

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 кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных
производств

(направленность (профиль)/ специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления вала конического насадки
для фрезерных работ

Студент(ка)	<u>А.И. Вакуленко</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Д.Г. Левашкин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>П.А. Корчагин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

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

_____ (личная подпись)

« _____ » _____ 2019 г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Вакуленко Артём Иванович. Технологический процесс изготовления вала конического насадки для фрезерных работ. Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства». ТГУ, Тольятти, 2019 г.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены основные вопросы проектирования технологического процесса изготовления вала конического насадки для фрезерных работ. Работа разбита на пять основных структурно разделенных, но логически связанных частей. В первой части производится анализ данных, которые имеются для проектирования. На основе этого анализа ставятся задачи работы. Вторая часть работы рассматривает вопросы технологического проектирования, включая проектирование заготовки, маршрута изготовления, технологических операций и выбор средств оснащения техпроцесса. Третья часть работы посвящена совершенствованию технологических операций, которые имеют недостатки путем проектирования специальных средств оснащения. Четвертая часть работы рассматривает вопросы безопасности внедрения техпроцесса в производства. Пятая часть работы посвящена экономическому анализу проектируемого техпроцесса.

Пояснительная записка включает пять разделов на 72 страницах, 12 таблиц, 4 иллюстрации. Графическая часть включает 7 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Технологичность детали.....	6
1.3 Анализ параметров техпроцесса.....	7
1.4 Задачи работы.....	9
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Обоснование выбора заготовки.....	10
2.2 Проектирование заготовки.....	13
2.3 Проектирование маршрута изготовления детали.....	21
2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса.....	23
2.5 Определение режимов резания.....	25
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	28
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	28
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	36
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	39
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	40
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	41
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	43
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	46
4.6 Заключение по разделу.....	48
5 Экономическая эффективность работы.....	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	58

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	62
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	68

ВВЕДЕНИЕ

Гибкость технологического оборудования в условиях серийного производства один из ключевых вопросов, грамотное решение которого обеспечивает хорошие экономические показатели. Решение вопроса обеспечения гибкости производства возможно различными путями. Один из наиболее эффективных заключается в применении специальных насадок расширяющих технологические возможности оборудования. Фрезерные насадки широко применяются для расширения технологических возможностей при проведении токарных работ. Главной проблемой при их применении является обеспечение надежности и других технологических качеств, не уступающих тому оборудованию, на котором они устанавливаются. В противном случае будет снижена производительность, а в худшем случае возможна поломка оборудования, что приведет к дополнительным затратам. Обеспечение всех технологических качеств закладывается на стадии проектирования и изготовления, как самой насадки, так и деталей входящих в ее состав. Из сказанного следует, что основная цель при выполнении данной работы заключается в разработке технологического процесса изготовления вала конического насадки для фрезерных работ, обеспечивающего качественные показатели вала. Так же следует учесть, что обеспечение этих показателей должно позволить выпускать всю годовую программу изготовления вала при сохранении минимальной стоимости изготовления.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Вал конический насадки для фрезерных работ предназначен для передачи крутящего от привода исполнительному механизму с изменением угла передачи момента на 90° . Передача крутящего момента осуществляется при помощи шлиц, на которые устанавливается приводная шестерня и боковой поверхности конической шестерни, выполненной непосредственно на валу. Для установки вала в механизме используются подшипники, которые напрессовываются на соответствующие шейки вала. Вал с напрессованными подшипниками устанавливается в корпус насадки. Условия работы вала соответствуют его служебному назначению. Смазывание рабочих поверхностей осуществляется масляным туманом, подшипники смазываются консольной смазкой, что исходя из условий работы механизма приемлемо. Внешние условия на работу вала не влияют, т.к. работа производится в условиях производственного помещения.

1.2 Технологичность детали

Для оценки технологичности вала проанализируем его материал по химическому составу и физико-механическим характеристикам [1]. Химический состав стали 20ХГНР ГОСТ 4543-71: углерод 0,16-0,23%, хром 0,7-1,1%, никель 0,8-1,1%, марганец 0,7-1,0%, кремний 0,17-0,37%, медь 0,3%, сера 0,035%, фосфор 0,035%, бор 0,001-0,005%, титан 0,06%, остальное железо. Физико-механические свойства: предел прочности на растяжение 490 МПа, твердость 146-174 НВ. Такие свойства материала обеспечивают все необходимые механические характеристики детали, хорошую обрабатываемость резанием различными видами инструментальных материалов, а также хорошие свойства при обработке пластическим деформированием и термической обработке.

Следующим критерием технологичности вала является технологичность его заготовки. Согласно данным [2] заготовка для

рассматриваемого вала может быть получена различными методами пластического деформирования. Исходя из формы детали, наиболее приемлемы штамповка на горизонтально-ковочной машине и штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе.

Технологический процесс также следует оценить на технологичность [3]. С этой точки зрения вал имеет конфигурацию, которая позволяет применять для ее получения стандартные методы обработки и обрабатывать максимальное количество поверхностей с одного установка. Требуемое качество обработки диктует необходимость обработки всех поверхностей детали, но при этом для получения большей части поверхностей достаточно провести черновую обработку. Для базирования вала на операциях также можно применить типовые схемы, характерные для деталей данного типа. В данном случае роль баз при обработке внутренних поверхностей выполняют наружные цилиндрические поверхности и торцы, а при обработке наружных поверхностей специально выполненные фаски. Исходя из сказанного для выполнения технологического процесса достаточно применения стандартных и типовых средств технологического оснащения.

Проведенный анализ вала конической насадки для фрезерных работ показал, что деталь по всем основным критериям отвечает требованиям к технологичности.

1.3 Анализ параметров техпроцесса

Параметры проектируемого техпроцесса [4] во многом определяют дальнейшую стратегию его проектирования, а также круг задач, которые в ходе проектирования необходимо решить. Рациональное определение параметров техпроцесса основано на знании типа производства. На начальной стадии проектирования для его определения рекомендуется производить по данным [5], согласно которым при массе вала 2,86 кг и годовой программе его изготовления 6200 штук тип производства соответствует среднесерийному.

Среднесерийный тип производства характеризуется построением технологического процесса изготовления деталей на базе типовых техпроцессов с использованием групповой формы организации, последовательной стратегии проектирования и соблюдением основных принципов базирования [6]. Технологический процесс оформляется в виде маршрутных и операционных карт.

Для данного типа производства характерно использование таких методов получения заготовки как отливка, штамповка и ковка. В данном случае при выборе заготовки выбор методов ограничивается материалом детали и ее формой. Согласно рекомендациям [7] для вала применимы методы штамповки на горизонтально-ковочной машине и штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе.

Проектирование технологических операций в условиях среднесерийного типа производства также имеет ряд особенностей. Припуски на обработку определяются для большинства поверхностей на основе статистических таблиц, расчетно-аналитический метод применим только для поверхностей имеющих точность выше восьмого качества точности. При проектировании структуры операций следует отдавать предпочтение экстенсивной операции переходов. Для достижения необходимой точности оборудование должно быть настроено заранее с применением шаблонов и измерительных приборов, в зависимости от требуемой точности обработки. Режимы резания для технологических операций назначаются с использованием статистического метода или аналитического. Нормирование операций производится на основе расчетно-аналитического метода.

Средства оснащения в условиях среднесерийного производства могут быть применены разнообразные. Оборудование рекомендуется использовать универсальное, для повышения гибкости производства необходимо применение станков с числовым программным управлением. Станочные приспособления в условиях среднесерийного производства применяются

универсальные, в обоснованных случаях возможно применение специализированных и специальных приспособлений. Режущие инструменты рекомендуется использовать стандартизированные, при необходимости увеличения эффективности отдельных операций допускается использовать для них специальный инструмент. Контрольные средства и приспособления могут быть применены разнообразные в зависимости от решаемых задач, но предпочтение следует отдавать универсальным контрольным средствам.

1.4 Задачи работы

Основываясь на анализе, проведенном выше, для достижения цели работы, сформулированной ранее, ставим задачи, которые необходимо решить в ходе выполнения выпускной квалификационной работы.

Круг решаемых задач можно условно разбить на четыре основных блока. Первый блок задач технический. Сюда входят все задачи связанные с разработкой технологического процесса изготовления вала конического, т.е. выбор заготовки и ее проектирование, разработка маршрута изготовления детали и проектирование технологических операций. Второй блок задач связан с усовершенствованием лимитирующих технологических операций. Для решения этой проблемы необходимо спроектировать специальные средства технологического оснащения. Третий блок задач связан с необходимостью обеспечения безопасности внедрения технологического процесса в производство. Четвертый блок задач экономический. Он заключается в определении экономических показателей спроектированного техпроцесса.

Все сформулированные задачи будут решены в последующих разделах данной выпускной квалификационной работы.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Обоснование выбора заготовки

Обоснование выбора заготовки выполняется путем сравнительного экономического анализа общих затрат на изготовление детали для каждого возможного метода получения заготовки. В ходе выполнения первого раздела работы было установлено, что для получения заготовки вала применимы методы штамповки на горизонтально-ковочной машине и штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе. Выполняем расчет общих затрат с использованием методики и данных [8].

$$C_i = C_{3i} + C_{ОБР.i}, \quad (2.1)$$

где C_{3i} – стоимость получения заготовки, руб;

$C_{ОБР.i}$ – стоимость механической обработки, руб.

Стоимость получения заготовки рассчитываются по формуле:

$$C_{3i} = \frac{C_{M.i} \cdot M_{3i}}{1000} K_{СП} \cdot K_T \cdot K_{СП} \quad (2.2)$$

где C_M – цена стали, из которой изготовлен вал, руб;

M_3 – масса заготовки, кг;

$K_{СП}$, K_T , $K_{СП}$ – коэффициенты, учитывающие способ получения, точность и сложность заготовки.

Масса детали:

$$M_d = V \cdot \rho \quad (2.3)$$

где V – объем детали, м³;

ρ – плотность стали, кг/м³.

$$M_o = \left(\frac{\pi}{4} (0,040^2 \cdot 0,089 + 0,044^2 \cdot 0,095 + 0,042^2 \cdot 0,037 + 0,054^2 \cdot 0,004 - 0,048^2 \cdot 0,033 - 0,032^2 \cdot 0,124 - 0,028^2 \cdot 0,108) + \frac{\pi}{3} (0,049^3 - 0,032^3) \cdot 40 \right) \times 7850 = 2,86 \text{ кг.}$$

Масса заготовки для штампованных заготовок в первом приближении может быть рассчитана по формуле:

$$M_{3i} = M_o \cdot K_p \quad (2.4)$$

где M_o – масса детали, кг;

K_p – коэффициент, зависящий от технологии штамповки и формы детали.

Для заготовки, получаемой на горизонтально-ковочной машине масса равна:

$$M_{31} = 2,86 \cdot 1,8 = 5,15 \text{ кг.}$$

Для заготовки, получаемой на кривошипном горячештамповочном прессе масса равна:

$$M_{32} = 2,86 \cdot 1,9 = 5,43 \text{ кг.}$$

$$C_{31} = \frac{32000 \cdot 5,15 \cdot 0,56 \cdot 1 \cdot 1}{1000} = 92,29 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = \frac{32000 \cdot 5,43 \cdot 0,53 \cdot 1 \cdot 1,2}{1000} = 110,51 \text{ руб.}$$

Стоимость механической обработки рассчитываются по формуле:

$$C_{обр.i} = \frac{C_{уд} \left(\frac{1}{K_{им.i}} - 1 \right) M_d}{K_o} \quad (2.5)$$

где $C_{уд}$ – удельная стоимость снятия 1 кг стружки руб/кг;

K_o – коэффициент обрабатываемости стали;

$K_{им}$ – коэффициент использования материала.

Коэффициент использования материала определяется по формуле:

$$K_{им.i} = \frac{M_o}{M_3} \quad (2.6)$$

$$K_{им1} = \frac{2,86}{5,15} = 0,56.$$

$$K_{им2} = \frac{2,86}{5,43} = 0,53.$$

Для заготовки, получаемой на горизонтально-ковочной машине стоимость механической обработки равна:

$$C_{обp1} = \frac{42 \cdot \left(\frac{1}{0,56} - 1 \right) \cdot 2,86}{0,8} = 117,98 \text{ руб.}$$

Для заготовки, получаемой на кривошипном горячештамповочном прессе стоимость механической обработки равна:

$$C_{обp2} = \frac{42 \cdot \left(\frac{1}{0,53} - 1 \right) \cdot 2,86}{0,8} = 133,15 \text{ руб.}$$

Для заготовки, получаемой на горизонтально-ковочной машине общие затраты равны:

$$C_1 = 92,29 + 117,98 = 210,27 \text{ руб.}$$

Для заготовки, получаемой на кривошипном горячештамповочном прессе общие затраты равны:

$$C_2 = 110,51 + 133,15 = 243,66 \text{ руб.}$$

Проведенные расчеты показали, что для изготовления вала конического с экономической точки зрения наиболее эффективен метод получения заготовки получаемой на горизонтально-ковочной машине.

2.2 Проектирование заготовки

Заготовка проектируется в следующей последовательности [8]:
установление маршрутов обработки поверхностей [9], назначение припусков на обработку для каждого перехода в соответствии с установленным маршрутом обработки поверхности [10, 11], определение параметров заготовки, напусков и допусков на размеры заготовки [12], выполнение рабочего чертежа заготовки.

Для установления маршрутов обработки выполним эскиз вала и пронумеруем на нем все его поверхности (рисунок 2.1).

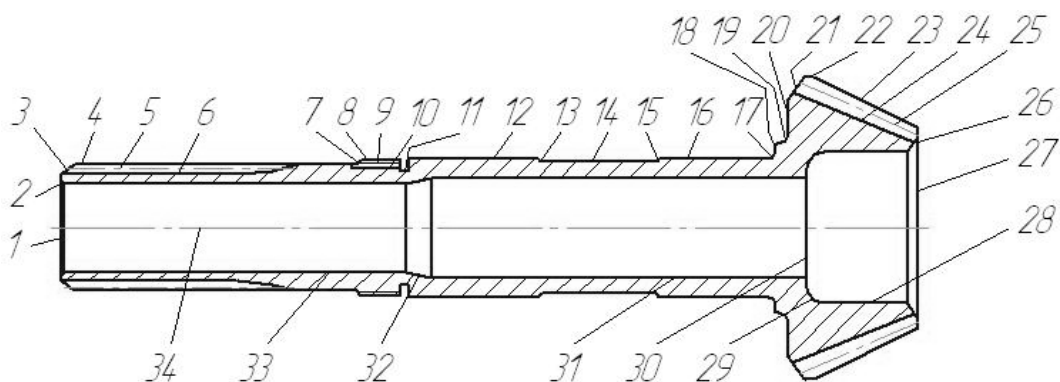


Рисунок 2.1 – Эскиз вала конического

Полученные в соответствии с рекомендациями маршруты представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Маршруты обработки поверхностей

Поверхность	Точность размера	Шероховатость поверхности	Маршрут
1	2	3	4
1, 27	12	12,5	фрезерование однократное – термическая обработка
2, 26	9	3,2	сверление

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
			однократное – термическая обработка – шлифование однократное
3, 7	12	12,5	точение однократное – термическая обработка
4	7	2,5	двукратное точение – термическая обработка – двукратное шлифование
5	9	6,3	фрезерование однократное – термическая обработка
6	12	12,5	фрезерование однократное – термическая обработка
8	10	12,5	двукратное точение – термическая обработка

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
9	9	6,3	нарезание резьбы – термическая обработка
10	12	12,5	фрезерование однократное – термическая обработка
11	12	12,5	точение однократное на чистовом переходе – термическая обработка
12, 16	6	0,63	двукратное точение – термическая обработка – двукратное шлифование
13, 15	12	12,5	точение однократное – термическая обработка
14	12	12,5	точение однократное – термическая обработка

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
17, 19	12	12,5	точение однократное – термическая обработка
18	10	1,25	двукратное точение – термическая обработка – двукратное шлифование
20	12	12,5	точение однократное – термическая обработка
21	12	12,5	точение однократное – термическая обработка
22	12	12,5	точение однократное – термическая обработка
23	10	6,3	двукратное точение – термическая обработка
24	12	12,5	однократное

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
			зубонарезание – термическая обработка
25	8 ст.т.	2,5	двукратное зубонарезание – термическая обработка
28	12	12,5	точение однократное – термическая обработка
29	12	12,5	точение однократное – термическая обработка
30	12	12,5	точение однократное – термическая обработка
31, 33	12	12,5	сверление однократное – термическая обработка –
32	12	12,5	сверление однократное – термическая обработка –

В соответствии с принятой методикой проектирования заготовки определяем припуски на обработку. Для поверхностей 12, 16 припуск определяем расчетно-аналитическим методом [10].

При использовании данного метода расчета минимальные припуски определяются по формуле:

$$Z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.7)$$

где a - дефектный слой на предыдущем переходе, мм;

Δ - погрешность пространственных отклонений на предыдущем переходе, мм;

ε - погрешность установки в приспособлении на текущем переходе, мм.

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,4^2 + 0,025^2} = 0,801 \text{ мм.}$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,063^2 + 0,025^2} = 0,268 \text{ мм.}$$

$$Z_{3\min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,025 + \sqrt{0,04^2 + 0,012^2} = 0,292 \text{ мм.}$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,01^2 + 0,012^2} = 0,066 \text{ мм.}$$

Максимальные припуски определяются по формуле:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_{i-1} + Td_i} \quad (2.8)$$

где Td_i - допуск на данном переходе, мм;

Td_{i-1} - допуск на предыдущем переходе, мм.

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_0 + Td_1} = 0,801 + 0,5 \cdot \sqrt{0,6 + 0,25} = 1,714 \text{ мм.}$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_1 + Td_2} = 0,268 + 0,5 \cdot \sqrt{0,25 + 0,1} = 0,443 \text{ мм.}$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_{TO} + Td_3} = 0,292 + 0,5 \cdot \sqrt{0,16 + 0,1} = 0,422 \text{ мм.}$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_3 + Td_4} = 0,066 + 0,5 \cdot \sqrt{0,039 + 0,016} = 0,094 \text{ мм.}$$

Средние припуски определяются по формуле:

$$Z_{cpi} = \frac{Z_{i\max} + Z_{i\min}}{2} \quad (2.9)$$

$$Z_{cp1} = \frac{0,801 + 1,714}{2} = 1,258 \text{ мм.}$$

$$Z_{cp2} = \frac{0,443 + 0,268}{2} = 0,356 \text{ мм.}$$

$$Z_{cp3} = \frac{0,422 + 0,292}{2} = 0,357 \text{ мм.}$$

$$Z_{cp4} = \frac{0,094 + 0,066}{2} = 0,080 \text{ мм.}$$

Операционные размеры соответственно минимальный, максимальный и средний определяются по формулам:

$$d_{(i-1)\min} = d_{i\max} + 2 \cdot Z_{i\min} \quad (2.10)$$

$$d_{(i-1)\max} = d_{(i-1)\min} + Td_{i-1} \quad (2.11)$$

$$d_{icc} = \frac{d_{i\max} + d_{i\min}}{2} \quad (2.12)$$

Минимальный операционный размер на переходе термической обработки с учетом фазовых превращений будет равен:

$$d_{(TO-1)\min} = d_{(i-1)\min} \cdot 0,999 \quad (2.13)$$

$$d_{4\max} = 44,002 \text{ мм.}$$

$$d_{4\min} = 44,018 \text{ мм.}$$

$$d_{cp4} = \frac{44,018 + 44,002}{2} = 44,010 \text{ мм.}$$

$$d_{3\min} = 44,018 + 2 \cdot 0,066 = 44,150 \text{ мм.}$$

$$d_{3\max} = 44,150 + 0,039 = 44,189 \text{ мм.}$$

$$d_{cp3} = \frac{44,645 + 44,545}{2} = 44,595 \text{ мм.}$$

$$d_{TO\min} = 44,189 + 2 \cdot 0,292 = 45,229 \text{ мм.}$$

$$d_{TO\max} = 45,229 + 0,160 = 45,389 \text{ мм.}$$

$$d_{cpTO} = \frac{45,389 + 45,229}{2} = 45,309 \text{ мм.}$$

$$d_{2\min} = 45,229 \cdot 0,999 = 45,188 \text{ мм.}$$

$$d_{2\max} = 45,188 + 0,100 = 45,288 \text{ мм.}$$

$$d_{cp2} = \frac{45,288 + 45,188}{2} = 45,238 \text{ мм.}$$

$$d_{cp1} = \frac{46,074 + 45,824}{2} = 45,949 \text{ мм.}$$

$$d_{1\min} = 45,288 + 2 \cdot 0,268 = 45,824 \text{ мм.}$$

$$d_{1\max} = 45,824 + 0,250 = 46,074 \text{ мм.}$$

$$d_{0\min} = 46,074 + 2 \cdot 0,801 = 47,676 \text{ мм.}$$

$$d_{0\max} = 47,676 + 1,600 = 49,276 \text{ мм.}$$

$$d_{cp0} = \frac{49,276 + 47,676}{2} = 48,476 \text{ мм.}$$

Припуски для остальных поверхностей определяем с использованием статистического метода [11]. Результаты определения представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Определение припусков

Поверхности	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм	Средний припуск, мм
1	2	3	4	5
1, 27	1	1,4	3,43	2,42
4	1	1,5	2,88	2,19
	2	0,3	0,475	0,388
	3	0,5	0,57	0,535
	4	0,06	0,124	0,092
8	1	1,5	2,88	2,19
	2	0,3	0,475	0,388

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5
18	1	2,4	3,725	3,063
	2	1,4	1,75	1,575
	3	0,5	0,6	0,55
	4	0,3	0,4	0,35
23	1	1,65	2,775	2,213
	2	0,15	0,395	0,273
25	1	0,6	1,05	0,825
	2	0,18	0,32	0,25

На следующем этапе проектирования заготовки определяем исходные параметры заготовки. Основываясь на исходных параметрах заготовки, определяются ее допуски и напуски, которые представлены на листе графической части работы.

2.3 Проектирование маршрута изготовления детали

В соответствии с проведенным анализом исходных данных маршрут изготовления строится на основании типовых технологических маршрутов [13], с учетом определенных ранее маршрутов обработки поверхностей. При группировании методов обработки поверхностей в операции следует учесть особенности конфигурации детали и принципы формирования операций в соответствии с проведенным ранее анализом типа производства. Результаты формирования маршрута обработки вала конического представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Маршрут обработки вала конического

Номер операции	Название операции	Поверхности для обработки
005	Фрезерноцентровальная	1, 2, 27, 26
010	Токарная	3, 4, 7, 12, 14, 16, 17, 18, 19, 20
015	Токарная	21, 22, 23
020	Токарная	4, 9, 11, 12, 16, 17, 18
025	Токарная	23
030	Фрезерная	10
035	Сверлильная	31, 32, 33
040	Токарная	28, 29, 30
045	Шлицефрезерная	6, 5
050	Зубофрезерная	24, 25
055	Зубофосаочная	25
060	Термическая	все
065	Центрошлифовальная	2, 26
070	Круглошлифовальная	4
075	Торцекруглошлифовальная	12, 16, 18
080	Торцекруглошлифовальная	12, 16, 18
085	Круглошлифовальная	4
090	Моечная	все
095	Контрольная	все

Результатом формирования маршрута изготовления является его графическое отображение в виде плана изготовления, представленного на листах графической части данной работы. На плане изготовления также указываются используемое оборудование, схемы базирования и технические требования на выполнение операций. Более подробные сведения о правилах оформления плана изготовления содержатся в литературе [14].

2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса

Основные рекомендации по выбору средств технологического оснащения были высказаны ранее при анализе типа производства. Для выбора марок, моделей и типоразмеров конкретных средств оснащения будем использовать данные соответствующей справочной литературы. Станочное оборудование выбираем по данным [15, 16], станочные приспособления по данным [17], металлорежущий инструмент по данным [18], средства контроля по данным [19].

Выбираем следующие средства технологического оснащения.

Операция 005 Фрезерно-центровальная: станок фрезерно-центровальный МР-71М, призмы установочные, осевой упор, тиски самоцентрирующие специальные, фреза торцовая насадная \varnothing 100 ГОСТ 9473-80 Т5К10, сверло центровочное специальное Р6М5, зенковка Р6М5, штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ160-80, калибр контроля центрального отверстия.

Операция 010 Токарная: станок токарно-винторезный 16К20Ф3, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80, резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10, штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 160-80.

Операция 015 Токарная: станок токарно-винторезный 16К20Ф3, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80, резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10, штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 160-80, , калибр.

Операция 020 Токарная: станок токарно-винторезный 16К20Ф3, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80, Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4, резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4, резец резьбовой ГОСТ 18879-73 Т5К10, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, резьбовой калибр.

Операция 025 Токарная: станок токарно-винторезный 16К20Ф3, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80, резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4, калибр.

Операция 030 Фрезерная: станок вертикально-фрезерный 6P10, призмы установочные, осевой упор, тиски самоцентрирующие, фреза шпоночная Ø8 ГОСТ 9308-69 P6M5, штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ160-80, калибр.

Операция 035 Сверлильная: станок вертикально-сверлильный 2H135, призмы установочные, осевой упор, тиски самоцентрирующие, сверло пушечное специальное T14K8, нутромер НМ ГОСТ 160-80.

Операция 040 Токарная: станок токарно-винторезный 16K20Ф3, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, патрон цанговый ГОСТ 2876-80, резец расточной ГОСТ18879-73 T5K10, нутромер НМ ГОСТ 160-80.

Операция 045 Шлицефрезерная: станок шлицефрезерный 5350, центр упорный ГОСТ 2576-79, патрон поводковый ГОСТ2571-71, фреза червячная Ø90 ГОСТ 9324-80 P9K10, калибр.

Операция 050 Зуборезная: станок зуборезный N16F Glisson, оправка специальная, резцовая головка Ø190,5 ГОСТ 11902-77 P6M5, калибр.

Операция 055 Зуборезная: станок зуборезный N16F Glisson, оправка специальная, резцовая головка Ø190,5 ГОСТ 11902-77 P6M5, калибр.

Операция 060 Термическая: печь.

Операция 065 Центрошлифовальная: станок центрошлифовальный 3922, призмы установочные, осевой упор, тиски самоцентрирующие, головка алмазная АГК ГОСТ 2447-82, калибр.

Операция 070 Круглошлифовальная: станок круглошлифовальный 3M151, центр неподвижный ГОСТ 8740-75, патрон поводковый специальный, круг шлифовальный 1-300x50x127 24A46M9V ГОСТ Р 52781-2007, скоба рычажная.

Операция 075 Торцекруглошлифовальная: станок торцекруглошлифовальный 3T160, центр неподвижный ГОСТ 8740-75, патрон поводковый специальный, круг шлифовальный 1-300x50x127 24A46M9V ГОСТ Р 52781-2007, скоба рычажная.

Операция 080 Торцекруглошлифовальная: станок торцекруглошлифовальный 3T160, центр неподвижный ГОСТ 8740-75,

патрон поводковый специальный, круг шлифовальный 1-300x50x127 25A60K7V ГОСТ Р 52781-2007, скоба рычажная.

Операция 085 Круглошлифовальная: станок круглошлифовальный 3М151, центр неподвижный ГОСТ 8740-75, патрон поводковый специальный, круг шлифовальный 1-300x50x127 25A60K7V ГОСТ Р 52781-2007, скоба рычажная.

Операция 090 Контрольная: средства контроля в соответствии с картой контроля.

Операция 095 Моечная: моечная машина.

Полученные средства технологического оснащения заносятся в соответствующие графы маршрутных и операционных карт.

2.5 Определение режимов резания

При выполнении анализа параметров технологического процесса было установлено, что для определения режимов резания для технологических операций используется статистический метод [20] и аналитический метод [15]. Нормирование операций производится на основе расчетно-аналитического метода [8]. Результаты данных расчетов представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин
1	2	3	4	5	6
Операция 005					
1	0,15	79	250	70	0,19
2	1,1	6	36	3	0,81
	0,26	16	180	38	
Операция 010					

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
1	0,3	110	630	256	1,35
Операция 015					
1	0,3	110	630	54	0,29
Операция 020					
1	0,1	173	1250	194	1,55
2	0,08	87	630	4	0,08
3	1,5	87	630	17	0,02
Операция 025					
1	0,1	193	630	42	0,67
Операция 030					
1	(0,05)	20	800	19	0,24
Операция 035					
1	0,3	75	750	238	1,06
Операция 040					
1	0,2	80	800	38	0,24
Операция 045					
1	2,0	33	250	56	0,84
Операция 050					
1	25 с/зуб	40	90	45	7
Операция 055					
1	30 с/зуб	54	90	45	8
Операция 065					
1	0,005	15	300	0,6	0,4
Операция 070					
1	0,011	26	368	56	1,96
Операция 075					
1	0,009	26	200	0,213	0,82

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
Операция 080					
1	0,003	30	200	0,080	0,93
Операция 085					
1	0,008	30	368	45	1,87

Результаты расчета режимов резания для технологических операций и их нормирования заносятся в соответствующую технологическую документацию.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

По результатам анализа исходных данных одной из поставленных задач была поставлена задача модернизации лимитирующих операций путем проектирования специальных средств оснащения. Проектирование станочного приспособления проводим для 005 Фрезерно-центральной операции, эскиз которой представлен на рисунке 3.1. Основной недостаток базовой операции заключался в использовании приспособления, которое не реализует теоретическую схему базирования и обладает низким быстродействием. Решение этой проблемы будем производить путем проектирования тисков с самоцентрирующим винтовым зажимным механизмом с использованием методики [21].

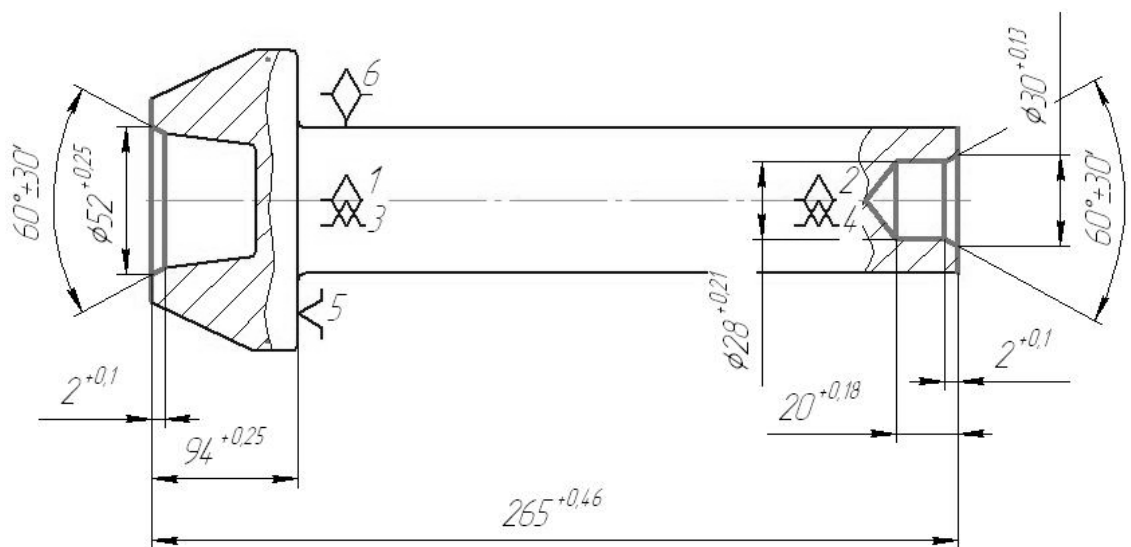


Рисунок 3.1 - Операционный эскиз фрезерно-центральной операции

Сначала определяем силы резания для перехода фрезерования. Основная составляющая силы резания была определена ранее и составляет $P_z = 948,74$ Н.

Остальные составляющие силы резания рассчитываются по формулам:

$$P_y = \langle 0,85...0,95 \rangle P_z \quad (3.1)$$

$$P_h = 0,4 \cdot P_z \quad (3.2)$$

$$P_v = 0,9 \cdot P_z \quad (3.3)$$

$$P_y = 0,95 \cdot 948,74 = 901,3 \text{ Н.}$$

$$P_h = 0,4 \cdot 948,74 = 379,5 \text{ Н.}$$

$$P_v = 0,9 \cdot 948,74 = 853,87 \text{ Н.}$$

Для перехода сверления момент от силы резания и осевая сила резания соответственно равны: $M_{кр} = 68,95 \text{ Н.м}$, $P_o = 193 \text{ Н}$.

Определение требуемого усилия закрепления составим схему действующей на заготовку в процессе обработки системы сил, представленную на рисунке 3.2. Из этой схемы будем определять искомую силу исходя из условия равновесия системы моментов сил резания и закрепления.

Момент, возникающий от составляющей силы резания P_h равен:

$$M_p = P_h \cdot l \quad (3.4)$$

где l - длина плеча, мм.

Момент силы зажима, противодействующий ему равен:

$$M_3 = W \cdot l_1 \quad (3.5)$$

где l_1 - длина плеча, мм.

Из равенства моментов следует:

$$W = \frac{K \cdot P_h \cdot l}{l_1} \quad (3.6)$$

где K - коэффициент условий обработки.

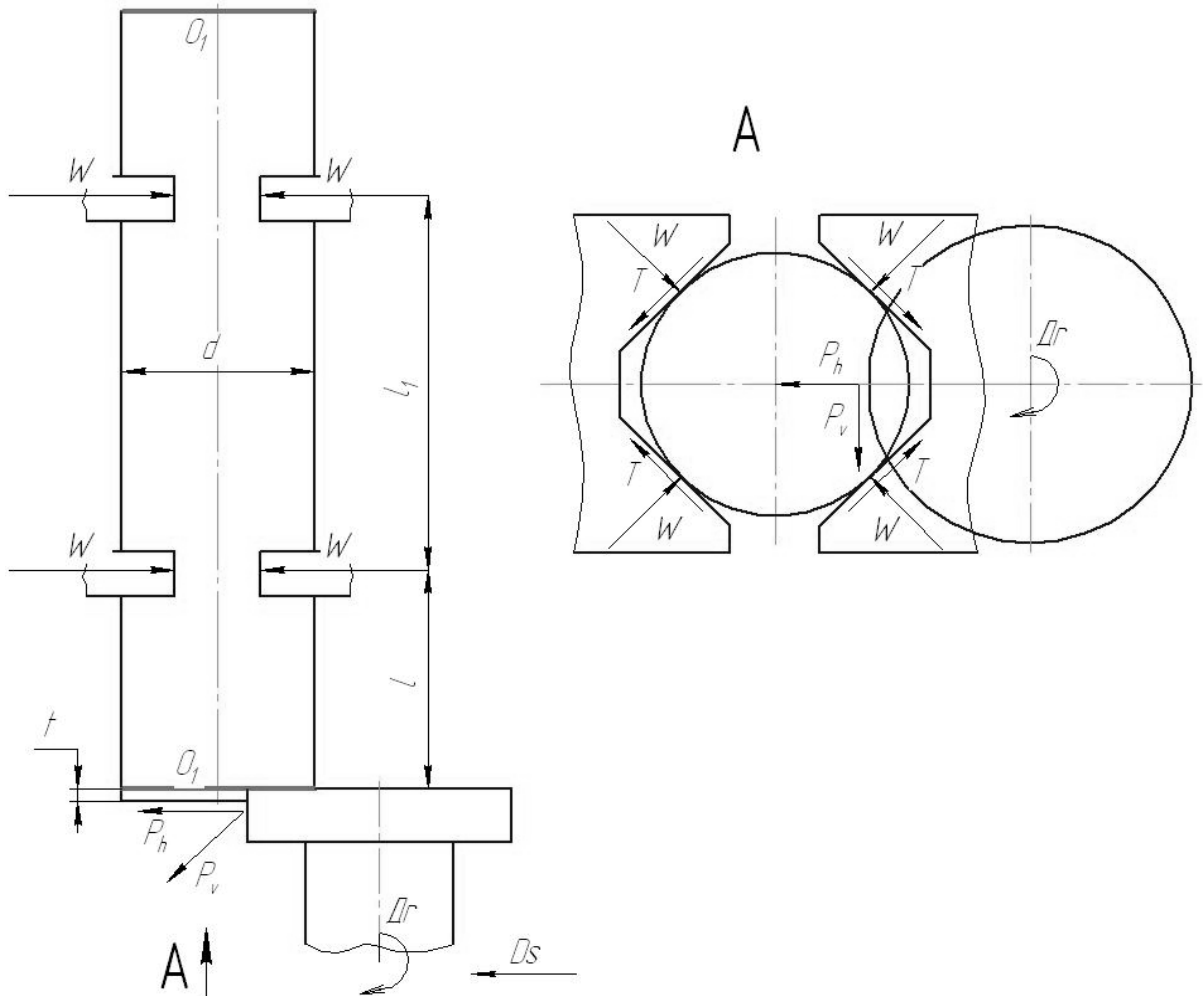


Рисунок 3.2 - Схема действующей на заготовку в процессе обработки системы сил

$$W' = \frac{2,2 \cdot 379,5 \cdot 10}{150} = 56 \text{ Н.}$$

Момент, возникающий от составляющей силы резания P_v равен:

$$M_p = \frac{P_v \cdot d_0}{2} \quad (3.7)$$

где d_0 - обрабатываемый диаметр, мм.

Момент силы зажима, противодействующий ему равен:

$$M_3 = 4 \cdot W \cdot f \cdot d_3 \quad (3.8)$$

где f - коэффициент трения призм и заготовки;

d_0 - обрабатываемый диаметр, мм.

Из равенства моментов следует:

$$W'' = \frac{K \cdot P_v \cdot d_0}{8 \cdot f \cdot d_3} \quad (3.9)$$

$$W'' = \frac{2,2 \cdot 853,87 \cdot 68}{8 \cdot 0,16 \cdot 48} = 2079 \text{ Н.}$$

Реальная величина усилия на приводе W изменится по сравнению с расчетным усилием вследствие влияния угла призм. Для расчета принимаем большее из рассчитанных ранее значений.

$$W = \frac{W''}{\sin \frac{\alpha}{2}} \quad (3.10)$$

где α - угол призмы, град.

$$W = \frac{2079}{\sin 45^\circ} = 2928 \text{ Н.}$$

Усилие, которое необходимо приложить к основанию призмы:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} f_1} \quad (3.11)$$

где l - вылет направляющей призмы, мм;

H - длина направляющей призмы, мм;

f_1 - коэффициент трения направляющих.

$$W_1 = \frac{2928}{1 - \frac{3 \cdot 60}{120} \cdot 0,1} = 3445 \text{ Н.}$$

Т.к. усилие необходимо приложить к двум ползушкам, то его величина равна:

$$Q = 2 \cdot W_1 \quad (3.12)$$

$$Q = 2 \cdot 3445 = 6890 \text{ Н.}$$

В качестве зажимного механизма был выбран винтовой зажимной механизм с трапецеидальной гайкой. Производим его расчет

Средний диаметр резьбы равен:

$$d_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot Q}{\pi \cdot k \cdot \sigma_{\text{доп}}}} \quad (3.13)$$

где Q – усилие на ползушках, Н;

k – отношение высоты гайки к среднему диаметру резьбы;

$\sigma_{\text{доп}}$ – допустимое давление, МПа.

$$d_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 6890}{\pi \cdot 1,2 \cdot 10}} = 21,4 \text{ мм.}$$

Округляем до ближайшего большего стандартного значения равного 25,00 мм. Данное значение среднего диаметра резьбы соответствует трапецеидальной резьбе 26x2 мм.

Угол подъема резьбы равен:

$$\Psi = \arctg\left(\frac{P}{\pi \cdot d_2}\right), \quad (3.14)$$

где P – шаг резьбы, мм.

$$\Psi = \operatorname{arctg}\left(\frac{2}{\pi \cdot 25}\right) = 1^{\circ}46'.$$

Далее необходимо проверить винт на прочность.

В опасных сечениях винта в процессе эксплуатации возникнет крутящий момент равный:

$$M_{кр} = 0,5 \cdot d_2 \cdot Q \cdot \operatorname{tg}(\Psi + \varphi'), \quad (3.15)$$

где φ' - приведенный угол трения, град.

$$\varphi' = \frac{\varphi}{\cos(\alpha/2)}, \quad (3.16)$$

где φ - угол трения, град;

α - угол профиля резьбы, град.

$$\varphi' = \frac{5,71059^{\circ}}{\cos(30^{\circ}/2)} = 5,91204^{\circ}.$$

$$M_{кр} = 0,5 \cdot 25 \cdot 6890 \cdot \operatorname{tg}(5,91204^{\circ} + 1,46^{\circ}) = 11488 \text{ Н м}.$$

Напряжение на сжатие, которое допускает винт, определяется по формуле:

$$\sigma_c = \sigma_T / 3, \quad (3.17)$$

где σ_T - предел текучести стали, кг/мм².

Эквивалентное напряжение определяется по формуле:

$$\sigma_{экр} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_1^2}\right)^2 + 4 \left(\frac{M_{кр}}{0,2 \cdot d_1^3}\right)^2}, \quad (3.18)$$

где d_1 – внутренний диаметр резьбы, мм.

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 6890}{\pi 24,8^2}\right)^2 + 4 \left(\frac{11488}{0,2 \cdot 24,8^3}\right)^2} = 46 \text{ МПа.}$$

Эквивалентное напряжение меньше чем допускаемое, поэтому винт имеет достаточную прочность.

Рассчитаем гибкость винта для определения необходимости проведения проверки его на устойчивость.

Приведенный момент инерции рассчитывается по формуле:

$$I = \frac{\pi \cdot d_1^4}{64} \left(0,4 + 0,6 \frac{d}{d_1}\right), \quad (3.19)$$

где d – наружный диаметр резьбы, мм.

$$I = \frac{\pi \cdot 24,38^4}{64} \left(0,4 + 0,6 \frac{26}{24,38}\right) = 18 \cdot 10^3 \text{ мм}^4.$$

Исходя из этого, рассчитываем радиус инерции площади по формуле:

$$i = \sqrt{\frac{4 \cdot I}{\pi \cdot d_1^2}}. \quad (3.20)$$

$$i = \sqrt{\frac{4 \cdot 18 \cdot 10^3}{\pi 24,38^2}} = 6,21 \text{ мм.}$$

Гибкость винта определяем по формуле:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot L}{i} \quad (3.21)$$

где L – длина винта, мм;

μ – коэффициент приведения длины винта.

$$\lambda = \frac{0,7 \cdot 65}{6,21} = 7,33 \text{ мм.}$$

Согласно принятой для проектирования методике при значении гибкости винта менее 55 мм проверка на устойчивость не выполняется.

Далее производим расчет гайки.

Для определения высоты гайки используется формула:

$$H = k \cdot d_2, \quad (3.22)$$

где k - коэффициент высоты.

$$H = 1,2 \cdot 25 = 30 \text{ мм.}$$

Наружный диаметр гайки:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \sigma_p} + d^2}, \quad (3.23)$$

где σ_p - допускаемое напряжение гайки на растяжение, МПа.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 6890}{\pi 40} + 26^2} = 30 \text{ мм.}$$

После расчета зажимного механизма определим точность спроектированного приспособления.

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq T - K_T \sqrt{\sigma_{T1}^2 \varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_H^2 + \sigma_{T2}^2 \omega^2}, \quad (3.24)$$

где T - допуск на обрабатываемый размер, мм;

K_T - коэффициент отклонения от закона нормального распределения;

ε_6 - погрешность от несовпадения баз, мм;

ε_3 - погрешность от сил закрепления, мм;

ε_y - погрешность установки приспособления на станке, мм;

$\varepsilon_{и}$ - погрешность износа установочных элементов, мм;

ω - точность механической обработки, мм.

$$\varepsilon_{и} = U_o \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (3.25)$$

где U_o – величина среднего износа установочных элементов, мм;

K_1, K_2, K_3, K_4 – коэффициенты, учитывающие реальные условия работы приспособления.

$$\varepsilon_{и} = 0,115 \cdot 0,97 \cdot 1,0 \cdot 0,94 \cdot 1,0 = 0,104 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_{пр} \leq 0,1 - 1,0 \cdot \sqrt{0^2 + 0^2 + 0,038^2 + 0,104^2 + 0,6 \cdot 0,12^2} = 0,03 \text{ мм.}$$

В соответствии с полученными данными назначаем точность звеньев размерной цепи приспособления, в которую входят погрешность выполнения призм, погрешность присоединительных размеров ползушки и погрешность в винтовом механизме. При использовании расчета методом равных допусков необходимо суммарную погрешность приспособления, рассчитанную ранее разделить на все эти три элемента. Получаем 0,01 мм. Более подробно конструкция спроектированного приспособления со всеми характеристиками представлена на листе графической части.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Режущий инструмент проектируем для 035 Сверлильной операции, на которой получают глубокое ступенчатое отверстие. В базовом техпроцессе данная операция является лимитирующей, что обусловлено применением стандартного режущего инструмента. Такая технология требует применения многопроходной обработки и применения двух сверл, что приводит к значительному увеличению времени на обработку. Решить проблему предлагается путем применения ступенчатого пушечного сверла. Конструирование данного сверла проводим по методике [22].

Расчетные диаметры ступеней сверла определяются по формуле:

$$D_{\text{инстр}} = D_{\text{min}} + \frac{TD}{2}, \quad (3.26)$$

где D_{min} – минимальный диаметр отверстия, мм;

TD – допуск на выполнение отверстия, мм.

Для первой ступени минимальный диаметр равен 28 мм, для второй ступени минимальный диаметр равен 32 мм.

Поле допуска для первого отверстия равно 0,21 мм, для второго отверстия поле допуска равно 0,25 мм.

Диаметр инструмента для первой ступени получаем равным:

$$D_{\text{инстр}} = 28 + \frac{0,21}{2} = 28,105 \text{ мм.}$$

Диаметр инструмента для второй ступени получаем равным:

$$D_{\text{инстр}} = 32 + \frac{0,25}{2} = 32,125 \text{ мм.}$$

Допуски на рабочие размеры инструмента назначаются на два качества точнее, чем допуск на выполняемое отверстие. Для первой ступени получаем допуск равный 0,084 мм, для второй ступени 0,1 мм.

Режущую часть сверла выполним из пластин твердого сплава, которые припаиваются к корпусу сверла. Материал пластин выбираем исходя из точности обработки, шероховатости обработанной поверхности и марки обрабатываемого материала. В данном случае применим твердый сплав Т14К8.

Далее необходимо определить номер конуса Морзе хвостовика инструмента. Для этого рассчитывается диаметр хвостовика по формуле:

$$d = \frac{6 \cdot \mu_{cp} \cdot \sin \theta}{\mu \cdot P_0 \cdot (1 - 0,04 \cdot \Delta \theta)}, \quad (3.28)$$

где μ_{cp} – коэффициент сопротивления силе резания;

θ – угол конусности хвостовика, град;

μ – коэффициент трения поверхности хвостовика;

P_0 – осевая сила резания, Н;

$\Delta\theta$ – допуск на угол конусности хвостовика, град.

$$d = \frac{6 \cdot 3,47 \cdot \sin 1^\circ 30'}{0,1 \cdot 34,1 \cdot (1 - 0,04 \cdot 5)} = 20,79 \text{ мм.}$$

Данному диаметру соответствует конус Морзе №3 ГОСТ 25557-82.

Исходя из параметров шероховатости обрабатываемой поверхности, назначаем основную геометрию режущих пластин сверла: передний угол $\gamma = 90^\circ$, задний угол $\alpha = 8^\circ$. Более подробно конструкция сверла представлена на листе графической части работы.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Разработка мероприятий по обеспечению безопасности и экологичности проводится с использованием методики и данных учебно-методического пособия [23].

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

Характеристики рассматриваемого технического объекта приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5
Техпроцесс изготовления вала конического	Токарная операция	Оператор станков с числовым управлением	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3 с системой числового программного управления, патрон трехкулачковый	20ХГНР ГОСТ 4543-71, охлаждающая жидкость Blasocut, ветошь

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5
			ГОСТ 24351-80, резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10	
Техпроцесс изготовления вала конического	Шлифовальная операция	Шлифовщик	Станок круглошлифовальный 3М151, патрон поводковый специальный	20ХГНР ГОСТ 4543-71, охлаждающая жидкость Blasocut, ветошь

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2 содержит результаты проведения идентификации 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
1	2	3
Токарная операция, Шлифовальная операция	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; движущиеся машины и	Обрабатываемая заготовка, металлорежущий станок, смазочно-

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
	<p>механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; опасные и вредные производственные факторы, вызванные высокой температурой, которая может вызвать ожоги тканей организма человека; опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации; опасные и вредные производственные факторы, характеризующиеся повышенным уровнем шума; опасные и вредные производственные факторы, электрического тока; динамические нагрузки, вызванные монотонностью</p>	<p>охлаждающая жидкость, станочное приспособление, режущий инструмент</p>

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Результаты данного раздела приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

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
2	3	4
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Инструктажи по охране труда, удаление острых кромок и заусенцев на слесарных переходах	Перчатки с покрытием из полимера
Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Инструктажи по охране труда, применение защитных кожухов, экранов, ограждений	Спецодежда, защитные очки
Опасные и вредные производственные факторы, вызванные высокой температурой, которая может вызвать ожоги тканей организма человека	Инструктажи по охране труда, применение защитных кожухов, экранов, ограждений	Спецодежда, перчатки с покрытием из полимера
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации	Инструктажи по охране труда, установка оборудования на виброгасящие опоры, сокращение времени контакта с поверхностями подверженными вибрации	Резиновые виброгасящие коврики

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
Опасные и вредные производственные факторы, характеризующиеся повышенным уровнем шума	Инструктажи по охране труда, изоляция звукопоглощающими материалами наиболее акустически активных	Применение наушников или вкладышей
Опасные и вредные производственные факторы, электрического тока	Инструктажи по охране труда, заземление оборудования, изоляция токоведущих частей, применение предохранителей	Спецодежда
Динамические нагрузки, вызванные монотонностью	Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов	

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В таблицах 4.4 – 4.6 представлен комплекс мер по обеспечению пожарной безопасности технического объекта.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5
Механическая обработка вала конического	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3,	Пожары класса В	Пламя и искры; тепловой поток;	Осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5
	станок круглошлифов альный 3М151		повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму	имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящ ие части оборудования, изделий и иного имущества; воздействие огнетушащих веществ

Таблица 4.5 – Технические средства пожарной безопасности

Первичн ые средства пожарот ушения	Мобильн ые средства пожароту шения	Стационар ные установки системы пожаротуш ения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудов ание	Средства индивиду альной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизиро ванный и немеханизир ованный)
1	2	3	4	5	6	7
Пенные огнетуш ители, ящики с	Автомоби ли пожарные	Система пожаротуш ения аэрозолью	Извещатели пожарные; приборы приемно-	Пожарны е рукава, арматура, гидранты	Респират оры, противога зы	Комплект универсальн ого пожарного

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6	7
песком, богры, ломы	мотопомпы		контрольные пожарные; приборы управления пожарные;техн ические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные			инструмента

Таблица 4.6 – 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
1	2	3
Технологический процесс изготовления вала конического	Применение смазочно-охлаждающих жидкостей на базе негорючих составов,	Наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств

Продолжение таблицы 4.6

1	2	3
	хранение ветоши в негорючем ящике, соблюдение правил электробезопасности	пожаротушения, проведение пожарных инструктажей

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты данного анализа представлены в таблицах 4.7, 4.8.

Таблица 4.7 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса	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.)
1	2	3	4	5
Технологический	Станок токарно-винторезный	Масляный туман, пыль	Нефтепродукты, смазочно-	Стружка, ветошь, металлолом,

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
процесс изготовления вала конического	16К20Ф3, станок круглошлифовальный 3М151		охлаждающая жидкость, растворы технических жидкостей	нефтепродукты, смазочно-охлаждающая жидкость, растворы технических жидкостей

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления вала конического
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

4.6 Заключение по разделу

Выявлены наиболее значимые опасные и вредные факторы, возникающие в процессе изготовления вала конического, разработаны мероприятия по их устранению и снижению их влияния на работника. Проведен анализ пожарной безопасности на участке по изготовлению детали и выбор средств пожаротушения. Приведены результаты анализа по обеспечению экологической безопасности технического объекта.

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.

Основные изменения технологического процесса изготовления детали «Вал конический» коснулись операций:

- 005 фрезерно-центровальной, здесь заменили призмы и прихват на тиски самоцентрирующие специальные. Данное совершенствование привело к уменьшению вспомогательного времени на 0,43 минуты;

- 035 сверлильной, здесь два сверла спиральных диаметром 28 мм и 32 мм из быстрорежущей стали Р6М5 заменили на одно сверло пушечное ступенчатое диаметром 32 мм и 28 мм с пластиной из твердого сплава Т14К8. Данное совершенствование привело к сокращению основного времени выполнения операции 035 на 1,04 минут.

Учитывая описанные изменения, по методике «Расчета капитальных вложений в основное технологическое оборудование» [24], определим капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса, который будет учитывать:

- затраты в основное технологическое оборудование по приобретению нового оборудования для операции 035;

- затраты на проектирование совершенствований технологического процесса;

- затраты на приспособление для операции 005;

- затраты на инструмент для операции 035;

- затраты на демонтаж заменяемого оборудования на операции 035;

- выручку от реализации заменяемого оборудования на операции 035.

Сложив полученные величины, будут определены общие капитальные вложения, равные сумме 278426,17 рублей, которые предназначены только

для выполнения заданной программы выпуска детали «Вал конический» в объеме 6200 штук.

Для проведения экономического сравнения описанных вариантов, также, необходимо определить себестоимость изготовления детали «Вал конический» для описанных операций. Для этого используется методика «Расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [24]. Обычно технологическая себестоимость складывается из четырех показателей: затрат на основной материал (M), основной заработной платы ($Z_{ПЛ.ОСН}$), начислений на заработную плату ($H_{З.ПЛ}$) и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования ($P_{Э.ОБ}$). Однако, если в ходе совершенствования технологического процесса, изменения не касаются метода получения заготовки, то величиной затрат на основной материал можно пренебречь, т.к. ее значение не оказывает влияние на уровень отклонений в технологической себестоимости. Значения, входящих в технологическую себестоимость величин, без учета затрат на основной материал, представлены на рисунке 5.1.

Анализируя представленные значения, можно сделать вывод о том, что по всем параметрам в проектируемом варианте произошло уменьшение, в среднем примерно на 40,8%. Эти изменения привели к снижению всей технологической себестоимости на 28,34 рублей, что составило 40,5%.

Знание величины технологической себестоимости, необходимо для определения величин:

- цеховой себестоимости;
- заводской или производственной себестоимости;
- полной себестоимости детали по сравниваемым операциям.

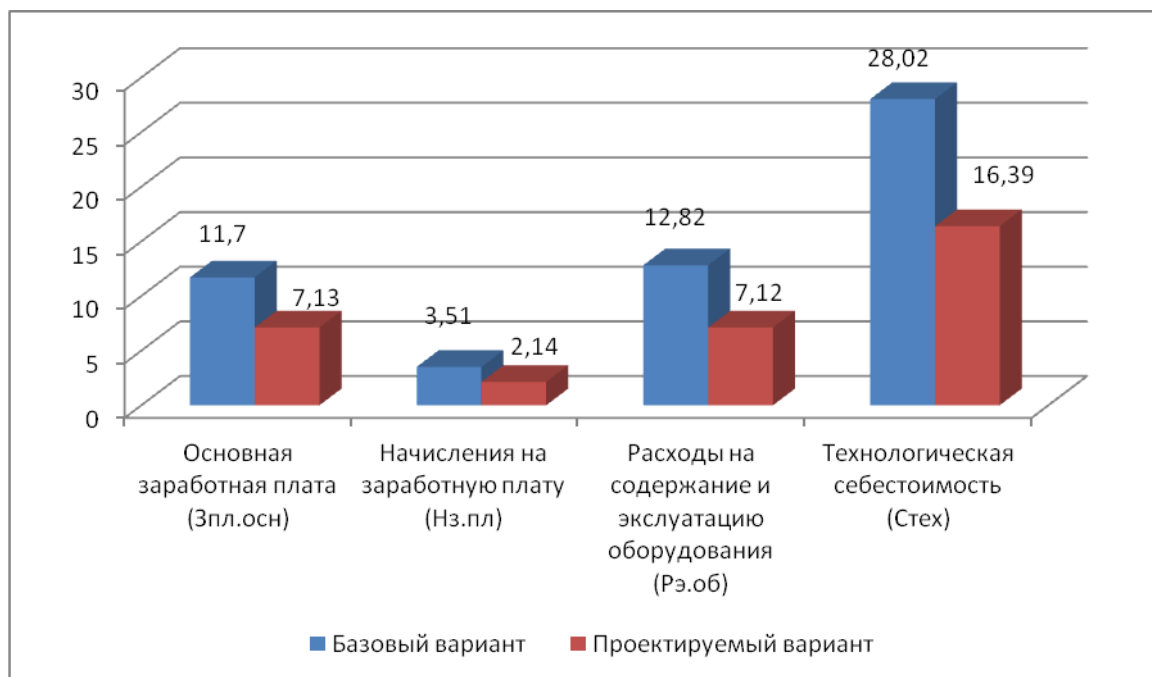


Рисунок 5.1 – Технологическая себестоимость детали «Вал-конический», по изменяющимся операциям, и ее составные элементы, руб.

Для определения всех указанных величин используется «Калькуляция себестоимости обработки» [24], благодаря которой полная себестоимость ($C_{полн}$) по базовому варианту составляет 70,8 рублей, а по проектируемому – 42,46 рублей. Полученные значения, также свидетельствуют о снижении рассчитываемых величин. Разница между сравниваемыми вариантами составляет 28,34 рублей с единицы изделия или 40,1%. Однако при сравнении изменений величин технологической и полной себестоимости, изменение последней уменьшилось, это может быть связано с тем, что на определенном этапе произошло увеличение управленческих расходов.

Далее, учитывая методику «Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта» [24], рассчитаем ряд основополагающих экономических параметров, таких как:

- чистая прибыль ($П_{чист}$), которая составит 140566,4 рублей;
- срок окупаемости ($T_{ок}$), который составит 3 года;
- чистый дисконтируемый доход ($ЧДД$), величина которого равна 42627,49 рублей.

Последний из представленных параметров, позволяет сделать окончательное заключение об экономической целесообразности проектируемого варианта технологического процесса. Если ЧДД > 0 , то проект считается эффективным и его рекомендуется внедрять, если ЧДД < 0 , то проект не эффективен и деньги рекомендуют вкладывать в банк. Предложенные совершенствования технологического процесса изготовления детали «Вал конический» позволяют получить положительную величину чистого дисконтируемого дохода, что делает его экономически эффективным, поэтому после вложения денежных средств в совершенствование технологического процесса, предприятие получит прибыль в размере 1,15 рублей на каждый вложенный рубль.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель выполнения данной работы заключалась в разработке технологического процесса изготовления вала конического насадки для фрезерных работ, обеспечивающего качественные показатели вала при условии обеспечения выпуска всей годовой программы и сохранении минимальной стоимости изготовления.

Данная цель была достигнута путем решения четырех основных блока. Первый блок задач технический, куда вошли все задачи связанные с разработкой технологического процесса изготовления вала конического, т.е. выбор заготовки и ее проектирование, разработка маршрута изготовления детали и проектирование технологических операций. Второй блок задач связан с усовершенствованием лимитирующих технологических операций 005 фрезерно-центровальной и 035 сверлильной. Для решения этой проблемы спроектированы специальные средства технологического оснащения самоцентрирующие тиски с винтовым зажимным механизмом и ступенчатое пушечное сверло. Решение задач третьего блока позволило обеспечить безопасность внедрения технологического процесса в производство. Четвертый блок задач позволил определить экономические показатели спроектированного техпроцесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Химический состав и физико-механические свойства стали 20X2H4A [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.lsst.ru/spravochnik-metalloprokata/legirovannaya-stal/stal-20khgnr/> (дата обращения: 05.05.2019).
2. Основы технологии машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 295 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545566> (дата обращения: 05.05.2019).
3. Скворцов, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. - 2-е изд. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 330 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/505001> (дата обращения: 05.05.2019).
4. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 387 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545572> (дата обращения: 06.05.2019).
5. Пухаренко, Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. - Санкт-Петербург. : Лань, 2018. - 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 06.05.2019).
6. Иванов, И.С. Технология машиностроения: учеб. пособие / И.С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/504931> (дата обращения: 12.05.2019).
7. Константинов, И.Л. Технологияковки и горячей объемной штамповки: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению 22.03.02 "Металлургия" / И.Л. Константинов. – Гриф УМО. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 549 с.
8. Меринов, В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для

студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В.П. Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. - 263 с.

9. Сысоев, С.К. Технология машиностроения: Проектирование технол. процессов: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки дипломир. специалистов "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 349 с.

10.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.

11.Схиртладзе, А.Г. Проектирование и производство заготовок : учеб. для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин, А.В. Макаров. – 3-е изд., перераб. и доп. ; Гриф УМО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2009. – 447 с.

12.ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 52 с.

13.Горохов, В.А. Материалы и их технологии: учеб. для студентов вузов. В 2 ч. Ч. 1 / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе ; под ред. В.А. Горохова. - Гриф УМО. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 588 с.

14. Меринов, В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В.П. Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. - 263 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. Мещерякова, В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учеб. пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/881108> (дата обращения: 26.05.2019).

17. Клепиков, В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/765631> (дата обращения: 26.05.2019).

18. Боровский, Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. - 2-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение, 2007. - 463 с.

19. Пелевин, В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/774201> (дата обращения: 28.05.2019).

20. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учеб. пособие / В.М. Кишуоров [и др.]. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург. : Лань, 2018. - 216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/102222> (дата обращения: 30.05.2019).

21. Схиртладзе, А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 2 / А.Г. Схиртладзе, С.Н. Григорьев, В.П. Борискин. - 4-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2016. - 517 с.

22. Клименков, С.С. Обработка инструментом в машиностроении: учебник / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. - 459 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/435685> (дата обращения: 30.05.2019).

23. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. –

41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 01.06.2019).

24. Краснопевцева, И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 08.06.2019).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. № дробл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.				
													Изм.	Лист	Листов		
				<u>Документация</u>													
A1			19.БР.ОТМП.648.65.00.000СБ	Сборочный чертеж													
				<u>Детали</u>													
A3		1	19.БР.ОТМП.648.65.00.001	Винт	1												
A3		2	19.БР.ОТМП.648.65.00.002	Винт	1												
A4		3	19.БР.ОТМП.648.65.00.003	Втулка	1												
A4		4	19.БР.ОТМП.648.65.00.004	Втулка	2												
A3		5	19.БР.ОТМП.648.65.00.005	Гайка трап 25x2-6g	2												
A2		6	19.БР.ОТМП.648.65.00.006	Корпус	1												
A4		7	19.БР.ОТМП.648.65.00.007	Муфта	1												
A4		8	19.БР.ОТМП.648.65.00.008	Опора	1												
A4		9	19.БР.ОТМП.648.65.00.009	Планка	2												
A4		10	19.БР.ОТМП.648.65.00.010	Ползун	2												
A3		11	19.БР.ОТМП.648.65.00.011	Ползушка	2												
A3		12	19.БР.ОТМП.648.65.00.012	Призма	2												
A3		13	19.БР.ОТМП.648.65.00.013	Фланец	1												
A3		14	19.БР.ОТМП.648.65.00.014	Фланец	1												
				<u>Стандартные изделия</u>													
		15		Винт М4х10 ГОСТ17475-80	8												
		16		Винт М4х10 ГОСТ17475-80	4												
				19.БР.ОТМП.648.65.00.000													
Изм.		Лист		№ докум.		Подп.		Дата		Приспособление станочное			Лит.	Лист	Листов		
Разраб.		Вакуленко												1	2		
Пров.		Левашкин								ТГУ, ИМ, гр. МСБЗ-1404							
Н.контр.		Егоров															
Утв.		Логинов								Формат А4							

Копировал

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		17		Винт М5х10 ГОСТ 17476-84	2	
		18		Винт М5х15 ГОСТ 17476-80	2	
		19		Винт М5х20 ГОСТ 17476-80	4	
		20		Винт М10х30 ГОСТ 17475-80	4	
		21		Винт М10х32 ГОСТ 17475-80	2	
		22		Подшипник 46085 ГОСТ 6874-78	2	
		23		Уплотнение ГОСТ 1567-64	1	
		24		Упор ГОСТ 13441-68	1	
		25		Шпонка ГОСТ 23360-78	2	
		26		Штифт $\phi 6$ ГОСТ 12207-79	2	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	19.БР.ОТМП.648.65.00.000	Лист
						2

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Поз	Тшт
Б	Код, наименование, обработка															
А 19	393311 Штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 160-80.															
20																
А 21	XX XX XX 015 4110 Токарная															
Б 22	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 800 1 197															
О 23	Точить, последовательно поверхности и торцы 21, 22, 23 в размер $\phi 97^{+0,35}$; $\phi 65^{+0,3}$; $\phi 82^{+0,35}$; $237^{+0,40}$															
О 24	$225^{+0,40}$; 240															
Т 25	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80, 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10;															
Т 26	393311 Штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 160-80, 393131 Калибр.															
27																
А 28	XX XX XX 020 4110 Токарная															
Б 29	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 800 1 197															
О 30	Точить последовательно поверхности поверхности и торцы 4, 9, 11, 12, 16, 17, 18 в размер $\phi 41^{+0,10}$; $\phi 45,188^{+0,1}$															
О 31	$\phi 38^{+0,1}$; $M44^{+0,1}$; $28,8^{+0,10}$; $14,2^{+0,12}$; 3															
Т 32	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80, 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4, 392101 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392101 Резец резьбовой ГОСТ 18879-73 Т5К10;															
Т 33	393410 Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78.															
35																
А 36	XX XX XX 025 4110 Токарная															
Б 37	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 800 1 0,98															
О 38	Точить поверхность 23 в размер $\phi 96^{+0,14}$; $\phi 64^{+0,12}$; $231^{+0,14}$															
Т 39	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80, 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4, 393131															
Т 40	Калибр.															
41																
МК																

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа											
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Гроз	Тшт	
Б					Код, наименование оборудования												
А 117	XX XX XX	075	4130	Торцкрузлошлифовальная													
Б 118	381311	Торцкрузлошлифовальный	ЗТ160	3	18873	312	1Р	1	1	1	800	1					1,1
0 119	Шлифовать поверхность 12, 16, 18 в размер $\phi 44,150^{+0,039}$; 28,25 ^{+0,1}																
Т 120	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круз шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.																
121																	
А 122	XX XX XX	080	4130	Торцкрузлошлифовальная													
Б 123	381311	Торцкрузлошлифовальный	ЗТ160	3	18873	312	1Р	1	1	1	800	1					1,26
0 124	Шлифовать поверхность 12, 16, 18 в размер $\phi 44,002^{+0,010}$; 28 ^{+0,1}																
Т 125	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круз шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.																
126																	
А 127	XX XX XX	085	4131	Крузлошлифовальная													
Б 128	381311	Крузлошлифовальный	ЗМ151	3	18873	312	1Р	1	1	1	800	1					2,19
0 129	Шлифовать поверхность 4 в размер $\phi 40^{+0,027}$																
Т 130	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круз шлифовальный; 394300 Скоба рычажная																
131																	
А 132	XX XX XX	090	Мречная														
133																	
А 134	XX XX XX	095	Контрольная														
135																	
136																	
137																	
138																	
139																	
МК																	

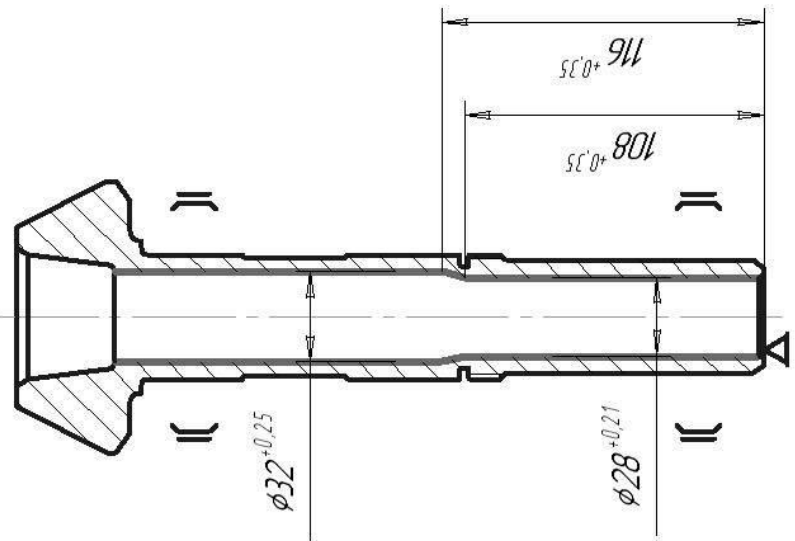
ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционные карты

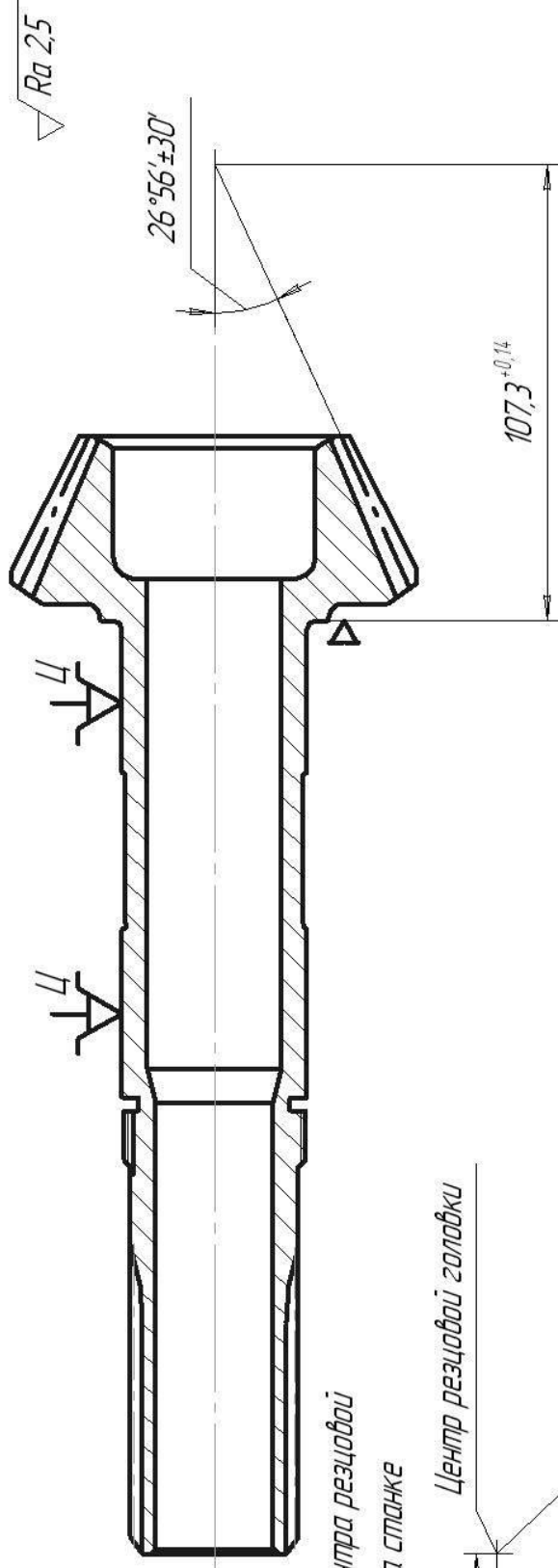
Дubl.																				
Взм.																				
Подп.																				

Разрб.	Вакуленко	ТГУ																		
Проверил	Ледяшкин	Кафедра ОТМП																		
Нконтр.	Егоров	Вал конический																		
																				0,35

$\sqrt{Ra 12,5}$



Дubl.																				
Взм.																				
Подп.																				
Разраб.	Вакуленко	ТГУ,																		
Проверил	Левашкин	Кафедра ОТМП																		
Нконтр.	Егорова	Вал конический																		
																				055



Координаты центра резцовой
головки на станке

