



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 Гудач Константин Михайлович гр. ТМбз-1101

1. Тема Совершенствование технологического процесса изготовления детали «червяк мотор-редуктора»

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «\_\_\_\_\_» 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовая программа выпуска 200 шт в год; режим работы участка – двухсменный

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

*Титульный лист.*

*Задание. Аннотация. Содержание.*

*Введение, цель работы*

*1) Анализ исходных данных. Задачи проекта*

*2) Технологическая часть*

*2.1 Обоснование и характеристика типа производства*

*2.2 Разработка метода получения заготовки*

*2.3 Технологический маршрут обработки, описание операций и выбор баз*

*2.4 Расчет режимов резания и техническое нормирование*

*3) Конструкторская часть*

*3.1 Проектирование приспособления*

*3.2 Проектирование режущего инструмента*

*4) Безопасность и экологичность технического объекта*

*5) Экономическая эффективность работы*

*Заключение. Список используемой литературы.*

*Приложения: технологическая документация*

## АННОТАЦИЯ

Целью данной бакалаврской работы является совершенствование технологического процесса изготовления детали «червяк мотор-редуктора».

Задачи бакалаврской работы:

- выбрать и обосновать метод получения исходной заготовки;
- разработать технологический процесс механической обработки детали «червяк мотор-редуктора», используя современное оборудование с ЧПУ;
- рассчитать режимы резания и техническое нормирование;
- спроектировать приспособление;
- спроектировать режущий инструмент;
- разработать мероприятия по безопасности и экологичности технического объекта;
- рассчитать экономическую эффективность работы.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Анализ исходных данных. Задачи проекта .....	5
1.1 Назначение и конструкция детали.....	5
1.2 Предложения по модернизации конструкции детали «червяк мотор-редуктора».....	6
1.3 Задачи бакалаврской работы.....	6
2 Технологическая часть .....	7
2.1 Обоснование и характеристика типа производства.....	7
2.2 Разработка метода получения заготовки.....	9
2.3 Технологический маршрут обработки, описание операций и выбор баз....	15
2.4 Расчет режимов резания и техническое нормирование.....	17
3 Конструкторская часть.....	26
3.1 Проектирование приспособления.....	26
3.2 Проектирование контрольного приспособления.....	28
3.3 Проектирование режущего инструмента.....	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	35
5 Экономическая эффективность работы .....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	60

## ВВЕДЕНИЕ

Бакалаврская работа – это самостоятельная творческая работа. Она ставит своей целью систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний и расчетно-практических навыков, углубленное изучение конкретной области машиностроения, приобретения опыта самостоятельного решения комплекса инженерных задач.

При выполнении бакалаврской работы необходимо учитывать направления развития промышленности страны в отрасли машиностроения, строить работу на высоком теоретическом, техническом и экономическом уровне, с приближением к интересам промышленных предприятий.

Высокие технико-экономические показатели в работе обеспечиваются за счет специализации, кооперации, стандартизации, нормализации, унификации, применения новых современных материалов, механизированного и автоматизированного оборудования и оснастки, применения новых прогрессивных технологических процессов и методов обработки, рационального использования основных средств повышения коэффициентов загрузки оборудования, применения САПР и научной организации труда. Эти и другие прогрессивные мероприятия должны будут найти конкретные решения в бакалаврской работе.

Цель бакалаврской работы – научиться применять теоретические знания для решения практических инженерных задач по изготовлению изделий машиностроительного производства.

# 1 Анализ исходных данных. Задачи проекта

## 1.1 Назначение и конструкция детали

Червяк мотор-редуктора предназначен для того, что бы передавать вращательное движение от спироидного колеса шпинделю через муфту, несущую спироидное колесо. Исполнительной поверхностью детали является винтовая поверхность червяка (см. рисунок 1.1). К этой поверхности предъявляются самые высокие требования по шероховатости и качеству обработки ( $Ra 0.63$ ). Червяк базируется в опорах качения по поверхностям  $\varnothing 45$  мм и  $\varnothing 30$  мм. На поверхность  $\varnothing 40$  мм устанавливается спироидное колесо. Все эти поверхности подвергаются термической обработке, затем шлифуются, а винтовая поверхность после этого еще и полируется в целях обеспечения требуемой точности и качества.

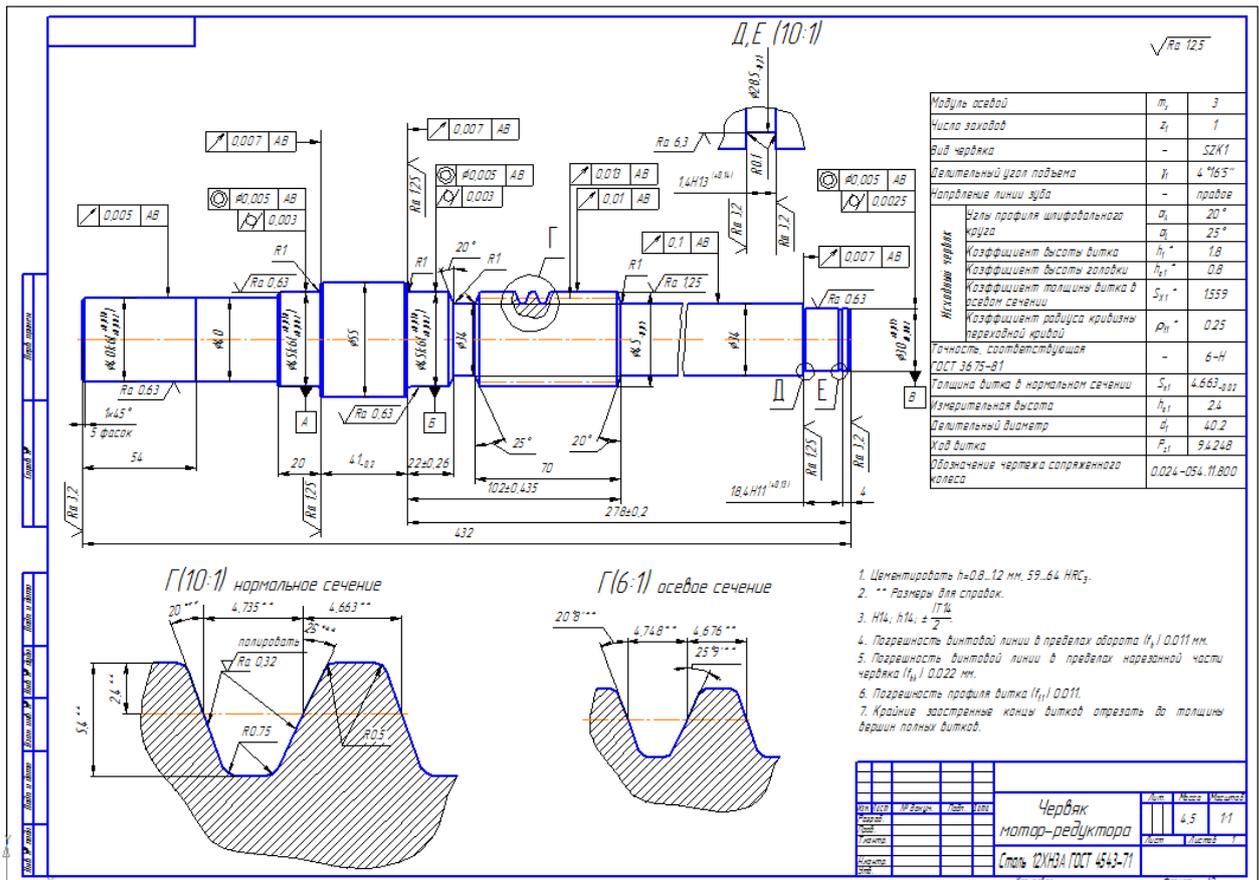


Рисунок 1.1 – Рабочий чертеж червяка мотор-редуктора

## 1.2 Предложения по модернизации конструкции детали «червяк мотор-редуктора»

Поверхность  $\varnothing 55$  мм и правый торец поверхности  $\varnothing 34$  являются свободными поверхностями, и поэтому, чтобы уменьшить количество механической обработки, предлагается понизить требования по шероховатости, предъявляемые к этим поверхностям (с Ra 6.3 на 12.5).

Также, в результате проведенной модернизации конструкции сборочной единицы из конструкции детали «червяк мотор-редуктора» исчезает резьбовая поверхность M27. В целях предотвращения осевого перемещения подшипника предлагается стопорить его с помощью стандартного стопорного кольца 30А по ГОСТ 13942-86.

Для закрепления стопорного кольца предлагается предусмотреть канавку  $\varnothing 28.5$  и шириной 1.4 по ГОСТ 13942-86.

## 1.3 Задачи бакалаврской работы

Задачи бакалаврской работы:

- выбрать и обосновать метод получения исходной заготовки;
- разработать технологический процесс механической обработки детали «червяк мотор-редуктора», используя современное оборудование с ЧПУ;
- рассчитать режимы резания и техническое нормирование;
- спроектировать приспособление;
- спроектировать режущий инструмент;
- разработать мероприятия по безопасности и экологичности технологического объекта;
- рассчитать экономическую эффективность работы.

## 2 Технологическая часть

### 2.1 Обоснование и характеристика типа производства

Годовой действительный фонд времени работы оборудования определяется по формуле [1]:

$$F_{д} = F_{н} \cdot \left(1 - \frac{\alpha_{пз}}{100}\right) \cdot i, \quad (2.1)$$

где  $F_{н}=(P-V) \cdot m=(365-117) \cdot 8=1984$ (часов) – номинальный годовой фонд времени работы оборудования (принимается по заводским данным).

$P$  – количество дней в году.

$V$  – количество выходных и праздничных дней в году.

$m=8$  часов – продолжительность смены работы оборудования.

$\alpha_{пз}=10\%$  – коэффициент допустимых потерь времени на переналадку оборудования (принимается по заводским данным).

$i=2$  – число смен работы оборудования (принимается по заводским данным).

$$F_{д} = 1984 \cdot (1 - 0.1) \cdot 2 = 3571 \text{ (ч)}$$

Исходные данные:

Режим работы предприятия: 2 смены в сутки;

Годовая программа выпуска деталей  $N=120$  шт./год;

Действительный годовой фонд времени работы оборудования  $F_{д}=3571$  ч.

Ожидаемое значение коэффициента серийности:

$$K_{сер.} = \frac{F_{д} \cdot 60}{N \sum_{i=1}^m T_{ум.i}} = \frac{3571 \cdot 60}{120 \cdot 42,94} = 42, \quad (2.2)$$

Таблица 2.1 – Нормы штучного времени базового технологического процесса

№ операции	Наименование операции	Норма штучного времени на <i>i</i> -ой операции Тшт <i>i</i>
1	Отрезная	1,1
2	Фрезерно-центровальная	2,5
3	Токарная	4,8
4	Токарная	8,2
5	Токарная	2,9
6	Слесарная	0.16
7	Науглероживание	0.1
8	Слесарная	0.1
9	Закалка	0.1
10	Токарная	0.2
11	Шлифовальная	0.45
12	Шлифовальная	0.8
13	Шлифовальная	0.97
14	Шлифовальная	1.3
15	Шлифовальная	1.31
16	Шлифовальная	4.02
17	Резьбошлифовальная	5.47
18	Полировальная	0.52
19	Контроль	7.94
		Σ 42,94

где *K* – коэффициент серийности;

*F* – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час;

*N* – годовая программа выпуска деталей, шт./год;

T – норма штучного времени, час.

Полученному значению коэффициента серийности ( $K_{сер.} > 10$ ) соответствует мелкосерийный тип производства, для которого характерно изготовление деталей мелкими партиями, регулярно повторяющимися через определенные промежутки времени. В таком производстве используют высокопроизводительное универсальное оборудование, переналаживаемые быстродействующие приспособления, универсальный и специальный режущий и измерительный инструмент, увеличивающие производительность [2].

## 2.2 Разработка метода получения заготовки

Исходные данные:

Тип производства – мелкосерийное ( $K_{сер.} = 42$ );

Объем выпуска  $N = 120$  шт./год;

Материал детали – сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-71.

Поле анализа служебного назначения, условий работы детали, типа производства, объема выпуска, технических требований на изготовление, механических и технологических характеристик материала детали формируем исходную группу методов получения заготовки [3]:

Ковка на молотах и прессах.

Сортовой прокат.

Литье в песчанно-глинистые формы.

Из группы выбранных на предыдущей стадии методов на основе анализа параметров их «разрешающей способности» исключаются такие, которые не удовлетворяют следующим условиям:

метод не позволяет обрабатывать материал детали (параметр «А»);

тип заготовительного производства не соответствует рассчитанному в проекте на основании исходных данных задания на проектирование, то есть отсутствует практическая возможность реализации годового объема выпуска (параметр «Б»);

заданная конфигурация детали, ее конструктивные элементы, максимальное приближение заготовки к детали и весовая характеристика не могут быть получены выбранным методом (параметр «В»).

Взятые из работы [4] данные для прохождения уточняющей стадии выбора сводим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Методы получения заготовки

Методы получения заготовки	Параметры разрешающей способности метода		
	«А»	«Б»	«В»
Ковка на молотах	+	+	+
Сортовой прокат	+	+	+
Литье в песчанно-глинистые формы	–	+	–

Табличные данные свидетельствуют, что параметр «Б» реализуется всеми тремя методами, т. е. все они способны обеспечить выполнение заданной годовой программы выпуска.

Однако литье в песчанно-глинистые формы не позволяет получить заготовку из стали 12ХН3А ГОСТ 4543-71 (параметр «А»), а также данный метод не предназначен для получения заготовок деталей типа «вал червячный» (параметр «В»). Поэтому этот метод исключаются из дальнейшего рассмотрения.

На этой стадии следует сузить круг оставшихся в группе методов путем их сопоставления по следующим параметрам: точность обработки ЛТ, шероховатость поверхности Rz, глубина дефектного слоя, коэффициент использования материала Ки.м., производительность и стоимость С заготовки.

Данные по названным параметрам каждого оставшегося в группе метода приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.2 – Сопоставительные параметры методов получения заготовки

Методы получения заготовки	Сопоставительные параметры методов				
	ЖТ, кв.	Rz, мкм	T, мкм	Припуск, мм	C, руб./т.
Ковка на молотах	16-18	1000		7	638
Сортовой прокат	12-14	160	250	5	269

Анализ табличных данных показывает, что сортовой прокат обеспечивает более точную заготовку. Выносим на экономический этап оба типа заготовок и выбираем ту, которая дешевле.

Масса заготовки по двум вариантам: I – ковка на молотах, II – сортовой прокат.

Расчет массы детали

40×93; объем элемента с указанными размерами:

$$V_1 = \pi L r^2 = 3.14 \cdot 9.3 \cdot 2^2 = 116.81 \text{ см}^3$$

45×20; объем элемента с указанными размерами:

$$V_2 = \pi L r^2 = 3.14 \cdot 4.5 \cdot 2^2 = 56.52 \text{ см}^3$$

55×41; объем элемента с указанными размерами:

$$V_3 = \pi L r^2 = 3.14 \cdot 4.5 \cdot 2.75^2 = 106.86 \text{ см}^3$$

45×20; объем элемента с указанными размерами:

$$V_2 = \pi L r^2 = 3.14 \cdot 4.5 \cdot 2^2 = 56.52 \text{ см}^3$$

45×34×2; объем элемента с указанными размерами:

$$V_5 = \frac{\pi L}{3} (R^2 + r^2 + Rr) = \frac{3.14 \cdot 0.2}{3} (2.25^2 + 1.7^2 + 2.25 \cdot 1.7) = 2.47 \text{ см}^3$$

34×10; объем элемента с указанными размерами:

$$V_4 = \pi L r^2 = 3.14 \cdot 1 \cdot 1.7^2 = 9.07 \text{ см}^3$$

34×45×2.5; объем элемента с указанными размерами:

$$V_5 = \frac{\pi L}{3}(R^2 + r^2 + Rr) = \frac{3.14 \cdot 0.25}{3}(2.25^2 + 1.7^2 + 2.25 \cdot 1.7) = 3.08 \text{ см}^3$$

7 элементов -  $45 \times 2.7$ ; объем элемента с указанными размерами:

$$V_4 = \pi L r^2 = 3.14 \cdot 0.27 \cdot 2.25^2 = 4.29 \text{ см}^3$$

7 элементов -  $34.2 \times 2.2$ ; объем элемента с указанными размерами:

$$V_4 = \pi L r^2 = 3.14 \cdot 0.22 \cdot 1.71^2 = 2.02 \text{ см}^3$$

7 элементов -  $45 \times 34.2 \times 2$ ; объем элемента с указанными размерами:

$$V_5 = \frac{\pi L}{3}(R^2 + r^2 + Rr) = \frac{3.14 \cdot 0.2}{3}(2.25^2 + 1.71^2 + 2.25 \cdot 1.71) = 2.48 \text{ см}^3$$

7 элементов -  $34.2 \times 45 \times 2.5$ ; объем элемента с указанными размерами:

$$V_5 = \frac{\pi L}{3}(R^2 + r^2 + Rr) = \frac{3.14 \cdot 0.25}{3}(2.25^2 + 1.71^2 + 2.25 \cdot 1.71) = 3.1 \text{ см}^3$$

$45 \times 32 \times 2.4$ ; объем элемента с указанными размерами:

$$V_5 = \frac{\pi L}{3}(R^2 + r^2 + Rr) = \frac{3.14 \cdot 0.24}{3}(2.25^2 + 1.6^2 + 2.25 \cdot 1.6) = 2.82 \text{ см}^3$$

$32 \times 153.6$ ; объем элемента с указанными размерами:

$$V_4 = \pi L r^2 = 3.14 \cdot 15.36 \cdot 1.6^2 = 123.47 \text{ см}^3$$

$30 \times 22.4$ ; объем элемента с указанными размерами:

$$V_4 = \pi L r^2 = 3.14 \cdot 2.24 \cdot 1.5^2 = 15.83 \text{ см}^3$$

Общий объем детали:

$$V_{\text{нок}} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 = 116.81 + 56.52 + 106.86 + 56.52 + 2.47 + 9.07 + 3.08 + 4.29 \cdot 7 + 2.02 \cdot 7 + 2.48 \cdot 7 + 3.1 \cdot 7 + 2.82 + 123.47 + 15.83 = 576.68 \text{ см}^3$$

$$\text{Масса детали: } G_{\text{нок}} = \rho V_{\text{нок}} = 7.85 \cdot 576.68 = 4526.938 \text{ г} = 4.5 \text{ кг}$$

I вариант (ковка на молотах). По данным ГОСТ 7829-70 назначаем припуски и допуски на размеры поковки:

1  $47 \times 94$ ; объем элемента с указанными размерами:

$$V_1 = \pi L r^2 = 3.14 \cdot 9.4 \cdot 2.35^2 = 163 \text{ см}^3$$

2  $60 \times 68$ ; объем элемента с указанными размерами:

$$V_2 = \pi L r^2 = 3.14 \cdot 6.8 \cdot 3^2 = 192.17 \text{ см}^3$$

3  $52 \times 102$ ; объем элемента с указанными размерами:

$$V_3 = \pi L r^2 = 3.14 \cdot 10.2 \cdot 2.6^2 = 216.51 \text{ см}^3$$

4  $37 \times 177$ ; объем элемента с указанными размерами:

$$V_4 = \pi L r^2 = 3.14 \cdot 17.7 \cdot 1.85^2 = 190.22 \text{ см}^3$$

Общий объем поковки:

$$V_{\text{пок}} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 = 163 + 192.17 + 216.51 + 190.22 = 761.9 \text{ см}^3$$

$$\text{Масса поковки: } G_{\text{пок}} = \rho V_{\text{пок}} = 7.85 \cdot 761.9 = 5980.915 \text{ г} = 5.98 \text{ кг}$$

II вариант (сортовой прокат). По базовым данным масса заготовки из проката:  $G_{\text{пр}} = 13.5 \text{ кг}$

Стоимость заготовок:

$$C_{\text{пр}} = C_{1\text{кг}} G_{\text{пр}} = 21 \times 13.5 = 283,5 \text{ р / кг} \quad (2.3)$$

$$C_{\text{пок}} = C_{1\text{кг}} \cdot G_{\text{пок}} = 72 \cdot 6 = 432 \text{ р / кг} \quad (2.4)$$

где  $C_{1\text{кг}}$  – стоимость 1 кг заготовок [7].

Стоимость механической обработки:

$$C_{\text{м.пок}} = C_{\text{мо}}^{y\delta} \times (G_{\text{пок}} - G_{\text{дет}}) = 55 \times (6 - 4.5) = 82.5 \text{ р / кг} \quad (2.5)$$

$$C_{\text{м.пр}} = C_{\text{мо}}^{y\delta} \times (G_{\text{пр}} - G_{\text{дет}}) = 55 \times (13.5 - 4.5) = 495 \text{ р / кг} \quad (2.6)$$

Стоимость отходов при механической обработке заготовок:

$$C_{\text{отх.пок}} = C_{\text{уд}}^{\text{отх}} \frac{\alpha[(1 - K_1 K_2) G_{\text{дет}}]}{K_1 K_2 K_3 + \beta G_{\text{дет}} \frac{(1 - K_3)}{K_3}} = 0.56 \frac{0.9[(1 - 0.79 \times 0.82)] 4.5}{0.79 \times 0.82 \times 0.75 + 0.85 \times 4.5 \frac{1 - 0.75}{0.75}} = 0.45 \quad (2.7)$$

$$C_{отх.пр} = C_{уд}^{отх} \frac{\alpha[(1 - K_1 K_2) G_{дет}]}{K_1 K_2 K_3 + \beta G_{дет} \frac{(1 - K_3)}{K_3}} = 0.56 \frac{0.9[(1 - 0.79)]4.5}{0.79 \times 0.33 + 0.85 \times 4.5 \frac{1 - 0.33}{0.33}} = 0.05 \quad (2.8)$$

где коэффициенты приняты по рекомендациям [5]:

$C_{уд}^{отх}=0.56$  для стальной стружки – заготовительные цены на отходы металлов в лом;

$\alpha$  - коэффициент, учитывающий долю возвратных отходов в заготовительном производстве (для проката  $\alpha=0.9$ , для поковки  $\alpha=0.89$ );

$\beta$  - коэффициент, учитывающий отходы в механообрабатывающем производстве (для стружки черных металлов  $\beta=0.85$ );

$K_1$  – учитывает выход годных изделий из проката (для сортового горячекатанного проката  $K_1=0.79$ , для поковок  $K_1=0.79$ );

$K_2$  – учитывает выход годных изделий при производстве (для поковок  $K_2=0.82$ );

$K_3$  – коэффициент использования металла при механической обработке.

$$K_{знок} = \frac{G_{дет}}{G_{нок}} = \frac{4.5}{6} = 0.75 \quad (2.9)$$

$$K_{зпр} = \frac{G_{дет}}{G_{пр}} = \frac{4.5}{13.5} = 0.33 \quad (2.10)$$

Стоимость детали из поковки:

$$C_{дет} = C_{нок} + C_{м.о.нок} - C_{отх.нок} = 432 + 82.5 - 0.45 = 514,05$$

Стоимость детали из проката:

$$C_{дет} = C_{нок} + C_{м.о.пр} - C_{отх.пр} = 283.5 + 495 - 0.05 = 778.4$$

Общие приведенные затраты на единицу продукции:

$$З_{пр.нок} = C_{дет} + 0.15KG_{нок} = 514,05 + 0.15 \times 87.3 \times 6 = 592,6p / шт$$

$$З_{пр.пр} = C_{дет} + 0.15KG_{пр} = 778.4 + 0.15 \times 95.7 \times 13.5 = 972.2 p / шт$$

Таким образом, мы выяснили, что выгоднее получать заготовку для детали «Червяк мотор-редуктора», используя методковки в молотах, но этот метод при таком объеме выпуска деталей будет дороже, в связи с тем, что изготовление форм дорогостояще. Следовательно, принимаем метод проката.

### 2.3 Технологический маршрут обработки, описание операций и выбор баз

При создании технологического процесса обработки детали «Червяк мотор-редуктора» использовались правила и принципы, характерные для современного автоматизированного мелкосерийного производства (принцип автоматического получения размеров на настроенных станках), а также основные положения теории базирования (принцип постоянства технологических баз) [6-7].

Данный технологический процесс ориентирован на использование универсального оборудования и станков с ЧПУ. Это характерно для рассматриваемого типа производства. Использование станков с ЧПУ позволяет снизить трудоемкость ручных операций, повысить производительность и точность обработки [10].

Технологический маршрут:

005 Фрезерно-центровальная (фрезерно-центровальный полуавтомат МР71М).

На этой операции осуществляется подготовка баз (центровые отверстия и крайние торцы), на которые будет устанавливаться деталь на протяжении последующих операций. Операция выполняется за один установ с использованием высокопроизводительного метода одновременного фрезерования торцов детали с последующей одновременной зацентровкой.

Деталь устанавливается в самоцентрирующих тисках и упирается торцом в убирающийся после закрепления упор.

010 Токарная с ЧПУ (токарный программный станок с оперативной системой управления 16K20T1.02).

Черновая, чистовая токарная обработка детали за один установ. Деталь устанавливается на плавающий центр токарного патрона с пневмоприводом, поджимается центром задней бабки и закрепляется в патроне.

015 Токарная с ЧПУ (токарный программный станок с оперативной системой управления 16К20Т1.02).

Черновая, чистовая токарная обработка детали за один установ. Деталь устанавливается на плавающий центр токарного патрона с пневмоприводом, поджимается центром задней бабки и закрепляется в патроне.

020 Токарная с ЧПУ (токарный программный станок с оперативной системой управления 16К20Т1.02).

Нарезание винтовой поверхности спироидного червяка резцом с пластинами из твердого сплава. Деталь устанавливается на плавающий центр токарного патрона с пневмоприводом, поджимается центром задней бабки и закрепляется в патроне.

025 Слесарная. Удаление заусенцев.

030 Науглероживание.

035 Закалка.

040 Токарная (токарно-винторезный станок 16Д20). Правка баз после термической обработки. Деталь устанавливается в патроне.

045 Шлифовальная (круглошлифовальный станок 3М153У).

050 Шлифовальная (круглошлифовальный станок 3М153У).

050 Шлифовальная (круглошлифовальный станок 3М153У).

060 Шлифовальная (круглошлифовальный станок 3М153У).

065 Шлифовальная (круглошлифовальный станок 3М153У).

070 Шлифовальная (круглошлифовальный станок 3М153У).

На операциях шлифования происходит окончательная обработка поверхностей цилиндрических поверхностей и торцов детали, к которым предъявляются высокие требования по точности и качеству поверхности [11].

Деталь устанавливается на плавающий центр поводкового патрона, поджимается центром задней бабки и закрепляется в поводковом патроне [12].

075 Резьбошлифовальная (универсальный резьбошлифовальный станок 5822М).

На данной операции происходит чистовая обработка винтовой поверхности, являющейся ответственной, и к которой предъявляются высокие требования по точности и качеству.

Деталь устанавливается на плавающий центр поводкового патрона, поджимается центром задней бабки и закрепляется в поводковом патроне.

080 Полировальная (универсальный резьбошлифовальный станок 5822М).

Выполнение требований по шероховатости винтовой поверхности. Деталь устанавливается на плавающий центр поводкового патрона, поджимается центром задней бабки и закрепляется в поводковом патроне [13-15].

085 Контрольная. Проверка размеров и требований, предъявляемых к детали.

#### 2.4 Расчет режимов резания и техническое нормирование

Расчет режимов резания проводился согласно методики [16-18].

Операция: 010 Токарная с ЧПУ (16К20Т1.02)

Установ 1: продольное точение.

Глубина резания:

$$t = \frac{d_n - d_k}{2} = \frac{60 - 47}{2} = 6.5 \text{ мм} \quad , \quad (2.11)$$

где  $d_n$  – начальный диаметр обработки, мм;

$s=0.5$  мм/об – подача при черновом наружном точении резцами с пластинами из твердого сплава [16].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{60^{0.2} 6.5^{0.15} 0.5^{0.35}} 0.8^2 = 95.07 \text{ м / мин} \quad (2.12)$$

где T=60 мин – среднее значение стойкости резания при одноинструментальной обработке;

Cv=350, x=0.15, y=0.35, m=0.2 – значения коэффициентов и показателей степени в формулах скорости резания при обработке резцами [10];

$$K_v = K_{Mv} K_{Pv} K_{Iv} = 0.8 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.8,$$

где K<sub>Mv</sub> – коэффициент, который учитывает материал заготовки [16];

K<sub>Pv</sub> – коэффициент, который учитывает состояние поверхности [16];

K<sub>Iv</sub> – коэффициент, который учитывает материал инструмента [16];

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 V}{\pi \cdot d_n} = \frac{1000 \cdot 95.07}{3.14 \cdot 60} = 504.62 \text{ об / мин} = 500 \text{ об / мин} \quad (2.13)$$

Пересчет скорости резания:

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot d_n}{1000} = \frac{500 \cdot 3.14 \cdot 60}{1000} = 94.2 \text{ м / мин} \quad (2.14)$$

Основное время автоматической работы станка:

$$T_{o.a.} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{s_{mi}} = \frac{94}{0.5 \cdot 500} + \frac{2.05}{0.5 \cdot 500} + \frac{18.2}{0.5 \cdot 500} + \frac{4}{0.5 \cdot 500} + \frac{47.3}{0.5 \cdot 500} = 0.66 \text{ мин} \quad (2.15)$$

где L<sub>i</sub> – длина пути, который проходит инструмент в направлении подачи при обработке i-го технологического участка (с учетом врезания и перебега), мм;

s<sub>mi</sub>=s·n=0.5·500 – подача минутная на данном участке, мм/мин;

i=1, 2, ..., n – число технологических участков обработки.

Время выполнения автоматических вспомогательных ходов (подвод инструментов от исходных точек в зоны обработки и отвод, установка инструмента на размер, изменение численного значения и направления подачи):

$$T_{в.х.а.} = \sum_{j=1}^m \frac{L_{в.ж}}{s_{бj}} = \frac{17.55}{5000} + \frac{11.5}{5000} + \frac{159.5}{7500} = 0.03 + 0.01 = 0.04 \text{ мин} \quad , \quad (2.16)$$

где  $L_{в}$  – длины вспомогательных ходов, мм;

$s_{бj}$  – скорость быстрых перемещений (для станка 16К20Т1.02 они равны для продольных перемещений 5000 мм/мин, для поперечных – 7500 мм/мин);

$j=1, 2, \dots, m$  – число вспомогательных переходов.

$T_{ост}=0.01$  мин – время технологических пауз – остановок подачи и вращения шпинделя для проверки размеров, осмотра или смены инструмента.

Вспомогательное время работы станка по программе:

$$T_{в.а.} = T_{в.х.а.} + T_{ост} = 0.04 + 0.01 = 0.05 \text{ мин} \quad . \quad (2.17)$$

Время автоматической работы станка по программе:

$$T_a = T_{о.а.} + T_{в.а.} = 0.66 + 0.05 = 0.71 \text{ мин.} \quad (2.18)$$

$$P_z = 10 C_{ptx} S_y V_n K_p, \quad (2.19)$$

$$P_z = 10 * 30 * 0.0651 * 0.0050.75 * 94.2 - 0.15 * 0.8 * 0.89 * 1 * 1 * 1 = 0.26 \text{ н*м}$$

Установ 2: продольное точение.

Глубина резания:

$$t = \frac{d_n - d_k}{2} = \frac{52 - 47.1}{2} = 2.45 \text{ мм} \quad , \quad (2.20)$$

где  $d_n$  – начальный диаметр обработки, мм;

$s=0.5$  мм/об – подача при черновом наружном точении резцами с пластинами из твердого сплава [10].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{60^{0.2} 2.45^{0.15} 0.5^{0.35}} 0.8^2 = 110.05 \text{ м/мин}, \quad (2.21)$$

где  $T=60$  мин – среднее значение стойкости резания при одноинструментальной обработке;

$C_v=350$ ,  $x=0.15$ ,  $y=0.35$ ,  $m=0.2$  – значения коэффициентов и показателей степени в формулах скорости резания при обработке резцами [16];

$$K_v = K_{Mv} K_{Pv} K_{Iv} = 0.8 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.8,$$

где  $K_{Mv}$  – коэффициент, учитывающий материал заготовки [16];

$K_{Pv}$  – коэффициент, который учитывает состояние поверхности [16];

$K_{Iv}$  – коэффициент, который учитывает материал инструмента [16];

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 V}{\pi \cdot d_n} = \frac{1000 \cdot 110.05}{3.14 \cdot 52} = 674 \text{ об/мин} = 670 \text{ об/мин} \quad (2.22)$$

Пересчет скорости резания:

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot d_n}{1000} = \frac{670 \cdot 3.14 \cdot 52}{1000} = 109.4 \text{ м/мин} \quad (2.23)$$

Основное время автоматической работы станка:

$$T_{o.a.} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_{mi}} = \frac{22.4}{0.5 \cdot 670} + \frac{0.05}{0.5 \cdot 670} + \frac{154.08}{0.5 \cdot 670} + \frac{8.04}{0.5 \cdot 670} + \frac{96.96}{0.5 \cdot 670} + \frac{4.45}{0.5 \cdot 670} = 0.85 \text{ мин},$$

где  $L_i$  – длина пути, который проходит инструмент в направлении подачи при обработке  $i$ -го технологического участка (с учетом врезания и перебега), мм;

$sm_i = s \cdot n = 0.5 \cdot 500$  – минутная подача на данном участке, мм/мин;

$i = 1, 2, \dots, n$  – число технологических участков обработки.

Время выполнения автоматических вспомогательных ходов (подвод инструментов от исходных точек в зоны обработки и отвод, установка инструмента на размер, изменение численного значения и направления подачи):

$$T_{\text{в.х.а.}} = \sum_{j=1}^m \frac{L_{\text{в.ж.}}}{s_{\text{бж}}} = \frac{23.05}{5000} + \frac{5.25}{5000} + \frac{277.2}{7500} = 0.04 + 0.01 = 0.05 \text{ мин} \quad , \quad (2.24)$$

где  $L_{\text{в}}$  – длины вспомогательных ходов, мм;

$s_{\text{бж}}$  – скорость быстрых перемещений (для станка 16К20Т1.02 они равны для продольных перемещений 5000 мм/мин, для поперечных – 7500 мм/мин);

$j = 1, 2, \dots, m$  – число вспомогательных переходов.

$T_{\text{ост}} = 0.01$ , мин – время технологических пауз – остановок подачи и вращения шпинделя для проверки размеров, осмотра или смены инструмента.

Вспомогательное время работы станка по программе:

$$T_{\text{в.а.}} = T_{\text{в.х.а.}} + T_{\text{ост}} = 0.05 + 0.01 = 0.06 \text{ мин} \quad , \quad (2.25)$$

Время автоматической работы станка по программе:

$$T_{\text{а}} = T_{\text{о.а.}} + T_{\text{в.а.}} = 0.85 + 0.06 = 0.91 \text{ мин.}$$

Установ 2: поперечное точение.

Глубина резания:

$$t = \frac{d_n - d_k}{2} = \frac{31.9 - 28.5}{2} = 1.7 \text{ мм} \quad , \quad (2.26)$$

где  $d_n$  – начальный диаметр обработки, мм;

$s = 0.08$  мм/об – подача при прорезании пазов [16].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m S^y} K_v = \frac{47}{60^{0.2} 0.08^{0.8}} 0.8 \cdot 0.65 = 81.28 \text{ м/мин} \quad (2.27)$$

где  $T=60$  мин – среднее значение стойкости резания при одноинструментальной обработке;

$C_v=47$ ,  $y=0.8$ ,  $m=0.2$  – значения коэффициентов и показателей степени в формулах скорости резания при обработке резцами [16];

$$K_v = K_{Mv} K_{Pv} K_{Iv} = 0.8 \cdot 1 \cdot 0.65 = 0.52,$$

где  $K_{Mv}$  – коэффициент, который учитывает материал заготовки [16];

$K_{Pv}$  – коэффициент, который учитывает состояние поверхности [16];

$K_{Iv}$  – коэффициент, который учитывает материал инструмента [16];

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot d_n} = \frac{1000 \cdot 81.28}{3.14 \cdot 31.9} = 811.45 \text{ об/мин} = 800 \text{ об/мин}$$

Пересчет скорости резания:

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot d_n}{1000} = \frac{800 \cdot 3.14 \cdot 31.9}{1000} = 80.13 \text{ м/мин}$$

Основное время автоматической работы станка:

$$T_{o.a.} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{s_{mi}} = \frac{1.75}{0.08 \cdot 800} = 0.03 \text{ мин}$$

где  $L_i$  – длина пути, который проходит инструмент в направлении подачи при обработке  $i$ -го технологического участка (с учетом врезания и перебега), мм;

$s_{mi}=s \cdot n=0.5 \cdot 800$  – минутная подача на данном участке, мм/мин;

$i=1, 2, \dots, n$  – число технологических участков обработки.

Время на выполнение автоматических вспомогательных ходов (подвод инструментов от исходных точек в зоны обработки и отвод, установка инструмента на размер, изменение численного значения и направления подачи):

$$T_{в.х.а.} = \sum_{j=1}^m \frac{L_{в.ж}}{s_{бж}} = \frac{23 + 23}{5000} + \frac{1.75 + 1.75}{5000} + \frac{(6.4 + 17)2}{7500} = 0.02 + 0.01 = 0.03 \text{ мин}$$

где  $L_{в}$  – длины вспомогательных ходов, мм;

$s_{бж}$  – скорость быстрых перемещений (для станка 16К20Т1.02 они равны для продольных перемещений 5000 мм/мин, для поперечных – 7500 мм/мин);

$j=1, 2, \dots, m$  – число вспомогательных переходов.

$T_{ост}=0.01+0.02 \cdot 3=0.07$  мин – время технологических пауз – остановок подачи и вращения шпинделя для проверки размеров, осмотра или смены инструмента.

Вспомогательное время работы станка по программе:

$$T_{в.а.} = T_{в.х.а.} + T_{ост} = 0.03 + 0.07 = 0.1 \text{ мин}$$

Время автоматической работы станка по программе:

$$T_a = T_{о.а.} + T_{в.а.} = 0.03 + 0.1 = 0.13 \text{ мин.}$$

Суммарное автоматическое время работы станка по программе для всей операции:

$$\Sigma T_a = 0.71 + 0.13 + 0.91 = 1.75 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на установку и снятие детали:

$$t_{уст} = aQ_x = 0.147 \cdot 4.50 \cdot 33 = 0.24 \text{ мин,}$$

где  $a=0.147$ ,  $x=0.33$  – коэффициент и показатель степени [16];

$Q=4.5$  кг – масса детали.

Вспомогательное время на управление станком:

$$t_{в.оп.} = a + b \sum X_0, Y_0 + \alpha \sum T_a = 0.36 + 0.00125(433 + 78) + 0.04 \cdot 1.75 = 1.07 \text{ мин,}$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $\alpha$  – коэффициенты [16];

$X_0, Y_0$  (433; 78) – нулевые координаты, мм.

Полученное значение времени на управление станком распределяем равномерно по основным переходам.

Вспомогательное неперекрываемое время на контрольные измерения детали:

$$t_{контр} = \sum k D_{изм} L_{изм} = 0.187 \cdot 42.90.21 \cdot 930.33 + 0.187 \cdot 470.21 \cdot 18.20.33 + 0.187 \cdot 550.21 \cdot 46.30.33 + 0.187 \cdot 31.90.21 \cdot 22.40.33 + 0.187 \cdot 320.21 \cdot 154.080.33 + 0.187 \cdot 47.10.21 \cdot 96.960.33 = 0.94 \text{ мин,}$$

где  $k$ ,  $z$ ,  $i$  – коэффициент и показатели степени [16];

$D_{изм}$  – измеряемый диаметр детали, мм;

$L_{изм}$  – длина измеряемой поверхности, мм.

Время вспомогательной ручной работы не перекрываемое временем автоматической работы станка:

$$T_{в} = t_{уст} + t_{в.оп} + t_{контр} = 0.24 + 0.36 + 0.36 + 0.24 + 0.36 + 0.94 = 2.5 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время (с учетом времени на пробный проход):

$$T_{п-з} = a + b n_i + c P_p + d P_{пп} = 12.3 + 1.3 \cdot 2 + 0.5 \cdot 3 + 0.4 \cdot 15 = 22.4 + 0.4 = 22.8,$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  – коэффициенты [16];

$n_i=2$  – число режущих инструментов;

$P_p=3$  – число устанавливаемых исходных режимов работы станка;

$R_{пп}=15$  – число размеров, набираемых переключателями на пульте управления станка.

Норма штучного времени на операцию:

$$T_{шт} = (\sum T_a + T_s) \left(1 + \frac{(a_{обс} + a_{от.п.})}{100}\right) = (1.75 + 2.5) \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 4.68 \text{ мин}$$

где  $a_{обс}+a_{от.п.}$  – время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, % от оперативного времени [16].

Норма штучно-калькуляционного времени на деталь:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 4.68 + \frac{22.8}{20} = 5.82 \text{ мин}$$

Режимы резания и нормы времени на другие операции рассчитываем аналогичным методом. Данные, полученные в ходе расчетов режимов резания и норм времени, заносятся в маршрутные и операционные карты технологического процесса.

### 3 Конструкторская часть

#### 3.1 Проектирование приспособления

Служебное назначение, конструкция и принцип работы приспособления «Патрон токарный с пневмоприводом»

Приспособление «патрон токарный с пневмоприводом» предназначено для установки и зажима детали типа вал при токарной обработке .

Приспособление используется при черновом точении, при нарезке червяка. Удобен тем, что вал червяка центрируется жестко, увеличивает точность центрирования за счет плавного центра, который закреплен в конусной втулке и вращается вместе с патроном. Жесткость крепления обеспечивается за счет двух кулачков и двух центров. Регулировку осуществляют за счет винтов 5 патрона.

Силовой расчет приспособления.

Расчет выполнен согласно методик [24-31].

Цель силового расчета приспособления – определение размеров силового устройства, развивающего требуемую величину силы, необходимой для обеспечения надежного контакта заготовки с установочными элементами и предупреждения ее смещения и вибрации в процессе обработки.

Крутящий момент рассчитаем по следующей формуле:

$$W = \frac{kM}{fR} = \frac{kP_z R_o}{fR} ; \quad (3.1)$$

где  $P_z$  – тангенсальная сила резания,  $P_z=57,5$  Н;

$R_o$  – наибольший обрабатываемый диаметр заготовки  $D=60$ мм;

$R$  – диаметр заготовки после обработки;

$k=1,3 \dots 1,6$  – коэффициент запаса;

$f$  – коэффициент трения между кулачками и поверхностью обрабатываемой заготовки;

$$W = \frac{1.4 * 0.26 * 0.027}{0.3 * 0.06} = 1.09 \text{ Н*М}$$

Расчет пневмоцилиндра

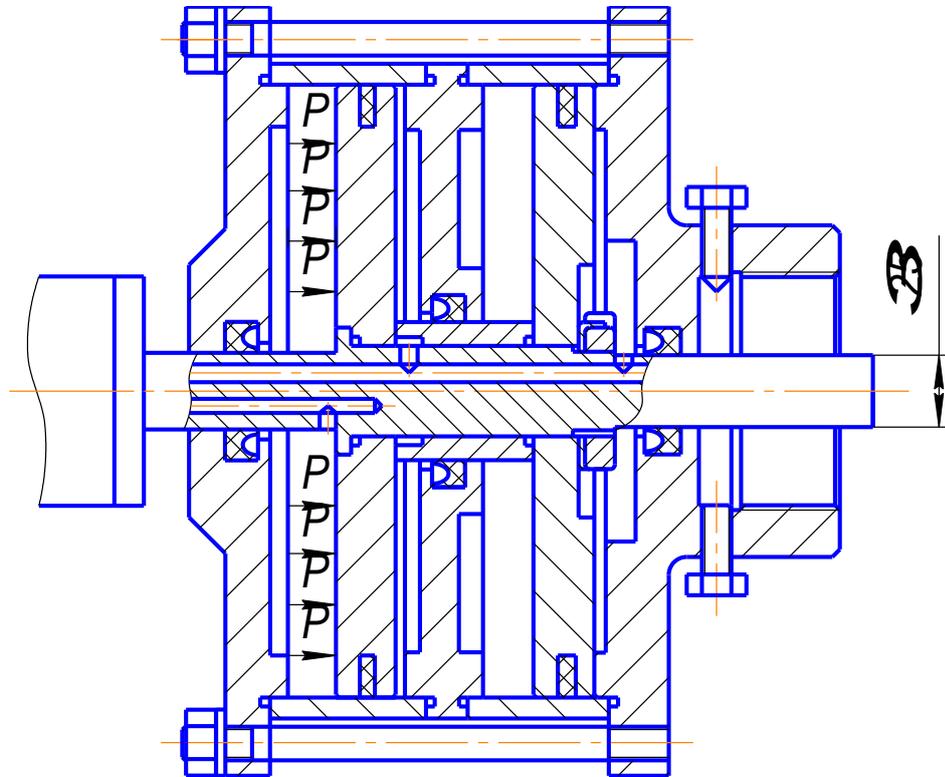


Рисунок 3.1– Эскиз пневмоцилиндра

Требуемая сила на штоке на штоке силового привода

$$Q = k_1 \left( 1 + \frac{2a\mu}{h} \right) \frac{l_1}{l} W \quad (3.2)$$

$$Q = 1.3 * \left( 1 + \frac{2 * 60 * 0.15}{80} \right) \frac{27}{82} * 1090 = 6765 \text{ Н}$$

Из условия равновесия штока имеем

$$W - \frac{\pi (D^2 - d_{um}^2)}{4} \times p \times \eta_{n.o.} = 0, \quad (3.3)$$

где  $D$  – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм;

$p$  – давление сжатого воздуха,  $p=0,5\text{Н/мм}^2=0,5\text{МПа}$ ;

$d_{шт}$  – диаметр штока, который из конструктивных соображений принимаем,  $d_{шт}=25$  мм;

$\eta_{п.д.}$  – к.п.д. пневмоцилиндра,  $\eta_{п.д.}=0,98$ .

После преобразований

$$D = \sqrt{\frac{4W + \pi d_{шт}^2 p \eta_{п.д.}}{\pi p \eta_{п.д.}}} = \sqrt{\frac{4 \times 6765 + 3,14 \times 25^2 \times 0,5 \times 0,98}{3,14 \times 0,4 \times 0,98}} = 148,8\text{мм} \quad (3.4)$$

Полученный диаметр пневмоцилиндра корректируем в соответствии со стандартным рядом диаметров, выбирая из этого ряда ближайший наибольший ДГОСТ=150 мм.

Сила закрепления заготовки  $Q=3,9\dots 4,0$  кН

Сила на штоке пневмоцилиндра  $W=6,7\dots 6,8$  кН

Рабочее давление в пневмосети  $p=0,5\pm 0,01$  МПа

### 3.2 Проектирование прибора активного контроля

Прибор (см. рисунок 3.2) активного контроля основывается на механическом принципе действия и предназначается для контроля валов с гладкой поверхностью в процессе их обработки методом врезания на центровых круглошлифовальных станках.

С помощью специальной конструкции кронштейна 3 навесная скоба при контроле поворачивается относительно оси 6. Чем самым обеспечивается установка навесной скобы на поверхности червяка мотор-редуктора. Изменение размера червяка мотор-редуктора воспринимается твердосплавным измерительным наконечником штока и передается его опорной пяткой на измерительный стержень индикатора часового типа ИЧ-10 с ценой деления 0.01 мм. В момент совмещения стрелочного указателя с нулевой отметкой шкалы происходит завершение процесса обработки червяка мотор-редуктора.

Специальной пружиной создается измерительное усилие. Неподвижные наконечники спиральной пружины 10, которая расположена в стакане 8 кронштейна 3 создают усилие прижатия неподвижных наконечников. Специальный винт защищает плоские пружины от поломок и ограничивает перемещение штока. При снятии скобы с детали рычаг 5 поворачивается вокруг оси 6, приподнимая скобу, для освобождения рабочей зоны и для загрузки очередной детали червяка мотор-редуктора.

Настройка трехконтактной скобы может осуществляться с помощью установленной в центрах эталонной детали червяк мотор-редуктора, размер которой соответствует середине поля допуска.

Настройка происходит следующим образом.

Отпуская болты и перемещая штангу для совмещения штрихового индекса на корпусе скобы с отметкой шкалы, соответствующей номинальному размеру детали, необходимо перемещать движок с боковым наконечником по штанге вплотную к торцу упора фиксируя болтом. Далее необходимо закрепить скобу на оси так, чтобы она установилась напротив середины шлифовального круга, и надеть ее на эталонную деталь. Далее необходимо установить корпус скобы с наклоном  $10 - 15^\circ$  от вертикали, опуская болт 14, который крепит кронштейны к кожуху шлифовального круга. Поворачивая кронштейн 3 вокруг болта 14 для обеспечения нужного наклона скобы, проводили установку контактных поверхностей измерительных наконечников скобы в плоскость, которая перпендикулярна оси центров, регулируя с помощью трех установочных болтов 12.

Настройку индикатора 2 следует произвести с помощью вращения эталонной детали червяка мотор-редуктора. С помощью поворота шкалы индикатора происходит совмещение нулевой отметки шкалы со стрелочным указателем. Окончательная настройка происходит после шлифования пробной партии деталей червяка мотор-редуктора и после замера их параметров с помощью универсальных измерительных средств.

Возрастание погрешности показаний прибора может возникать в случае ослабления крепления деталей, входящих в измерительную цепь, при выработке рабочей поверхности опорной пятки и чрезмерном износе контактных поверхностей измерительных наконечников, в случаях повреждения плоских пружин или выхода из строя индикатора. Изношенные поверхности следует восстановить путем механической обработки, неработоспособный индикатор и поврежденные плоские пружины заменить новыми.

Необходимо обеспечить нормальные условия измерения. При измерениях важную роль играет температура. Должно соблюдаться равенство температур измеряемого изделия с температурой воздуха и средства измерения.

При выборе средств контроля необходимо учитывать их точность, так как погрешность измерения должна составлять  $1/3 \dots 1/5$  от погрешности контролируемого параметра.

Проверка винтовой линии червяка сводится к сопоставлению хода винтовой линии червяка с номинальной величиной хода. При проверке червяк вращается, а суппорт с измерительным наконечником, соприкасающимся с боковой поверхностью витка, перемещается параллельно оси червяка в соответствии с номинальной величиной хода. При отличии действительного и номинального ходов червяка измерительный наконечник получает перемещение относительно суппорта, фиксируемое рычажно-чувствительным прибором или самописцем.

Приборы для указанной проверки подразделяются на приборы, настраиваемые на номинальный ход винтовой линии и приборы, в которых используется сменный измерительный червяк с таким же ходом, как и у проверяемого червяка.

Контроль торцевого биения поверхностей относительно общей оси подшипниковых шеек червяка.

Для фиксирования в осевом направлении деталь с одного торца поджимается упором и шариком (с целью уменьшения поверхности контакта),

а с другого прижимом. На чертеже червяка допуск торцевого биения составляет 0,007мм тогда допустимая погрешность измерения  $\delta = 0,007 / 3 = 0,002 \text{ мм}$ .

Данный прибор, скомбинированный с компенсационным самописцем, позволяет при однократном закреплении измеряемого изделия и при однократной основной установке измерительного прибора просто, быстро и с большой точностью определить все важные характеристики при частично полностью автоматизированном ходе измерения. Регистрация данных измерения, преобразуемых индуктивным датчиком в электрические сигналы с увеличением до тысячекратного, производится на бумажной ленте чернилами. Так как одновременно можно производить запись двумя перьями, то можно осуществлять быстрое сопоставление идентичных картин испытания.

Измерительный прибор представляет собой прецизионный прибор, точность которого обусловлена его конструктивным оформлением, а так же особыми требованиями точности, предъявляемыми к многочисленным деталям, прежде всего ко всем направляющим и установочным элементам, к индуктивному датчику результатов измерений, к компенсационному самописцу и ко всем встроенным нормалям.

На червячных фрезах и червяках могут производиться следующие измерения:

а) корпус фрезы - отклонение от точного кругового вращения, отсутствие осевого биения измеряемого изделия, отклонение зажимной оправки от точного кругового вращения, высота шага профиля,

б) зубья фрезы - осевое затылование профиля зубьев, задний угол головки зуба, угол дополнительного шлифования.

Может так же быть измерен шаг червяков в области высоты шага от 4 до 126 мм, кроме того на червяках могут производиться все измерения, которые выполняются на червячных фрезах.

Принцип действия прибора основывается на свинчивании испытываемого изделия с измерительным устройством. Свинчивание является составным движением, состоящего из вращения и относительно равного вращения сдвига

в направлении оси вращения. Измерительная головка сдвигается параллельно оси проверяемого изделия на заданную величину шага, в то время как испытуемое изделие выполняет полный оборот вокруг своей оси. Следовательно, в принципе прибор для измерения фрез и червяков представляет собой прибор для измерения шага.

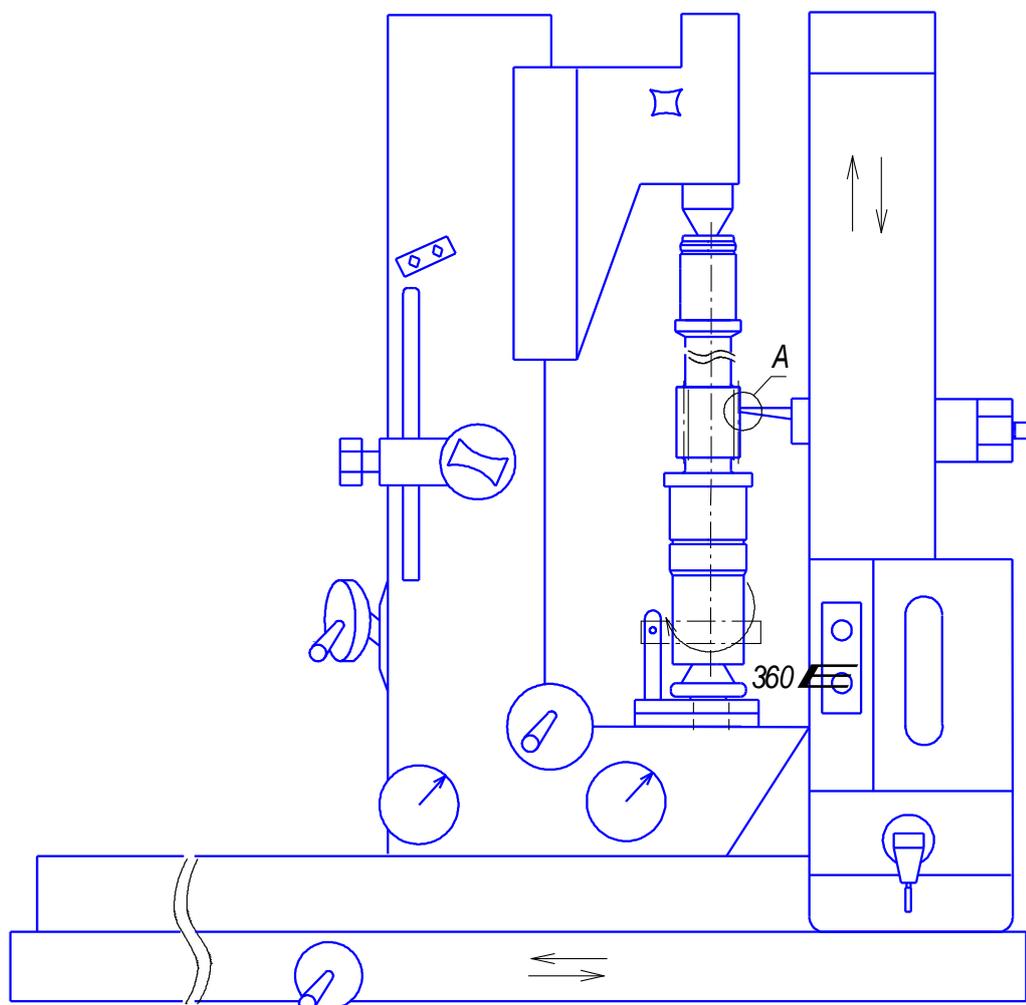


Рисунок 3.2 – Измерительная машина ZEISS для контроля винтовой линии червяка

### 3.3 Проектирование режущего инструмента

Наиболее часто встречаемые проблемы при выполнении токарных операций – низкая стойкость инструмента и образование сливной стружки. Такой вид стружки навивается на режущий инструмент, оснастку и деталь, поэтому требуется периодически останавливать станок и удалять ее. Все это приводит к потерям времени и удорожанию токарных операций. Кроме того,

данная стружка способно нанести существенный вред здоровью работника, вплоть до летального исхода.

С целью решения указанных проблем рассчитаем и спроектируем токарный резец.

Рассчитаем и спроектируем токарный контурный резец согласно методикам [35-41].

В качестве материал режущей части резца выбираем твердый сплав Т15К6.

Для заданных режимов резания сечение срезаемого слоя  $F = t \cdot S = 3,5 \cdot 0,4 = 1,4 \text{ мм}^2$ . Исходя из полученного значения, принимаем следующие размеры резца: размер державки резца 15x15 мм; длина резца  $L=150$  мм.

В качестве материал державки выбираем сталь 50 ХФА, для опорной пластины твердый сплав ВК15, для винта крепления пластины сталь 45 (оксидировать).

Определим минимальный диаметр крепежного винта:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}} \quad (3.5)$$

$$P_{z \max} = 0,7 \cdot Q_1 \quad (3.6)$$

$$Q_1 = \frac{P_{z \max}}{0,7} \quad (3.7)$$

$$Q_1 = \frac{2165}{0,7} = 3092 .$$

Тогда получим:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3092}{3,14 \cdot 650}} = 6,1 \text{ см.}$$

Данный резец имеет усовершенствованную конструкцию. Суть усовершенствования заключается в том, что в качестве режущей пластины используется твердый сплав Т15К6, кроме того в конструкцию резца входит накладной стружколом. Данные усовершенствования позволяют использовать более интенсивные режимы резания, что положительно скажется на производительности операций точения.

Конструкция резца представлена на рисунке 3.3.

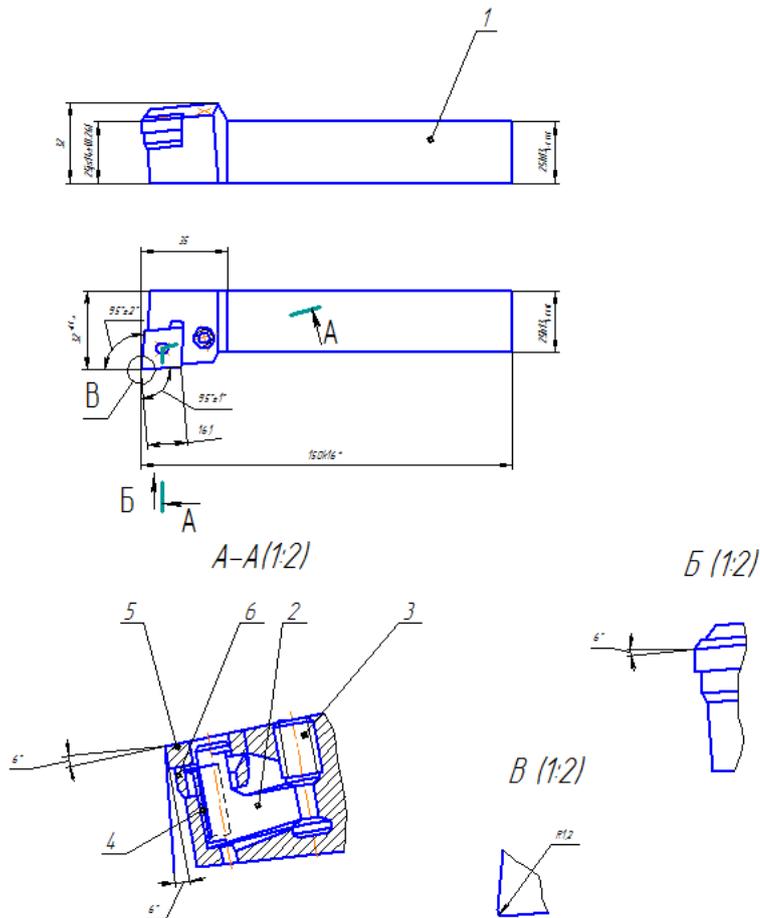


Рисунок 3.3 – Конструкция спроектированного резца

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Анализ безопасности и экологичности технического объекта выполнялся согласно методики [46].

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
Фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР71М	Металл, СОЖ
Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарный программный станок с оперативной системой управления 16К20Т1.02	Металл, СОЖ
Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарно-винторезный станок 16Д20	Металл, СОЖ
Шлифование	Шлифовальная операция	Оператор станка с ЧПУ	Круглошлифовальный станок 3М153У	Металл, СОЖ

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
Фрезерная операция	Повышенный уровень шума на рабочем месте; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенная запыленность воздуха рабочей зоны	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР71М
Токарная операция	Повышенный уровень шума на рабочем месте; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенная запыленность воздуха рабочей зоны	Токарный программный станок с оперативной системой управления 16К20Т1.02

Продолжение таблицы 4.2

Шлифовальная операция	Повышенный уровень шума на рабочем месте; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенная запыленность воздуха рабочей зоны	Круглошлиф овалый станок 3М153У
-----------------------	--	---------------------------------

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Подвижные части производственного оборудования; передвижающиеся изделия, заготовки	Защитное ограждение оборудования	Очки защитные ГОСТ 12.4.253-2013, каска защитная ГОСТ 12.4.207-99
Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор ШБ-1 «Лепесток».

Продолжение таблицы 4.3

Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов	Защитное ограждение оборудования	Рукавицы
Повышенный уровень шума на рабочем месте	Наладка оборудования	Очки защитные ГОСТ 12.4.253-2013, каска защитная ГОСТ 12.4.207-99

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

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок механической обработки	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР71М, токарный программный станок с оперативной системой управления 16К20Т1.02, токарно-винторезный станок 16Д20, круглошлифовальный станок 3М153У	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов	Пламя и искры	Замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установочные 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, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Оборудование для пенного пожаротушения	Приборы приемно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава, рукавные разветвления	Веревки пожарные, карабины пожарные, респираторы, противогазы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект электрический	Автоматические извещатели

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

Таблица 4.6 – 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
---	---	--

Продолжение таблицы 4.6

Точение, фрезерование, шлифование	Проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров, контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования.	Запрет на курение и применение открытого огня в недозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, проведение противопожарных инструктажей
-----------------------------------	--	--

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта	Воздействие технического объекта на атмосферу	Воздействие технического объекта на гидросферу	Воздействие технического объекта на литосферу
--	---	---	--	---

Продолжение таблицы 4.7

Точение, фрезерование, шлифование	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР71М, токарный программный станок с оперативной системой управления 16К20Т1.02, токарно-винторезный станок 16Д20, Круглошлифовальный станок 3М153У	Пыль от стали 12ХН3А	Взвешенные вещества, нефтепродукты	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью, затем вывозится
-----------------------------------	--	----------------------	------------------------------------	---

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Точение, фрезерование, шлифование
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение «мокрых» механических пылеуловителей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Внедрение методов механической обработки с минимальным количеством используемой СОЖ
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение периодичности вывоза отходов на захоронение

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

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления червяка мотор-редуктора, 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.

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

## 5 Экономическая эффективность работы

Расчет экономической эффективности выполнен согласно методики [44]

Таблица 5.1 – Исходные данные для расчета годового экономического эффекта

№	Показатели	Условное обозначение	Значения по сравниваемым вариантам	
			Базовый	Проектный
1	Заготовка		$K_{\text{руз}} \frac{80 - B \text{ ГОСТ } 2590 - 71}{12 \text{ ХНЗА} - 6 \text{ ГОСТ } 4543 - 71}$	$K_{\text{руз}} \frac{60 - B \text{ ГОСТ } 2590 - 71}{12 \text{ ХНЗА} - 6 \text{ ГОСТ } 4543 - 71}$
2	Операции		1. Отрезная	1. Отрезная
			2. Фрезерно-центровальная	2. Фрезерно-центровальная
			3. Токарная	3. Токарная с ЧПУ
			4. Токарная	4. Токарная с ЧПУ
			5. Токарная	5. Токарная с ЧПУ
3	Наименование приспособления		1. – патрон трехкулачковый универсальный; 2. – оправка для торцовой насадной фрезы (для конца шпинделя 50) 6222-0134 ГОСТ 26538-85; 3, 4. – патрон поводковый (конус 80), центр удлиненный вращающийся (Морзе 5); 4. – державка к резцу;	1. – патрон трехкулачковый универсальный, 2. – оправка для торцовой насадной фрезы (для конца шпинделя 50) 6222-0134 ГОСТ 26538-85; 3, 4, 5. – патрон с пневмоприводом, центр вращающийся (Морзе 5).
4	Цена приспособления, руб.	$C_{\text{пр}}$	Патрон трехкулачковый универсальный – 1200; патрон поводковый (конус 80) – 2450; центр удлиненный	Патрон трехкулачковый универсальный – 1200; оправка для фрезы 6222 – 0134 ГОСТ

			<p>вращающийся (Морзе 5) – 1227;          державка к резцу – 35;          патрон поводковый (с креплением к торцу) – 2340;          передний центр (Морзе 4) – 744;          центр удлиненный (Морзе 4) – 915.</p>	<p>26538–85 – 274 (2 шт.);          патрон с пневмоприводом– 2500;          центр вращающийся (Морзе 5) – 1227.          патрон поводковый (с креплением к торцу) – 2340;          передний центр (Морзе 4) – 744;          центр удлиненный (Морзе 4) – 915.</p>
5	Срок службы приспособления, год	T <sub>сл</sub>	5	5
6	Среднегодовые затраты на текущий ремонт приспособлений, руб. (5% от стоимости)	P <sub>пр</sub>	<p>Патрон трехкулачковый универсальный – 60;          патрон поводковый (конус 80) – 122.5;          центр удлиненный вращающийся (Морзе 5) – 61.35;          державка к резцу – 1.75;          тиски – 164.5;          патрон поводковый (с креплением к торцу) – 117;          передний центр (Морзе 4) – 37.2;          центр удлиненный (Морзе 4) - 45.75.          Оправка для фрезы 6222-0134 ГОСТ 26538-85 – 13.7;</p>	<p>Патрон трехкулачковый универсальный – 60;          Оправка для фрезы 6222-0134 ГОСТ 26538-85 – 13.7;          патрон самозажимной – 145;          центр вращающийся (Морзе 5) – 61.35.          патрон поводковый (с креплением к торцу) – 117;          передний центр (Морзе 4) – 37.2;          центр удлиненный (Морзе 4) – 45.75.</p>

7	Годовые затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования на единицу ремонтной сложности механической части Оборудования, руб.	З <sub>р.м.</sub>	2650	2650
8	Годовые затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования на единицу ремонтной сложности электрической части Оборудования, руб.	З <sub>р.э.</sub>	1300	1300
9	Годовая стоимость технического обслуживания и ремонта систем ЧПУ, руб	Е	–	3, 4,5. – 510
10	Норма амортизационных отчислений: по оборудованию/ по площади, %	$\frac{H_p}{H_{пл}}$	5(для станков с ручным управлением)/2 (для железобетонных конструкций)	12(для полуавтоматов и станков с ЧПУ)/2 (для железобетонных конструкций)

11	Наименование инструмента		<p>Фреза торцовая Ø100 2214-0153 ГОСТ 9473-80</p> <p>Сверло Ø4 2317-0119 ГОСТ 14952-75</p> <p>Резец проходной 25×16 2103-0007 ГОСТ 18879-73</p> <p>Резец отрезной (из быстрорежущей стали) 2130-0517 ГОСТ 18874-73</p> <p>Резец проходной 2105-0005 ГОСТ 18877-73</p> <p>Резец резьбовой 58384-3186</p> <p>Резец канавочный 2126-0616 МН 655-64</p>	<p>Резец отрезной (из быстрорежущей стали) 2130-0517 ГОСТ 18874-73</p> <p>Фреза торцовая Ø100 2214-0153 ГОСТ 9473-80</p> <p>Сверло центральное Ø4 2317-0119 ГОСТ 14952-75</p> <p>Резец проходной К01.4977.000-04 ТУ 2-035-892-82</p> <p>Резец канавочный П38.08Л.000 ТУ 2-035-955-84 (2 штуки)</p> <p>Резец резьбовой П38.08Л.000 ТУ 2-035-955-84</p>
12	Цена инструмента, руб.	Ц <sub>и</sub>	<p>Фреза торцовая Ø100 2214-0153 ГОСТ 9473-80 (2 шт.) – 423;</p> <p>Сверло Ø4 2317-0119 ГОСТ 14952-75 – 60.80;</p> <p>Резец проходной 2103-0007 ГОСТ 18879-73 – 44;</p> <p>Резец отрезной (из быстрорежущей стали) 2130-0517 ГОСТ 18874-73 – 40.6;</p> <p>Резец проходной 2105-0005 ГОСТ 18877-73 – 44;</p> <p>Резец резьбовой 58384-3186 – 41;</p> <p>Резец канавочный 2126-0616 МН 655-64 – 41;</p>	<p>Фреза торцовая Ø100 2214-0153 ГОСТ 9473-80 (2 шт.) – 423;</p> <p>Сверло центральное Ø4 2317-0119 ГОСТ 14952-75 (2 шт.) – 60.80;</p> <p>Резец проходной К01.4977.000-04 ТУ 2-035-892-82 – 65;</p> <p>Резец канавочный П38.08Л.000 ТУ 2-035-955-84 (2 штуки) – 35;</p> <p>Резец резьбовой П38.08Л.000 ТУ 2-035-955-84 – 41;</p> <p>Резец отрезной (из быстрорежущей стали) 2130-0517 ГОСТ 18874-73 –</p>

				40.6;
13	Затраты на все переточки инструмента, руб. (10% от стоимости)	$P_{и}$	<p>Фреза торцовая <math>\varnothing 100</math> 2214-0153 ГОСТ 9473-80 (2 шт.) – 42.3;  Сверло <math>\varnothing 4</math> 2317-0119 ГОСТ 14952-75 – 6.08;  Резец проходной 2103-0007 ГОСТ 18879-73 – 4.4;  Резец отрезной (из быстрорежущей стали) 2130-0517 ГОСТ 18874-73 – 4.06;  Резец проходной 2105-0005 ГОСТ 18877-73 – 4.4;  Резец резьбовой 58384-3186 – 4.9;  Резец канавочный 2126-0616 МН 655-64 – 4.1;  Резец резьбовой ПЗ8.08Л.000 ТУ 2-035-955-84 – 4.1;</p>	<p>Фреза торцовая <math>\varnothing 100</math> 2214-0153 ГОСТ 9473-80 (2 шт.) – 42.3;  Сверло центровальное <math>\varnothing 4</math> 2317-0119 ГОСТ 14952-75 (2 шт.) – 6.080;  Резец проходной К01.4977.000-04 ТУ 2-035-892-82 – 6.5;  Резец канавочный ПЗ8.08Л.000 ТУ 2-035-955-84 (2 штуки) – 3.5;  Резец резьбовой ПЗ8.08Л.000 ТУ 2-035-955-84 – 4.1;  Резец отрезной (из быстрорежущей стали) 2130-0517 ГОСТ 18874-73 – 4.06;</p>
14	Число переточек до полного износа инструмента	$h$	<p>Фреза торцевая: 82  Резцы проходные: 84  Резцы отрезные: 89  Резцы канавочные: 89  Резцы резьбовые: 109  Сверла: 93</p>	
15	Период стойкости инструмента, мин.	$T_{ст}$	<p>Фреза торцевая: 60  Резцы проходные: 60  Резцы отрезные: 60  Резцы канавочные: 60  Резцы резьбовые: 60  Сверла: 60</p>	

Таблица 5.2 – Техничко-экономические показатели проекта

N <sub>п/п</sub>	Показатели	Сравниваемые варианты	
		Базовый	Проектный
1	Годовой выпуск деталей, шт.	120	120
2	Норма времени на деталь, мин.	20,31	19,2
3	Тип и размеры заготовки	$K_{\text{пуг}} \frac{80 - B \text{ ГОСТ } 2590 - 71}{12 \text{ XH3A} - \delta \text{ ГОСТ } 4543 - 71}$	$K_{\text{пуг}} \frac{60 - B \text{ ГОСТ } 2590 - 71}{12 \text{ XH3A} - \delta \text{ ГОСТ } 4543 - 71}$
4	Масса заготовки, кг.	10	6
5	Суммарная площадь оборудования, м <sup>2</sup>	95,6	107,56
6	Удельная технологическая себестоимость, руб.	383,5	290
7	Удельные капитальные вложения, руб.	44,6	61
8	Удельные приведенные затраты, руб.	390	299
9	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений	48 дней	
10	Годовой экономический эффект, руб./год	11220	

Результаты экономических расчетов показывают, что удельные капитальные вложения предложенного проектного технологического процесса (затраты в производственные фонды) увеличились на 16,41 руб. Увеличение капитальных вложений характерно для совершенствования технологического процесса при крупносерийном и массовом производстве. В данном случае мелкосерийном производстве также можно считать целесообразным увеличение капитальных вложений в результате установки станков с ЧПУ, которые являются многофункциональными, что дает возможность обработки на

них различных деталей сложных форм. В этой ситуации на первый план выступает развитие маркетинга с целью привлечения новых заказов. Был рассчитан срок окупаемости предлагаемого варианта технологического процесса, он составил 48 дней. Учитывая то, что удельная технологическая себестоимость уменьшилась на 91 руб., следует сделать вывод, что предлагаемый вариант технологического процесса обработки детали является более выгодным, так как сумма текущих затрат (себестоимости) и единовременных затрат (капитальных вложений), приведенных к одной размерности (одному году) составила для базового варианта 383,5 руб., для проектного – 290 руб. Годовой экономический эффект от введения предлагаемого варианта при объеме выпуска 200 деталей за один год составит 11220 руб.

Таким образом, выполненные расчеты подтверждают экономическую целесообразность предлагаемого варианта технологического процесса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении данной бакалаврской работы были учтены основные направления развития промышленности страны в отрасли машиностроения. Работа строилась с приближением к интересам промышленных предприятий. Учтен и тот факт, что спроектированный технологический процесс характерен для мелкосерийного типа производства.

При сопоставлении различных методов получения заготовки детали «червяк мотор-редуктора» установлено, что выгоднее получать заготовку используя метод проката. Это ведет к снижению затрат.

При создании технологического процесса обработки детали «червяк мотор-редуктора» использовались правила и принципы, характерные для современного автоматизированного мелкосерийного производства (принцип автоматического получения размеров на настроенных станках), а также основные положения теории базирования (принцип постоянства технологических баз).

Спроектированный технологический процесс ориентирован на использование универсального оборудования и станков с ЧПУ. Это характерно для рассматриваемого типа производства. Использование станков с ЧПУ позволяет снизить трудоемкость ручных операций, повысить производительность и точность обработки.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 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.

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.vniiinstrument.ru](http://www.vniiinstrument.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. Авраамова [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 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.

45 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.

46 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

		Перв. примен.			Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание					
		Формат	Зона	Поз.									
Слов. №		A2			16.07.ТМ.529.07.000.СБ	Сборочный чертеж							
						Детали							
		б/4	1		16.07.ТМ.529.07.001	Корпус	1						
		б/4	2		16.07.ТМ.529.07.002	Рычаг	2						
		б/4	3		16.07.ТМ.529.07.003	Винт	1						
		б/4	4		16.07.ТМ.529.07.004	Втулка	1						
Подп. и дата						Стандартные изделия							
		б/4	5			Пластина опорная ТУ19-4206-95-83	1						
		б/4	6			Пластина ведущая ГОСТ 19059-80	1						
Подп. и дата					16.07.ТМ.529.07.000								
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							
Инв. № подл.	Разраб.	Гудач К.М.			Резец				Лит.	Лист	Листов		
	Пров.	Нахратова Г.В.											1
	Нконтр. Итв.	Виткалов В.Г. Бодровский А.В.							ТГУ, ТМбз-1101				

Копировал

Формат А4

		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примен.									
						Документация			
Слов. №		A1			16.07.ТМ.529.05.000.СБ	Сборочный чертеж			
						Сборочные единицы			
		б/4	1		16.07.ТМ.529.05.001.СБ	Тяга	1		
						Детали			
		б/4	4		16.07.ТМ.529.05.002	Корпус	1		
		б/4	2		16.07.ТМ.529.05.003	Гайка	1		
		б/4	3		16.07.ТМ.529.05.004	Рейка	3		
		б/4	4		16.07.ТМ.529.05.005	Рычаг	3		
		б/4	5		16.07.ТМ.529.05.006	Винт	3		
		б/4	6		16.07.ТМ.529.05.007	Кулачок	3		
		б/4	7		16.07.ТМ.529.05.008	Фланец	1		
		б/4	9		16.07.ТМ.529.05.009	Винт	4		
		б/4	11		16.07.ТМ.529.05.010	Винт	3		
		б/4	12		16.07.ТМ.529.05.011	Планка	3		
		б/4	13		16.07.ТМ.529.05.012	Ось	3		
		б/4	14		16.07.ТМ.529.05.013	Планка	3		
		б/4	17		16.07.ТМ.529.05.014	Фланец	1		
		б/4	18		16.07.ТМ.529.05.015	Поршень	1		
					16.07.ТМ.529.05.000				
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инв. № подл.		Разраб.		Гудач К.М.			Лит.	Лист	Листов
		Пров.		Нахратова Г.В.				1	3
		Нконтр.		Виткалов В.Г.			ТГУ, ТМбз-1101		
Ств.		Бодровский А.В.							
Копировал							Формат А4		





ПРИЛОЖЕНИЕ Б

										Гост 3.1118-82				Форма 1	
Модл.	Взам.	Модл.													
Разряд	Удобч	Площ.	Нхротабола	ТГУ	Червяк мотор-редуктора										
Н.контр.															
M 01	Сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-71														
M 02	Код	ТВ	МШ	ЕН	Н.расх	КММ	Код.загат.	Профиль и размеры	КШ	МЗ					
		166	4,5	1			прокат	φ60 440	1	13,5					
A	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код. наименование операции			Образование документа							
Б	Код. наименование подразделения			СМ	Проф.	Р	У	КР	КШМ	ЕН	ШП	Конт.	Пз	Ишт.	
A 03	005	4269	Фрезерно-центральная			ИОТ									
B 04	38 1825	мод. МР7М	18 632	3	Н	1	1	1	1	1	14	2,2			
05															
06	010	4112	Токарная с ЧПУ			ИОТ									
07	38 1115	мод.16K20T102	18 225	3	Н	2	1	1	1	1	228	4,68			
08															
09	015	4112	Токарная с ЧПУ			ИОТ									
10	38 1115	мод.16K20T102	18 225	3	Н	2	1	1	1	1	24,2	3,94			
11															
12	020	4112	Токарная с ЧПУ			ИОТ									
13	38 1115	мод.16K20T102	18 225	4	Н	2	1	1	1	1	20,6	2,88			
14															
15															
16															
МК															



Дифл.		Взам.		Побл.		Гост 3.1118-82										Форма 1а	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИШ	ЕН	ОП	Кшт.	Глв	Лшт.	
Б	Код наименования оборудования				Обозначение документа												
А 01					045 Шлифовальная												
Б 02					ЗМ153У			4							7	045	
03																	
04					050 Шлифовальная												
05					ЗМ153У			4							7	08	
06																	
07					055 Шлифовальная												
08					ЗМ153У			4							7	097	
09																	
10					060 Шлифовальная												
11					ЗМ153У			4							7	13	
12																	
13					065 Шлифовальная												
14					ЗМ153У			5							7	131	
15																	
16					070 Шлифовальная												
17					ЗМ153У			5							7	125	
МК																	

										Гост 3.1118-82				Форма №		
Подл.	Взам.	Подл.														
Цех	Уч	ГРМ	Опер	Код	наименование операции	СМ	Проф.	Р	УГ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Гнз	шт.
			Код			наименование операции			Обозначение документа							
A 01			075		Шлифовальная										7	4.02
B 02					3M1534			5								
03																
04			080		Резьбашлифовальная										7	5.47
05					5822M			6								
06																
07			085		Полірвальная											
08					5822M			4							7	0.52
09																
10			090		Контроль										3	7.94
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
															МК	