

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология машиностроения

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления полумуфты коробки скоростей
токарного станка SAMAT 400 XC

Студент	<u>И.Н. Кутыржин</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>А.А. Козлов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультанты	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>О.А. Парфенова</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</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)

« _____ » _____ 2018 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Кутыржин Илья Николаевич. Технологический процесс изготовления полумуфты коробки скоростей токарного станка SAMAT 400 XC.

В квалификационной работе представлен наиболее рациональный технологический процесс изготовления полумуфты коробки скоростей токарного станка SAMAT 400 XC с годовой программой выпуска 8000 деталей в год. В ходе проектирования анализируются имеющиеся данные. На основе данного анализа выбирается типовой техпроцесс и производится разработка проектируемого техпроцесса. Для совершенствования сверлильной операции проектируется цанговая оправка и сверло. Эффективность данных решений подтверждена соответствующими расчетами.

ABSTRACT

The title of the graduation work is the Technological Process of Manufacturing the SAMAT 400 XC Lathe Gear Box Half-Coupling. This graduation work is developed to the creation of a technological process to increase productivity and reduce costs.

The key issue of the graduation work is the assembly of the half-coupling of the gear box of the lathe, which provides a smooth inclusion of the input and output shafts and transfers the torque. The graduation work may be divided into several logically related parts, which are the blanks for the design, the machining plan, special tools, cutting tools, safety and environmental friendliness of the manufacturing and the economic efficiency of the manufacturing.

The author dwells on the optimal scheme for obtaining the part taking into account the provision of the highest economic efficiency. The medium-sized type of production is selected by weight of the part and the annual program. The special part of the graduation work shows the effect on the workpiece of the fixing forces, recreated by computer simulation.

The graduation work consists of an explanatory note on 81 pages, introduction, including 14 figures, 9 tables, the list of 31 references including 5 foreign sources and 3 appendices, and the graphic part on 7 A1 and 3 A2 sheets.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Исходные данные.....	6
2 Технологическая часть работы.....	12
3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента.....	37
4 Результаты компьютерного моделирования.....	43
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	49
6 Экономическая эффективность работы.....	57
Заключение.....	61
Список используемых источников.....	62
Приложения.....	66

ВВЕДЕНИЕ

В современных механизмах коробок скоростей для включения в работу соответствующих механизмов и передачи крутящего момента широкое распространение получили муфты зубчато-дисковые. Как правило, таким образом соединяются силовые приводы и различные исполнительные механизмы. Муфты данного типа являются компенсирующими, т.е. компенсируют незначительные смещения валов. Кроме этого зубчато-дисковые муфты выполняют предохранительные функции, за счет проскальзывания дисков относительно друг друга при перегрузках. При выходе муфты из строя останавливается вся машина или механизм независимо от их работоспособности.

Исходя из этого, цель квалификационной работы - разработка технологический процесс изготовления полумуфты коробки скоростей токарного станка SAMAT 400 XC, который обеспечит требуемые показатели надежности и долговечности, а также минимальные затраты на изготовление в установленные сроки.

1 Исходные данные

1.1 Служебное назначение детали

Полумуфта служит для плавного включения и выключения входного и выходного валов и передачи крутящего момента.

Полумуфта устанавливается в корпус муфты на подшипник наружной поверхностью и упирается в корпус торцом. В пазы полумуфты устанавливаются фрикционные диски. Внутренний зубчатый венец вводится в зацепление с шестерней входного вала исполнительного механизма.

В процессе эксплуатации полумуфта воспринимает крутящий момент боковыми поверхностями пазов от фрикционных дисков и передает крутящий момент на шестерню входного вала через зубчатое внутренне зацепление. Рабочие нагрузки существенно изменяются в зависимости от нагрузок на приводе и исполнительном механизме. Наиболее подвержены износу пазы, внутреннее зубчатое зацепление и поверхности, контактирующие с манжетами.

Температурный режим и давление в процессе работы являются нормальными и не оказывают существенного воздействия на полумуфту. Однако в случае возникновения пиковых нагрузок возможно повышение температуры рабочих поверхностей, что обусловлено принципом передачи крутящего момента.

1.2 Технологичность детали

Технологичность конструкции детали оценивается по рекомендациям [1].

Проанализируем материал детали. На рисунке 1.1 представлен химический состав стали 40Х ГОСТ4543-71 согласно данным [2]. Прочность σ_B в состоянии поставки до 610 МПа. Механические характеристики обеспечат нормальную работу детали и хорошую обрабатываемость данной стали резанием, как быстрорежущим инструментом, так и твердосплавным инструментом. Термообработка не требует специальных условий.

■ С - углерод 0,36 - 0,44 ■ Si - кремний 0,17-0,37 ■ Mn - марганец 0,5 - 0,8
 ■ Ni - никель до 0,3 ■ S - сера до 0,035 ■ P - фосфор до 0,035
 ■ Cr - хром до 0,8 - 1,1 ■ Cu - медь до 0,3 ■ Fe - металл ~97

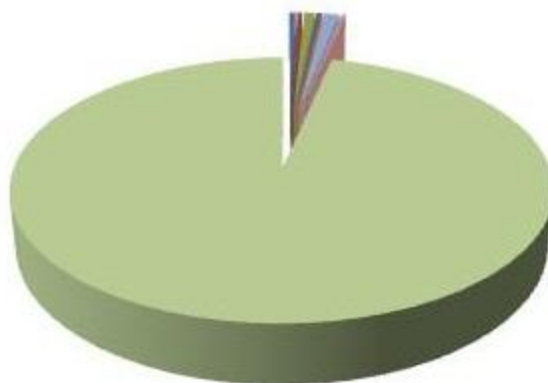


Рисунок 1.1 – Диаграмма химического состава марки стали 40X

Проанализируем конструкцию детали на технологичность. Полумуфта имеет сложную конфигурацию. Имеются стандартные элементы (фаски, канавки). Механическая обработка поверхностей является типовой.

При изготовлении данной детали целесообразно применять универсальное и оснащенное системами числового программного управления оборудование и универсальную оснастку.

Черновыми базами целесообразно назначить наружные поверхности. Чистовыми базами могут быть наружные и внутренние поверхности. Измерительные базы детали могут быть технологическими.

Обрабатывать необходимо все поверхности детали, что обусловлено заданной на чертеже детали точностью поверхностей. При этом следует учесть, что точность и шероховатость поверхностей детали зависит от условий эксплуатации детали. В случае уменьшения точности поверхностей снизятся точность, долговечность и эксплуатационные показатели. При увеличении шероховатости и уменьшении точности рабочих поверхностей произойдет интенсивное изнашивание и возникнет потеря энергии при работе.

Имеются канавки для выхода режущего инструмента, что позволяет разделить поверхности различного назначения, точности и шероховатости. Данное решение облегчает их обработку.

Проведенный выше анализ показал, что деталь отвечает требованиям технологичности получения заготовки, конфигурации детали, базирования и закрепления, обрабатываемых поверхностей.

1.3 Анализ параметров техпроцесса

Исходные параметры техпроцесса определяются в зависимости от количества операций, выполняемых на оборудовании и количества непосредственно самого технологического оборудования. Не имея всей номенклатуры изделий, воспользуемся упрощенной методикой определения типа производства [3]. Согласно данной методике необходимо знать массу полумуфты и ее программу выпуска, которая в нашем случае составляет 5000 деталей в год. Массу детали определим с использованием современных средств автоматизированного проектирования. Выполним объемное моделирование детали в программе «Компас» (рис. 1.2), а затем определим массу детали при помощи специального прикладного пакета, встроенного в данную программу. Получаем массу детали равную 7,34 кг.



Рисунок 1.2 - Объемная модель детали

Для данной программы выпуска и массы детали, согласно выбранной методике среднесерийный тип производства.

Характеристики среднесерийного производства подробно представлены в литературе [4, 5]. Исходя из характеристик данного типа производства,

проанализируем типовой технологический маршрут изготовления полумуфты, представленный в таблице 1.1, согласно рекомендациям [6, 7].

Таблица 1.1 – Типовой технологический маршрут изготовления детали типа «полумуфта»

Номер перехода	Наименование перехода	Содержание перехода	Оборудование
1	2	3	4
1	Заготовительный	Получение исходной заготовки	Ковочные молоты, прессы, литейные машины, отрезные станки
2	Токарный черновой	Точение наружного и внутреннего контура детали	Токарные универсальные станки и токарные станки с ЧПУ
3	Токарный чистовой	Точение наружного и внутреннего контура детали	Токарные универсальные станки и токарные станки с ЧПУ
4	Фрезерный	Фрезерование канавок, лысок, уступов и других характерных элементов детали	Вертикально-фрезерные, горизонтально-фрезерные станки
5	Сверлильный	Сверление отверстий, нарезание резьб	Сверлильные станки
6	Зубонарезной	Нарезание зубьев, шлиц	Зубофрезерные, зубострогальные, зубодолбежные станки
7	Термический	Закалка, отпуск и т.д.	Термическое

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4
			оборудование
8	Шлифовальный предварительный	Шлифование базовых поверхностей	Шлифовальные станки различных типов
9	Шлифовальный черновой	Черновое шлифование поверхностей	Кругло- и внутришлифовальные станки
10	Шлифовальный чистовой	Чистовое шлифование поверхностей	Кругло- и внутришлифовальные станки
11	Доводочный	Хонингование, полирование, притирка поверхностей	Хонинговальные, полировальные, притирочные станки
12	Моечный	Мойка детали	Моечные машины
13	Контрольный	Контроль детали	Контрольно-измерительные приспособления и инструмент

Анализ представленного типового техпроцесса применительно к рассматриваемой детали позволяет сделать следующие выводы. Большинство этапов маршрута проектируемого техпроцесса можно брать непосредственно из типового. Однако, следует учесть особенности полумуфты, связанные с ее конфигурацией.

Необходимо учесть наличие внутреннего зубчатого венца, что усложнит обработку и потребует применения долбежной операции. Наличие большого количества отверстий небольшого диаметра и достаточно большой глубины

потребуют значительного времени на их обработку и расхода режущего инструмента, поэтому следует рассмотреть возможность замены стандартного режущего инструмента на специальный. Так же следует рассмотреть возможность более широкого применения станков оснащенных числовым программным управлением и механизированной оснастки, что при данной программе выпуска даст положительный экономический эффект.

1.4 Задачи работы

Проведенный в предыдущих пунктах анализ позволил выявить задачи проектирования:

- 1) Проанализировать возможные методы получения заготовки и выбрать наилучшие в условиях рассматриваемого типа производства;
- 2) Определить методы обработки поверхностей, обеспечивающие минимальные затраты на обработку поверхностей;
- 3) Разработать технологический процесс изготовления, основываясь на типовом техпроцессе;
- 4) Провести модернизацию сверлильной операции путем проектирования станочного приспособления и режущего инструмента;
- 5) Сделать соответствующие экономические расчеты.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение метода получения заготовки

Произведем анализ экономического сравнения технологически допустимых и экономически целесообразных методов. Согласно данным [8] в данном случае наиболее целесообразно сравнить между собой два способа штамповки: на кривошипных горячештамповочных прессах и на горизонтально-ковочных машинах. Сами расчеты производим по методике [9].

Расчет заключается в сравнении общих затрат на изготовление деталей из заготовок, полученных каждым методом:

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} (Q - q) - C_{ОТХ} (Q - q), \quad (2.1)$$

где $C_{ЗАГ}$ - стоимость за 1 кг заготовки;

$C_{МЕХ}$ - стоимость удаления 1 кг стружки при механической обработке;

$C_{ОТХ}$ - цена 1 кг стружки.

На начальной стадии проектирования массу заготовки можно определить упрощенно:

$$Q_i = q \cdot K_p, \quad (2.2)$$

где q – масса детали;

K_p – коэффициент способа получения.

Подставим соответствующие значения для заготовок, полученных на кривошипных горячештамповочных прессах, получим $Q_1 = 7,34 \cdot 1,7 = 12,28$ кг.

Подставим соответствующие значения для заготовок, полученных на горизонтально-ковочных машинах, получим $Q_2 = 7,34 \cdot 1,6 = 11,74$ кг.

Стоимость удаления стружки:

$$C_{MEX} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (2.3)$$

где C_C - текущие затраты на удаление стружки;

C_K - капитальные затраты на удаление стружки;

E_H - коэффициент, характеризующий эффективность капитальных вложений.

$$C_{MEX1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ руб.}$$

Стоимость за 1 кг заготовки:

$$C_{ЗАГ} = C_{ШП} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II}, \quad (2.4)$$

где $C_{ШП}$ - первоначальная стоимость 1 кг штампованных заготовок;

$h_T, h_M, h_C, h_B, h_{II}$, - коэффициенты, учитывающие характеристики заготовки и процесса штамповки.

Получим:

$$C_{ЗАГ1} = 27,00 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \cdot 1,0 = 23,49 \text{ руб.}$$

$$C_{ЗАГ2} = 27,00 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \cdot 1,0 = 24,67 \text{ руб.}$$

$$C_{T1} = 23,49 \cdot 12,28 + 4,6 \cdot (12,28 - 7,34) - 1,4 \cdot (12,28 - 7,34) = 304,27 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 24,67 \cdot 11,74 + 4,6 \cdot (11,74 - 7,34) - 1,4 \cdot (11,74 - 7,34) = 305,71 \text{ руб.}$$

Расчеты показали, что заготовки для изготовления данной детали экономически эффективнее получать на кривошипных горячештамповочных прессах.

2.2 Проектирование заготовки

Заготовка проектируется в соответствии со следующим алгоритмом [8]:

- 1) определяем методы обработки для каждой поверхности;
- 2) определяем припуски на обработку;
- 3) определяем плоскость разъема пуансона и матрицы;
- 4) назначаем черновые технологические базы;
- 5) определяем параметры заготовки;

б) определяем: начальные допуски, штамповочные уклоны, радиусы скруглений, величину облоя, concentricность отверстий, плоскостность торцев;

7) чертим контур заготовки путем добавления напусков.

Для выполнения первого этапа необходимо каждой поверхности присвоить номер (рисунок 2.1).

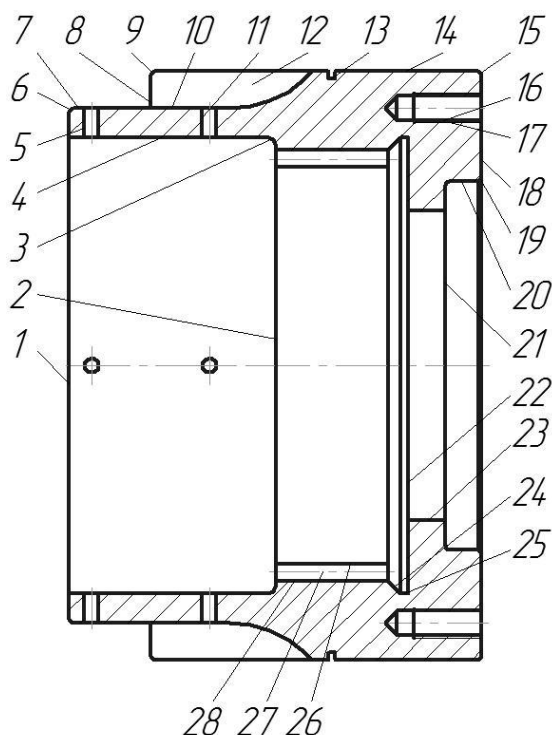


Рисунок 2.1 – Поверхности детали

Набор методов обработки для каждой поверхности определяется исходя из ее формы, точностных характеристик (качества) и состояния поверхности (шероховатости). Для этого используем методику [10].

В результате получим следующие наборы методов обработки.

Поверхности 1, 18 подвергаются последовательно точению черновому, точению чистовому, термообработке и шлифованию черновому.

Поверхности 2, 3, 4, 8, 21, 22, 23, 26 подвергаются последовательно точению черновому и термообработке.

Поверхности 5, 11, 16 подвергаются последовательно сверлению и термообработке.

Поверхности 6, 9, 13, 15, 19, 24, 25 подвергаются последовательно точению чистовому и термообработке.

Поверхность 7 подвергается последовательно точению черновому, точению чистовому, термообработке, шлифованию черновому и шлифованию чистовому.

Поверхности 10, 12 подвергаются последовательно фрезерованию и термообработке.

Поверхность 14 подвергается последовательно точению черновому, точению чистовому, термообработке, шлифованию черновому, шлифованию чистовому и полированию.

Поверхность 17 подвергается последовательно резбонарезанию и термообработке.

Поверхность 20 подвергается последовательно точению черновому, точению чистовому, термообработке, шлифованию черновому, шлифованию чистовому и хонингованию.

Поверхности 27, 28 подвергаются последовательно зубонарезанию и термообработке.

Зная необходимые методы обработки для каждой поверхности можно определить припуски на обработку поверхностей.

Существует несколько методик определения припусков. В данном случае для самой точной поверхности эффективнее всего определить по расчетно-аналитической методике [11]. Самая точная поверхность в данном случае $\varnothing 100\text{H}7(+0,035)$. Будем производить расчеты для нее.

Значения таких составляющих припуска как погрешность установки приспособления ε , дефектный слой a , пространственные отклонения поверхностей Δ , для каждого перехода определяем по методике [11].

Согласно используемой методике минимально допустимый припуск равен:

$$Z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.5)$$

Расчет проводим для каждого перехода:

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,8^2 + 0,025^2} = 1,1$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,088^2 + 0,025^2} = 0,291$$

$$Z_{3\min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,045^2 + 0,02^2} = 0,394$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,09 + \sqrt{0,010^2 + 0,02^2} = 0,112$$

Максимально допустимый припуск равен:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot (TD_{i-1} + TD_i) \quad (2.6)$$

где TD - допуск выполняемого размера на соответствующем переходе.

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot (TD_0 + TD_1) = 1,1 + 0,5 \cdot (2,5 + 0,35) = 2,875$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,291 + 0,5 \cdot (0,35 + 0,14) = 0,536$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot (TD_{TO} + TD_3) = 0,394 + 0,5 \cdot (0,18 + 0,054) = 0,511$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \cdot (TD_3 + TD_4) = 0,112 + 0,5 \cdot (0,054 + 0,035) = 0,157$$

Средний припуск равен:

$$Z_{cpi} = 0,5 \cdot (Z_{i\max} + Z_{i\min}) \quad (2.7)$$

$$Z_{cp1} = 0,5 \cdot (Z_{1\max} + Z_{1\min}) = 0,5 \cdot (1,1 + 2,875) = 1,988$$

$$Z_{cp2} = 0,5 \cdot (Z_{2\max} + Z_{2\min}) = 0,5 \cdot (0,291 + 0,536) = 0,414$$

$$Z_{cp3} = 0,5 \cdot (Z_{3\max} + Z_{3\min}) = 0,5 \cdot (0,394 + 0,511) = 0,453$$

$$Z_{cp4} = 0,5 \cdot (Z_{4\max} + Z_{4\min}) = 0,5 \cdot (0,112 + 0,157) = 0,135$$

Далее рассчитываем операционные размеры (максимальные, минимальные, средние) для каждого перехода:

$$D_{(i-1)\max} = D_{i\max} - 2 \cdot Z_{i\min} \quad (2.8)$$

$$D_{(i-1)\min} = D_{(i-1)\max} - TD_{i-1} \quad (2.9)$$

$$D_{icc} = 0,5 \cdot (D_{i\max} + D_{i\min}) \quad (2.10)$$

Следует заметить, что маршрут содержит термообработку (закалка с отпуском). Для данного перехода минимальный диаметр равен:

$$D_{(TO-1)\min} = D_{(i-1)\min} \cdot 0,999 \quad (2.11)$$

Расчет следует начинать с последнего перехода.

$$D_{4\min} = 100,000$$

$$D_{4\max} = 100,035$$

$$D_{3\max} = D_{4\max} - 2 \cdot Z_{4\min} = 100,035 - 2 \cdot 0,112 = 99,811$$

$$D_{3\min} = D_{3\max} - TD_3 = 99,811 - 0,054 = 99,757$$

$$D_{TO\max} = D_{3\max} - 2 \cdot Z_{3\min} = 99,811 - 2 \cdot 0,394 = 99,023$$

$$D_{TO\min} = D_{TO\max} - TD_{TO} = 99,023 - 0,18 = 98,843$$

$$D_{2\max} = D_{TO\max} \cdot 0,999 = 98,843 \cdot 0,999 = 98,729$$

$$D_{2\min} = D_{2\max} - TD_2 = 98,729 - 0,14 = 98,589$$

$$D_{1\max} = D_{2\max} - 2 \cdot Z_{2\min} = 98,729 - 2 \cdot 0,291 = 98,147$$

$$D_{1\min} = D_{1\max} - TD_1 = 98,147 - 0,35 = 97,797$$

$$D_{0\max} = D_{1\max} - 2 \cdot Z_{1\min} = 98,147 - 2 \cdot 1,1 = 95,947$$

$$D_{0\min} = D_{0\max} - TD_0 = 95,947 - 2,5 = 92,747$$

$$D_{cp0} = 0,5 \cdot (D_{0\max} + D_{0\min}) = 0,5 \cdot (95,947 + 92,747) = 94,347$$

$$D_{cp1} = 0,5 \cdot (D_{1\max} + D_{1\min}) = 0,5 \cdot (98,147 + 97,797) = 97,972$$

$$D_{cp2} = 0,5 \cdot (D_{2\max} + D_{2\min}) = 0,5 \cdot (98,729 + 98,147) = 98,438$$

$$D_{cpTO} = 0,5 \cdot (D_{TO\max} + D_{TO\min}) = 0,5 \cdot (99,023 + 98,729) = 98,876$$

$$D_{cp3} = 0,5 \cdot (D_{3\max} + D_{3\min}) = 0,5 \cdot (99,811 + 99,023) = 99,417$$

$$D_{cp4} = 0,5 \cdot (D_{4\max} + D_{4\min}) = 0,5 \cdot (100,035 + 100,000) = 100,0175$$

Суммарные минимальные, максимальные и средние припуски на все переходы:

$$2Z_{\min} = D_{4\min} - D_{0\max} \quad (2.12)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + TD_0 + TD_4 \quad (2.13)$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot (2Z_{\min} + 2Z_{\max}) \quad (2.14)$$

$$2Z_{\min} = 100,000 - 95,947 = 4,053$$

$$2Z_{\max} = 4,053 + 2,5 + 0,035 = 6,588$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot (4,053 + 6,588) = 5,321$$

Следует отметить, что все полученные значения припусков и диаметров измеряются в миллиметрах, а полученные размеры округляются в сторону увеличения размера.

Для определения припусков на оставшиеся поверхности используется статистический метод. Суть метода заключается в том, что минимальные их значения $Z_{i\min}$ определяются по таблицам [12], а максимальные $Z_{i\max}$ рассчитываются:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i) \quad (2.15)$$

Получим следующие результаты.

Поверхности 1, 18 для перехода черного точения $Z_{\min} = 2,2$ мм, $Z_{\max} = 3,775$ мм; для перехода чистового точения $Z_{\min} = 1,0$ мм, $Z_{\max} = 1,245$ мм; для перехода черного шлифования $Z_{\min} = 0,5$ мм, $Z_{\max} = 0,64$ мм.

Поверхность 2 для перехода черного точения $Z_{\min} = 2,0$ мм, $Z_{\max} = 3,4$ мм.

Поверхность 4 для перехода черного точения $Z_{\min} = 1,1$ мм, $Z_{\max} = 2,7$ мм.

Поверхность 7 для перехода черного точения $Z_{\min} = 1,4$ мм, $Z_{\max} = 3,0$ мм; для перехода чистового точения $Z_{\min} = 0,15$ мм, $Z_{\max} = 0,43$ мм; для перехода

чернового шлифования $Z_{\min} = 0,08$ мм, $Z_{\max} = 0,192$ мм; для перехода чистового шлифования $Z_{\min} = 0,03$ мм, $Z_{\max} = 0,093$ мм.

Поверхность 14 для перехода чернового точения $Z_{\min} = 1,4$ мм, $Z_{\max} = 3,2$ мм; для перехода чистового точения $Z_{\min} = 0,15$ мм, $Z_{\max} = 0,43$ мм; для перехода чернового шлифования $Z_{\min} = 0,08$ мм, $Z_{\max} = 0,21$ мм; для перехода чистового шлифования $Z_{\min} = 0,03$ мм, $Z_{\max} = 0,13$ мм.

Поверхность 21 для перехода чернового точения $Z_{\min} = 1,9$ мм, $Z_{\max} = 3,175$ мм.

Поверхность 22 для перехода чернового точения $Z_{\min} = 2,0$ мм, $Z_{\max} = 3,355$ мм.

Поверхность 23 для перехода чернового точения $Z_{\min} = 1,0$ мм, $Z_{\max} = 2,425$ мм.

Поверхность 26 для перехода чернового точения $Z_{\min} = 1,1$ мм, $Z_{\max} = 2,525$ мм.

После определения припусков приступаем к разработке чертежа заготовки. Для этого воспользуемся справочными данными [13]. Согласно им определяются основные характеристики заготовки. Зная данные характеристики, определяем начальные допуски, штамповочные уклоны, радиусы скруглений, величину облоя, концентричность отверстий, плоскостность торцев. Спроектированная заготовка представлена в графической части работы.

2.3 Проектирование маршрута изготовления детали

Формирование маршрута изготовления детали осуществляется путем объединения поверхностей, имеющих одинаковые методы обработки в одну операцию. При этом необходимо учитывать форму обрабатываемых поверхностей, их взаимное расположение, наличие соответствующих технологических баз. Существенное влияние на маршрут изготовления оказывает тип производства, поэтому необходимо учесть и рекомендации для

данного типа производства [4, 7]. В данном случае маршрут изготовления выглядит следующим образом.

Операция 005 Токарная включает обработку поверхностей под номерами 1, 2, 3, 4, 7, 8, 22, 26.

Операция 010 Токарная включает обработку поверхностей под номерами 14, 18, 20, 21, 23.

Операция 015 Токарная включает обработку поверхностей под номерами 1, 6, 7, 9, 13, 22, 24.

Операция 020 Токарная включает обработку поверхностей под номерами 14, 18, 20.

Операция 025 Фрезерная включает обработку поверхностей под номерами 10, 12.

Операция 030 Сверлильная включает обработку поверхностей под номерами 5, 11.

Операция 035 Сверлильная включает обработку поверхностей под номерами 16, 17.

Операция 040 Зубодолбежная включает обработку поверхностей под номерами 27, 28.

Операция 045 Термическая включает обработку всех поверхностей.

Операция 050 Плоскошлифовальная включает обработку поверхностей под номерами 1, 18.

Операция 055 Круглошлифовальная включает обработку поверхности под номером 7.

Операция 060 Круглошлифовальная включает обработку поверхности под номером 14.

Операция 065 Внутришлифовальная включает обработку поверхности под номером 20.

Операция 070 Круглошлифовальная включает обработку поверхности под номером 7.

Операция 075 Круглошлифовальная включает обработку поверхности под

номером 14.

Операция 080 Внутришлифовальная включает обработку поверхности под номером 20.

Операция 085 Полировальная включает обработку поверхности под номером 14.

Операция 090 Хонинговальная включает обработку поверхности под номером 20.

Операция 095 Моечная включает обработку всех поверхностей.

Операция 100 Контрольная включает обработку всех поверхностей.

Основываясь на полученном маршруте изготовления, формируется план изготовления. В нем наглядно указываются все обрабатываемые поверхности, приводятся схемы базирования, разработанные согласно рекомендациям [14], размеры для каждой операции и допуски на них.

2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса

На первом этапе производим выбор станков для механической обработки данной детали. Для этого необходимо воспользоваться следующими рекомендациями [15, 16]:

1) для обеспечения выполнения требований к операции необходимо чтобы технические характеристика станка (производительность, точность, габариты, мощность) были минимальными достаточными;

2) для увеличения точности и производительности, уменьшения количества операций и оборудования необходимо обеспечить выполнение максимума переходов на операции.

3) технические характеристики станка должны позволять увеличить его загрузку в случае недогрузки за счет изготовления других деталей выпускаемых на данном производстве.

4) в условиях серийного производства следует применять не только универсальные и станки, оснащенные ЧПУ, но и гибкие производственные модули и, при определенных условиях, гибкие автоматические линии. Каждая единица технологического оборудования должна выполнять не более 40

операций в месяц. При этом смена деталей должна выполняться по определенной закономерности.

5) требования экологии, безопасности и эргономики также должны обеспечиваться технологическим оборудованием

В случае, когда всем выше перечисленным требованиям удовлетворяет несколько моделей станков, необходимо провести сравнительный экономический анализ, на основании которого и производится выбор

Выбор оборудования будем производить согласно следующего алгоритма:

1) выбираем группу станков. Выбор производится по форме обрабатываемой поверхности и метода обработки.

2) выбираем тип станка. Выбор производится по положению обрабатываемой поверхности.

3) выбираем модель станка. Выбор производится по точности обработки, размерам обрабатываемых поверхностей и габаритным размерам.

Таблица 2.1 – Металлорежущие станки

№ операции	Операция	Содержание	Поверхности, обрабатываемые на операции	Квалитет	Модель станка
1	2	3	4	5	6
005	Токарная	Точение, растачивание шеек, торцев	1, 2, 3, 4, 7, 8, 22, 26	12	Токарный с ЧПУ JET KDCK-25H CNC
010	Токарная	Точение, растачивание шеек, торцев	14, 18, 20 ,21 ,23	12	Токарный с ЧПУ JET KDCK-25H CNC
015	Токарная	Точение, растачивание шеек, торцев	1, 6, 7, 9, 13, 22, 24	10	Токарный с ЧПУ JET KDCK-25H CNC
020	Токарная	Точение, растачивание шеек, торцев	14, 18, 20	10	Токарный с ЧПУ JET KDCK-25H CNC
025	Фрезерная	Фрезерование	10, 12		Горизонтально-

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
		пазов			фрезерный 6P82Г
030	Сверлильная	Сверление отверстий	5, 11	10	Вертикально-сверлильный с ЧПУ JET GHD-50PFCTCT
035	Сверлильная	Сверление отверстий, нарезание резьбы	16, 17	10	Вертикально-сверлильный с ЧПУ JET GHD-50PFCTCT
040	Зубодолбежная	Нарезание зубьев	27, 28	9 ст.т.	Зубодолбежный 5122
045	Термическая	ТО	все		
050	Плоскошлифовальная	Шлифование торцев	1, 18	8	Плоскошлифовальный 3Б722
055	Круглошлифовальная	Шлифование шейки	7	8	Круглошлифовальный 3М51Е
060	Круглошлифовальная	Шлифование шейки	14	9	Круглошлифовальный 3М51Е
065	Внутришлифовальная	Шлифование	20	8	Внутришлифовальный

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
		отверстия			3К228В
070	Круглошлифовальная	Шлифование шейки	7	8	Круглошлифовальный 3М51Е
075	Круглошлифовальная	Шлифование шейки	14	9	Круглошлифовальный 3М51Е
080	Внутришлифовальная	Шлифование отверстия	20	7	Внутришлифовальный 3К228В
085	Полировальная	Полирование шейки	14	9	Полировально- шлифовальный 3Б853
090	Хонинговальная	Хонингование	20	7	Хонинговальный 3К833
095	Моечная	Мойка	Все		
100	Контрольная	Контроль	Все		

Для выбора станочных приспособлений необходимо воспользоваться следующими рекомендациями [15, 17]:

- 1) приспособление должно реализовывать теоретические схемы базирования;
- 2) должно обеспечиваться надежное закрепление заготовки;
- 3) приспособление должно обладать достаточным быстродействием;
- 4) в условиях серийного производства зажим заготовки осуществляется автоматически;
- 5) проектирование специальных приспособлений производится только в случае отсутствия стандартизированных;
- 6) типоразмер выбирается по размерам базовых поверхностей и габаритов заготовки.
- 7) сила зажима должна быть минимальной и достаточной, что обеспечит надежное закрепление заготовки в приспособлении.

Таблица 2.2 – Станочные приспособления

№ операции	Операция	Закрепляющие элементы	Базирующие элементы	Обозначение приспособления
1	2	3	4	5
005	Токарная	Рабочие поверхности кулачков	Торцовые поверхности кулачков	Патрон 7100-0009 ГОСТ 2675-80
010	Токарная	Рабочие поверхности кулачков	Торцовые поверхности кулачков	Патрон 7100-0009 ГОСТ 2675-80
015	Токарная	Рабочие поверхности кулачков	Торцовые поверхности кулачков	Патрон 7100-0009 ГОСТ 2675-80
020	Токарная	Рабочие поверхности кулачков	Торцовые поверхности кулачков	Патрон 7100-0009 ГОСТ 2675-80
025	Фрезерная	Рабочие поверхности кулачков	Торцовые поверхности кулачков	Универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ8615-89
030	Сверлильная	Рабочие поверхности кулачков	Торцовые поверхности кулачков	Универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ8615-89
035	Сверлильная	Внутренние	Торцы упоров	Цанговая оправка специальная

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5
		поверхности цанги		
040	Зубодолбежная	Рабочие поверхности кулачков	Торцы упоров	Кулачковая оправка
045	Термическая			
050	Плоскошлифовальная	Магниты	Плита	Плита магнитная ГОСТ 16528-87
055	Круглошлифовальная	Рабочие поверхности кулачков	Торцы упоров	Оправка кулачковая
060	Круглошлифовальная	Лепестки цанги	Торцы упоров	Патрон цанговый ГОСТ 2877-80
065	Внутришлифовальная	Лепестки цанги	Торцы упоров	Патрон цанговый ГОСТ 2877-80
070	Круглошлифовальная	Рабочие поверхности кулачков	Торцы упоров	Оправка кулачковая
075	Круглошлифовальная	Лепестки цанги	Торцы упоров	Патрон цанговый ГОСТ 2877-80
080	Внутришлифовальная	Лепестки цанги	Торцы упоров	Патрон цанговый ГОСТ 2877-80
085	Полировальная	Лепестки цанги	Торцы упоров	Патрон цанговый ГОСТ 2877-80
090	Хонинговальная	Внутренние поверхности цанги	Торцы упоров	Цанговая оправка специальная

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5
095	Моечная			
100	Контрольная			

Выбор инструмента задача многофакторная и требует тщательного анализа всех производственных факторов. На начальной стадии проектирования необходимо воспользоваться следующими рекомендациями [15, 18]:

- 1) вид режущего инструмента зависит от метода обработки, взаимного расположения поверхностей детали, используемого металлорежущего станка;
- 2) материал инструмента зависит от состояния обрабатываемой поверхности и марки обрабатываемого материала;
- 3) в зависимости от формы поверхности определяется геометрия режущей части инструмента;
- 4) инструментальный материал выбирается исходя из требований с одной стороны минимальной стоимости, а с другой максимальной стойкости;
- 5) в условиях среднесерийного производства проектирование специального режущего инструмента выполняется в случае необходимости при условии выполнения экономического анализа.

Таблица 2.3 – Металлорежущий инструмент

№ операции	Операция	Наименование инструмента	Материал инструмента
1	2	3	4
005	Токарная	Резец расточной ГОСТ 18879-73, резец контурный ГОСТ 18879-73	T5K10
010	Токарная	Резец расточной ГОСТ 18879-73, резец контурный ГОСТ 18879-73	T5K10
015	Токарная	Резец контурный T15K6 ГОСТ 18879-73, резец канавочный T5K10 ГОСТ	T15K6, T5K10

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
		18879-73, резец расточной канавочный Т5К10 ГОСТ 18879-73	
020	Токарная	Резец расточной канавочный ГОСТ 18879-73, резец контурный ГОСТ 18879-73	Т15К6
025	Фрезерная	Фреза дисковая трехсторонняя Ø100 ГОСТ5348-69	Т5К10
030	Сверлильная	Сверло Ø4 ГОСТ10902-77	Р6М5
035	Сверлильная	Сверло Ø6,7 специальное, Метчик М8 ГОСТ3266-81	Р6М5
040	Зубодолбежная	Долбяк зуборезный чашечный Ø80 ГОСТ9323-79	Р18
045	Термическая		
050	Плоскошлифовальная	Круг шлифовальный 1 – 500х40х127 23А46К5V	Электрокорунд белый
055	Круглошлифовальная	Круг шлифовальный 3-400х50х150 23А60К6V5 35м/с1А	Электрокорунд белый
060	Круглошлифовальная	Круг шлифовальный 3-400х50х150 23А60К6V5 35м/с1А	Электрокорунд белый
065	Внутришлифовальная	Круг шлифовальный 1-25х40х13 23А60К5V40м/с1А	Электрокорунд белый
070	Круглошлифовальная	Круг шлифовальный 3-400х50х150 23А40М6V5	Электрокорунд белый

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
		35м/с1А	
075	Круглошлифовальная	Круг шлифовальный 3-400x50x150 23А40М6V5 35м/с1А	Электрокорунд белый
080	Внутришлифовальная	Круг шлифовальный 1-25x40x13 24А40К5V40м/с1А	Электрокорунд белый
085	Полировальная	Лента полировальная 14А25-НМР	Электрокорунд белый
090	Хонинговальная	Хон 23А80N	Электрокорунд белый
095	Моечная		
100	Контрольная		

Для выбора контрольных приборов и приспособлений необходимо воспользоваться следующими рекомендациями [15, 19]:

1) точность измерительных инструментов и приспособлений зависит от точности измеряемого размера и должна быть выше. При этом, следует отметить, что повышение точности ведет к удорожанию измерительных инструментов, поэтому их точность должна быть обоснована;

2) по возможности в условиях серийного производства применяются стандартизированные мерительные инструменты (штангенциркули, микрометры, длинномеры и т.д.). Специальные инструменты используются в случае отсутствия стандартизированных инструментов при соответствующем обосновании;

3) предпочтительными являются стандартные и нормализованные средства контроля.

Таблица 2.4 – Контрольные приборы и приспособления

№ операции	Точность размеров	Наименование мерительного инструмента	Размеры для контроля
1	2	3	4
005	12	Нутромер ГОСТ 10-88, штангенциркуль ГОСТ 166-89	Ø108, Ø124, Ø140, L=20, L=56, L=90, L=112
010	12	Нутромер ГОСТ 10-88, штангенциркуль ГОСТ 166-89	Ø84, Ø100, Ø160, L=102, L=112
015	10	Нутромер ГОСТ 10-88, штангенциркуль ГОСТ 166-89	Ø124, Ø140, Ø156, L=2, L=5,5, L=20, L=56, L=90, L=112
020	10	Нутромер ГОСТ 10-88, штангенциркуль ГОСТ 166-89	Ø100, Ø160, L=112
025	10	Калибр, штангенциркуль ГОСТ 166-89,	L=140, L=30, L=14
030	12	Калибр резьбовой	Ø4
035	10	Калибр резьбовой	M8
040	9 ст.т.	Калибры	Ø112
050	10	Скоба индикаторная СИ-150 ГОСТ 11098-75	L=112
055	8	Скоба индикаторная СИ-150 ГОСТ 11098-75	Ø140
060	9	Скоба индикаторная СИ-150 ГОСТ 11098-75	Ø160
065	8	Нутромер НМ-150 ГОСТ 10-88	Ø100
070	8	Скоба индикаторная СИ-150 ГОСТ 11098-75	Ø140
075	9	Скоба индикаторная СИ-150	Ø160

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4
		ГОСТ 11098-75	
080	7	Нутромер НМ-150 ГОСТ 10-88	Ø100
085	9	Скоба индикаторная СИ-150 ГОСТ 11098-75	Ø160
090	7	Нутромер НМ-150 ГОСТ 10-88	Ø100

2.5 Определение режимов резания

Определение режимов резания зависит в первую очередь от типа производства. Для среднесерийного производства наиболее применимы расчетно-аналитический [15] и табличный методы [20]. Отличие данных методов заключается в том, что расчетно-аналитический метод более трудоемкий, но при этом более точный, а табличный метод менее трудоемкий, но при этом и менее точный. Как правило, расчетно-аналитический метод применяется для определения режимов на самые точные поверхности, т.к. припуски на них определяются более точными методами, а табличный метод при определении режимов резания на менее ответственные поверхности с завышенными значениями припусков.

Таблица 2.5 – Результаты определения режимов резания

№ перехода	S_o	V	n	L_{PX}	T_o	$T_{шт}$
1	2	3	4	5	6	7
005 Токарная						
1	0,9	126	250	46	0,26	0,97
2	0,84	124	320	106	0,51	
010 Токарная						
1	0,84	126	250	306	1,86	2,53

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7
2	0,84	101	320	34	0,16	
015 Токарная						
1	0,32	140	320	36	0,37	0,74
2	0,32	126	250	8	0,11	
3	0,56	98	250	14	0,11	
020 Токарная						
1	0,32	125	320	76	0,81	1,15
2	0,32	151	480	16	0,11	
025 Фрезерная						
1	0,02	38	120	280	14,6	18,25
030 Сверлильная						
1	0,06	14	1100	104	1,58	1,98
035 Сверлильная						
1	0,05	12	1100	156	3,06	6,39
2	1,0	3	120	246	2,05	
040 Зубодолбежная						
1	0,2	22		36	1,89	2,46
050 Плоскошлифовальная						
1	0,015	10		350	3,94	4,93
055 Круглошлифовальная						
1	0,020	25	360	24	1,27	1,59
060 Круглошлифовальная						
1	0,020	25	360	42	2,22	2,78
065 Внутришлифовальная						
1	0,014	30	360	10	0,62	0,78
070 Круглошлифовальная						
1	0,003	35	360	24	1,77	2,22

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7
075 Круглошлифовальная						
1	0,003	35	360	42	3,12	3,9
080 Внутришлифовальная						
1	0,010	35	360	10	0,86	1,08
085 Полировальная						
1		60 дв.х/мин	100	42	2,17	2,71
090 Хонинговальная						
1	4 м/мин	30 мм/мин		10	0,51	0,64

Определенные в данном подразделе режимы резания заносятся в технологическую документацию, представленную в приложениях Б и В, а также на чертежи технологических наладок.

3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

На рисунке 3.1. разработан эскиз 035 сверлильной операции с проставленными на нем операционными размерами.

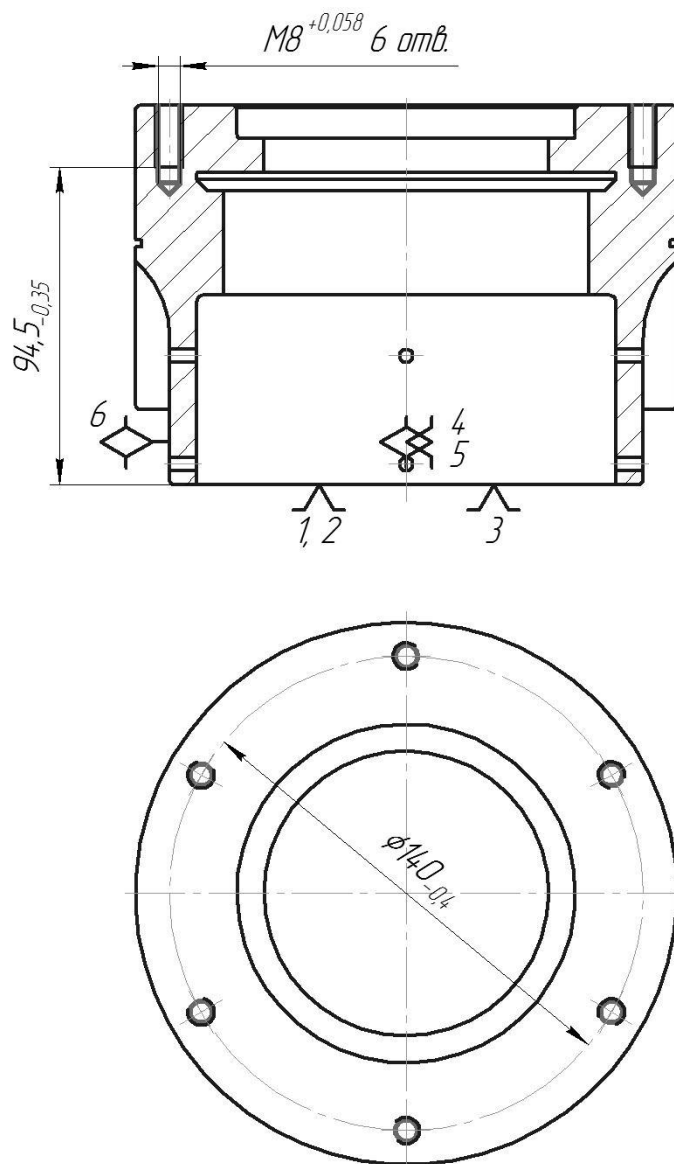


Рисунок 3.1 – Эскиз операции

Основные параметры операции (станок, инструмент и режимы обработки) берем из разработанных ранее пунктов 2.4 и 2.5.

Для проведения расчетов будем использовать методики представленные в литературе [15, 21] и справочные данные [22].

Методика расчета заключается в следующем. Сначала необходимо рассчитать силы и моменты, возникающие при резании, затем силы и моменты, противодействующие им, и из их равенства выводим уравнения для определения силы зажима.

При сверлении необходимо определить осевую силу и момент резания.

Определяем момент резания:

$$M_{кр} = 10C_M D^q s^y K_p, \quad (3.1)$$

где K_p - коэффициент, условий обработки.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 3,36^{2,0} \cdot 0,05^{0,7} \cdot 0,94 = 59 \text{ Нм.}$$

Определяем осевую силу:

$$P_o = 10C_p t^x s^y K_p \quad (3.2)$$

$$P_o = 10 \cdot 143 \cdot 3,36^0 \cdot 0,05^{0,7} \cdot 1,07 = 614 \text{ Н.}$$

Исходя из предложенной методики расчета момент силы зажима момент закрепления:

$$M_3 = 2W' \cdot f \cdot d_3 \quad (3.3)$$

Приравнивая моменты, определяем силу зажима для удержания заготовки от действия момента резания:

$$W' = \frac{M_p \cdot k}{2fd_3}, \quad (3.4)$$

$$\text{где } K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 2,48$$

$$W' = \frac{59 \cdot 2,48}{2 \cdot 0,16 \cdot 140} = 4 \text{ Н.}$$

Аналогичные расчеты проводим для осевой силы.

Для удержания заготовки от ее действия возникает сила трения:

$$F_{TP} = 8 \cdot W'' \cdot f \quad (3.5)$$

Аналогично предыдущему случаю приравниваем силы и определяем силу зажима:

$$W'' = \frac{P_o \cdot k}{8 \cdot f} \quad (3.6)$$

$$W'' = \frac{614 \cdot 2,5}{8 \cdot 0,16} = 1200 \text{ Н.}$$

В качестве привода наиболее целесообразно применять пневмо- и гидроцилиндры.

Диаметр поршня штоковой полости:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2} \quad (3.7)$$

где P - давление в цилиндре (принимается по стандартному ряду);
 d – диаметр штока.

Получим:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 1200}{0,4} + 25^2} = 67 \text{ мм.}$$

Округляем значение диаметра поршня до ближайшего стандартного большего значения 80 мм.

Для определения точности установки заготовки воспользуемся соответствующей расчетной схемой приспособления (рисунок 3.2).

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_\Delta}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{(\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2)} \quad (3.8)$$

где Δ_1, Δ_2 - колебания соответствующих сопряжений;

Δ_3 – допуск на соответствующий размер.

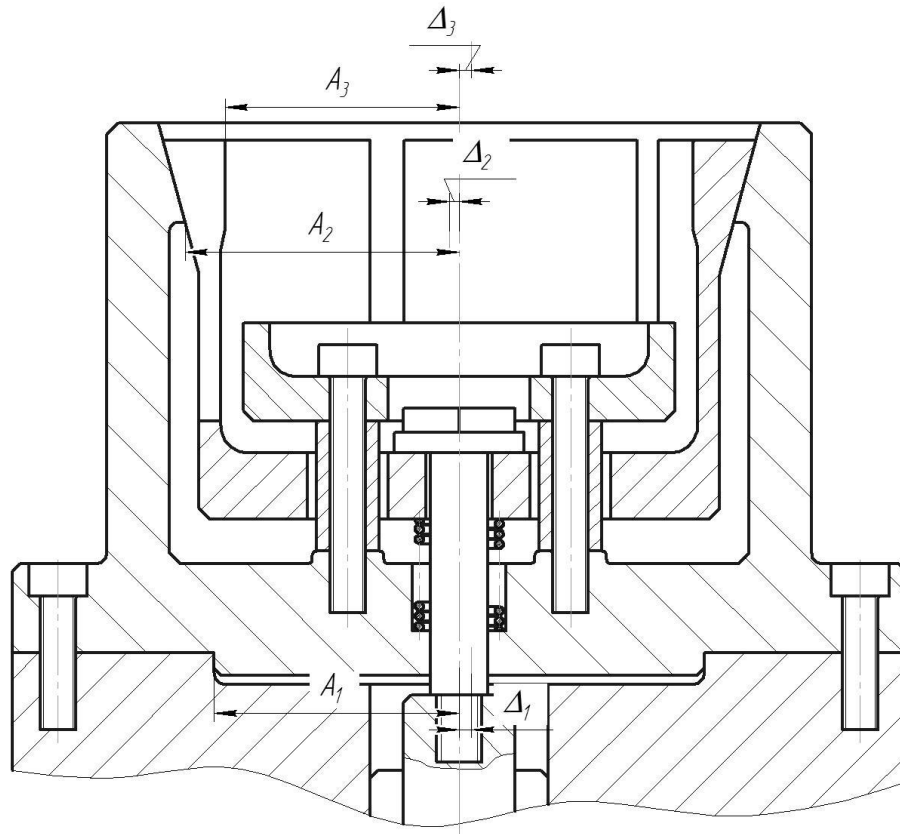


Рисунок 3.2 – Расчетная схема приспособления

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{(0,021^2 + 0,025^2 + 0,01^2)} = 0,017 \text{ мм.}$$

Для проверки соответствия спроектированного приспособления необходимой точности необходимо рассчитать допускаемую погрешность от поля допуска:

$$\varepsilon_y^{\text{дон}} = 0,3 \cdot Td \quad (3.9)$$

$$\varepsilon_y^{\text{дон}} = 0,3 \cdot 0,058 = 0,018 \text{ мм.}$$

Допускаемая погрешность больше, чем погрешность приспособления, следовательно, приспособление обеспечит необходимую точность при выполнении операции.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Инструмент проектируем также как и станочное приспособление для 035 сверлильной операции. Необходимость проектирования связана с неудовлетворительной стойкостью имеющегося стандартного инструмента. При этом стоит отметить, что обработка осевым инструментом в данном технологическом процессе занимает значительное время, поэтому его совершенствование может принести значительный экономический эффект.

Для расчета диаметра инструмента, согласно методике [23] необходимо определить минимальный диаметр выполняемого отверстия. В нашем случае он равен $D_{\min} = 6,7$ мм. Чтобы получить данный диаметр размер инструмента должен быть:

$$D_{инстр} = D_{\min} + \frac{TD}{2} \quad (3.10)$$

где TD – допуск на отверстие.

$$D_{инстр} = 6,7 + \frac{0,058}{2} = 6,729 \text{ мм.}$$

Допуск на диаметр инструмента зависит в первую очередь от необходимой точности обрабатываемого отверстия и должен быть на 2 качества точнее. В нашем случае отверстие имеет IT10, соответственно диаметр инструмента должен быть выполнен по it8, т.е. $\varnothing 6,729_{-0,022}$.

Для закрепления сверла в патроне используется хвостовик. В данном случае размер сверла менее 10 мм, поэтому наиболее рационально использовать цилиндрический хвостовик. Минимально допустимый диаметр хвостовика определяем по формуле [23]:

$$d = \frac{6 \cdot \mu_{cp} \cdot \sin \theta}{\mu \cdot P_0 (1 - 0,04 \Delta \theta)} \quad (3.11)$$

где μ_{cp} – крутящий момент;

θ - угол наклона;

$\Delta \theta$ - допуск на угол;

μ – коэффициент трения;

P_0 – сила резания.

$$d = \frac{6 \cdot 3,47 \cdot \sin 1^\circ 30'}{0,1 \cdot 645 (1 - 0,04 \cdot 5)} \approx 4,5 \text{ мм.}$$

Геометрию режущей части инструмента принимаем исходя из данных [23]: $\gamma = 90^\circ$, $\alpha = 8^\circ$.

Планируемое увеличение стойкости сверла достигнем за счет применения в конструкции вставки из поликристаллического нитрида бора. Однако, остальная часть режущих кромок будет выполнена из быстрорежущей стали, поэтому их предлагается покрыть нитридом молибдена. Данные технические решения позволят увеличить стойкость сверла по данным [24] от 5 до 8 раз.

Одним из центральных вопросов при применении такого технического решения является определение диаметра вставки из сверхтвердого материала. Его можно рассчитать из условия [25]:

$$d = D(6..9) \quad (3.12)$$

Получим $d = D/(6..9) = 6,729/(6..9) = 1,122..0,748$ мм. Исходя из конструктивных соображений диаметр вставки примем $d = 0,8$ мм.

4 Результаты компьютерного моделирования

В данном разделе смоделируем поведение детали при закреплении на 010 токарной операции. Необходимость данного моделирования объясняется тем, что закрепление производится в трехкулачковом патроне за поверхность толщиной 8 мм. При этом усилие закрепления, создаваемое одним кулачком, составляет 19527 Н, что может привести к деформации заготовки при закреплении. Для моделирования воспользуемся прикладной библиотекой «АРМ FEM: Прочностной анализ» программы «Компас» и соответствующими рекомендациями по расчету [26, 27, 28, 29].

Сначала создаем модель заготовки (рисунок 4.1)

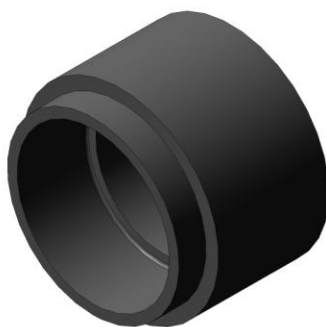


Рисунок 4.1 – Модель заготовки

На имеющейся модели создаем площадки эмитирующие места приложения усилий от кулачков (рисунок 4.2). Для наглядности модель представляем у каркасной форме.

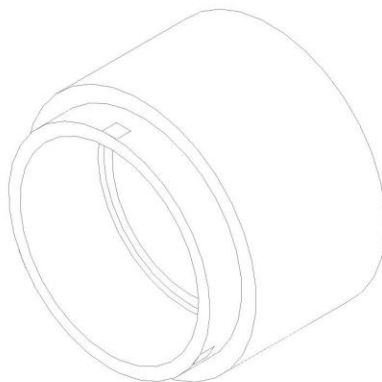


Рисунок 4.2 – Модель с площадками

После этого накладываем на модель ограничения.

Сначала устанавливаем закрепление заготовки (рисунок 4.3).

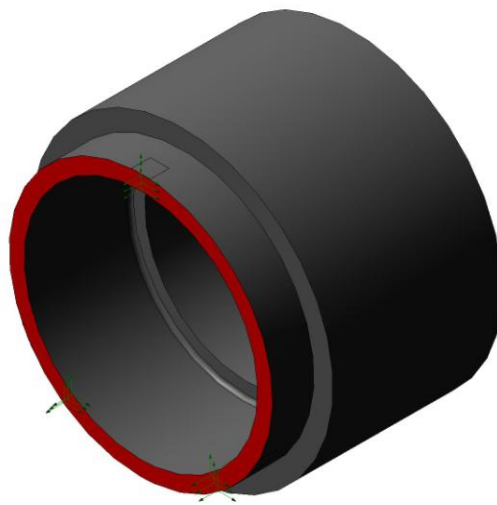


Рисунок 4.3 – Закрепление заготовки

Затем прикладываем к площадкам нагрузку (рисунок 4.4). На рисунке нагрузки изображены стрелками.

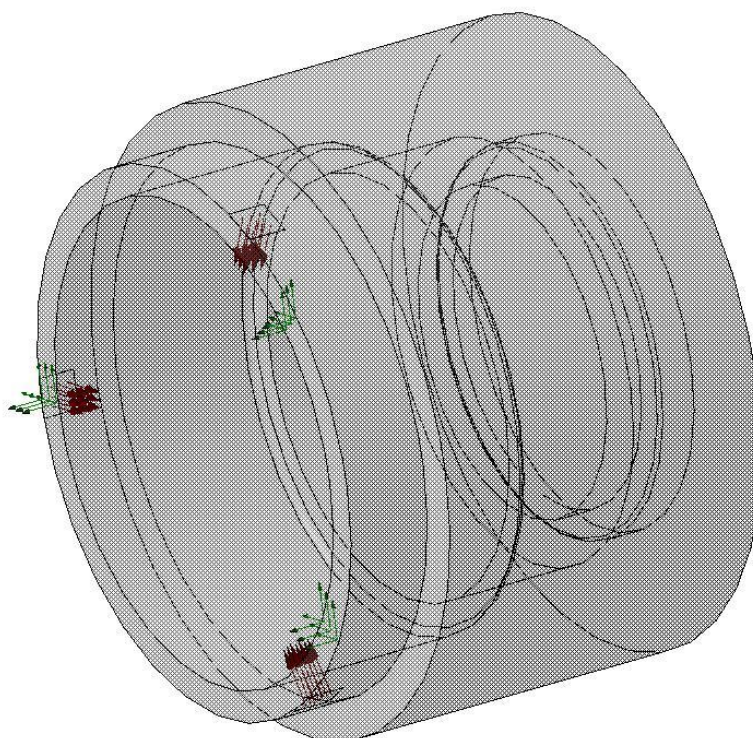


Рисунок 4.4 – Приложение нагрузок

Далее проводим построение сетки конечных элементов (рисунок 4.5)

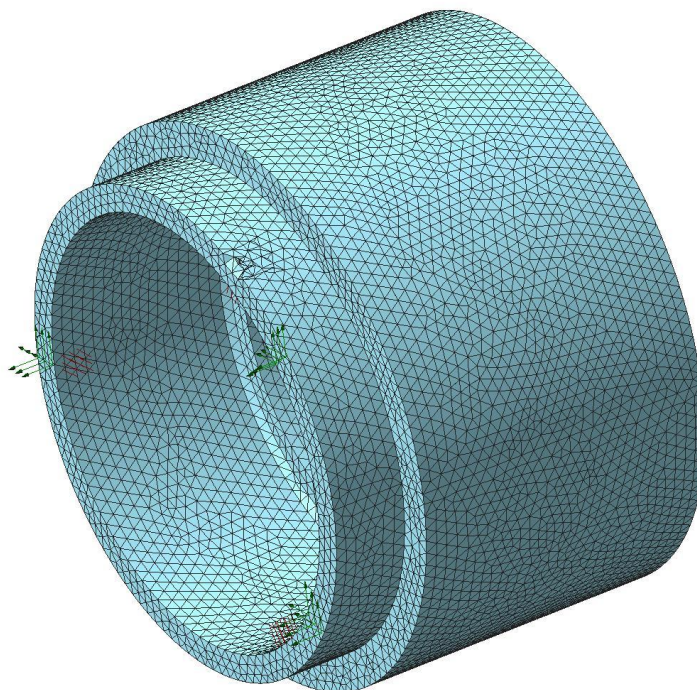


Рисунок 4.5 – Сетка конечных элементов

Проводим необходимые проверки модели на напряжения, возникающие под действием сил закрепления (рисунок 4.6) и перемещения (рисунок 4.7).

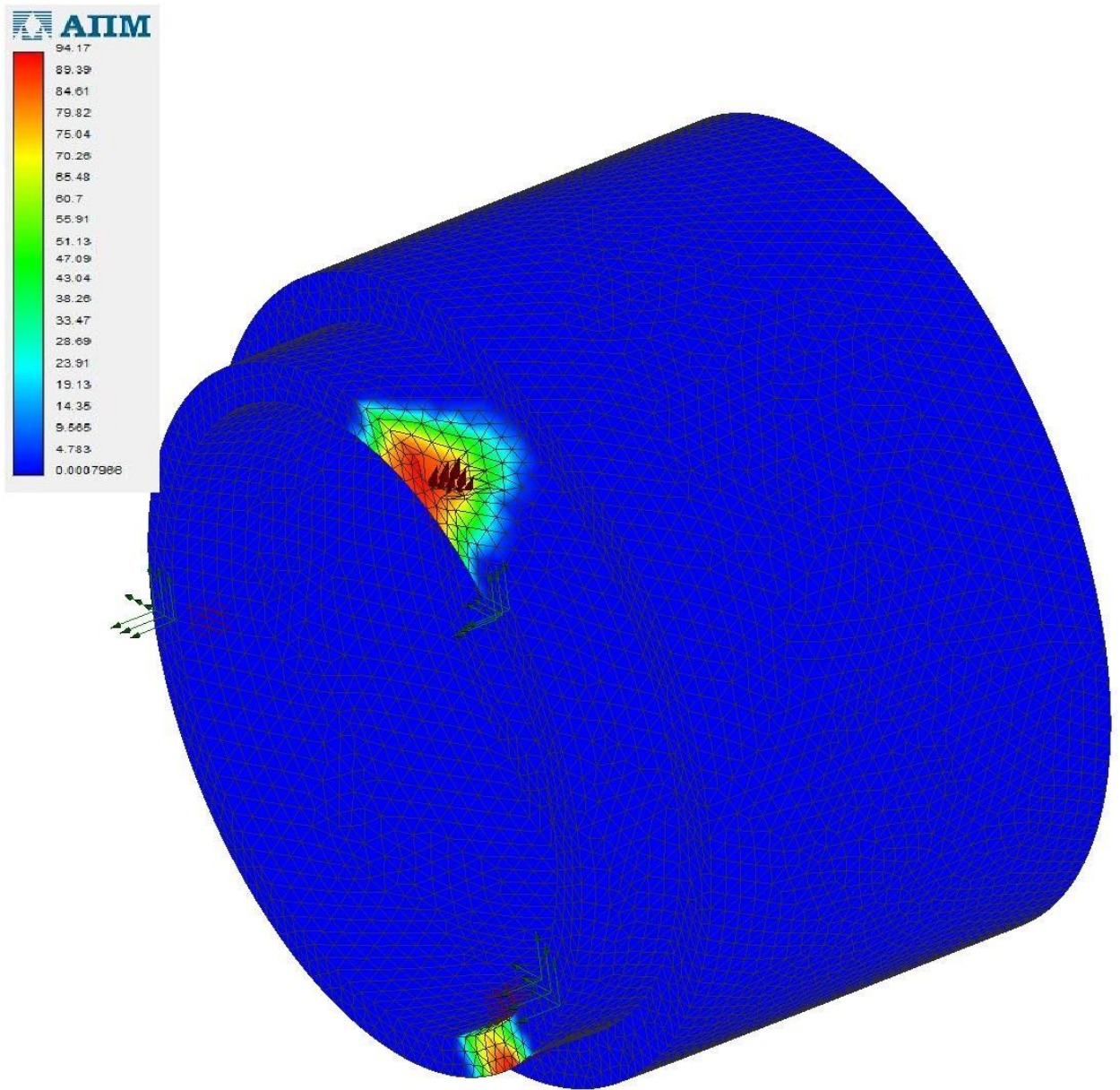


Рисунок 4.6 – Результаты проверки модели на напряжения

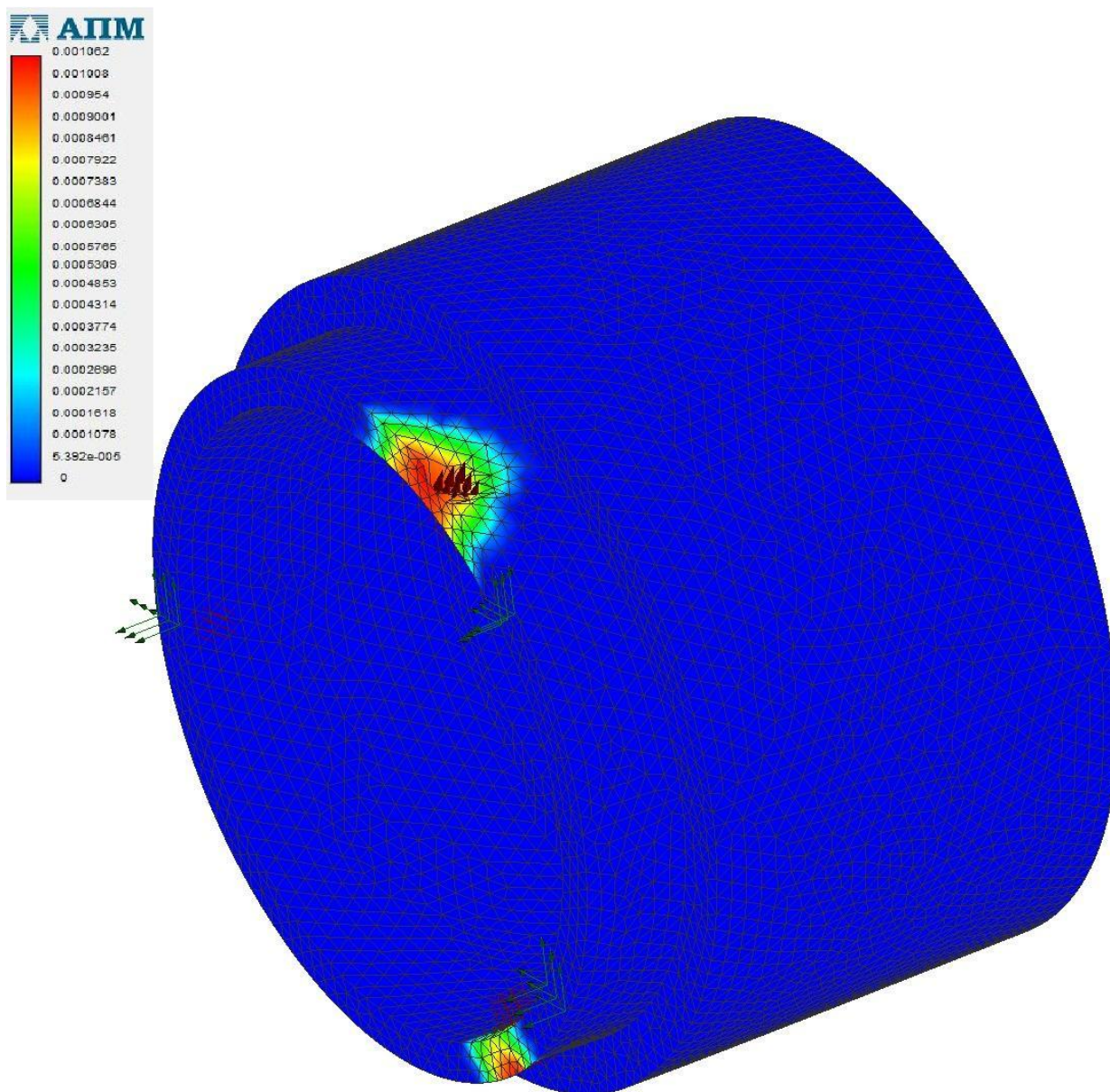


Рисунок 4.7 – Результаты проверки модели на перемещения

Из полученных результатов моделирования можно сделать следующие выводы:

1. Напряжения, возникающие в заготовке, не превышают 94,169 МПа, что при пределе текучести материала заготовки на сжатие 785 МПа не приведет к деформации материала и повреждению поверхностей, за которые производится закрепление. На поверхности обработки данные напряжения практически не распространились и воздействия не оказывают;

2. Результаты проверки на перемещения говорят о том, что перемещения вызванные воздействием сил закрепления составляют 0,001 мм, что не может сказаться на точности обработки при черновых операциях. Кроме того данные перемещения локализованы в основном в зонах приложения сил закрепления и на обрабатываемых поверхностях заготовки не отражаются.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

Основная задача раздела заключается в определении основных рисков и вредных факторов, которые могут возникнуть на участке изготовления полумуфты коробки скоростей токарного станка SAMAT 400 XC.

Решение данной задачи производим в соответствии с методикой [30].

5.1 Назначение и планировка участка

Рассматриваемый в работе участок предназначается для выполнения операций механической обработки технологического процесса изготовления полумуфты в условиях среднесерийного производства. Согласно характеристикам данного типа производства на данном участке возможно проведение механической обработки и других однотипных деталей, что обеспечивает необходимые показатели загрузки оборудования и экономической эффективности.

Планировка участка выполняется в соответствии с нормами и правилами технологического проектирования. Следует отметить, что оборудование на участке расставлено по групповому принципу, что обусловлено типом производства. Чертеж планировки участка представлен на рисунке 5.1.

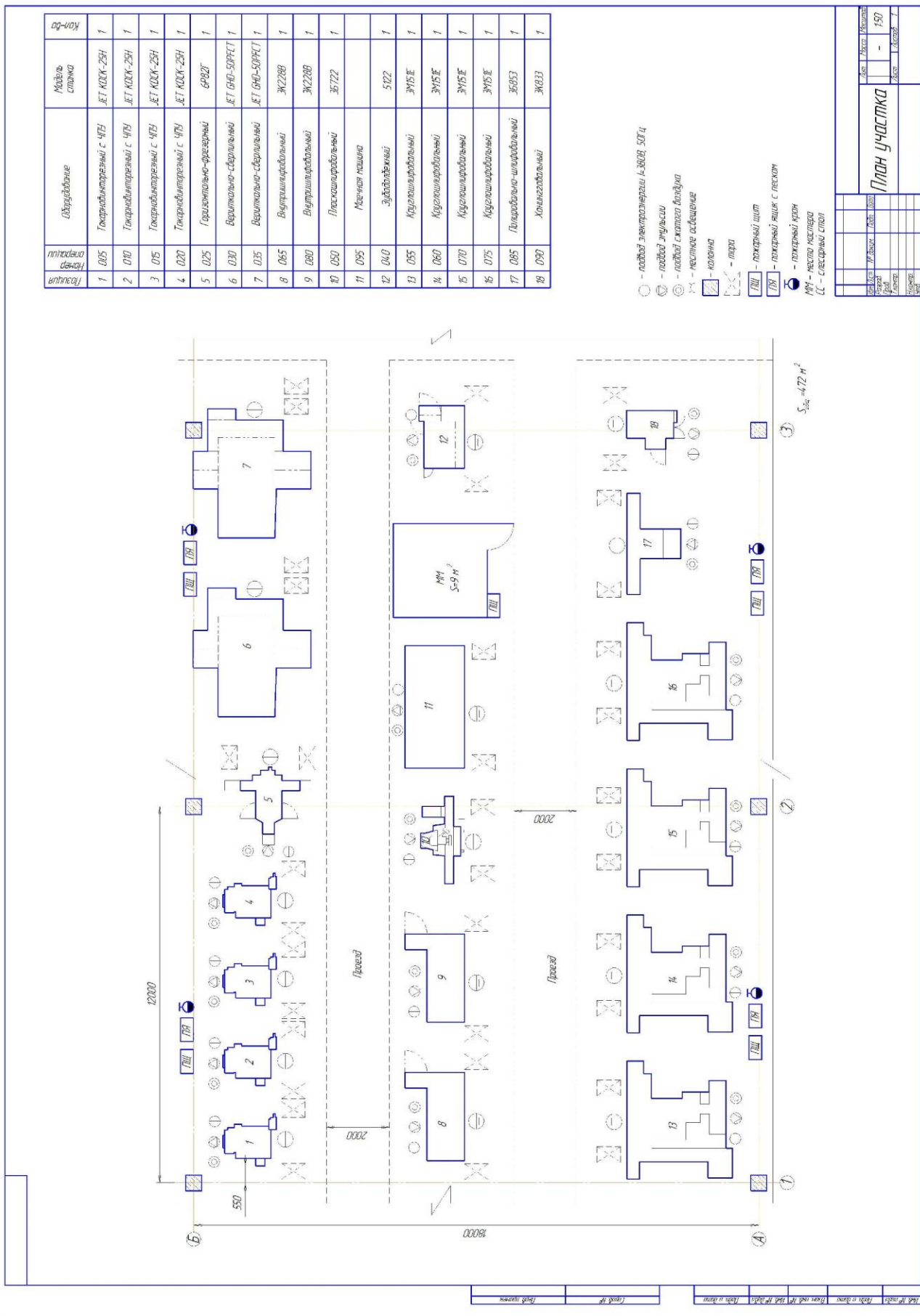


Рисунок 5.1 – План участка

5.2 Состав оборудования

Основное технологическое оборудование, применяемое для изготовления полумуфты, представлено в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Состав оборудования

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	Токарный с ЧПУ JET KDCK-25H CNC	4
2	Горизонтально- фрезерный 6P82Г	1
3	Вертикально-сверлильный с ЧПУ JET GHD-50PFCTCT	2
4	Зубодолбежный 5122	1
5	Плоскошлифовальный 3Б722	1
6	Круглошлифовальный 3М51Е	4
7	Внутришлифовальный 3К228В	2
8	Полировально-шлифовальный 3Б853	1
9	Хонинговальный 3К833	1
10	Моечная машина	1
Итого:		18

5.3 Технологический маршрут изготовления

Спроектированный ранее технологический маршрут изготовления полумуфты представлен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Технологический маршрут изготовления полумуфты

Наименование цеха	Номер операции	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
1	2	3	4	5
Кузнечный	000	Заготовительная	ГКШП	Получение заготовки
Механический	005	Токарная	Токарный с ЧПУ JET KDCK-25H CNC	Точение, растачивание шеек, торцев
Механический	010	Токарная	Токарный с ЧПУ JET KDCK-25H CNC	Точение, растачивание шеек, торцев
Механический	015	Токарная	Токарный с ЧПУ JET KDCK-25H CNC	Точение, растачивание шеек, торцев
Механический	020	Токарная	Токарный с ЧПУ JET KDCK-25H CNC	Точение, растачивание шеек, торцев
Механический	025	Фрезерная	Горизонтально - фрезерный 6P82Г	Фрезерование пазов
Механический	030	Сверлильная	Вертикально-сверлильный с ЧПУ JET	Сверление отверстий

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5
			GHD- 50PFCTCT	
Механический	035	Сверлильная	Вертикально- сверлильный с ЧПУ JET GHD- 50PFCTCT	Сверление отверстий, нарезание резьбы
Механический	040	Зубодолбежная	Зубодолбежны й 5122	Нарезание зубьев
Термический	045	Термообработка	-	Закалка заготовки
Механический	050	Плоскошлифовал ьная	Плоскошлифо вальный 3Б722	Шлифование торцев
Механический	055	Круглошлифовал ьная	Круглошлифов альный 3М51Е	Шлифование шейки
Механический	060	Круглошлифовал ьная	Круглошлифов альный 3М51Е	Шлифование шейки
Механический	065	Внутришлифовал ьная	Внутришлифо вальный 3К228В	Шлифование отверстия
Механический	070	Круглошлифовал ьная	Круглошлифов альный 3М51Е	Шлифование шейки
Механический	075	Круглошлифовал ьная	Круглошлифов альный 3М51Е	Шлифование шейки
Механический	080	Внутришлифовал ьная	Внутришлифо вальный 3К228В	Шлифование отверстия

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5
Механический	085	Полировальная	Полировально-шлифовальный 3Б853	Полирование шейки
Механический	090	Хонинговальная	Хонинговальный 3К833	Хонингование
Механический	095	Моечная	-	Промывка, обдувка, сушка
Механический	100	Контрольная	-	Контроль основных параметров

Модернизации была подвергнута 035 Сверлильная операция. Для нее были спроектированы механизированное зажимное приспособление и режущий инструмент. Поэтому идентификацию вредных производственных факторов будем проводить для этой операции.

5.4 Анализ вредных производственных факторов

Таблица 5.3 – Вредные производственные факторы

№ п/п	Технологические операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, которые позволят уменьшить вредные воздействия
1	2	3	4
1	Сверление	1. Отлетающая стружка 2. Повышенная температура на	1. Использование

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4
		<p>поверхности обрабатываемой детали.</p> <p>3. Испарения СОЖ при механической обработке</p> <p>4. Высокий уровень шума и вибраций при работе оборудования</p>	<p>защитных очков и спецодежды.</p> <p>Использование защитного экрана.</p> <p>Использование средств автоматизации для удаления стружки.</p> <p>2. Использование СОЖ на синтетической основе и местной вытяжки.</p> <p>3. Использование акустических экранов и средств индивидуальной защиты слуха (противошумные наушники, беруши).</p> <p>Использование резино-войлочных матов. Установка оборудования на виброгасящие опор.</p>

Результатом выполнения данного раздела стали: анализ вредных и опасных факторов на участке по изготовлению полумуфты и предложения по мероприятиям, направленным на снижение их воздействия на работников.

6 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 технических решений.

Особенностью совершенствования технологического процесса является то, что предлагается совершенствовать токарную операцию базового варианта. На этой операции совершенствование коснулось замены вертикально-сверлильного станка, модели 2Н135 на вертикально-сверлильный станок с числовым программным управлением, модели JET GHD-50 PFCTCT. Кроме того, было предложено использование специального спирального сверла $\varnothing 6,5$ с вставкой из сверхтвердого материала, что позволило повысить стойкость инструмента в 1,5 раза. Более полное описание изменяемых операций базового и проектного вариантов представлено в предыдущих разделах, поэтому описывать их еще раз нет необходимости.

Кроме описания изменяющихся технических параметров процесса изготовления, для проведения расчетов, связанных с определением экономической эффективности, потребуется знание программы выпуска, которая составляет 8000 штук в год.

Так как масса заготовки и способ ее получения не меняются в ходе совершенствования технологического процесса изготовления детали, поэтому расходы, связанные с основными материалами проводить не целесообразно, потому что они останутся без изменения и на результат всех расчетов оказывать влияния не будут.

Для определения всех остальных параметров данного раздела будет применена следующая методика расчета [31]:

- методика расчета капитальных вложений в основное технологическое оборудование;
- методика определения технологической себестоимости;

- методика калькулирования себестоимости;
- методика экономического обоснования эффективности предлагаемых мероприятий.

Расчеты по представленным методикам проводились с применением пакета программного обеспечения Microsoft Excel.

Для проведения соответствующих расчетов, кроме описания технологии изготовления и программного обеспечения, также необходимы следующие значения:

- стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики оборудования, оснастки и инструмента, так как данные величины напрямую оказывают влияние на итоговые результаты расчета;
- нормативные и тарифные значения расходных параметров, таких как вода, электроэнергия, сжатый воздух и т.д.;
- часовые тарифные ставки основных рабочих, занятых на выполнении анализируемой операции.

Используя все необходимые данные, были получены значения: удельных капитальных вложений на единицу продукции, технологической и полной себестоимости, по сравниваемым вариантам, которые представлены на рисунке 6.1.

Анализируя представленные на рисунке 6.1 значения, можно сказать, что при изменении технологического процесса увеличатся удельные затраты на единицу продукции на 32,65 руб., что составит 65,9%. Это связано с тем, что возникает необходимость приобретения нового оборудования и инструмента, а также появляются затраты, связанные с проектированием совершенствований технологического процесса.

Не смотря на то, что удельные капитальные вложения возрастают, при этом технологическая и полная себестоимость уменьшаются на 31,2% и 32,2%, соответственно. Это вызвано тем, что замена оборудования и инструмента, и увеличение режимов резанья приводит к сокращению трудоемкости

совершенствуемых операций, и как следствие – к уменьшению заработной платы и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

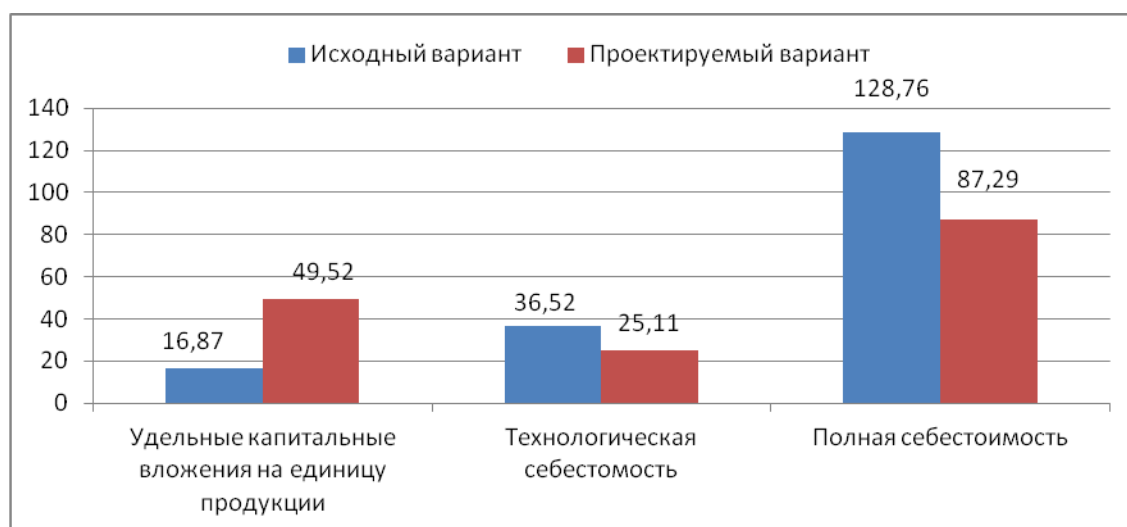


Рисунок 6.1 – Величины удельных капитальных вложений, технологической и полной себестоимости по вариантам, руб.

В виду того, что расчеты показали положительные изменения в себестоимости изготовления, возникает необходимость провести расчеты с точки зрения экономической целесообразности внедрения изменений в производство. Чтобы подтвердить или опровергнуть целесообразность, необходимо определить следующие показатели:

- чистая прибыль;
- срок окупаемости;
- чистый дисконтируемый доход;
- индекс доходности

Полученные значения позволят сделать окончательный вывод о целесообразности внесения изменений.

Для определения перечисленных показателей также будет использован пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Результаты проведенных расчетов представлены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Значения показателей эффективности внедрения

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}}$, руб.	265408
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}$, лет	3
3	Чистый дисконтированный доход	$\Delta_{\text{инт}} = \text{ЧДД}$, руб.	85816
4	Индекс доходности	ИД, руб.	1,22

Анализируя полученные в ходе расчетов данные, можно сделать заключение о целесообразности предлагаемого мероприятия по совершенствованию сверлильной операций, как это описано выше.

Как видно из таблицы 6.1, окупаемость наступит в течение 3-х лет, что позволяет говорить о необходимости внедрения данного предложения. В данном случае выполняется условие, о не превышении порога срока окупаемости в 4 года.

Еще один показатель, также подтверждающий необходимость внедрения, это индекс доходности, величина которого должна находиться в интервале от 1,12 до 1,25 руб./руб. В нашем случае этот показатель находится в середине этого интервала – 1,22 руб./руб.

И наконец, чистый дисконтированный доход или интегральный экономический эффект составляет 85816 рублей. Данная величина по расчетам получилась положительной, что дает право, также говорить о необходимости внедрения предлагаемого мероприятия по совершенствованию технологического процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основным результатом выполнения квалификационной работы стал спроектированный технологический процесс изготовления полумуфты коробки скоростей токарного станка SAMAT 400 XC.

Данная цель достигнута за счет планомерного выполнения задач, поставленных в результате анализа исходных данных. При этом применение современных методов проектирования и достижений в области науки позволили существенно повысить эффективность типового технологического процесса, который был взят за основу.

Экономическая эффективность техпроцесса повышена в первую очередь за счет применения современных средств технологического оснащения, применения элементов компьютерного моделирования, проектирования сверла с увеличенной стойкостью и механизированной технологической оснастки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 335 с.
2. <http://stankiexpert.ru/spravochnik/materialovedenie/zakalka-stali-40h.html>.
3. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат).
4. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 387 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат).
5. 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 [и др.] : Лань, 2016. - 349 с.
6. Технология машиностроения : курсов. проектирование и диплом. проектирование : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности 15.05.01 "Проектирование технол. машин и комплексов" и направлению подготовки 15.03.05 "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" (бакалавриат) / М. Ф. Пашкевич [и др.]. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 443 с.
7. Ковшов, А. Н. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / А. Н. Ковшов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 320 с.
8. 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.

9. Клименков С. С., Проектирование заготовок в машиностроении [Электронный ресурс] : практикум : учеб. пособие / С. С. Клименков. - Минск : Новое знание, 2013 ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 269 с.

10. Технология машиностроения : учеб. для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Л. В. Лебедев [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 620, [1] с.

11. 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.

12. Зубарев, Ю. М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. М. Зубарев. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 256 с.

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

14. Расторгуев, Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 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. Иванов, В. П. Оборудование и оснастка промышленного предприятия : учеб. для студентов вузов по специальности "Оборудование и технологии высокоэффектив. процессов обработки материалов" / В. П. Иванов, А. В. Крыленко. - Минск : Новое знание, 2016 ; Москва : ИНФРА-М, 2016. - 234 с.

17. Клепиков, В. В. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] :

станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.

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

19. Болтон, У. Карманный справочник инженера-метролога. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 с.

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

21. Схиртладзе, А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 3 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - 3-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 536 с.

22. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / А. И. Астахов [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 591 с. : ил. - Библиогр.: с. 585.

23. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Д. В. Кожевников [и др.]; под общ. ред. С. В. Кирсанова. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2014. - 520 с.

24. Oezkaya, E., Michel, S., & Biermann, D. (2017). Experimental studies and FEM simulation of helical-shaped deep hole twist drills. *Production Engineering*, , 1-13. 10.1007

25. Kuo, C. L., Soo, S. L., Aspinwall, D. K., Carr, C., Bradley, S., M'Saoubi, R., & Leahy, W. (2018). Development of single step drilling technology for multilayer metallic-composite stacks using uncoated and PVD coated carbide tools. *Journal of Manufacturing Processes*, 31, 286-300. 10.1016/j.jmapro.2017.11.026

26. <https://ascon.ru/>

27. Wang, P. Y., Chang, S. L., Lee, B. Y., Nguyen, D. H., & Cao, C. W. (2017). Characteristics study of the gears by the CAD/CAE. Paper presented at the

28. The Analysis of The Evolution of The Functional Geometry of The Tool at The Lathing with a Transverse Advance, 2017, Dan DOBROTĂ (Lucian Blaga University of Sibiu), Mădălin TOMESCU (Turburea Technology High School)

29. Modeling and Parameter Optimization for Surface Roughness and Residual Stress in Dry Turning Process, 2017, M. H. El-Axir (Mechanical Engineering Department, Northern Border University, Arar, Saudi Arabia) M.M. Elkhabeery (Mechanics Engineering Department Northern Border University, Arar, Saudi Arabia) M.M. Okasha (Mechanical Engineering Department Northern Border University, Arar, Saudi Arabia)

30. Горина, Л. Н., Фесина, М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина, М.И. Фесина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 51с.

31. Краснопевцева, И. В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова ; ТГУ ; Ин-т финансов, экономики и управления ; каф. "Торговое дело и управление производством". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.			
							Справ. №	Подп. и дата		
				<u>Документация</u>						
A1			18.БР.ОТМП.193.65.000.00СБ	Сборочный чертеж						
				<u>Детали</u>						
A2	1		18.БР.ОТМП.193.65.001.00	Корпус	1					
A2	2		18.БР.ОТМП.193.65.002.00	Корпус цанги	1					
A3	3		18.БР.ОТМП.193.65.003.00	Цанга	1					
A4	4		18.БР.ОТМП.193.65.004.00	Втулка	4					
A2	5		18.БР.ОТМП.193.65.005.00	Опора	1					
A4	6		18.БР.ОТМП.193.65.006.00	Тяга	1					
A4	7		18.БР.ОТМП.193.65.007.00	Шток	1					
A3	8		18.БР.ОТМП.193.65.008.00	Корпус пневмоцилиндра	1					
34	9		18.БР.ОТМП.193.65.009.00	Поршень	1					
A4	10		18.БР.ОТМП.193.65.010.00	Крышка пневмоцилиндра	1					
				<u>Стандартные изделия</u>						
		11		Винт М8х50 ГОСТ174.76-84	4					
		12		Пружина ГОСТ13766-86	1					
		13		Винт М8х30 ГОСТ174.76-84	8					
		14		Винт М5х18 ГОСТ174.76-84	8					
		15		Кольцо ГОСТ 1567-68	2					
		16		Демпфер ГОСТ8754-79	2					
		17		Кольцо ГОСТ 1567-68	2					
		18		ГайкаМ20х15ГОСТ 15522-70	1					
			18.БР.ОТМП.193.65.000.00							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление станочное			Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Кутыржин							В	1	2
Проб.	Козлов				ТГУ, ИМ, гр. ТМБ-1401					
Н.контр.	Виткалов									
Утв.	Логинов									

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа						
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
Т 19	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10;											
Т 20	392190 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 3933450											
Т 21	Нутромер НМ-150 ГОСТ 10-88.											
22												
А 23	XX XX XX 015 4110 Токарная											
Б 24	381101 Токарный JET КОСК-25Н СИС 3 18217 422 1Р 1 1 1 900 1 0.74											
0 25	Точить поверхность 1,6 7,9 22,24,25 в размеры $\phi 156_{-0,16}$, $\phi 140,22_{-0,16}$, $\phi 124_{-0,16}$, 114 _{-0,14} , 92 _{-0,14} .											
Т 26	42 _{-0,1} , 22 _{-0,084} , 2 _{-0,1} х45°.											
Т 27	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10;											
Т 28	392190 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т15К6; 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 3933450											
Т 29	Нутромер НМ-150 ГОСТ 10-88.											
30												
А 31	XX XX XX 020 4110 Токарная											
Б 32	381101 Токарный JET КОСК-25Н СИС 3 18217 422 1Р 1 1 1 900 1 1,15											
0 33	Точить поверхность 14, 18, 20 в размер $\phi 156_{-0,16}$, $\phi 98,147_{-0,14}$, 113 _{-0,14} , 1 _{-0,1} х45°.											
Т 34	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10;											
Т 35	392190 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т15К6; 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 3933450											
Т 36	Нутромер НМ-150 ГОСТ 10-88.											
37												
А 38	XX XX XX 025 4261 Фрезерная											
Б 39	381631 Горизонтально-фрезерный 6Р82Г 3 18632 422 1Р 1 1 1 900 1 18,25											
0 40	Фрезеровать поверхность 10, 12 в размеры R30 _{-0,21} , 14 _{-0,07} .											
Т 41	396141 Универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ 8615-89; 391834 Фреза дисковая $\phi 100$											
МК												

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа							
						СМ	пр.сф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП
Т.42	ГОСТ 5348-69 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 393400 Калибр.												
43													
А.44	XX XX XX 030 4120 Сверлильная												
Б.45	381210 Сверлильный с ЧПУ JET GND-50PFC1CT 3 17335 422 1P 1 1 1 900 1											198	
0.46	Сверлить поверхность 5.11 в размер $\phi 4^{+0,12}$												
Т.47	396141 Универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ8615-89; 391213 Сверло $\phi 4$ ГОСТ10902-77												
Т.48	Р6М5; 393400 Калибр.												
49													
А.50	XX XX XX 035 4120 Сверлильная												
Б.51	381210 Сверлильный с ЧПУ JET GND-50PFC1CT 3 17335 422 1P 1 1 1 900 1											639	
0.52	Сверлить, нарезать резьбу поверхности 16, 17 в размеры М8 ^{+0,058} , 94 ^{+0,35} , 89,5 ^{+0,35} .												
Т.53	396190 Оправка цанговая; 391213 Сверло $\phi 6,7$ специальное Р6М5; 391311 Метчик М8 ГОСТ3266-81												
Т.54	Р6М5; 393400 Калибр.												
55													
А.56	XX XX XX 040 4175 Долбежная.												
Б.57	381718 Долбежный 5122 3 17960 422 1P 1 1 1 900 1											2,46	
0.58	Долбить зудья 27, 28 в размер 9 степени точности.												
Т.59	396190 Оправка кулачковая; 392413 Дольяк чашечный $\phi 80$ ГОСТ9323-79 Р6М5; 393400 Калибр.												
60													
А.61	XX XX XX 045 Термическая												
62													
А.63	XX XX XX 050 4133 Плоскошлифовальная												
Б.64	381313 Плоскошлифовальный 3Б722 3 18873 422 1P 1 1 1 900 1											493	
МК													

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа												
						СМ	пр.сф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Глоз	Тшт		
А 111	XX XX XX	090	4192	Внутршлифовальная														
Б 112	381836	Хонинговальный ЗК833	3	18873	422	1Р	1	1	1	900	1							0.64
О 113	Хонинговать поверхность 20 в размер $\phi 100^{+0,055}$																	
Т 114	396190 Отправка цанговая. 397717 Хон. 393450 Диаметр НМ-150 ГОСТ 10-88.																	
115																		
А 116	XX XX XX 095 Моечная.																	
117																		
А 118	XX XX XX 100 Контрольная.																	
119																		
120																		
121																		
122																		
123																		
124																		
125																		
126																		
127																		
128																		
129																		
130																		
131																		
132																		
133																		
																	МК	

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Операционные карты

