТ 8742-75	Шлифовальный круг 3П 600×205×45 32А12С14К1	Калибр-скоба

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
70 Червячно-шлифовальная	Червячношлифовальный 5887	Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; Центр вращающийся ГОСТ 8742-75	Шлифовальный круг 2П 200×127×15 32A12C14K1	Зубомер повышенной точности

## 2.8 Проектирование технологических операций

### Операция 10 – Фрезерно-центровальная

На данной операции для обработки выбираем фрезерно-центровальный станок МР-71М

#### Фрезерование торцев 1 и 21

Глубина резания  $t = 3$  мм;

Подача  $S_Z = 0,12$  мм/зуб;

Скорость резания рассчитывается по эмпирической формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \text{ м/мин}$$

где  $C_v = 332$  – коэффициент;

$m = 0,2$  – коэффициент свойств;

$x = 0,1$  – коэффициент свойств;

$y = 0,4$  – коэффициент свойств;

$u = 0,2$  – коэффициент свойств;

$p = 0$  – коэффициент свойств;

$q = 0,2$  – коэффициент свойств.

$T = 90$  мин – период стойкости инструмента;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}$$

$$K_{MV} = K_2 \left( \frac{750}{\sigma_6} \right)^{n_v}$$

$\sigma_6 = 900$  МПа;

$K_2 = 0,8$ ;

$n_v = 1,0$ ;

$$\text{Тогда } K_{mv} = 0,8 \left( \frac{750}{900} \right)^{1,0} = 0,67 ;$$

$$K_{HV} = 0,8$$

$$K_{HV} = 1,4$$

$$K_v = 0,67 \cdot 0,8 \cdot 1,4 = 0,75$$

Подставляя значения

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{332 \cdot 80^{0,2}}{90^{0,2} \cdot 3^{0,1} \cdot 0,12^{0,4} \cdot 54,4^{0,2} \cdot 12^0} \cdot 0,75 = 228,8 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}, \text{ об/мин}$$

где  $v$  – скорость резания;

$d$  – диаметр;

Таким образом,

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 228,8}{3,14 \cdot 80} = 910,8 \text{ об/мин}$$

по паспорту станка частота вращения равна  $n_d = 1000$  об/мин.

Тогда определяется действительная скорость резания по следующей формуле:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}, \text{ м/мин}$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 1000}{1000} = 251,2 \text{ м/мин}$$

Сверление центровых отверстий

Глубина резания равна  $t = 3,15$  мм;

Подача равна  $S = 0,15$  мм/об

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/мин}$$

где  $C_v = 7,0$  – коэффициент;

$m = 0,2$  – коэффициент свойств;

$y = 0,7$  – коэффициент свойств;

$q = 0,4$  – коэффициент свойств;

$T = 25$  мин – период стойкости инструмента;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}$$

$$K_{MV} = K_z \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v}$$

$$\sigma_s = 900 \text{ МПа}$$

Тогда  $K_{mv} = 0,8 \left( \frac{750}{900} \right)^{0,9} = 0,68$ ;

$$K_{lv} = 1,0$$

$$K_{uv} = 1,0$$

$$K_v = 0,68 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,68$$

Тогда

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{7,0 \cdot 6,3^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 0,68 = 19,7 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 19,7}{3,14 \cdot 6,3} = 995,8 \text{ об/мин}$$

по паспорту станка частота вращения равна  $n_d = 1000$  об/мин.

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 6,3 \cdot 1000}{1000} = 19,8 \text{ м/мин}$$

основное время определяется по следующей формуле

$$T_0 = \frac{l_{PX}}{n_D \cdot S}, \text{ МИН}$$

$$T_0 = \frac{95}{1000 \cdot 0,12 \cdot 12} + \frac{14}{1000 \cdot 0,15} = 0,07 + 0,09 = 0,16 \text{ МИН}$$

Определяем штучное и штучно-калькуляционное время

$$T_{шт} = T_o + T_{вс} + T_{об}, \text{ МИН}$$

$$T_{вс} = T_{y.c} + T_{зо} + T_{yn} + T_{уз}, \text{ МИН}$$

где  $T_{y.c}$  –

$T_{зо}$  –

$T_{yn}$  –

$T_{уз}$  –, МИН

$$T_{y.c} = 0,18 \text{ МИН,}$$

$$T_{зо} = 0,04 \text{ МИН,}$$

$$T_{yn} = 0,22 \text{ МИН,}$$

$$T_{уз} = 0,28 \text{ МИН.}$$

$$T_{вс} = (0,18 + 0,04 + 0,22 + 0,28) \cdot 1,85 = 1,4 \text{ МИН}$$

$$T_{об} = \frac{(T_{o\Sigma} + T_{вс}) \cdot \Pi_{об}}{100\%}, \text{ МИН}$$

$$T_{об} = \frac{(0,16 + 1,4) \cdot 7,5}{100\%} = 0,12 \text{ МИН}$$

$$\text{Таким образом, } T_{шт} = T_o + T_{вс} + T_{об} = 0,16 + 1,4 + 0,12 = 1,68 \text{ МИН}$$

Штучно-калькуляционное время находится по следующей формуле:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{n-3}}{n}, \text{ МИН} \quad (8.9)$$

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{n-3}}{n} = 1,68 + \frac{20}{50} = 2,08 \text{ МИН/ШТ}$$

Операция 20 - Токарная черновая

На данной операции для обработки выбираем токарный станок с ЧПУ КСТ-510.

Скорость резания рассчитывается по нижеприведенной формуле

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

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{HV} \cdot K_{\phi V} \cdot K_{\phi'V}$$

$$K_{MV} = K_2 \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v}$$

$$K_2 = 0,8$$

$$n_v = 1,0;$$

$$\text{Тогда } K_{MV} = 0,8 \left( \frac{750}{900} \right)^{1,0} = 0,67;$$

$$\text{Таким образом, } K_v = 0,67 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 0,47$$

Подставляя значения в формулу вычислим скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,6^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,47 = 80,82 \text{ м/мин}$$

Подставляя полученное значение в формулу расчета частоты вращения, получим:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 80,82}{3,14 \cdot 51,2} = 502,7 \text{ об/мин.}$$

по паспорту станка частота вращения равна  $n_d = 500$  об/мин.

Определяем действительную скорость резания по формуле (8.3):

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 51,2 \cdot 500}{1000} = 80,38 \text{ м/мин}$$

Определяем основное время по следующей формуле

$$T_0 = \frac{194}{500 \cdot 0,6} = 0,65 \text{ мин}$$

Определяем штучное и штучно-калькуляционное время

Штучное время высчитаем по следующей формуле:

$$T_{ec} = (0,22 + 0,04 + 0,2 + 0,32) \cdot 1,85 = 1,4 \text{ мин}$$

$$T_{об} = \frac{(0,65 + 1,4) \cdot 6,5}{100\%} = 0,14 \text{ мин}$$

Тогда штучное время на данной операции будет равно,  $T_{шт} = T_0 + T_{ec} + T_{об} =$

$$0,65 + 1,4 + 0,14 = 2,19 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{n-3}}{n} = 2,19 + \frac{20}{50} = 2,59 \text{ мин/шт}$$

Операция 60 - Шлифовальная

Выбираем скорость вращения шлифовального круга.

$$V_{\text{кр}} = 35 \text{ м/с}$$

Выбираем скорость вращения заготовки.

$$V_{\text{заг}} = 35 \text{ м/мин}$$

Рассчитаем частоту вращения заготовки.

Расчет производим по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V_{\text{заг}}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 50} \approx 220 \text{ об/мин}$$

Выбираем глубину шлифования.

Глубина соответствует поперечной подаче.

$$t = S_{\text{поп}} = 0,005 \text{ мм}$$

Рассчитаем основное время.

$$T_o = \frac{L \cdot a \cdot K}{S_{\text{поп}} \cdot n_{\text{заг}}},$$

где  $a = 0,1 \text{ мм}$  - припуск на сторону;

$K = 1,4$  - коэффициент, учитывающий доводку.

$$T_o = \frac{40 \cdot 0,1 \cdot 1,4}{0,005 \cdot 220} = 5,1 \text{ мин}$$

$$T_{\text{вс}} = (0,15 + 0,04 + 0,22 + 0,22) \cdot 1,85 = 1,17 \text{ мин}$$

$$T_{\text{об}} = \frac{(5,1 + 1,14) \cdot 6,5}{100\%} = 0,41 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{вс}} + T_{\text{об}} = 5,1 + 1,17 + 0,41 = 6,68 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 6,68 + \frac{20}{50} = 7,08 \text{ мин/шт}$$

На остальные операции нормы времени и режимы резания определяются табличным методом. Эти данные представлены в таблице 2.6

Таблица 2.5- Режимы резания и нормы времени

Операция	позиция	Глубина t, мм	Подача, S	Основное время T <sub>о</sub> , мин	Штучное время T <sub>шт</sub> , мин	Штуч.-кальк.. Время, T <sub>шт-к</sub> , мин	Скорость V, м/мин	Частота n, об/мин
1	2	3	5	7	8	9	4	6
10 Фрезерно- центровальная	1	3	0,12 мм/зуб	0,07	1,68	2,08	251,2	1000
	2	3,15	0,15 мм/об	0,09			19,8	1000
15 Токарная черновая	1	1,6	0,6 мм/об	1,06	2,65	3,05	80,38	500
20 Токарная черновая	1	1,6	0,6 мм/об	0,65	2,19	2,59	80,38	500
25 Токарная чистовая	1	0,6	0,15 мм/об 0,4	0,92	3,64	4,02	60,54	500
	2	3,0	мм/об	1,2			50,2	630
30 Токарная чистовая	1	0,6	0,15 мм/об	0,84	3,42	3,82	60,54	500
	2	3,0	0,4 мм/об	1,2			50,2	630

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	5	7	8	9	4	6
35 Резьбофре-зерная	1	1,0	0,5 мм/об	27,5	31,42	31,62	19,8	78
45 Шпоночно-фрезерная	1	0,25	0,1 мм/зуб	4,05	5,88	6,24	56,8	200
55 Шлифовальная	1	0,1	0,005 мм/об	6,56	7,75	8,06	35 м/с	250
60 Шлифовальная	1	0,1	0,005 мм/об	5,1	6,65	7,05	35 м/с	220
65 Шлифовальная	1	0,1	0,005 мм/об	5,1	6,65	7,05	35 м/с	220
70 Червячно-шлифовальная	1	0,2	0,01 мм/об	19,8	20,9	21,32	35 м/с	250

### 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

#### 3.1 Проектирование концевой фрезы

Рассчитаем концевую фрезу для обработки шпоночного паза на операции  
045 – Шпоночно-фрезерная

Материал фрезы

Выбираем быстрорежущую сталь - Р6М5К5

Геометрические параметры фрезы.

Сначала зададим величину главного заднего угла

$$\alpha = 20^\circ$$

Нормальный задний угол фрезы

$$\operatorname{tg} \alpha_N = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \omega} \quad (3.1)$$

где  $\omega$  - величина угла наклона винтовых канавок проектируемой фрезы.

$$\omega = 30^\circ$$

Тогда определим  $\operatorname{tg} \alpha_N = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \omega} = \frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{\cos 30^\circ} = 0,421$

Следовательно  $\alpha_N = \operatorname{arctg} 0,421 = 22,78^\circ$

Передний угол фрезы  $\gamma = 15^\circ$

Главный угол в плане  $\varphi = 90^\circ$

Параметры переходной кромки

Определим угол в плане  $\varphi_0$  переходной кромки

$$\varphi_0 = \frac{\varphi}{2} \quad (3.2)$$

Тогда  $\varphi_0 = \frac{90}{2} = 45^\circ$

$l_0 = 0,6$  – длина переходной кромки

Вспомогательный угол в плане  $\varphi_1 = 2^\circ$

Угол наклона режущей кромки  $\lambda = \omega = 30^\circ$

Диаметр фрезы  $D = 10$  мм

Длина режущей части фрезы  $l = 25$  мм

Число зубьев фрезы

Определим максимальное количество зубьев, допускаемое мощностью оборудования:

$$z_{\max} = \frac{N_{\text{э}} \cdot D^{0,9}}{2,53 \cdot 10^{-5} \cdot n \cdot t^{1,14} \cdot B^{0,9} \cdot S_z^{0,4}} \quad (3.3)$$

где  $N_{\text{э}} = 6,3$  кВт – мощность электродвигателя станка;

$n = 200$  об/мин – частота вращения фрезы;

$t = 10$  мм – величина глубины фрезерования;

$B = 5$  мм – величина ширины фрезерования;

$S_z = 0,1$  мм/зуб – подача фрезы.

$$z_{\max} = \frac{6,3 \cdot 10^{0,9}}{2,53 \cdot 10^{-5} \cdot 200 \cdot 10^{1,14} \cdot 5^{0,9} \cdot 0,1^{0,4}} \approx 4 \text{ шт}$$

Высота зуба

$$h = \frac{k \cdot D}{z}, \text{ мм} \quad (3.4)$$

где  $k = 0,9 \dots 1,2$  – коэффициент для концевых фрез

Таким образом,  $h = \frac{0,9 \cdot 10}{4} = 2,25$  мм

Зададим величину радиуса закругления дна стружечной канавки

Примем  $r = 1,1$  мм

Определим величину угла спинки зуба  $\alpha_1 = 25^\circ$

Определим величину радиуса спинки зуба

Получим  $R_1 = (0,3 \dots 0,45) \cdot D = 0,4 \cdot 10 = 4$  мм

Примем величину ширины ленточки по задней поверхности зуба фрезы

$f_1 = 1,0$  мм

## 3.2 Проектирование приспособления

Исходные данные для расчета

Режимы резания – глубина  $t=1,6$  мм; подача  $s=0,6$  мм/об; скорость резания  $V=80,38$  м/мин.

Металлорежущий станок – КСТ-510

Теоретическая схема базирования представлена на плане обработки.

составляющие  $P_z, P_y$

силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z, y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, H \quad (3.5)$$

для  $P_z$  -  $C_p = 300$ ;  $n = -0,15$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$ ;

для  $P_y$  -  $C_p = 243$ ;  $n = -0,3$ ;  $x = 0,9$ ;  $y = 0,6$ ;

$T = 60$  мин

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (3.6)$$

$\sigma_s = 900$  МПа

$n_v = 0,75$ ;

Тогда  $K_{MP} = \left( \frac{750}{900} \right)^{0,75} = 0,87$ ;

$K_{\phi P} = 0,89$  (для  $P_z$ )

$K_{\phi P} = 0,50$  (для  $P_y$ )

$K_{\gamma P} = 1,1$  (для  $P_z$ )

$K_{\gamma P} = 1,4$  (для  $P_y$ )

$K_{\lambda P} = 1,0$  (для  $P_z$ )

$K_{\lambda P} = 1,0$  (для  $P_y$ )

Таким образом,  $K_p = 0,87 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 0,85$  (для  $P_z$ )

$K_p = 0,87 \cdot 0,50 \cdot 1,4 \cdot 1,0 = 0,61$  (для  $P_y$ )

$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,6^{1,0} \cdot 0,6^{0,75} \cdot 80,38^{-0,15} \cdot 0,85 = 1441H$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1,6^{0,9} \cdot 0,6^{0,6} \cdot 80,38^{-0,3} \cdot 0,61 = 447H$$

Расчет усилий зажима

Крутящий момент:

$$M_{p^1} = \frac{P_z \cdot d_1}{2} \quad (3.7)$$

Повороту заготовки препятствует момент силы зажима:

$$M_{з^1} = \frac{T \cdot d_2}{2} = \frac{W^1 \cdot f \cdot d_2}{2} \quad (3.8)$$

$$W^1 = \frac{2 \cdot K \cdot M_p}{f \cdot d_2} = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \quad (3.9)$$

Значение коэффициента запаса К:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.10)$$

$$K_{Pz} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16; \text{ принимаем } 2,5$$

$$W^1 = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 1441 \cdot 51,2}{0,18 \cdot 51,2} = 40028H;$$

Величина усилия зажима  $W_I$ :

$$W_I = \frac{W}{1 - \left(\frac{3 \cdot l_K}{H_K} \cdot f_1\right)} \quad (3.11)$$

где  $l_K$  – вылет кулачка

$H_K$  – длина направляющей постоянного кулачка;  $H_K=80$ мм;

$f$  – коэффициент трения

$$W_I = \frac{W}{1 - \left(\frac{3 \cdot l_K}{H_K} \cdot f_1\right)} = \frac{40028}{1 - \left(\frac{3 \cdot 65}{80} \cdot 0,1\right)} = 52930H$$

Расчет зажимного механизма патрона

При расчете зажимного механизма определяется усилие  $Q$ , создаваемое силовым приводом, которое зажимным механизмом увеличивается и передается постоянному кулачку.

$$Q = \frac{W_1}{ic}$$

где,  $ic$ -передаточное отношение по силе зажимного механизма (выигрыш в силе).

Принимаем рычажный зажимной механизм с  $ic=2,5$  (окончательно уточнится после проектирования патрона).

$$Q = \frac{W_1}{ic} = \frac{52930}{2,5} = 21172H$$

## 4. ЛИТЕРАТУРНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

Обработка наружных поверхностей червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-1600 ведется на круглошлифовальном станке. Диаметры наружных поверхностей шлифуются последовательно. После обработки каждой поверхности производится правка круга алмазным карандашом. Недостатком операции являются быстрый износ абразивного инструмента, низкая стойкость инструмента и низкие геометрические показатели детали. Для снижения износа абразивного инструмента, повышения стойкости инструмента и повышения геометрических показателей детали необходимо использовать новые технологии, новый инструмент, а также варьировать режимами обработки.

Воспользуемся научной литературой для анализа выявленной проблемы и предложим ее решение

Таблица 4.1

Патентно-техническая документация, отобранная для анализа.

Источник	Название статьи, автора,	Краткое содержание
1	2	3
«Вестник машиностроения» 2011 №3 УДК 621.92:621.9.079	«Разработка и исследование средств управления движением СОЖ при шлифовании». В.Р. Берзин; В.Н. Шумилин.	На торцах шлифовального круга прямого профиля закрепляют кольцевые накладки с обратной конусностью, изготовленные из легкого и легкоразрушаемого материала. Образуя с кругом единый блок, накладки при вращении изменяют траекторию торцовых воздушных потоков, что приводит к увеличению зоны пониженного давления у периферии круга. Возможно и создание цельных абразивных кругов

1	2	3
<p>«Вестник машиностроения» 2009 №9 УДК 621.923.6:621.9.02</p>	<p>«Технические возможности использования охлаждения и очистки шлифовального круга». Г.В. Чирков.</p>	<p>В данной статье рассматривается один из путей решения проблем: повышение производительности обработки; улучшение качества обработанной поверхности; повышение стойкости инструмента. В то же время создается благоприятная экологическая обстановка в зоне работы обслуживания персонала. Все эти проблемы решаются путем применения в станочных системах элеваторного узла очистки и охлаждения шлифовального круга. Эффективность работы устройства исследуется по двум вариантам. По первому варианту в качестве СОТС использовали сжатый воздух, который по давлению 0,6 МПа подавался на периферию абразивного круга. По второму варианту исследовали влияние узла очистки и охлаждения на стойкость импрегнированного круга (в первом случае абразивный круг 24A25CM26K пропитан кристаллической серой, во втором - напылён частицами меди на установке УВНРЭ-450).</p>

1	2	3
<p>«Вестник машиностроения» 2011 №2 УДК 621.923.04.012.05</p>	<p>«Повышение производительности и точности обработки при профильном глубинном шлифовании». А.А. Николаенко</p>	<p>Рассматриваем один из путей повышение производительности и точности при обработке заготовок из труднообрабатываемых материалов - использование глубинного профильного шлифования. Наиболее эффективно использование ГНШ в процессах малоотходной технологии изготовления деталей, когда из точной заготовки с min припусками путем шлифования получают деталь высокой точности. Исследования показали, что при определенных условиях применения ГНШ обеспечивает рост производительности и повышения точности обработки детали.</p>
<p>«Вестник машиностроения» 2015 №5 УДК 621.921.11</p>	<p>«Исследование абразивной способности порошков, полученных методом СВС литья». Н.В. Носов; Ю.А. Радионов; А.В. Ротняковский.</p>	<p>Результаты рентгеноструктурного анализа показали, что хром растворяется в объеме розового корунда более равномерно, чем в хромистом электрокорунде. При этом структура розового корунда находится в равновесном состоянии. В работе рассматривается влияние зернистости розового корунда КР-Л на прочность зерен и абразивную способность по сравнению с другими абразивными материалами,</p>

1	2	3
		абразивную способность розового корунда, влияние зернистости инструмента из электрокорунда КР-Л на производительность.
«Вестник машиностроения» 2014 №10 УДК 621.923.045:66.067	«Влияние чистоты СОЖ на шероховатость шлифовальных поверхностей». Л.В. Худобин, В.В. Богданов.	В статье рассматривается влияние чистоты СОЖ на качество поверхностей, обработанных на операциях круглого наружного и плоского шлифования. Применены новые составы СОЖ и шлифовальные круги различных характеристик. Увеличение размеров частиц механических примесей, содержащихся в СОЖ приводит к более быстрому износу инструмента и ухудшению шероховатости обрабатываемой поверхности,
«Вестник машиностроения» 2012 №11 УДК 681.518.54:621.92:5 34. 612	«Диагностика и управление процессами шлифования по амплитуде звукового давления». Л.В. Худобин; В.Ф. Гурьянихина; В.С. Юганов.	Представлены результаты экспериментальных исследования влияния режима шлифования, характеристики шлифовального круга и загрязненности СОЖ механическими примесями на интенсивность звуковых колебаний (амплитуду звукового давления). Промышленная обработка прибора на операциях круглого шлифования показало его

1	2	3
		<p>достаточно высокую эффективность и надежность, возможность максимального использования потенциала шлифовального круга при заданном качестве шлифования, увеличивает стойкость инструмента в 2 раза.</p>
<p>«Вестник машиностроения» 2013 №10 УДК 621.922.079</p>	<p>«Формирование поверхностей вращения в процессе дискретного шлифования сборными абразивными кругами». В.Г. Гусев.</p>	<p>Дискретность режущей поверхности инструмента позволяет подводить СОЖ через конструкцию САК, разгоняя СОЖ при этом примерно до скорости резания и обогащая кислородом воздуха, образовать режущую поверхность и отдельных кусочков (сегментов), что существенно уменьшит расход абразивного материала, температуру в зоне резания и повышает стойкость кругов.</p>
<p>«Вестник машиностроения» 2013 №7 УДК 621.922.079</p>	<p>«Опыт использования прерывистых шлифовальных кругов на предприятиях машиностроения» . В.Г. Гусев</p>	<p>Рельеф обработанной поверхности представляет собой результат пространственного наложения волнообразных синусоид, характеризующих виброперемещение нового инструмента под влиянием дискретности резания и дисбалансов кругов. наилучшие геометрические показатели возникают при условиях : <math>f = (0,1 \dots 0,3) n_3</math>, <math>f = (0,7 \dots 0,9) n_3</math>, -</p>

<p>«Вестник машиностроения» 2013 №10 УДК 621.921.02</p>	<p>«Разработка инструмента для дискретного круглого наружного шлифования». В.Г. Гусев.</p>	<p>Анализ механической прочности различных шлифовальных кругов показывает, что САК прочнее стандартных и цельных кругов с выступами и впадинами. Это позволяет проводить шлифование на более высоких режимах без опасения разрушения сегментов. С позиции аэродинамики процесса и эффективности действия, СОЖ подается в конструкцию САК, а оттуда в зону резания по каналам, выполненным в корпусе. При этом СОЖ разгоняется примерно до скорости резания, обогащается воздухом и в распыленном состоянии омывает одновременно значительные поверхности обрабатываемой заготовки, что способствует интенсивному отводу тепла из зоны резания.</p>
<p>«Вестник машиностроения» 2012 №5 УДК 621.923.7.02.</p>	<p>«Качество поверхностей деталей, обработанных лепестковыми кругами». Л.В. Худобин; П.В. Дубровский.</p>	<p>В работе рассматривается влияние радиальной деформации <math>\delta_c</math> лепесткового круга на параметры шероховатости <math>R_a</math> и <math>S_m</math> обработанных поверхностей. Полирование деталей лепестковыми кругами, на заключительных операциях очень целесообразно</p>

<p>«Вестник машиностроения» 2011 №6 УДК 621.922.072(088.8)</p>	<p>«Шероховатость поверхности после шлифования сборным комбинированным кругом ». Л.В. Худобин; Ю.В. Психин; П.К. Моценко.</p>	<p>Шлифование СКШК, сопровождаемое относительно не высокими температурами и силами резания, открывает возможность бездефектного шлифования и повышение производительности обработки, что вместе с обеспечением высокого качества шлифованных поверхностей и возможностью объединения 2-х операций в одну, обеспечивает</p>
<p>«Вестник машиностроения» 2014 №8 УДК 621.7/9:621.92</p>	<p>«Процесс образования стружки при шлифовании» О.Н. Герменский.</p>	<p>Более реальным представляется следующий процесс шлифования. Абразивные зерна, двигаясь относительно обрабатываемой поверхности «пропахивают» в ней канавки, перемещая материал детали вправо и влево относительно направления движения. Таким образом, любой микрообъем поверхности обрабатываемой детали будет многократно смещаться абразивными зернами вправо и влево от них. Пластическая деформация достигает тах значения и материал в виде</p>
<p>«Вестник машиностроения» 2007 №9 УДК 621.921.27: 661.665.1</p>	<p>«Основы наноабразивной обработки». Ю.Ф. Назаров; Г.В.</p>	<p>Разработанная концепция наноабразивной обработки деталей машин заключается в установлении взаимосвязей между эксплуатационными характеристиками</p>

		Продолжение таблицы 4.1
	Толдонов; В.В. Курченко.	И технологическими параметрами с помощью интегральных параметров поверхностного слоя. Приведенные данные показывают, что применение ультрадисперсных абразивов позволяет значительно улучшить параметры поверхностного слоя.
«Вестник машиностроения» 2013, №8 УДК 621.7/9:621.92.	«Процесс образования стружки при шлифовании». О.Н. Герменский.	У закаленных на высокую твердость шлифованных деталей поверхностный слой накалил до высоких степеней деформации. Деформация растяжения таких деталей может привести к зарождению в поверхностном слое трещин. В частности, опасность разрушения может грозить деталям, работающим при циклически повторяющихся нагрузках. Для предотвращения этой опасности целесообразно или удалить этот слой или уменьшить в нем плотность дислокации термообработкой.



Рис. 4.1 Прерывистый шлифовальный круг

Изучив и проанализировав сущность обработанной документации по сведениям, содержащимся в графе 3 таблицы 1 выясняем, что для повышения стойкости шлифовального круга наиболее близким и благоприятным для выше описанной ситуации, а также наиболее соответствующим идее обобщенного технического решения, является использование сегментарных прерывистых кругов, что позволяет увеличить стойкость абразивного инструмента без применения сложного дополнительного оборудования и технических средств.

## 5. ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РАБОТЫ

На первом листе графической части выпускной квалификационной работы показана деталь со всеми техническими требованиями и размерами. На втором чертеже представлена заготовка, на этом чертеже кроме размеров указаны черновые базы на первую операцию механической обработки. Следующие чертежи – это план обработки червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-1600. Здесь показаны обрабатываемые поверхности, технические требования к ним. Также в графическую часть входят технологические наладки на фрезерно-центровальную и токарную операции.

В графической части представлен чертеж разработанного режущего инструмента- концевой фрезы. Кроме этого представлен чертеж станочного приспособления. Предварительную настрой обратных кулачков 4 на заданный размер производят перестановкой их по рифленой поверхности основных кулачков 2. Закрепление заготовки происходит при перемещении тяги 8 с ползуном 7 влево, при этом рычаги 6, поворачиваясь вокруг осей 10, перемещают в радиальном направлении основные кулачки 2.

## 6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

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	ТП изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1	Фрезерно-центровая Фрезеровать торцы 1, 21; сверлить отверстия центровочные 22, 23	Фрезеровщик	Фрезерно-центровальный МР-71М	сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71
2	ТП изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1	Токарная черновая Обточить поверхности 13, 16, 17, 18, 20	Токарь	Токарный с ЧПУ КСТ-510	сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71
3	ТП изготовления червяка редуктора	Токарная черновая Обточить поверхности 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12	Токарь	Токарный с ЧПУ КСТ-	сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71

	мешалки якорной МЯ1			510	
4	ТП изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1	Токарная чистовая Обточить поверхности 13, 16, 17, 18, 19, 20	Токарь	Токарн ый с ЧПУ КСТ- 510	сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71
5	ТП изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1	Токарная чистовая Обточить поверхности 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	Токарь	Токарн ый с ЧПУ КСТ- 510	сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71
6	ТП изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1	Резьбофрезерная Фрезеровать витки червяка 14, 15	Фрезеровщик	Резьбоф резерны й 5S45NT	сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71
7	ТП изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1	ТО Цементировать h=0,8...1,2		Печь	сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71
8	ТП изготовления	Шпоночно- фрезерная	Фрезеровщик	Шпоно чно-	сталь 18ХГТ

	червяка редуктора мешалки якорной МЯ1	Фрезеровать шпоночный паз 24, 25, 26		фрезерн ый КМ300 0	ГОСТ 4543-71
9	ТП изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1	ТО Калить ТВЧ 52...56 НРС	Термист		сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71
1 0	ТП изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1	Шлифовальная Шлифовать поверхности 2, 6	Шлифовщик	Кругло шлифов альный 3М153	сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71
1 1	ТП изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1	Шлифовальная Шлифовать поверхности 8, 10	Шлифовщик	Торцек руглош лифова льный 3Т153Е	сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71
1 2	ТП изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1	Шлифовальная Шлифовать поверхности 18, 20	Шлифовщик	Торцек руглош лифова льный 3Т153Е	сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71
1 3	ТП изготовления	Червячношлифоваль ная	Шлифовщик	Червяч ношлиф	сталь 18ХГТ

	червяка редуктора мешалки якорной МЯ1	Шлифовать витки червяка 15		о- вальны й 5887	ГОСТ 4543-71
1 4	ТП изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1	Моечная Промыть детали	Мойщик	Моечна я машина	сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71
1 5	ТП изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1	Контрольная Контролировать размеры детали	Контролер	Измери тельные прибор ы	сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71
1 6	ТП изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1	Оксидирование Хим. Окс. Прм.	Термист	Устано вка оксидир ования	сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71

Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных  
профессиональных рисков

Таблица 6.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п /	Производственно -технологическая и/или эксплуатационно-	Опасный и /или вредный производственный фактор процесс, операцию	Источник опасного и / или вредного производствен
-------------	--	--	---

п	технологическая операция, вид выполняемых работ		ного фактора
1	Фрезерно-центровальная	Повышенный уровень шума на рабочем месте, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Фрезерно-центровальный МР-71М
2	Токарная черновая	Повышенный уровень шума на рабочем месте, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Токарный С ЧПУ КСТ-510
3	Токарная черновая	Повышенный уровень шума на рабочем месте, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Токарный С ЧПУ КСТ-510
4	Токарная чистовая	Повышенный уровень шума на рабочем месте, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Токарный С ЧПУ КСТ-510
5	Токарная чистовая	Повышенный уровень шума на рабочем месте, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Токарный С ЧПУ КСТ-510
6	Резьбофрезерная	Повышенный уровень шума на	Резьбофрезерн

		рабочем месте, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	ый 5S45NT
7	ТО	Повышенная температура поверхности оборудования и материала	Печь
8	Шпоночно-фрезерная	Повышенный уровень шума на рабочем месте, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Шпоночно-фрезерный KM3000
9	ТО	Повышенная температура поверхности оборудования и материала	Печь 27.1150.МТ
10	Шлифовальная	Повышенный уровень шума на рабочем месте, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Круглошлифовальный 3М153
11	Шлифовальная	Повышенный уровень шума на рабочем месте, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Торцекруглошлифовальный 3Т153Е
12	Шлифовальная	Повышенный уровень шума на рабочем месте, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Торцекруглошлифовальный 3Т153Е
13	Червячношлифовальная	Повышенный уровень шума на рабочем месте, острые кромки,	Червячношлифовальная

		заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	вальный 5887
1 4	Моечная		Моечная машина
1 5	Контрольная		Измерительны е приборы
1 6	Оксидирование		Установка оксидирования

Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

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	Повышенный уровень шума на рабочем месте	При проектировании оборудования должны устанавливаться допустимые уровни шума	Наушники противошумные или вкладыши противошумные
2	острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях	Выдача СИЗ рабочему	Рукавицы комбинированные или перчатки с полимерным

	заготовок, инструментов и оборудования		покрытием
3	Повышенная температура поверхности оборудования и материала	Машина и оборудование должны иметь четкие и нестираемые предупреждающие надписи или знаки о видах опасности.	Рукавицы комбинированные или перчатки с полимерным покрытием

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

Идентификация опасных факторов пожара.

Таблица 6.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразде ление	Оборудов ание	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Участок механич еской обработк и	Фрезерно - центровал ьный МР- 71М	А	тепловой поток;	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
2	Участок механич еской обработк	Токарный с ЧПУ КСТ-510	А	тепловой поток	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части

	и				технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
3	Участок механической обработки и	Резьбофрезерный 5S45NT	А	тепловой поток	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
4	Участок механической обработки и	Шпоночно-фрезерный КМ3000	А	тепловой поток	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
5	Участок механической обработки и	Круглошлифовальный 3М153	А	тепловой поток	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
6	Участок механической обработки и	Торцевкруглошлифовальный	А	тепловой поток	вынос (замыкание) высокого электрического

	еской обработк и	вальный ЗТ153Е			напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
7	Участок механич еской обработк и	Червячно шлифовал ьный 5887	А	тепловой поток	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
8	Участок механич еской обработк и	Моечная машина	А	тепловой поток	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
9	Участок термиче ской обработк и	Печь 27.1150. МТ	В	тепловой поток	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (дипломного проекта).

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 спасателей людей пожароопасных
песок	пожарные автомобили (основные и специальные), пожарные мотопомпы	Газовые и порошковые системы пожаротушения	Пожарные приборы управления	Пожарные шкафы	Средства защиты

Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению 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
Технологический процесс	организовать систему обучения и инструктажа	Подступы к средствам

изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-1600	персонала по вопросам пожарной безопасности при эксплуатации электроустановок	пожаротушения и оборудованию должны быть всегда свободны
---	---	--

Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

Таблица 6.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса	Воздействие 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
Технологический процесс изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-	Станки для механической обработки	отсутствуют	сточные воды	отсутствуют
	Моечная машина МПП-255	отсутствуют	сточные воды	отсутствуют
	Печь	Продукты	отсутствуют	отсутствуют

1600	27.1150.МТ	горения		Т
------	------------	---------	--	---

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

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-1600
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Очистка выбросов в атмосферу
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Очистка сточных вод
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Отсутствуют

Выводы:

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-1600 перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия (таблица 6.1).

2. Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому

технологическому процессу, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: повышенный уровень шума на рабочем месте, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования, повышенная температура поверхности оборудования и материала

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно применение наушников противозумных или вкладышей противозумных, рукавиц комбинированных или перчаток с полимерным покрытием (таблица 6.3).

4. 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 (таблица 6.4). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 6.5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 6.6).

5. Идентифицированы экологические факторы (таблица 6.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 6.8).

## 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Таблица 7.1 - Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<p>Техпроцесс изготовления вала-шестерни содержит 035 операцию по обработке профиля червяка на которой используется токарный станок и фасонный резец из стали Р6М5. Точение производится за несколько проходов, до достижения требуемой глубины. Оборудование: токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3.</p> <p>Материал детали сталь 18ХГТ.</p>	<p>Техпроцесс изготовления вала-шестерни содержит 035 операцию по обработке профиля червяка на которой используется резьбофрезерный станок и модульная фреза из стали Р6М5К5. Фрезерование производится за один проход. Оборудование: резьбофрезерный станок 5S45NT.</p> <p>Материал детали сталь 18ХГТ.</p>

Таблица 7.2 - Калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса.

№ п/п	Статьи затрат	Затраты, руб.		Изменения +/-
		3	4	
1	2	3	4	5
1	Материалы за вычетом отходов	1006,89	1154,1	147,25
2	Основная заработная плата рабочих операторов и наладчиков	214,16	91,08	-123,08
3	Начисления на заработную плату	269,84	114,76	-155,08

4	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	84,41	45,22	-39,19
	Итого технологическая себестоимость	1575,3	1405,2	-170,1
5	Общеховые накладные расходы $R_{цех} = 3 \text{пл.осн} * K_{цех}$	484	205,84	-278,16
	Итого цеховая себестоимость	2059,3	1611	-448,26
6	Общезаводские накладные расходы	599,65	255,02	-344,63
	Итого заводская себестоимость	2658,95	1866,1	-792,89
7	Внепроизводственные расходы	132,95	93,3	-39,65
	Итого полная себестоимость	2791,9	1959,4	-832,54

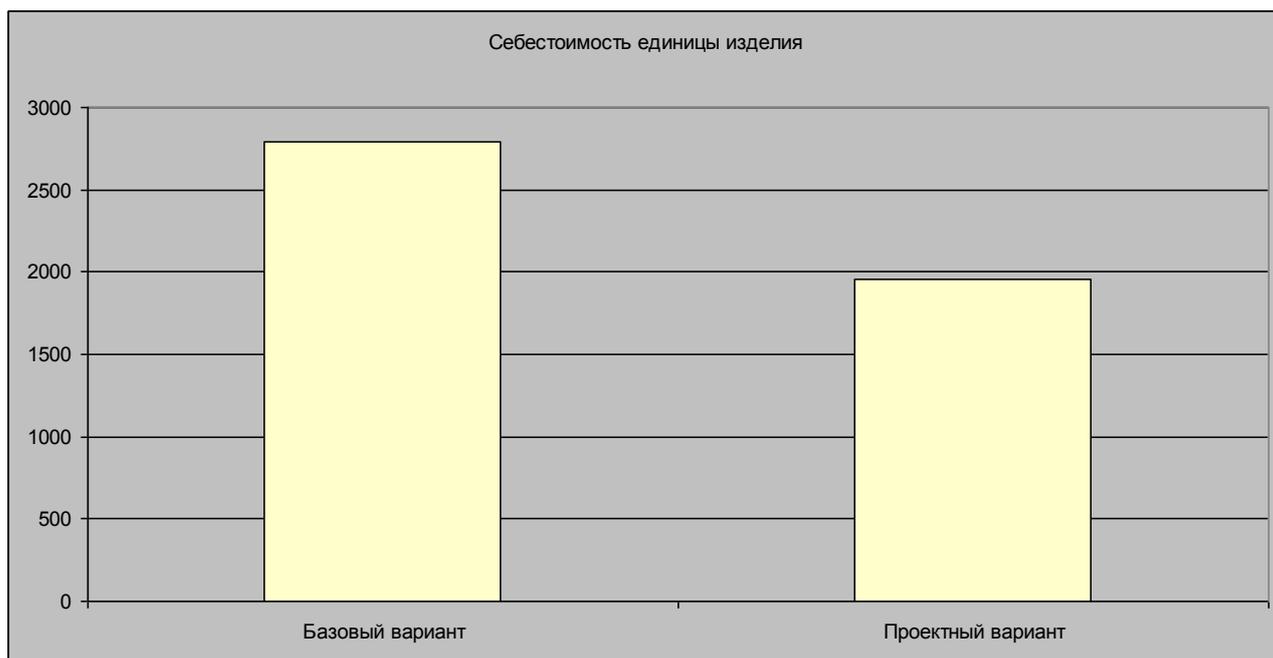


Рис. 7.1 Сравнение Себестоимости единицы изделия

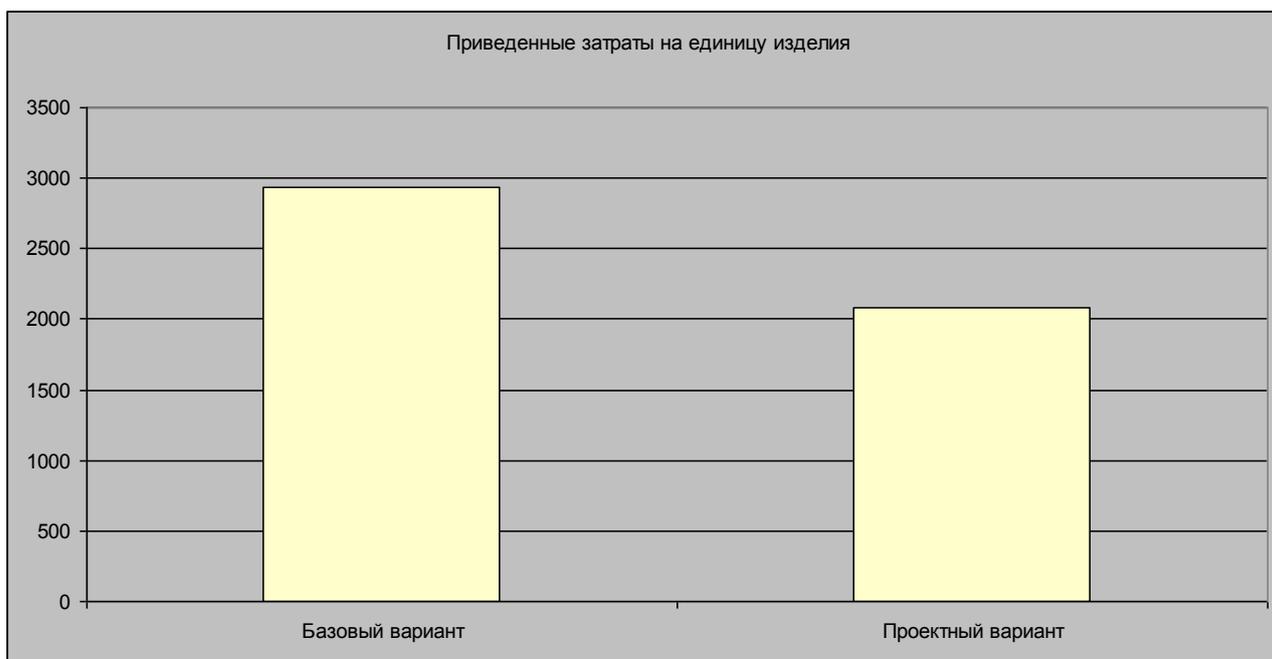


Рис. 7.2 Сравнение приведенных затраты на единицу изделия

Рассматривая технико-экономические показатели, можно сделать следующий вывод: возможная чистая прибыль в размере 632730,4 руб, полученная за счет повышения производительности, достаточна для окупаемости проекта. По расчетам чистого дисконтированного дохода предлагаемые изменения являются эффективными, т.к. ЧДД > 0.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы совершенствования технологического процесса изготовления червяка редуктора мешалки якорной МЯ1-1600. Проведено усовершенствование сверлильного перехода токарной операции. Исследованы пути повышения производительности шлифования актуальные в настоящий момент. На основе предложенных усовершенствований разработан оптимальный технологический процесс. Выбран экономически обоснованный вариант получения заготовки. Спроектирована технологическая оснастка. Произведен расчет экономической эффективности предложенных мероприятий. Рассмотрены вредные производственные факторы и способы их устранения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. 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.
3. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс.», 2007 – 256 с.
4. Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.
5. Козлов, А.А. Кузьмич, И.В. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов спец. 151001 «Технология машиностроения» / сост. А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 152 с.
6. 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.
7. 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.
8. 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.

9. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
10. ГОСТ 7505 – 89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. 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.

19. 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.

20. 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. – 39 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Дубл.																			
Взам.																			
Н.контр.																			
																Листов 4	Лист 1		
Разраб.	Кузнецов																		
Пров.	Бобровский																		
Н.контр.	Виткалов																		
Утв.	Бобровский																		
МО1	<i>Сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71</i>																		
МО2	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх	КИМ	Код загот	Профиль и размеры				КД	МЗ						
		166	13,7	1		0,83	24					1	16,6						
А	Цех	Уч	Р.М	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт-к				
А 01				00 5	Заготовительная				ИОТ ХХХ										
Б 02					Штамповка														
03																			
А 04	X	X	X	01 0	4269 Фрезерно- центровальная				ИОТ ХХХ										
Б 05					Фрезерно-центровальный MP-71M				2	18632	22	1	1	1	1	50	1	20	1,68
Т 06	<i>396181XXXX-приспособление специальное с самоцентрирующими призматическими губками ; 391801XXXX-фрезы торцовые Ø80 Т5К10</i>																		
Т 07	<i>ГОСТ 9473-80; 391210XXXX-сверла центровочные Р6М5 ГОСТ 14952-80; 393311XXXX-штангенциркуль ШЦ-500-0,1 ГОСТ 160-88;</i>																		

09																	
A 10	X	X	X	01	4110 Токарная черновая	ИОТ XXX											
	X	X	X	5													
Б 11					Токарный с ЧПУ 16К20Ф3	2	15292	22	1	1	1	1	50	1	20	2,65	
Т 12	396110XXXX-патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80; 392871XXXX-центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 392190XXXX-резец сборный токарн.																
Т 13	проходной упорный Т5К10; 393311XXXX-штангенциркуль ШЦІ-125-0,05 ГОСТ 160-80																

Дубл.																	
Взам.																	
Н.контр.																	
А	Цех	Уч	Р.М	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа											
Б	Наименование оборудования					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт	
КИМ	Наименование детали, сборочной единицы или материала					Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх	
A 01	X	X	XX	020	4110 Токарная черновая	ИОТ XXX											
	X	X															
Б 02					Токарный с ЧПУ 16К20Ф3	2	15292	22	1	1	1	1	50	1	20	2,19	
Т 03	396110XXXX-патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80; 392871XXXX-центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 392190XXXX-резец сборный токарн.																
Т 04	проходной упорный Т5К10; 393311XXXX-штангенциркуль ШЦІ-125-0,05 ГОСТ 160-80																
A 06	X	X	XX	025	4110 Токарная чистовая	ИОТ XXX											
	X	X															
Б 07					Токарный с ЧПУ 16К20Ф3	2	17001	22	1	1	1	1	50	1	20	3,64	
Т 08	396110XXXX-патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80; 392871XXXX-центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 392190XXXX-резец сборный токарн.																

T <sub>09</sub>	проходной упорный T5K10; резец сборный токарный канавочный T15K6; 393311XXXX-штангенциркуль ШЦI-125-0,05 ГОСТ 160-80																	
10																		
A <sub>11</sub>	X	X	XX	030	4110 Токарная чистовая	ИОТ XXX												
B <sub>12</sub>					Токарный с ЧПУ 16K20Ф3	2	15292	22	1	1	1	1	50	1	20	3,42		
T <sub>13</sub>	396110XXXX-патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80; 392871XXXX-центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 392190XXXX-резец сборный токарн.																	
T <sub>14</sub>	проходной упорный T5K10; резец сборный токарный канавочный T15K6; 393311XXXX-штангенциркуль ШЦI-125-0,05 ГОСТ 160-80																	
A <sub>16</sub>	X	X	XX	035	4260 Резьбофрезерная	ИОТ XXX												
B <sub>17</sub>					Резьбофрезерный 5S45NT	2	18632	22	1	1	1	1	50	1	20	31,42		
T <sub>18</sub>	396110XXXX-патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80; 392871XXXX-центр упорный ГОСТ 18259-82; 391801XXXX – фреза дисковая P6M5K5																	

Дубл.																	
Взам.																	
Н.контр.																	
Лист 3																	
A	Цех	Уч	Р.М	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа											
B	Наименование оборудования					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт	
КИМ	Наименование детали, сборочной единицы или материала					Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх	
A <sub>01</sub>	X	X	XX	040	ТО	ИОТ XXX											
B <sub>02</sub>					Цементация												

03																			
A 04	X	X	XX	045	4260 Шпоночно-фрезерная		ИОТ XXX												
Б 05					Шпоночно-фрезерный КМ3000	2	16540	22	1	1	1	1	50	1	20	5,88			
Т 06	396110XXXX-патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 391818XXXX – фреза концевая ГОСТ 9140-88; 393311XXXX – калибр-пробка																		
07																			
A 08	X	X	XX	050	ТО														
Б 09					Закалка														
10																			
A 11	X	X	XX	055	4130 Шлифовальная		ИОТ XXX												
Б 12					Круглошлифовальный 3М153	2	18873	22	2	1	1	1	50	1	20	7,75			
Т 13	396110XXXX-патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392871XXXX-центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 398110XXXX- набор кругов 24А16НСМ23К																		
Т 14	393410XXXX – калибр-скоба.																		
A 16	X	X	XX	060	4130 Шлифовальная		ИОТ XXX												
Б 17					Круглошлифовальный 3Т153Е	2	18873	22	2	1	1	1	50	1	20	6,65			
Дубл.																			
Взам.																			
Н.контр.																			
																	Лист 4		

А	Цех	Уч	Р.М	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Наименование оборудования					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
КИМ	Наименование детали, сборочной единицы или материала					Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх
Т 01	396110XXXX-патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392871XXXX-центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 398110XXXX- шлиф круг 3П 600x205x45															
Т 02	32А12С14К1; 393410XXXX – калибр-скоба.															
03																
А 04	X	X	XX	065	4130 Шлифовальная	ИОТ XXX										
Б 05					Круглошлифовальный 3Т153Е	2	18873	22	2	1	1	1	50	1	20	6,65
Т 06	396110XXXX-патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392871XXXX-центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 398110XXXX- шлиф круг 3П 600x205x45															
Т 07	32А12С14К1; 393410XXXX – калибр-скоба.															
08																
А 09	X	X	XX	080	4130 Червячношлифовальная.	ИОТ XXX										
Б 10					Червячношлифовальный 5887	2	17010	22	2	1	1	1		1	20	20,9
Т 11	396110XXXX-патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392871XXXX-центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 398110XXXX- шлиф круг 2П 200x127x15															
Т 12	32А12С14К1; 394500XXXX-зубомер повышенной точности															
13																
А 14	X	X	XX	090	Моечная	ИОТ XXX										
15																

A 16	X	X	XX	090	Контрольная.	ИОТ XXX													
Дубл.																			
Взам.																			
Н.контр.																			
											Листов			Лист 1					
Разраб.	Кузнецов				ТГУ														
Пров.	Бобровский																		
Н.контр.	Виткалов				Червяк							Цех	Уч	Р.м	Опер				
Утв.	Бобровский											XX	XX	XX	20				
Наименование операции				Материал			Твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД					
20 Токарная черновая				Сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71			200 НВ	16 6	13,7				16,6	1					
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ								
16К20Ф3							0,65	1,4	20	2,19	5%-Укринол-1								
Р				ПИ	Д или В	L	t	I	S	n	V								
01					мм	мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин								
A 02	Установить и снять заготовку.																		
T 03	396110XXXX-патрон трехлачковый ГОСТ 24351-80; 392871XXXX-центр вращающийся ГОСТ 8742-75																		
04																			
O 05	Точить поверхности 2,3,4,5,6,7,8,10,11,12, выдерживая размеры 250,6 <sup>-0,25j</sup> 310,8 <sup>-0,3i</sup> 350,4 <sup>-0,3i</sup> 380,6 <sup>-0,3i</sup> 385,44 <sup>-0,3i</sup> Ø60,5 <sup>-0,19j</sup> Ø51,2 <sup>-0,19j</sup> Ø46,2 <sup>-0,16i</sup> .																		
O 06	Ø34,2 <sup>-0,16i</sup> Ø29,2 <sup>-0,16i</sup> .																		
T 07	392190XXXX-резец сборный токарный проходной упорный Т5К10; 393311XXXX-штангенциркуль ШЦІ-125-0,05 ГОСТ 160-80																		
P 08				XXX			1,6	1	0,6	500	80,38								

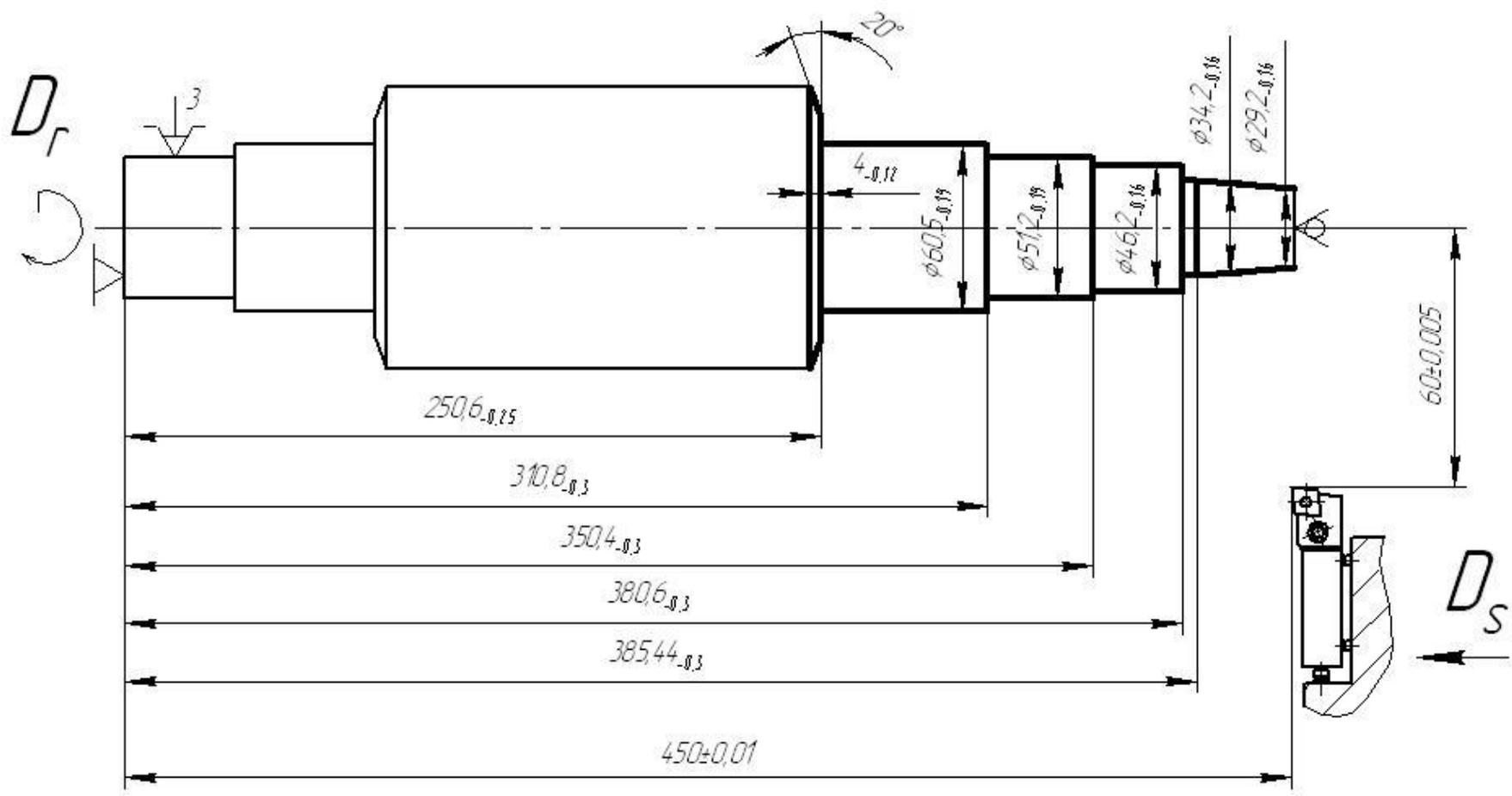


P 07		XXX			3	1	0,12 мм/зуб	1000	251,2
O 09	Сверлить центровые отверстия 22,23, выдерживая размеры: $\varnothing 6,3^{+0,15}$ ; $60^{\circ} \pm 15'$ ; $7,5^{+0,1}$ , $6 \pm 0,1$ ,								
T 10	391210XXXX-сверла центровочные Р6М5 ГОСТ 14952-80; 393311XXXX – калибр-пробка								
P 11		XXX			3,15	1	0,15 мм/об	1000	19,8

Разраб.	Кузнецов			ТГУ			
Проб.	Бабровский						
Н. контр.	Виткалов			Червяк			
Утв.	Бабровский						

20 Токарная черновая

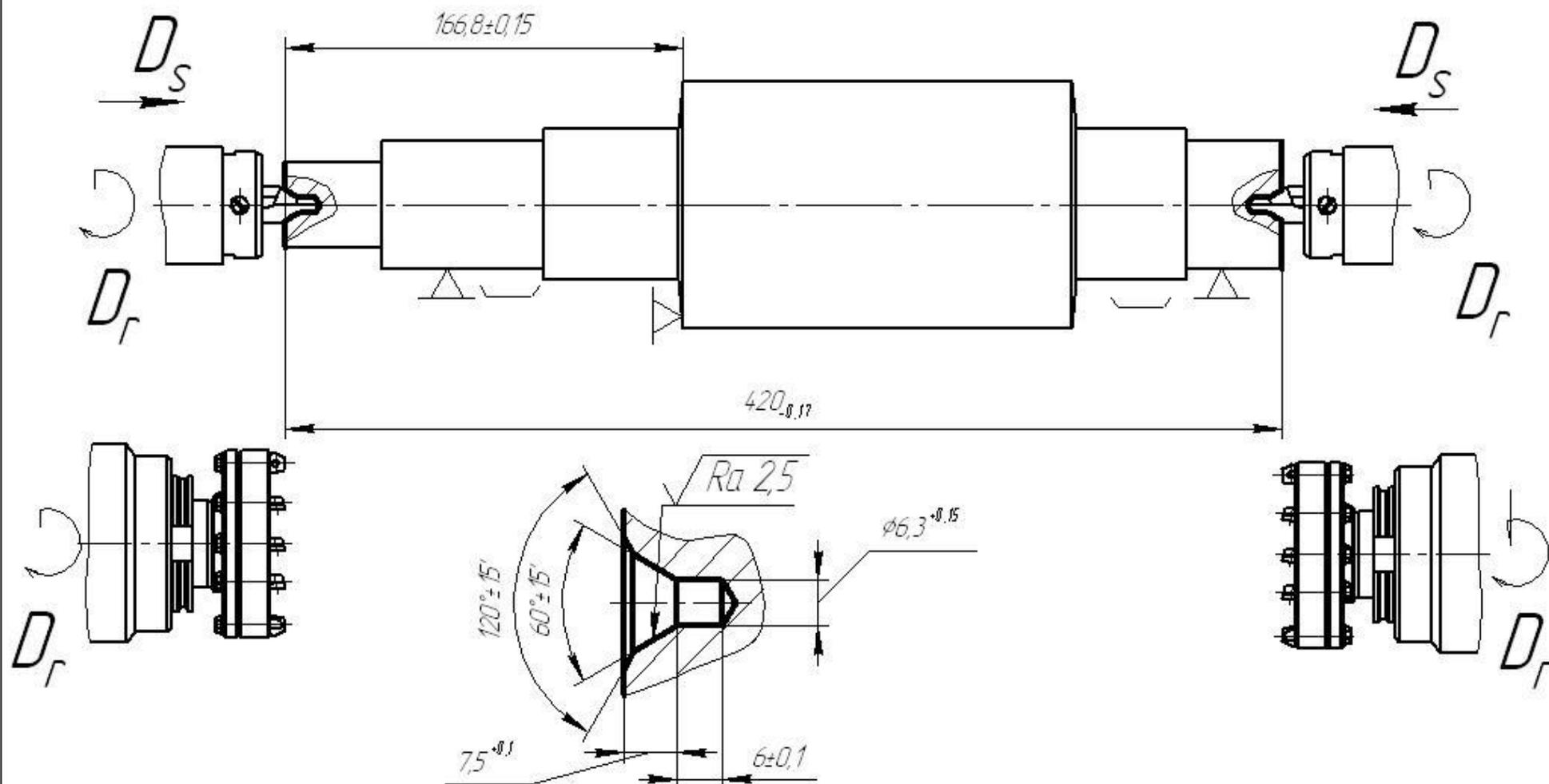
$\sqrt{Ra12,5}$



Разраб.	Кузнецов			ТГУ				
Проб.	Бабровский							
Н. контр.	Виткалов			Червяк				
Утв.	Бабровский							

# 10 Фрезерно-центровальная

$\sqrt{Ra12,5}$  ✓





Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			16.07.567.06.000.СБ	Патрон станочный трехкулачковый		
<i>Детали</i>						
		1	16.07.567.06.001	Корпус	1	
		2	16.07.567.06.002	Кулачок основной	3	
		3	16.07.567.06.003	Сухарь	3	
		4	16.07.567.06.004	Кулачок обратный	3	
		5	16.07.567.06.005	Опора шарнирная	6	
		6	16.07.567.06.006	Рычаг	3	
		7	16.07.567.06.007	Ползун	1	
		8	16.07.567.06.008	Тяга	1	
		9	16.07.567.06.009	Крышка	1	
		10	16.07.567.06.010	Ось	2	
		11	16.07.567.06.011	Ось	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		2		Винт М10×20 ГОСТ 11768-84	3	
		13		Винт М12×50 ГОСТ 11768-84	6	
		14		Винт М14×90 ГОСТ 11768-84	6	
		15		Гайка М18 ГОСТ 5916-70	2	
<b>16.07.567.06.</b>						
И-б. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
	Разраб.		Кузнецов			
	Проб.		Бабровский			
	Н.контр.		Виткалов			
	Утв.		Бабровский			
				<b>Патрон станочный трехкулачковый</b>		
				<b>ТГУ ТМз-1131</b>		
				Лит		
				Лист		
				Листов		1







