

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Проектирование технологических процессов

(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления оправки зубоскашивающего
станка

Студент

А.А. Алтухов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент В.А. Гуляев

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

к.э.н. Н.В. Зубкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

к.т.н., доцент А.В. Краснов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Аннотация

Технологический процесс изготовления оправки зубоскашивающего станка. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2020.

Выпускная квалификационная работа состоит из 58 страниц пояснительной записки и семи листов А1 формата графической части.

Спроектирована заготовка, наименее затратная в изготовлении, с наибольшим коэффициентом использования материала. Усовершенствован технологический процесс обработки с помощью патентных исследований и методов технического творчества. Спроектированы специальные средства оснащения, используемые в технологическом процессе.

В работе предлагается система автоматического управления процессом резания на токарной технологической операции. Для чего были показаны математические модели, связывающие параметры и режимы резания между собой. На основе этого были построены структурная и функциональная схемы проектируемой системы.

В работе решается ряд вопросов по проектированию техпроцесса изготовления оправки. Анализ показал технологичность, то есть возможность обработки рассматриваемой детали. Рассмотрена возможность обработки материала, из которого выполнена заготовка. Соответствующим образом выбрано оборудование и инструмент для обеспечения качества механической обработки.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Задачи работы.....	9
2 Разработка технологической части работы.....	11
2.1 Проектирование заготовки и методов обработки.....	11
2.2 Проектирование технологической операций.....	22
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	27
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	33
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	33
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	34
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	35
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	36
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	38
4.6 Заключение по разделу.....	39
5 Экономическая эффективность работы.....	41
Заключение.....	45
Список используемых источников.....	46
Приложение А. Маршрутная карта технологического процесса	49
Приложение Б. Операционные карты.....	53
Приложение В. Карта эскизов.....	56

Введение

Исторически сложившийся процесс производства и эксплуатации изделий машиностроения предполагает наличие нескольких этапов так называемого «жизненного» цикла. Машиностроение является одной из самых важных отраслей промышленности. Продукция этой отрасли идет на пользу всему народному хозяйству. Большое внимание выделяется изготовлению детали. От того, как изготовлены детали, из которых состоит машина, будет зависеть её эффективность и износостойкость.

Любая деталь должна быть как можно качественнее и при этом удовлетворять определенным заданным техническим требованиям, а также быть при этом как можно дешевле при изготовлении. Отсюда вытекает цель выпускной квалификационной работы: усовершенствовать базовый технологический процесс изготовления оправки и приведение его к оптимальному варианту. В ходе этой цели нужно сделать следующее:

Спроектировать заготовку, наименее затратную в изготовлении, с наибольшим коэффициентом использования материала. Усовершенствовать технологический процесс обработки с помощью патентных исследований и методами технического творчества. Спроектировать специальные средства оснащения, используемые в технологическом процессе.

В бакалаврской работе разработана система автоматического управления процессом резания на одной из технологических операций. Для чего были показаны математические модели, связывающие параметры и режимы резания между собой. На основе этого были построены структурная и функциональная схемы проектируемой системы.

В работе проведен анализ, который показал технологичность, то есть возможность обработки рассматриваемой детали. Рассмотрена возможность обработки материала, из которого выполнена заготовка. Соответствующим образом выбрано оборудование и инструмент для обеспечения качества механической обработки.

На этапе предварительного проектирования уже просто невозможно решить некоторые важные задачи без использования инженерных систем. Такие системы включают в себя различные классические инженерные методы расчетов на прочность, устойчивость, динамические расчеты, определение переходных и частотных характеристик проектируемой системы. Производится математическое моделирование напряженно-деформированного состояния с применением МКЭ, создание математического описания сложных геометрических поверхностей с использованием 3D функций (Solid Works, ANSYS)

Воплощение проекта в жизнь все-таки происходит на следующих этапах - технологической подготовки производства, изготовления деталей, сборки, контроля, производственных испытаний. Последними этапами ЖЦ изделия являются эксплуатация, ремонт, и утилизация. На этих этапах используется техническая документация, разработанная при проектировании, изготовлении, а результаты эксплуатации обеспечивают основную обратную связь совершенствования изделия.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Оправка предназначена для передачи вращательного движения обрабатываемой детали на зубоскашивающем станке. Осуществляется это путем передачи крутящего момента на зажимаемую деталь со шпинделя станка. Также оправка необходима при установке сопрягаемых деталей для дальнейшей обработке на зубоскашивающем станке.

На рисунке 1 приведен узел крепления сопрягаемых деталей в зубоскашивающем станке с помощью оправки.

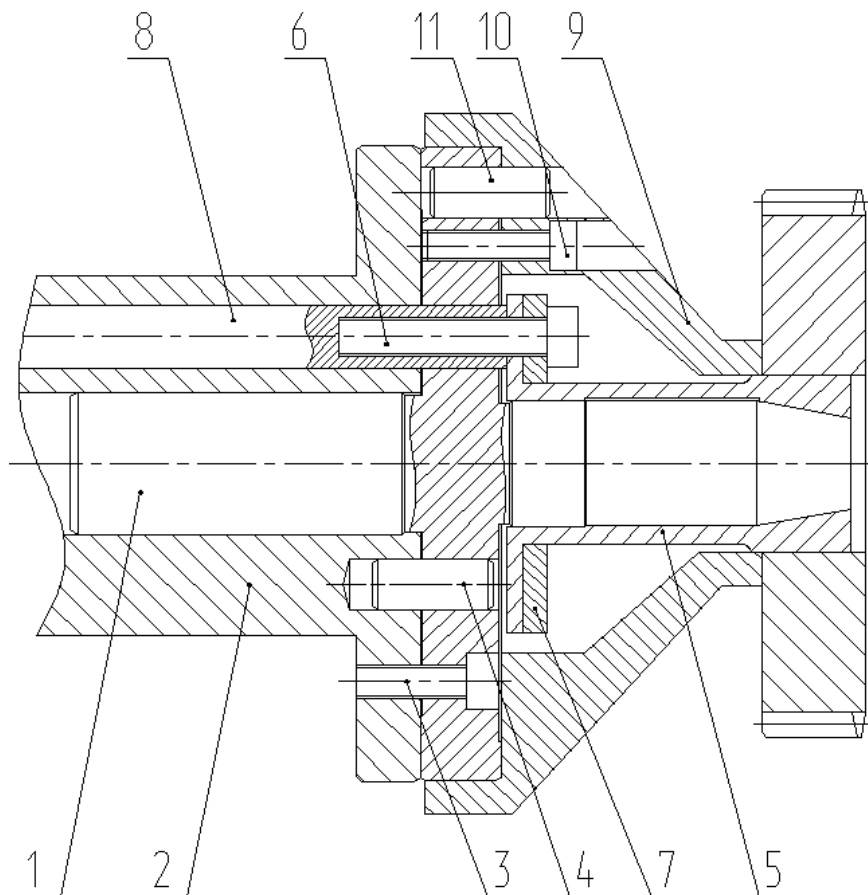


Рисунок 1 – Узел крепления

Необходимо провести анализ служебного назначения оправки для

дальнейшей разработки технологического процесса. Это необходимо для соблюдения точности при расположении остальных составляющих элементов узла. В результате анализа назначается точность и шероховатость поверхностей при обработке.

С помощью винтов 3 совместно со штифтом 4 оправка 1 крепится и устанавливается в отверстие фланца 2. К толкателям 8 крепится цанга 5 с помощью кольца 7 и винтов 6 и устанавливается на конус оправки 1. К оправке с помощью штифта 11 и винтов 10 крепится обрабатываемая заготовка, которая своим торцом упирается в опору 9 и устанавливается на цангу 5.

В качестве материала для изготовления оправки выбираем сталь 19ХН по ГОСТу 4543.

Механические и технологические свойства материала детали являются основным критерием, который определяет технологичность заготовки.

Основные характеристики материала заготовки для изготовления оправки приведены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1 – Состав материала

Элемент	углерод	сера	фосфор	хром	марганец	никель	молибден	кремний
		Не более						
Содержание	0.16-0.21	0.035	0.035	0,8-1,1	0,7-1,0	0,8-1,1	До 0,1	0.17-0.37

Таблица 2 – Свойства материала

Параметры	Диаметр, мм	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²	НВ не более
Прокат	25-55	1180	800	7	60	690	217
Поковка	до 100	345	590	18	45	59	217

Анализ технологичности детали.

Проведем анализ поверхностей оправки, так как важно выявить все поверхности, которые влияют на выполнение обоймой-кулачком своего служебного назначения (рисунок 2).

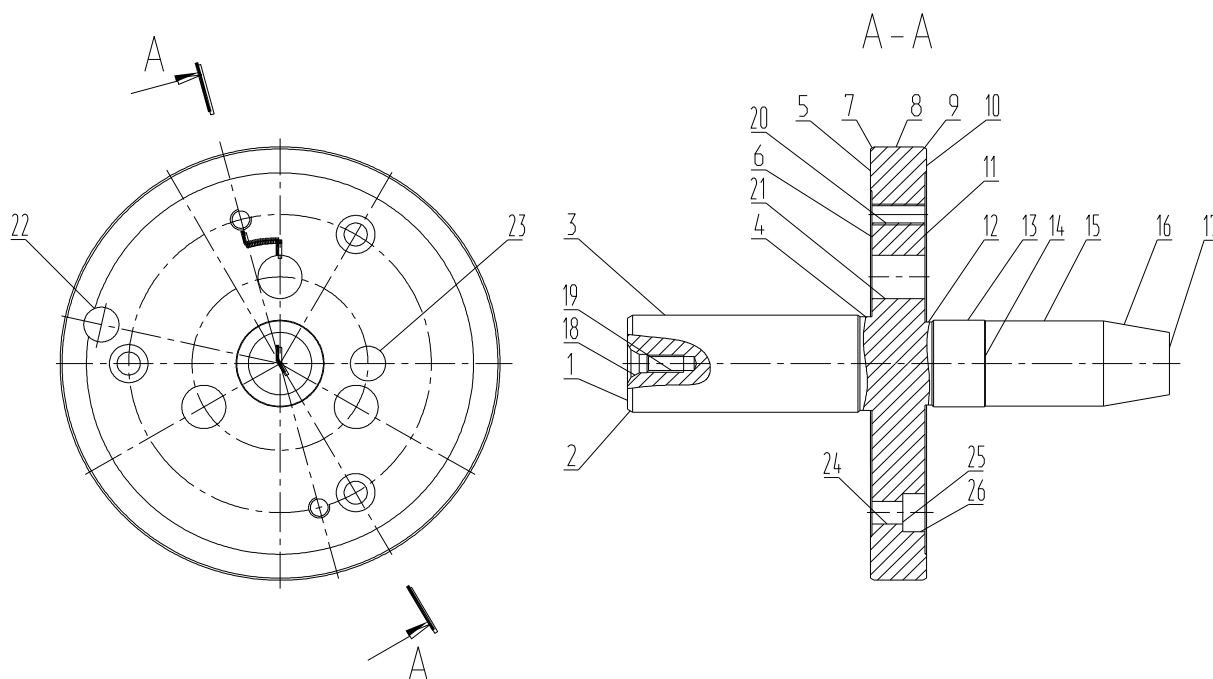


Рисунок 2 – Систематизация поверхностей оправки

Необходимо определить номера поверхностей и обозначить их служебное назначение. Так как, только свободные поверхности оформляют деталь конструктивно, то необходимо указать основные, вспомогательные конструкторские базы и исполнительные поверхности, к которым предъявляются повышенные требования.

ОКБ: 3, 5;

ВКБ: 8, 10, 13, 19-25;

ИП: 16;

СП: все остальные.

Предлагаемые требования по точности и шероховатости: 6 квалитет, 0,63 Ra. Эти требования могут быть достигнуты при обработке на

универсальном оборудовании без применения специальных методов обработки и использовать при этом стандартный режущий инструмент.

Главным преимуществом заготовки для оправки является простота ее геометрической формы, поэтому предоставляется возможность формирования без последующей обработки нескольких поверхностей уже на заготовительной операции.

Обеспечение совпадения измерительной и технологической баз позволяет осуществить высокую технологичность базирования. Такое совпадение отсутствует в базовом варианте технологического процесса, поэтому на определенных его этапах возникает погрешность базирования. Обеспечение свободного подхода инструмента осуществляется наличием фасок, которые расположены на поверхностях простого профиля.

В результате проведенного анализа можно утверждать, что деталь обойма-кулачок технологична.

1.2 Задачи работы

В бакалаврской работе необходимо разработать систему автоматического управления процессом резания на одной из технологических операций. Для чего необходимо разработать математические модели, связывающие параметры и режимы резания между собой. На основе чего построить структурную и функциональную схемы проектируемой системы.

Спроектировать заготовку, наименее затратную в изготовлении, с наибольшим коэффициентом использования материала. Усовершенствовать технологический процесс обработки с помощью патентных исследований и методами технического творчества. Спроектировать специальные средства оснащения, используемые в технологическом процессе для повышения степени автоматизации токарной операции.

В работе необходимо решить ряд вопросов по проектированию техпроцесса изготовления оправки зажимного механизма зубоскашивающего станка. Провести анализ на технологичность, то есть возможность обработки рассматриваемой детали. Рассмотреть возможность обработки материала, из которого выполнена заготовка. Соответствующим образом выбрать оборудование и инструмент для обеспечения качества механической обработки.

После комплексного анализа можно сформулировать задачи работы:

- Проектирование заготовки и расчет припусков.
- Разработка технологического процесса изготовления оправки зажимного механизма зубоскашивающего станка.
- Расчет технологических операций.
- Разработка специальных средств оснащения.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Проектирование заготовки и методов обработки

При выборе типа производства основными характеристиками является количество станков и их загруженность, последовательность обработки, трудоемкость изготовления, способ получения заготовки.

Масса оправки может меняться от 0,5 до 8,0 кг (выберем 1,91 кг) и программа выпуска от 2000 до 35000 деталей (выберем 5000) определяем тип производства как среднесерийное. Для такого типа производства определим оборудование и инструмент, как универсальное.

Выбор метода получения заготовки.

Учитывая специфику конструкцию оправки и материал, можно получить поковкой, штамповкой или с помощью проката.

Проведем соответствующие расчеты для выбора заготовки.

Для определения массы заготовки $M_{ш}$ при штамповке будем пользоваться формулой

$$M_{ш} = M_{д} \cdot K_p, \quad (1)$$

где $M_{д}$ – масса детали, кг;

K_p равен 1,45.

$$M_{ш} = 1,91 \cdot 1,45 = 2,77 \text{ кг.}$$

Определим массу заготовки, используя формулу:

$$M_{ш} = V \cdot \gamma, \quad (2)$$

где V – объем заготовки, мм³;

γ – плотность материала заготовки, кг/мм³.

Размеры заготовки при прокате будем определять по формулам:

$$d_{\text{ПР}} = d_{\text{Д}}^{\text{max}} \cdot 1,05, \quad (3)$$

где $d_{\text{Д}}^{\text{max}}$ – максимальный диаметр заготовки равный 125 мм.

Тогда

$$d_{\text{ПР}} = 125 \cdot 1,05 = 131,3 \text{ мм}$$

Принимаем $d_{\text{Д}}^{\text{max}}$ равным 135 мм.

$$l_{\text{ПР}} = l_{\text{Д}}^{\text{max}} \cdot 1,05, \quad (4)$$

где $l_{\text{Д}}^{\text{max}}$ – максимальный линейный размер заготовки равный 154 мм.

Тогда

$$l_{\text{ПР}} = 154 \cdot 1,05 = 161,7 \text{ мм}$$

Принимаем $l_{\text{Д}}^{\text{max}}$ равным 162 мм.

Тогда:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot l_{\text{ПР}} = \frac{3,14}{4} \cdot 135^2 \cdot 162 = 2313381 \text{ мм}^3 \quad (5)$$

Масса заготовки из проката будет

$$M_{\text{ПР}} = 2313381 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 18,16 \text{ кг}$$

Принимаем прокат.

Оптимальный метод получения заготовки будем определять по минимальной себестоимости:

$$C_{\text{Д}} = C_{\text{З}} + C_{\text{МО}} - C_{\text{ОТХ}}, \quad (6)$$

где стоимость $C_{\text{З}}$ – заготовки;

$C_{\text{МО}}$ – механической обработки;

$C_{отх}$ – стружки.

При штамповке:

$$C_3 = C_B \cdot M_{ш} \cdot K_T \cdot K_{сл} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{п}, \quad (7)$$

где C_B – цена 1 кг заготовки, руб./кг;

$M_{ш}$ – масса заготовки, кг;

Коэффициенты, учитывающие:

K_T – точность;

$K_{сл}$ – сложность;

K_B – массу;

K_M – материал;

$K_{п}$ – серийность.

Примем согласно [11] C_B равным 11,20 руб./кг, K_T равным 1,0, $K_{сл}$ равным 1,0, K_B равным 1,0, K_M равным 1,27 и $K_{п}$ равным 1,0

Тогда

$$C_3 = 11,20 \cdot 2,77 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,27 \cdot 1,0 = 39,40 \text{ руб.}$$

Обработка:

$$C_{мо} = (M_{ш} - M_{д}) \cdot C_{уд} \quad (8)$$

где $C_{уд}$ – цена 1 кг материала, руб./кг.

Затраты определяем по формуле:

$$C_{уд} = C_C + E_H \cdot C_K. \quad (9)$$

Принимаем E_H равным 0,16, C_C равным 15 руб./кг и C_K равным 33 руб./кг.

$$C_{MO} = (M_{ш} - M_{д}) \cdot C_{зд} = (2,77 - 1,91) \cdot (15 + 0,16 \cdot 33) = 17,44 \text{ руб.}$$

Так как $C_{отх}$ является возвратной величиной, то определяется по формуле

$$C_{отх} = (M_{ш} - M_{д}) \cdot C_{отх} \quad (10)$$

Пусть $C_{отх}$ будет равна 0,5 руб./кг. Тогда получим

$$C_{отх} = (2,77 - 1,91) \cdot 0,5 = 0,43 \text{ руб.}$$

И окончательно получим из:

$$C_{д} = 39,40 + 17,44 - 0,43 = 56,41 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовки из проката:

$$C_{п} = C_{МПР} \cdot M_{п} + C_{оз}, \quad (11)$$

где $C_{МПР}$ – стоимость 1 кг материала примем равным 14 руб./кг;

$C_{оз}$ – отрезка, руб.

$$C_{оз} = \frac{C_{пз} \cdot T_{шт}}{60}, \quad (12)$$

где $C_{пз}$ – на рабочем месте примем 30,2 руб./ч.

$T_{шт}$ определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_0 \cdot \varphi_K, \quad (13)$$

где T_0 – машинное время, мин;

φ_K – коэффициент, учитывающий оснастку.

Примем φ_K равным 1,5, а T_0 будем определять по формуле:

$$T_0 = 0,19 \cdot d_{\text{ш}}^2 \cdot 10^{-3} \quad (14)$$

Тогда согласно (11 – 14):

$$T_0 = 0,19 \cdot 135^2 \cdot 10^{-3} = 3,46 \text{ мин};$$

$$T_{\text{ш}} = 3,46 \cdot 1,5 = 5,19 \text{ мин};$$

$$C_{\text{оз}} = \frac{32 \cdot 5,19}{60} = 2,77 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ш}} = 14 \cdot 18,16 + 2,77 = 257,01 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{мо}} = (M_{\text{ш}} - M_{\text{д}}) \cdot C_{\text{уд}} = (18,16 - 1,91) \cdot (15 + 0,16 \cdot 33) = 329,55 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{отх}} = (18,16 - 1,91) \cdot 0,5 = 8,12 \text{ руб.}$$

$$\text{Тогда } C_{\text{д}} = C_3 + C_{\text{мо}} - C_{\text{отх}} = 578,44 \text{ руб.}$$

Если учесть коэффициент цен к настоящему году, то есть к 2020 году, то полученный результат необходимо удвоить. Поэтому стоимость будет равна 1156,88 руб.

Сравним варианты исходных заготовок. Для этого определим

$$K_{\text{им}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_3} \quad (15)$$

$$\text{Штамповка: } K_{\text{им}} = \frac{1,91}{2,77} = 0,69.$$

$$\text{Прокат: } K_{\text{им}} = \frac{1,91}{18,81} = 0,11.$$

Полученный результат дает возможность сделать вывод: штамповка выгоднее проката.

Определим годовой экономический эффект по формуле:

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = (C_{\text{дпр}} - C_{\text{дш}}) \cdot N_{\Gamma} \quad (16)$$

где $C_{\text{дпр}}$ – стоимость детали, если заготовка получена прокатом;

$C_{Дш}$ – стоимость детали, если заготовка получена штамповкой.

Тогда $\mathcal{E}_r = (1156,88 - 112,82) \cdot 5000 = 5220300$ руб.

Выбор методов обработки.

Технические и технологические требования для обработки поверхностей указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Методы обработки

Поверхности	НВ	Ra, мкм	Технологический маршрут
1, 17	61	6,3	П–ТО
3, 13, 16	61	0,4	Т–Тч–Ш–ТО–Шч–Шт
2, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 14	61	6,3	Т–Тч–ТО
15	61	6,3	Т–Тч–ТО
10	61	1,6	Т–Тч–ТО–Ш
19, 20	61	6,3	С–Рз–ТО
18	61	1,25	Ц–ТО–Шч
5, 8	61	0,8	Т–Тч–Ш–ТО–Шч
21	61	1,25	С–З–ТО
24, 25, 26	61	6,3	С–ТО
22	61	0,8	С–З–Зч–РВ–ТО
23	61	0,8	С–З–Зч–РВ–ТО

Проектирование заготовки.

Рассчитаем припуски на диаметральный размер 28h5 мм и данные внесем в таблицу 4 и таблицу 5.

Таблица 4 – Припуски

Переход		Припуск			Допуск Td/IT	Предельные размеры		Предельные припуски	
		ρ^{i-1}	$\varepsilon_{уст}^{i-1}$	a		d_{max}^i	d_{min}^i	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
1	Обточить	705	-	360	1600 16	30,933	32,533	-	-
2	Обточить	42	400	100	330 13	28,592	28,922	3,941	2,011
3	Шлифовать	28	24	50	84 10	28,295	28,379	0,627	0,213
4	Обточить	14	016	30	33 8	28,131	28,164	0,248	0,131
5	Обточить Шлифовать	7	8	20	13 6	28,039	28,052	0,125	0,079
6	Шлифовать	4	0	7	9 5	27,991	28,000	0,061	0,039

Таблица 5 – Припуски на обработку

Операция	Переход	Z, мм	Поверхности
010	Точение	1,3	10, 11, 13, 14, 15, 16
015	Точение	1,4	3, 5, 6
020	Точение	0,3	9-16
025	Точение	0,3	2-8
030	Шлифование	0,10 0,11	10 16
035	Шлифование	0,11	3, 5, 8, 13
070	Шлифование	0,06	3, 5, 8, 13
075	Шлифование	0,06	16
080	Шлифование	0,03	3, 13
085	Шлифование	0,03	16

На рисунках 3 и 4 представлены соответственно схема припусков и эскиз заготовки.

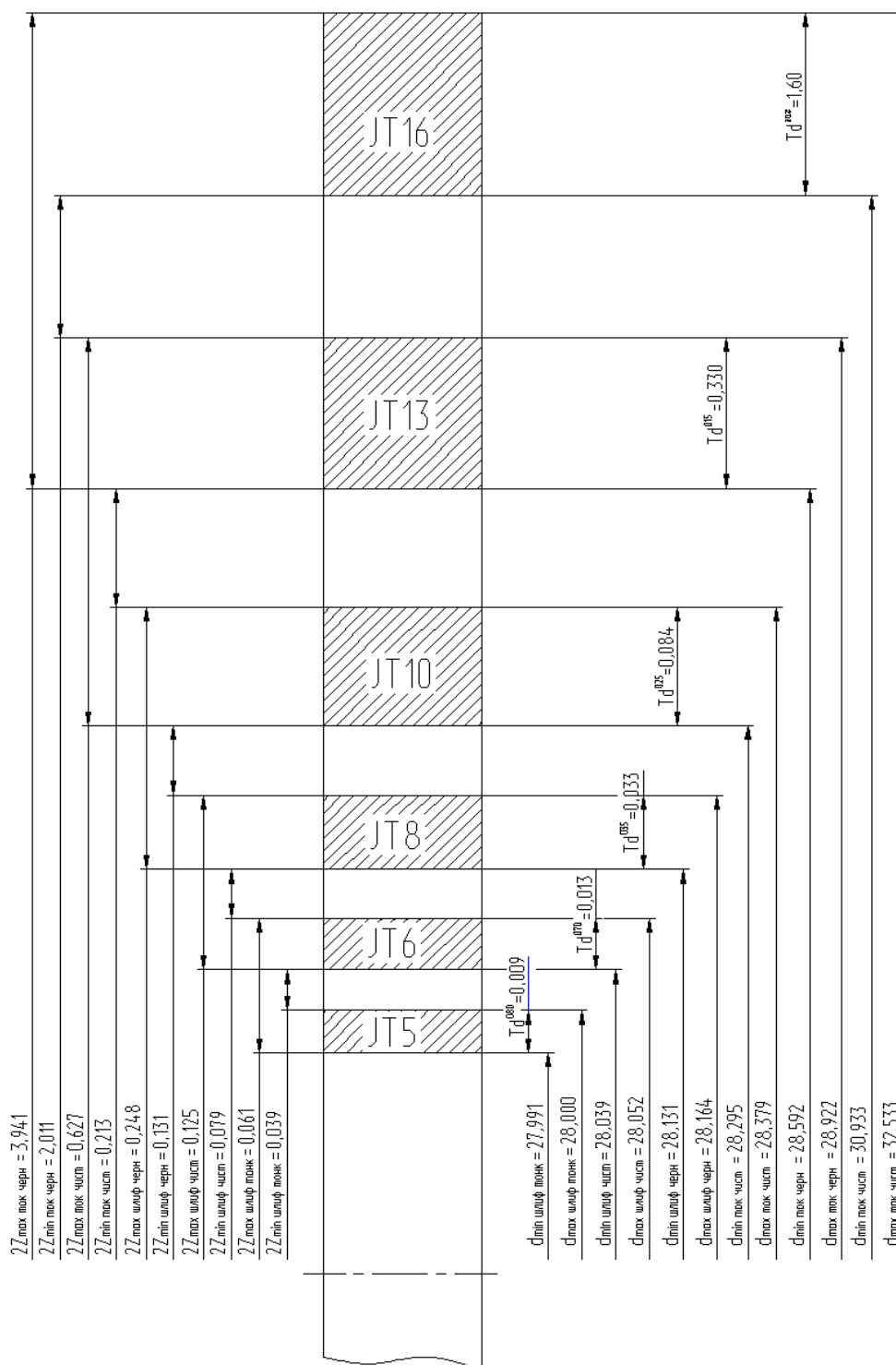


Рисунок 3 – Схема припусков

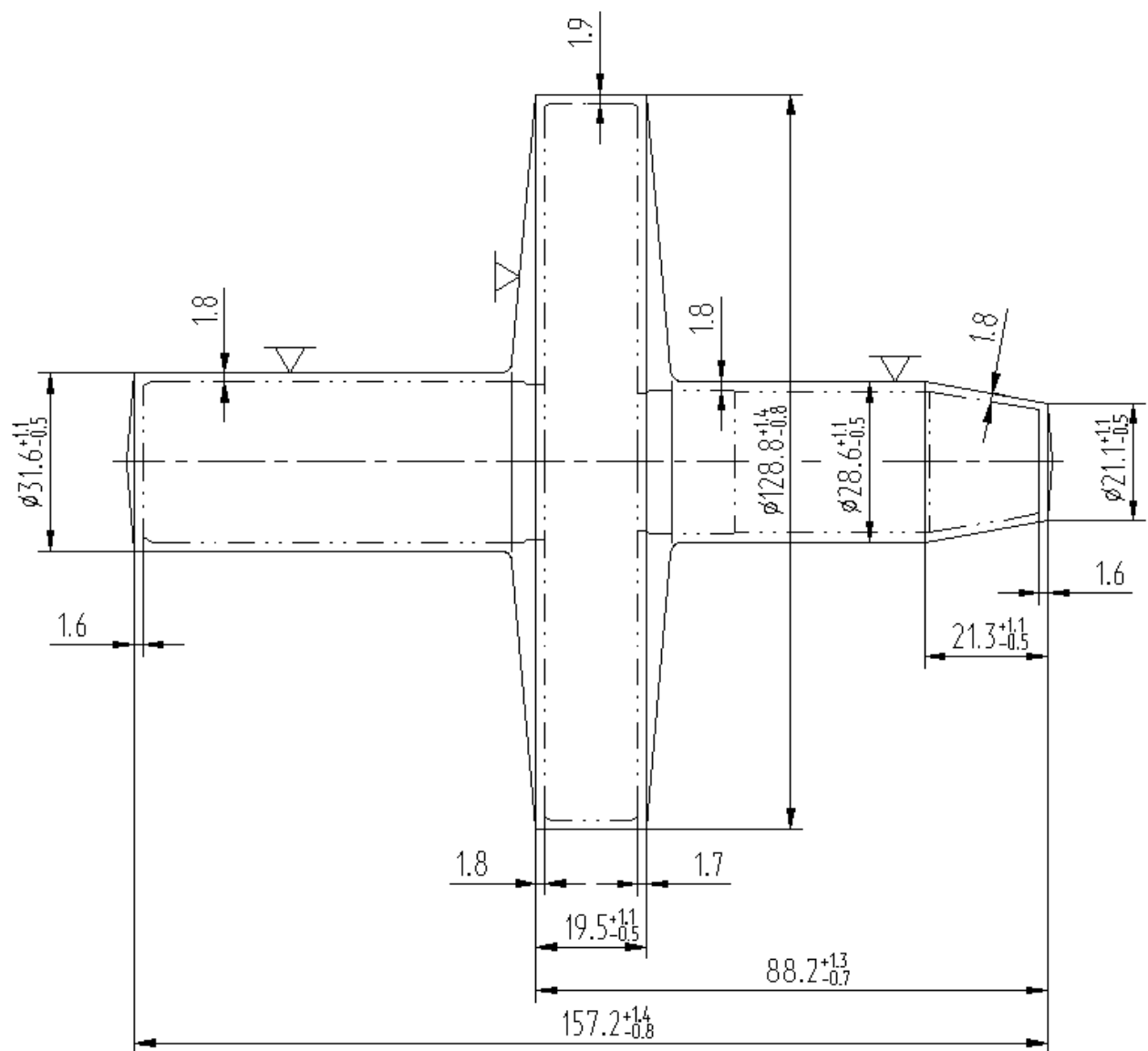


Рисунок 4 – Эскиз заготовки

Принимаем следующие параметры для заготовки: оборудование - КГШП; индукционный нагрев. При расчете суммы объемов цилиндрических элементов заготовки получим:

$$V = 348832 \text{ мм}^3$$

Тогда масса штамповки равна:

$$M_{ш} = 2,77 \text{ кг}; K_{шм} = \frac{1,91}{2,77} = 0,69$$

Маршрут обработки оформим в виде таблицы 6.

Таблица 6 – Технологический маршрут

№	Операция	Поверхности		Точность	Ra, мкм	СТО
		базы	обработка			
000	Заготовительная			16	40	КГПП
005	Центровально-подрезная	3,5,13	1,17 18	11 10	6,3 3,2	2A923
010	Токарная	1,18	9-16	10	6,3	16ГС25Ф3С1
015		17,18	2-8	10	6,3	
020		1,18	10,11,13,14,15,16	13	12,5	
025		17,18	3,5,6	13	12,5	
030	Круглошлифовальная	1,18	10	9	1,6	3Т153F1
			16	8	1,6	
035	Круглошлифовальная	17,18	3,5,8,13	8	1,6	ШУ 321.22
040	Координатно-расточная	3,5	19,20	10	6,3	500Н
			21	10	3,2	
			24,25,26	13	6,3	
			22	8	0,8	
			23	7	0,8	
045	Слесарная					4407
050	Моечная					КММ
060	Термическая					
065	Центрошлифовальная	3,5,3	18	6	1,25	РН 250
070	Круглошлифовальная (чистовая)	17,18	3,5,8,13	6	0,8	ШУ 321.22
075	Круглошлифовальная (чистовая)	1,18	16	6	0,8	3Т153F1
080	Круглошлифовальная (тонкая)	17,18	3,13	5	0,4	ШУ 321.22
085	Круглошлифовальная (тонкая)	3,5	16	5	0,4	3Т153F1
090	Моечная					КММ
095	Контрольная					

Таблица 7 – Выбор оборудования и инструмента

№	Операция	Оборудование	Технологическая оснастка		
			приспособление	инструмент	Контрольно-измерительные средства
005	Центровально-подрезная	Полуавтомат для центровки 2A923	СНП ГОСТ 12195-66.	Пластина ГОСТ 19052. Центровочное сверло ГОСТ 14952-75 Р6М5.	Калибр-пробка ГОСТ 14827-69. Шаблон ГОСТ 2534-79.

Продолжение таблицы 7

№	Операция	Оборудование	Технологическая оснастка		
			приспособление	инструмент	Контрольно-измерительные средства
005	Центровка льно- подрезная	Полуавтомат для центровки 2А923	СНП ГОСТ 12195-66.	Пластина ГОСТ 19052. Сверло ГОСТ 14952-75.	Калибр-пробка по ГОСТ 14827- 69. Шаблон по ГОСТ 2534-79.
010 015	Токарная черновая	16ГС25Ф3С 1	Патрон ГОСТ 2571-71. Вращающийся центр ГОСТ 8742-75.	Резец проходной. Пластина ОСТ 2И.101- 83.	Калибр-скоба по ГОСТ 18355-73. Шаблон по ГОСТ 2534-79. Калибр-пробка ГОСТ 14827-69.
020 025	Токарная чистовая				Калибр-пробка ГОСТ 14807-69. Мерительное приспособление с индикатором.
030	Круглошлифовальная черновая	Полуавтомат торцекругло шлифовальный 3Т153Ф1	Патрон ГОСТ 2571-71 Упорный центр ГОСТ 18259-72	Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007.	Шаблон по ГОСТ 2534-79. Калибр-скоба ГОСТ 18355-73. Мерительное приспособление с индикатором.
035	Круглошлифовальная черновая	Круглошлифовальный с ЧПУ ШУ 321.22	СНП ГОСТ 12195-66		Шаблон по ГОСТ 2534-79. Калибр-пробка по ГОСТ 14827- 69.
040	Координатно-расточная	Станок с ЧПУ горизонтальный фрезерно-расточной 500Н			Спиральные сверла. Сверло ГОСТ 10902-77. Зенкер ГОСТ 12489-71. Машинная развертка ГОСТ 1672-80.
045	Слесарная	Оборудование для снятия заусенцев 4407			

Продолжение таблицы 7

№	Операция	Оборудование	Технологическая оснастка		
			приспособление	инструмент	Контрольно-измерительные средства
050 090	Моечная	Машина для автоматической мойки			
065	Центрошлифовальная	Станок центрошлифовальный станок РРН 250	СНП ГОСТ 12195-66	Головка шлифовальная по ГОСТу 8027-86	Шаблон по ГОСТу 2534-79. Калибр-скоба по ГОСТу 18355-73.
070	Круглошлифовальная чистовая	Станок круглошлифовальный с ЧПУ 321.22	Патрон ГОСТ 2571-71 Упорный центр ГОСТ 18259-72	Шлифовальный круг по ГОСТу Р 52781-2007.	Приспособление мерительное с индикатором.
075	Круглошлифовальная чистовая	Полуавтомат торцекруглошлифовальный 3Т153Ф1			
080	Круглошлифовальная тонкая	Станок круглошлифовальный с ЧПУ 321.22			
085	Круглошлифовальная тонкая	Полуавтомат торцекруглошлифовальный 3Т153Ф1	Мембранный патрон ОСТ 3-3843-77		

2.2 Проектирование технологической операции

Расчет режимов на токарную операцию 010.

Обточить поверхности, выдержать размеры согласно рабочему чертежу.

Инструмент выбираем в таблице 7.

Выбираем станок модели 16ГС25Ф3С1 токарный.

Припуск равен 2 мм.

Задаем перемещение инструмента 0,5 мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (17)$$

где выберем базовую величину C_U равную 350;

время работы одной пластины T равное 60 мин;

табличные величины степеней: m равно 0,2, x равно 0,15, y равно 0,35;

коэффициент, обеспечивающий условия обработки K_U примем равным 0,83.

Тогда

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,2}} \cdot 0,83 = 146 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (18)$$

Тогда при точении поверхности диаметром 103,4 мм:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 146}{3,14 \cdot 103,4} = 450 \text{ мин}^{-1}.$$

При точении поверхности диаметром 111,4 мм:

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 146}{3,14 \cdot 111,4} = 420 \text{ мин}^{-1}.$$

При точении поверхности диаметром 208 мм:

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 146}{3,14 \cdot 208} = 220 \text{ мин}^{-1}.$$

Определим составляющие силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (19)$$

где C_p – коэффициент обработки равный 300 [17, с.273];

x, y, n – табличные значения соответственно равные 1,0, 0,75, 0,15;
 K_p – коэффициент коррекции.

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (20)$$

где $K_{MP}, K_{\phi P}, K_{\gamma P}, K_{\lambda P}$ и K_{rP} равны 0,83, 0,89, 1,0, 1,0 и 1,0.

Тогда

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 146^{-0,15} \cdot 0,83 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1250 \text{ Н.}$$

Определим требуемую мощность по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (21)$$

Тогда

$$N = \frac{1250 \cdot 146}{1020 \cdot 60} = 2,98 \text{ кВт.}$$

У станка 16ГС25Ф3С1 мощность намного выше и равна 7,5 кВт, то есть использование возможно. Режимы резания указаны в таблице 8.

Расчет режимов на токарную операцию 010.

Обточить поверхности, выдержать размеры согласно рабочему чертежу.

Инструмент выбираем согласно таблицы 7.

Выбор станка модели 16ГС25Ф3С1 токарного считаем обоснованным.

Припуск принимаем равным 2 мм.

Перемещение инструмента 0,5 мм/об.

Результаты расчетов отметим в таблице 8.

Таблица 8 – Режимы резания

Операция	Переход	t, мм	S, мм/об.	V _т , м/мин	n _т , об./мин	n _{пр} , об./мин	V _{пр} , м/мин
05 Центровальная	Центровать Ø3,15	1,57	0,06	11	1112	745	7,4
	Подрезать торец 31,6	1,6	0,06	70	705	745	73,9
10 Токарная	Обточить Ø26	1,3	0,4	80,5	986	1000	81,6
	Подрезать торец 26/128,8	2,0	0,4	80,5	199	200	80,8
15 Токарная	Обточить Ø29	1,3	0,4	80,5	884	800	72,8
	Подрезать торец 29/126	2,0	0,4	80,5	203	200	79,1
20 Токарная	Обточить Ø25,4	0,3	0,25	205	2570	2000	159,5
	Подрезать торец 25,4/126	0,3	0,25	205	518	500	197,8
25 Токарная	Обточить Ø28,4	0,3	0,25	205	2298	2000	178,3
	Подрезать торец 28,4/125,4	0,3	0,25	205	520	500	196,9
30 Шлифовальная	Шлифовать конус Ø24,6/18,18 и торец	0,11	1,3/0,35	35	90	90	35
	Шлифовать Ø28,18	0,11	0,008	35	390	390	35
	Шлифовать Ø125,14	0,13	0,008	35	90	90	35
40 Координатно-расточная	Сверлить Ø5,5	2,75	0,12	22	1273	1250	21,6
	Нарезать резьбу М6	0,5	0,5	8	424	400	7,5
	Сверлить Ø4,5/5,3	2,25	0,12	22	1321	1250	20,8
	Нарезать резьбу М5	0,5	0,5	8	509	500	7,9
	Сверлить Ø6,6/11	5,5	0,25	19	550	500	17,3
	Сверлить Ø9,3	4,65	0,25	18	616	630	19,4
	Сверлить Ø12	6,0	0,25	20	530	500	18,8
	Зенкеровать Ø12,5	0,25	0,5	18	458	400	15,7
	Зенкеровать Ø9,7	0,2	0,5	17	558	500	15,2
	Зенкеровать Ø9,9	0,1	0,3	20	643	630	19,6
65, 70 Шлифовальная	Шлифовать Ø28,06	0,06	0,005	35	390	390	35
	Шлифовать Ø125	0,07	0,008	35	90	90	35
75 Шлифовальная	Шлифовать конус Ø24,6/18,06	0,06	1,0/0,25	35	450	450	35
80, 85 Шлифовальная	Шлифовать Ø28	0,03	0,003	35	390	390	35
	Шлифовать конус Ø24,6/18	0,03	0,7/0,15	35	450	450	35

Нормы времени сведен в таблицу 9.

Таблица 9 – Нормы времени

Наименование операции	T_0 , мин	T_B , мин	$T_{оп}$, мин	$T_{об,от}$, мин	$T_{п-з}$, мин	$T_{шт}$, мин	n	$T_{шт-к}$, мин
05 Центровально-подрезная	0,313	0,610	0,923	0,055	23	0,978	236	1,075
10 Токарная	1,405	0,740	2,145	0,128	17	2,273	236	2,345
15 Токарная	1,672	0,703	2,375	0,142	17	2,517	236	2,589
20 Токарная	0,562	0,869	1,431	0,086	17	1,517	236	1,589
25 Токарная	0,620	0,766	1,386	0,083	17	1,469	236	1,541
30 Круглошлифовальная	0,320	0,507	0,827	0,121	24	0,948	236	1,050
35 Круглошлифовальная	0,942	0,559	1,501	0,196	24	1,697	236	1,799
40 Координатно-расточная	3,115	1,391	4,506	0,270	48	4,776	236	4,979
65 Центрошлифовальная	0,210	0,492	0,702	0,052	18	0,754	236	0,830
70 Круглошлифовальная	0,891	0,691	1,582	0,139	24	1,721	236	1,822
75 Круглошлифовальная	0,279	0,525	0,804	0,076	24	0,880	236	0,982
80 Круглошлифовальная	0,822	0,758	1,580	0,189	24	1,769	236	1,871
85 Круглошлифовальная	0,328	0,675	1,003	0,096	24	1,099	236	1,200

В таблице 9 обозначено время: T_0 – машинное; T_B – на управление станком; $T_{оп}$ – операционное; $T_{об,от}$ – на удаление стружки и замену инструмента; $T_{п-з}$ – на ознакомление с чертежом; $T_{шт}$ – штучное; $T_{шт-к}$ – на выполнение технологической операции.

3 Проектирование специальных средств оснащения

Все уравнения механики деформируемого твердого тела и граничные условия являются взаимосвязями различных размерных величин, которые могут быть представлены в разных системах единиц измерения. Различают несколько случаев.

Первое простое подобие. В этом случае, постоянный безразмерный коэффициент (число), называемый в теории подобия масштабом моделирования. При таком типе соответствия для каждого одноименного вектора или тензора масштаб моделирования всех его компонент одинаков.

При простом подобии натура и модель являются геометрически подобными. Если обозначить линейный масштаб (масштаб геометрического подобия)

$$k_l = l_n / l_m, \quad (22)$$

то

$$x_n = k_l \cdot x_m; y_n = k_l \cdot y_m; z_n = k_l \cdot z_m; S_n = k_l^2 \cdot S_m; v_n = k_l^3 \cdot v_m; \dots \quad (23)$$

$$S_n = k_l^2 \cdot S_m; v_n = k_l^3 \cdot v_m; \dots \text{ и тому подобное.} \quad (24)$$

где S и v - площадь поверхности и объем тела.

Сходственные моменты времени

$$t_n = k_t \cdot t_m, \quad (25)$$

где k_t - масштаб подобия (масштаб времени).

Соответственные поля скалярных, векторных и тензорных величин в сходственные моменты времени подобны, если

$$\begin{aligned} P_{in} &= k_p \cdot P_{im}; (\sigma_{ij})_n = k_\sigma \cdot (\sigma_{ij})_m; (\varepsilon_{ij})_n = k_\varepsilon \cdot (\varepsilon_{ij})_m; T_n = k_T \cdot T_m; \\ u_{in} &= k_u \cdot u_{im}; V_{in} = k_v \cdot V_{im}; w_{in} = k_w \cdot w_{im}, \end{aligned} \quad (26)$$

где $k_\varepsilon = 1, k_u = k_v = k_w$;

P_i - силы (нагрузки);

T - температура;

u_i, v_i, w_i - компоненты вектора перемещения;

$k_\varepsilon, k_\sigma, \dots, k_w$ - масштабы моделирования соответствующих величин.

Масштаб деформации равен единице, как масштаб безразмерной величины в случае простого подобия.

Второй способ - это расширенное механическое подобие. В этом случае для максимального расширения возможностей моделирования введен множитель подобия не равный единице, то есть деформация для модели не равна деформации для природы при относительной деформации, то есть для отвлеченной величины. Все остальные соотношения удовлетворяют первому типу соответствия (простое подобие).

Материалы природы и модели подобны в механическом смысле, если для изготовленных из них образцов имеют место соотношения

$$\sigma_n = k_\sigma \cdot \sigma_m; \varepsilon_n = k_\varepsilon \cdot \varepsilon_m; t_n = k_t \cdot t_m. \quad (27)$$

Существенно, что деформация ε является относительной, безразмерной отвлеченной величиной, то есть величиной нулевой размерности. Тем не менее, и для этой величины введен множитель подобия k_ε , отличной от единицы, хотя анализ размерностей требует, чтобы для подобных систем (тел) k_ε был равен единице.

Два геометрически подобных тела, состоящих в сходственных точках из подобных материалов, называют механически подобными в расширенном смысле, если выполнены условия:

$$\begin{aligned} \sigma_H &= F(\varepsilon; x, y, z, t, \dots)_H, \\ k_\sigma \sigma_M &= F(k_\varepsilon \varepsilon_M; k_x x_M; k_y y_M; k_z z_M; k_t t_M; \dots) \end{aligned} \quad (28)$$

В частном случае имеем простое механическое подобие деформируемого твердого тела.

Основная теорема о расширенном механическом подобии: подобные однородные тела в случае малых (в смысле Коши) перемещений из точек и малых деформаций находятся в подобном состоянии в сходственные моменты времени

$$t_M = k_t t_M, \text{ и } t_M. \quad (29)$$

Причем напряжения равны соответственно

$$\sigma_H = k_\sigma \sigma_M \text{ и } \sigma_M. \quad (30)$$

Деформации равны

$$\varepsilon_H = k_\varepsilon \varepsilon_M \text{ и } \varepsilon_M. \quad (31)$$

Смещения

$$u_H = k_l k_\varepsilon u_M \text{ и } u_M. \quad (32)$$

При условии, что в моменты времени

$$t_n = k_t t_m. \quad (33)$$

Распределенные поверхностные силы в сходственных точках равны

$$\sigma_n = k_\sigma \sigma_m \text{ и } \sigma_m, \quad (34)$$

а интенсивность объемных сил в сходственных точках

$$p_n = k_l k_\sigma^{-1} p_m. \quad (35)$$

Третий способ называется аффинно-функциональное соответствие. Этот тип соответствия устанавливается на основе сформулированной теоремы.

Для этого типа соответствия должны выполняться соотношения:

$$\xi_{in}(x_i)_n = k_{\xi i} \xi_{im}(x_i)_m, (i = 1, 2, 3), \quad (36)$$

где $k_{\xi 1} \neq k_{\xi 2} \neq k_{\xi 3}$,

а ξ - специально подобранная (устанавливаемая функция преобразования).

Из аффинно-функционального соответствия вытекают два частных случая в виде аффинного соответствия и функционального (нелинейного) соответствия.

Анализ положений теории групп С. Ли позволяет сформулировать следующую теорему и на ее основе дать определение наиболее общему из всех видов подобия аффинно-функциональному:

$$F_n^i(x_n)^i = f_{F_i} F_m^i(x_m)^i, (i=1, \dots, n), \quad (37)$$

где $f_{F_1} \neq f_{F_2} \neq \dots \neq f_{F_{n-1}} \neq f_{F_n}$.

Из этой теоремы в виде частного случая следует определение аффинного соответствия.

Аффинное подобие представляет собой непрерывную группу линейных однородных преобразований

$$\xi_n^i(x_n) = k_{\xi_i} \cdot \xi_{im}(x_m) \quad (38)$$

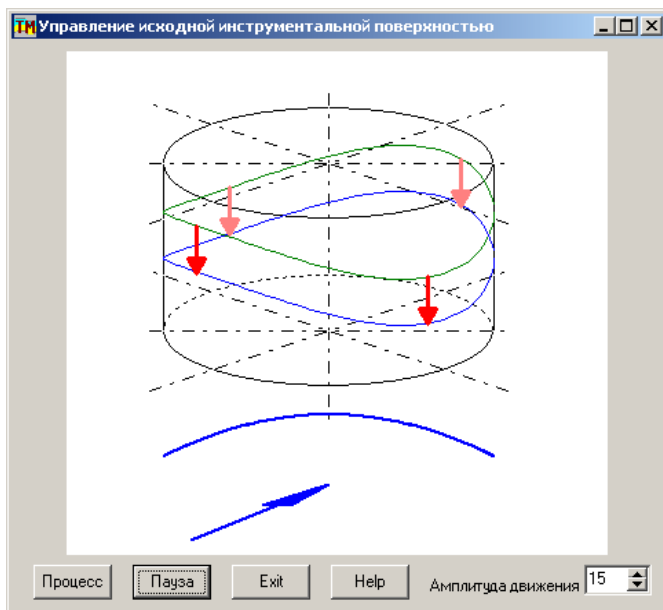
с постоянными коэффициентами

$$k_{\xi_i} (i=1, 2, \dots, n), \quad (39)$$

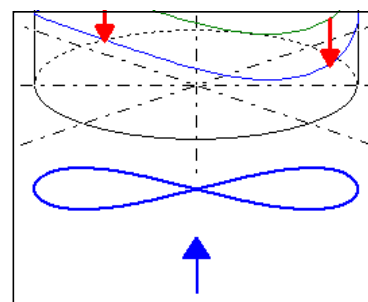
в общем случае, неравными между собой. Если в двух системах имеется неравенство хотя бы двух из одноименных безразмерных параметров, то эти системы являются не подобными, а аффинными. Последнее положение широко применяют при моделировании тонкостенных систем, оболочек и анизотропных сред.

Другим частным случаем, вытекающим из введенного здесь аффинно-функционального соответствия между сходственными величинами модели и природы, является нелинейное подобие.

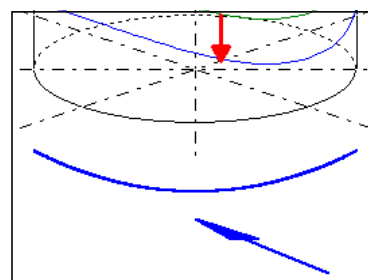
На рисунке 5 представлено компьютерное моделирование исходной инструментальной поверхностью с помощью разработанной системы автоматического управления.



а)



б)



в)

Рисунок 5 – Схема управления исходной инструментальной поверхностью

Автоматизация токарной операции при обработке заготовки на станке модели 16ГС25Ф3С1 токарном позволит существенно повысить экономическую эффективность предлагаемого решения поставленных задач.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Объектом исследования в разделе является технологический процесс изготовления оправки зубоскашивающего станка. Разработка мероприятий по обеспечению безопасности и экологичности технического объекта проводится с использованием методики и данных учебно-методического пособия [5].

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

В таблице 10 приведем характеристики технического объекта.

Таблица 10 – «Технологический паспорт технического объекта»

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества» [5]
Техпроцесс изготовления оправки	Токарная операция	Оператор станков с ЧПУ	16ГС25Ф3С1, Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71	Сталь 19ХГН по ГОСТу 4543-2016, СОЖ, ветошь
Техпроцесс изготовления оправки	Шлифовальная операция	Шлифовщик	Круглошлифовальный с ЧПУ ШУ 321.22, Центр вращающийся тип А ГОСТ 8742-75	Сталь 19ХГН по ГОСТу 4543-2016, СОЖ, ветошь

В качестве объекта, для которого разрабатывались мероприятия по осуществлению безопасности, экологичности и охране труда выбран технологический процесс изготовления оправки зубоскашивающего станка.

Рассматриваются две технологические операции: токарная и шлифовальная.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблице 11 показаны и идентифицированы производственные риски, связанные с изготовлением оправки.

Таблица 11 – «Идентификация профессиональных рисков»

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [5]
Токарная, точение черновое и чистовое, подрезка торца, шлифовальная, шлифование конуса и торца, координатно-расточная, сверление отверстий, нарезание резьбы, зенкерование отверстий, развертка отверстий	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; части твердых объектов; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; опасные и вредные производственные факторы, которые могут вызвать ожоги тканей организма человека; опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем вибрации; опасные и вредные производственные факторы, характеризующиеся повышенным уровнем шума	Оборудование, обрабатываемая заготовка, СОЖ, приспособление, инструмент

Здесь приводится систематизация производственно-технологических и эксплуатационных рисков, источником которых являются оборудование, приспособления, инструмент и материалы, используемые при изготовлении оправки.

Рассматриваются опасные факторы при механической обработке на таких технологических операциях, как токарная, шлифовальная, сверлильная и координатно-расточная.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В подразделе предлагаются методы и средства, которые необходимы при защите от вредных и опасных производственных факторов (таблица 12)

Таблица 12 – «Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов» [5]

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работающего» [5]
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Удаление острых кромок и заусенцев на слесарных переходах	Перчатки
Режущие, обдирающие части твердых объектов; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Применение защитных кожухов, экранов, ограждений	Костюм для защиты от загрязнений, спецодежда, защитные очки, ботинки кожаные
ОВПФ, которые могут вызвать ожоги тканей организма человека	Применение защитных кожухов, экранов, ограждений	Спецодежда, перчатки
ОВПФ, связанные с повышенным уровнем общей вибрации	Установка оборудования на виброгасящие опоры	Резиновые виброгасящие покрытия
ОВПФ, характеризующиеся повышенным уровнем шума	Изоляция звукопоглощающими материалами наиболее акустически активных	Применение наушников или противозумных вкладышей
ОВПФ электрического тока	Заземление оборудования, изоляция токоведущих частей, применение предохранителей	Спецодежда, резиновые напольные покрытия, перчатки
Динамические нагрузки, вызванные монотонностью	Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов	

Здесь показаны профессиональные риски» [5].

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В таблицах 13 – 15 показаны опасные факторы пожара и его класс, рассмотрены потенциальные источники пожарной опасности и те средства, которые необходимы для устранения опасности. Предлагаются меры организационного характера для исследуемого технического объекта.

Таблица 13 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявления факторов пожара» [5]
Производственный участок	16ГС25Ф3С1. ШУ 321.22	Класс В, Е	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму	Части изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие части; воздействие огнетушащих веществ

В таблице 13 к опасным факторам пожара при работе на производственном участке можно также отнести повышенную концентрацию токсичных продуктов, используемых при снижении температуры в зоне резания при использовании смазочно-охлаждающих жидкостей и приравненных к ним материалов.

Таблица 14 – «Технические средства обеспечения пожарной безопасности»

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение» [5]
Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители	Пожарные автомобили	Пенная система тушения	Извещатели пожарные; приборы приемно-контрольные пожарные; приборы управления пожарные; технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава	Веревки, пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы	Лопаты, багры, ломы и топоры ЩП-Б	Автоматические извещатели

Таблица 15 – «Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности»

Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [5]
«Изготовление оправки. Обрабатывающие станки	Применение СОЖ на базе негорючих составов, хранение промасленной ветоши в негорючем ящике, соблюдение правил электробезопасности	Наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения, проведение пожарных инструктажей» [5]

Предложены в подразделе меры организационного характера для

исследуемого технического объекта по устранению пожарной опасности.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

В таблице 16 указаны опасные вредные производственные факторы, являющиеся экологически опасными факторами исследуемого технического объекта. Разработаны как дополнительные, так альтернативные мероприятия организационно-технического характера для снижения негативного антропогенного воздействия технологического процесса изготовления оправки зубоскашивающего станка на окружающую среду (таблица 17).

Таблица 16 – «Идентификация негативных экологических факторов технического объекта»

Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса	Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образование сточных вод, забор воды из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра), образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)» [5]
«Технологический процесс изготовления оправки»	16ГС25ФЗС1.321.22	Стружка, масляный туман, пыль, токсические испарения,	Нефтепродукты, смазочно-охлаждающая жидкость, растворы отработанных технических жидкостей	Отходы в виде стружки, ветошь, нефтепродукты, смазочно-охлаждающая жидкость, отработанные жидкие среды» [5]

Рассмотрены опасные вредные производственные факторы,

являющиеся экологически опасными факторами исследуемого технического объекта.

Таблица 17 – «Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта» [5]	Технологический процесс изготовления оправки
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Оснащение системы производственной вентиляции фильтрующими элементами.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение многоступенчатой системы очистки сточных вод
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Разделение жидких и твердых отходов. Утилизация отходов на специальных полигонах» [5]

Предложены дополнительные и альтернативные мероприятия организационно-технического характера для снижения негативного антропогенного воздействия технологического процесса изготовления оправки зубоскашивающего станка на окружающую среду.

4.6 Заключение по разделу

В качестве объекта, для которого разрабатывались мероприятия по осуществлению безопасности, экологичности и охране труда выбран технологический процесс изготовления оправки зубоскашивающего станка. Рассматриваются две технологические операции: токарная и шлифовальная (таблица 10).

В таблице 11 показаны производственные риски, связанные с изготовлением оправки. Здесь приводится систематизация производственно-технологических и эксплуатационных рисков, источником которых являются оборудование - токарно-винторезный с ЧПУ 16ГС25Ф3С1,

круглошлифовальный с ЧПУ ШУ 321.22; приспособления – патрон ГОСТ 2571-71, СНП ГОСТ 12195-66; инструмент – резец проходной по ОСТу 2И.101-83, центровочное сверло по ГОСТу 10902-77 и материалы – сталь 19ХГН по ГОСТу 4543-2016, СОЖ, ветошь, используемые при изготовлении оправки.

Для снижения рисков предложены методы и средства, которые необходимо и достаточно использовать при защите от вредных и опасных производственных факторов при изготовлении оправки (таблица 12).

В таблицах 13 – 15 указаны опасные факторы пожара и его класс, рассмотрены потенциальные источники пожарной опасности и те средства, которые необходимы для устранения опасности. Предложены меры организационного характера, необходимость использования которых предлагается для исследуемого технического объекта.

В таблице 16 указаны опасные вредные производственные факторы, являющиеся экологически опасными факторами исследуемого технического объекта.

Разработаны как дополнительные, так альтернативные мероприятия организационно-технического характера для снижения негативного антропогенного воздействия технологического процесса изготовления оправки зубоскашивающего станка на окружающую среду (таблица 17).

5 Экономическая эффективность работы

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

Основанием для экономического обоснования, является предложение внедрить автоматизацию операций, которая предлагает разработку системы автоматизированного управления (САУ) процессом резания на токарной операции 010 технологического процесса изготовления оправки зубоскашивающего станка.

Для проведения экономических расчетов была составлена программа в Microsoft Excel по следующим методикам:

- Расчет технологической себестоимости [6, с. 17-19];
- Калькуляция себестоимости [6, с. 19];
- Расчет капитальных вложений [6, с. 14-17];
- Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта [6, с. 20-23].

Расчет технологической себестоимости. Данная методика позволила рассчитать такие параметры как: заработная плата основных рабочих, начисления на заработную плату и расходы на эксплуатацию и ремонт оборудования. Расчеты проводились по двум сравниваемым вариантам, первый, это технологический процесс без САУ и второй – технологический процесс с САУ. Основные показатели по определению технологической себестоимости по сравниваемым вариантам представлены на рисунке 6.

Анализируя, представленные на рисунке 6, данные, можно сделать вывод о том, что основным показателям технологической себестоимости достигнуто снижение в среднем на 16,51 %. Наибольшее изменение в ходе

совершенствования было достигнуто по заработной плате основных работников, оно составило 23,79 %, это в денежном эквиваленте соответствует 1,82 рубля. Также можно сказать, что в базовом варианте именно заработная плата оказывает максимальное влияние на величину технологической себестоимости, так как ее доля в общей величине составляет 44,57 %. Однако, в проектном варианте максимальную долю в величине технологической себестоимости, составляют уже расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Это обосновывается условиями совершенствования технологического процесса, т.е. внедрением системы автоматизированного управления.

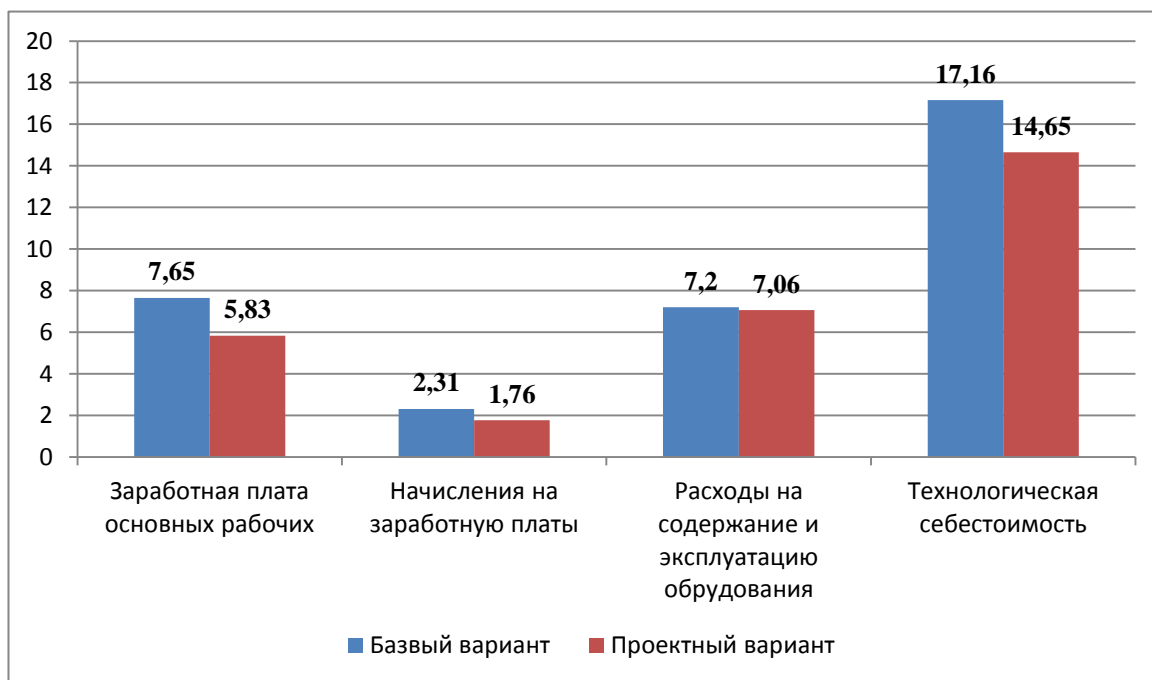


Рисунок 6 – Расчет технологической себестоимости, руб.

Калькуляция себестоимости. Данная методика позволяет на базе технологической себестоимости определить такие параметры как:

- цеховую себестоимость;
- производственно-заводскую (заводскую) себестоимость;

– полную себестоимость.

Динамика изменений калькуляции себестоимости по сравниваемым вариантам технологического процесса представлена на рисунке 7.

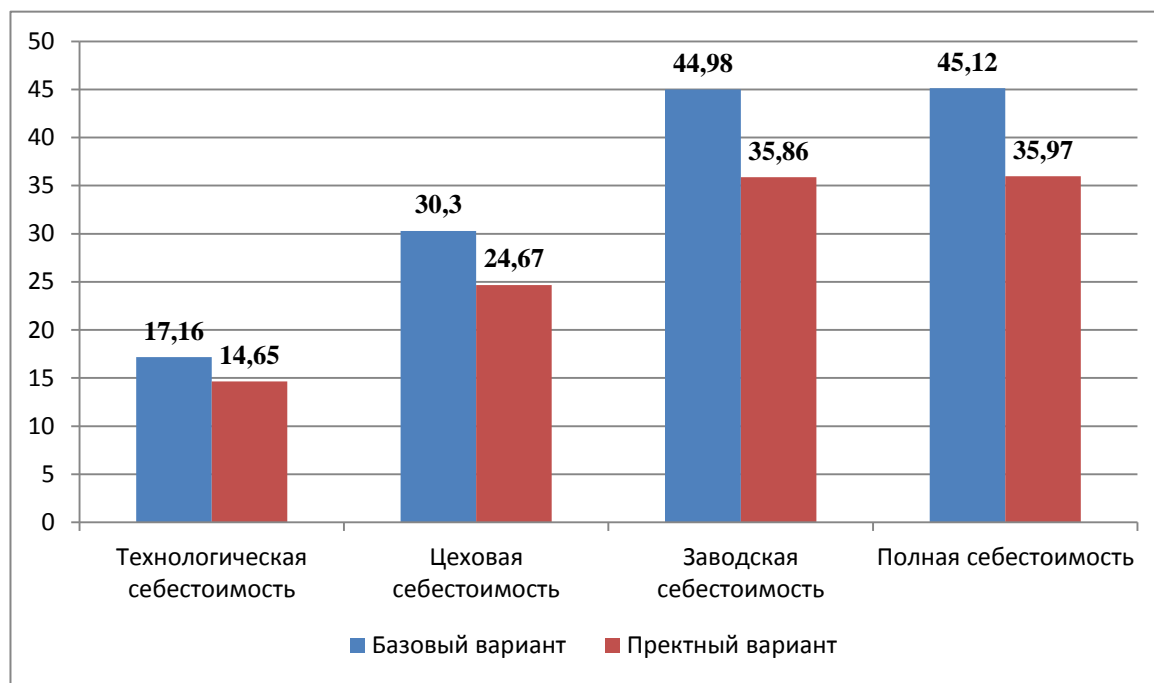


Рисунок 7 – Калькуляция себестоимости, руб.

Как видно из рисунка 7, все представленные параметры по обоим вариантам имеют тенденцию к увеличению. Также видно, что значения, относящиеся к проектному варианту меньше значений базового варианта. Так технологическая себестоимость в проектном варианте на 16,48 % меньше базового значения, цеховая себестоимость проектного варианта уже на 18,58 % меньше базового варианта, изменения по заводской себестоимости составили еще больше – 20,27 %, а полная себестоимость по изменениям почти не отличается от изменений заводской себестоимости и составляет всего 20,28 %.

Расчет капитальных вложений. Эта методика позволяет учесть все затраты, которые могут быть при внедрении предложенных

совершенствований. Учитывая то, что изменения касаются только внедрения системы автоматизированного управления, поэтому капитальные вложения будут складываться из следующих параметров: затраты на проектирование и затраты на внедрение системы автоматизированного управления. Общий объем инвестиций составит 42545,39 рублей.

Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта. Данная методика предполагает последовательное определение следующих экономических показателей:

- чистая прибыль;
- срок окупаемости;
- общий дисконтируемый доход;
- интегральный экономический эффект;
- индекс доходности.

Из всех перечисленных параметров, для экономического обоснования, представляют интерес только три. Первый, это срок окупаемости, который в результате расчета получился равным 2 года, что позволяет говорить об эффективности предлагаемых мероприятий. Второй – интегральный экономический эффект, с величиной значения 7265,26 рублей. Если величина этого показателя положительная, то проект можно считать эффективным. И третий – индекс доходности, со значением 1,17 руб./руб. Данное значение показывает, сколько предприятие получит прибыли, на каждый вложенный рубль, то есть вложив 1 рубль предприятие получить 1,17 рублей. Подводя общий итог, можно сказать, что предлагаемые совершенствования рекомендуются к внедрению, потому что расчеты доказали его эффективность.

Заключение

При выполнении выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- Спроектирована заготовка, экономически обоснована, с наибольшим коэффициентом использования материала.
- Усовершенствован технологический процесс изготовления оправки зубоскашивающего станка с помощью патентных исследований и методами технического творчества.
- Спроектированы специальные средства оснащения, используемые в технологическом процессе.
- Проведены мероприятия по обеспечению безопасности и охране труда технологического процесса.
- Получен экономический эффект.

Улучшен технологический процесс обработки с помощью патентных исследований и методов технического творчества. Спроектированы специальные средства оснащения, которые позволили повысить степень автоматизации обработки на токарной операции.

В бакалаврской работе разработана система автоматического управления процессом резания на одной из технологических операций. Для чего были показаны математические модели, связывающие параметры и режимы резания между собой. На основе этого были построены структурная и функциональная схемы проектируемой системы.

В работе решены вопросы по проектированию техпроцесса изготовления оправки. Анализ показал технологичность, то есть возможность обработки рассматриваемой детали. Рассмотрена возможность обработки материала, из которого выполнена заготовка. Соответствующим образом выбрано оборудование и инструмент для обеспечения качества механической обработки.

Список используемых источников

1. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. – М. : Машиностроение, 2005. 736 с.
2. Байкалова В.Н. Основы технического нормирования труда в машиностроении: учебное пособие / В.Н. Байкалова, И.Л. Приходько, А.М. Колокатов. – М. : ФГОУ ВПО МГАУ, 2005. 105 с.
3. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник. – М. : Инновационное машиностроение, 2016. 568 с.
4. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – М. : Альянс, 2015. 256 с.
5. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учебно-методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : изд-во ТГУ, 2018. 41 с.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова. – Тольятти : ТГУ, 2015. 46 с.
7. Иванов И.С. Расчёт и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2015. 198 с.
8. Иванов И.С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2014. 223 с.
9. Клепиков В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М. : ИНФРА-М, 2017. 229 с.
10. Клепиков В.В. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. – М. : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2004. 860 с.
11. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2012. 400 с.

12. Косов Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: учебное пособие / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. – М. : Машиностроение, 2005. 304 с.
13. Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.
14. Приходько И.Л. Проектирование заготовок: учебное пособие / И.Л. Приходько, В.Н. Байкалова. – М. : Издательство РГАУ–МСХА, 2016. 171 с.
15. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2016. 330 с.
16. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2 / А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение-1, 2001. 944 с.
17. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник. – М. : КНОРУС, 2013. 336 с.
18. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – СПб. : Издательство «Лань», 2016. 352 с.
19. Филонов И.П. Инновации в технологии машиностроения: учебное пособие / И.П. Филонов, И.Л. Баршай. – Минск : Вышэйшая школа, 2009. 110 с.
20. Aghdam A.B. On the correlation between wear and entropy in dry sliding contact / A.B. Aghdam, M.M. Khonsari. – Wear, 2011. № 270(11-12) – pp. 781–790.
21. Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013. 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.

22. Bryant M.D. Entropy and dissipative processes of friction and wear – FME Transactions, 2009. № 37(2) – pp.55–60.
23. Bertsche B. Reliability in Automotive and Mechanical Engineering: Determination of Component and System Reliability / B. Bertsche, A. Schanz, K. Pickard. – Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2015. 502 p.
24. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson. – New York : Springer Science+Business Media, 2008. 1589 p.
25. Nee A. Y. C. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee. – London : Springer Reference, 2015. 3491 p.
26. Rösler J. Mechanical Behaviour of Engineering Materials: Metals, Ceramics, Polymers, and Composites / J. Rösler, H. Harders, M. Bäker. – Berlin Heidelberg New York : Springer, 2007. 540 p.

Продолжение приложения А

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.	Взам.	Подп.													4	
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
Б	наименование оборудования		наименование операции				Обозначение документа									
01А	XXXXXX	095	0200	Контрольная												
02																
03																
04																
05																
06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
МК																

Приложение В

Карта эскизов

